

**SOCRATES 11th INTERNATIONAL
HEALTH, ENGINEERING AND
APPLIED SCIENCES CONGRESS**

**PROCEEDING
BOOK**

EDITOR

Assoc. Prof. Cafer BUDAK

ISBN: 978-625-6997-80-6

SOCRATES 11th INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES CONGRESS

August 28-31, 2025 ROME/ITALY



www.ubsder.org

PROCEEDINGS BOOK

EDITOR IN CHIEF

Assoc. Prof. Cafer BUDAK

ISBN: 978-625-6997-80-6

by

ACADEMIC SHARING PLATFORM PUBLISHING HOUSE®

All rights of this book Academic Sharing Platform
Publishing House
Authors are responsible both ethically and juridically
APP Publications – 2025©
Issued: 30.09.2025



CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

*SOCRATES 11 th INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING AND
APPLIED SCIENCES CONGRESS*

DATE and PLACE

August 28-31, 2025 ROME/ITALY

ORGANIZATION

UBS-Institute of International Scientific Research and Strategy Development Association,
Akademik Paylaşım Platformu Eğitim Ltd.Şti.,Ankara,Türkiye

CONGRESS CHAIRS

Assoc. Prof. Cafer BUDAK

EDITOR IN CHIEF

Assoc. Prof. Cafer BUDAK

CONGRESS ORGANIZERS

Uluslararası Bilimsel Araştırma ve Strateji Geliştirme Derneği, Türkiye
Socrates Journal of Interdisciplinary Social Studies, Türkiye
IJHAS,International Journal of Health and Applied Science,Türkiye

PARTICIPANT COUNTRIES (6):

India, Thaliand, Philippines, Nigeria, Malaysia, Türkiye

NUMBER OF PARTICIPANTS (55):

(Türkiye-26, Other Countries-29)

NUMBER OF ACCEPTED PAPERS (47):

(Türkiye-20, Other Countries-27)

PRESENTATION

Oral presentation

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process

ISBN: 978-625-6997-80-6

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Aysel GÜVEN
Başkent University, Türkiye

Prof. Dr. Can İKİZLER
Rumeli University, Türkiye

Prof. Dr. Ayşe ÖZCAN BUCKLEY
Michigan State University, USA

Prof. Dr. Hamza Yaşar OCAK
Marmara University, Türkiye

Assoc. Prof. Mehmet Emin ASKER
Dicle University, Türkiye

Assoc. Prof. Hayri YILDIRIM
Dicle University, Türkiye

Assoc. Prof. Yaşar AY
Dicle University, Türkiye

Assoc. Prof. Özkan AÇIŞLI
Atatürk University, Türkiye

Assoc. Prof. Fatih ÇEMREK
Eskişehir Osmangazi University, Türkiye

Assoc. Prof. Melda Medine SUNAY
Bursa Technical University, Türkiye

Assoc. Prof. Can YARDIMCI
Afyon Kocatepe University, Türkiye

Assoc. Prof. Muhammad Zia-ur-Rehman
Universiti Malaya, Malaysia & NDU, Pakistan

Asst. Prof. Canan TERCAN,
Roma Üniversitesi, İtalya

Asst. Prof. Abdullah Yüksel BARUT
İstanbul Gelişim University, Türkiye

Asst. Prof. Heybet KILIÇ
Dicle University, Türkiye

Asst. Prof. Ender ÖZEREN
Dicle Üniversitesi, Türkiye

Asst. Prof. Jale COŞKUN
İstanbul Aydın Üniversitesi, Türkiye

Asst. Prof. Faruk EKEN
Kastamonu University, Türkiye

Asst. Prof. Ananda MAJUMDAR
North Central Theological Seminary, Minneapolis, USA

Dr. Keshab Chandra MANDAL
Kolkata, India

Dr. Subhashish DEY
Civil Engineering Department, Gudlavalleru Engineering College, Andhra Pradesh, India

SCIENTIFIC BOARD MEMBERS

- Prof. Dr. Mehmet Sıraç ÖZERDEM**, Dicle University, Türkiye
Prof. Dr. Almaz Ülvi BİNNATOVA, Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, Azərbaycan
Prof. Dr. Arzu KARACA, Munzur üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Gülzar İBRAHİMOVA, Bakü, Azərbaycan
Prof. Dr. Gülizar Sümer ÇAKIR, İnönü Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Ainur NOGAYEVA, L.N.Gumilev Avrasya Milli Üniversitesi (Kazakistan)-Erzincan Binali Üniversitesi (Türkiye)
Prof. Dr. Selçuk BALI, Selçuk Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Sinem SOMUNOĞLU İKİNCİ Bursa Uludağ Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Anderi JEAN, Gas Petroleum University of Romania
Prof. Dr. Mahire HÜSEYNOVA - Azerbaijan State Pedagogy University, Azerbaijan
Prof. Dr. Basim ALHADIDI, Albalqa Applied University, Jordan
Prof. Dr. Ashraf M. A. AHMAD, Princess Sumya University for Technology, Amman, Jordan
Prof. Dr. Raymond KOSALA, The Loeppel Wibowo Center for Advanced Learning, Jakarta, Indonesia
Prof. Dr. Yaşar Hamza OCAK, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Wen-Lin YANG, Dean, National University of Tainan, Taiwan
Prof. Dr. Müjdat AVCI, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Türkiye
Assoc. Prof. Seçil KARATAY, Kastamonu Üniversitesi, Türkiye
Assoc. Prof. Osman ÇİÇEK, Kastamonu Üniversitesi, Türkiye
Assoc. Prof. Canan CEYLAN, İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Türkiye
Assoc. Prof. Ülhak ÇİMEN Atatürk Üniversitesi İletişim Fakültesi, Türkiye
Assoc. Prof. Aytekin ZEYNALOVA, Bakü Devlet Üniversitesi, Azərbaycan
Assoc. Prof. Gönül SAMEDOVA - Azerbaijan State Pedagogy University, Azerbaijan
Assoc. Prof. Ruslan ABDULLAYEV - Azerbaijan National Academy of Sciences, Azerbaijan
Assoc. Prof. Fatma KÖPRÜLÜ, Yakın Doğu Üniversitesi, Kıbrıs
Assoc. Prof. Mehmet Emin ASKER, Dicle University, Türkiye
Assoc. Prof. Melda Medine SUNAY, Bursa Teknik Üniversitesi, Türkiye
Assoc. Prof. Mesut BULUT Atatürk Üniversitesi, Türkiye
Assoc. Prof. Abdulkadir KIRBAŞ Atatürk Üniversitesi, Türkiye
Assoc. Prof. Melda Medine SUNAY, Bursa Teknik Üniversitesi, Türkiye
Assoc. Prof. Ergün AKTÜRK, Atatürk Üniversitesi, Türkiye
Assoc. Prof. Mevlut ALBAYRAK, Atatürk University, Türkiye
Assoc. Prof. Nermin DEMİRKOL, Kocaeli Üniversitesi, Türkiye
Assoc. Prof. Nuran VARİŞLİ, Sosyal Güvenlik Kurumu, Türkiye
Assoc. Prof. Münevver BAYAR, Sosyal Güvenlik Kurumu, Türkiye
Asst. Prof. Faruk EKEN, Kastamonu Üniversitesi, Türkiye
Asst. Prof. Ananda MAJUMDAR, North Central Theological Seminary, Minneapolis, USA
Dr. Fuat ÇELİKEL, Sosyal Güvenlik Kurumu, Türkiye
Dr. Usman Ghani, PhD - Institute of Management Sciences Peshawar, Pakistan
Dr. Katarzyna Czech, PhD - Warsaw University of Life Sciences, Poland
Dr. Yuriy Danko, PhD - Sumy National Agrarian University, Ukraine
Dr. Olena Melnyk, PhD - Sumy National Agrarian University, Ukraine
Dr. Michal Wojtaszek, PhD- Warsaw University of Life Sciences, Poland
Dr. Maral Jamalova, PhD - Szent Istvan University, Hungary
Dr. Nicholas Imbeah, PhD - Takoradi Technical University, Ghana
Dr. Harshavardhan Reddy Kummitha, PhD - Budapest Business School, Hungary
Dr. MUHAMMAD FAISAL, Allama Iqbal Open University, Ministry of Human Rights Commission, Pakistan
Dr. Keshab Chandra MANDAL, Kolkata, India
Dr. Chems Eddine BOUKHEDIMI, University of Tizi Ouzou, Department of commerce. Marketing Management. Algeria
Dr. Subhashish DEY, Civil Engineering Department, Gudlavalleru Engineering College, Gudlavalleru, Andhra Pradesh, India

UBSDER

Çankaya - Ankara

06-139-180

Konu: Kongre Düzenleme Kurulu

05.10.2024

Sayı:2024/003

İLGİLİ KURUMA

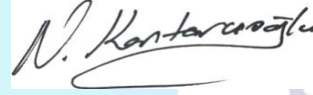
İçişleri Bakanlığı tarafından tahsis edilen 06-139-180 tescil kodu ile Tüzel kişiliğe sahip olan Uluslararası Bilimsel Araştırma ve Strateji Geliştirme Derneği, 5253 sayılı kanuna uygun olarak “Bilimsel Araştırmalar ve Akademik Çalışmalar” alanında ulusal ve uluslararası düzeyde faaliyetlerini yürütmektedir.

Kurumumuzun Yönetim Kurulu tarafından, 05.10.2024 tarihinde saat 14:00’da “Bilimsel Çalışmalarda Strateji Geliştirme” görüşmeleri ile “Bilimsel Kongreler Düzenlenmesi” gündemleri ile toplanmış ve alınan 9 nolu karara istinaden aşağıda detayları yazılı olan bilimsel etkinliğin düzenlenmesine ve etkinliğe ilişkin akademisyenlerin resmi olarak görevlendirilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgi ve gereğini arz ederim.

Dr. Nadire KANTARCIOĞLU

UBSDER Başkanı



Etkinlik Adı : ULUSLARARASI 11. SOCRATES UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

Etkinlik Tarihi: 28-31 Ağustos 2025, ROMA, İTALYA

www.ubsder.org

KONGRE BAŞKANI

Assoc. Prof. Cafer BUDAK

Dicle University, Türkiye

Düzenleme Kurulu Üyeleri

Prof. Dr. Aysel GÜVEN

Başkent University, Türkiye

Prof. Dr. Can İKİZLER

Rumeli University, Türkiye

Prof. Dr. Ayşe ÖZCAN BUCKLEY

Michigan State University, USA

Prof. Dr. Hamza Yaşar OCAK

Marmara University, Türkiye

Assoc. Prof. Mehmet Emin ASKER

Dicle University, Türkiye

Assoc. Prof. Hayri YILDIRIM

Dicle University, Türkiye

Assoc. Prof. Yaşar AY

Dicle University, Türkiye

Assoc. Prof. Özkan AÇIŞLI

Atatürk University, Türkiye

Assoc. Prof. Fatih ÇEMREK

Eskişehir Osmangazi University, Türkiye

www.ubsder.org

Assoc. Prof. Melda Medine SUNAY

Bursa Technical University, Türkiye

Assoc. Prof. Can YARDIMCI

Afyon Kocatepe University, Türkiye

Assoc. Prof. Muhammad Zia-ur-Rehman

Universiti Malaya, Malaysia & NDU, Pakistan

Asst. Prof. Canan TERCAN,

Roma Üniversitesi, İtalya

Asst. Prof. Abdullah Yüksel BARUT

İstanbul Gelişim University, Türkiye

Asst. Prof. Heybet KILIÇ

Dicle University, Türkiye

Asst. Prof. Ender ÖZEREN

Dicle Üniversitesi, Türkiye

Asst. Prof. Jale COŞKUN

İstanbul Aydın Üniversitesi, Türkiye

Asst. Prof. Faruk EKEN

Kastamonu University, Türkiye

Asst. Prof. Ananda MAJUMDAR

North Central Theological Seminary, Minneapolis, USA

Dr. Keshab Chandra MANDAL

Kolkata, India

Dr. Subhashish DEY

Civil Engineering Department, Gudlavalleru Engineering College, Andhra Pradesh, India



SOCRATES 11th INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES CONGRESS
August 28-31, 2025 ROME/ITALY

Sayı:2025/015

İlgili Makama:

Uluslararası Bilimsel Araştırma ve Strateji Geliştirme Derneği (UBSDER) tarafından organize edilen “SOCRATES 11th INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES CONGRESS” Ağustos 28-31, 2025 tarihinde 6 farklı ülkeden (Türkiye’den 20, yurt dışından 27 bildiri sunuldu) olmak üzere toplam 47 adet sunum yapılarak, çevrimiçi olarak düzenlenmiştir.

Kongremiz, 16 Ocak 2020’de Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen “Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışından en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır.” Değişikliğine uygun olarak düzenlenmiştir.

Bilgilerinize Arz Ederim

22.07.2025

Dr. Nadire KANTARCIOĞLU

UBSDER Başkanı

Kongremize katılan ülkeler:

India, Thaliand, Philippines, Nigeria, Malaysia, Türkiye

SOCRATES 11th INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING and APPLIED SCIENCES CONGRESS

August 28-31, 2025 ROME/ITALY



CONGRESS PROGRAM

Meeting Link:

<https://us06web.zoom.us/j/4603636838?pwd=Gx9rIRf5cUTPsZZ4pilDYkYWaaEAc6.1&omn=89260683087>

Meeting ID: 460 363 6838

Password: 121314

www.ubsder.org

PARTICIPANT COUNTRIES (6):

India, Thaliand, Philippines, Nigeria, Malaysia, Türkiye

Türkiye: 20

Other Countries: 27

**SOCRATES 11th INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING and
APPLIED SCIENCES CONGRESS**

August 28-31, 2025 ROME/ITALY

FACE TO FACE

28.08.2025

ROME



ROME TIME : 11:00

CHAIR: *Prof. Dr. Fatma ESEN*

CHAIR VICE: *Assoc. Prof. Dr. Cafer BUDAK*

Author(s)	Affiliation	Title
Prof. Dr. Fatma ESEN Dr. Mehmet Ferhat SARI	Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi & İstanbul Arel Üniversitesi, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü	CONCENTRATIONS, SOURCES, AND RISK ASSESSMENT OF POLYCHLORINATED BIPHENYLS (PCBs) IN INDOOR AND OUTDOOR AIR WITH DIFFERENT CHARACTERISTICS
Prof. Dr. Fatma ESEN Dr. Mehmet Ferhat SARI	Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi & İstanbul Arel Üniversitesi, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü	DETERMINATION OF ORGANOCHLORINE PESTICIDE CONCENTRATIONS IN HONEYBEE, POLLEN, AND HONEY SAMPLES
Prof. Dr. Aysel GÜVEN	Başkent University, Vocational School of Healthcare Services, Ankara, Turkey	BIOCHEMICAL PARAMETERS IN COVID-19 PATIENTS: THE PATHOGEN- DISEASE RELATIONSHIP
Assoc. Prof. Dr. Cafer BUDAK Assoc. Prof. Dr. Secil KARATAY Prof. Dr. Atınc PIRTI	Dicle University, Department of Electrical and Electronics Engineering & Kastamonu University, Department of Electrical and Electronics Engineering & Yıldız Technical University, Department of Geomatics Engineering	INVESTIGATION OF SEISMIC AND IONOSPHERIC ANOMALIES USING GNSS-BASED RECEIVER CLOCK OFFSETS DURING THE FEBRUARY 6, 2023 TÜRKİYE EARTHQUAKES

www.ubsder.org

ÖNEMLİ, DİKKATLE OKUYUNUZ LÜTFEN / IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

Önemli, Dikkatle Okuyunuz Lütfen

- ✓ Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
- ✓ Online sunum yapabilmek için <https://zoom.us/join> sitesi üzerinden giriş yaparak "Meeting ID 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 15 dk öncesinde oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
- ✓ Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir.
- ✓ Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

Dikkat Edilmesi Gerekenler- TEKNİK BİLGİLER

- ✓ Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- ✓ Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz.
- ✓ Kabul edilen bildiri sahiplerinin mail adreslerine Zoom uygulamasında oluşturduğumuz oturuma ait ID numarası gönderilecektir.
- ✓ **Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir**
- ✓ Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- ✓ To be able to attend a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session.
- ✓ The Zoom application is free and no need to create an account.
- ✓ The Zoom application can be used without registration.
- ✓ The application works on tablets, phones and PCs.
- ✓ The participant must be connected to the session 15 minutes before the presentation time.
- ✓ All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- ✓ Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

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

Before you login to Zoom please indicate your name_surname and HALL number,
exp. Hall-1, Hakan ÖZTÜRK



Meeting ID: 460 363 6838

Passcode: 121314

Opening Ceremony

Online

Date: **August 30, 2025**

Time: **19:00**

Meeting Link:

<https://us06web.zoom.us/j/4603636838?pwd=Gx9rIRf5cUTPsZZ4pilDYkYWaaEAc6.1&omn=89260683087>

Meeting ID: 460 363 6838

Password: 121314

Speeches:

Assoc. Prof. Cafer BUDAK

Dicle University, Türkiye

www.ubsder.org

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 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.
- **Online presentations;** Presentation time is 10 minutes. There is 5 minutes of question and answer 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.

www.ubsder.org

**SOCRATES 11th INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING and
APPLIED SCIENCES CONGRESS**

August 28-31, 2025 ROME/ITALY

ONLINE

30.08.2025

HALL-7

ROME



TURKEY TIME : 19:10

CHAIR: *Asst. Prof. Serdar KASAP*
CHAIR VICE: *Dr. Semi Emrah ASLAY*

Author(s)	Affiliation	Title
Dr. Semi Emrah ASLAY	Erzincan Binali Yıldırım University, Department of Construction, Erzincan, Turkey	THE EVALUATION OF NEGATIVE VALUES AS ZERO IN PROFITABILITY MODELS IN CONSTRUCTION PROJECTS
Gündüz ABBASOV	Nahçıvan Devlet Üniversitesi, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi	APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK ALGORITHMS IN INTELLIGENT TRANSPORTATION MANAGEMENT SYSTEMS
Asst. Prof. Serdar KASAP Expert Gizem SERİ YEŞİL Fatmagül KAYA	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü & Amerika Birleşik Devletleri, Pennsylvania/ Philadelphia	RESTORATION AND ADAPTIVE REUSE OF HISTORICAL BUILDINGS: THE CASE OF BURSA
Asst. Prof. Serdar KASAP Prof. Dr. Parisa GÜNEŞ Expert Gizem SERİ YEŞİL Asude AÇIKGÖZ	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü & Amerika Birleşik Devletleri, Pennsylvania/ Philadelphia	COMPARATIVE EVALUATION OF CONSERVATION-ORIENTED RESTORATION AND INCORRECT RESTORATION: THE CASES OF KAPANCA STREET AND PERTEV PASHA MOSQUE
PhD. Saltanat SABYRKHANOVA Assoc. Prof. Bozacı EBRU Assoc. Prof. PhD. Yeldiyar GULZINAT	South Kazakhstan University named after M. Auezov, Higher School 'Textile and Food Engineering & Ege Üniversitesi, Textile Engineering Faculty & South Kazakhstan University named after M. Auezov, Higher School 'Textile and Food Engineering	TRENDS AND PROSPECTS FOR THE PROCESSING OF TEXTILES WITH NATURAL PLANT EXTRACTS

www.ubsder.org

**SOCRATES 11th INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING and
APPLIED SCIENCES CONGRESS**

August 28-31, 2025 ROME/ITALY

ONLINE

30.08.2025

HALL-8

ROME



TURKEY TIME : 19:10

CHAIR: *Assoc. Prof. Şirin ÇETİN*

CHAIR VICE: *PhD. DDS. Abdalrahim HUSSEIN*

Author(s)	Affiliation	Title
Associate Professor PhD. DDS. Levent CİĞERİM DDS. Abdulrahman OBEISI PhD. DDS. Abdalrahim HUSSEIN	Van Yuzuncu Yıl University, Department of Oral and Maxillofacial Surgery & Private Clinic, Van	INNOVATIVE APPLICATION OF CUSTOMIZED TITANIUM MESH IN MAXILLARY DEFECT RECONSTRUCTION
Associate Professor PhD. DDS. Levent CİĞERİM DDS. Abdulrahman OBEISI PhD. DDS. Abdalrahim HUSSEIN	Van Yuzuncu Yıl University, Department of Oral and Maxillofacial Surgery & Private Clinic, Van	MANAGEMENT OF ALVEOLAR BONE DEFECT USING KHOURY TECHNIQUE
Dr. Simge Süel EROĞLU Prof. Dr. Meryem ÇETİN Assoc. Prof. Şirin ÇETİN	Amasya University, Medicine of Faculty, Department of Dermatology & Amasya University, Medicine of Faculty, Department of Microbiology & Amasya University, Medicine of Faculty, Department of Biostatistics	RELATIONSHIP BETWEEN ISOTRETINOIN TREATMENT AND INFLAMMATORY PARAMETERS IN PATIENTS WITH ACNE VULGARIS
Dr. Simge Süel EROĞLU Prof. Dr. Meryem ÇETİN Assoc. Prof. Şirin ÇETİN	Amasya University, Medicine of Faculty, Department of Dermatology & Amasya University, Medicine of Faculty, Department of Microbiology & Amasya University, Medicine of Faculty, Department of Biostatistics	DEMOGRAPHIC ANALYSIS BASED ON THE FREQUENCY OF SCABIES PATIENT PRESENTATIONS
Asst. Prof. Saadet KARAKUŞ Asst. Prof. Aslı KAYA	Sağlık Bilimleri Üniversitesi-Sağlık Bilimleri Fakültesi & İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü	SUSTAINABLE MANAGEMENT IN HEALTH SERVICES: ANALYZING HEALTH EXPENDITURES THROUGH DATA MINING APPROACH
Asst. Prof. Saadet KARAKUŞ Asst. Prof. Aslı KAYA	Sağlık Bilimleri Üniversitesi-Sağlık Bilimleri Fakültesi & İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü	SUSTAINABLE MANAGEMENT IN HEALTH SERVICES: ANALYZING EUROPEAN HEALTH EXPENDITURES THROUGH DATA MINING AND PANEL DATA METHODS

**SOCRATES 11th INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING and
APPLIED SCIENCES CONGRESS**

August 28-31, 2025 ROME/ITALY

ONLINE

30.08.2025

HALL-9

ROME



TURKEY TIME : 19:10

CHAIR: Assoc. Prof. Fatih ÇEMREK
CHAIR VICE: Asst. Prof. Selma EKİNCİ

Author(s)	Affiliation	Title
Assoc. Prof. Fatih ÇEMREK	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü	INVESTIGATING THE CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN HEALTHCARE EXPENDITURE AND ECONOMIC GROWTH IN THE ASEAN 5 COUNTRIES
Assoc. Prof. Fatih ÇEMREK	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü	FORECASTING THE RATES OF RETURN OF FINANCIAL INVESTMENT INSTRUMENTS IN TURKEY
Assoc. Prof. Melda Meliha ERBAŞ Assoc. Prof. Erol ESEN	Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi	ONLINE COUNSELING: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS BASED ON WoS DATA
Assoc. Prof. Melda Meliha ERBAŞ Assoc. Prof. Erol ESEN	Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi	RESEARCH ON MENTAL HEALTH INFLUENCERS: A SYSTEMATIC REVIEW
Asst. Prof. Selma EKİNCİ Assoc. Prof. Erhan ONAT	Batman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü & Bitlis Eren Üniversitesi, Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü	Cu(II) REMOVAL WITH ACTIVATED CARBON PREPARED FROM SPENT TEA LEAVES VIA CHEMICAL ACTIVATION
Assoc. Prof. Erhan ONAT Asst. Prof. Selma EKİNCİ Havva TUTGAÇ	Bitlis Eren Üniversitesi, Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü & Batman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü & Bitlis Eren Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü	TEA WASTE-DERIVED HYDROCHAR-BASED ACTIVATED CARBON FOR SUSTAINABLE WATER TREATMENT: Cu (II) ADSORPTION PERFORMANCE
Lecturer PhD. Nilgün OKŞAK	Harran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Haliliye, Şanlıurfa.	EFFECTS OF FERULIC ACID AND PACLITAXEL COMBINATION THERAPY ON MITOCHONDRIAL APOPTOTIC PRIMING IN LUNG CANCER CELLS

**SOCRATES 11th INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING and
APPLIED SCIENCES CONGRESS**

August 28-31, 2025 ROME/ITALY

ONLINE

30.08.2025

HALL-10

ROME



TURKEY TIME : 19:10

CHAIR: *Dr. Rakesh MENON*
CHAIR VICE: *Preecha CHANTARAT*

Author(s)	Affiliation	Title
Dr. Rakesh MENON	Indian Institute of Technology Delhi, India	ADVANCEMENTS IN NANOTECHNOLOGY FOR MEDICAL DIAGNOSTICS
Kavita JOSHI	University of Mumbai, India	RENEWABLE ENERGY SYSTEMS AND THEIR APPLICATION IN SMART CITIES
Arun PRASAD	All India Institute of Medical Sciences, India	ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MODERN HEALTHCARE SOLUTIONS
Preecha CHANTARAT	Chulalongkorn University, Thailand	ROBOTICS IN SURGICAL ENGINEERING: A FUTURE PERSPECTIVE
Somchai WATTANAKUL	Mahidol University, Thailand	WATER PURIFICATION TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE HEALTH

www.ubsder.org

**SOCRATES 11th INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING and
APPLIED SCIENCES CONGRESS**

August 28-31, 2025 ROME/ITALY

ONLINE

30.08.2025

HALL-11

ROME



TURKEY TIME : 19:10

CHAIR: *Dr. Clarisse BAUTISTA*

CHAIR VICE: *Anil KAPOOR*

Author(s)	Affiliation	Title
Kanokwan SUTHIDA	Chiang Mai University, Thailand	THE IMPACT OF BIOMATERIALS IN TISSUE ENGINEERING
Maria Teresa RAMOS	University of the Philippines, Philippines	MACHINE LEARNING APPLICATIONS IN DISEASE PREDICTION
Jose Miguel DELGADO	Ateneo de Manila University, Philippines	INNOVATIONS IN RENEWABLE ENERGY ENGINEERING
Dr. Clarisse BAUTISTA	De La Salle University, Philippines	TELEMEDICINE AND ITS IMPACT ON RURAL HEALTHCARE ACCESS
Anil KAPOOR	Banaras Hindu University, India	THE ROLE OF GENETIC ENGINEERING IN MODERN MEDICINE

www.ubsder.org

**SOCRATES 11th INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING and
APPLIED SCIENCES CONGRESS**
August 28-31, 2025 ROME/ITALY

ONLINE

30.08.2025

HALL-12

ROME



TURKEY TIME : 19:10

CHAIR: *Suresh IYER*

CHAIR VICE: *Manoj DESHPANDE*

Author(s)	Affiliation	Title
Chalida RATTANAKORN	Independent Researcher, Thailand	SMART SENSORS AND THEIR APPLICATIONS IN HEALTH MONITORING
Suresh IYER	Anna University, India	BIOMEDICAL IMAGE PROCESSING USING DEEP LEARNING
Chinedu Okafor	University of Lagos, Nigeria	MACHINE LEARNING IN EARLY DIAGNOSIS OF INFECTIOUS DISEASES
Manoj DESHPANDE	Vellore Institute of Technology, India	HYBRID ENERGY STORAGE SYSTEMS FOR SUSTAINABLE ENGINEERING
. Kittisak PHONGCHAI	King Mongkut's University of Technology, Thailand	SMART GRID TECHNOLOGIES FOR PUBLIC HEALTH APPLICATIONS

www.ubsder.org

**SOCRATES 11th INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING and
APPLIED SCIENCES CONGRESS**

August 28-31, 2025 ROME/ITALY

ONLINE

30.08.2025

HALL-13

ROME



TURKEY TIME : 19:10

CHAIR: *Dr. Ernesto Villanueva*
CHAIR VICE: *Anongrat Suriyapan*

Author(s)	Affiliation	Title
Anongrat SURIYAPAN	Prince of Songkla University, Thailand	BIOENGINEERING APPROACHES IN CANCER TREATMENT
Dr. Supaporn LERTCHAI	Khon Kaen University, Thailand	ENGINEERING SOLUTIONS FOR CLEAN WATER DISTRIBUTION
Dr. Ernesto VILLANUEVA	Polytechnic University of the Philippines,	HEALTHCARE DATA SECURITY THROUGH BLOCKCHAIN
Nurul Aisyah RAHMAN	University of Malaya, Malaysia	BIOMEDICAL ENGINEERING SOLUTIONS FOR RURAL HEALTHCARE SYSTEMS
Prof. Ricardo SANTOS	University of Santo Tomas, Philippines	ENGINEERING INNOVATIONS FOR DISASTER-RESILIENT HEALTH SYSTEMS

www.ubsder.org

**SOCRATES 11th INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING and
APPLIED SCIENCES CONGRESS**
August 28-31, 2025 ROME/ITALY

ONLINE

30.08.2025

HALL-14

ROME



TURKEY TIME : 19:10

CHAIR: *Dr. Priya NANDAKUMAR*

CHAIR VICE: *Watchara Jitprapa*

Author(s)	Affiliation	Title
Neha VARMA	Amity University, India	APPLICATION OF BIOTECHNOLOGY IN VACCINE DEVELOPMENT
Dr. Priya NANDAKUMAR	SRM Institute of Science and Technology, India	SUSTAINABLE ENGINEERING SOLUTIONS IN PUBLIC HEALTH INFRASTRUCTURE
Watchara JITPRAPA	Chiang Mai University, Thailand	AI-BASED SYSTEMS FOR EARLY DETECTION OF CARDIOVASCULAR DISEASES
. Montira SAENGCHAI	Burapha University, Thailand	INNOVATIVE MATERIALS FOR MEDICAL DEVICE ENGINEERING
Felicidad RAMOS	University of the East ,Philippines	BIOMEDICAL ENGINEERING SOLUTIONS TO IMPROVE SURGICAL OUTCOMES

www.ubsder.org

SOCRATES 11th INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES CONGRESS

August 28-31, 2025 ROME/ITALY

CONTENT

CONFERENCE ID	I
ORGANIZING COMMITTEE	II
SCIENTIFIC BOARD MEMBERS	III
PROGRAM	V
CONTENT	VI

	AUTHOR(S)	AFFILIATION	TITLE	PAGE NUMBER
1)	Prof. Dr. Fatma ESEN Dr. Mehmet Ferhat SARI	Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi & İstanbul Arel Üniversitesi, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü	CONCENTRATIONS, SOURCES, AND RISK ASSESSMENT OF POLYCHLORINATED BIPHENYLS (PCBs) IN INDOOR AND OUTDOOR AIR WITH DIFFERENT CHARACTERISTICS	1-2
2)	Prof. Dr. Fatma ESEN Dr. Mehmet Ferhat SARI	Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi & İstanbul Arel Üniversitesi, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü	DETERMINATION OF ORGANOCHLORINE PESTICIDE CONCENTRATIONS IN HONEYBEE, POLLEN, AND HONEY SAMPLES	3-4
3)	Prof. Dr. Aysel GÜVEN	Başkent University, Vocational School of Healthcare Services, Ankara, Turkey	BIOCHEMICAL PARAMETERS IN COVID-19 PATIENTS: THE PATHOGEN- DISEASE RELATIONSHIP	5-6
4)	Assoc. Prof. Dr. Cafer BUDAK Assoc. Prof. Dr. Secil KARATAY Prof. Dr. Atınç PIRTI	Dicle University, Department of Electrical and Electronics Engineering & Kastamonu University, Department of Electrical and Electronics Engineering & Yıldız Technical University, Department of Geomatics Engineering	INVESTIGATION OF SEISMIC AND IONOSPHERIC ANOMALIES USING GNSS- BASED RECEIVER CLOCK OFFSETS DURING THE FEBRUARY 6, 2023 TÜRKİYE EARTHQUAKES	7

ISBN: 978-625-6997-80-6

5)	Dr. Semi Emrah ASLAY	Erzincan Binali Yıldırım University, Department of Construction, Erzincan, Turkey	THE EVALUATION OF NEGATIVE VALUES AS ZERO IN PROFITABILITY MODELS IN CONSTRUCTION PROJECTS	8-12
6)	Gündüz ABBASOV	Nahçıvan Devlet Üniversitesi, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi	APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK ALGORITHMS IN INTELLIGENT TRANSPORTATION MANAGEMENT SYSTEMS	13-25
7)	Asst. Prof. Serdar KASAP Expert Gizem SERİ YEŞİL Fatmagül KAYA	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü & Amerika Birleşik Devletleri, Pennsylvania/ Philadelphia	RESTORATION AND ADAPTIVE REUSE OF HISTORICAL BUILDINGS: THE CASE OF BURSA	26-39
8)	Asst. Prof. Serdar KASAP Prof. Dr. Parisa GÜNEŞ Expert Gizem SERİ YEŞİL Asude AÇIKGÖZ	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü & Amerika Birleşik Devletleri, Pennsylvania/ Philadelphia	COMPARATIVE EVALUATION OF CONSERVATION-ORIENTED RESTORATION AND INCORRECT RESTORATION: THE CASES OF KAPANCA STREET AND PERTEV PASHA MOSQUE	40-58
9)	PhD. Saltanat SABYRKHANOVA Assoc. Prof. Bozacı EBRU Assoc. Prof. PhD. Yeldiyar GULZINAT	South Kazakhstan University named after M. Auezov, Higher School 'Textile and Food Engineering & Ege Üniversitesi, Textile Engineering Faculty & South Kazakhstan University named after M. Auezov, Higher School 'Textile and Food Engineering	TRENDS AND PROSPECTS FOR THE PROCESSING OF TEXTILES WITH NATURAL PLANT EXTRACTS	59-70

10)	Associate Professor PhD. DDS. Levent CİĞERİM DDS. Abdulrahman OBEISI PhD. DDS. Abdalrahim HUSSEIN	Van Yuzuncu Yıl University, Department of Oral and Maxillofacial Surgery & Private Clinic, Van	INNOVATIVE APPLICATION OF CUSTOMIZED TITANIUM MESH IN MAXILLARY DEFECT RECONSTRUCTION	71-72
11)	Associate Professor PhD. DDS. Levent CİĞERİM DDS. Abdulrahman OBEISI PhD. DDS. Abdalrahim HUSSEIN	Van Yuzuncu Yıl University, Department of Oral and Maxillofacial Surgery & Private Clinic, Van	MANAGEMENT OF ALVEOLAR BONE DEFECT USING KHOURY TECHNIQUE	73-74
12)	Dr. Simge Süel EROĞLU Prof. Dr. Meryem ÇETİN Assoc. Prof. Şirin ÇETİN	Amasya University, Medicine of Faculty, Department of Dermatology & Amasya University, Medicine of Faculty, Department of Microbiology & Amasya University, Medicine of Faculty, Department of Biostatistics	RELATIONSHIP BETWEEN ISOTRETINOIN TREATMENT AND INFLAMMATORY PARAMETERS IN PATIENTS WITH ACNE VULGARIS	75-82
13)	Dr. Simge Süel EROĞLU Prof. Dr. Meryem ÇETİN Assoc. Prof. Şirin ÇETİN	Amasya University, Medicine of Faculty, Department of Dermatology & Amasya University, Medicine of Faculty, Department of Microbiology & Amasya University, Medicine of Faculty, Department of Biostatistics	DEMOGRAPHIC ANALYSIS BASED ON THE FREQUENCY OF SCABIES PATIENT PRESENTATIONS	83-87
14)	Asst. Prof. Saadet KARAKUŞ Asst. Prof. Aslı KAYA	Sağlık Bilimleri Üniversitesi- Sağlık Bilimleri Fakültesi & İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü	SUSTAINABLE MANAGEMENT IN HEALTH SERVICES: ANALYZING HEALTH EXPENDITURES THROUGH DATA MINING APPROACH	88-89

15)	Asst. Prof. Saadet KARAKUŞ Asst. Prof. Aslı KAYA	Sağlık Bilimleri Üniversitesi- Sağlık Bilimleri Fakültesi & İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü	SUSTAINABLE MANAGEMENT IN HEALTH SERVICES: ANALYZING EUROPEAN HEALTH EXPENDITURES THROUGH DATA MINING AND PANEL DATA METHODS	90
16)	Assoc. Prof. Fatih ÇEMREK	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü	INVESTIGATING THE CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN HEALTHCARE EXPENDITURE AND ECONOMIC GROWTH IN THE ASEAN 5 COUNTRIES	91-106
17)	Assoc. Prof. Fatih ÇEMREK	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü	FORECASTING THE RATES OF RETURN OF FINANCIAL INVESTMENT INSTRUMENTS IN TURKEY	107-132
18)	Assoc. Prof. Melda Meliha ERBAŞ Assoc. Prof. Erol ESEN	Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi	ONLINE COUNSELING: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS BASED ON WoS DATA	133-145
19)	Assoc. Prof. Melda Meliha ERBAŞ Assoc. Prof. Erol ESEN	Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi	RESEARCH ON MENTAL HEALTH INFLUENCERS: A SYSTEMATIC REVIEW	146-155
20)	Asst. Prof. Selma EKİNCİ Assoc. Prof. Erhan ONAT	Batman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü & Bitlis Eren Üniversitesi, Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü	Cu(II) REMOVAL WITH ACTIVATED CARBON PREPARED FROM SPENT TEA LEAVES VIA CHEMICAL ACTIVATION	156-165
21)	Assoc. Prof. Erhan ONAT Asst. Prof. Selma EKİNCİ Havva TUTGAÇ	Bitlis Eren Üniversitesi, Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü & Batman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü & Bitlis Eren Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü	TEA WASTE-DERIVED HYDROCHAR-BASED ACTIVATED CARBON FOR SUSTAINABLE WATER TREATMENT: Cu (II) ADSORPTION PERFORMANCE	166-175

22)	Lecturer PhD. Nilgün OKŞAK	Harran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Haliliye, Şanlıurfa.	EFFECTS OF FERULIC ACID AND PACLITAXEL COMBINATION THERAPY ON MITOCHONDRIAL APOPTOTIC PRIMING IN LUNG CANCER CELLS	176-189
23)	Dr. Rakesh MENON	Indian Institute of Technology Delhi, India	ADVANCEMENTS IN NANOTECHNOLOGY FOR MEDICAL DIAGNOSTICS	190
24)	Kavita JOSHI	University of Mumbai, India	RENEWABLE ENERGY SYSTEMS AND THEIR APPLICATION IN SMART CITIES	191
25)	Arun PRASAD	All India Institute of Medical Sciences, India	ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MODERN HEALTHCARE SOLUTIONS	192
26)	Preecha CHANTARAT	Chulalongkorn University, Thailand	ROBOTICS IN SURGICAL ENGINEERING: A FUTURE PERSPECTIVE	193
27)	Somchai WATTANAKUL	Mahidol University, Thailand	WATER PURIFICATION TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE HEALTH	194
28)	Kanokwan SUTHIDA	Chiang Mai University, Thailand	THE IMPACT OF BIOMATERIALS IN TISSUE ENGINEERING	195
29)	Maria Teresa RAMOS	University of the Philippines, Philippines	MACHINE LEARNING APPLICATIONS IN DISEASE PREDICTION	196
30)	Jose Miguel DELGADO	Ateneo de Manila University, Philippines	INNOVATIONS IN RENEWABLE ENERGY ENGINEERING	197
31)	Dr. Clarisse BAUTISTA	De La Salle University, Philippines	TELEMEDICINE AND ITS IMPACT ON RURAL HEALTHCARE ACCESS	198

32)	Anil KAPOOR	Banaras Hindu University, India	THE ROLE OF GENETIC ENGINEERING IN MODERN MEDICINE	199
33)	Chalida RATTANAKORN	Independent Researcher, Thailand	SMART SENSORS AND THEIR APPLICATIONS IN HEALTH MONITORING	200
34)	Suresh IYER	Anna University, India	BIOMEDICAL IMAGE PROCESSING USING DEEP LEARNING	201
35)	Chinedu Okafor	University of Lagos, Nigeria	MACHINE LEARNING IN EARLY DIAGNOSIS OF INFECTIOUS DISEASES	202
36)	Manoj DESHPANDE	Vellore Institute of Technology, India	HYBRID ENERGY STORAGE SYSTEMS FOR SUSTAINABLE ENGINEERING	203
37)	Kittisak PHONGCHAI	King Mongkut's University of Technology, Thailand	SMART GRID TECHNOLOGIES FOR PUBLIC HEALTH APPLICATIONS	204
38)	Anongrat SURIYAPAN	Prince of Songkla University, Thailand	BIOENGINEERING APPROACHES IN CANCER TREATMENT	205
39)	Dr. Supaporn LERTCHAI	Khon Kaen University, Thailand	ENGINEERING SOLUTIONS FOR CLEAN WATER DISTRIBUTION	206
40)	Dr. Ernesto VILLANUEVA	Polytechnic University of the Philippines,	HEALTHCARE DATA SECURITY THROUGH BLOCKCHAIN	207
41)	Nurul Aisyah RAHMAN	University of Malaya, Malaysia	BIOMEDICAL ENGINEERING SOLUTIONS FOR RURAL HEALTHCARE SYSTEMS	208
42)	Prof. Ricardo SANTOS	University of Santo Tomas, Philippines	ENGINEERING INNOVATIONS FOR DISASTER-RESILIENT HEALTH SYSTEMS	209

43)	Neha VARMA	Amity University, India	APPLICATION OF BIOTECHNOLOGY IN VACCINE DEVELOPMENT	210
44)	Dr. Priya NANDAKUMAR	SRM Institute of Science and Technology, India	SUSTAINABLE ENGINEERING SOLUTIONS IN PUBLIC HEALTH INFRASTRUCTURE	211
45)	Watchara JITPRAPA	Chiang Mai University, Thailand	AI-BASED SYSTEMS FOR EARLY DETECTION OF CARDIOVASCULAR DISEASES	212
46)	. Montira SAENGCHAI	Burapha University, Thailand	INNOVATIVE MATERIALS FOR MEDICAL DEVICE ENGINEERING	213
47)	Felicidad RAMOS	University of the East ,Philippines	BIOMEDICAL ENGINEERING SOLUTIONS TO IMPROVE SURGICAL OUTCOMES	214

**FARKLI ÖZELLİKLERDEKİ İÇ VE DIŞ ORTAM HAVASINDA POLİKLORLU
BİFENİLLERİN (PCBs) KONSANTRASYONLARI, KAYNAKLARI VE RİSK
DEĞERLENDİRMESİ**
CONCENTRATIONS, SOURCES, AND RISK ASSESSMENT OF POLYCHLORINATED
BIPHENYLS (PCBs) IN INDOOR AND OUTDOOR AIR WITH DIFFERENT
CHARACTERISTICS

Prof. Dr. Fatma ESEN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
ORCID NO: 0000-0002-1445-0868

Dr. Mehmet Ferhat SARİ

İstanbul Arel Üniversitesi, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü
ORCID NO: 0000-0001-7114-7286

Özet

Sanayileşme, teknolojik gelişmeler ve üretim faaliyetlerindeki çeşitliliğin artmasıyla birlikte hava kirliliği, günümüzde hem iç ortam hem de dış ortam hava kalitesini olumsuz yönde etkileyen başlıca çevresel sorunlardan biri haline gelmiştir. Bu çalışma kapsamında, farklı özelliklere sahip (Kentsel, yarı kentsel, kentsel-sanayi, sanayi, trafik) iç ve dış ortamlardan pasif hava örnekleyicileri (PHÖ) aracılığıyla toplanan hava örneklerinde poliklorlu bifenillerin (PCB'lerin) konsantrasyon seviyeleri, potansiyel kaynakları ve bu kirleticilerin insan sağlığı üzerinde oluşturdukları risk seviyeleri değerlendirilmiştir. Pasif örnekleme yöntemiyle gerçekleştirilen çalışmada, örnekleme süresi 1 ay olarak planlanmış ve örnekleme üç aylık zaman periyodunda (Aralık 2019, Ocak 2020 ve Şubat 2020) gerçekleştirilmiştir. Örnekleme periyodu boyunca, iç ortam havasında 15 farklı noktada ölçülen ortalama toplam 39 PCB ($\Sigma 39$ PCB) konsantrasyonu 755 ± 77 ile 1147 ± 272 pg/m^3 arasında değişmiştir. Dış ortam havasında ise 6 farklı örnekleme noktasında ölçülen ortalama $\Sigma 39$ PCB konsantrasyonları 780 ± 80 ile 1226 ± 397 pg/m^3 aralığında değişim göstermiştir.

İç ve dış ortam örnekleme noktalarında tespit edilen PCB konsantrasyonları arasındaki benzerlik ve farklılıklar, Pearson korelasyon katsayısı (PCC) istatistiksel analizi ile değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları hem iç hem de dış ortam örnekleme noktalarının benzer kirleticilerden etkilendiğini ortaya koymuştur. İç ortam örnekleme noktasında yapıldığı 6 farklı örnekleme noktasında eş zamanlı olarak dış ortam örnekleme noktasında yapılmış ve PCB konsantrasyonları arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır. Bu noktalardan elde edilen konsantrasyon verileri doğrultusunda hesaplanan iç/dış ortam (İ/D) oranları 0,78 ile 1,17 arasında değişmiştir. Bu bulgular, iç ortam havasındaki PCB düzeylerinin dış ortamla karşılaştırılabilir seviyelerde olduğunu ve dış ortam kaynaklarının iç ortam hava kalitesini önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermektedir. Son olarak, iç ve dış ortam örnekleme noktalarından elde edilen PCB'lerin solunması sonucunda, yetişkin bireyler (70 yaş) ve gelişme

çağındaki çocuklar (9 yaş) için oluşabilecek kanser riski değerlendirilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen kanser riski indeksi değerlerine göre, iç ve dış ortam örnekleme noktalarında PCB'lerin solunmasının hem yetişkinlerde hem de çocuklarda sağlık açısından anlamlı bir kanser riski oluşturmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: PCB, İç ortam havası, Risk değerlendirmesi, Kaynak belirleme.

Abstract

With the increase in industrialization, technological advancements, and diversity in production activities, air pollution has become one of the major environmental problems negatively affecting both indoor and outdoor air quality. In this study, polychlorinated biphenyl (PCB) concentration levels, potential sources, and associated human health risks were evaluated in air samples collected from indoor and outdoor environments with different characteristics (urban, semi-urban, urban-industrial, industrial, and traffic-related) using passive air samplers (PAS). The passive sampling campaign was planned with a sampling period of one month, and samples were collected over a three-month period (December 2019, January 2020, and February 2020). During the sampling period, the average total concentrations of 39 PCBs ($\sum 39$ PCB) in indoor air ranged from 755 ± 77 to 1147 ± 272 pg/m³ across 15 different sampling sites. In outdoor air, the average $\sum 39$ PCB concentrations measured at six sites ranged from 780 ± 80 to 1226 ± 397 pg/m³.

The similarities and differences in PCB concentration distributions between indoor and outdoor sampling locations were evaluated using the Pearson correlation coefficient (PCC). The analysis results revealed that both indoor and outdoor environments were influenced by similar pollutant sources. At six indoor sampling sites where outdoor sampling was also conducted simultaneously, the relationship between indoor and outdoor PCB concentrations was investigated. Based on the data obtained from these sites, the calculated indoor/outdoor (I/O) ratios ranged between 0.78 and 1.17. These findings indicate that PCB levels in indoor air are comparable to those in outdoor air, suggesting that outdoor sources can significantly affect indoor air quality. Finally, the potential cancer risk resulting from inhalation exposure to PCBs in both indoor and outdoor environments was assessed for adults (70 years) and children (9 years). According to the calculated lifetime cancer risk index values, inhalation exposure to PCBs at the sampling locations does not pose a significant cancer risk for either adults or children.

Keywords: PCB, Indoor air, Risk Assessment, Sources identification.

**BAL ARISI, POLEN VE BAL ÖRNEKLERİNDE ORGANOKLORLU PESTİSİT
KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ**
DETERMINATION OF ORGANOCHLORINE PESTICIDE CONCENTRATIONS IN
HONEYBEE, POLLEN, AND HONEY SAMPLES

Prof. Dr. Fatma ESEN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
ORCID NO: 0000-0002-1445-0868

Dr. Mehmet Ferhat SARİ

İstanbul Arel Üniversitesi, Çevre Koruma Teknolojileri Bölümü
ORCID NO: 0000-0001-7114-7286

Özet

Organoklorlu pestisitler (OCP'ler), kimyasal yapıları gereği çevresel koşullara karşı oldukça dirençli olup uzun süre bozunmadan doğada kalabilen, bu nedenle çevresel ortamlarda kalıcılık gösteren ve canlı organizmalarda biyobirikime uğrayarak besin zinciri boyunca taşınabilen zararlı organik kirleticiler arasında yer almaktadır. Bu özellikleri nedeniyle OCP'ler, yalnızca ekosistemlerin işleyişi üzerinde değil, aynı zamanda insan sağlığı üzerinde de ciddi tehditler oluşturmaktadır. Son yıllarda, bal arıları ve arı ürünleri (bal ve polen), bu kirleticilerin çevresel düzeylerinin belirlenmesinde etkili biyoindikatörler olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışma, Türkiye'nin en büyük sanayi kentlerinden biri olan Bursa'nın kentsel ve yarı-kentsel alanlarından toplanan bal arısı, polen ve bal örneklerinde OCP kalıntılarının seviyelerini ve sağlık riski düzeylerini araştırmayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmada, toplam 10 farklı organoklorlu pestisit (OCP) bileşiği analiz edilmiş ve Bursa ilinin kentsel ile yarı-kentsel özellikler taşıyan iki farklı bölgesinden toplanan bal arısı, polen ve bal örneklerinde bu kirleticilerin düzeyleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bal arısı örneklerinde toplam 10 OCP'nin ($\sum 10$ OCP) konsantrasyonu, kentsel alanda ortalama 39 ± 11 ng g⁻¹, yarı-kentsel alanda ise 40 ± 7 ng g⁻¹ olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, polen ve bal örneklerinde $\sum 10$ OCP konsantrasyonları kentsel bölgede sırasıyla 22 ± 4.4 ng g⁻¹ ve 42 ± 1.6 ng g⁻¹, yarı-kentsel bölgede ise 20 ± 2.9 ng g⁻¹ ve 39 ± 3.9 ng g⁻¹ olarak tahmin edilmiştir. Kirleticilerin olası kaynaklarını ortaya koymak amacıyla α -HCH/ γ -HCH ve β -(α + γ)-HCH gibi tanı oranları kullanılmış ve bu oranlara dayanarak, her iki bölgede de polen ve balda tespit edilen OCP kalıntılarının, bu pestisitlerin yakın geçmişte uygulanmış olmasından kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, bal ve polen tüketimi yoluyla maruz kalınan pestisitlerin insan sağlığı üzerinde oluşturabileceği olası kanserojen etkiler, risk değerlendirmesi yapılarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, söz konusu örneklerdeki OCP düzeylerinin insan sağlığı açısından anlamlı bir kanser riski oluşturmadığını ortaya koymuştur. Genel değerlendirmeye göre, bal arıları ve arı ürünleri, çevresel kalıcı organik kirleticilerin, özellikle de OCP'lerin, izlenmesi ve ekolojik risklerin belirlenmesi açısından güvenilir ve etkili biyoindikatörler olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Bal, Bal arısı, Polen, OCP, Kaynak belirleme, Risk değerlendirmesi.

Abstract

Organochlorine pesticides (OCPs), due to their chemical structures, are highly resistant to environmental degradation and can persist in nature for extended periods without breaking down. As a result, they are classified as persistent organic pollutants (POPs) that accumulate in living organisms and biomagnify through the food chain. Owing to these characteristics, OCPs pose serious threats not only to ecosystem functioning but also to human health. In recent years, honeybees and bee products (such as honey and pollen) have been widely used as effective bioindicators for assessing the environmental levels of these pollutants. This study aims to investigate the levels of OCP residues and their associated health risks in honeybee, pollen, and honey samples collected from urban and semi-urban areas of Bursa, one of the largest industrial cities in Türkiye.

In this study, ten different organochlorine pesticide compounds were analyzed, and the concentrations of these pollutants were comparatively evaluated in honeybee, pollen, and honey samples collected from two regions with distinct urban and semi-urban characteristics. In honeybee samples, the total concentration of 10 OCPs ($\sum 10$ OCP) was determined to be 39 ± 11 ng g⁻¹ in the urban area and 40 ± 7 ng g⁻¹ in the semi-urban area. Similarly, the $\sum 10$ OCP concentrations in pollen and honey samples were estimated to be 22 ± 4.4 ng g⁻¹ and 42 ± 1.6 ng g⁻¹ in the urban area, and 20 ± 2.9 ng g⁻¹ and 39 ± 3.9 ng g⁻¹ in the semi-urban area, respectively. To identify possible pollution sources, diagnostic ratios such as α -HCH/ γ -HCH and β -/(α + γ)-HCH were used. Based on the results, it was concluded that the presence of OCP residues in both pollen and honey samples from both regions is likely due to the recent use of these pesticides. Furthermore, a health risk assessment was conducted to evaluate the potential carcinogenic risks to humans through the consumption of honey and pollen. The results indicated that the OCP levels detected in the samples do not pose a significant cancer risk to human health. Overall, the findings of this study suggest that honeybees and their products can serve as reliable and effective bioindicators for monitoring persistent organic pollutants (particularly OCPs) and assessing associated ecological risks.

Keywords: Honey, Honeybee, Pollen, OCP, Sources identification, Risk Assessment.

COVID-19 HASTALARINDA BİYOKİMYASAL PARAMETRELER: PATOJEN-HASTALIK İLİŞKİSİ BIOCHEMICAL PARAMETERS IN COVID-19 PATIENTS: THE PATHOGEN-DISEASE RELATIONSHIP

Prof. Dr. Aysel GÜVEN

Başkent University, Vocational School of Healthcare Services, Ankara, Turkey
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7511-7105>

Amaç: Bu çalışma, Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkmasından bu yana dünya genelinde yüksek morbidite ve mortaliteye neden olan COVID-19 hastalığının prognoz ve ölüm oranlarıyla biyokimyasal parametreler arasındaki ilişkiyi araştırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, COVID-19 ile bazı kronik hastalıklar arasındaki etkileşim değerlendirilmektedir.

Gereç ve Yöntem: 1-16 Kasım 2020 tarihleri arasında Kafkas Üniversitesi Tıp Fakültesi COVID-19 1-2-3 servislerine başvuran ve PCR testi pozitif olan toplam 189 hasta (85 ayaktan, 104 yatarak tedavi gören) çalışmaya dahil edilmiştir. Hastalığın tanısı, tedavisi ve seyri sürecinde laboratuvar bulguları ile patojen-hastalık ilişkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Serum ferritin, demir, troponin T, D-dimer düzeyleri gibi biyokimyasal parametreler ile hemogram ve koagülasyon profilleri değerlendirilmiştir.

Bulgular: Ateş, reflü, diyabet ve tümör gibi eşlik eden hastalıkları bulunan vakaların çoğunluğu 65 yaş üzerindeydi (%61,7). Hastaların 68'i (%36,2) kadın, 120'si (%63,8) erkekti. Biyokimyasal belirteçlerde gözlenen anlamlı değişimlerin, hem mevcut kronik hastalıklarla hem de COVID-19'un klinik seyriyle ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç: Elde edilen veriler, COVID-19'un özellikle kronik hastalıklarla birlikte seyreden olgulardaki prognozu ve mortalite riski konusunda klinisyenlere ve klinik biyokimyacılara önemli bilgiler sunabilir.

Anahtar Kelimeler: COVID-19, biyokimyasal parametreler, komorbiditeler, kronik hastalıklar, prognoz, mortalite

Purpose: This study aims to investigate the relationship between biochemical parameters and disease prognosis/mortality in patients diagnosed with COVID-19—a disease that has caused global concern due to its high morbidity and mortality rates since it first emerged in Wuhan, China. Additionally, the interplay between COVID-19 and certain chronic diseases is examined.

Materials and Methods: Between November 1 and 16, 2020, a total of 189 patients (85 outpatients and 104 inpatients) with positive PCR-confirmed COVID-19 diagnoses, admitted to the COVID-19 Units (1-2-3) at Kafkas University Faculty of Medicine, were included in the study. Biochemical and hematological findings were analyzed to explore their association with disease severity, progression, and treatment response. Parameters such as serum ferritin, iron, troponin T, D-dimer levels, and coagulation profiles were evaluated.

Results: Most of the patients with comorbid conditions such as fever, reflux, diabetes, and tumors were over the age of 65 (61.7%). Among the total cohort, 68 patients (36.2%) were female and 120 (63.8%) were male. Significant alterations were observed in several biochemical markers, which were found to be associated with both the presence of chronic diseases and the clinical outcome of COVID-19.

Conclusion: The findings of this study may provide valuable insights for clinicians and clinical biochemists in predicting the prognosis and mortality risk of COVID-19, particularly in patients with coexisting chronic conditions.

Keywords: COVID-19, biochemical parameters, comorbidities, chronic diseases, prognosis, mortality

INVESTIGATION OF SEISMIC AND IONOSPHERIC ANOMALIES USING GNSS-BASED RECEIVER CLOCK OFFSETS DURING THE FEBRUARY 6, 2023 TÜRKİYE EARTHQUAKES

Assoc. Prof. Cafer BUDAK

Dicle University, Department of Electrical and Electronics Engineering
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8470-4579>

Assoc. Prof. Secil KARATAY

Kastamonu University, Department of Electrical and Electronics Engineering
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1942-6728>

Prof. Dr. Atınc PIRTI

Yıldız Technical University, Department of Geomatics Engineering
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9197-3411>

Abstract

On February 6, 2023, two devastating earthquakes struck Kahramanmaraş, Türkiye—Pazarcık (Mw 7.8 at 04:17 local time) and Elbistan (Mw 7.5–7.6 at 13:24)—highlighting the critical role of advanced seismic monitoring systems. This study analyzes Receiver Clock Offset (RCO) data collected at 1 Hz sampling frequency from two GNSS stations, MAR1 (Kahramanmaraş) and Antep, using the Precise Point Positioning (PPP) technique to examine seismic and ionospheric anomalies before, during, and after the events.

The MAR1 station, located near the epicenter, exhibited significant RCO fluctuations beginning approximately 24–48 hours prior to the earthquakes and peaking at the exact times of the main shocks (04:17 and 13:24). In contrast, the Antep station showed less pronounced effects, recording only limited fluctuations indicative of regional ionospheric disturbances.

The PPP-processed data revealed the impact of seismic waves on GNSS signals and associated ionospheric variations, underscoring the capability of GNSS technology to detect both crustal deformations and electromagnetic anomalies. These findings suggest that GNSS-based RCO measurements can serve as a critical tool for early warning systems and earthquake research.

Keywords: GNSS, Receiver Clock Offset (RCO), Precise Point Positioning (PPP), Earthquake precursors, Ionospheric anomalies, Seismic waves, Early warning systems, Crustal deformation detection

THE EVALUATION OF NEGATIVE VALUES AS ZERO IN PROFITABILITY MODELS IN CONSTRUCTION PROJECTS

Dr. Semi Emrah ASLAY

Erzincan Binali Yıldırım University, Department of Construction,
Erzincan, Turkey,

ORCID NO: 0000-0002-0127-5474

ABSTRACT

In this study, profitability prediction models were developed using machine learning methods based on data from 407 construction projects. The Support Vector Machine (SVM) algorithm was used as the basis, and the data sets were evaluated in two different ways. In the first model, loss-making projects were represented by negative monetary values, while in the second model, loss-making projects were expressed as 0. Using the second data group resulted in a significant improvement in model performance. The test R^2 value increased by 6.15%, and a reduction in error metrics was achieved. Additionally, the clustering of target variable values within a specific range made the model more homogeneous. This approach can be considered as a semi-classification or semi-regression model. The results indicate that modelling loss-making jobs as 0 improves the accuracy and consistency of profitability predictions.

Keywords: Data preprocessing, Semi-regression, Loss-making construction projects, Profitability

INTRODUCTION

The construction industry faces many complex challenges, including cost overruns, time delays, and productivity (Abioye et al., 2021). Additionally, the low level of digitalisation in the industry makes it difficult to produce effective solutions to these problems. Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) technologies have provided significant gains in areas such as manufacturing, retail, and telecommunications, and are increasingly being adopted in the construction industry (Hanafy and Hanafy, 2025), (Abioye et al., 2021). AI-based decision support systems contribute to the achievement of economic, environmental, and social goals in terms of the sustainability of construction projects (Smith and Wong, 2022).

Cost estimation is a critical stage in construction projects, and accurate estimates directly affect project success (Vásquez and Kumral, 2025), (Wang et al., 2024). In cases where traditional methods are insufficient, ML techniques such as artificial neural networks and support vector machines demonstrate high success in cost estimation (YILMAZ, 2019). For example, (Vásquez and Kumral, 2025) noted that artificial neural networks and SVM methods provided lower error rates in cost estimation for underground mining projects compared to traditional methods. Additionally, artificial neural networks supported by hybrid optimisation algorithms offer reliable results in the conceptual cost estimation phase (Wang et al., 2024).

The use of artificial intelligence in construction projects occurs at different intensities in different stages of the project life cycle. While AI applications are widespread and mature in

areas such as cost estimation, risk analysis, and workplace safety during the planning and construction phases, their applications in the demolition and post-construction phases are more limited (Hanafy and Hanafy, 2025). However, the main barriers to AI applications in the construction sector include data quality, system integration, and ethical issues (Abioye et al., 2021). The use of MÖ methods in cost estimation for green renovation projects has enabled the development of systematic models, taking into account public budget constraints (Park et al., 2025). The models developed in this area have been found to have high accuracy rates and it has been emphasised that they can be used as basic data for the development of budgeting strategies.

In conclusion, artificial intelligence and machine learning techniques in the construction industry provide significant contributions in critical areas such as cost estimation and project management. However, addressing data quality and integration issues is essential to fully realise the technology's potential.

MATERIALS AND METHODS

In the approximate cost calculations, profit values of 25% were included for each item detail on the contractor side. Therefore, under normal conditions, contractors who exceed this rate in tenders are considered to have incurred a loss. However, while there are exceptions to this rule, they are outside the scope of this study. Therefore, profit and loss data were generated based on the rates planned according to state-administered construction procedures. This situation is not merely theoretical but yields results that are highly parallel to practical construction applications.

The input parameters used are construction area, land area, number of windows, number of doors, and approximate cost values. These values were obtained from 407 construction projects. Cost analyses of the contractors undertaking the construction projects were conducted based on these variable values, and their profitability was determined. However, the profitability of the construction projects was examined from different perspectives. Under normal conditions, loss situations are expected to take negative values in terms of cost; however, in this study, a different method was followed by taking loss-making projects as 0. With this method, numerical expressions regarding loss results were increased, and data processability in projects was improved. At the same time, the prediction model was strengthened by keeping the target values within a certain range.

The Support Vector Machine (SVM) algorithm was chosen as the machine learning method. The data set was processed in two different ways: In the first group, loss-making projects were represented by negative values, while in the second group, loss-making projects were modelled as 0. SVM models were trained with both data groups, and their performance was tested. Model success was evaluated using R^2 , RMSE, and MAE metrics.

RESULTS AND DISCUSSION

As mentioned in the previous section, data from 407 construction projects were used in this study. Based on these projects, profitability prediction models were created using machine learning methods. In these models, the input parameter values were used to train the model and obtain test results. The machine learning algorithm used was the support vector machine. However, the datasets were evaluated differently in this study, resulting in the creation of two distinct models. The first model directly utilizes the obtained data. For example, in a loss-making business, the monetary value was directly taken as negative. In the second data group, this situation was evaluated differently. Here, all negative values were taken as 0 (). The reason for this is that loss-making businesses are treated as half-zero or half-regression by being evaluated as 0, which will increase the prediction probability between models. Under normal circumstances, replacing different values with similar ones would increase the predictive power. However, evaluating a loss-making business solely based on whether it made a loss or not, regardless of the amount, is appropriate; no contractor would want to enter into a business that will result in a loss, whether small or large. In fact, no contractor would want to enter into a project that neither makes a loss nor a profit; this is both a waste of time and effort. For these reasons, creating the same data in two different ways is quite reasonable. Both data sets validate each other, and the second data set is improved through this study.

Table 1

Comparison of model results

Method	TEST R ²	TRAIN R ²	RMSE	MAE
SVM_first data set	0.88	0.978	1.646	0.472
SVM_data set proposed in this study	0.938	0.9886	1.545	0.338

To investigate whether setting the loss to 0 has a positive effect on learning models in the target profit-loss scenario of the developed second data group, both scenarios were tested using the SVM method, and the test and training R², RMSE, and MAE values were calculated as shown in Table 1. While the R² value was 0.884 in the first dataset, the same value was obtained as 0.9384 in the second dataset developed in this study. This ratio can be expressed as 6.15% in percentage terms. Similarly, the error metrics also decrease in line with the R² value. Scatter plots were obtained for both data groups as shown in Figure 1. In these plots, the second data group also forms a more homogeneous pattern with the defined 0 boundary. This is essentially an expected outcome because the repetition of certain values of the target variable in a narrower range enables more accurate predictions for prediction models. However, it should also be noted that the target range was narrowed without subjecting the target numerical

values to a similar process such as normalization. This was achieved in this study. It would not be incorrect to refer to this situation as semi-classification or semi-regression.

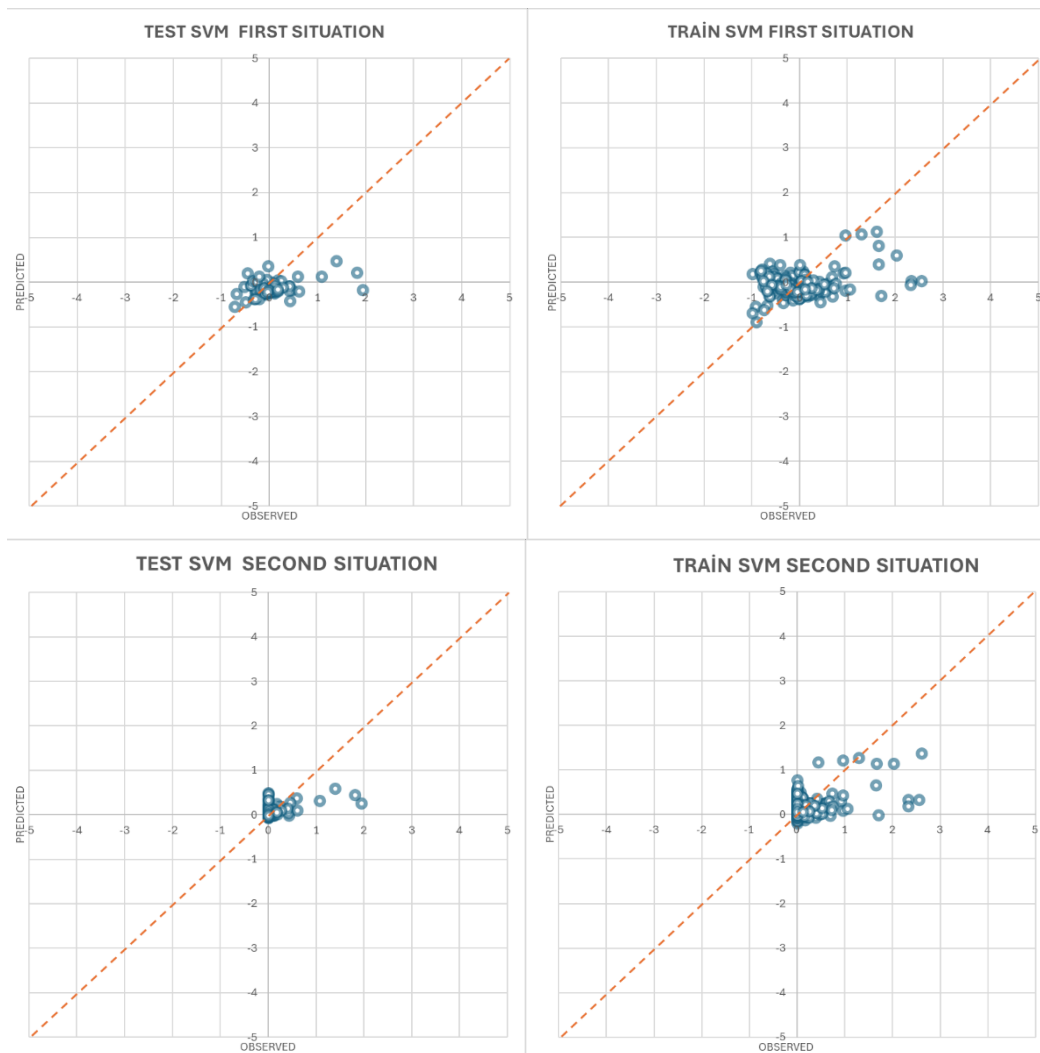


Figure 1. Scatter plot

CONCLUSION

In this study, support vector machines (SVM) were used from machine learning methods to predict the profitability of construction projects, and the data sets were evaluated in two different ways. In the first data set, loss-making jobs were taken as negative monetary values, while in the second data set, loss-making jobs were represented by a value of 0. The results obtained show that treating losses as 0 improves model performance. In particular, a significant improvement was observed in the test and training R^2 values, while a decrease was achieved in the error metrics. This situation reveals that the repetition of certain values of the target variable positively affects the success of prediction models.

In conclusion, treating loss-making jobs as 0 using a semi-classification or semi-regression approach is an effective method for improving the accuracy of profitability prediction models in construction projects. Additionally, this study contributes to the literature by highlighting the results of different strategies in data preprocessing and model development stages.

Future studies are recommended to compare different machine learning algorithms and data transformation techniques to further improve model performance. Additionally, expanding the dataset and including projects from different geographical regions will enhance the model's generalisability. Finally, integrating other performance indicators of the project into the model, beyond profit and loss status, can enable comprehensive predictions.

REFERENCES

- Abioye, S.O., Oyedele, L.O., Akanbi, L., Ajayi, A., Davila Delgado, J.M., Bilal, M., Akinade, O.O., Ahmed, A., 2021. Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges. *Journal of Building Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2021.103299>
- Hanafy, Nervana Osama, Hanafy, Nourhan Osama, 2025. An Extensive Examination of Uses of Machine Learning and Artificial Intelligence in The Construction Industry's Project Life Cycle. *Energy Build*. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.116094>
- Park, Sojin, Park, Soyeon, Jang, H., Ahn, Y., Kwon, N., 2025. Computing green remodeling construction cost for public buildings based on genetic algorithm and case-based reasoning. *Developments in the Built Environment* 22. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2025.100655>
- Smith, C.J., Wong, A.T.C., 2022. Advancements in Artificial Intelligence-Based Decision Support Systems for Improving Construction Project Sustainability: A Systematic Literature Review. *Informatics*. <https://doi.org/10.3390/informatics9020043>
- Vásquez, J.C.G., Kumral, M., 2025. Artificial neural networks and support vector machines for more accurate cost estimation in underground mining: A contractor's viewpoint. *Machine Learning with Applications* 21, 100689. <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2025.100689>
- Wang, R., Salleh, H., Li, K., Abdul-Samad, Z., 2024. A conceptual cost estimation model for building construction projects by hybrid Back-Propagation Neural Network and Dung Beetle Optimizer algorithm. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*. <https://doi.org/10.1080/13467581.2024.2445596>
- Yilmaz, B., 2019. The Use of Artificial Neural Network Models in Determining Cost Functions. *Accounting and Finance Journal* 329–344. <https://doi.org/10.25095/mufad.607150>

ULAŞIM AĞLARINDAKİ ARIZALARI TEŞHİS ETMEK VE ÖNGÖRMEK İÇİN SİNİR AĞI MODELLERİ APPLICATION OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK ALGORITHMS IN INTELLIGENT TRANSPORTATION MANAGEMENT SYSTEMS

Gunduz Abbasov

Nahçıvan Devlet Üniversitesi, Nahçıvan, Azerbaycan

Orcid No:0009-0006-2393-4801

Özet

Ulaşım sistemleri, verimlilik, güvenilirlik ve güvenliği önemli ölçüde azaltabilecek çeşitli arıza ve hatalara maruz kalmaktadır. Bu aksaklıklar geleneksel olarak dört ana kategoriye ayrılır: teknik, organizasyonel, bilgisayar ve dışsal. Teknik arızalar arasında motor arızaları, fren sistemi veya şanzıman arızaları, elektronik, navigasyon ekipmanı ve sensör arızaları, yol yüzeylerinin aşınması ve yıpranması, trafik ışığı sistemleri ve ulaşım otomasyonundaki arızalar sayılabilir. Organizasyonel arızalar, hareket programlarının ihlali, verimsiz planlama nedeniyle rota aşırı yüklemeleri, yedek ulaşım veya personel eksikliği ve lojistik ve sevkiyat yönetimindeki hataları içerir. Bilgilendirme ve dijital arızalar, ulaşım birimleriyle iletişimin kesilmesi, GPS veri hataları, izleme sistemi sorunları, BT altyapısındaki arızalar (sunucular, yazılımlar ve veritabanları gibi) ve elektronik ödeme sistemlerindeki arızalardan kaynaklanabilir. Dışsal ve mücbir sebepler arasında trafik kazaları, trafik sıkışıklığı, şiddetli hava olayları (kar, şiddetli yağmur veya buzlanma gibi), üçüncü tarafların müdahalesi (vandalizm veya siber saldırılar gibi) ve köprüler, tüneller veya üst geçitleri içeren altyapı kazaları sayılabilir. Ulaşım sistemlerinin dayanıklılığını artırmak için, büyük hacimli verilerin analizine dayalı teknik teşhis, akıllı izleme ve öngörücü bakım sistemlerinin uygulanması önemlidir. Bu yaklaşım, olası arızaların erken tespitini sağlar ve bunların sonuçlarını en aza indirir, böylece tüm ulaşım ağının istikrarını ve güvenliğini garanti eder.

Anahtar kelimeler: Öngörücü bakım sistemleri, Teknik teşhis, Akıllı izleme, Potansiyel arızaların erken tespiti.

Giriş

Bakü Metrosu, Azerbaycan'ın kentsel ulaşım altyapısının ana unsurlarından biridir ve her gün on binlerce yolcuya hizmet vermektedir. Yüksek otomasyon seviyesi, demiryolu araçlarının düzenli modernizasyonu ve kontrol sistemlerinin güncellenmesine rağmen, Bakü Metrosu, diğer karmaşık mühendislik sistemleri gibi, güvenilirliğini, güvenliğini ve genel verimliliğini olumsuz etkileyebilecek çeşitli arızalara ve hatalara maruz kalabilir. Bu tür arızalar geleneksel olarak dört ana kategoriye ayrılabilir: teknik, organizasyonel-operasyonel, bilgisayar-dijital ve dışsal (mücbir sebepler) faktörler.

Teknik arızalar öncelikle demiryolu araçlarıyla ilgili sorunları içerir — elektrikli trenlerin arızalanması, vagon kapılarındaki mekanik arızalar ve fren sistemi arızaları gibi, bunların tümü yolcu taşımacılığının güvenliğini doğrudan etkileyebilir. Diğer bir risk kategorisi ise güç kaynağı sistemindeki arızaları içerir: kontak rayına giden voltaj kesintileri, çekiş trafo merkezlerinde meydana gelen kazalar veya eski ekipman nedeniyle aşırı yüklemeler. Ayrıca, demiryolu ve karayolu altyapısının eskimesi, ray deformasyonları, travers hasarları ve ray akslarının arızalanması gibi ciddi sorunlara neden olabilir. Bu sorunların yanı

sıra, derin istasyonlarda yolcu sirkülasyonunu sağlayan yürüyen merdiven ve asansörlerdeki arızalar da önemli zorluklar yaratabilir.

Organizasyonel ve operasyonel hatalar çoğunlukla tren tarifelerindeki aksaklıklarla ilişkilidir. Bunlar, hem teknik arızalardan hem de yoğun saatlerde hatların aşırı yüklenmesinden kaynaklanabilir. Yedek trenlerin veya teknik personelin olmaması, durumu daha da karmaşık hale getirebilir ve hizmetin yeniden başlamasını geciktirebilir. Tarifede değişiklik, gecikme veya acil durumlarda, yolcuların yeterli ve zamanında bilgilendirilmemesi, tüm sistemin performansını olumsuz etkileyebilir. Ayrıca, acil durumlarda veya planlanmamış teknik duruşlarda sevk hizmetinin yaptığı hatalar, trafik mantığını bozabilir ve belirli bölgelerde yolcu yoğunluğuna neden olabilir. **Bilgi ve dijital hatalar** daha geniş bir yelpazeyi kapsar. Bunlar arasında tren hareketlerini yöneten otomatik kontrol sistemlerindeki (ACS) arızalar ve BakuCard dahil olmak üzere bilet terminalleri ve turnike sistemlerindeki arızalar yer alır. Ayrıca, elektronik bilgi panoları, genel seslendirme sistemleri ve genel BT altyapısı arasındaki veri aktarım süreçlerindeki sorunlar da bu kategoriye girer. Azerbaycan'ın metro sektöründe siber tehditler henüz yaygın olmasa da, dijital sistemlere olan bağımlılığın artması, bu tür riskleri azaltmak için önleyici tedbirlerin alınmasını gerektirmektedir.

Dışsal ve mücbir sebeplerle ilgili sorunlar, çoğunlukla doğal afetler ve olağan dışı olaylarla ilgilidir. Örneğin, yağışların yoğun olduğu mevsimlerde, yer altı tünellerinde sel tehlikesi devam etmektedir. Trenlerde ve tünellerde yangın ve duman da tahliye sistemleri için yüksek hazırlık seviyeleri gerektirir. Yolcuların zararlı davranışları da bir başka önemli risk faktörüdür — örneğin kapıları zorla açma veya kapatma, halkın paniğe kapılması vb. Bu tür olaylar operasyonları geciktirebilir ve genel güvenlik riskleri oluşturabilir. Bazı durumlarda, acil durumlarda yolcuların tahliyesinde zorluklar gözlemlenmiştir, bu da ilgili protokollerin ve personelin hazırlık durumunun iyileştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Azerbaycan metro sisteminin dayanıklı, güvenilir ve güvenli bir şekilde çalışmasını sağlamak için

Azerbaycan metro sisteminin dayanıklı, güvenilir ve güvenli bir şekilde çalışmasını sağlamak için düzenli teknik denetimler, akıllı izleme sistemlerinin kullanılması ve büyük hacimli operasyonel verilerin analizine dayalı kapsamlı bakım sistemlerinin kurulması şarttır. Aynı zamanda, yönetim ve iletişimde kullanılan dijital teknolojileri sürekli olarak güncellemek, BT altyapısının güvenilir bir şekilde çalışmasını sağlamak, personeli acil durumlara müdahale etmek için eğitmek ve yolcularla hızlı ve şeffaf bir bilgi alışverişi kurmak da çok önemlidir. Bu önlemler, arızaların sonuçlarını en aza indirmek için değil, aynı zamanda Bakü Metrosuna olan halkın güvenini artırmak için de önemlidir.

Bakü Metrosu sadece bir ulaşım aracı değil, aynı zamanda şehrin altyapısının da önemli bir parçasıdır. İşleyişi, yüz binlerce şehir sakininin hareketliliği, güvenliği ve günlük yaşam ritmiyle doğrudan bağlantılıdır. Yapay zeka (AI) ve sinir ağı modellerinin metro sistemlerine uygulanması, özellikle "akıllı" ve sürdürülebilir ulaşım sistemlerine geçiş bağlamında, mantıklı ve zamanında atılmış bir adımdır. Bu ihtiyaç, metro kullanımının artması, altyapının dijitalleşmesi ve güvenlik gereksinimlerinin artmasıyla birlikte daha da önem kazanmaktadır. [1, s. 1–7], [11]

Tablo 1. Metroda görülen arıza türleri ve bunlara karşılık gelen sinir ağı modelleri

Arıza Türü	Bileşen Örneği	Uygulanabilir Modeller
Mekanik arıza	Kapılar, alt takım, bağlantı elemanları	CNN, Otomatik kodlayıcı
Elektriksel arıza	Motorlar, kablolar	LSTM, GRU
Pnömatik arıza	Fren sistemleri	LSTM, XGBoost + DNN
Ray/tekerlek aşınması	Alt takım, akslar	1D-CNN, CNN+LSTM hibrit modeli
İletişim/otomasyon arızası	Sinyalizasyon, SCADA	RNN, Otomatik kodlayıcı, Dönüştürücü

Ana yönlerden biri, **ekipman arızalarının erken teşhisidir**. Sinir ağı modelleri, metro sistemlerinin çeşitli bileşenlerinden gelen geçmiş ve gerçek zamanlı verileri analiz edebilir —örneğin yatak sıcaklığı göstergeleri, motor titreşimleri, kapı çalışma hızları, fren dinamikleri ve arıza sıklıkları. Bu, ekipman davranışında kritik arızalar meydana gelmeden önce gizli kalıpların tespit edilmesini, bileşen aşınmasının önceden tahmin edilmesini, değiştirme için en uygun zamanın belirlenmesini, planlanmamış tren durmalarının önlenmesini ve hem yolcular hem de metro personeli için güvenliğin önemli ölçüde artırılmasını sağlar.

Sinir ağlarının bir diğer önemli uygulama alanı, **büyük hacimli verilerin gerçek zamanlı analizidir**. Modern metro istasyonları, trenler ve mühendislik altyapısı, sensörler, SCADA sistemleri, güvenlik kameraları, turnikeler, iklim sensörleri ve diğer kaynaklardan büyük miktarda bilgi üretir. Derin evrişimli ve tekrarlayan sinir ağları, bu verileri işlemek için değil, aynı zamanda anomalileri kümelemek, kritik bileşenlerdeki arızaları tahmin etmek ve günün saati, haftanın günü ve mevsime göre yük modellerini modellemek gibi önemli görevleri etkili bir şekilde gerçekleştirmek için de kullanılabilir. Bu, yoğun saatlerde operasyonları optimize etmek ve yolcu akışının uygun şekilde dağıtılmasını sağlamak için özellikle önemlidir. [10]

Bir diğer önemli yön ise **operasyonların ve bakım yüklerinin optimizasyonudur**. Makine öğrenimi algoritmaları ve sinir ağları, tren tarifelerini ve mühendislik sistemlerini yönetmek için esnek ve uyarlanabilir modellerin oluşturulmasını sağlar. Bu modeller, hava koşulları, etkinlik takvimleri ve sosyal faktörlere dayalı olarak yolcu akışını tahmin edebilir, tren hareket tarifelerini otomatik olarak ayarlayabilir ve istasyonlar ve trenlerdeki mevcut yüke göre havalandırma, aydınlatma ve güç kaynağını yönetebilir. Sonuç olarak, metro sistemi daha esnek, verimli ve enerji tasarruflu hale gelir.

Özellikle dikkat çeken bir alan, **Öngörücü Bakım modelidir**. Bu yaklaşım, teknik bakımı sadece takvim bazında değil, ekipmanın gerçek teknik durumuna göre gerçekleştirmeyi içerir. Yapay zeka sistemleri sayesinde, arıza riski olan bileşenleri önceden tespit etmek, bakım maliyetlerini azaltmak, ekipmanın ömrünü uzatmak, yedek parça depolama ve tedarikiyle ilgili giderleri optimize etmek, kaza riskini azaltmak ve ani arızaları önlemek mümkün hale gelir. Bu, hızla artan yolcu trafiği altında kesintisiz çalışmayı sağlamak için özellikle önemlidir. [9]

Tablo 2. Metro sistemlerinde sinir ağları için ana veri kaynakları

Veri Kaynağı	Veri Türü	Uygulama Alanı
Titreşim ve sıcaklık sensörleri	Zaman serisi	Rulman, tekerlek ve motor aşınma tespiti
Elektrik sinyalleri	Akım, voltaj, impuls	Motor tanılama
SCADA / ACS TP verileri	Dijital kayıtlar	Arıza izleme
Video kameralar	Video / görüntüler	Kapılar, platformlar ve yolcuların analizi
Turnikeler ve doğrulayıcılar	Olay tabanlı veriler	Tren yükü, yolcu akışı

Ulaşım altyapısının dijitalleşmesi bağlamında, **bilgi güvenliği** de acil bir sorun haline gelmiştir. Önemli metro sistemlerinin veri iletimi için ağlarına bağlanması, bu sistemleri siber tehditlere ve yetkisiz erişim girişimlerine karşı savunmasız hale getirmektedir. Sinir ağları, IT sistemlerini izlemek için etkili bir şekilde kullanılabilir: şüpheli erişim girişimlerini kaydetmek, siber saldırıları tespit etmek ve güvenlik kameraları ve sensörlerden gelen verilere dayanarak personel ve yolcuların davranışlarını analiz etmek. Bilgisayar görme teknolojileri sayesinde, birinin raylara düşme riski gibi tehlikeli durumları hızlı bir şekilde tespit etmek ve müdahale mekanizmalarını harekete geçirmek mümkündür.

Sonuç olarak, **Azerbaycan metrosuna sinir ağları ve yapay zeka teknolojilerinin uygulanması** sadece teknolojik değil, aynı zamanda stratejik bir adımdır. Bu, artan yolcu trafiği, hızlanan dijitalleşme ve toplu taşıma kalitesinin iyileştirilmesi ihtiyacı bağlamında özellikle önem kazanmaktadır.

Bu tür çözümleri başarıyla uygulamak için öncelikle arızalar, bakım faaliyetleri ve yük seviyeleri ile ilgili geçmiş verileri toplamak ve yapılandırmak, kritik altyapı noktalarına IoT sensörleri yerleştirmek, makine öğrenimi, mühendislik ve veri analizi alanlarında uzmanlar yetiştirmek, verileri gerçek zamanlı olarak toplayabilen, analiz edebilen ve modelleyebilen merkezi dijital platformlar kurmak ve yapay zeka sistemlerini sevk ve teknik servis departmanlarıyla entegre etmek gerekir.

Bu yaklaşım, **metro sisteminin güvenilirliğini ve güvenliğini** artıracak ve onu akıllı yönetim düzeyine yükseltecektir. [2, s. 1–7]

Metodoloji

Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri ve Avustralya gibi ülkelerde, metro vagonlarının teşhisi yüksek teknolojik düzeyde gerçekleştirilmekte ve bu da metro sistemlerinin güvenilirliğini, güvenliğini ve verimliliğini sağlamaktadır. Teşhis, düzenli olarak planlanan bakımın yanı sıra tahmine dayalı analitik, sensörler, gerçek zamanlı izleme sistemleri ve yapay zeka teknolojileri gibi akıllı dijital yöntemleri de içerir. Bu yaklaşımlar, arızaları meydana geldikten sonra tespit etmekle kalmaz, aynı zamanda erken tahmin imkanı da sunarak, arıza veya kazalara yol açabilecek riskleri önemli ölçüde azaltır. Aşağıda, bu ülkelerde kullanılan teşhis uygulamalarına ve bunların Azerbaycan'a uyarlanma potansiyeline ilişkin genel bir bakış sunulmaktadır. [8], [7], [6]

Birleşik Krallık'ta, özellikle Londra Metrosu'nda (TfL Underground), otomatik sistemler tanılama konusunda merkezi bir rol oynamaktadır. Bu sistemler, trenlere ve istasyonlara monte edilmiş sensörleri içerir ve aksların, tekerlek setlerinin, fren sistemlerinin ve boji bileşenlerinin izlenmesini sağlar. Jubilee ve Northern hatlarında, büyük ölçekli veri analizi ve makine öğrenimi algoritmalarına dayalı öngörücü izleme aktif olarak kullanılmaktadır. En önemli yeniliklerden biri, Wayside Monitoring Stations (Yol Kenarı İzleme İstasyonları)dır. Trenler bu noktalardan durmadan geçerken, lazer, termal ve titreşim sensörleri kullanılarak otomatik olarak taranmaktadır.

Aynı zamanda, ekipmanın gerçek durumuna dayalı Durum Bazlı Bakım (CBM) sistemleri de yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu, katı bakım programları yerine ihtiyaca dayalı bir yaklaşım sağlar. TfL, IoT entegrasyonu, dijital ikizlerin kullanımı ve fren sistemleri, kapılar ve motorların AI destekli teşhisini içeren "Akıllı Bakım" konseptini aktif olarak geliştirmektedir.

Bir başka yenilik ise, teknik personele analitik ve bakım talimatlarına doğrudan erişim sağlayan mobil cihazların ve tabletlerin depolarda kullanılmasıdır.

Tablo 3. Sinir ağı mimarileri ve uygulamaları

Mimari	Özellikler	Metroda Uygulama
LSTM	Zaman serileriyle çalışır	Öngörücü bakım
CNN (2D/1D)	Sinyal ve görüntü analizi	Kapı teşhisi, video analizi
Otomatik kodlayıcı	Anomali tespiti	Sinyal sistemi arızaları, gizli kusurlar
GRU	Basitleştirilmiş LSTM	Hızlı teşhis
Transformatör	Karmaşık bağımlılıkların işlenmesi	SCADA verilerinin karmaşık analizi

Amerika Birleşik Devletleri'nde, **Uzaktan Durum İzleme** sistemleri New York (MTA) ve Washington (WMATA) gibi metropol alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemler, HVAC sistemlerinin, frenlerin, akülerin ve kapı mekanizmalarının performansını izler ve verileri gerçek zamanlı olarak kontrol merkezine iletir. Ayrıca, New York ve diğer büyük şehirlerde **Ray Kenarı İzleme Sistemleri** kullanılarak tekerlek düzlükleri, yatak sıcaklıkları ve boji durumları hattı kenarında teşhis edilebilmektedir. Kızılötesi ve ultrasonik tarayıcılar, yük taşıyıcı yapılarıdaki kaynak kusurlarını, çatlakları ve deformasyonları tespit etmek için kullanılır. Chicago ve San Francisco gibi şehirlerde, **mobil teşhis trenleri** ve dijital kabinler, tren vagonlarının hizmetten çıkarılmadan tam olarak taranmasını sağlar. ABD'de, özellikle Siemens ve Alstom tarafından üretilen yeni nesil trenler için teşhis platformlarında **siber güvenliğe** özel önem verilmektedir. MTA ayrıca, tüm tren filosunu kapsayan birleşik bir teknik yönetim platformu uygulamak için **dijital dönüşüm sürecinden** geçmektedir. [5]

Tablo 4. Metro Bileşenleri ve Olası Arızalar

Bileşen	Olası Arızalar	Teşhis Yöntemleri / Sinir Ağları
Tren Kapıları	Donma, motor aşırı ısınma	CNN, LSTM, kuvvet ve sıcaklık sensörleri
Rulmanlar	Titreşim, aşınma	1D-CNN, Otomatik kodlayıcı
Fren balataları	Aşınma, düzensiz frenleme	GRU, basınç sensörleri, LSTM
Yürüyen merdivenler ve asansörler	Arızalar, titreşim, aşırı ısınma	CNN, arıza tahmini
Temas Ağı	Hasar, temas kaybı	Termal kamera, LSTM

Avustralya'da, özellikle Sidney, Melbourne ve Brisbane gibi şehirlerde, tren teşhisi **Akıllı Filo Yönetimi** konsepti altında hızla gelişmektedir. Sidney Metrosu'nda, AI ve IoT teknolojilerini kullanan bir tahmine dayalı analiz sistemi her yeni trene entegre edilmiştir. Depolarda, boji, kapı, fren ve elektrik sistemlerinin durumu **otomatik terminaller** aracılığıyla kontrol edilmektedir. Teknik personel, trenlerden gerçek zamanlı verileri elde etmek ve bakım kararları almak için mobil uygulamaları kullanıyor. Sidney Metrosu, her vagonun teknik durumunu gerçek zamanlı olarak modelleyen, arızaları öngören ve bakım planlamasını destekleyen **Dijital İkiz teknolojisine** büyük önem veriyor. Melbourne'da, teknik durumun yanı sıra **sürücü davranışını, enerji tüketimini** (dizel hatlarda) ve **havalandırma ve iklim sistemlerinin** performansını da izleyen bir **Gerçek Zamanlı Varlık İzleme** sistemi çalışıyor. [3, s. 2–6]

Tablo 5. Sinir Ağlarının Kalite Göstergeleri

Metrik	Ne Ölçer	Uygulama Alanı
Doğruluk	Genel doğruluk	Arıza türlerinin tanımlanması
Hassasiyet / Geri çağırma	Gerçek arızaların tespiti	Acil durum tanımlama
F1 puanı	Hassasiyet ve geri çağırma arasındaki denge	Anormallik tespiti
MAE / RMSE	Aşınma tahmininin doğruluğu	Öngörücü bakım
Çıkarım Süresi	Model tepki süresi	Gerçek zamanlı uygulamalar

Yukarıdaki ülkelerdeki uygulamaların karşılaştırmalı analizi, tüm durumlarda **IoT teknolojileri, sensör sistemleri, yapay zeka, öngörüsöl analitik ve teknik personel için mobil uygulamaların** aktif olarak uygulandığını göstermektedir. İngiltere ve Avustralya, **dijital ikizlerin** uygulanmasında öncüdür. Üç ülkede de, **durmadan** hareket halindeyken teşhis uygulanmaktadır; bu da arıza süresini en aza indirir ve karar verme sürecini hızlandırır.

Sonuç olarak, İngiltere, ABD ve Avustralya'da metro trenlerinin arıza teşhisi, reaktif hizmet modelinden **veri odaklı akıllı bir yaklaşıma** uzun zamandır geçmiştir. **Yapay zeka algoritmaları, dijital ikizler, sensör ağları ve makine öğrenimi**, teknik filo yönetiminde vazgeçilmez araçlar haline gelmiştir. Bu deneyimler, özellikle **Bakü Metrosu'nun modernizasyonu** bağlamında **Azerbaycan** için değerli bir bilgi tabanı sunmaktadır. Teknik izleme için akıllı platformlar uygulamak, trenleri ve altyapıyı **IoT sensörleriyle** donatmak, **entegre dijital platformlar** geliştirmek ve teknik personeli eğitmek, Azerbaycan'da **sürdürülebilir, güvenilir ve teknoloji tabanlı bir kentsel ulaşım sistemi** kurmak için atılabilecek somut adımlardır. [12, 14, 13]

Tartışma

Deneyin amacı, büyük Avrupa şehirlerinin metropol metro sistemlerinde yolcu akışını ve ulaşım yükünü tahmin etmek için akıllı sistemlerin etkinliğini analiz etmek ve pratik olarak test etmektir. Bu sistemler üç ana görevi çözmeyi amaçlıyordu: metro platformlarında ve trenlerin içindeki yoğunluğu azaltmak için yolcu akışını daha doğru yönetmek; yoğun saatlerde ve dengesiz yük koşullarında tren tarifelerine daha fazla uyum sağlamak; ve son olarak, kazalar, gecikmeler, teknik arızalar veya kitlesel olaylar gibi acil durumlara hızlı yanıt verebilmek.

Deney senaryoları, birkaç Avrupa ülkesinde kentsel ulaşımın dijital modernizasyon programlarının bir parçası olarak uygulandı. Ana katılımcılar arasında, yüksek yolcu yoğunluğu ve merkezi hatlarda yoğunluk ile tanınan Paris (RATP, Fransa); dijital çözümlerin istikrarlı bir şekilde uygulanması ve gelişmiş altyapısı ile karakterize edilen Berlin (BVG, Almanya); çok sayıda hat ve yüksek düzeyde veri entegrasyonuna sahip bir sistem olan Londra (TfL Underground, Birleşik Krallık); Helsinki (Finlandiya) — aktif olarak akıllı ulaşım teknolojileri geliştiren bir şehir; ve Barselona (İspanya) — kapsamlı bir kentsel mobilite yönetimi yaklaşımı uygulayan bir merkez. [12, 15, 16, 17]

Tablo 6. Teşhis Nesnesine Göre Pratik Uygulama

Teşhis Nesnesi	Uygulanan Yöntemler
Tekerlek setleri ve akslar	Titreşim analizi, ultrasonik inceleme
Rulmanlar	Sıcaklık izleme, akustik emisyon analizi
Fren Sistemleri	Basınç ölçümü, akım analizi, fren mesafesi, fren balatası aşınması
Motorlar ve Çekiş Üniteleri	Akım, gürültü, titreşim ve aşırı ısınma analizi
Ray Altyapısı (Raylar)	Kusur tespiti, lazerle ölçülen geometri, aşınma ve çatlak tespiti
Havai Temas Hattı	Tel aşınma seviyelerinin ölçümü
Otomasyon ve Sinyalizasyon	Arıza izleme, iletişim ve anahtarlama mantığı doğrulama

Akıllı sistemlerin çalıştırılması için çeşitli veri kaynakları kullanıldı. Turnikeler ve doğrulayıcılardan, bilgisayar görme teknolojisine dayalı video gözetim sistemlerinden gerçek zamanlı veriler toplandı ve yolcu yoğunluğu, mobil cihazlardan yayılan Wi-Fi ve Bluetooth sinyalleri aracılığıyla izlendi. Geçmiş veriler arasında platform ve tren yükü kayıtları, yolcu davranış kalıpları, tren tarifeleri ve gecikme olayları yer aldı. Ayrıca, hava koşulları, halka açık etkinlikler, kazalar ve teknik sorunlar gibi bağlamsal veriler de analize dahil edildi.

Deney sırasında dört ana senaryo uygulandı. İlki, LSTM (Uzun Kısa Süreli Bellek) sinir ağlarını kullanarak yoğun saatlerde platform yoğunluğunu tahmin etmekte. Bu senaryo, yoğunluk süresini %25 oranında azalttı ve yolcuları daha az kalabalık rotalara yönlendirmeye yardımcı oldu. İkinci senaryo, tren aralıklarını yönetmek için Pekiştirme Öğrenimi algoritmalarını kullanmayı içeriyordu. Bu sayede, sistem yükünü artırmadan aralıklar 30 saniyeye indirilebildi. Üçüncü senaryoda, kaza veya arıza gibi acil durumlara müdahale etmek için anomali tespit algoritmaları ve bilgisayar görme teknolojileri uygulandı. Sonuç olarak, müdahale hızı %40 arttı ve kritik trenler için öncelik sağlandı. Dördüncü senaryo, teknik arızaları tahmin etmeye ve önleyici bakım planlamaya odaklandı. Geçmiş verileri kümeleyerek, olay ve gecikme sayıları %18 oranında azaltıldı. [12, 13, 14]

Tablo 7. Tahmine Dayalı Sistem Mimarisi

Sistem Bileşeni	Açıklama
Sensörler (titreşim, akım)	Trenlere ve altyapı nesnelere takılır
IoT Ağ Geçidi	Verileri sunucuya veya buluta iletir
Veri gölü / depolama	Telemetri ve olay kayıtlarını depolar
ML Boru Hattı	Veri işleme, model eğitimi
Gösterge Tablosu / Uyarılar	Teknik personele bilgi ve uyarılar sağlar

Teknik olarak, proje video analizi için LSTM, Random Forest, K-Means ve CNN gibi makine öğrenimi ve derin öğrenme araçları kullanılarak gerçekleştirildi. Hadoop ve Spark gibi Büyük Veri platformları, sensör ve mobil API tabanlı IoT entegrasyonu, analitik gösterge panelleri için BI araçları ve coğrafi analiz için GIS teknolojileri de kullanıldı.

Deneyin sonuçları, temel göstergelerde önemli iyileşmeler olduğunu göstermiştir. Platformlardaki yolcu yoğunluğu 5,3'ten 3,8 kişi/m²'ye düşmüştür; zaman çizelgesine uyum %83'ten %94'e yükselmiştir; yoğun saatlerdeki olay sayısı haftada 27'den 16'ya düşmüştür ve acil tahliye süresi 14 dakikadan 9 dakikaya indirilmiştir.

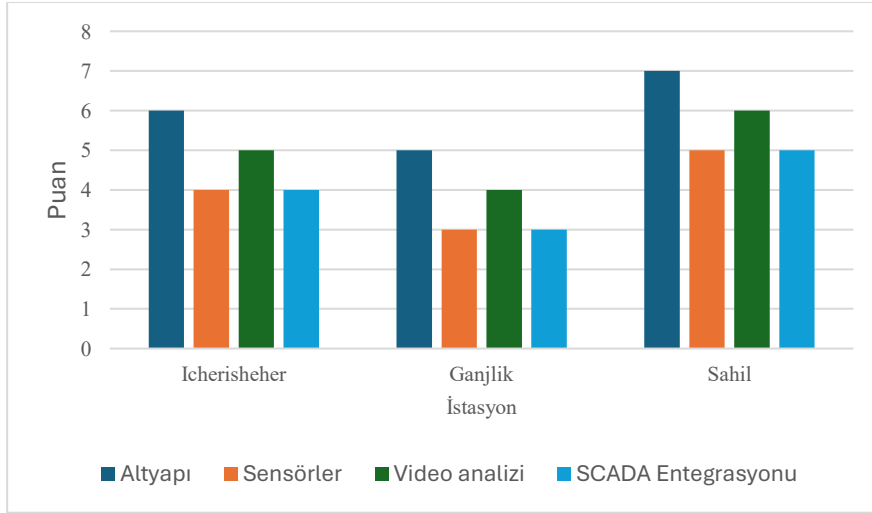
Genel olarak, deney, ulaşım yükü tahmini için akıllı sistemlerin operasyonel riskleri etkili bir şekilde azalttığını ve metro sistemlerinin yoğun yüklere uyum sağlama yeteneğini

önemli ölçüde artırdığını gösterdi. Yapay zekayı kentsel ulaşımına entegre etmek, sorunların tahmin edilmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda tren hareketlerinin ve kaynak tahsisinin gerçek zamanlı olarak otomatik olarak düzenlenmesini de mümkün kılar. Bu teknolojiler, metroların yer üstü ulaşımındaki yükü azaltmada önemli bir rol oynadığı Bakü'de de başarıyla uygulanabilir. Yüksek nüfus yoğunluğu ve aşırı yüklü merkezi arterler bağlamında, bu tür çözümler daha sürdürülebilir, güvenli ve akıllı bir şekilde yönetilen bir kentsel mobilite sisteminin temelini oluşturabilir.

Bakü Metrosu'nun "Icherisheher", "Sahil" ve "Ganjlik" istasyonlarında sinir ağı tabanlı teşhis ve tahmin modellerinin uygulanmasının etkinliği, beş ana parametreye dayalı koşullu bir değerlendirme metodolojisi kullanılarak değerlendirilmektedir: altyapı hazırlığı, analiz için veri hacmi, dijitalleşme yetenekleri, beklenen verimlilik ve arıza azaltımından elde edilecek tahmini tasarruf. Bu yaklaşım, akıllı sistemlerin kurulması için istasyonların teknik ve organizasyonel uyumluluğunun kapsamlı bir değerlendirmesini mümkün kılmaktadır.

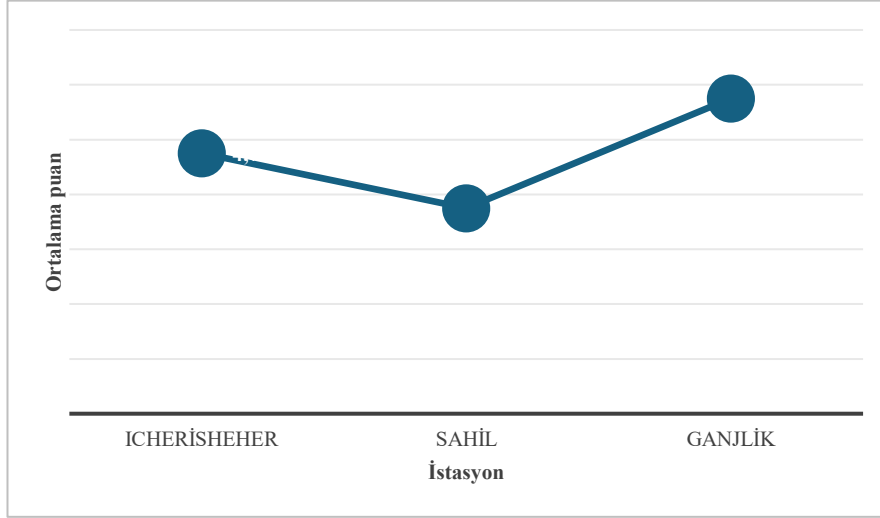
İlk varsayımlar arasında şu altyapı göstergeleri yer alıyordu: Her istasyonda iki platform ve iki yürüyen merdiven bulunmakta ve istasyonlar günde 1000–1500 tren seferi gerçekleştirmektedir. Dört ana teknik bileşen — kapılar, fren sistemleri, yataklar ve yürüyen merdivenler — teşhis hedefleri olarak seçildi. Tahmin ve analiz için aşağıdaki sinir ağı mimarileri önerilmiştir: zaman serilerine dayalı arıza olasılığını tahmin etmek için LSTM modelleri; görüntü ve video akışlarını işlemek, özellikle kapı durumunu izlemek için CNN; ve ekipmanın anormal davranışlarını tespit etmek için Autoencoder. Avrupa ve Asya'daki ulaşım tesislerinde yapılan testler, bu modellerin %88-92 doğrulukla çalıştığını göstermiştir. Dijitalleşme düzeyine bağlı olarak, arızalarda %30-50 azalma öngörülmektedir.

Grafik 1. Bakü metro istasyonlarının altyapı ve dijital hazırlık göstergeleri



Analizin ilk aşamasında, istasyonların yapay zeka teknolojilerinin uygulanması için altyapı ve dijital hazırlık düzeyleri belirlendi. 10 puanlık bir ölçeğe göre, genel altyapı, sensör mevcudiyeti, video gözetimi ve SCADA sistemleriyle entegrasyon gibi kriterler değerlendirildi. Ganjlik istasyonu, 5,75 ortalama puanla en yüksek teknik hazırlık seviyesine sahiptir. Icherisheher istasyonu 4,75 puan alırken, Sahil istasyonu 3,75 puan aldı. Bu, özellikle sensörler ve otomasyon alanlarında ek finansman ve modernizasyon ihtiyacı olduğunu göstermektedir.

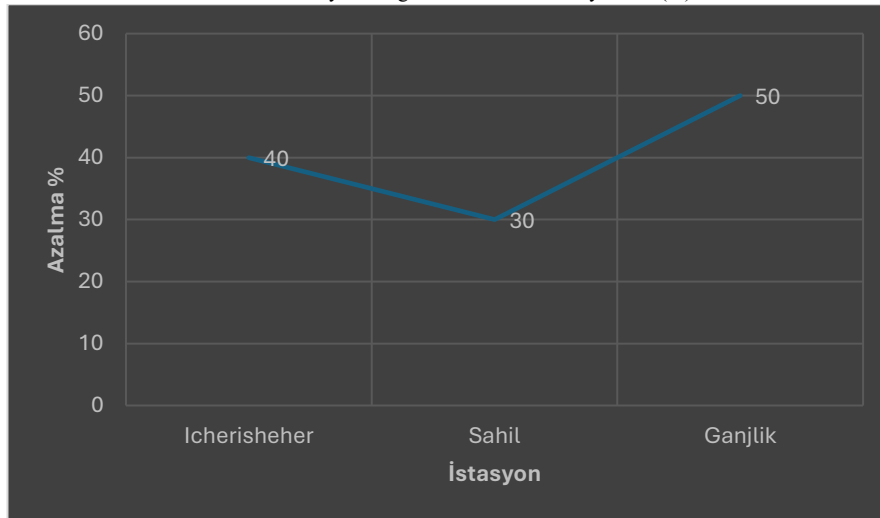
Grafik 2. İstasyonlar arasında ortalama puan değişimi



Model doğruluğu ve tren trafiği yoğunluğuna dayalı olarak, istasyonlarda haftalık arıza tahmini hesaplandı. AI'nın kullanılmaya başlanmasından önce Icherisheher'de haftada ortalama 10 arıza kaydedilirken, bu rakam 6'ya düşmüştür. Sahil'de 12'den 8,4'e, Ganjlik'te ise 15'ten 7,5'e düşmüştür. Karşılaştırmalı bir inceleme, en yüksek göreceli verimliliğin Ganjlik istasyonunda gözlemlendiğini göstermektedir - burada önlenen arızaların oranı %50'ye kadar ulaşabilmektedir.

Bir sonraki aşamada, arızaların azalması nedeniyle zaman ve kaynak tasarrufunun değerlendirilmesi yapılmıştır. Her arıza için ortalama arıza süresi ve her çeyrekte önlenen arıza sayısı temel alınmıştır. Icherisheher'de çeyrek başına 48 dakika, Sahil'de 54 dakika ve Ganjlik'te 150 dakika tasarruf sağlanmaktadır. Bu, Ganjlik istasyonunun kaynak optimizasyonu, personel iş yükünün azaltılması ve daha erişilebilir altyapı açısından en yüksek potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

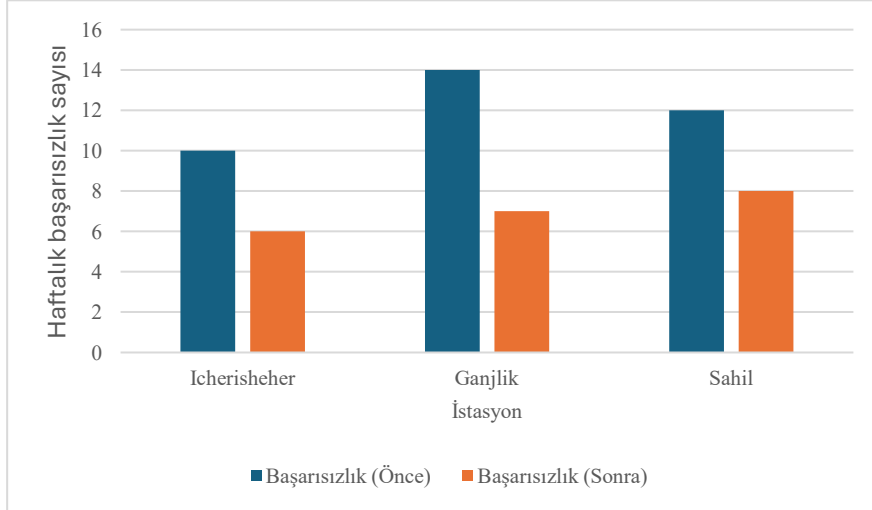
Grafik 3. İstasyonlara göre beklenen azalma yüzdesi (%)



Elde edilen sonuçlara dayanarak, her istasyon için ayrı uygulama önerileri geliştirilmiştir. Icherisheher için, fren mekanizmalarına ve yürüyen merdivenlere titreşim ve sıcaklık sensörleri

takılması, teknik personelin tahmine dayalı analiz panelleriyle çalışmak üzere eğitilmesi ve Autoencoder modeliyle entegre bir video gözetim sistemi aracılığıyla mekanik davranıştaki anormalliklerin izlenmesi önerilmektedir. Sahil istasyonunda, CNN modelleriyle kapıları izlemeyi içeren bir pilot proje başlatılması, hareket ve sıcaklık sensörleri eklenmesi ve model eğitimi için geçmiş verilerin etiketlenmesi önerilmektedir. Ganjlik istasyonu tam ölçekli uygulamaya hazırdır: burada SCADA, IoT ve LSTM modellerinin entegre edilmesi, fren balatası ve yatak aşınmasının tahmin edilmesi, bakımın mobil uygulamalarla entegre edilmesi ve bir uyarı paneli kurulması önerilmektedir.

Grafik 4. Sinir ağı modelleriyle arıza azaltma



Sonuç olarak, sinir ağı modellerinin uygulanmasının Bakü metrosunun "İcherisheher", "Sahil" ve "Ganjlik" istasyonlarında arıza teşhisi ve tahmini alanında yüksek bir potansiyele sahip olduğu belirtilebilir. Bu, olay sayısını %30-50 oranında azaltabilir, ortalama arıza süresini %50'ye kadar kısaltabilir, ulaşım ağının güvenliğini ve istikrarını artırabilir ve her istasyonda her üç ayda bir 2,5-3 saatlik kritik zaman tasarrufu sağlayabilir. Bu tür önlemler, metronun teknik bakım sisteminin modernizasyonu ve Azerbaycan'da akıllı kentsel mobiliteye geçiş için temel oluşturmaktadır.

Sonuç

Sinir ağlarına dayalı çok düzeyli bir izleme sisteminin uygulanması, metro altyapısının teknik durumunun teşhis ve yönetiminin verimliliğini artırmak için temel yönlerden biridir.

LSTM, CNN ve Otomatik Kodlayıcılar gibi derin sinir ağlarının kullanılması, sadece mevcut arızaların tespitini değil, aynı zamanda geçmiş verilere ve telemetriye dayalı olarak potansiyel ekipman arızalarının tahminini de mümkün kılar. Metro sistemi için birleşik bir akıllı yönetim ortamı oluşturmak amacıyla, bu tür modellerin mevcut SCADA ve ASU sistemlerine entegre edilmesi önerilir. Öngörücü bakıma özel dikkat gösterilmelidir. Bu yaklaşım, planlı bakımdan durum bazlı hizmet sistemine geçişi mümkün kılar. Sonuç olarak, kaynaklar tasarruf edilir, ekipmanların hizmet ömrü uzar ve beklenmedik arızalar önlenir. Sinir ağları, fren sistemleri, kapı mekanizmaları, yataklar ve temas hatları gibi bileşenlerin aşınma koşullarını tahmin etmede özellikle etkilidir.

Tablo 8. Sinir Ağı Tabanlı Teşhis Uygulama Aşamaları

Aşama	Anahtar Faaliyetler
1. Gereksinimlerin toplanması	Teşhis hedeflerinin tanımlanması
2. Sensör kurulumu	Sıcaklık, basınç ve titreşim sensörleri
3. Veri toplama ve etiketleme	Hata türlerine göre etiketleme
4. Model eğitimi	Geçmiş verilere dayalı model geliştirme
5. Entegrasyon ve izleme	SCADA/ASU ile entegrasyon, sonuç izleme

Modellerin doğruluğunu artırmak için kapsamlı veri toplama ve etiketleme çok önemlidir. Titreşim, sıcaklık, voltaj ve diğer teknik parametreleri içeren yüksek kaliteli veri kümeleri, yapay zeka algoritmalarının eğitimi için çok önemlidir. Telemetri, arıza günlükleri, bakım günlükleri ve çalışma koşullarını entegre eden merkezi bir veri platformu oluşturulması önerilir.

Etkili bir yaklaşım, sinir ağı modellerini defektoskopi, regresyon analizi ve arıza mantığı gibi geleneksel teşhis yöntemleriyle birleştirmektir. Bu, özellikle aks geçişleri, yürüyen merdivenler ve kablo hatları gibi karmaşık ve kritik altyapı bileşenleri için tahminlerin doğruluğunu önemli ölçüde artırır.

Tablo 9. Bakü Metro Sistemi için Potansiyel Uygulamalar

Bileşen	Mevcut Durum
Kapı izleme	Manuel inceleme
Yatak durumu izleme	Görsel, periyodik
Fren sistemi teşhisi	Planlı
Ray durumu izleme	Kusur tespiti ve görsel
SCADA/ASU entegrasyonu	Sınırlı

Sinir ağı teknolojilerinin metropol ulaşım ağlarına başarılı bir şekilde entegre edilebilmesi için en önemli koşullardan biri, dijital altyapının geliştirilmesi ve nitelikli personelin yetiştirilmesidir.

Bu, akıllı sensörler, güvenilir veri aktarım kanalları ve bulut bilişim yeteneklerine sahip, tam işlevsel bir IoT ortamının kurulmasını gerektirir. Aynı zamanda, makine öğrenimi ve yapay zeka teknolojileriyle çalışabilecek mühendisler, veri bilimcileri ve BT uzmanlarının eğitilmesi de çok önemlidir.

Tablo 10. Sinir Ağı Uygulamasında Riskler ve Azaltma Önlemleri

Potansiyel Risk	Açıklama
Veri eksikliği	Geçmiş verilerde kaydedilen hataların azlığı
Personelin direnci	Otomasyon korkusu
Eski yazılım	Yeni API'lerle uyumsuzluk
"Kara kutu" sorunu	Kararlarda yorumlanabilirlik eksikliği

Sonuç olarak, sinir ağı modelleri metro sistemlerinin güvenilirliğini ve öngörülebilirliğini artırmak için güçlü araçlardır.

Arızaların erken tespitini, teknik hataların daha da büyümeden tahmin edilmesini, kaynak kullanımının optimize edilmesini ve operasyonel güvenliğin artırılmasını sağlarlar. Beklenmedik durmaların ve kazaların azalması, reaktif yönetimden proaktif yönetime geçişin doğrudan bir sonucudur. Metro yüklerinin artması, kentleşme ve ulaşım sisteminin dijital dönüşümü bağlamında, sinir ağı teknolojileri sadece yenilikçi değil, aynı zamanda akıllı şehrin gerekli bir unsurudur. Azerbaycan'ın metro sisteminde bunların uygulanması, sürdürülebilir, güvenli ve teknolojik olarak gelişmiş bir kentsel ulaşım sistemi oluşturmak için somut bir adımdır.

KAYNAKLAR

1. МАРТЫНОВА, Е. ve ГУСЕВ, С., 2019. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ УРОВНЕЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ. In *Информационные технологии и инновации на транспорте* (s. 88-94).
2. Павлов Д. И., Бороздин С. А., Гитцович Г. А., Флерчук А. В. Особенности эксплуатации автоматических средств противопожарной защиты транспортных сооружений метрополитена // *Современные проблемы гражданской защиты*. 2018. №2 (27). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-ekspluatatsii-avtomaticheskikh-sredstv-protivopozharnoy-zaschity-transportnyh-sooruzheniy-metropolitena> (erişim tarihi: 14.04.2025).
3. К А. Шумаков Автоматизация функций управления электроснабжением станций метрополитенов // *Проблемы безопасности и надежности микропроцессорных комплексов* . 2015. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-funktsiy-upravleniya-elektrosnabzheniem-stantsiy-metropolitenov> (erişim tarihi: 14.04.2025).
4. <https://www.klimatex.az/blog/isitme-havalandirma-ve-kondisioner-sistemleri>
5. <https://undergroundexpert.info/metropoliteny-mira-i-rf/metro-mira/metro-sidneya/>
6. <https://dzen.ru/a/XG3nOgOy-QCvW9Aq>
7. <https://www.mobotix.com/ru/londonskii-metropoliten>
8. <https://az.zyyinstrument.com/knowledge/temperature-transmitter-diagnostics-and-predictive-maintenance-features>
9. <https://technocare.az/bloq/scada-nedir.html>
10. <https://www.azernews.az/analysis/236203.html>
11. Çevrimiçi Arıza Tahmini için Yorumlanabilir Kurallar: Metro do Porto veri seti üzerine bir vaka çalışması / José Machado, João Bernardino, Leandro Dias, et al. // *ResearchGate*. – 2024. – [Электронный ресурс]. – Erişim modu: https://www.researchgate.net/publication/388920279_Interpretable_Rules_for_Online_Failure_Prediction_A_Case_Study_on_the_Metro_do_Porto_dataset
12. Siteden ekrana: Avustralya'nın altyapı boru hattında dijital ikizlerin yükselişi / PM Network (LinkedIn Pulse). – 2023. – [Elektronik kaynak]. – Erişim: <https://www.linkedin.com/pulse/from-site-screen-rise-digital-twin-pm-australias-infrastructure--guqlc>

13. **Transport for London (TfL).** Londra Metrosu sisteminde dijital sinyalizasyon, akıllı bakım ve yapay zeka tabanlı planlama araçları. – Londra, Birleşik Krallık: TfL Yayınları, 2022. – [Elektronik kaynak]. – Erişim: <https://tfl.gov.uk/>
14. **Sydney Metro: Dijital Mühendislik Stratejisi.** – Yeni Güney Galler Hükümeti, 2023. – [Elektronik kaynak]. – Erişim modu: <https://www.transport.nsw.gov.au/projects/current-projects/sydney-metro/digital-engineering>
15. **Helsinki Şehir Ulaşımı (HKL).** Kamu Demiryollarında Akıllı Ulaşım Sistemleri. – Helsinki: Helsinki Belediyesi, 2022. – [Elektronik kaynak]. – Erişim modu: <https://www.hel.fi/>
16. **Avrupa Birliği Demiryolları Ajansı.** Demiryolu Bakımında Yapay Zeka: Uygulamalar ve Riskler. – Brüksel: ERA, 2023. – 52 s. – [Elektronik kaynak]. – Erişim: <https://www.era.europa.eu/>
17. **Bakı Metropoliteni QSC.** İllik hesabat 2023. – Bakı: Bakı Metropoliteni QSC, 2024. – 52 c. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metro.gov.az/>
18. **FHN və “Bakı Metropoliteni” QSC-də təlim keçirilib** // AzerNews.az. – 2024. – 15 mart. – [Elektronik kaynak]. – Erişim şekli: <https://www.azernews.az/nation/238788.html>
19. **9. Avrupa Yatırım Bankası.** Bakü Metrosu Modernizasyon Projesi – Teknik Özet. – Lüksemburg: EIB, 2023. – [Elektronik kaynak]. – Erişim: <https://www.eib.org/en/projects/all/20220123>
20. **Азизов А.Н., Исмаилов Э.Г.** Интеллектуальные транспортные системы и цифровизация городского метро: перспективы для Азербайджана // Вестник транспорта Закавказья. – 2023. – № 4(18). – С. 28–36.

TARİHİ YAPILARIN RESTORASYONU VE YENİDEN İŞLEVLENDİRİLMESİ : BURSA ÖRNEĞİ

RESTORATION AND ADAPTIVE REUSE OF HISTORICAL BUILDINGS: THE CASE OF BURSA

Asst. Prof. Serdar KASAP

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre
Tasarımı Bölümü, Bilecik.
ORCID NO: 0000-0002-7847-3284

Expert Gizem SERİ YEŞİ

Amerika Birleşik Devletleri, Pennsylvania/ Philadelphia
ORCID NO: 0000-0002-4226-7024

Fatmagül KAYA

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre
Tasarımı Bölümü, Bilecik.
ORCID NO: 0000-0002-7847-3284

ÖZET

Tarihi yapılar, kültürel mirasın vazgeçilmez unsurları olarak toplumların kimliğini ve kültürünü yansıtan değerlerdir. Bu değerlerin gelecek nesillere aktarılması, korunmaları ve yaşatılmaları ile mümkündür. Bu bağlamda restorasyon, kültürel varlıkların özgün özelliklerine sadık kalınarak onarılması ve yenilenmesi sürecini ifade etmektedir. Restorasyonun yanı sıra, tarihi yapıların işlevlerinin çağdaş ihtiyaçlara göre yeniden düzenlenmesi anlamına gelen yeniden işlevlendirme de, bu değerlerin sürdürülebilir şekilde korunmasında önemli bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin tarihsel zenginliklerinden biri olan Bursa ilindeki seçilmiş tarihi yapıların restorasyon ve yeniden işlevlendirme süreçleri incelenmiştir. Araştırmada, bu uygulamaların yapısal ve mekânsal performansa etkileri, çevre ve kullanıcılar arasındaki etkileşim ile uyum ve koruma ilkeleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Ayrıca, çalışma kapsamında ele alınan yapılar görsel materyallerle desteklenerek, araştırmanın zenginleştirilmesi hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yeniden İşlevlendirme, Restorasyon, Tarihi Yapılar, Bursa

ABSTRACT

Historical buildings represent invaluable components of cultural heritage, reflecting the identity and culture of societies. The preservation and transmission of these assets to future generations is essential for sustaining cultural continuity. In this context, restoration refers to the process of repairing and renewing cultural properties in a manner faithful to their original characteristics. Beyond restoration, adaptive reuse—which involves repurposing historical structures to meet contemporary needs—has emerged as a crucial strategy for ensuring their sustainable conservation.

This study examines the restoration and adaptive reuse processes of selected historical buildings in Bursa, one of Turkey's cities rich in historical heritage. The research evaluates the impacts of these interventions on structural and spatial performance, as well as the harmony between the environment and users, in line with conservation principles. Additionally, visual documentation of the buildings is included to enrich the study.

Keywords: Adaptive Reuse, Restoration, Historical Buildings, Bursa

GİRİŞ

İnsan, varoluşundan bu yana hem bireysel hem de toplumsal ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla çeşitli işlevlere hizmet eden mekânlar inşa etmiştir. Zaman içerisinde bu mekânların bazıları, kent kimliğinin bir yansıması haline gelerek tarihsel değer kazanmıştır. Tarihe tanıklık eden bu yapılar, geçmiş ile gelecek arasında kültürel bir köprü işlevi görmektedir. Yapıldıkları dönemin mimari üslubunu, yapı malzemelerini, işçiliğini, dönemin mimari akımlarını ve toplumların ekonomik, sosyal ve kültürel yaşam biçimlerini yansıtmaları bakımından önemli bilgi kaynaklarıdır.

Özgün nitelikleri ve taşıdıkları tarihi değer sebebiyle “kültürel miras” olarak kayıt altına alınan bu yapı ve mekânlar, zamanla değişen ihtiyaçlar ve estetik anlayışlar doğrultusunda işlevlerini yitirebilmektedir. Bu durum, onların korunarak geleceğe taşınması ve çağın gerekliliklerine uygun biçimde yeniden işlevlendirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. İnsanlık, bu bağlamda, geçmişin önemli miraslarını gelecek nesillere aktarabilmek için farklı koruma yöntemleri geliştirmiştir.

Bu yöntemler arasında;

Restorasyon, sosyal ve kültürel değeri olan yapıların özgün niteliklerine sadık kalınarak onarılması ve yenilenmesi süreci olarak tanımlanmaktadır.

Yeniden işlevlendirme, tarihi yapıların mimari, estetik, sosyal ve kültürel özelliklerinin korunarak; kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayacak, mekânsal gereklilikleri sağlayacak ve işlevsel bir kullanım sunacak şekilde dönüştürülmesini ifade etmektedir.

Bu çalışmanın amacı, binlerce yıllık tarih ve kültürel mirasa ev sahipliği yapan Bursa ilinin merkez bölgesinde yer alan:

Hanlar Bölgesi

Zindan Kapı Müzesi

Irgandı Köprüsü

Cumalıkızık Köyü

örneklerini ele alarak, bu yapıların geçmişten günümüze geçirdikleri değişim sürecini incelemek; restorasyon uygulamaları sonrasında gerçekleştirilen yeniden işlevlendirme çalışmalarının olumlu ve olumsuz etkilerini değerlendirmek; ayrıca fiziksel ve mekânsal dönüşümün, yapının bulunduğu çevre ile uyumunu analiz etmektir.

YÖNTEM

Bu çalışma, Bursa şehrinin kültürel, sanatsal ve tarihi açıdan taşıdığı önemi ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiş olup, veri toplama sürecinde hem birincil hem de ikincil kaynaklar kullanılmıştır.

Birincil veriler; çalışma kapsamında belirlenen yapı ve alanlarda gerçekleştirilen alan araştırmaları, yerinde gözlemler ve fotoğraf dokümantasyonu ile elde edilmiştir. Gözlemler sırasında yapıların mevcut durumu, restorasyon süreçleri, yeniden işlevlendirme uygulamaları ve çevre ile etkileşimi ayrıntılı olarak incelenmiştir.

İkincil veriler ise, konuyla ilgili akademik yayınlar, makaleler, tezler, resmî belgeler, arşiv kayıtları ve koruma raporları gibi yazılı kaynakların taranması yoluyla toplanmıştır. Elde edilen tüm veriler, betimsel analiz yöntemi ile değerlendirilmiş; restorasyon ve yeniden işlevlendirme süreçlerinin olumlu ve olumsuz etkileri belirlenerek çalışma içeriğine entegre edilmiştir.

RESTORASYON YÖNTEM VE TEKNİKLERİ

Geçmişten günümüze kadar gelmiş olan tarihi yapılar, bulundukları kentin geçmişine dair bilgiler vermektedir. Tarihsel ve kültürel açıdan önemli olan bu yapılar küreselleşmenin de etkisi ile modern çağa ayak uyduramamakta, modern yapıların arasında kaybolmaktadır. Bu da bulundukları kentin zaman içerisinde kendi kimliğini kaybetmesine yol açmaktadır. Tarihi yapıların bu durumda tekrar topluma kazandırılması, onarılması, bakımının sağlanması, kültürel- tarihsel sürdürülebilirliğinin devam edebilmesi gerekmektedir. Bu noktada karşımıza “restorasyon” kavramı çıkmaktadır (Bahar & Kurak, 2021).

Restorasyon işleminin başarıya ulaşabilmesi için her yapının ihtiyacı belirlenip ona uygun bir şekilde farklı teknikler ve işlemler uygulanması gerekmektedir. Bu konuda yardımcı olabilecek bir çok farklı çeşitlerde koruma ve yenileme işlemleri uygulanmaktadır. Bunlardan birkaç tanesi aşağıda sıralanmaktadır:

Sağlamlaştırma: Yapının taşıyıcı sistemini, bazı gerekliliklerde ise yapının oturmuş olduğu yerin sağlamlaştırılmasını içermektedir. Bu işlem yıkılmaya yüz tutmuş eski yapıları yıkımdan kurtarmak amacıyla gerçekleştirilmektedir. Taşıyıcı sistem bazında, destekleme, kesit genişletme, temel güçlendirme, gergi, enjeksiyon ve dikiş yöntemleri kullanılmaktadır (Tellioglu & Satıcı, 2023).

- **Bütünleme:** Yapının günümüze ulaşamamış veya hasar görmüş bazı kısımlarının çağdaş malzeme ile tamamlanması işlemidir. Bütünleme işlemi net olarak belgelere veya gerçekliği belirtilen yapısal bilgilere dayandırıldığında kabul edilebilir, aksi takdirde yapılan işlemler hatalı olarak sayılmaktadır. İşlemin gerçekleştirileceği yapıda doğru tespitlerin yapılması önem taşımaktadır. Bu tespitler ışığında işlemde kullanılacak yöntem ve malzemeler belirlenmektedir (Duran & Kaya, 2020).

- **Yenileme:** Yapının özgün özellik ve işlevlerini yitirmesi sonucunda ilk tasarlandığı amaç dışında yeniden işlev vererek hizmet alanı değiştirilmektedir. Genellikle bu yeniden işlev

esnasında yapının dış görüntü bütünlüğü ve çevresel bütünlük bozulmadan yapılması tercih edilmektedir. Bir şato veya malikanenin genel özelliklerinin değiştirilmeden yenilenmesi ve çağdaş yaşama daha uygun hâle getirilmesi bu işleme örnek olarak gösterilebilir (Ballı, 2024).

Yeniden Yapım: Yapay veya doğal afetlerden ötürü yok olmuş bir yapının bulunduğu yere bir kopyasını oluşturma işlemi olarak tanımlanmaktadır. Buradaki amaç tamamen yıkılmış ya da bir kısmını yitirmiş yapıları, hali hazırda olan bilgiler ışığında yeni konstrüksiyonla tekrar inşa edilmesi şeklinde açıklanabilmektedir (Tellioglu & Satıcı, 2023).

Temizleme: Tarihi yapılarda bulunan elemanlar, süsleme ve cephe gibi kısımların kimyasal ya da mekanik teknik ve çeşitli aletler ile temizlenmesi işlemine denilmektedir. Temizlenecek kısımların aşırı bozulma durumu göstermesi hâlinde temizlik öncesinde bu kısımlara sağlamlaştırma işlemi uygulanmaktadır (Eskici, 1997).

Taşıma: Eserin bulunduğu yerden başka bir yere taşınması işlemine denilmektedir. Bu işlem başvurulacak en son metot olarak belirtilmektedir. Eser, bulunduğu yer itibarıyla tehlikede ise bu işlem gerçekleştirilmektedir. Eserin bir bütün olarak taşınması mümkün değil ise, eserin parçalarının numaralandırılarak sökülmesi şeklinde taşıma yöntemi gerçekleştirilebilmektedir (Öztekin, 2022)

YENİDEN İŞLEVLENDİRME KAVRAMI

Restorasyonun bir türü olan yeniden işlevlendirme, tarihi yapıların sosyal, mimari, kültürel, estetik değerlerine zarar vermeden, mekânsal gereklilikleri ve aynı zamanda kullanıcı gereksinimlerini karşılayacak nitelikte olması gerekmektedir (Açııcı & Konakoğlu, 2019). Bir tarihi yapıya yeniden işlevlendirme uygulanacak ise yapının kütsel bütünlüğü, mimari kimliği ve etkileşim içinde olduğu diğer yapılar analiz edilerek kapsamlı bir değerlendirme yapılmaktadır. Bu değerlendirme ile tarihi yapının kendine özgü unsurlarının olumsuz yönde etkilenmesine asgari düzeye indirgenmektedir (Mısırlı & Benian, 2022).

Toplumun ihtiyaçları doğrultusunda yeni yapılar yapmak yerine yok olmaya yüz tutmuş tarihi yapıları yeniden işlevlendirmek, tarihi yapının yeniden işlev kazanmasının yanında yok olmasını da önlemektedir (Biber & İslamoğlu, 2023). Tarihsel kent dokusu Kültürel mirasın önemli bir bileşenidir, üzerinde hassasiyetle durulması gereken konu koruma ve yaşatma dengesidir. Kültürel Miras alanlarının tarihi ve estetik değerinin korunarak gündelik pratiklere cevap verebilmesi dengesinin sağlanması gerekmektedir. Kültürel miras salt fiziksel ya da estetik değil aynı zamanda toplumsal bir yanı olan, insan ve mekân arasındaki ilişkiden doğan bir olgudur. Bu sebeple, söz konusu mekânların kullanım pratikleri ve ziyaretçilerinin bu mekânlara ait görüş, öneri ve tutumları önem taşımaktadır (Eklemeler & Adiloğlu, 2022).

“Yeni işlev kazandırılarak kullanmak” uluslararası tüzüklerde de karşımıza çıkmaktadır. 1931 tarihli tüzükte yapının özgün işlevinden çok uzaklaşmamak şartı ile yeni işlev kazandırılarak kullanılmasını kabul edilmektedir. 1964 tarihli Venedik Tüzüğü 5’inci maddesinde yapının süslemelerinin ve planının değiştirilmeyeceği taktirde, toplumun yararına kullanılması dahilinde daha iyi korunacağı belirtilmiştir. Yine aynı şekilde 1999 tarihli Icomos Geleneksel

Mimari Miras Tüzüğü'nde geleneksel yapıların, saygı çerçevesi içerisinde ve toplumun kabul edebileceği düzeyde yeniden işlevlendirilebileceği vurgulanmıştır. Bu veriler ışığında yeniden işlevlendirmenin uluslararası alanda tercih edildiği ve işe yarar bir uygulama olduğu görülmektedir (Aksoy, 2024).

Yeniden işlevlendirmenin gerekçeleri 3 başlıkta incelenebilir;

Tarihi ve Kültürel Faktör: Toplumların zaman içerisinde ihtiyaçları ve yaşam koşulları değişmektedir. Bu ihtiyaç ve koşullar içerisinde işlev gereksinimleri değişebilmekte ancak yapılar aynı kalmaktadır. Yapılan her yapı o dönemin ihtiyaçlarını karşılar niteliktedir. Günümüzde ihtiyaç değişiklikleri ile eski yapının işlevi yetersiz duruma düşebilir ancak sosyal, tarihi ve ekonomik nedenlerden ötürü yapı kullanılabilir. Tarihi yapıların yeniden işlevlendirilmesi, geçmiş değerler ile mevcut toplum değerleri arasında bir köprü görevi görmektedir (Nasımı, 2024).

Çevresel Faktör: Anıtsal mimari yapılar, çevreleri ile bir bütün olduğundan dolayı çevrelerine gelecek bütün olumsuzluklar zarar görmelerine neden olmaktadır. Bu bağlamda yapının, bulunduğu bölgenin değişimine ayak uydurması gerekmektedir. Topluma yeniden kazandırılan yapı, yeni işlevi sayesinde toplumla iç içe geçmektedir. Bunun yanında yeniden işlevlendirme, yapının yıkılarak tekrar yapılması sonucunda çevreye verilecek büyük zarar ve kullanılacak doğal kaynaklar yerine daha az çevre kirliliği ve doğal kaynak kullanır niteliktedir. Ayrıca var olan yapıyı koruduğu için sürdürülebilirlik sağlamaktadır (Bahar & Açıcı,2021).

Ekonomik Faktör: Tarihi bir yapının yıkılarak yerine ihtiyaç duyulan yapıyı inşa etme kararı, yıkım ve yapım olmak üzere iki aşamadan da ek maliyetlere sebep olmaktadır. Bu işlem yerine eski yapıyı yeniden işlevlendirmek harcanacak zaman, yeni yapıya kullanılacak malzemeler ve işgücü açısından tasarruf sağlamaktadır. Ayrıca yapı tarihi kimliği sonucunda turizme katkıda bulunmaktadır (Nasımı, 2024).

BURSA İL MERKEZİ TARİHİ YAPILARDA YENİDEN İŞLEVLENDİRME VE RESTORASYON

Bursa, antik Bithynia köklerinden Bizans dönemine ve nihayetinde 1326'da Osmanlı hâkimiyetine uzanan katmanlı bir tarihsel sürekliliğe sahiptir. Erken Osmanlı döneminde ilk başkent olarak konumlanan kent, 14. ve erken 16. yüzyıllarda sultan külliyesi ile biçimlenen bir planlama yaklaşımıyla (vakıf sistemi etrafında örgütlenen cami–medrese–hamam–imaret dizgesi) hızlı bir mekânsal ve kurumsal dönüşüm yaşamıştır (UNESCO World Heritage Centre, 2014). Bu bütünleşik model, kentsel büyümenin yönünü belirlemiş; ticaret çekirdeği olan çarşı–han bölgesi ise kentin ekonomik omurgası hâline gelmiştir. Bursa'nın Hanlar Bölgesi, 14. yüzyılda şekillenmeye başlayan ve 16. yüzyılda bedesten, kapalı çarşı dokusu ve çok sayıda hanla olgunlaşan erken Osmanlı ticaret morfolojisinin örnek alanıdır (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2021).

Çarşı–han sistemi, Osmanlı kentlerinde güvenli çekirdek (bedesten), onu saran kapalı/yarı kapalı sokaklar (çarşı) ve çevresine dizilen hanlar biçiminde örgütlenen tipik bir ticari-kurumsal

mekânlaşma modelidir. Bu sistem yalnızca mal dolaşımı ve zanaat üretimini değil; ahi/gedik örgütlenmelerini, sosyal yardımlaşmayı ve vakıf gelirleri üzerinden kamusal hizmetlerin sürdürülebilirliğini de mümkün kılmıştır. Bursa örneğinde sistemin ölçeği ve sürekliliği, mekânsal dayanıklılık (erişilebilirlik, ağ fazlalığı) ve kurumsal direnç (lonca–vakıf işleyişi) göstergeleriyle de desteklenmiştir (Bozdağ, Benabbou & Vural Arslan, 2022).

Hanlar arasında Koza Han (1490–1491), ipek kozalarının ve ipeğin odaklandığı bir ticaret yapısı olarak özel önem taşır; gelirlerinin Bayezid II’nin İstanbul’daki külliyesine tahsis edilmesi, vakıf–ticaret–kamusal hizmet üçgeninin işleyişini berrak biçimde gösterir. Bursa bedesteni ve kapalı çarşı dokusu tarih boyunca yangınlar ve depremlerle sınanmış; 19. ve 20. yüzyıldaki büyük yangınların ardından kapsamlı onarım ve yenilemelerle yaşatılmıştır (Bahar, & Açııcı, 2021).

Bu tarihsel değer ve özgün kentsel model, “Bursa ve Cumalıkızık: Osmanlı İmparatorluğu’nun Doğuşu” başlığıyla 2014’te UNESCO Dünya Miras Listesi’ne tescillenmiş; bileşenler arasında Orhangazi Külliyesi ve çevresini kapsayan Hanlar Bölgesi ile diğer sultan külliyesi ve Cumalıkızık yer almıştır (UNESCO World Heritage Centre, 2014; 38 COM 8B.37 kararı). Güncel araştırmalar, Bursa Tarihi Çarşı ve Hanlar Bölgesi’nin hem somut (morfoloji, kullanım çeşitliliği, erişilebilirlik) hem de somut olmayan (aidiyet, dayanışma, öz örgütlenme) nitelikleriyle “yaşayan miras” karakterini sürdürdüğünü ortaya koymaktadır (Bozdağ vd., 2022; Polat, Çahantimur, Atanur & Tümer Yıldız, 2017).

Sonuç olarak, Bursa’nın tarihsel gelişim çizgisi çarşı–han sisteminin yalnızca ekonomik bir altyapı değil, aynı zamanda kentsel biçimlenişi, toplumsal örgütlenmeyi ve kamusal hizmetlerin finansmanını bir arada taşıyan bütüncül bir kent modeli olduğunu göstermektedir. Bu model, Hanlar Bölgesi’nin merkezde konumlandığı, külliyelerle yönlendirilmiş bir planlama şemasına dayanır ve Bursa’nın kent kimliğinin temel belirleyenlerinden biri olarak güncelliğini korur (UNESCO World Heritage Centre, 2014; T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2021).



Fotoğraf 1. Bursa Hanlar Bölgesi (Kasap&Güneş, 2025).

Çarşıların kent içi konumları dikkate alındığında, yerleşimlerinin bir amaç doğrultusunda gerçekleştiği görülmektedir. Bu kapsamda yer seçiminde dikkate alınan detaylar

incelendiğinde; şehrin surları, kalesi, kültürel bölgelere olan yakınlığı, ana caddelere olan mesafesi gibi öğelerin ön plana çıktığı görülmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde çarşı mekanlarının şehrin odak noktasına konumlandırılmış olduğu görülmektedir (Pamukcu,2021).

BURSA KENT MERKEZİ TARİHİ YAPILARIN GEÇMİŞ VE GÜNÜMÜZ İŞLEVLERİ

Meyhaneli (Tavuk Pazarı) Hamam: Cumhuriyet Caddesin Piriç Han'ın yanbaşıında bulunan Meyhaneli (Tavuk Pazarı) Hamam, Sultan II. Murat tarafından Muradiye Camisi ve İmaretine gelir amaçlı 1426 yılında inşa ettirilmiştir. Bir dönem şaraphane olarak kullanıldığı gerekçesiyle Meyhaneli Hamam ismini almıştır; Tavuk Pazarı ise içinde bulunduğu Çarşı Bölgesi'nin ismidir. Yol yapımı sırasında erkek ve kadın bölümlerinin soğuklukları tamamen yıkılmıştır olan hamam Çifte Hamam plan tipolojisine sahiptir. Hamam yapısının dış cephesi iki sıra moloz taş ve bir sıra tuğla duvar örgüsüne sahiptir, yapıda bulunan kubbeler alaturka kiremit ile kaplıdır. Yakın dönemde bir onarım yapılmış olan hamam yapısı özel mülkiyettir ve günümüzde çarşı ve depo olarak kullanılmaktadır.



Fotoğraf 2. Meyhaneli (Tavuk Pazarı) Hamamı

Balibey Hanı : Osmangazi İlçesi'nde Çakırhamam'dan Tophane'ye çıkan caddenin başında Hisar yamaçlarında kırk merdivene bitişik bir konumdadır. Hamza Bey'in oğlu Bali Bey tarafından 15. Yüzyılın ikinci yarısında yaptırılmış ve geliri Bali Bey'in Yenişehir'deki külliyesine vakfedilmiştir (Gürhan,2013). 64 odalı Balibey Hanı eğimden yararlanılarak üç katlı olarak inşa edilmiştir. Bursa'da üç katlı olarak inşa edilen tek handır. Bursa çarşı bölgesinden ayrı konumu nedeniyle, Balibey Hanı'nın 18.yüzyılda kullanımı azalmış ve giderek harap olmuştur. 1889 yılında çatıların kurşunları ve bazı kısımları onarılan han, 20. Yüzyıl başlarında posta arabalarının konaklaması için kullanılmış ve kentin posta hizmetlerini görmüş, sonraki yıllarda bazı bölümleri sığınak ve kahvehane olarak değerlendirilmiştir, ancak han 20. Yüzyıla harap bir durumda ulaşmıştır. 1984 yılında hanın ortaya çıkarılması için başlatılan süreç sonunda, han 2006-2009 yılları arasında Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından restore edilerek el sanatları çarşısı ve yeme içme amaçlı olarak kullanıma açılmıştır (Çakıcı, 2015).



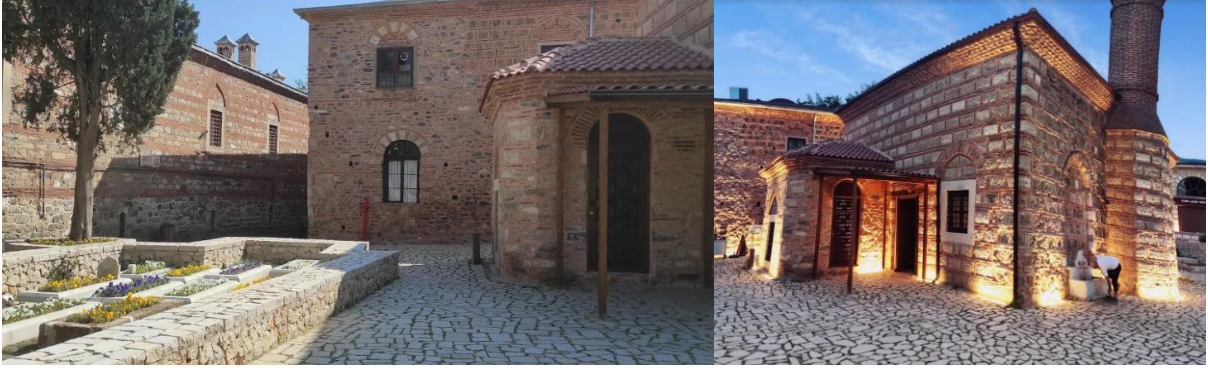
Fotoğraf 3. Balibey Hanı

Okçu Baba Türbesi : Nusret paşa Türbesi olarak da bilinir. Bursa Osmangazi İlçesi Hisar bölgesinde Saltanat Kapıya yakın bir alana 14. Yy inşa edildiği düşünülmektedir. Bursa'nın fethinde önemi hizmetleri bulunan Nasrettin veya Nusret Paşaya aittir. Kare bir planlı olan türbenin iç ölçüleri 3.45 x 3.45 metredir. Dıştan kiremit çatılı olan türbe içten kubbelidir ve kubbenin ortası kalem işi kullanılarak bitkisel motiflerle süslenmiştir. 0.50 metre kalınlığındaki beden duvarları kesme taş ve tuğla ile örülmüş olup, beden duvarından kubbeye geçiş tromplarla sağlanmıştır. Yapının içi üç pencere ile aydınlatılmaktadır. Giriş kapısı vurgulanmış olan türbenin kotu çevresinden aşağıdadır.



Fotoğraf 4. Okçu Baba Türbesi

Sarıca Sungur Mescidi (Esir Dede) Türbesi : İpek Hanım arkasında Sarıca Sungur olarak bilinen mahallede yer alan türbe 1680 yılında inşa edilmiştir. Sarıca Sungur (veya Sağrııcı Sungur) Türbesi olarak bilinen ismi daha sonra Esir Dede Türbesi olarak değiştirilmiştir. Bir kaynağa göre türbenin yakınındaki Sarıca Sungur Mescidini Hoca Sungur yaptırmıştır. Bir başka kaynağa göre ise Şeyhülislam Esiri Mehmed Efendi Sarıca Sungur mescidini tamir ettirmiş ve kendisi için bir türbe yaptırmıştır. Kendisi de 1692 de vefat ettiğinde buraya gömülmüştür. Türbede Şeyhülislam Esiri Mehmet Efendiden başka annesi Fatma Hanım ve kardeşi Ali Efendinin mezarları bulunmaktadır. Esiri Mehmed Efendi adı sonradan halk arasında Esir Dede'ye dönüşmüştür. Duvarları tuğla ve taş örülmüş, üzeri çatıyla örülmüş olan bu dikdörtgen planlı yapının kuzeyde büyük bir sivri kemerli girişi vardır. Bursa Müzesinde bulunan ve Sağrııcı Sungur'a ait olduğu belirtilen mezar taşında dört satır halinde sekiz dize kayıtlıdır (Bursa Kültür ve Turizm Kaynakları,2025).



Fotoğraf 5. Sağırcı Sungur Mescidi (Esir Dede) Türbesi

Geyve Han: Lonca Han olarak da bilinen yapı, 15. yüzyılda, İvaz Paşa tarafından, Yeşil Cami'ye gelir sağlamak amacıyla yaptırılmış ve Çelebi Mehmet'e armağan edilmiştir. İvaz Paşa Hanı olarak da bilinen hanın güney, kuzey ve batı yönlerinde olmak üzere toplam üç adet girişi bulunmaktadır (Şimşek & Perker,2019). İki katlı olarak inşa edilen yapı, kare planlı olarak avlu çevresinde sıralanmış olan tonoz örtülü revaklar ve bunlara açılan beşik tonoz olarak örtülü odalarla, zemindekiler üzeri tek kubbe biçiminde örtülü mescitten oluşur. Yapının Alt katında 26 ve üst katında 30 oda bulunmaktadır. Geyve hana kuzey, güney ve batı yönünden olmak üzere üç farklı giriş bulunmaktadır. Batı yönündeki giriş mekânı iki taraflı kemerli, çapraz tonoz ile örtülüdür. Alt ve üst kat revakları tuğla ayaklar üzerine oturan, sivri kemerli ve tavanı çapraz tonozdur. Yapı alt katında bulunan odalarda iki, diğer yerlerinde ise birer pencere olacak şekilde inşa edilmiştir. Odaların her biri revaklara açılacak şekilde düzenlenmiştir. Üst katlarda bulunan alt kattakilerden farklı olarak ocak mevcuttur (Güler,2020). Tarihsel süreçte çeşitli onarımlardan geçirildiği bilinen han taş ve tuğla alması bedeni duvarları üzerinde ayakta durmaktadır (Şimşek & Perker,2019). Günümüzde genellikle çeşitli tekstil ürünlerinin toptan satışlarını yapan esnaflar tarafından kullanılmaktadır.



Fotoğraf 6. Geyve Han

Emir Han: Orhan Bey tarafından 14. yüzyılın ikinci yarısında yaptırılmıştır (Halı & Özen, 2019). Bizans döneminden sonra, ilk yerleşim binası olan Emir Han, şehir surlarının dışındaki At Pazarı alanına inşa edilmiş ve bölge bir ticaret merkezi haline gelmiştir. Emir (Bey) Han, 1522 yılına kadar eski kapalı çarşı olarak bilinmiştir. İki katlı bir revak ve bu revağa açılan

odalarından oluşan Emir Han, Osmanlı hanlarının ilk örneğidir. Dört kare kubbenin dışında kalan kısımlar tonozlarla örtülüdür. Zemin katta eşya deposu olarak kullanılan 36 tonoz, üst katta ise 37 oda bulunmaktadır (Kesimci,2020). Yapı itibariyle değerlendirilen hanın, avlu duvarları, revakların desenli ve birbirine benzer uyumlu yapıları ve hareketli yapısıyla öne çıkmaktadır. Han yapısının üstündeki köşe noktalarında bulunan “L” şeklindeki kesitleri ve dışarıda kalan tüm payeler kare şeklinde bir düzlemdedir. Revak kemerleri tuğlalarla kaplanmıştır. Zemin katın revaklarında yer alan bezemeler farklı şekilde oluşturulmuştur (Pamukçu,2021).

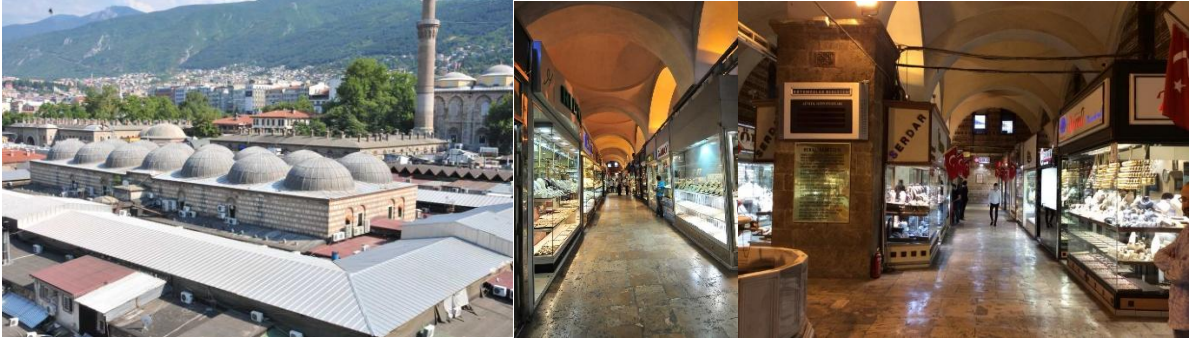
Emir Han, geçirdiği yangın ve yıkılma gibi durumlar nedeniyle çok kez onarılmıştır (Şimşek & Perker,2019). Günümüzde han içerisinde, hediyelik ürünler, dini kitaplar ve hac malzemeleri satan tarihi dükkanlar yer almaktadır (Kokdaş,2021).



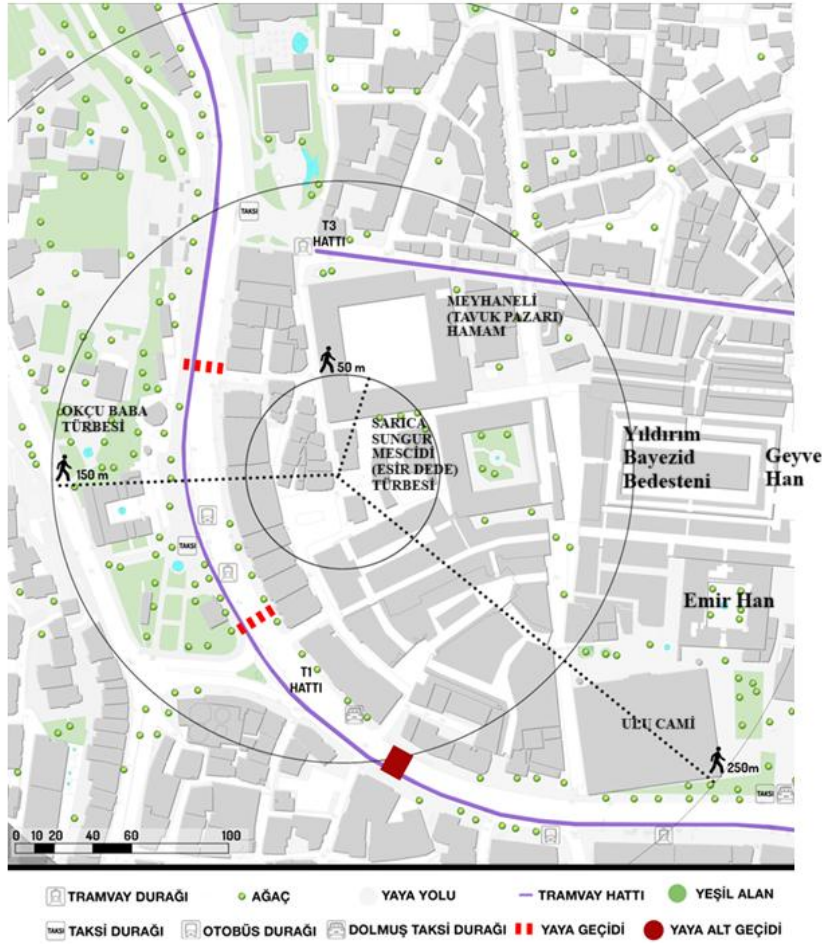
Fotoğraf 7. Emir Han

Yıldırım Bayezid Bedesteni : Yıldırım Bayezid tarafından 1400 (H 802) yılında yaptırılan Bursa Bedesteni, Osmanlı şehirciliğinde ilk defa kullanılan bir yapı türüdür. Yıldırım Bedesteni, Bezzazistan-i Cedid (Yeni Bedesten) ismiyle de anılır. Bayezid vakfiyesinde, külliyesine gelir getirmek amacıyla yaptırıldığı bilinmektedir. Bursa Bedesteninin ticari amaçla yapılmış olduğu vakfiye evraklarında belirtilmiştir (Alkan,2023).

Günümüzde bankaların üstlenmiş oldukları paranın ve değerli eşyaların güvenle saklanması görevi o dönemde bedestenler tarafından karşılanmaktaydı. Bankacılığın ve borsacılığın çekirdeğini oluşturan bu yapı, ülkedeki en değerli mallarının alınıp, satıldığı ve kıymetli eşyaların saklandığı bir yer olarak kullanılmıştır. Ulu Cami'den Kapalı Çarşı'ya giden yolun hemen sağındadır. Günümüzde Kuyumcular Çarşısı olarak kullanılmaktadır. Giriş kapısı üzerinde kabartma olarak kufi ve nesih karışımı ile yazılmış Kelime-i Tevhit kitabesi vardır. "Bazestân" yazısı ise batı kapısı üzerinde yer alır. Bugün bedesten içerisinde 32, dışarısında da 68 dükkan bulunur. Bedesten, Bursa'nın Kapalı Çarşı yangını sırasında (1956) yanmış, kullanılamaz hale gelmiş ve 1960 yılında restorasyon geçirmiştir.



Fotoğraf 8. Yıldırım Bayezid Bedesteni



Fotoğraf 9. Bursa Hanlar Bölgesi Yaya Ulaşım Paftası

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma kapsamında Bursa ilinde yer alan tarihi yapıların restorasyonu ve yeniden işlevlendirilmesi incelenmiştir. Tarihi yapılar, geçmiş ile gelecek arasında kültürel bir köprü niteliği taşımakta ve kent kimliğinin korunmasında önemli bir rol üstlenmektedir. Bursa örneğinde olduğu gibi, hanlar, köprüler, köy yerleşimleri ve müzeler, yalnızca mimari değerleriyle değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve kültürel açılardan da kentin gelişimine katkıda bulunmuş yapılardır.

Çalışmanın bulguları, restorasyonun yalnızca fiziksel onarım değil, aynı zamanda yapının özgün değerlerini koruyarak geleceğe aktarma süreci olduğunu ortaya koymaktadır. Yeniden işlevlendirme ise, bu yapıların çağdaş ihtiyaçlara uyarlanmasını sağlayarak süreklilik kazandırmaktadır. Ancak bu süreçte, özgün kimliğin kaybolma riski, işlev ve mekân arasında uyumsuzluk gibi bazı olumsuzlukların da ortaya çıkabileceği tespit edilmiştir.

Bu doğrultuda öneriler şu şekilde sıralanabilir:

1. Koruma ve işlevlendirme süreçlerinde denge kurulmalı, yapının tarihsel, kültürel ve estetik değerleri korunurken çağdaş kullanımların getirdiği gereksinimler de göz önünde bulundurulmalıdır.
2. Yerel halkın ve kullanıcıların sürece dâhil edilmesi, tarihi yapıların yaşatılmasında aidiyet duygusunu güçlendirecek ve sürdürülebilir koruma anlayışına katkı sağlayacaktır.
3. Restorasyon ve yeniden işlevlendirme projelerinde multidisipliner yaklaşımlar benimsenmeli, mimarlar, şehir plancıları, tarihçiler ve sosyologlar iş birliği içerisinde çalışmalıdır.
4. Kültürel mirasın tanıtımı ve turizmle entegrasyonu sağlanmalı, böylece hem yerel ekonomi desteklenmeli hem de yapıların korunmasına yönelik farkındalık artırılmalıdır.

Sonuç olarak, Bursa'daki tarihi yapıların restorasyonu ve yeniden işlevlendirilmesi, yalnızca fiziksel mekânların korunmasına değil, aynı zamanda kent kimliğinin sürdürülebilirliğine de hizmet etmektedir. Bu bağlamda, doğru yöntemler ve bilinçli uygulamalarla tarihi yapıların gelecek kuşaklara aktarılması mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

Açııcı F., & Konakoğlu Z., (2019). Tarihi Yapıların Yeniden İşlevlendirilmesi: Trabzon Mimarlar Odası Örneği, Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 28, Sayı 2.

Aksoy E., (2024). Tarihi Yapıların Yaşatılması ve Yeniden İşlevlendirme: Fitnat Hanım Evi, Planarch - Design And Planning Research, Cilt: 8 Sayı: 2, 295 – 307

Alkan, F. (2023). Bursa Bedesteni, III. Uluslararası Osmanlı İzleri Sempozyumu (23-24 Kasım 2023, Edirne) Bildiri Kitabı, ss.153-161, ISBN: 978-975-374-365-5, Trakya Üniversitesi Yayın No: 315.

Bahar, Z., & Kurak Açııcı, F. (2021). *Tarihi yapıların yeniden işlevlendirilmesi: Kayseri Lisesi*. Artium, 9(2), 68–78. <https://doi.org/10.51664/artium.880347>

Ballı F., (2024). Yeniden İşlevlendirmede İç Mimarlık Yaklaşımları; Mekan Algısında

Biber K., & İslamoğlu Ö., (2023). Tarihi Yapıların Yeniden Kullanımı: Nemlizade Konağı Örneği, Artium Architecture, Urbanism, Design and Construction Vol. 11, Issue 1.

Bozdağ, H. T., Benabbou, R., & Vural Arslan, T. (2022). A framework proposal for resilience assessment in traditional commercial centres: Case of the historical bazaar of Bursa as a resilient World Heritage site. npj Heritage Science, 10, 154. <https://doi.org/10.1038/s40494-022-00792-5>

Bursa Kültür ve Turizm Kaynakları. (t.y.). *Sarıca Sungur Mescidi (Esir Dede) Türbesi*. (Erişim tarihi: 08.06.2025).

Çakıcı, S. (2015). *An assessment on conservation activities in Bursa, focusing on Conservation Council decisions 1955–2012* (Doctoral dissertation, Middle East Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences).

Duran, E., & Kaya, N., (2020). Arkeolojik Alanlarda Uygulanan Bütünleme (Tamamlama) Müdahalelerinin Değerlendirilmesi: Metropolis Örneği, Sdü Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, Ağustos 2020, Sayı: 50, Ss. 255-274

Eklemezler, S. & Adiloğlu, S. (2022). Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi E-Issn: 2587-005x, 71, 128-143; 2022, Doi : 10.51290/Dpusbe.992540

Eskici B., (1997). Taş Eserlerin Korunması Üzerine Notlar, Türk Arkeoloji Dergisi, Sayı: 51, 383 – 391.

Güler, S. (2020). Bursa Hanlarında Mescidler, İSTEM 35 (Haziran 2020), 17-39. <https://doi.org/10.31591/istem.758701>.

Gürhan, P. (2013). Bursa Hanlar Bölgesinde Yer Alan Hanlar Üzerine Bir İnceleme, II. Türkiye Lisansüstü Çalışmalar Kongresi, Bildiriler Kitabı V, ISBN: 978-605-5382-83-4, syf. 1259, 6-8 Mayıs/Bursa.

Hafıza Etkisi, Ankara, Türkiye.

Halı, F. ve Yavuz, A. Ö. (2019). Geleneksel Mimari Dilin Çözümlemesinde Kullanılan Üretken Bir Metod Önerisi: Bursa Hanlar Bölgesi, ISAS 2019, Ankara, Turkey

Kesimci, Vurucular, E. (2020). BURSA KHANS REGION AS URBAN MONUMENT ARTIFACTS, International Congress of Architecture and Planning (ICONARCH IV) - ISBN: 978-625-7327-00-8

Kokdaş, E. (2021). Unesco Dünya Miras Listesinde Yer Alan Bursa Hanlar Bölgesi ve Sultan Külliyyelerinin Kültürel Miras Turizmi Kapsamında Değerlendirilmesi: Yerel Paydaşlara Yönelik Bir Araştırma, Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tez Danışmanı Doç. Dr. Gülay Özdemir Yılmaz, Balıkesir.

Mısırlı A., & Benian E., (2022). Tarihi Yapıların Yeniden İşlevlendirilmesi: Edirne II. Bayezid Külliyesi Tıp Medresesi Örneği, Mimarlık ve Yaşam Dergisi Journal of Architecture and Life 7(1), (95-122) ISSN: 2564-6109.

Nasımı A., (2024). Yeniden İşlevlendirme Projelerinde Yapı Bilgi Modelleme Kullanımı: Darul Aman Sarayı, Isparta/ Türkiye

Öztekin S., (2022). Tarihi Yapıların Bir Açık Hava Müzesine Taşınması Örneği: Altıncı Köy Açık Hava Müzesi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2022, 5/1: 1-24 DOI:10.46373/hafebid.985440, Cilt: 5 Sayı: 1.

Pamukçu, A. (2021). Bursa Kapalıçarşı ve Hanlar Bölgesi Folkloru, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Türk Halkbilimi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Danışman: Prof. Dr. Nebi Özdemir, Ankara.

Polat S., & Tümer Yıldız H., & Dostoğlu N., (2018). Kültürel Miras Alanları İçin Kullanıcı Odaklı Bir Kentsel Tasarım Rehberi Modeli: Bursa Hanlar Bölgesi Örneği, MEGARON 2018;13(4):584-596 DOI: 10.5505/MEGARON.2018.32043

Şimşek, S. & perker, Z. S. (2019). Bursa Hanlar Bölgesi'nde Bulunan Tarihi Han Örneklerinde Doğal Taş Malzeme Sorunları Üzerine Bir Araştırma, Cilt:12, Sayı:62 Yıl: 2019, Issn: 1307-9581, Doi Number: <http://dx.doi.org/10.17719/jisr.2019.3253>

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. (2021). Hanlar Bölgesi – Bursa Kültür Portalı. <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/bursa/gezilecekyer/hanlar-bolgesi>, Kültür Portalı

Tellioğlu, S., & Satıcı, B. (2023). *Tarihi yapılarda restorasyon tekniklerine göre uygulanacak malzemelerin belirlenmesi*. İstanbul Ticaret Üniversitesi Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi, 6(1), 37–49. <https://doi.org/10.56809/icujtas.1229473>

UNESCO World Heritage Centre. (2014). Decision 38 COM 8B.37 – Bursa and Cumalıkızık (Turkey). <https://whc.unesco.org/en/decisions/6122/>

**KORUMA AMAÇLI RESTORASYON VE YANLIŞ RESTORASYONUN
KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRMESİ: KAPANCA SOKAK VE PERTEV
PAŞA CAMİ ÖRNEKLERİ**
COMPARATIVE EVALUATION OF CONSERVATION-ORIENTED RESTORATION
AND INCORRECT RESTORATION: THE CASES OF KAPANCA STREET AND
PERTEV PASHA MOSQUE

Asst. Prof. Serdar KASAP

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre
Tasarımı Bölümü, Bilecik Merkez, Bilecik.
ORCID NO: 0000-0002-7847-3284

Prof. Dr. Öğr. Parisa GÜNEŞ

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık
ve Çevre Tasarımı Bölümü
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8876-2621>

Expert Gizem SERİ YEŞİ

Amerika Birleşik Devletleri, Pennsylvania, Philadelphia.
ORCID NO: 0000-0002-4226-7024

Asude AÇIKGÖZ

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre
Tasarımı Bölümü, Bilecik Merkez, Bilecik.
ORCID NO: 0009-0007-0271-759X

ÖZET

Restorasyon, kültürel mirasın korunması, özgün niteliklerinin muhafaza edilmesi, bozulmaların giderilmesi ve gerektiğinde yapıya çağdaş işlevler kazandırılması amacıyla yürütülen disiplinler arası bir süreçtir. Bu süreç, uluslararası koruma ilkeleri ve bilimsel yöntemler ışığında, alanında yetkin uzmanlar tarafından planlanmalı, uygulanmalı ve her aşaması denetlenmelidir. Restorasyon uygulamalarının, yapının özgün tarihi, estetik ve teknik özellikleri ile uyumlu olması ve uzun vadeli korunabilirlik sağlaması esastır. Ancak, yanlış planlanmış veya yetersiz denetlenen müdahaleler, yapının tarihsel kimliğine zarar vererek kültürel değerlerinin yitirilmesine yol açabilmektedir. Nitekim, özgün mimari öğelerin kaldırılması, yerlerine güncel estetik anlayışa göre tasarlanmış unsurların eklenmesi gibi uygulamalar, yapının ait olduğu dönem ve bağlamdan kopmasına neden olmaktadır. Bu tür olumsuzlukların önlenmesi için, restorasyon sürecinin ulusal ve uluslararası koruma mevzuatı çerçevesinde yürütülmesi, toplumun kültürel miras bilincinin artırılması, tarihi yapıların önünde, özgün halleri ve tarihsel bağlamlarını aktaran bilgilendirme panolarının bulunması, yerli ve yabancı ziyaretçilerin doğru bilgilerle yönlendirilmesi gerekmektedir. Uygulamaların yalnızca uzman restoratörler ve mimarlar tarafından yürütülmesi, sürecin sürekli denetime tabi tutulması ve tüm aşamalarda bilimsel koruma kriterlerine bağlı kalınması büyük önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Restorasyon, kültürel miras, koruma bilinci, tarihi yapı.

ABSTRACT

Restoration is an interdisciplinary process undertaken with the aim of preserving cultural heritage, safeguarding its original qualities, eliminating deteriorations, and, when necessary, adapting the structure to contemporary functions. This process must be planned, implemented, and supervised at every stage by competent experts, in accordance with international conservation principles and scientific methodologies. It is essential that restoration practices be compatible with the historical, aesthetic, and technical characteristics of the structure, while also ensuring long-term sustainability. However, poorly planned or inadequately supervised interventions may damage the historical identity of the structure, leading to the loss of its cultural values. Indeed, practices such as the removal of original architectural elements and the addition of components designed according to contemporary aesthetic trends may sever the building from its authentic period and historical context. In order to prevent such adverse outcomes, restoration processes must be carried out within the framework of national and international conservation legislation. Furthermore, it is necessary to enhance public awareness of cultural heritage, to install informative panels in front of historical structures that communicate their original state and historical context, and to ensure that both domestic and foreign visitors are guided with accurate information. It is of great importance that restoration works be conducted exclusively by professional restorers and architects, that the process be subject to continuous supervision, and that strict adherence to scientific conservation criteria be maintained at every stage.

Keywords: Restoration, cultural heritage, conservation awareness, historic building

GİRİŞ

“Restorasyon” terimi, Fransızca kökenli restaurer sözcüğünden türemiş olup “onarmak” ve “yenilemek” anlamlarını taşımaktadır. Mimarlık disiplindeki kullanımı ise, geçmişi olan yapıların onarılması, güçlendirilmesi ve mekânın tarihsel belleğine sadık kalınarak yenilenmesini ifade eder. Restorasyon yalnızca yapıyı inşa edildiği ilk döneme geri döndürmek değil; dini veya kişisel kaygılardan bağımsız olarak, süreç boyunca eklenmiş süsleme ve eklentilerin de yapının kimliğine uygun biçimde düzenlenmesini kapsar. Tarihsel süreçte pek çok yapı restore edilmiş, bazıları yeniden işlevlendirilerek bulundukları kentlerin kültürel yaşamına ve turizm potansiyeline katkı sağlamıştır. Bu bağlamdaö incelenecek örnekler Kocaeli’de yer alan Kapanca Sokak Projesi ve İstanbul’da yer alan Pertev Paşa Cami’dir.

İnsanlık tarihi boyunca farklı uygarlıklar, yapılarını korumak ve güçlendirmek amacıyla restorasyon faaliyetlerinde bulunmuştur. Kullanılan yöntemler yüzyıllar içinde gelişmiş, malzeme teknolojileri ve uygulama teknikleri sürekli evrim geçirmiştir. Özellikle Roma ve Bizans dönemlerinde, dönemin gelişmiş yapı malzemeleri ve ileri düzey inşaat teknikleri sayesinde restore edilen birçok yapı, kendi çağının ötesinde uzun ömürlü olmayı başarmıştır. Bu dönemlerde restorasyon yöntemleri sistematik olarak geliştirilmiş, sonraki yüzyıllara önemli bir miras bırakılmıştır.

19. ve 20. yüzyıllarda ise restorasyon anlayışı bilimsel ve teknik temellere dayandırılmış, yapının önceki tarihsel katmanlarına verilen önem artmıştır. Ancak her restorasyon uygulaması ideal koşullarda ilerlememektedir. Süreç öncesinde veya sürecin devamında yaşanan planlama eksiklikleri, denetim yetersizlikleri veya uygulama hataları, yapının özgün kimliğinin bozulmasına, tarihi dokusunun ve dönemine özgü estetik değerlerinin kaybolmasına yol açabilmektedir.

Yapının kimliğine uygun bir restorasyonun temel gerekliliklerinden biri, uygulama süresince kullanılacak yapı malzemelerinin mevcut strüktür ve estetik anlayışla bütünlük oluşturmaktır. Bu sürecin alanında uzman kişiler tarafından yürütülmesi ve ilgili kurumlarca düzenli olarak denetlenmesi, restorasyonun bilimsel doğruluk ve kültürel sorumluluk ilkelerine uygun biçimde tamamlanması açısından hayati öneme sahiptir.

RESTORASYON VE RÖLÖVE

Restorasyon kavramı, etimolojik olarak Fransızca restaurer fiilinden türemekte olup “onarmak” ve “yenilemek” anlamlarını taşımaktadır. Mimarlık disiplindeki bağlamı incelendiğinde ise restorasyon, yalnızca fiziksel bir onarım süreci değil; tarihsel değere sahip yapıların özgün niteliklerinin korunması, strüktürel bütünlüğünün güçlendirilmesi ve mekânın tarihsel belleğine sadık kalınarak yeniden işlevlendirilmesi amacına yönelik disiplinler arası bir müdahale biçimidir.

Restorasyonun kuramsal çerçevesi, farklı dönemlerde çeşitli yaklaşımlarla tanımlanmıştır. On ciltlik *Mimarlık Tarihi* eserinin yazarı Eugène Emmanuel Viollet-le-Duc, restorasyonu, koruma literatüründe tartışma yaratan şu ifadelerle tanımlamaktadır: “Bir yapıyı restore etmek, onu korumak, onarmak veya yeniden yapmak değil; belirli bir zamanda hiç var olmadığı biçimiyle eksiklerini tamamlayarak tam bitmiş bir yapı haline getirmektir” (Erim, 2007, s. 5). Bu tanım, restorasyonun yalnızca mevcut durumu muhafaza eden bir eylem olmadığını, aynı zamanda kuramsal olarak tasarlanmış ve kimi zaman özgün bağlamı aşan bir yeniden inşa sürecini de içerebileceğini göstermektedir.

Restorasyon anlayışının gelişiminin erken evrelerinde, temel hedef çoğunlukla anıtsal nitelikli yapıların korunması olmuştur (Erim, 2007, s. 5). Ancak günümüzde, yalnızca simgesel veya anıtsal yapılar değil; bulundukları çevrenin sosyo-kültürel ve mekânsal hafızasını yansıtan sivil mimarlık örnekleri de restore edilerek koruma altına alınmaktadır. Bu genişleyen kapsam, restorasyonun kültürel mirasın bütünsel korunmasındaki rolünü pekiştirmektedir.

Restorasyon süreci, birbirini tamamlayan ve bilimsel temellere dayanan çeşitli aşamalardan oluşur. Bunların başında gelen rölöve, yapının mevcut durumunun ayrıntılı biçimde ölçülerek belgelenmesi ve teknik çizimlerinin hazırlanması sürecidir. Rölöve, yorumdan arındırılmış, nesnel bir belgeleme çalışmasıdır ve ileride yapılacak tüm müdahalelerin teknik referans noktası olarak işlev görür.

Restitüsyon ise, yapının restorasyon sürecine girmeden önce özgün formuna ve tasarım bütünlüğüne en uygun şekilde yeniden kurgulanması amacıyla gerçekleştirilen araştırma ve

değerlendirme faaliyetleridir. Bu kapsamda, yapıya ait tarihî planlar, arşiv belgeleri, fotoğraflar, renk analizleri, malzeme örnekleri ve özgün işçilik detayları incelenir. Restitüsyon çalışmalarında temel ilke, mümkün olan en erken ve güvenilir kaynaklara ulaşmak olup; yazılı ve görsel belgelerin yetersiz olduğu durumlarda, alanın tarihsel bağlamına hâkim uzmanlar veya yerel aktörlerle yapılan sözlü tarih görüşmeleri devreye sokulur.

Bu kuramsal ve uygulamalı aşamalar, restorasyonun yalnızca teknik bir müdahale değil; aynı zamanda bilimsel doğruluk, kültürel sorumluluk ve tarihsel süreklilik ilkeleri çerçevesinde yürütülmesi gereken çok katmanlı bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır.

Restorasyonun Tarihsel Gelişimi

Restorasyon, bir yapının ya da eserin tarihi kimliğinden sapmadan onarılması ve bulunduğu döneme özgü özelliklerinin yeniden kazandırılması olarak tanımlanabilir. Arkeolojik kazılar sonucunda gün yüzüne çıkarılan çok sayıda eser ve yapıda, önceki dönemlere ait ek onarımların mevcut olduğu gözlemlenmektedir. Restorasyonun başlangıcı, yapı sanatının ortaya çıkışıyla birlikte değerlendirilebilirse de bağımsız bir disiplin olarak sistematik şekilde uygulanmaya başlanması 19. yüzyılda Avrupa’da gerçekleşmiştir (Erim, 2007, s. 4).

Restorasyon disiplinin Avrupa’da ortaya çıkmasının başlıca nedenlerinden biri, Antik Roma döneminde imparatorluğun hâkimiyet alanlarının genişlemesine paralel olarak fethedilen bölgelerde gerçekleştirilen onarım faaliyetleridir. Bu uygulamalar yalnızca yapılarla sınırlı kalmamış; yollar ve diğer altyapı unsurları da kapsanmıştır. Antik Roma’da yapılan bu onarımlarda, yapıların işlevselliği ve uzun ömürlü olması öncelikli hedefler olmuştur.

1789’da başlayan Fransız İhtilali, monarşiye karşı toplumsal tepkinin bir sonucu olarak ortaya çıkmış; Aydınlanma düşüncesi ve ekonomik krizle birleşerek halkın kitlesel ayaklanmalarına yol açmıştır. Bu süreçte kiliseler ve anıtlar dâhil olmak üzere çok sayıda yapı tahrip edilmiştir. Victor Hugo, bu döneme ilişkin olarak şu ifadeleri kullanmıştır: “*Biz bu ihtilali yaptık, ama binaların ne günahı var; binalar bizim hepimizin malı; binaları niçin yok ediyoruz?*” (Alanyurt, 2009, s. 21). Özellikle bakımsızlıktan dolayı yıkılma tehlikesi altında bulunan Notre Dame Katedrali’ne dikkat çekmek amacıyla, *Notre Dame’ın Kamburu* gibi edebi eserler kaleme alınmış; böylece edebiyat aracılığıyla mimari eserlerin tahrip edilmemesi gerektiği vurgulanmıştır (Alanyurt, 2009, s. 21).

Fransız İhtilali’nde zarar gören yapılar, uzun süre onarım görmeden harap durumda kalmıştır. 19. yüzyılda, Sanayi Devrimi’nin yarattığı teknik olanaklar ve Avrupa’da yükselen Gotik mimari akımının etkisiyle, eski yapıların onarımı yeniden gündeme gelmiştir. 1830’lu yıllarda başlayan “eskiye dönüş” hareketi, Ortaçağ mimarisinden esinlenen Gotik canlanma (Gothic Revival) akımını doğurmuştur. Bu dönemde, mukavemetini yitirmiş çok sayıda yapı restore edilmiş; en kapsamlı çalışmalar Fransa, İtalya ve İngiltere’de gerçekleştirilmiştir.

20. yüzyılda ise uluslararası düzeyde koruma standartlarının belirlenmesi amacıyla önemli adımlar atılmıştır. Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi (ICOMOS) bu amaçla kurulmuş; dünya mirasını oluşturan yapı ve eserlerin korunmasına yönelik denetim süreçleri sistematik

hale getirilmiştir. 1964 yılında Venedik'te düzenlenen Korumacı Mimarlar ve Teknisyenler Kongresi'nde kabul edilen Venedik Tüzüğü (*Venice Charter*), günümüzde de koruma alanında “anayasa” niteliği taşımaktadır (Alanyurt, 2009, s. 21). UNESCO'ya bağlı komisyonlar ve diğer koruma kuruluşları, koruma ve restorasyon uygulamalarına ilişkin kararlarını büyük ölçüde Venedik Tüzüğü'nün hükümlerine dayandırmış; ihtiyaç duyulan durumlarda ek maddeler önermiştir.

Türkiye’de Restorasyon Anlayışı ve Tarihsel Gelişimi

Türkiye, jeopolitik konumu nedeniyle tarih boyunca çok sayıda medeniyetin yerleşim alanı olmuş ve bu medeniyetlerden kalan önemli mimari mirasa ev sahipliği yapmıştır. Bizans, Ermeni ve Rum topluluklarının yanı sıra pek çok etnik ve kültürel grup, bu topraklarda kalıcı izler bırakmıştır. Türkiye, bu çok katmanlı tarihsel miras içinde en belirgin mimari zenginliğini Osmanlı İmparatorluğu döneminde yaşamıştır. Osmanlı döneminde yalnızca yeni mimari eserler inşa edilmemiş, aynı zamanda mevcut yapıların korunmasına ve onarılmasına yönelik çok sayıda restorasyon faaliyeti de gerçekleştirilmiştir.

16. yüzyılın ortalarında Mimar Sinan'ın yürüttüğü bazı restorasyon uygulamaları, dönemin koruma anlayışını yansıtan önemli örnekler arasında yer almaktadır. Uygulamalar arasında; 1559 yılında Rumeli Hisarı'nın iç ve çevresindeki düzensiz yapılaşmanın (gayri nizami ev ve dükkânların) temizlenmesi, 1572'de Zeyrek Camii (eski Pantokrator Kilisesi), Eski İmaret (eski Pantepoptes Kilisesi) ve Kalenderhane Camii'nin (eski Maria-Kiriotissa Kilisesi) iç mekân ve dış cephelerinin, dönem içinde eklenmiş müdahalelerden arındırılması ile 1573'te Ayasofya'nın onarılması ve çevresindeki uygunsuz eklerin kaldırılması sayılabilir (Alanyurt, 2009, s. 25).

Bununla birlikte, yapılan her restorasyonun başarılı olduğu söylenemez. Mimar Sinan, Ayasofya dâhil birçok yapıda önceki dönemlerde yapılan hatalı müdahaleleri düzeltmiş ve yapının tahrip edilmesini önlemek amacıyla çeşitli koruma kuralları getirmiştir. 16. yüzyıla ait Osmanlı arşiv belgelerine göre, Ayasofya'nın iç ve dış sütunlarının oyularak fırın, pencere ve tuvalet olarak kullanıldığı tespit edilmiş; bu duruma müdahale edilerek yapı korunmuştur.

16. yüzyılda Mimar Sinan, yalnızca mevcut anıtsal yapıların bozulmalarını onarmakla kalmamış, aynı zamanda bu yapıların korunmasını sağlamak amacıyla mekânsal koruma tedbirleri geliştirmiştir. Bu kapsamda, anıtsal yapıların çevresinde inşa edilecek yeni binaların, korunan eserlerden en az 5 metre; Ayasofya özelinde ise 35 metre uzaklıkta olması zorunlu kılınmıştır (Alanyurt, 2009, s. 25). Bu düzenleme, dönemin kentsel planlama anlayışı içinde, tarihi eserlerin görsel ve mekânsal bütünlüğünü koruma amacına hizmet eden erken dönem koruma stratejilerinden biri olarak değerlendirilebilir.

Osmanlı İmparatorluğu'nda kültürel mirasın korunmasına yönelik çalışmalar, yalnızca yapıların fiziksel tahribatına karşı değil, aynı zamanda taşınabilir kültür varlıklarının yasa dışı yollarla yurt dışına çıkarılmasına karşı da yürütülmüştür. Bu mücadelede öne çıkan isimlerden biri, 1881 yılında Müze-i Hümayun'un (İmparatorluk Müzesi) müdürlüğüne atanan Osman

Hamdi Bey olmuştur. Göreve başladıktan kısa süre sonra *Asar-ı Atika Nizamnamesini* (günümüz Türkçesiyle “Eski Eserler Tüzüğü”) revize etmiş; bu yasal düzenleme ile Osmanlı topraklarında bulunan arkeolojik ve tarihi eserlerin yurt dışına çıkarılması büyük ölçüde sınırlandırılmıştır. Bu süreç, yalnızca eserlerin fiziksel güvenliğini değil, aynı zamanda onarım ve bakım faaliyetlerinin kurumsal bir çerçevede yürütülmesini de sağlamıştır. Örneğin, 30 Ağustos 1922’de kazanılan Büyük Taarruz’un ardından, geri çekilen Yunan ordusu İzmir’i ateşe vermiştir. Bu süreçte, Amerikan Konsolosluğu, İzmir Lisesi’nin deposunda muhafaza edilen ve *Sardis* kazılarında elde edilen önemli arkeolojik eserleri New York Metropolitan Müzesi’ne göndermiştir. Bu gelişme üzerine Mustafa Kemal Atatürk, dönemin Müzeler Müdürü Halil Edhem Eldem’e söz konusu eserlerin iadesi için diplomatik girişimlerde bulunma talimatı vermiştir. Eldem’in yürüttüğü yoğun temaslar neticesinde, eserler 1924 yılında Türkiye’ye iade edilmiştir (Çetin, Uzun, Şay & Saraç, 2019, s. 113).

Cumhuriyet döneminde de kültürel mirasın korunmasına yönelik mücadele devam etmiştir. Cumhuriyet’in ilanıyla birlikte, kültürel mirasın korunması alanında daha çağdaş, bilimsel ve yenilikçi yaklaşımlar benimsenmiş; modern koruma sistemleri üzerine kapsamlı araştırmalar yapılmıştır. Osmanlı’dan devralınan koruma yapısı yeniden düzenlenmiş, Osmanlı eserleri ve mimarisine verilen önem artırılarak bu yapıların sistemli onarım ve bakım çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde onarılan eserlerin önemli bir bölümü günümüzde ülkemizin turizm gelirlerine ciddi katkı sağlamaktadır. Restorasyon faaliyetleri yalnızca mimari yapılarla sınırlı kalmamış; anıtlar üzerinde de kapsamlı çalışmalar yürütülmüştür. Bu kapsamda, anıtların sergilenebilmesi için farklı illerde yeni müzeler inşa edilmiş; mevcut müzelerin bakım ve onarımları gerçekleştirilmiştir.

Cumhuriyet döneminde arkeolojik kazı çalışmalarına da özel önem verilmiş, bu sayede çok sayıda yapı ve anıt günümüze kazandırılmıştır. Kültürel mirasın korunması amacıyla çeşitli kurumlar kurulmuş ve Türkiye, uluslararası kuruluşlara üye olarak bu alandaki iş birliğini güçlendirmiştir. Bu kurumlar arasında en önemlilerinden biri, Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu (GEEAYK) olmuştur. Kurulun faaliyete geçmesiyle birlikte, Cumhuriyet tarihinde kültürel mirasın korunmasında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir.

GEEAYK’nın aldığı en önemli kararlardan biri, tarihi yapıların korunması amacıyla bu yapılara işlev kazandırılması ilkesidir. Kurul, taşıyıcı sistemi zayıf olsa dahi tarihi eserlerin yıkılmaması; bunun yerine onarım ve güçlendirme çalışmalarıyla korunması gerektiğini vurgulamıştır. Ayrıca, korunması gerekli görülmeyen yapıların yıkımından önce rölövelerinin hazırlanarak kurula iletilmesi zorunluluğu getirilmiştir (Alanyurt, 2009, s. 27).

Koruma kararlarının hukuki metinlerde açık ve bağlayıcı biçimde yer almasına ve kurumsal yapıların oluşturulmasına rağmen, zaman içerisinde yürürlükteki mevzuatın yapısal sınırlılıkları nedeniyle kimi kararların uygulamaya geçirilemediği gözlemlenmektedir. Mevzuattaki eksiklikler, ülke genelinde pek çok önemli arkeolojik sit alanı, tarihi çevre ve sokak dokusunun korunması süreçlerinde gecikmelere yol açmıştır. Osmanlı ve Cumhuriyet dönemleri boyunca Türkiye, kültürel mirasını koruma amacıyla uluslararası kuruluşlara üye

olmuş, yabancı ülke mevzuatlarını incelemiş ve kendi bünyesinde çeşitli koruma kurumlarını ihdas etmiştir. Ancak bu çabalar her zaman beklenen düzeyde kurumsal ve pratik sonuçlar doğurmamıştır.

Türkiye'nin koruma mevzuatı açısından önemli dönüm noktalarından biri, 11710 sayılı Kanun'un yürürlüğe girmesini takiben yalnızca on yıl içinde, 1983 yılında çıkarılan 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu ile (Kanun, 1983) önceki düzenlemenin yürürlükten kaldırılmasıdır. 2004 yılında kabul edilen 5226 sayılı Kanun ile 2863 sayılı Kanun'da köklü değişiklikler yapılmış; "kültür varlığı" kavramı ilk kez Türkiye Cumhuriyeti mevzuatına açık bir tanımla yerleşmiştir. Bu değişiklikler arasında en dikkat çekici olanı, Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulunun yerine Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulunun oluşturulmasıdır.

2863 sayılı Kanun, taşınmaz kültür varlıklarının korunması ve onarımına ilişkin ayrıntılı hükümler içermektedir. Bu doğrultuda, ülke genelinde faaliyet göstermek üzere 117 adet Koruma Kurulu oluşturulmuştur. Ancak aynı yasa, taşınır kültür varlıklarının bilimsel anlamda korunması ve onarımına yönelik herhangi bir hüküm barındırmamaktadır (Çetin, Uzun, Şay & Saraç, 2019, s. 117). Yasanın temel amacı, kentsel tarihi yapıların ve doğal sit alanlarının etkin biçimde korunması ve yönetilmesidir. 2004 yılından günümüze kadar geçen süreçte, bu amacı desteklemek üzere farklı yasal değişiklikler yapılmış; ayrıca koruma süreçlerinde katılımcı yönetim ve yerel paydaşların sürece dâhil edilmesi esas alınmıştır.

RESTORASYON İLKELERİ İLE YANLIŞ RESTORASYON UYGULAMALARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Tarihi yapılar, barındırdıkları kültürel, sanatsal ve teknik değerler nedeniyle yalnızca fiziksel varlıklar olarak değil; toplumsal belleğin ve kimliğin taşıyıcı unsurları olarak da büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle restorasyon süreçlerinde temel amaç, yapının özgünlüğünü koruyarak uzun vadeli dayanıklılığını sağlamaktır. Restorasyonun kelime anlamı "aslına değiştirmeden onarmak" olup, bu tanım gereğince uygulamalarda yapının orijinal niteliklerini bozmadan, statüğünü güçlendirecek ve ömrünü uzatacak tekniklerin tercih edilmesi esastır. Yanlış veya bilinçsiz yapılan her müdahale, yapının geri dönüşü olmayan kayıplara uğramasına neden olabileceğinden, restorasyon süreci bilimsel ilkeler doğrultusunda yürütülmelidir.

Restorasyon Sürecinde Dikkat Edilmesi Gereken Temel İlkeler

Restorasyon sürecinde izlenmesi gereken temel ilkeler, yapının tarihsel kimliğini, estetik değerini ve malzeme bütünlüğünü korumayı hedefler. Camillo Boito'nun "Çağdaş Restorasyon İlkeleri" bu bağlamda önemli bir rehber niteliğindedir:

- Müdahaleler aşamalı biçimde düşünülmeli; önce sağlamlaştırma, gerekirse onarım ve son çare olarak restorasyon uygulanmalıdır.
- Yapıya yapılacak ilaveler yalnızca zorunlu olduğunda yapılmalı ve eserin özgün değerine zarar vermemelidir.

- Eksik veya tahrip olmuş bölümler, güvenilir belgeler ışığında, yapının malzeme ve doku bütünlüğüne sadık kalınarak tamamlanmalıdır.
- Estetik bütünlük korunmalı, gereksiz süsleme veya dönem dışı eklentilerden kaçınılmalıdır.
- Restorasyon süreci belgelendirilmeli, öncesi ve sonrası fotoğraflanmalı, projeler arşivlenmelidir.
- Müdahale tarihini ve bilgilerini içeren bir kitabe esere eklenmelidir (S. Tellioğlu ve B. Satıcı, 2023, s. 41).

Bu ilkeler ışığında restorasyon teknikleri ve uygulama sürecinde dikkat edilmesi gerekenler teknikler şunlardır:

Sağlamlaştırma, tarihi yapılarda hem taşıyıcı sistemin hem de dekoratif unsurların yapısal bütünlüğünü güvence altına almayı amaçlayan bir tekniktir. Bu süreçte temel ilke, yapının özgün kimliğine ve bütünlüğüne zarar vermeden müdahale edilmesidir (Tellioğlu & Satıcı, 2023, s. 41).

Bütünleme, zaman ve dış etkenler nedeniyle dayanımını yitiren yapı bölümlerinin, belgelere sadık kalınarak ve özgün malzeme ile uyumlu şekilde tamamlanması sürecidir. Temel ilke, yapının tarihî kimliği, dokusu ve malzeme özelliklerinin korunarak eksik kısımların aslına uygun biçimde bütünleştirilmesidir.

Yenileme, işlev ve bazı özelliklerini yitiren yapıların, yeni malzemeler kullanılarak yeniden işlevlendirilmesi sürecidir. Bu uygulamada temel ilke, kullanılan malzemenin hem estetik açıdan yapıya hem de kazandırılan yeni işleve uyum sağlamasıdır.

Yeniden Yapım, doğal afetler veya diğer nedenlerle ağır hasar gören yapıların, özgün malzeme ve kimliğine sadık kalınarak yeniden inşa edilmesi veya birebir kopyasının yapılması sürecidir.

Temizleme, tarihi yapıların cephe, süsleme ve diğer yüzey elemanlarının, mekanik (kristalize kum, su, manuel müdahale) veya kimyasal yöntemlerle, yüzeye zarar vermeden arındırılması işlemidir (Ahunbay, 1995, s. 71-73). Bu aşamada kullanılacak malzemelerin yüzeye zarar vermemesi esastır. Temizlik sonrası bakım ve onarım çalışmaları uygulanmalıdır.

Taşıma, bir yapının veya anıtın bulunduğu konumdan sökülerek, parçalarına zarar verilmeden başka bir alana aktarılması işlemidir. Bu süreçte, yapının malzeme özellikleri ve detaylarına hâkim uzman ekipler tarafından çalışmanın yürütülmesi hem yapısal hem de estetik bütünlüğün korunması açısından esastır.

Yanlış Restorasyon Uygulamaları ve Nedenleri

Yanlış restorasyon uygulamaları, tarihi yapıların özgün kimliğinde geri dönüşü olmayan tahribatlara yol açmakta; bu zarar, çoğu zaman doğal yıpranma süreçlerinden daha ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Maliyet kaygısıyla uzman olmayan ekiplerin tercih edilmesi, belgesel ve bilimsel verilerden sapılması, yapının mimari ve kültürel bütünlüğünü bozarak eserin değerini düşürmektedir. Bu durum yalnızca mimarlıkta değil, diğer sanat alanlarında da benzer

şekilde, özgün olmayan eklemeler veya müdahalelerle eserin bütünlüğünün zedelenmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır (Üner, 2006, s. 12).

Hatalı restorasyonun başlıca nedenleri şunlardır:

Yanlış malzeme seçimi ve uygulaması: Restorasyon uygulamalarında malzeme seçiminin, yapının özgün doku, teknik ve fiziksel özellikleriyle tam uyumlu olması zorunludur. Uyum göstermeyen malzemeler, eserin otantik değerini zedeleyerek geri dönüşü olmayan bozulmalara yol açabilir.

Tarihsel ve kültürel değerlerin ihmal edilmesi: Restorasyon sürecinde yapının tarihsel bağlamı ve kültürel önemi göz ardı edilerek gerçekleştirilen müdahaleler, eserin özgün kimliğinin bozulmasına ve anlam bütünlüğünün zedelenmesine neden olmaktadır. Bu tür uygulamalar, koruma ilke ve standartlarıyla bağdaşmayarak hatalı restorasyon riskini artırır.

Yetersiz araştırma ve bilimsel etüt eksikliği: Restorasyon uygulamalarına, yapının tarihsel arka planı, mimari karakteri ve teknik özelliklerine ilişkin kapsamlı, disiplinlerarası ve bilimsel temelli bir ön etüt çalışması yapılmaksızın başlanması; koruma ilkeleri, özgünlük ve bütünlük kriterlerinin ihlali riskini ciddi ölçüde artırmaktadır.

Alanında uzman ve disiplinler arası ekiple çalışılmaması: Arkeoloji, sanat tarihi, jeoloji ve restorasyon mimarlığı gibi disiplinlerde uzmanlaşmış profesyonellerin sürece dahil edilmemesi, bilimsel doğruluk ve özgünlükten sapmalara yol açarak eserin bütünlüğünü tehdit etmektedir. Disiplinler arası uzman ekiplerle yürütülen müdahaleler ise koruma biliminin temel ilkelerinden biri olarak kabul edilmektedir.

Yanlış restorasyon uygulamalarının nedenleri, doğrudan bu uygulamaların yol açtığı olumsuz sonuçların temelini oluşturmaktadır. Malzeme uyumsuzluğu, tarihsel ve kültürel bağlamın göz ardı edilmesi, yetersiz bilimsel araştırma ve uzman ekip eksikliği gibi faktörler; yapının özgün kimliğinin bozulmasına, estetik değer kaybına ve uzun vadeli yapısal risklerin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu bağlamda, aşağıda sıralanan sonuçlar, önceki bölümde belirtilen nedenlerin somut yansımaları olarak değerlendirilebilir.

Kültürel Mirasın Yitirilmesi: Yanlış restorasyon müdahaleleri, tarihi yapıların özgün niteliklerinin geri dönüşü olmayan biçimde ortadan kalkmasına neden olarak, kültürel mirasın korunmasını ciddi ölçüde güçleştirmektedir.

Estetik Değerin Bozulması: Hatalı restorasyon uygulamaları, yapıların mimari ve sanatsal bütünlüğünü zedeleyerek estetik değerlerinde kayba yol açmaktadır.

Yapısal Güvenliğin Tehlikeye Girmesi: Restorasyon sürecinde yapılan teknik hatalar, taşıyıcı sistemlerin bütünlüğünü olumsuz etkileyerek yapı güvenliğini riske atabilmektedir.

Ekonomik Yükün Artması: Yanlış uygulamalar sonucu ortaya çıkan hataların giderilmesi, ek onarım süreçleri ve ilave maliyet gereksinimleri doğurarak ekonomik yükü artırmaktadır.

Toplumsal Tepki ve İtibar Kaybı: Kültürel varlıklara verilen zarar, kamuoyunda olumsuz algı yaratmakta ve toplum nezdinde tepkilere yol açmaktadır.

Uzun Vadeli Dayanıklılığın Azalması: Uygunsuz restorasyon teknikleri, yapıların fiziksel ömrünü kısaltarak uzun vadeli koruma hedeflerini zayıflatmaktadır.

Yerel Ekonomiye Olumsuz Etki: Özellikle turizm potansiyeline sahip bölgelerde gerçekleştirilen hatalı müdahaleler, ziyaretçi sayısının azalmasına ve yerel ekonominin olumsuz yönde etkilenmesine neden olabilmektedir.

Yanlış Restorasyonların Önlenmesine Yönelik Stratejiler

Yanlış restorasyon uygulamalarının engellenmesi, doğrudan bu uygulamalara yol açan nedenlerin ortadan kaldırılmasıyla mümkündür. Tahribatın kaynakları, aynı zamanda alınması gereken önlemleri de işaret etmektedir. Bu bağlamda, “ben bilirim” anlayışından uzaklaşılması; eğitim, hukuki denetim ve mesleki standartlara verilen önemin artırılması, hatalı müdahalelerin önemli ölçüde azalmasını sağlayacaktır.

Tarihî eser bakımından zengin ülkelerde, özellikle Türkiye özelinde, kültürel miras bilincinin küçük yaşlarda kazandırılması amacıyla eğitim müfredatında sanat tarihi derslerinin kapsamı ve niteliği artırılmalıdır. Bu dersler, alanında yetkin uzmanlar tarafından verilerek, nesiller boyu devam eden koruma kültürünün temelleri atılmalıdır.

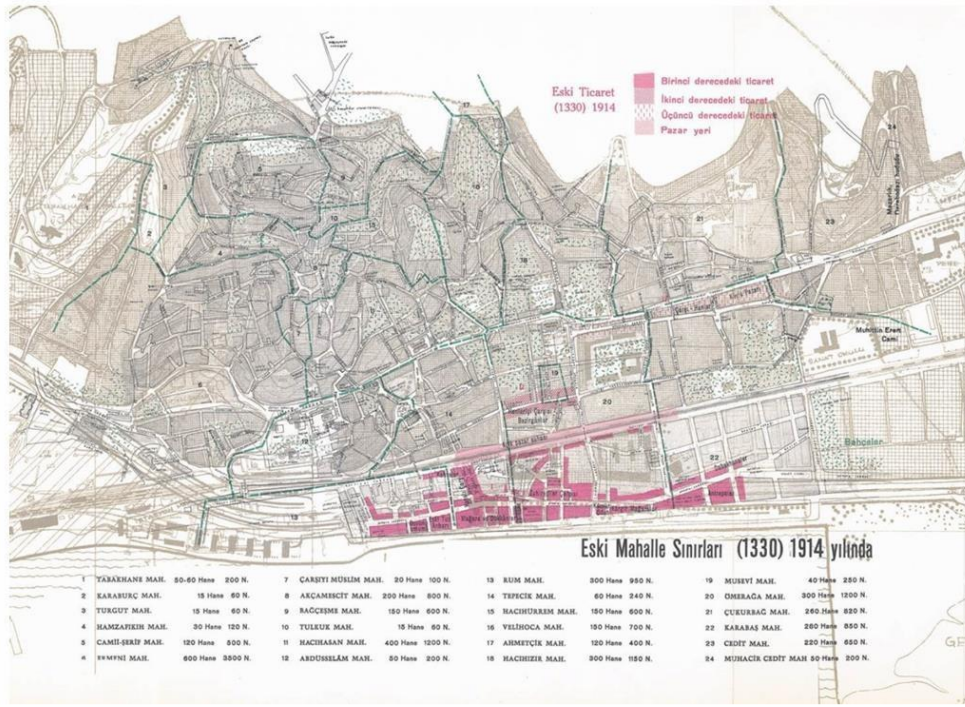
Restorasyon uygulamalarında temel ilke, yapının “eski hâline getirilmesi” değil, özgün niteliklerinin korunarak onarılması olmalıdır. Bu doğrultuda gerçekleştirilecek her müdahale, tarihsel belgeler ve bilimsel araştırmalar ışığında, yapının geçmişi ve özgün yapısal özellikleri hakkında kapsamlı bilgi sahibi olunarak yürütülmelidir.

Uygulama süreçlerinde her adımın özen ve titizlikle planlanması, hızlı ve plansız müdahalelerden kaçınılması büyük önem taşır. Tüm uygulamalar, alanında yetkin uzmanlarca denetlenmeli ve onaylanmalıdır. Bu denetim mekanizmaları, hataların erken aşamada tespit edilmesine ve gerekli düzeltmelerin zamanında yapılmasına olanak sağlar.

Restorasyonun başarısı, yalnızca teknik doğrulukla değil, aynı zamanda kullanılan malzemelerin kalite ve uyum düzeyi ile de doğrudan ilişkilidir. Yapı malzemelerinin doğru seçimi ve yerinde kullanımı, sürecin kalıcı ve güvenilir sonuçlar üretmesinde belirleyici bir unsurdur. Ayrıca, restorasyon ekibi içinde sürekli ve etkin iletişim kanallarının açık tutulması, sürecin bütünlüğünü koruyarak hatalı uygulamaların önüne geçilmesine katkı sağlayacaktır.

DOĞRU RESTORASYON ÖRNEĞİ: KAPANCA SOKAK

Arşiv belgelerine göre Kapanca Sokak, 20. yüzyılın başlarında, yaklaşık olarak 1914 yılı civarında “Ermeni Mahallesi” olarak tanımlanmıştır. Osmanlı kentleşme geleneğinde gayrimüslim toplulukların kendi mahallelerinde yoğunlaşmaları yaygın bir uygulama olup, bu mahalleler, nüfus yoğunluğunun belirli bir seviyeye ulaşması hâlinde bağımsız eğitim kurumları ve ibadethaneler inşa etme imkânına sahip olabilmekteydi.



Şekil 1. Kapanca Sokak Sınırları (İzmit Analitik Etüdları, 1970)

Kapanca Sokak'ın idari ve demografik statüsü, zaman içerisinde değişime uğramış; Ermeni Mahallesi olarak bilinen yerleşim dokusu, önce Kozluk Mahallesi, daha sonra ise Akçakoca Mahallesi sınırlarına dahil edilmiştir. Bu dönüşüm süreci, bölgedeki sosyo-kültürel yapının yeniden şekillenmesine paralel olarak gerçekleşmiştir.

Söz konusu yerleşim alanında, ilerleyen dönemlerde yapısal bozulma ve fiziki tahribatın artmasıyla birlikte, koruma odaklı kentsel müdahaleler gündeme gelmiştir. Bu kapsamda uygulanan “sokak sağlıklılaştırması” çalışmaları hem mevcut yapı stokunun restorasyonunu hem de kentsel estetiğin iyileştirilmesini hedeflemiştir. Bu müdahaleler neticesinde Kapanca Sokak, özgün mimari dokusunu kısmen koruyarak önemli bir kültürel miras unsuru ve turistik cazibe merkezi hâline gelmiştir.

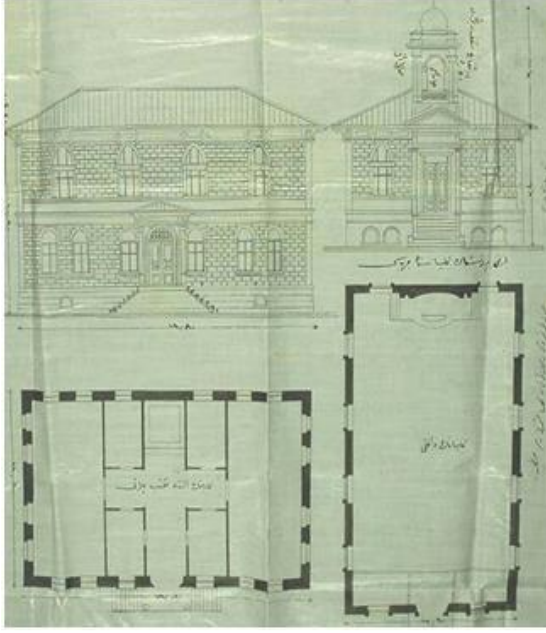


Şekil 2. Kapanca Sokak Fotoğrafları (Açıkgöz, 2025)

Sokak Sağıklaştırma Sürecinde Yeniden İşlevlendirme Uygulamaları

Sokak sağıklaştırma çalışmaları kapsamında, bölgedeki birçok yapı yeniden işlevlendirilerek kentsel yaşama kazandırılmıştır. Bu müdahalelerin temel amacı, âtil duruma düşmüş binaların fiziksel bozulma ve çürüme sürecini durdurarak, yapıları aktif kullanım alanlarına dönüştürmektir. Yeniden işlevlendirme yaklaşımı hem mevcut mimari dokunun korunmasına hem de yerleşim alanının sosyal ve ekonomik canlanmasına katkı sağlamaktadır.

Bu bağlamda en dikkat çekici örneklerden biri, geçmişte kilise olarak inşa edilmiş bir yapının eğitim işlevi kazandırılarak okul olarak kullanılmaya başlanmasıdır. Bu dönüşüm, yalnızca yapının fiziksel varlığını sürdürmesini sağlamakla kalmamış; aynı zamanda bölge halkının kültürel ve toplumsal ihtiyaçlarına cevap veren bir kamusal alan yaratmıştır.



Şekil 3. Kilise ve Erkek Okulu
(Kaya, Kolay 2008)



Şekil 4. Akçakoca Okulu Günümüz
(Açıkgöz, 2025)

Bölgedeki koruma ve yeniden işlevlendirme çalışmalarının bir diğer örneğini, yaklaşık 200 yıl önce Geç Osmanlı döneminde inşa edildiği değerlendirilen bir sarnıç oluşturmaktadır. Dıştan kare planlı ve tek katlı olarak tasarlanan yapı, taş ve tuğla malzemenin birlikte kullanıldığı duvar örgüsüne sahiptir ve yüzeyi toprak harç ile sıvanmıştır. Batı cephesinde yer alan, içe doğru girinti yapan ve üst kısmı basık kemerle sonlanan kare açıklık, ana giriş işlevini görmektedir. İç mekân kare formu olup yaklaşık 3 metre tavan yüksekliğine sahiptir; yukarıya doğru konkav biçimde daralarak yükselmektedir. İç yüzeyler tamamen beton sıva ile kaplıdır. Girişin tam karşısında oval biçimli bir açıklık yer almaktadır (Kültür Portalı, 2013).

2012 yılında İzmit Belediyesi tarafından gerçekleştirilen restorasyon çalışmaları, yapının özgün mimari özelliklerini koruyarak strüktürel bütünlüğünü sağlamayı hedeflemiştir. Restorasyon sonrasında sarnıç, yalnızca tarihi bir su yapısı olarak değil, aynı zamanda bölgenin kültürel belleğini yaşatan bir unsur olarak koruma altına alınmıştır. Bu müdahale, yapının fiziksel bozulma sürecinin durdurulmasının yanı sıra, yerel halk ve ziyaretçiler için kültürel bir değer taşıyan kamusal bir mekânın sürekliliğini sağlamıştır.



Şekil 5. Restore Edilmiş ve Koruma Altına Alınmış Sarnıç (Açıkgöz, 2025)

Kapanca Sokak ve çevresinde gerçekleştirilen koruma ve yeniden işlevlendirme uygulamaları içerisinde, özgün işlevini hâlen sürdüren ve tarihsel değeri ile öne çıkan yapılardan biri de Yumurtacı Hacı Hasan Camii'dir. 1631 yılında Hacı Hasan tarafından inşa ettirilen caminin mimarı kesin olarak bilinmemektedir. Yapının "Yumurtacı" olarak anılması, Hacı Hasan'ın yumurta ticaretinden elde ettiği gelir ile inşaatın finansmanını sağlamasından kaynaklanmaktadır. 1999 Marmara Depremi'nde yalnızca sınırlı düzeyde hasar gören yapı, halk arasında "helal para ile yapıldığı için yıkılmadı" şeklinde yorumlanmıştır. Ancak bu durumun asıl sebebi, yapının yüksek ve kayalık bir zemin üzerinde konumlanması, çok katlı olmaması ve strüktürel açıdan sağlam malzeme kullanımı, depreme karşı dayanıklılığını artıran temel etkenlerdir.

Kuzey-güney doğrultusunda dikdörtgen plan üzerine inşa edilen cami, arazinin eğimine uyum sağlamak amacıyla kademeli olarak yükseltilmiştir. Duvarları kâgir sistemde, tavan ve çatısı ise ahşap malzemeden yapılmıştır. Son cemaat mahalli, yapıya sonradan eklenmiştir. Batı cephesinde kaba yonu taş ile düzgün kesme taşın alması olarak kullanılması dikkat çekerken, kuzey tarafına yakın konumda orijinalliğini yitirmiş bir minare yer almaktadır. Doğu cephesi sıvalı olduğundan yapı malzemesi görünmemektedir. 2006 yılında onarımdan geçirilen cami, günümüzde de ibadet işlevini sürdürmekte olup iyi bir fiziksel durumdadır (Ayyıldız, 2024, s. 286).



Şekil 6. Yumurtacı Hacı Hasan Camii
(Açıkgöz, 2025)



Şekil 7. Yumurtacı Hacı Hasan Camii
(Ayyıldız, 2007)

YANLIŞ RESTORASYON ÖRNEĞİ: PERTEV PAŞA CAMİ (YENİCUMA)

Pertev Paşa Külliyesi, Osmanlı klasik dönem mimarisinin önemli örneklerinden biri olup, kurucusu Pertev Mehmed Paşa'dır. Köle olarak başladığı hayatında devlet kademelerinde yükselerek ikinci vezirlik makamına kadar ulaşan Pertev Mehmed Paşa, İzmit'te cami, imaret, hamam, kervansaray, sıbyan mektebi ve çeşmeden oluşan bir külliye inşa ettirmiştir. Bu mimari bütünlük, yalnızca bölgesel değil, aynı zamanda Osmanlı mimarlık tarihi açısından da dikkate değer bir yere sahiptir.

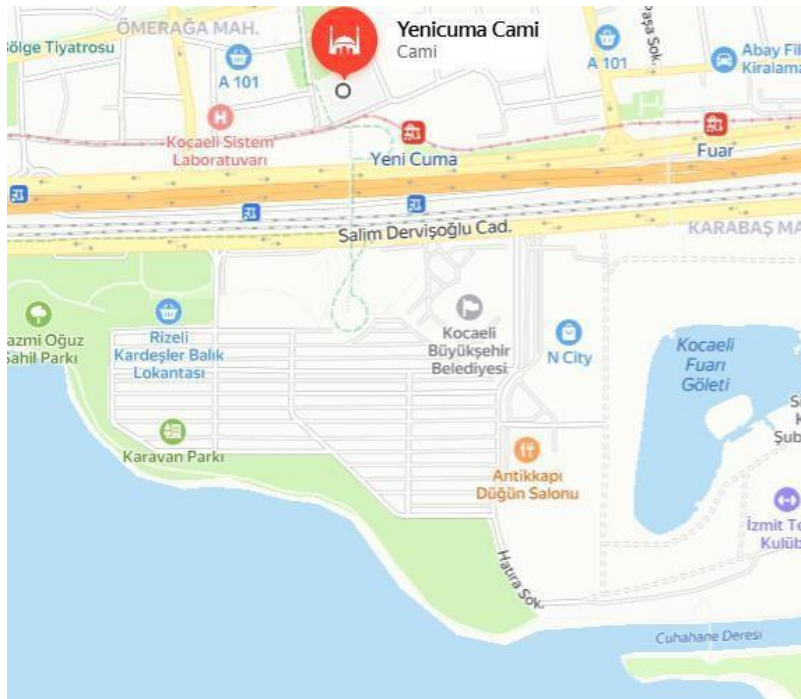
Külliyenin en önemli unsurlarından biri, mimarının dönemin başmimarı olan Koca Mimar Sinan olmasıdır. Pertev Paşa'nın 980 (1572) yılında vefat etmesinden sonra temeli atılan cami, 987 (1579) yılında tamamlanmıştır. Paşa, hayattayken yapının inşa sürecini yönetmek üzere kethüdası Sinan Ağa'yı müteveli ve bina emini olarak görevlendirmiş, mimari tasarım ve uygulama sorumluluğunu ise Mimar Sinan'a vermiştir.

Cami ve hamamın Mimar Sinan'a ait olduğu, dönemin önemli kaynakları olan *Tezkiretü'l Ebniye* ve *Tuhfetü'l Mimârîn* adlı eserlerde açıkça belgelenmiştir. Bu tarihî kayıtlar, külliye'nin Osmanlı mimarlık mirasında Mimar Sinan'ın eseri olarak kabul edildiğini kesin biçimde ortaya koymaktadır (Çapın & Kösten, 2020, s. 143).



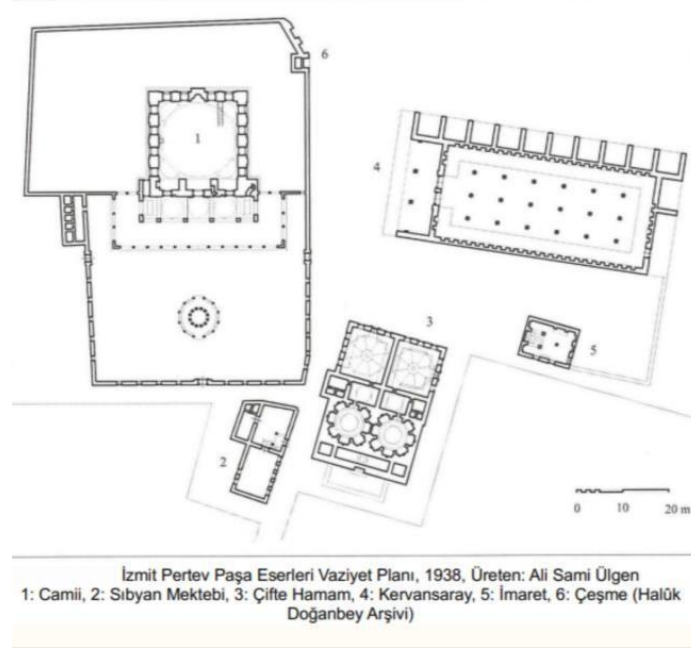
Şekil 8. Pertev Paşa Külliyesi (Çapın & Kösten, 2020)

Her ne kadar konum itibarıyla İstanbul'daki Ortaköy Camii ile benzer bir kıyı yerleşimine sahipmiş izlenimi verse de günümüzde Pertev Paşa Camii ile Marmara Denizi arasında yaklaşık on dakikalık yürüme mesafesi bulunmaktadır. Bu mesafe, zaman içinde gerçekleştirilen kıyı dolgusu çalışmaları sonucunda oluşmuştur. Deprem riski yüksek olan bir fay hattı üzerinde konumlanmasına rağmen, deniz dolgusu üzerine yoğun yapılaşma gerçekleştirilmiş; konut alanlarının yanı sıra ana ulaşım arterleri, alışveriş merkezleri, fuar alanları ve yüksek insan yoğunluğuna sahip diğer yapılar inşa edilmiştir. Bu durum, hem bölgenin özgün kıyı-mimari ilişkisini değiştirmiş hem de deprem güvenliği açısından tartışmalı bir kentsel dönüşüm örneği ortaya koymuştur.



Şekil 9. Pertev Paşa Külliyesi Google Harita Görüntüsü (Açıkgöz, 2025)

Döneminde bir külliye olarak inşa edilen Pertev Paşa Camii, bünyesinde cami, kervansaray, hamam, sıbyan mektebi ile çeşme-şadırvan ve su haznesinden oluşan su yapıları barındırmaktaydı. Günümüzde ise bu yapılardan yalnızca cami, şadırvan, çeşme ve su haznesi işlevini sürdürmektedir. Zaman içerisinde kervansaray yıkılmış ve yerine çok katlı konut-işyeri yapısı inşa edilmiştir.



Şekil 10. Pertev Paşa Camii Vaziyet Planı

A. Erdoğan'ın (1942, s. 235) aktardığına göre, “Kervansaraya konan konuklar için ocak başına her gün birer kantar odun verilmesini ve bunun İkinci teşrin ihtidasından şubat sonuna kadar dört ay devam etmesini ve yolcuların geceleri hayvanlarına iyi bakabilmeleri için halis iç yağından dökülmüş mum üleştirilmesini tembih eylemiştir. Kervansaray için bir aşçı, iki yamak, bir kilerci, bir vekilharç, bir nakipten mürekkep bir kadro yapılmasını ve bunlara verilecek ücretlerin miktarını birer birer tespit etmiştir. Vakfın varidatı arttıkça kazan, tencere vesaire icap eden kap kakak satın alınmasını ve bunların daima kalaylı tutulması hususunun tavsiyesini de unutmamıştır.”

Hamam yapısının kalıntıları günümüzde hâlen mevcut olup, sıbyan mektebi ise gerçekleştirilen onarımlar sonucunda özgün mimari özelliklerini yitirmiştir. Buna karşın, cami ve çeşme tarihsel niteliklerini korumayı başarmıştır. Tarihsel süreç içerisinde çeşitli onarımlar geçiren yapıya son müdahale, 1999 Marmara Depremi'nde zarar gören minaresinin restorasyonu ve caminin onarımı şeklinde yapılmıştır.

Serbest ve düz bir arazi üzerinde, kesme taş duvar örgüsü ile inşa edilen Pertev Paşa Külliyesi'nin merkezinde, kareye yakın planlı, tek kubbeli ve tek minareli cami yer almaktadır. Giriş cephesindeki son cemaat yeri, beş kubbe ile örtülü ve çift revaklı bir düzenlemeye sahiptir. Kubbe geçişi pendentiflerle sağlanmış, kare plandan kubbeye geçiş ise sekizgen bir ara planla

gerçekleştirilmiştir. Kubbe kasnağı 24 pencere ile aydınlatılmış olup, merkezi kubbe yarım kubbelerle desteklenmiştir. Yapının kuzey cephesinde harime taşan pilastırlar, batı, güney ve doğu cephelerinde ise sivri kemerli tromplar mimari açıdan dikkat çekici unsurlar arasında yer almaktadır (Kishalı, Bayraktar, Şener, 2019, s. 114).

Cumhuriyet dönemi sonrasında yapılan çevre düzenlemeleri, köprü inşasında görülen usulsüzlükler ve bu süreçte yapılan itirazların dikkate alınmaması, caminin denizle olan doğal bağlantısını koparmıştır. Kervansarayların yıkılarak yerlerine çok katlı konutların inşa edilmesi, külliye'nin bütüncül yapısını bozmuş; çevredeki yapılaşma, tarihi dokudan uzak, uyumsuz bir gelişim göstermiştir. Bu durum caminin silüet içinde görünürlüğü azaltmış, zamanla “Pertev Paşa Camii” adı halk arasında unutulmuş yerine “Yenicuma Camii” ifadesi yerleşmiştir. Böylece yapı, tarihsel süreçte yalnızca fiziksel öğelerinden değil, geleneksel adından da mahrum kalmıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan bilimsel araştırmalar, nitelikli bir restorasyon sürecinin kültürel mirasın korunması ve gelecek kuşaklara aktarılmasında belirleyici bir rol üstlendiğini ortaya koymaktadır. Buna karşın, hatalı veya yetersiz restorasyon uygulamaları, eserlerin özgün değerlerini zedeleyerek fiziksel ve estetik bütünlüklerinin bozulmasına yol açmakta; bazı durumlarda ise kültürel mirasın geri dönüşü olmayan biçimde yok olmasına neden olmaktadır. Bu durum, restorasyon faaliyetlerinin yalnızca teknik bir müdahale değil, aynı zamanda kültürel, tarihi ve toplumsal sorumluluk taşıyan bir disiplinler arası süreç olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Restorasyon projelerinin başarıya ulaşabilmesi için, alanında uzman mimar, restoratör, sanat tarihçisi, mühendis ve ilgili diğer disiplinlerden uzmanların sürece aktif biçimde dâhil edilmesi elzemdir. Müdahale sürecinde kullanılan tekniklerin, malzemelerin ve yöntemlerin yapının özgün niteliklerine azami derecede sadık kalacak biçimde seçilmesi; tarihsel bağlam, estetik bütünlük ve malzeme uyumu gibi kriterlerin titizlikle gözetilmesi gerekmektedir. Ayrıca, restorasyon sürecinin planlama aşamasından uygulama ve sonrasındaki koruma faaliyetlerine kadar her adımının şeffaf bir şekilde yürütülmesi, kamu denetimine açık olması ve yerel toplulukların sürece katılımının sağlanması, kültürel mirasın korunması açısından büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, doğru planlanmış ve bilimsel temellere dayandırılmış bir restorasyon yaklaşımı, kültürel mirasın sürekliliğini sağlamanın vazgeçilmez bir koşuludur. Buna karşılık, özensiz veya yanlış yöntemlerle yürütülen restorasyonlar yalnızca fiziksel bozulmalara yol açmakla kalmaz, aynı zamanda eserin tarihsel ve kültürel kimliğini de geri dönülmez biçimde tahrip eder. Dolayısıyla, uzmanlık, özgünlük ve katılımcılık ilkelerinin restorasyon politikalarının merkezinde yer alması hem mevcut kültürel varlıkların korunması hem de bu mirasın gelecek kuşaklara aktarılabilmesi bakımından hayati önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahunbay, Z. (1996). Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon. Yem Yayınevi, 71-73, İstanbul.
- Alanyurt, U. (2009). Türkiye'de Koruma ve Onarım Üzerine Analiz. Masrop, (4).
- Ayyıldız, S. (2024). İzmit Kent Kimliği ve Osmanlı Döneminden Günümüze Kalan Camiler, Mescitler. Online Journal of Art & Design, 12(3).
- Çapın, Z. K., & Kösten, E. Y. (2024). Bir Kara ve Kıyı Kenti Düğümü Olan Pertev Paşa Külliyesi'nin Yeniden Görünür Kılınması İçin Eleştirel Bir Yaklaşım. Mimarlık ve Yaşam, 9(1), 135-167.
- Çetin, C., Uzun, K., Şay, S., & Saraç, E. (2019). Türkiye'de Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım: Başkent Meslek Yüksekokulu Örneği. Ankara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi, 1(1), 99-141.
- Erdoğan A. (1942). Pertev Paşa'nın Hayatı ve Eserleri.
- Erim, M. (2007). Türkiyedeki Restorasyon Çalışmaları ve Restorasyon İşletmelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış). Çağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Mersin.
- Kaya, Ş., & Aktuğ Kolay, İ. (2009). İzmit'teki Azınlık Yapıları. İtü Dergisi/B, 5(1).
- Kishali, E., Bayraktar, N. T., & Şener, M. (2019). Kocaeli Tarihi Cami Örnekleri Üzerinden Planlı Koruma Kapsamında Hasarsız Test Uygulamaları: Çoban Mustafa Paşa Camii, Fevziye Camii ve Pertev Paşa Camii (1). METU JFA, 1, 107.
- Tellioğlu, S., & Satıcı, B. (2023). Tarihi Yapılarda Restorasyon Tekniklerine Göre Uygulanacak Malzemelerin Belirlenmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi, 6(1), 37-49.
- Türkiye Kültür Portalı (2025). Kültür Envanteri Anıt: Sarnıç, Kocaeli. [Çevrim-içi: <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/kocaeli/kulturenvanteri/sarnic947325>], Erişim Tarihi: 15 Ağustos 2025
- Ürer, H. (2006). Tarihi Eser Restorasyonu. Sanat Tarihi Dergisi, 15(2), 129-136.

TRENDS AND PROSPECTS FOR THE PROCESSING OF TEXTILES WITH NATURAL PLANT EXTRACTS

PhD. Saltanat Sabyrkhanova¹

South Kazakhstan University named after M. Auezov, Higher School 'Textile and Food Engineering', Kazakhstan, Shymkent.
ORCID NO: 0000-0002-7665-0099

Assoc.Prof. Bozacı Ebru

Ege Üniversitesi, Textile Engineering Faculty, Turkey, Izmir
ORCID NO: 0000-0002-0007-1904

Assoc. Prof. Yeldiyar Gulzinat

South Kazakhstan University named after M. Auezov, Higher School 'Textile and Food Engineering', Kazakhstan, Shymkent.
ORCID NO: 0000-0002-7459-0870

ABSTRACT

The dye obtained from plants is used in dyeing and finishing products of the light and textile industries. The aim of the research work is to analyze the trends and prospects for the development of environmentally friendly methods of processing textiles using natural extracts, which will reduce chemical pollution caused by the textile industry, reduce agro - waste and create a sustainable and environmental approach in the textile industry. Further research and development of technologies based on natural plant extracts raises questions about the search for dyes or semi-products to obtain them from environmentally "soft", naturally renewable resources. The current level of development of the textile industry the range of fibers used for the production of textile materials requires in-depth research on ways to isolate dyed compounds, determine the composition of extracts, and find optimal dyeing conditions in order to develop a technology for using natural dyes. The various properties of natural extracts as valuable sources of biologically active compounds have not been comprehensively studied, and this is due to the fact that at present traditional use continues, mainly produced as waste or burned for heating. But this continues to affect environmental pollution, as well as remain of low useful value. Therefore, the preparation of a new effective processing technology for obtaining semi-finished products and targeted materials from natural extracts is of environmental and scientific and economic importance. In this paper, research on natural extracts of plant origin used in the processing of textile materials at the global level in recent years has been analyzed and the main plant sources, extraction methods,

¹ Corresponding author.

properties affecting textile material, environmental and economic advantages and limitations, as well as research discoveries and future prospects have been considered.

Keywords: Textile Engineering, Natural Resources, Dyes, Natural Dye Extraction, Finishing Methods, Textile Materials.

INTRODUCTION

In order to solve some environmental problems associated with synthetic toxic dyes, due to the growth of messages in the field of green chemistry, the main focus is on the preparation of environmentally friendly dyes, an alternative to some synthetic dyes. This is because natural extracts can provide textiles with valuable safe and functional properties (Santiago et al., 2023). Extracts of natural plant origin are widely studied in the textile industry, being considered as an environmentally friendly alternative. Although plant-derived dyes have been used for a long time, their color types are limited, and the dye strength is sometimes low, so it has not yet gained wide popularity in industry. However, natural dyes are valuable for their non-toxic, regenerative, biodegradable properties and safety for the environment (Alegbe et al., 2024). Water, and energy costs for paintwork materials, as well as recycling dye production waste, are a serious problem for fabric manufacturers. Most of the fabric produced is dyed with active dyes due to the high degree of fixation. The reason for the widespread use of synthetic dyes is that they have a wide color gamut, in addition, the use of these dyes allows you to get very rich colors. But the fact that their toxicity negatively affects all levels of survival has led to the concern of environmentalists. The technological process of finishing production is very toxic. These dyes are the most environmentally friendly. This is because tap water contains sodium chloride or sulfate in high concentrations, dye residues in a hydrolyzed form, alkaline and insoluble solid particles (Singh et al., 2020, Kant et al., 2012, Allegre et al., 2006).

Dyeing textile materials using environmentally safe clean materials and textile-auxiliary substances is one of the ways to develop "green" technology. A number of works by well-known Kazakhstan authors provide data on the level of pollution of wastewater from dye production by traditional methods and ways to reduce the level of pollution of wastewater. Author Sojin Kim and Lyoni Kim described the use of nettle extract as a coloring agent. The study showed that viscose and wool fibers had the highest dye intensity compared to cotton fibers. Some natural dyes can not only dye fabrics in unusual and elegant colors, but also give them antibacterial and UV protection functions (Mongkhorrattanasit et al., 2011). Antimicrobial properties were revealed when cotton fabrics were treated with Octimum Sauctum plant extracts and pomegranate stalks (Sathianarayanan et al., 2010). When studying

the properties of a natural dye obtained from *Macaranga peltata* Wood, the degree of adsorption of the dye increased with the introduction of cation additives $Al^{3+} > Ca^{2+} > Na^{+}$ (Vinod et al., 2010). A study examined dyeing cotton fabrics with thyme and pomegranate peels without treating them with salt heavy metals that pollute the environment and determined the strength, antimicrobial properties of the dye, and the color of the fabric after dyeing (Davulcu et al., 2014). Ayyoob et. al., demonstrated the high effect of antimicrobial finishing of cotton fabric with a mixture of nima and aloe plant extracts in antimicrobial finishing works. The processed fabric is resistant to multi-washing and retain antimicrobial properties, has environmental processing and simple technology (Khurshid et al., 2015). Silk and cotton fabrics were dyed in different compositions by a combination of three dyes from *Acacia catechu*, *Alkanna tinctoria* and *Curcuma longa* by up to 800 non-toxic suction methods (Jose et al., 2017).

Plant extracts for dyeing and printing textile materials in the Republic of Kazakhstan demonstrate their significant potential in the context of the sustainable development of the textile industry (Sabyrkhanova, et al., 2014). The diverse color palette, unique properties and wide range of applications of the resulting dyes make them valuable assets for the pursuit of sustainable practices in the textile industry and textile production. Recommendations for the use of natural dyes, especially in regions where maximum environmental friendliness of materials is important, in the production of clothing for the sick, especially for consumers with high allergic sensitivity, children's clothing, shoes and other items, as well as exclusive textiles, indicate the need to develop the production of natural dyes.

Plant extracts are a renewable resource, and the processes of its cultivation and dye production have the least impact on the environment. It also has unique properties such as UV protection, antibacterial activity and antistatic properties that add value to textiles. This issue has not been fully studied and is currently a relevant topic at the world level (Alegbe et al., 2024, Arora et al., 2017, Ford et al., 2021).

In order to obtain dyes, optimize dyeing methods, increase color fastness and fully realize their potential in the textile industry, additional research and development is needed to expand the range of dyes obtained.

The technology of extraction of coloring substances from plant raw materials has been intensively improved in recent years. According to the traditional method, the plant part is dried, ground and a dye solution is prepared by boiling or long-term sedimentation in water or organic solvents (ethanol, acetone, etc.). This is a simple method, but sometimes time-consuming and requires high temperatures and a lot of solvent to completely separate the dye

(Das, 2024). Therefore, researchers are introducing new ways of extraction that are more effective.

In the ultrasonic extraction method, plant raw materials are subjected to ultrasonic waves inside the solvent [Banna et al., 2023, Adeel et al., 2020, Pizzicato et al., 2023]. Ultrasonic assisted extraction can significantly increase the dye yield and shorten the process time compared to the traditional method. This fact that it can be carried out at low temperatures is effective for heat-sensitive pigments (Banna et al., 2023, Adeel et al., 2020). Microwave extraction is a method of heating vegetable raw materials using microwave energy. Microwave rays can directly heat the solution and bring it to a high temperature in a very short time. The efficiency of this method is high, as the extraction time is reduced and energy is saved as the heat is distributed quickly and evenly throughout the volume (Pizzicato et al., 2023, Chaturvedi et al., 2018, Akhtar et al., 2019, Gardossi et al., 2010). In the enzymatic extraction method, the dye is extracted by processing the plant material with special enzymes. This method does not use organic solvents, that is, environmentally safe technology (Saxena et al., 2014, Hou et al., 2013, Tiwari et al., 2010). The advanced method that is currently in use is the supercritical liquid extraction method (SFE). In this method, gaseous liquids are used as solvents (Gupta et al., 2004, Shibly et al., 2023), supercritical CO₂, due to its high fluidity and solvent capacity, quickly penetrates into plant tissue, and the extract is obtained dry (Wizi et al., 2018, <https://india.mongabay.com>). However, this method is more expensive from an economic point of view due to the fact that it requires special equipment and high pressure [Pizzicato et al., 2023, Da Silva et al., 2016, Abou Elmaaty et al., 2018]. The fermentation method is used to separate some dyes. In addition, combined methods are also being studied. Methods of sonication of a pre-treated plant with enzymes or the joint use of ultrasound and microwaves increase the efficiency of extraction.

The main environmental advantage of using natural plant extracts in textiles is safety and sustainability. First, plant dyes are obtained from renewable sources of raw materials (plants grown annually, agricultural waste), and therefore do not require fossil resources. Secondly, these dyes are easily biodegradable, which means that when you dispose of dyed fabrics or dye residues, pollutants that pose a danger to the environment do not accumulate (Alegbe et al., 2024). Thirdly, many natural dyes themselves are known to have beneficial properties for human skin – antiallergenic, antioxidant, anti-inflammatory effects. They are also promoted as healing textiles or medicinal clothing (Calis et al., 2009, Gupta et al., 2004). After dyeing with synthetic dyes, the waters may contain harmful toxic substances (decomposition products of azobolants, heavy metal complexonates (Yadav et al., 2023). And since plant

extracts are mainly safe Organics, the load on the exhaust water treatment plants after the dyeing process is lightened. The next environmentally effective point is the use of waste. Many plant dyes can be obtained from production and consumption waste. For example, onion peels, pomegranate peels, tea production waste, tree bark, etc. you can make dyes from waste materials and turn them into useful products (Shibly et al., 2023). This contributes, firstly, to the reduction of garbage, and secondly, to the saving of raw materials consumption. For example, corn cob leaves, green walnut shells, coffee grounds ash, etc. studies that stained textiles with household waste are known and have received positive results. The use of sorghum crop husk as a dye helps to avoid harmful substances that can arise from burning it (Wizi et al., 2018).

Natural dye production is also environmentally and socially profitable as a small local business. By collecting and processing wild herbs or crop residues growing in rural areas, the villagers will have an additional income, the opportunity to revive the national craft. This type of coloring corresponds to the concept of SLOW FASHION (long-wearing, conscious fashion), because clothes dyed using natural coloring often require a lot of effort, combined with local crafts, but each product has its own unique feature.

There are some difficulties and limitations in the introduction of natural plant dyes into a large-scale industry. The first problem is the issue of raw materials. The annual dye demand of the entire world textile industry will exceed 3 million tons, and a large amount of plant raw materials will be required to fully ensure this. In such volumes, land, water, and labor resources necessary for growing plants are likely to be beyond the capabilities of modern agriculture. Taking into account the fact that most of the arable land is focused on providing the population with food, the opening of special plantations for the production of dye creates the dilemma "turning the land from food to dyes". Second, massive plant harvesting can affect the ecosystem-excessive harvesting of a plant with a specific color can lead to the extinction of this species or a violation of the biological balance. In general, the complete transition to natural dyes should not threaten Biological Diversity and agrarian sustainability. Therefore, research scientists are considering such ways as the use of waste, the use of fast-growing weed species, and the introduction of alternative crops into the crop rotation. Even economically, natural dye is more expensive than synthetic (<https://india.mongabay.com>, <https://fashion.sustainability-directory.com>).

Current innovations in the dyeing process (ultrasonic, microwave fast dyeing methods, new viscous dyeing pastes) are paving the way for the streamlining of the technological process

(Adeel et al., 2020). Over the past 5 years, the theme of natural dyes has been revived and several new research areas have been identified:

1. Search for new plant sources and agricultural resources. Research scientists are studying and examining local plants of the regions and working to determine the prospects for staining 15. Wild plants, food and drug production residues (fruit residues, leaves, shells, etc.) that have not been used for staining until now are being studied. So far, there are studies in which the dye was obtained from avocado seeds, mango peel, algae, mushrooms. The trend of the 2020s was waste-to-dye, that is, to turn garbage into dye. In this direction, studies have been conducted that provide for the full use of pine bark, pistachio bark, coffee grounds and tea grounds. As a result of such searches, the goal is to expand the raw material base of dye and reduce production costs (Alegbe et al., 2024).

2. Improve the extraction and dyeing technology. Ultrasound, microwave, enzyme methods have become the core of many experimental works in recent years. In the literature review published in 2018-2024, new approaches to the extraction of natural dyes were discussed in detail and proved to prevail over traditional methods (Adeel et al., 2020). Scientists are using statistical experiments to find optimal extraction parameters (temperature, time, solvent composition), and adapt an individual approach to each plant species. At the same time, methods of impregnation of dye directly on the fabric (by ultrasound) have also passed practical tests. The purpose of extraction and technology improvement is to save energy and water, speed up the process and complete automation. Some of the new machines are equipped with ultrasound dye applications and there are experiments in which results are obtained, up to the completion of staining in 30-60 minutes (Banna et al., 2023).

3. Multi-functional presence of dyed textiles. Recent research is paying special attention not only to the color properties of natural dyes, but also to the additional functional properties that the dye gives to fabrics (Santiago et al., 2023, Sabyrkhanova et al., 2023). One of them is antimicrobial finishing. We see an increase in the demand for antimicrobial and virus-betalytic fabrics in the last 5 years due to the COVID-2019 pandemic. In this regard, scientists are creating "bioactive" textiles using silver, copper nanoparticles in combination with dye extracts of natural plants (Darwesh et al., 2024). One of them is that by adding turmeric and silver, saffron and zinc, the fabric is able to kill bacteria, fungi and some virus species by adding turmeric and silver, saffron and zinc, one of them is the fabric's ability to kill bacteria, fungi and some virus species (Hussein et al., 1997, Machado et al., 2003, Cardamone et al., 2002, Thiry et al., 2001, Sarkar et al., 2001, Hossain et al., 2024). Some manufacturers have already started producing special sunscreen clothing with natural coloring. Depending on each

plant species, the smell is also being studied as a new direction, for example, fabrics dyed with plants such as lavender, rose, mint emit a pleasant soft aroma and the possibilities of aromatherapy effect are being studied.

4. Environmentally friendly mordants and auxiliary materials. Many innovations are aimed at turning even Auxiliary chemicals in the natural dyeing process into natural ones. For example, instead of metal salts, biomordants are presented, that is, plant tannins, soy bean protein, chitosan, algae polysaccharides (Pranta et al., 2024, López-Rodríguez et al., 2024). Biomordants increase the ability of dyes to attach to the fabric and make an antibacterial contribution. In his research, the author found that when dyeing cotton, chitosan pre-formed a strong complex in the fiber with the dye. Similarly, the fruit of Harda (*Terminalia chebula*), a tannic substance that has long been in use when dyeing cotton, linen, is being reused as a biomordant (Arora et al., 2017). It pre-processes the fabric and can influence the dye palette as it gives it a yellowish color. The latest innovative approach is to use ecological Mordant and incorporate its color into the design as well, that is, Harda mordant gives a light yellow color to cotton fabric, green if indigo is added on top of it, and brown if Marena is added.

5. Application of Microcapsulation and coating technology. One new method of fixing dye to fabric is microcapsules and polymer coatings. The plant extract can be applied evenly to the surface of the fabric by inert microcapsulation and slowly released after a certain time. This method is especially used in clothing for medicinal purposes. In addition, hybrid systems with inorganic nanoparticles are being studied to stabilize natural pigments (López-Rodríguez et al., 2024). Studies have been conducted on the fixation of dye on the fabric by forming nanoparticles, as a result of which a layer of transparent cellulose or silica is applied over the dyed fiber, which increases the resistance of the fabric to external influences without discoloration.

There are several technical difficulties in considering solutions for embedding natural plant extracts in textiles. One of them is the improvement of color fastness and range. Future research will focus on improving environmentally friendly ways to fix dye. Natural fasteners that form covalent bonds on the surface of the fiber are being studied, for example, plant acids with multifunctional groups. They can replace synthetic fixers. There is a prospect of combining different natural dyes to expand the color range. It is possible to achieve complex colors that were not previously achieved by dyeing the fabric layer by layer with several dyes (Santiago et al., 2023). With this approach, it is possible to eliminate the disadvantage of missing colors in the natural palette. In addition, new color pigments can be synthesized by

chemical transformation of natural dyes, that is, by interacting with enzymes and changing the color.

Standardization and certification is an area where attention will be paid in the future. At the same time, some international environmental standards (GOTS - Global Organic Textile Standard, Bluesign) welcome the use of natural dyes, but there is a need to check the composition, harmlessness of natural dyes. Given that each plant extract contains a different compound, it is necessary to assess their long-term effect on the skin. In the future, it is possible to create a toxicological profile of each natural dye and establish a system of official authorization for use. This is because some plants may contain heavy metal or pesticide residues.

Biology and synthetic biology are also a great field of opportunity. It has been proven that some natural dyes can be obtained with microorganisms without growing the plant itself. With genetic engineering methods, bacteria can synthesize enzymes that produce IndiGo. Currently, the production of indigo is established, for example, a modified E.coli bacteria produce indoxyl from glucose, which is converted into IndiGo in the air. The production of similar dyes by enzymatic means is being studied. Although these technologies are still in the early stages, it is expected that in the future they will create conditions for obtaining plant dyes that germinate in enzymes. This solution reduces the dependence of land and climate and can provide a stable yield throughout the year.

CONCLUSION

In conclusion, the processing of textiles with natural extracts of plant origin is one of the most relevant trends for modern society, striving for Sustainable Development. Scientific research carried out over the past five years suggests not only the ecological priority of natural dyes, but also specific ways to effectively use them in production. Many new plant sources and advanced technologies have appeared, but there are also unresolved problems: economic stability, uniformity of product quality, adaptation to the scale of industry. Together with research scientists and engineers, designers and environmentalists, there can be many innovations in this area. The revival of natural dyes, along with the restoration of this tradition, is combined with the achievements of Science and technology, turning the textile industry in a safe and beneficial direction for humans and the environment. The results of the latest study will also serve as proof of this. Fabrics dyed with natural plant extracts, in addition to giving the desired color, acquire antimicrobial, UV-protective, healing properties. In the future, it is clear that research in this area will pave the way for a new era of environmentally friendly and innovative textile production

Acknowledgements

This research was funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP25793771 Development of environmentally friendly textile processing technology and the use of tansy and walnut agro-waste)

Data Availability Statement

The authors confirm that the data supporting the findings of this study are available within the article.

REFERENCES

- Abou Elmaaty, T., & Abd El-Aziz, E. (2018). Supercritical carbon dioxide as a green media in textile dyeing: A review. *Textile Research Journal*, 88(10), 1184-1212.
- Adeel, S., Habib, N., Arif, S., ur Rehman, F., Azeem, M., Batool, F., & Amin, N. (2020). Microwave-assisted eco-dyeing of bio mordanted silk fabric using cinnamon bark (*Cinnamomum Verum*) based yellow natural dye. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 17, 100306.
- Akhtar, I., Javad, S., Yousaf, Z., Iqbal, S., & Jabeen, K. (2019). Microwave assisted extraction of phytochemicals an efficient and modern approach for botanicals and pharmaceuticals. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, 32(1).
- Alegbe, E. O., & Uthman, T. O. (2024). A review of history, properties, classification, applications and challenges of natural and synthetic dyes. *Heliyon*, 10(13).
- Allègre, C., Moulin, P., Maisseu, M., & Charbit, F. (2006). Treatment and reuse of reactive dyeing effluents. *Journal of membrane science*, 269(1-2), 15-34.
- Arora, J., Agarwal, P., & Gupta, G. (2017). Rainbow of natural dyes on textiles using plants extracts: Sustainable and eco-friendly processes. *Green and Sustainable Chemistry*, 7(1), 35-47.
- Banna, B. U., Mia, R., Hasan, M. M., Ahmed, B., & Shibly, M. A. H. (2023). Ultrasonic-assisted sustainable extraction and dyeing of organic cotton fabric using natural dyes from *Dillenia indica* leaf. *Heliyon*, 9(8).
- Calis, A., Çelik, G. Y., & Katircioglu, H. (2009). Antimicrobial effect of natural dyes on some pathogenic bacteria. *African Journal of Biotechnology*, 8(2).
- Cardamone, J. M. (2002). Proteolytic Activity of *Aspergillus flavus* on Wool. *AATCC review*, 2(5).

- Chaturvedi, A. K. (2018). Extraction of nutraceuticals from plants by microwave assisted extraction. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 9(1), 31-35.
- Da Silva, R. P., Rocha-Santos, T. A., & Duarte, A. C. (2016). Supercritical fluid extraction of bioactive compounds. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 76, 40-51.
- Das, S., & Roy Maulik, S. (2024). Recent approaches and advancements in natural dyes. *Natural Dyes and Sustainability*, 63-78.
- Darwesh, O. M., Marzoog, A., Matter, I. A., Okla, M. K., El-Tayeb, M. A., Aufy, M., ... & Abdel-Maksoud, M. A. (2024). Natural dyes developed by microbial-nanosilver to produce antimicrobial and anticancer textiles. *Microbial Cell Factories*, 23(1), 189.
- Davulcu, A., Benli, H., Şen, Y., & Bahtiyari, M. İ. (2014). Dyeing of cotton with thyme and pomegranate peel. *Cellulose*, 21(6), 4671-4680.
- Ford, B. M., Stewart, B. A., Tunbridge, D. J., & Tilbrook, P. (2021). Paper chromatography: An inconsistent tool for assessing soil health. *Geoderma*, 383, 114783.
- Gardossi, L., Poulsen, P. B., Ballesteros, A., Hult, K., Švedas, V. K., Vasić-Rački, Đ., ... & Halling, P. J. (2010). Guidelines for reporting of biocatalytic reactions. *Trends in biotechnology*, 28(4), 171-180.
- Gupta, D., Khare, S. K., & Laha, A. (2004). Antimicrobial properties of natural dyes against Gram-negative bacteria. *Coloration Technology*, 120(4), 167-171.
- Hossain, M. M., Islam, T., Jalil, M. A., Rakibuzzaman, S. M., Surid, S. M., Zabed, M. R. I., ... & Hossain, S. (2024). Advancements of eco-friendly natural antimicrobial agents and their transformative role in sustainable textiles. *SPE Polymers*, 5(3), 241-276.
- Hou, X., Chen, X., Cheng, Y., Xu, H., Chen, L., & Yang, Y. (2013). Dyeing and UV-protection properties of water extracts from orange peel. *Journal of cleaner production*, 52, 410-419.
- Hussein, S. A., Barakat, H. H., Merfort, I., & Nawwar, M. A. (1997). Tannins from the leaves of *Punica granatum*. *Phytochemistry*, 45(4), 819-823.
- Jose, S., Gurumalles Prabu, H., & Ammayappan, L. (2017). Eco-friendly dyeing of silk and cotton textiles using combination of three natural colorants. *Journal of Natural Fibers*, 14(1), 40-49.
- Kant, R. (2011). Textile dyeing industry an environmental hazard.
- Khurshid, M. F., Ayyoob, M., Asad, M., & Shah, S. N. H. (2015). Assessment of eco-friendly natural antimicrobial textile finish extracted from aloe vera and neem plants. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, (6 (114), 120-123.

López-Rodríguez, D., Jordan-Nunez, J., Mico-Vicent, B., & Belda, A. (2024). Printing and dyeing of halloysite nano clay hybrid with natural chlorophyll dye on cotton fabric. *Dyes and Pigments*, 231, 112352.

Machado, T. B., Pinto, A. V., Pinto, M. C. F. R., Leal, I. C. R., Silva, M. G., Amaral, A. C. F., ... & Netto-dosSantos, K. R. (2003). In vitro activity of Brazilian medicinal plants, naturally occurring naphthoquinones and their analogues, against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *International journal of antimicrobial agents*, 21(3), 279-284.

Mongkhlorattanasit, R., Kryštůfek, J., Wiener, J., & Viková, M. (2011). Dyeing, fastness, and UV protection properties of silk and wool fabrics dyed with eucalyptus leaf extract by the exhaustion process. *Fibres Text. East. Eur*, 19(3), 94-99.

Mongkhlorattanasit, R., Kryštůfek, J., Wiener, J., & Viková, M. (2011). UV protection properties of silk fabric dyed with eucalyptus leaf extract. *The Journal of The Textile Institute*, 102(3), 272-279.

Pranta, A. D., & Rahaman, M. T. (2024). Extraction of eco-friendly natural dyes and biomordants for textile coloration: a critical review. *Nano-Structures & Nano-Objects*, 39, 101243.

Pizzicato, B., Pacifico, S., Cayuela, D., Mijas, G., & Riba-Moliner, M. (2023). Advancements in sustainable natural dyes for textile applications: a review. *Molecules*, 28(16), 5954.

Sabyrkhanova, S., Ork Efendioglu, N., Yeldiyar, G., & Bitlisli, B. O. (2024). Investigation of dyeing, antibacterial and antifungal properties of blended fabrics treated with plant-based dyestuffs and mordants as shoe materials. *Coloration Technology*, 140(4), 598-611.

Sabyrkhanova, S. S., Yeldiyar, G. K., & Abzalbekuly, B. OVERVIEW OF PLANT EXTRACTS FROM THE FLORA OF THE KAZAKHSTAN FOR DYEING AND PRINTING TEXTILE MATERIALS. *environmental pollution*, 9, 11.

Santiago, D., Cunha, J., & Cabral, I. (2023). Chromatic and medicinal properties of six natural textile dyes: A review of eucalyptus, weld, madder, annatto, indigo and woad. *Heliyon*, 9(11).

Sarkar, R. K., De, P., & Chauhan, P. D. (2001). Bacteria-resist finishes on textiles: Part I. *MAN MADE TEXTILES IN INDIA*, 44(12), 460-467.

Sathianarayanan, M. P., Bhat, N. V., Kokate, S. S., & Walunj, V. E. (2010). Antibacterial finish for cotton fabric from herbal products. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 35(1), 50.

Saxena, S., & Raja, A. S. M. (2014). Natural dyes: sources, chemistry, application and sustainability issues. In Roadmap to sustainable textiles and clothing: eco-friendly raw materials, technologies, and processing methods (pp. 37-80). Singapore: Springer Singapore.

Singh, M., Patel, F., & Modi, N. (2020). Extracion of natural dye from selected flora for textile coloration. Asian Journal of Science and Technology, 11(06), 11023-31.

Shibly, M. A. H., Tahsin, A. A., & Chisty, M. A. H. (2023). Ultrasonication-aided dye extraction from waste onion peel and eco-friendly dyeing on organic cotton fabric with enhanced efficacy in color fixation. Chemical Papers, 77(8), 4345-4353.

[The fashion industry's natural dye conundrum, Gassert, Cayla | PDF | Dye | Textiles.](#)
Retrieved from <https://india.mongabay.com> [Accessed:12.06.2025].

Thiry, M. C. (2001). SMALL GAME HUNTING: Antimicrobials take the Field. AATCC Review, 1(11).

Tiwari, H. C., Singh, P., Kumar Mishra, P., & Srivastava, P. (2010). Evaluation of various techniques for extraction of natural colorants from pomegranate rind—Ultrasound and enzyme assisted extraction. Indian Journal of Fibre & Textile Research, 35(3), 272.

Vinod, K. N., Puttaswamy, Ninge Gowda, K. N., & Sudhakar, R. (2010). Natural colorant from the bark of Macaranga peltata: kinetic and adsorption studies on silk. Coloration Technology, 126(1), 48-53.

[What Are The Challenges Of Natural Dyes? → Question.](#) Retrieved from <https://fashion.sustainability-directory.com> [Accessed: 12.06.2025].

Wizi, J., Wang, L., Hou, X., Tao, Y., Ma, B., & Yang, Y. (2018). Ultrasound-microwave assisted extraction of natural colorants from sorghum husk with different solvents. Industrial crops and products, 120, 203-213.

Yadav, S., Tiwari, K. S., Gupta, C., Tiwari, M. K., Khan, A., & Sonkar, S. P. (2023). A brief review on natural dyes, pigments: Recent advances and future perspectives. Results in Chemistry, 5, 100733.

MAKSİLLER DEFEKT REKONSTRÜKSİYONUNDA ÖZELLEŞTİRİLMİŞ TİTANYUM AĞIN YENİLİKÇİ UYGULAMASI

INNOVATIVE APPLICATION OF CUSTOMIZED TITANIUM MESH IN MAXILLARY DEFECT RECONSTRUCTION

Associate Professor, PhD., DDS. Levent CİĞERİM

Van Yuzuncu Yıl University, Department of Oral and Maxillofacial Surgery
ORCID ID: 0000-0001-5218-8568

DDS. Abdulrahman OBEISI

Van Yuzuncu Yıl University, Department of Oral and Maxillofacial Surgery
ORCID ID: 0009-0004-7480-042X

PhD., DDS. Abdalrahim HUSSEIN

Private Clinic, Van
ORCID ID: 0000-0002-4464-337X

Özet

Diş implant tedavisi, eksik dişlerin yerine konması için öngörülebilir ve yaygın olarak kabul gören bir seçenek haline gelmiştir. Başarılı bir implant yerleştirme işlemi için yeterli dikey ve yatay kemik hacmi gereklidir, ancak bu hacim kist, gömülü dişler, travma veya diş kaybı sonrası kemik erimesi nedeniyle sıklıkla yetersiz kalmaktadır. Önemli kemik eksikliği olan vakalarda, uzun vadeli stabilite ve fonksiyonel başarıyı sağlamak için implant yerleştirilmeden önce kemik augmentasyonu prosedürleri gereklidir. Bu vaka raporu, gelecekteki implant rehabilitasyonu için alanı hazırlamak amacıyla, şiddetli maksiller kemik eksikliği olan bir hastanın cerrahi tedavisi ve augmentasyon prosedürünü açıklamaktadır. 64 yaşındaki erkek hasta, diğer yönlerden sağlıklı olmakla birlikte, maksillada yetersiz dikey ve yatay kemik hacmi klinik ve radyografik bulgusu ile kliniğimize sevk edildi. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) değerlendirmesi, maksiller üst sağ bölgede rezidüel kist ve maksiller üst sol köpek dişinde gömülü diş olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıntılı muayene ve tedavi planlamasının ardından, cerrahi müdahale iki aşamada gerçekleştirildi. İlk olarak, gömülü köpek dişi cerrahi olarak çıkarıldı ve rezidüel kist tamamen enükleasyon edildi. Ardından, kolajen ksenograft membranla kaplı allograft ve ksenograft kombinasyonu kullanılarak kemik hacmini geri kazanmak için kemik augmentasyonu yapıldı. Kemik hacmini geri kazanmak için, allograft ve kolajen ksenograft membranla kaplı ksenograft kombinasyonu kullanılarak kemik augmentasyonu gerçekleştirildi. Kemik rejenerasyonu için stabilite ve rehberlik sağlamak amacıyla, yaklaşık altı ay sonra implant yerleştirilmesini kolaylaştırmak için yeterli dikey ve yatay kemik augmentasyonu elde etmek amacıyla, özelleştirilmiş dijital titanyum meşesi eşzamanlı olarak uygulandı. Ameliyat sonrası süreç sorunsuz geçti. Takip sırasında, özel titanyum meş, flep dehisansı, enfeksiyon veya kemik erimesi belirtisi olmaksızın başarılı bir entegrasyon gösterdi. Hastanın iyileşmesi tatmin edici olmuştur ve uzun vadeli takip devam etmektedir. Sonuç olarak, bu vaka, önemli maksiller kemik defektlerini augmentasyon için kemik greftleme teknikleriyle birlikte özelleştirilmiş titanyum ağı klinik etkinliğini vurgulamaktadır. Bu yaklaşım, karmaşık eksiklikleri olan hastalarda kemik hacmini geri kazanmak için güvenilir bir yöntem sunarak, gelecekte başarılı implant yerleştirme ve optimal protez rehabilitasyonu sağlar.

Anahtar kelimeler: atrofik maksilla, kemik artışı, titanyum mesh , diş implantı, rekonstrüktif cerrahi prosedürler

Abstract

Dental implant therapy has become a predictable and widely accepted option for the replacement of missing teeth. Successful implant placement requires adequate vertical and horizontal bone volume, which is often compromised due to cysts, impacted teeth, trauma, or bone resorption following tooth loss. In cases of significant bone deficiency, bone augmentation procedures are essential prior to implant placement to ensure long-term stability and functional success. This case report describes the surgical management and augmentation procedure of a patient with severe maxillary bone deficiency, aiming to prepare the site for future implant rehabilitation. A 64-year-old male patient, otherwise healthy, was referred to our clinic with a clinical and radiographic finding of insufficient vertical and horizontal bone volume in the maxilla. Cone-beam computed tomography (CBCT) evaluation revealed a residual cyst in the maxillary upper right region as well as an impacted maxillary upper left canine. Following detailed examination and treatment planning, surgical intervention was carried out in two phases. First, the impacted canine was surgically extracted and the residual cyst was completely enucleated. Bone augmentation was then performed to restore bone volume, utilizing a combination of allograft and xenograft covered by a collagen xenograft membrane. A customized digital titanium mesh was simultaneously applied to provide stability and guidance for bone regeneration, with the objective of achieving sufficient vertical and horizontal bone augmentation to facilitate implant placement after approximately six months. The postoperative course was uneventful. During follow-up, the customized titanium mesh demonstrated successful integration with no signs of flap dehiscence, infection, or bone resorption. The patient's recovery has been satisfactory, and long-term follow-up is ongoing. In conclusion, this case highlights the clinical effectiveness of customized titanium mesh in combination with bone grafting techniques for augmenting significant maxillary bone defects. This approach offers a reliable method to restore bone volume in patients with complex deficiencies, thereby enabling successful future implant placement and optimal prosthetic rehabilitation.

Keywords: atrophic maxilla, bone augmentation, titanium mesh ,dental implant , Reconstructive surgical procedures

KHOURY TEKNİĞİ KULLANILARAK ALVEOLER KEMİK DEFECTİNİN TEDAVİSİ MANAGEMENT OF ALVEOLAR BONE DEFECT USING KHOURY TECHNIQUE

Associate Professor, PhD., DDS. Levent CİĞERİM

Van Yuzuncu Yıl University, Department of Oral and Maxillofacial Surgery

ORCID ID: 0000-0001-5218-8568

DDS. Abdulrahman OBEISI

Van Yuzuncu Yıl University, Department of Oral and Maxillofacial Surgery

ORCID ID: 0009-0004-7480-042X

PhD., DDS. Abdalrahim HUSSEIN

Private Clinic, Van

ORCID ID: 0000-0002-4464-337X

Özet

Diş implant tedavisi, uzun vadeli fonksiyonel ve estetik başarıyı sağlamak için yeterli alveolar kemik hacmi gerektirir. Şiddetli yatay ve dikey kemik erimesi, implant yerleştirilmeden önce genellikle ileri kemik augmentasyon tekniklerini gerektiren önemli bir klinik zorluktur. Bu vaka raporu, ortodontik tedavi öyküsü ve ardından mandibular anterior bölgede kemik kaybı ve implant başarısızlığı olan genç bir kadın hastanın tedavisini sunmaktadır. 20 yaşındaki kadın hasta, daha önce mandibular anterior bölgede yerleştirilen iki diş implantının erken başarısızlığı nedeniyle kliniğimize sevk edildi. Hasta ortodontik tedavi öyküsü vardı ve tedaviden sonra mandibular anterior dişlerinde yüksek hareketlilik gelişti, bu da dişlerin çekilmesine yol açtı. Diş çekiminden sonra, şiddetli yatay ve dikey kemik erimesi yaşadı. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) değerlendirmesi, her iki boyutta da önemli kemik eksikliği olduğunu ortaya koydu. Bulgular ışığında, yeni implant yerleştirilmeden önce yatay ve dikey sırt augmentasyonu planladık. Ototen kemik hasadı, Khoury tekniği kullanılarak gerçekleştirildi. Cerrahi müdahaleyi tek bir donör-alıcı bölgeyle sınırlamak için, ramus yerine piezosurgical cihazla simfiz bölgesinden bir kemik bloğu alındı. Hasat edilen otogen kemik, sabitleme vidaları ile stabilize edildi. Ayrıca, kemik rejenerasyonunu artırmak için oto-greft, allogreft ve ksenogreft kombinasyonu uygulandı. Greft üzerine emilebilir kolajen membran yerleştirildi ve titanyum pimlerle sabitlendi, ardından flep kapatıldı. Ameliyat sonrası iyileşme süreci sorunsuz geçti. Altı aylık takipte mükemmel sonuçlar gözlemlendi. Yeniden giriş, yaklaşık 7 mm yatay ve 10 mm dikey kazanç sağlayan önemli yeni kemik oluşumu ortaya çıkardı. İmplant yerleştirme sırasında, 41 numaralı diş hareketlilik gösterdi ve çekildi. Daha sonra, augmentasyon yapılan bölgeye iki implant yerleştirildi. Hasta şu anda, kesin protez rehabilitasyonuna geçmeden önce osseointegrasyon aşamasında takip edilmektedir. Bu vaka, Khoury tekniğinin, otogen kemik ve ek greft malzemeleri ile birlikte, şiddetli anterior mandibular kemik defektlerinin tedavisi için öngörülebilir ve etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir. Bu teknik, önemli ölçüde yatay ve dikey kemik rejenerasyonu sağlayarak, aksi takdirde riskli olan bölgelerde başarılı implant yerleştirilmesini mümkün kılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Khoury tekniği, alveolar kemik grefti, alveolar kemik defekti, diş implantı, kemik augmentasyonu.

Abstract

Dental implant therapy requires adequate alveolar bone volume to ensure long-term functional and esthetic success. Severe horizontal and vertical bone resorption represents a significant clinical challenge, often necessitating advanced bone augmentation techniques before implant placement. This case report presents the management of a young female patient with a history of orthodontic treatment and subsequent bone loss and implant failure in the mandibular anterior region. A 20-year-old female patient was referred to our clinic following early failure of two dental implants previously placed in the mandibular anterior region. The patient had a history of orthodontic treatment, after which she developed high mobility in the mandibular anterior teeth, leading to extraction. Post-extraction, she experienced severe horizontal and vertical bone resorption. Cone-beam computed tomography (CBCT) evaluation revealed significant bone deficiency in both dimensions. Based on the findings, we planned horizontal and vertical ridge augmentation prior to new implant placement. Autogenous bone harvesting was performed using the Khoury technique. A bone block was obtained from the symphyseal region with a piezosurgical device, rather than from the ramus, in order to limit the surgical intervention to a single donor-recipient site. The harvested autogenous bone was stabilized with fixation screws. In addition, a combination of autograft, allograft, and xenograft was applied to enhance bone regeneration. A resorbable collagen membrane was adapted over the graft and fixed with titanium pins, followed by flap closure. The postoperative healing period was uneventful. At the six-month follow-up, excellent outcomes were observed. Re-entry revealed significant new bone formation, achieving approximately 7 mm of horizontal and 10 mm of vertical gain. During implant placement, tooth #41 exhibited mobility and was extracted. Two implants were subsequently placed in the augmented region. The patient is currently under follow-up during the osseointegration phase before proceeding with definitive prosthetic rehabilitation. This case demonstrates that the Khoury technique, combined with autogenous bone and supplementary grafting materials, is a predictable and effective method for the management of severe anterior mandibular bone defects. It provides substantial horizontal and vertical bone regeneration, enabling successful implant placement in otherwise compromised sites.

Keywords : khoury technique , alveolar bone graft , alveolar bone defect ,dental implant , bone augmentation .

AKNE VULGARIS TANILI HASTALARDA İZOTRETİNOİN TEDAVİSİNİN İNFLAMATUAR PARAMETRELER İLE İLİŞKİSİ RELATIONSHIP BETWEEN ISOTRETİNOİN TREATMENT AND INFLAMMATORY PARAMETERS IN PATIENTS WITH ACNE VULGARIS

Dr. Simge Süel EROĞLU¹, Prof Dr Meryem ÇETİN², Assoc. Prof. Şirin ÇETİN³

¹ Amasya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Dermatoloji

<https://orcid.org/0000-0003-3965-7811>

² Amasya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı

<https://orcid.org/0000-0002-3307-9531>

³ Amasya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı

<https://orcid.org/0000-0001-9878-2554>

ÖZET

Giriş: Şiddetli ve dirençli akne vulgarisin tedavisinde sıklıkla kullanılan isotretinoin (ISO) tedavisinin biyokimyasal ve inflammatuar parametreler üzerinde laboratuvar anormalliklerine sebep olduğu bilinse de beliteçler arasındaki ilişki net değildir. Bu çalışmada, ISO tedavisinin yeni inflammatuar belirteçler, karaciğer enzimleri ve lipid profili üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Materyal & Metot: Şiddetli akne vulgaris tanılı, 0.5–1 mg/kg/gün oral ISO alan 31 hastanın tedavi öncesi ve 3. ay sonundaki laboratuvar değerleri değerlendirildi. Hastaların demografik verileri, tam kan sayımı parametreleri [Hemoglobin, hematokrit, lökosit, nötrofil, lenfosit, monosit, trombosit, ortalama trombosit hacmi (mean platelet volume "MPV"), trombosit dağılım genişliği (PDW)], inflammatuar parametreleri [nötrofil-lenfosit oranı (neutrophil-to-lymphocyte ratio "NLR"), trombosit-lenfosit oranı (platelet-to-lymphocyte ratio "PLR"), Monosit/HDL oranı (MHR), Sistemik immün-inflamasyon indeksi (SII), sistemik inflammatuar yanıt indeksi (SIRI) ve Lenfosit/monosit oranı (LMR)] ve biyokimyasal belirteçleri (ALT, AST, GGT, Total kolesterol, HDL, LDL, trigliserit) tedavi öncesi ve sonrası değerleri kaydedilerek analiz edildi.

Bulgular: 31 hastanın yaş ortalaması 22.29 ± 4.04 yılı. Tam kan sayımı parametreleri incelendiğinde tedavi sonrasında trombosit sayısı anlamlı şekilde artmıştı ($p = 0.013$). MPV ve PDW ise tedavi sonrasında anlamlı bir azalma göstermişti. ($p = 0.002$, $p = 0.002$). İnflammatuar belirteçlerin değişimi incelendiğinde NLR değerlerinin tedavi sonrası anlamlı şekilde azaldığı gözlenirken ($p=0.038$) ; PLR, MHR, SII, SIRI ve LMR değişimlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0.684$, $p=0.544$, $p = 0.206$, $p = 0.386$, $p = 0.516$). Trigliserid, AST, ALT ve GGT düzeylerinde tedavi sonrasında anlamlı şekilde artış gösterdi ($p = 0.002$, $p = 0.021$, $p = 0.034$, $p < 0.001$). LDL kolesterol düzeylerinde de artış izlendi ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p = 0.286$).

Sonuç: Çalışmamızda ISO tedavisi sonrası MPV ve PDW düzeylerinde gözlenen azalma, MPV'nin kronik inflamasyon göstergesi olarak kabul edilmesi ve ilacın trombosit üzerindeki baskılayıcı etkisini göstermektedir. Ayrıca, NLR'nin akne şiddeti ile ilişkili olması ve ISO'nun nötrofiller üzerindeki etkisi göz önünde bulundurulduğunda, izotretinoinin inflammatuar yanıt üzerindeki düzenleyici rolünü desteklemekle birlikte daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: akne vulgaris, inflamasyon belirteçleri, isotretinoin, nötrofil-lenfosit oranı(NLR)

Abstract

Introduction: Although it is known that isotretinoin (ISO) treatment, which is frequently used in the treatment of severe and resistant acne vulgaris, causes laboratory abnormalities in biochemical and inflammatory parameters, the relationship between these markers is not clear. This study aimed to investigate the effects of ISO treatment on novel inflammatory markers, liver enzymes, and lipid profile.

Materials & Methods: Laboratory values before treatment and at the end of the 3rd month were evaluated in 31 patients diagnosed with severe acne vulgaris who received 0.5–1 mg/kg/day oral ISO. Demographic data, complete blood count parameters [Hemoglobin, hematocrit, leukocyte, neutrophil, lymphocyte, monocyte, platelet, mean platelet volume (MPV), platelet distribution width (PDW)], inflammatory parameters [neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR), platelet-to-lymphocyte ratio (PLR), monocyte-to-HDL ratio (MHR), systemic immune-inflammation index (SII), systemic inflammatory response index (SIRI), lymphocyte-to-monocyte ratio (LMR)], and biochemical markers (ALT, AST, GGT, total cholesterol, HDL, LDL, triglyceride) were recorded and analyzed before and after treatment.

Result: The mean age of the 31 patients was 22.29 ± 4.04 years. When the complete blood count parameters were examined, platelet count showed a significant increase after treatment ($p = 0.013$). MPV and PDW were found to decrease significantly after treatment ($p = 0.002$, $p = 0.002$). When the changes in inflammatory markers were evaluated, NLR values decreased significantly after treatment ($p = 0.038$); however, no statistically significant differences were observed in PLR, MHR, SII, SIRI, and LMR ($p = 0.684$; $p = 0.544$; $p = 0.206$; $p = 0.386$; $p = 0.516$). Triglyceride, AST, ALT, and GGT levels increased significantly after treatment ($p = 0.002$; $p = 0.021$; $p = 0.034$; $p < 0.001$). An increase in LDL cholesterol levels was also observed, but this difference was not statistically significant ($p = 0.286$).

Conclusion: In our study, the decrease in MPV and PDW levels after ISO treatment suggests the suppressive effect of the drug on platelets, considering that MPV is regarded as an indicator of chronic inflammation. Furthermore, given that NLR is associated with acne severity and ISO's effect on neutrophils, it supports the regulatory role of isotretinoin on the inflammatory response; however, further studies are needed.

Keywords: acne vulgaris, inflammatory markers, isotretinoin, neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR)

GİRİŞ:

Akne vulgaris sıklıkla adölesan çağda görülen pilosebaceöz ünitenin kronik inflamatuvar bir hastalığıdır (1). Isotretinoin (ISO) şiddetli ve dirençli akne vulgarisin tedavisinde kullanılan A vitamini retinol türevidir. Yağ bezlerinin aktivitesini azaltarak, keratinosit farklılaşmasını düzenler ve inflamatuvar patojenik süreçleri hedefler (2). ISO tedavisinin plazma lipit seviyeleri, karaciğer fonksiyon testleri ve hematolojik parametreler üzerinde laboratuvar anormalliklerine sebep olduğu bilinmektedir (3).

Günümüzde Nötrofil-lenfosit oranı (NLR), monosit-lenfosit oranı (MLR), kırmızı kan hücresi dağılım genişliği (RDW) ve ortalama trombosit hacmi (MPV) gibi çeşitli hematolojik parametreler inflamatuvar belirteçler olarak tanımlanmış birçok otoimmün, kronik inflamatuvar ve metabolik hastalıkta değerlendirilmiştir (4,5,6,7,8).

Bu çalışmada, ISO tedavisinin yeni inflamatuvar belirteçler, karaciğer enzimleri ve lipit profili üzerindeki etkileri incelenmiş; elde edilen bulgular, ISO'nun hem anti- hem de pro-inflamatuvar etkilerine ışık tutmayı amaçlanmıştır.

MATERYAL-METOT:

Bu retrospektif kohort çalışmasında, Global Akne Derecelendirme Ölçeği'ne göre şiddetli akne vulgaris tanısı alan ve en az 3 ay süreyle 0.5-1 mg /kg/gün oral ISO tedavisi alan 31 hasta değerlendirildi. Hastaların laboratuvar değerleri tedaviye başlamadan önce ve 3. ayın sonunda olacak şekilde değerlendirildi.

Hematolojik parametreleri etkileyecek ek hastalıkları (diyabet, kardiyovasküler hastalıklar vb) olanlar , aktif enfeksiyon geçirenler, eş zamanlı antibiyotik veya anti-enflamatuvar ilaç kullanımı olanlar, başlangıç ve takip laboratuvar verileri eksik olanlar ve 18 yaş altı hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Hastaların demografik verileri [Yaş, cinsiyet, eğitim düzeyleri,medeni durum, vücut kitle indeksi(VKİ), hastalık süresi, ek hastalıkları, sigara kullanımı, aile öyküsü, fiziksel aktivite düzeyleri] kaydedildi. Hematolojik parametreleri (Hemoglobin, hematokrit, lökosit, nötrofil, lenfosit, monosit, trombosit, MPV, PDW, NLR, PLR,MLR ve MHR) ve biyokimyasal belirteçleri (ALT, AST, GGT, Total kolesterol, HDL, LDL, trigliserit) tedavi öncesi (başlangıç) ve tedavinin 3. Ayında kaydedildi. Klinik değerlendirmede akne şiddeti ölçümü için global akne derecelendirme ölçeği kullanıldı.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ:

Çalışmadaki istatistiksel analizler SPSS v26.0 (IBM Corp., ABD) programı kullanılarak yapıldı.

Sürekli değişkenlerde normal dağılım gösterenler için ortalama $\pm$ standart sapma (SS); normal dağılım göstermeyenler için medyan (minimum-maksimum) bulundu. Kategorik değişkenler için ise Frekans (%) verildi. Normallik Testleri için; verilerin dağılımı Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testleri ile değerlendirildi. Normal dağılımlı parametreler için eşleştirilmiş t testi; Normal dağılım göstermeyen veriler için Wilcoxon İşaretili Sıralar testi kullanıldı. p-değeri <0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

SONUÇLAR:

Çalışmaya dahil edilen 31 hastanın yaş ortalaması 22.29 ± 4.04 yıl olup, %77.4'ü (n=24) kadın, %22.6'sı (n=7) erkekti. Hastaların VKİ 22.84 ± 4.07 kg/m² olarak ölçüldü. Hastaların %58,1'inde (n=18) ailede akne öyküsü mevcuttu. Sigara kullanım oranı %25.8 (n=8) olarak belirlendi. Hastaların %77.4'ü (n=24) lise veya üniversite mezunuydu. Hastaların %93.5'i (n=29) düzenli fiziksel aktivite yapmıyordu.(Tablo 1 ve 2)

Tablo1.Çalışma grubunun demografik verileri(Sürekli değişkenler)

Değişkenler	Ortalama $\pm$ SS	Minimum - Maksimum
Yaş	22.29 ± 4.04	18 – 36
Boy (m)	1.66 ± 0.10	1.50 – 1.83
Kilo (kg)	63.29 ± 14.65	44 – 104

Vücut Kitle İndeksi (kg/m ²)	22.84 ± 4.07	18.31 – 38.67
Hastalık Süresi (yıl)	4.74 ± 2.14	2 – 10

Tablo2. Çalışma grubunun demografik verileri (Kategorik Değişkenler)

Cinsiyet	Değer
Erkek	7(%22.6)
Kadın	24(%77.4)
Eğitim Seviyesi	
Lisans	11(%35.5)
Lise mezunu	16(%16.1)
Ortaokul	3(%9.7)
Ön lisans	1(%3.2)
Medeni Durum	
Bekar	31(%100)
Fiziksel Aktivite	
Yok	29(%93.5)
Var	2(%6.5)
Ailede akne öyküsü	
Yok	13(%41.9)
Var	18(%58.1)
İlaç Kullanımı	
Yok	29(%93.5)
Hayır	2(%6.5)
Sigara Öyküsü	
Evet	8(%25.8)
Hayır	23(%74.2)

VKI:Vücut Kitle İndeksi

Hematolojik ve biyokimyasal parametreler tedavi öncesi ve tedavinin 3. ayında olmak üzere değerlendirildi. Hematolojik parametreler karşılaştırıldığında, hemoglobin ve hematokrit düzeylerinde anlamlı bir değişiklik gözlenmedi (13.89 ± 1.63 vs. 13.76 ± 1.69 g/dL, p=0.334, 41.36 ± 4.40 vs. 41.43 ± 4.18%, p=0.846). Lökosit sayısı tedavi sonrası hafif artış göstermesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı değildi (7.75 ± 1.73 vs. 8.54 ± 6.14 x10³/μL, p=0.434). Nötrofil sayılarında tedavi sonrası hafif bir azalma olsa da bu değişim anlamlı değildi (4.41 ± 1.42 vs. 4.04 ± 1.45 x10³/μL, p=0.139). Lenfosit sayılarında tedavi sonrası belirgin bir düşüş gözlemlendi (11.05 ± 47.14 vs. 4.86 ± 8.45 x10³/μL, p=0.478) (**Tablo 3**)

Tablo 3. Tedavi Öncesi ve Sonrası Laboratuvar Parametrelerindeki Değişim

Parametre	Tedavi Öncesi Ortalama ±SS	Tedavi Sonrası Ortalama±SS	P değeri
ALT (U/L)	17.28 ±10.51	23.10 ± 14.43	0.034

AST (U/L)	20.45 ± 6.64	24.34 ± 7.23	0.021
Bazofil	0.05 ± 0.09	0.03 ± 0.02	0.306
Eozinofil	0.13 ± 0.09	0.16 ± 0.12	0.157
GGT (U/L)	16.39 ± 10.62	20.36 ± 11.38	0.000
HDL (mg/dL)	55.00 ± 11.73	54.90 ± 11.39	0.939
Hematokrit (%)	41.36 ± 4.40	41.43 ± 4.18	0.846
Hemoglobin (g/dL)	13.89 ± 1.63	13.76 ± 1.69	0.334
LDL (mg/dL)	97.66 ± 26.40	103.31 ± 35.12	0.286
LMR	14.21 ± 52.05	7.91 ± 11.04	0.516
Lenfosit	11.05 ± 47.14	4.86 ± 8.45	0.478
Lökosit (WBC, 10 ³ /μL)	7.75 ± 1.73	8.54 ± 6.14	0.434
MHDL	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.01	0.544
MPV (fL)	10.64 ± 0.95	10.36 ± 0.69	0.002
Monosit	0.57 ± 0.15	0.61 ± 0.23	0.303
NLR	1.83 ± 0.92	1.50 ± 0.75	0.038
Nötrofil	4.41 ± 1.42	4.04 ± 1.45	0.139
PDW (%)	12.77 ± 2.18	12.07 ± 1.49	0.002
PLR	113.74 ± 38.91	110.78 ± 46.38	0.684
PLT (10 ³ /μL)	283.45 ± 62.67	301.74 ± 79.36	0.013
RDW (%)	12.97 ± 1.12	12.98 ± 1.03	0.941
SII	504.48 ± 259.52	464.15 ± 243.46	0.206
SIRI	1.02 ± 0.55	0.93 ± 0.46	0.386
Trigliserid (mg/dL)	80.28 ± 33.89	104.76 ± 39.88	0.002

Trombosit parametreleri değerlendirildiğinde, tedavi sonrasında trombosit sayısı anlamlı şekilde artmıştır (283.45 ± 62.67 vs. 301.74 ± 79.36 x10³/μL, p = 0.013). Ortalama trombosit hacmi (MPV) ise tedavi sonrasında anlamlı bir azalma göstermiştir (10.64 ± 0.95 vs. 10.36 ± 0.69 fL, p = 0.002). Benzer şekilde, trombosit dağılım genişliği (PDW) değerleri de tedavi sonrası azalmıştır (12.77 ± 2.18 vs. 12.07 ± 1.49, p = 0.002).

İnflamatuvar beliteçlerin değişimi incelendiğinde NLR değerlerinin tedavi sonrası anlamlı şekilde azaldığı (1.83 ± 0.92 vs. 1.50 ± 0.75, p=0.038) gözlenirken ; PLR değerlerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir.(113.74 ± 38.91 vs. 110.78 ± 46.38, p=0.684). Monosit/HDL oranı (MHR) tedavi sonrası hafif artış göstermesine rağmen anlamlı olarak değerlendirilmedi (0.01 ± 0.00 vs. 0.01 ± 0.01, p=0.544).

Sistemik immün-inflamasyon indeksi (SII) değerlerinde tedavi öncesi ve sonrası arasında anlamlı bir değişiklik gözlenmedi (504.48 ± 259.52 vs. 464.15 ± 243.46 , $p = 0.206$). Benzer şekilde, sistemik inflamatuvar yanıt indeksi (SIRI) değerleri de tedaviden etkilenmedi (1.02 ± 0.55 vs. 0.93 ± 0.46 , $p = 0.386$). Lenfosit/monosit oranı (LMR) açısından da istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (14.21 ± 52.05 vs. 7.91 ± 11.04 , $p = 0.516$).

Tedavi süreci boyunca bazı biyokimyasal parametrelerde de değişiklikler gözlemlendi. Trigliserid düzeyleri tedavi sonrasında anlamlı şekilde artış gösterdi (80.28 ± 33.89 vs. 104.76 ± 39.88 mg/dL, $p = 0.002$). LDL kolesterol düzeylerinde de artış izlendi ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (97.66 ± 26.40 vs. 103.31 ± 35.12 mg/dL, $p = 0.286$). Karaciğer enzimlerinden AST ve ALT düzeyleri tedavi sonrası anlamlı şekilde yükseldi (sırasıyla $p = 0.021$ ve $p = 0.034$). GGT düzeylerinde ise belirgin bir artış saptandı (16.39 ± 10.62 vs. 20.36 ± 11.38 U/L, $p < 0.001$).

TARTIŞMA:

İsotretinoin, şiddetli veya dirençli akne vakalarında tercih edilen ve günümüzde sıklıkla kullanılan güçlü bir tedavi seçeneğidir (2,10). ISO tedavisinin T hücreleri fonksiyonlarının yanıtlarını değiştirerek TNF-alfa, IFN-gama, IL-4 ve IL-17 gibi sitokinlerin seviyesini azalttığı böylece inflamasyonu baskıladığı gösterilmiştir (6).

ISO tedavisinin mukokutanöz, oftalmik, kas-iskelet sistemiyle ilgili yan etkilerinin yanı sıra plazma lipidleri ve karaciğer enzimlerinde görülen artış etkisi bilinmektedir.

Oral izotretinoin tedavisi sonrasında serum trigliserid , ALT ve AST ve LDL düzeylerinde artış, olurken HDL düzeylerinde ise azalma raporlanmıştır (3). Çalışmamızda literatürle uyumlu olarak trigliserit, ALT, AST, Trigliserid ve LDL'deki artış, ISO'nun lipid metabolizması üzerindeki bilinen etkileriyle uyumludur. Karaciğer enzimlerindeki yükselme, ISO'nun hepatik etkilerinin izlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Çalışmamızda ortalama VKİ 22.84 ± 4.07 kg/m² olarak bulunmuş ve normal aralıkta değerlendirilmiştir. Çalışma popülasyonunda yüksek VKİ'li bireylerin bulunmaması, obezitenin inflamasyon yoluyla akne gelişimine olan olası etkisinin göz ardı edilmemesi gerektiğini göstermektedir.

Günümüzde birçok çalışma inflamatuvar belirteçlerdeki değişimlere odaklanmıştır. Literatürde ISO tedavisinin tam kan sayımı parametreleri üzerine etkisi ile ilişkili birçok inflamatuvar parametre tanımlanmıştır; ancak izotretinoin ile bu belirteçler arasındaki ilişki net değildir (4,5,7,8,9,10,11).

Ataseven ve ark. yaptığı bir çalışmada üç ay boyunca ISO tedavisi gören hastalarda PLT ve MPV düzeyleri düşük bulunmuştur. ISO kaynaklı trombositopeninin kemik iliği baskılanmasına bağlı olabileceği düşünülmüştür (10). MPV çeşitli çalışmalarda kronik inflamatuvar belirteç olarak kabul edilmiş ve Tamer ve ark. yaptığı çalışmada MPV'nin tedavi başladıktan 3 ay sonra önemli ölçüde azaldığı gösterilmiştir (7). Çalışmamızda MPV ve PDW'deki azalma, ISO'nun trombosit aktivasyonunu baskılayabileceğini işaret etmektedir. Buna karşılık çalışmamızda trombosit sayısında yükselme görülmüştür.

Artmış NLR ve PLR'nin akne şiddeti ile anlamlı ilişkili olduğu ; Cutibacterium acnes'in inflamasyondaki rolü nedeniyle NLR ve PLR'deki artışın akne patogenezine katkı sağladığı öne sürülmüştür(13). Retinoidlerin, özellikle kistik akne de nötrofiller üzerindeki etkileri yoluyla anti-inflamatuar etki gösterdiği invitro çalışmalarda gösterilmiştir (12).

Literatüre bakıldığında NLR üzerinde oldukça tutarlı şekilde azalma görülürken PLR'de ise bazı çalışmalarda artış bazılarında azalma gözlenmiştir. Genellikle NLR'ın 3. ayda en belirgin şekilde düştüğü belirtilmiştir (11). NLRdeki düşüş, ISO nun sistemik inflamasyonu azaltabileceğini desteklemektedir.

Zorlu ve ark. yaptığı çalışmada NLR, MLR, SII, SIRI düzeylerinin zamanla anlamlı şekilde düştüğü gözlemlenmiştir (4). Buna karşılık bizim çalışmamızda NLR azalırken MLR, SII ve SIRI değerlerinde anlamlı fark saptanmamıştır. Elde edilen veriler, ISO tedavisinin hematolojik ve inflamatuvar parametreler üzerinde iki yönlü etkiye sahip olabileceğini göstermektedir.

SONUÇ:

Bu çalışma, ISO tedavisinin akne vulgarisli hastalarda hematolojik ve inflamatuvar parametreler üzerinde önemli etkileri olduğunu ortaya koymuştur. NLR ve MPVdeki azalma, ISO'nun anti-inflamatuar etkilerini desteklerken trigliserid ve karaciğer enzimlerindeki artış metabolik yan etkilerin izlenmesi gerektiğini göstermiştir. Elde edilen veriler, ISO tedavisinin hasta seçiminde ve takibinde bireyselleştirilmiş yaklaşımların önemini vurgulamaktadır. İleride yapılacak prospektif çalışmalarla bu bulguların klinik sonuçları daha net ortaya konulabilir.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Bu çalışmanın retrospektif tasarımı, nedensel ilişkilerin değerlendirilmesini sınırlandırmaktadır. Örneklem büyüklüğünün nispeten küçük olması, bulguların genellenebilirliğini etkileyebilmektedir. Hastaların eşlik eden sistemik hastalıklar açısından homojen olmaması, sonuçlarda karıştırıcı faktörlerin rol oynayabileceğini düşündürmektedir. Ek olarak, inflamatuvar belirteçlerle ilişkili diğer biyokimyasal parametrelerin (CRP) değerlendirilmemiş olması, çalışmanın kısıtlılıklarındandır.

REFERANSLAR

1. Heng, A.H.S., Chew, F.T. Systematic review of the epidemiology of acne vulgaris. *Sci Rep* **10**, 5754 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62715-3>
2. Paichitrojjan A, Paichitrojjan A. Oral Isotretinoin and Its Uses in Dermatology: A Review. *Drug Des Devel Ther.* 2023 Aug 25;17:2573-2591. doi: 10.2147/DDDT.S427530. PMID: 37649956; PMCID: PMC10464604.
3. Rajput I, Anjankar VP. Side Effects of Treating Acne Vulgaris With Isotretinoin: A Systematic Review. *Cureus.* 2024 Mar 11;16(3):e55946. doi: 10.7759/cureus.55946. PMID: 38601403; PMCID: PMC11004850.

4. Zorlu Ö., Albayrak H., and Aytekin S., “Impact of Oral Isotretinoin on the Inflammatory Markers: Can Lymphocyte/HDL-C and Platelet/HDL-C Ratios Be New Indicators of Inflammation in Acne Vulgaris Patients?,” *Cutaneous and Ocular Toxicology* 43, no. 4 (2024): 383–389
5. Önder S. and Ozturk M., “Can Monocyte/HDL Show Inflammatory Activity of Isotretinoin Treatment in Acne Patients?,” *Cutaneous and Ocular Toxicology* 39, no. 2 (2020): 111–114. [
6. Karadag A. S., Ertugrul D. T., Bilgili S. G., Takci Z., Akin K. O., and Calka O., “Immunoregulatory Effects of Isotretinoin in Patients With Acne,” *British Journal of Dermatology* 167
7. Tamer F., Yüksel M. E., and Avcı E., “Is Mean Platelet Volume an Inflammatory Marker in Acne Patients Treated With Isotretinoin?,” *Acta Dermatovenerologica Alpina, Panonica et Adriatica* 28 (2019): 65–69.
8. Seçkin H. Y., Baş Y., Takçı Z., and Kalkan G., “Effects of Isotretinoin on the Inflammatory Markers and the Platelet Counts in Patients With Acne Vulgaris,” *Cutaneous and Ocular Toxicology* 35, no. 2 (2016): 89–91.
9. Oğuz I. D. and Kulaklı S., “Effects of Systemic Isotretinoin Treatment on Hemogram, Biochemical Parameters, and Inflammatory Markers,” *TURKDERM—Turkish Archives of Dermatology and Venereology* 58 (2024): 9–14.
10. Ataseven A, Ugur Bilgin A. Effects of isotretinoin on the platelet counts and the mean platelet volume in patients with acne vulgaris. *ScientificWorldJournal*. 2014 Jan 29;2014:156464. doi: 10.1155/2014/156464. PMID: 24605049; PMCID: PMC3925551.
11. Demirci Saadet E, Sahin U. Evaluation of hematological parameters in patients using systemic isotretinoin with diagnosis of acne vulgaris. *J Cosmet Dermatol*. 2023 Mar;22(3):1077-1082. doi: 10.1111/jocd.15532. Epub 2022 Nov 27. PMID: 36437707.
12. Camisa C, Eisenstat B, Ragaz A, Weissmann G. The effects of retinoids on neutrophil functions in vitro. *J Am Acad Dermatol*. 1982 Apr;6(4 Pt 2 Suppl):620-9. doi: 10.1016/s0190-9622(82)70051-9. PMID: 6279712.
13. Wiesel V, Weissmann S, Cohen B, Golan-Tripto I, Horev A. Elevated hematologic ratios are correlated with acne severity: a national, retrospective cohort study. *Front Med (Lausanne)*. 2024 Oct 31;11:1475117. doi: 10.3389/fmed.2024.1475117. PMID: 39544384; PMCID: PMC11560776.

UYUZ HASTALARININ BAŞVURU SIKLIĞINA GÖRE DEMOGRAFİK ANALİZİ DEMOGRAPHIC ANALYSIS BASED ON THE FREQUENCY OF SCABIES PATIENT PRESENTATIONS

Dr. Simge Süel EROĞLU¹, Prof. Dr. Meryem ÇETİN², Assoc. Prof. Şirin ÇETİN³

¹ Amasya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Dermatoloji

<https://orcid.org/0000-0003-3965-7811>

² Amasya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı

<https://orcid.org/0000-0002-3307-9531>

³ Amasya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı

<https://orcid.org/0000-0001-9878-2554>

Amaç: Uyuz, *Sarcoptes scabiei* adlı ektoparazitin neden olduğu, özellikle geceleri artan şiddetli kaşıntı ile karakterize, bulaşıcılığı yüksek bir paraziter deri hastalığıdır. Dünya genelinde ve ülkemizde önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir. Bu çalışmada, kliniğimize uyuz ön tanısıyla başvuran hastalarda *S. scabiei* sıklığının saptanması ve demografik verilerle ilişkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntemler: Çalışmaya, kliniğimize uyuz ön tanısı ile başvuran toplam 138 hasta dahil edilmiştir. Hastaların 74'ü (%53.6) erkek, 64'ü (%46.4) kadın olup yaşları 0 ile 87 arasında değişmekteydi. Hastaların şüpheli lezyonları (el bileği, parmak arası, karın vb.) dermatoskopi ile incelenmiştir. Veriler retrospektif olarak hasta dosyalarından ve laboratuvar kayıtlarından derlenmiştir.

Bulgular: Hastaların yaş ortalaması $42,3 \pm 22,1$ yıl olup; Uyuz tespit edilen vakaların 74'ü (%53.6) erkek, 64'ü (%46.4) kadındı. Vakaların aylara göre dağılımı incelendiğinde, en sık Mart (12 vaka), Nisan (10 vaka) ve Mayıs (10 vaka) aylarında görüldüğü tespit edilmiştir. Bu durum, kapalı ortamlarda geçirilen zamanın arttığı sonbahar, kış ve ilkbahar başlarında vaka sayılarında bir artış olduğunu düşündürmektedir. Pozitif vakaların eşlik eden hastalıkları incelendiğinde hipertansiyon, diyabet, astım ve çeşitli alerjik/atopik (atopik konjonktivit, alerjik rinit, ürtiker) durumların varlığı dikkat çekmiştir.

Sonuç: Çalışmamızın sonuçları, uyuz enfestasyonunun halen önemli bir halk sağlığı sorunu olduğunu ve özellikle kış ve ilkbahar aylarında vaka sayılarında artış yaşandığını göstermektedir. Erkek cinsiyette görülme oranının bir miktar daha yüksek olması ve belirli aylarda yoğunlaşma göstermesi, mevsimsel ve davranışsal faktörlerin bulaşmada rol oynayabileceğine işaret etmektedir. Toplumun hijyen, korunma yolları ve erken tanı konusunda bilinçlendirilmesinin, hastalığın yayılımını kontrol altına almada kritik rol oynayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Uyuz, *Sarcoptes scabiei*, prevalans, epidemiyoloji.

Objective: Scabies is a highly contagious parasitic skin disease caused by the ectoparasite *Sarcoptes scabiei*, characterized by intense itching that worsens particularly at night. It remains a significant public health problem worldwide and in our country. This study aimed to determine the frequency of *S. scabiei* in patients who presented to our clinic with a preliminary diagnosis of scabies and to investigate its relationship with demographic data.

Methods: A total of 138 patients who presented to our clinic with a preliminary diagnosis of scabies were included in the study. Of the patients, 74 (53.6%) were male and 64 (46.4%) were

female, with ages ranging from 0 to 87. Suspicious lesions (wrist, finger webs, abdomen, etc.) of the patients were examined by dermoscopy. Data were compiled retrospectively from patient files and laboratory records.

Results: The mean age of the patients was 42.3 ± 22.1 years. Among the cases where scabies was detected, 4 (53.6%) were male and 64 (46.4%) were female. When the distribution of cases by months was examined, they were found to be most frequent in March (12 cases), April (10 cases), and May (10 cases). This suggests an increase in case numbers during autumn, winter, and early spring, when time spent indoors increases. When the comorbid conditions of positive cases were examined, the presence of hypertension, diabetes, asthma, and various allergic/atopic conditions (atopic conjunctivitis, allergic rhinitis, urticaria) was notable.

Conclusion: The results of our study show that scabies infestation remains a significant public health problem and that case numbers increase, particularly in winter and spring. The slightly higher rate of occurrence in males and its concentration in certain months indicate that seasonal and behavioral factors may play a role in transmission. It is thought that raising public awareness about hygiene, prevention methods, and early diagnosis will play a critical role in controlling the spread of the disease.

Keywords: Scabies, *Sarcoptes scabiei*, prevalence, epidemiology.

1. Giriş

Uyuz (Scabies), *Sarcoptes scabiei var. hominis* adı verilen akarın neden olduğu, insanlık tarihi kadar eski, oldukça bulaşıcı bir ektoparazitozdur. Dişi akarın derinin üst tabakası olan stratum korneum tüneller (sillon) açarak yumurtalarını bırakmasıyla karakterizedir. Hastalığın en belirgin semptomu, özellikle gece saatlerinde ve sıcakla artan, hastanın yaşam kalitesini ciddi şekilde düşüren şiddetli kaşıntıdır (1). Kaşıntı, hem akarın kendisine hem de akarın antijenik yapılarına karşı gelişen bir tip IV aşırı duyarlılık reaksiyonu sonucunda ortaya çıkar (2).

Lezyonlar tipik olarak parmak araları, el ve ayak bilekleri, aksiller bölge, areola, göbek çevresi ve genital bölge gibi alanlarda papüller, veziküller ve ekskoriasyonlar şeklinde görülür. Bebeklerde ve immün sistemi baskılanmış kişilerde ise saçlı deri, yüz, avuç içi ve ayak tabanı gibi atipik tutulumlar da gözlemlenebilir (3).

Uyuz, dünya genelinde yaklaşık 200-300 milyon insanı etkileyen, endemik bir halk sağlığı sorunudur. Bulaşma genellikle enfeste bir kişiyle doğrudan ve uzun süreli cilt teması yoluyla gerçekleşir. Bu nedenle aile içi, yurtlar, kışlalar, huzurevleri ve okullar gibi toplu yaşam alanlarında salgınlara yol açabilmektedir. Giysiler, yatak takımları ve havlu gibi kişisel eşyaların ortak kullanımı da bulaşmada rol oynayabilmektedir (4).

Son yıllarda hem dünyada hem de ülkemizde uyuz vaka sayılarında bir artış gözlemlenmektedir. Bu artışın nedenleri arasında pandemi koşulları nedeniyle evde geçirilen sürenin uzaması, tanı ve tedaviye erişimdeki gecikmeler, tedaviye direnç gelişimi ve toplumsal farkındalığın azalması gibi faktörler sayılabilir (5). Bu çalışmanın amacı, kliniğimize başvuran uyuz şüpheli hastalarda enfestasyon sıklığını belirlemek ve hastaların demografik özelliklerini, mevsimsel başvuru dağılımlarını ve yandaş hastalıklarını analiz ederek bölgesel epidemiyolojik verilere katkı sağlamaktır.

2. Gereç ve Yöntem

Bu çalışma, Amasya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dermatoloji Ocak 2024 – Temmuz 2025 tarihleri arasında başvuran ve uyuz ön tanısı alan 138 hastanın verileri kullanılarak retrospektif ve tanımlayıcı bir kesitsel araştırma olarak planlanmıştır.

Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş, cinsiyet, başvuru tarihi, klinik bulguları ve yandaş hastalıkları gibi verileri, hastane otomasyon sistemi ve hasta dosyalarından geriye dönük olarak taranmıştır.

Tanı süreci, dermatoloji uzmanı tarafından yapılan klinik muayene ve dermatoskopik inceleme ile yürütülmüştür. Dermatoskopi, uyuz tanısında non-invaziv, hızlı ve güvenilir bir yöntemdir. Bu yöntemde, şüpheli lezyonlar dermatoskop adı verilen özel bir büyütme cihazı ile incelenir. "Delta kanat" (delta-glider) olarak adlandırılan, akarın ağız kısmının ve ön bacaklarının oluşturduğu üçgenimsi yapı veya tünel (sillon) yapısının görülmesi tanı için patognomoniktir. Bu bulguların saptandığı hastalar "uyuz pozitif" olarak kabul edilmiştir.

Elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 22.0 programı kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma, frekans, yüzde) verilerin sunumunda kullanılmıştır.

3. Bulgular

Çalışmaya dahil edilen 138 uyuz şüpheli hastanın 74'ü (%53.6) erkek, 64'ü (%46.4) kadındı. Hastaların yaşları 0 ile 87 arasında değişmekte olup, genel yaş ortalaması $42,3 \pm 22,1$ yıl olarak hesaplanmıştır.

Dermatoskopik inceleme sonucunda, 138 hastanın 50'sinde (%36.2) tekrarlı başvurular olup *S. scabiei* varlığı doğrulanarak kesin uyuz tanısı konulmuştur. Mikroskopik olarak uyuz tanısı alan 50 hastanın 28'i (%56) erkek, 22'si (%44) kadındı. Cinsiyetler arasında uyuz görülme sıklığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Hastaların aynı şikayetle ortalama başvuru sayısı 2 olarak saptandı. Başvuru sayılarının en yoğun olduğu grup 60–69 yaş aralığıdır. İkinci yoğunluk 30–39 yaş grubu olarak saptanmıştır.

Vakaların aylara göre dağılımı incelendiğinde, en sık başvurunun 12 vaka ile Mart ayında olduğu görülmüştür. Bunu 10 vaka ile Nisan ve Mayıs ayı izlemiştir. En az vaka ise yaz ayları olan Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında (her ay 9 vaka) tespit edilmiştir. Bu bulgular, uyuz enfestasyonunun özellikle kış ve ilkbahar başlangıcında bir artış eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Uyuz tanısı alan hastaların yandaş hastalıkları incelendiğinde, hipertansiyon, diabetes mellitus ve astım gibi kronik hastalıkların yanı sıra, atopik konjonktivit, alerjik rinit ve kronik ürtiker gibi alerjik/atopik durumların varlığı dikkat çekmiştir. Özellikle atopik zemini olan hastalarda kaşıntının daha şiddetli olduğu ve lezyonların daha yaygın olduğu klinik olarak gözlemlenmiştir.

4. Tartışma

Uyuz, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de önemini koruyan bir halk sağlığı sorunudur. Çalışmamız, bölgemizdeki uyuz prevalansı ve epidemiyolojik özellikleri hakkında güncel veriler sunmaktadır. Uyuz şüphesiyle başvuran hastaların %36.2'sinde tanının doğrulanması, klinik ön tanının ne kadar değerli olduğunu, ancak kesin tanı için dermatoskopi veya mikroskopi gibi doğrulayıcı yöntemlerin gerekliliğini göstermektedir.

Çalışmamızda uyuz vakalarının erkeklerde kadınlara oranla biraz daha sık görülmesi, literatürdeki bazı çalışmalarla uyumludur (6). Bu durum, erkeklerin sosyal davranış kalıpları, hijyen alışkanlıkları veya belirli meslek gruplarında daha fazla yer almaları gibi faktörlerle ilişkili olabilir; ancak bu ilişkiyi netleştirmek için daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmamızın en dikkat çekici bulgularından biri, vakaların mevsimsel dağılımıdır. Kış ve ilkbahar aylarında vaka sayılarında gözlenen artış, uluslararası literatürle de tutarlılık göstermektedir (7). Bu durumun temel nedeninin, soğuk havalarda insanların kapalı ve kalabalık ortamlarda daha fazla vakit geçirmesi, bu ortamlarda yakın temasın artması ve akarın daha düşük sıcaklık ve nem oranlarında daha uzun süre canlı kalabilmesi olduğu düşünülmektedir (8).

Çalışmamızda uyuz tanısı alan hastalarda atopik hastalıkların varlığı dikkat çekmiştir. Atopik dermatit gibi durumlarda derinin bariyer fonksiyonunun bozulmuş olması, akarın cilde penetrasyonunu kolaylaştırabilir. Ayrıca, atopik bireylerin immün sistemlerinin parazitlere karşı farklı bir yanıt verebileceği ve bu durumun kaşıntıyı ve klinik tabloyu şiddetlendirebileceği hipotezi öne sürülmektedir (9). Ancak bu çalışmanın retrospektif tasarımı, bu ilişki hakkında nedensel bir çıkarım yapmamızı engellemektedir.

Bu çalışmanın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. Retrospektif olması, veri eksikliklerine yol açmış olabilir. Tek merkezli bir çalışma olması, sonuçların tüm popülasyona genellenebilirliğini sınırlamaktadır. Ayrıca, hastaların sosyoekonomik düzeyleri, yaşam koşulları ve aile içi bulaşma öyküleri gibi önemli epidemiyolojik veriler kayıt eksiklikleri nedeniyle analiz edilememiştir.

5. Sonuç

Sonuç olarak, bu çalışma uyuz enfestasyonunun Amasya ve çevresinde halen yaygın bir sağlık sorunu olduğunu, özellikle kış aylarında vaka sayılarının arttığını ve her yaş grubunu etkilediğini göstermiştir. Hastalığın kontrolünde en önemli adımlar, toplumun hastalık ve bulaşma yolları hakkında bilgilendirilmesi, erken tanı ve etkili tedavidir. Tedavinin sadece hastaya değil, aynı zamanda hastayla yakın teması olan tüm aile bireylerine ve partnerlere eş zamanlı olarak uygulanması, başarı için kritik öneme sahiptir. Hekimlerin, özellikle gece kaşıntısı şikayetiyle başvuran hastalarda uyuzdan şüphelenmesi ve tanıyı doğrulamak için dermatoskopi gibi yöntemleri aktif olarak kullanması, hastalığın yayılımının önlenmesinde kilit rol oynayacaktır.

Çıkar Çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir. **Finansal Destek:** Bu çalışma için herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

6. Kaynaklar

1. Chandler, D. J., & Fuller, L. C. (2019). A Review of Scabies: An Infestation More than Skin Deep. *Dermatology*, 235(2), 79–90.
2. Arlian, L. G., & Morgan, M. S. (2017). A review of *Sarcoptes scabiei*: past, present and future. *Parasites & vectors*, 10(1), 297.
3. Salavastru, C. M., Chosidow, O., Boffa, M. J., Janier, M., & Tiplica, G. S. (2017). European guideline for the management of scabies. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 31(8), 1248–1253.
4. Engelman, D., Yoshizumi, J., Hay, R. J., & Steer, A. C. (2013). The 2020 goal of the International Alliance for the Control of Scabies: A realistic target? *The Lancet Infectious Diseases*, 13(6), 533-535.
5. Celebi, B., & Kilic, S. (2021). The effects of COVID-19 pandemic on the epidemiology of scabies. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 20(9), 2736-2737.
6. Karaman, A., Torun, E., & Turgut, E. (2018). Scabies in Turkey: A retrospective analysis of 528 cases. *Turkiye Parazitoloji Dergisi*, 42(1), 31-34.
7. Walton, S. F., & Currie, B. J. (2007). Problems in diagnosing scabies, a global disease in human and animal populations. *Clinical microbiology reviews*, 20(2), 268-279.
8. Heng, A. H. S., Chew, F. T., & Chua, K. Y. (2020). The role of the environment in the transmission of scabies. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 8(10), 3340-3347.
9. Beck, L. A., & Leung, D. Y. M. (2000). Allergen sensitization and the role of T cells in atopic dermatitis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 106(2), 229-237.

**SAĞLIK HİZMETLERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR YÖNETİM:
VERİ MADENCİLİĞİ YAKLAŞIMIYLA SAĞLIK HARCAMALARININ
ANALİZİ**
**SUSTAINABLE MANAGEMENT IN HEALTH SERVICES:
ANALYZING HEALTH EXPENDITURES THROUGH DATA MINING
APPROACH**

Asst. Prof. Saadet KARAKUŞ

Sağlık Bilimleri Üniversitesi-Sağlık Bilimleri Fakültesi
ORCID ID: 0000-0002-6326-5941

Asst. Prof. Ashi KAYA

İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü
ORCID ID: 0009-0009-3648-6608

Özet

Günümüzde sağlık sistemlerinde maliyetlerin sürekli artış göstermesi, sürdürülebilir yönetim modellerine olan ihtiyacı giderek artırmaktadır. Kamu sağlık harcamalarının etkin ve verimli kullanımı, hem makroekonomik politikaların başarısı hem de sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliği açısından stratejik önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Avrupa ülkelerinin 2010–2023 dönemi sağlık harcamaları incelenmiş olup; sağlık ekonomisi ile sağlık yönetimi arasındaki ilişki veriye dayalı yöntemlerle analiz edilmiştir.

Çalışma iki aşamalı bir metodolojik çerçeveye sahiptir. İlk aşamada OECD Health Data setinden elde edilen ikincil veriler kullanılarak k-ortalama kümeleme algoritması uygulanmış, ülkeler kişi başına düşen sağlık harcaması, gayrisafi yurt içi hasıla (GSYH), beklenen yaşam süresi ve bebek ölüm oranı gibi göstergeler açısından sınıflandırılmıştır. Bu analiz sonucunda ülkelerin üç ayrı kümeye ayrıldığı gözlenmiştir: Bunlar; (i) yüksek harcama-yüksek çıktı, (ii) orta düzey harcama-istikrarlı çıktı ve (iii) düşük harcama-düşük çıktı grupları olarak sıralanmaktadır. İkinci aşamada, panel veri regresyon analizi ile sağlık harcamalarının yaşam beklentisi ve hasta memnuniyeti üzerindeki etkisi ölçülmüştür.

Bulgular, gelişmiş ülke grubunda harcamalardaki marjinal artışların sağlık çıktıları üzerinde sınırlı etkiye sahip olduğunu; buna karşılık gelişmekte olan ülkelerde aynı artışların yaşam süresi ve hasta memnuniyeti gibi göstergelere daha belirgin katkı sağladığını ortaya koymuştur.

Çalışma sonuçları, sağlık yönetimi açısından üç temel politika önerisi sunarak şu önemli çıkarımları yapmaktadır: (1) kaynak tahsisinin ülke gruplarının sosyoekonomik düzeylerine göre farklılaştırılması, (2) yalnızca harcama miktarına değil, yönetsel verimlilik ve dijital sağlık yatırımları da çıktıları etkilemektedir ve sağlık yatırımlarına öncelik verilmesi gerekliliği, (3) sürdürülebilir sağlık yönetiminin, ekonomik göstergeler ile örgütsel süreçlerin ve dijitalleşme süreçlerinin bütüncül olarak değerlendirilmesiyle mümkün olacağı gerçeğidir.

Bu çalışma, anket temelli araştırmalardan farklı olarak büyük ölçekli ikincil veri setlerinin kullanımıyla sağlık ekonomisi ve sağlık yönetimi alanına metodolojik bir katkı sunması beklenmektedir. Bu yönüyle çalışma, sağlık ekonomisi ve sağlık yönetiminde karar alıcılar için veri temelli politika önerileri geliştirmekte, anket verilerinden ziyade büyük ölçekli ikincil veri analizine dayalı metodolojik bir katkı

sunmaktadır. Ayrıca politika yapıcılar için, kaynakların etkin kullanımını destekleyen, veri temelli stratejiler geliştirilmesine yönelik bulgular da ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sağlık Yönetimi, Sağlık Ekonomisi, Veri Madenciliği, Panel Veri Analizi, Sürdürülebilirlik

Abstract

In today's healthcare systems, the continuously rising costs increase the need for sustainable management models. The efficient and effective use of public health expenditures has become strategically important for both the success of macroeconomic policies and the sustainability of healthcare services. This study examines the healthcare expenditures of European countries during the period 2010–2023 and analyzes the relationship between health economics and health management using data-driven methods.

The study is based on a two-stage methodological framework. In the first stage, secondary data obtained from the OECD Health Data set were analyzed using the k-means clustering algorithm. Countries were classified according to indicators such as per capita health expenditure, gross domestic product (GDP), life expectancy, and infant mortality rate. The analysis revealed three distinct clusters: (i) high expenditure–high outcome, (ii) medium expenditure–stable outcome, and (iii) low expenditure–low outcome groups. In the second stage, panel data regression analysis was applied to measure the impact of health expenditures on life expectancy and patient satisfaction.

The findings indicate that marginal increases in health spending in developed countries have limited effects on health outcomes, whereas in developing countries, such increases make more significant contributions to indicators such as life expectancy and patient satisfaction. The study highlights three important implications for health management: (1) resource allocation policies should be differentiated according to the socioeconomic level of country groups, (2) not only the amount of expenditure but also managerial efficiency and digital health investments affect outcomes, and therefore greater priority should be given to such investments, and (3) sustainable health management can only be achieved through a holistic evaluation that combines economic indicators with organizational processes and digitalization.

Unlike survey-based research, this study is expected to make a methodological contribution to the field of health economics and health management through the use of large-scale secondary data sets. Accordingly, it provides evidence-based policy recommendations for decision-makers and reveals findings that support the development of data-driven strategies for the efficient use of resources.

Keywords: Health Management, Health Economics, Data Mining, Panel Data Analysis, Sustainability

SUSTAINABLE MANAGEMENT IN HEALTH SERVICES ANALYZING EUROPEAN HEALTH EXPENDITURES THROUGH DATA MINING AND PANEL DATA METHODS

Asst. Prof. Saadet KARAKUŞ

Sağlık Bilimleri Üniversitesi-Sağlık Bilimleri Fakültesi

ORCID ID: 0000-0002-6326-5941

Asst. Prof. Ash KAYA

İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü

ORCID ID: 0009-0009-3648-6608

Abstract

In today's healthcare systems, the continuously rising costs increase the need for sustainable management models. The efficient and effective use of public health expenditures has become strategically important for both the success of macroeconomic policies and the sustainability of healthcare services. This study examines the healthcare expenditures of European countries during the period 2010–2023 and analyzes the relationship between health economics and health management using data-driven methods. The study is based on a two-stage methodological framework. In the first stage, secondary data obtained from the OECD Health Data set were analyzed using the k-means clustering algorithm. Countries were classified according to indicators such as per capita health expenditure, gross domestic product (GDP), life expectancy, and infant mortality rate. The analysis revealed three distinct clusters: (i) high expenditure–high outcome, (ii) medium expenditure–stable outcome, and (iii) low expenditure–low outcome groups. In the second stage, panel data regression analysis was applied to measure the impact of health expenditures on life expectancy and patient satisfaction. The findings indicate that marginal increases in health spending in developed countries have limited effects on health outcomes, whereas in developing countries, such increases make more significant contributions to indicators such as life expectancy and patient satisfaction. The study highlights three important implications for health management: (1) resource allocation policies should be differentiated according to the socioeconomic level of country groups, (2) not only the amount of expenditure but also managerial efficiency and digital health investments affect outcomes, and therefore greater priority should be given to such investments, and (3) sustainable health management can only be achieved through a holistic evaluation that combines economic indicators with organizational processes and digitalization. Unlike survey-based research, this study is expected to make a methodological contribution to the field of health economics and health management through the use of large-scale secondary data sets. Accordingly, it provides evidence-based policy recommendations for decision-makers and reveals findings that support the development of data-driven strategies for the efficient use of resources.

Keywords: Health Management, Health Economics, Data Mining, Panel Data Analysis, Sustainability

ASEAN 5 ÜLKELERİNDE SAĞLIK HARCAMASI VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİNİN ARAŞTIRILMASI INVESTIGATING THE CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN HEALTHCARE EXPENDITURE AND ECONOMIC GROWTH IN THE ASEAN 5 COUNTRIES

Assoc. Prof. Fatih ÇEMREK

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6528-7159>

Özet

Birçok faktörü etkileyen ve onlardan etkilenen sağlık, en başta hasta olmama ve iyi olma şeklinde tanımlanmaktadır. Bireylerin sağlıklı olması ile toplum sağlam bir yapı gösterir. Bundan dolayı, sağlık, insan hayatının kaliteli bir şekilde sürdürülmesi, yaşam kalitesinin sağlanması, korunması ve artırılması gereken en önemli konudur. En temel bir ihtiyaç olan sağlıklı olmak için bireyler ve devletler birçok alanda harcama yapmaktadır.

Sağlık, bireyler için refahın kaynağı durumunda olup ekonomik büyümenin de önemli bir belirleyicisi özelliğe sahiptir. Beşerî sermayenin oluşumunda oldukça önemli bir role sahip olan sağlık, bireyin verimliliğini artırır ve böylece ekonomik büyümeye de katkı sağlar.

Sağlıklı olmak, çalışanların verimini artırır ve üretimin daha kısa sürede ve kaliteli şekilde gerçekleştirilmesini sağlar. Sağlıklı çocukların ve dolayısıyla bireylerin öğrenmesi gelişir ve ekonomik büyümenin önemli bir belirleyici unsuru olan beşerî sermaye artmaktadır. Ayrıca, sağlıklı bireyler daha fazla tasarruf yapabilmektedirler. Bu şekilde sermaye birikimi oluşur yatırımlar artar ve ekonomik büyüme sağlanır. Ayrıca, sağlık, tedavi için yapılan masrafları azaltılmasıyla finansal kaynakların daha verimli olarak kullanılmasını sağlamaktadır.

Ekonomik büyüme ile kişi başına gelir yükselir ve bu artan gelirin bir kısmı daha kaliteli ve besleyici gıda tüketimi sağlar ve bu durum da bireylerin daha sağlıklı olmasına imkân tanır. Ekonomik büyüme ile teknolojik ilerleme kaydedilir ve tıp ve sağlık bilimleri alanında gelişmeler yaşanır. Bu da sağlık durumunu daha iyi hale getirir.

Sağlık harcamaları, çalışma gücünü korunması, meydana gelebilecek hastalıkların risklerinin azaltılması ve böylece yapılacak sağlık harcamalarının azaltılmasını sağlar. Sağlık hizmetlerine yönelik yapılan yatırımlar bireylerin sağlık sermayesi birikimini artırmakta ve böylece beşerî sermaye artırılabilecektir. Bireysel ve devlet tarafından yapılan sağlık harcamalarının arttırılması ile bireylerin yaşam süresi, yaşam beklentisi ve yaşam kalitesi artar ve böylelikle ekonomik büyüme üzerinde olumlu etki oluşacaktır.

Bu çalışmada, ASEAN 5 ülkeleri (Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland) için Sağlık Harcamaları ve Ekonomik Büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılacaktır. Bunun için seriler için öncelikle birim kök testleri ile serilerin durağan olup olmadığı belirlenecek ve daha sonra bu seriler arasında uzun dönemli ilişki olup olmadığını belirlemede Johansen eşbütünleşme analizi kullanılacaktır. Seriler arasında uzun dönemli ilişki bulunmazsa bu durumda Granger Nedensellik Analizi ile seriler arasındaki nedensellik ilişkisi olup olmadığı belirlenmeye çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sağlık Harcamaları, Ekonomik Büyüme, Birim Kök Testleri, Nedensellik Analizi, ASEAN 5 Ülkeleri

Abstract

Health, which affects and is affected by many factors, is defined primarily as the absence of illness and well-being. A healthy society demonstrates a robust structure through the health of individuals. Therefore, health is the most important issue that must be maintained, protected, and enhanced for the quality of human life. Individuals and governments spend in many areas to ensure good health, a fundamental need.

Health is a source of well-being for individuals and a key determinant of economic growth. Health plays a crucial role in the formation of human capital, increasing individual productivity and thus contributing to economic growth.

Being healthy increases employee productivity and enables production to be completed in shorter periods and with higher quality. Healthy children, and therefore individuals, develop their learning, and human capital, a key determinant of economic growth, increases. Furthermore, healthy individuals are able to save more. This leads to capital accumulation, increased investments, and economic growth. Furthermore, by reducing treatment costs, health ensures a more efficient use of financial resources. Economic growth leads to increased per capita income, and a portion of this increased income leads to higher-quality, nutritious food consumption, which in turn leads to better health. Economic growth leads to technological advances and advancements in medicine and health sciences. This, in turn, leads to improved health outcomes.

Healthcare expenditures protect the workforce, reduce the risk of future illnesses, and thus reduce healthcare costs. Investments in healthcare services increase individuals' health capital accumulation, thereby enhancing their human capital. Increasing individual and government health expenditures increases individuals' life expectancy, life expectancy, and quality of life, which will positively impact economic growth.

This study will investigate the causal relationship between Healthcare Expenditures and Economic Growth variables for the ASEAN 5 countries (Indonesia, Malaysia, the Philippines, Singapore, and Thailand). To this end, we will first determine the stationarity of the series using unit root tests, and then use Johansen cointegration analysis to determine the long-term relationship between these series. If no long-term relationship is found between the series, Granger Causality Analysis will be used to determine whether there is a causal relationship between the series.

Keywords: Health Expenditures, Economic Growth, Unit Root Tests, Causality Analysis, ASEAN 5 Countries.

GİRİŞ

Bu çalışmada, ASEAN 5 ülkeleri (Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland) için Sağlık Harcamaları ve Ekonomik Büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılacaktır. Bunun için seriler için öncelikle birim kök testleri ile serilerin durağan olup olmadığı belirlenecek ve daha sonra bu seriler arasında uzun dönemli ilişki olup

olmadığını belirlemede Johansen eşbütünleşme analizi kullanılacaktır. Seriler arasında uzun dönemli ilişki bulunmazsa bu durumda Granger Nedensellik Analizi ile seriler arasındaki nedensellik ilişkisi olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

Hayaloğlu ve Bal (2015) 54 üst orta gelirli ülke için sağlık harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 2000-2013 yıllarını kapsayan dönemde panel veri analizi kullanılarak test etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, üst orta gelirli ülkelerde, toplam sağlık harcamaları, kamu ve özel sektör sağlık harcamalarında meydana gelen artışın, ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediği ifade edilmiştir.

Saraçoğlu ve Songur (2017), Türkiye ve 9 Avrasya ülkesine ilişkin olarak 1995-2014 dönemi için kişi başına sağlık harcamaları ile kişi başına milli gelir arasındaki ilişkiyi panel veri analizi ile etmişlerdir. Çalışmada Pesaran vd. yatay kesit bağımlılığı testi, Hadri ve Kurozumi panel birim kök testi, Westerlund ve Edgerton panel eşbütünleşme testi ve Dumitrescu ve Hurlin (2012) panel nedensellik testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda kişi başına sağlık harcamaları ile kişi başına milli gelir arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu belirlenmiştir.

Yıldız ve Yıldız (2018), 1996-2014 döneminde 47 Avrupa ve Merkez Asya ülkesine ilişkin sağlık harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini belirlemeye çalıştıkları aşamada iki farklı metodoloji kullanılmıştır. İlk olarak sabit etkiler modeli Driscoll-Kraay Standart Hatalar tahmincisi kullanılarak tahmin edilmiştir. Daha sonra iki Aşamalı Sistem GMM yöntemi kullanılarak katsayılar tahmin edilmiştir. Çalışma sonucunda kişi başına sağlık harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Kemaloğlu ve Bağcı (2022), sağlık harcamalarının makroekonomik göstergelerle (gayri safi yurt içi hasıla, kişi başına gayri safi yurt içi hasıla, tüketici fiyat endeksi, sanayi üretim endeksi, büyüme oranı, işsizlik ve işgücüne katılım oranı bağımsız) ilişkisini belirledikleri çalışmada, Almanya, Fransa, Hollanda, İtalya, İspanya ve Türkiye için 1992-2019 dönemi verileri analiz etmişlerdir. Panel veri analizi ile yapılan çalışmada gayri safi yurt içi hasıla değişkeninin sağlık harcamalarında meydana gelen artıştan negatif olarak ve en çok etkilenen değişken olduğu belirlenmiştir. Yalnızca Türkiye için sağlık harcamalarının tüketici fiyat endeksi üzerinde etkisi anlamlı ve pozitif olduğu da ifade edilmiştir. Tüm panel incelendiğinde sağlık harcamalarının; gayri safi yurt içi hasıla, kişi başına gayri safi yurt içi hasıla, işsizlik, büyüme oranı, tüfe ve sanayi üretim endeksi ile anlamlı bir ilişkisinin olduğu ve işgücüne katılım oranı ile de anlamsız bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.

A'yun ve Irwandi (2022), ASEAN-9 (Endonezya, Malezya, Singapur, Tayland, Filipinler, Brunei Darussalam, Myanmar ve Kamboçya) ülkesinde kamu sağlık harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini analiz etmek üzere yaptıkları çalışmada, 2000-2019 dönemine ait veriler panel veri analizi (sabit etkiler modeli) kullanılmıştır. Sonuçlar, GSYİH'nin sağlık harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkisinin olduğunu göstermektedir.

Ürüt Saygın ve İşler (2024), D8 (Bangladeş, Endonezya, İran, Malezya, Mısır, Nijerya, Pakistan ve Türkiye) ülkelerinin 2000-2020 dönemi için panel veri analizi ile sağlık harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada sabit etkiler modeli kullanılmış

Driscoll-Kraay tahmincisi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, sağlık harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkisinin olduğu belirlenmiştir.

YÖNTEM: BİRİM KÖK TESTLERİ VE EŞBÜTÜNLEŞME ANALİZİ

Bu çalışmada, ASEAN 5 ülkeleri (Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland) için Sağlık Harcamaları ve Ekonomik Büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Bunun için seriler için öncelikle birim kök testleri ile serilerin durağan olup olmadığı belirlenmiş ve daha sonra bu seriler arasında uzun dönemli ilişki olup olmadığını belirlemede Johansen eşbütünleşme analizi kullanılmıştır. Seriler arasında uzun dönemli ilişki bulunmazsa bu durumda Granger Nedensellik Analizi ile seriler arasındaki nedensellik ilişkisi olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Veriler Dünya Bankası (www.worldbank.org)'ndan elde edilmiştir.

Birim Kök Testleri

Zaman serileri arasında uzun dönemli ilişki olup olmadığını belirlemede kullanılan eşbütünleşme testlerini uygulayabilmek için incelenen zaman serilerinin aynı dereceden durağan olmaları gerekli bir koşuldur. Zaman serilerinin durağan olup olmadığını ya da kaçınıcı dereceden durağan oldukları birim kök testleri ile belirlenmektedir. En yaygın şekilde kullanılan testler ise, DF ve ADF (Augmented Dickey ve Fuller) (Dickey ve Fuller, 1979; 1981), PP (Phillips ve Perron, 1988), KPSS (Kwiatkowski vd. 1992) testleridir. Bu çalışmada ADF ve PP birim kök testleri uygulanmıştır. Birim kök testlerinde sıfır ve yokluk hipotezleri aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

H0: Seri durağan değildir (seri birim kök içermektedir)

H1: Seri durağandır (Seride birim kök yoktur) (Enders, 2004).

Yapılan birim kök testinden elde edilen sonuçlara Tablo 1'de yer verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde; Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland için SAGLIK (Kişi başına Sağlık Harcaması ABD\$) ve GSYH (2021 fiyatlarıyla Satın Alma Gücü Paritesine Göre ABD \$) zaman serileri düzeyde iken H0 hipotezi reddedilememiştir. İncelenen zaman serilerinin bir derece farkı alınması durumunda söz konusu seriler durağan hale gelmiştir (her iki seri de birinci dereceden durağandır) ve seriler I (1) şeklinde ifade edilmektedir. Birim kök testleri yapıldıktan sonra bu iki zaman serisinin doğrusal birleşiminin durağan (I (0) olarak ifade edilir)) olup olmadığı araştırılmaktadır.

Tablo 1. ADF Testi Sonuçları

	ADF			Phillips-Perron		
	Sabitsiz , Trendli z	Sabitli Trendli z	Sabitli Trendli	Sabitsiz, Trendsiz	Sabitli Trendsiz	Sabitli Trendli
SAGLIK (DÜZEY)						
Endonezya	1,222 (-1.957)	1,035 (-3,005)	-2,342 (-3.632)	-1,321 (-1.957)	-1,009 (-,3,005)	-2,341 (-3.632)
Malezya	2,072	-0,790	-2,048	-2,213	-0,743	-2,047

	(-1.957)	(-3,005)	(-3.632)	(-1.957)	(-3,005)	(-3.632)
Filipinler	2,228 (-1.957)	1,133 (-3,005)	-2,706 (-3.632)	-1,823 (-1.957)	-0,982 (-3,005)	-2,706 (-3.632)
Singapur	3,575 (-1.959)	2,672 (-3,021)	-0,256 (-3.658)	7,510 (-1.957)	4,452 (-3,004)	-0,168 (-3.633)
Tayland	5,545 (-1.957)	1,683 (-3,005)	-1,567 (-3.633)	6,561 (-1.957)	2,229 (-3,005)	-1,593 (-3.632)
GSYH (DÜZEY)						
Endonezya	7,381 (-1.958)	-0,372 (-3,012)	-2,584 (-3,645)	7,381 (-1.958)	-0,372 (-3,012)	-2,596 (-3,645)
Malezya	2,746 (-1.957)	-0,175 (3,005)	-1,544 (-3,632)	2,751 (-1.957)	-0,172 (-3,005)	-1,543 (-3.632)
Filipinler	3,164 (-1.957)	1,170 (-3,005)	-2,610 (-3,632)	5,609 (-1.957)	0,763 (-3,005)	-2,577 (-3.632)
Singapur	2,985 (-1.957)	-0,381 (-3,021)	-2,853 (-3,645)	11,517 (-1.957)	1,562 (-3,005)	-3,434 (-3.632)
Tayland	3,397 (-1.957)	-1,454 (-3,005)	-1,793 (-3,632)	3,397 (-1.957)	-2,049 (-3,005)	-1,835 (-3.632)
SAGLIK (BİRİNCİ FARK)						
Endonezya	-2,783 (-1.95)	-4,322 (-3,020)	-4,210 (-3.658)	-2,131 (-1.959)	-3,427 (-3,012)	-2,996 (-2,645)
Malezya	-3664 (-1.958)	-4,809 (-3,012)	-4,686 (-3.645)	-4,854 (-3,012)	-4,16 (-2.98)	-4,739 (-3.644)
Filipinler	-3,172 (-1.958)	-4,196 (-3,012)	-4,045 (-3.645)	-3,172 (-1.958)	-4,130 (-3,012)	-3,934 (-3,645)
Singapur	-2,865 (-1.960)	-3,285 (-3,012)	-4,255 (-3.659)	-3,019 (-1.958)	-3,242 (-3,012)	-3,911 (-3.645)
Tayland	-3,273 (-1.960)	-4,596 (-3,012)	-5,087 (-3.645)	-2,223 (-1.958)	-4,599 (-3,012)	-5,089 (-3.645)
GSYH (BİRİNCİ FARK)						
Endonezya	-2,738 (-1.960)	-4,324 (-3,020)	-4,210 (-3,658)	-2,131 (-1,959)	-4,322 (-3,020)	-4,207 (-3,658)
Malezya	-3,097 (-1.959)	-4,683 (-3,020)	-4,643 (-3,659)	-3,123 (-1,959)	-4,687 (-3,020)	-4,652 (-3,658)
Filipinler	-3,180	-4,685	-4,619	-3,180	-4,992	-5,058

	(-1.958)	(-3,012)	(-3,645)	(-1,958)	(-3,012)	(-3,645)
Singapur	-3,793 (-1.958)	-5,024 (-3,020)	-4,877 (-3,658)	-3,794 (-1,958)	-12,723 (-3,012)	-12,527 (-3,645)
Tayland	-2,945 (-1.958)	-4,564 (-3,012)	-4,892 (-3,645)	-2,881 (-1,958)	-4,567 (-3,012)	-5,704 (-3,645)

Eşbütünleşme Analizi

Zaman serileri arasında uzun dönemli ilişki olup olmadığını belirlemede yararlanılan Engle-Granger Eşbütünleşme analizi ve Johansen eşbütünleşme analizi izleyen kesimlerde anlatılmıştır.

Engle-Granger İki Aşamalı Eşbütünleşme Analizi

Engle ve Granger (1987) tarafından geliştirilen iki aşamalı eşbütünleşme analizi, incelenen her bir zaman serisinin istatistiksel olarak ayrı ayrı durağan olmadığı halde, iki ya da daha fazla zaman serisinin doğrusal bileşiminin durağan olduğunu belirtmektedir. İkili eşbütünleşme testlerinde Eşitlik (1)'de verilen doğrusal regresyon denkleminde elde edilen artık terimler kullanılmaktadır.

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_t + \epsilon_t \quad (1)$$

İncelenen iki zaman serisi uzun dönemde beraber bir hareket etme eğilimi göstermesi (serilerin eşbütünleşik olması) durumunda ϵ_t artık terimi durağan olacaktır ve bu durum $I(0)$ şeklinde ifade edilecektir. ADF birim kök testinde, tahmin edilen ϵ_t artık terimi kullanılarak yapılmaktadır (Engle-Granger, 1987; Enders, 2004). Endonezya için Engle-Granger iki aşamalı eşbütünleşme testi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Endonezya İçin Engle-Granger İki Aşamalı Eşbütünleşme Testi Sonuçları

	t-değeri	Olasılık değeri
SAĞLIK-GSYİH	-2.853925	0.1917
GSYİH-SAĞLIK	-2.836982	0.1966

Tablo 2 incelendiğinde, SAĞLIK VE GSYİH zaman serileri arasında, Engle-Granger İki Aşamalı Eşbütünleşme Testi sonucuna göre, eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı görülmektedir. Endonezya için incelenen dönem itibarıyla, iki zaman serisi arasında uzun dönemli ilişkinin olmadığı ifade edilebilir.

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{(t-1)} + \dots + \alpha_k Y_{(t-k)} + \beta_1 X_{(t-1)} + \dots + \beta_k X_{(t-k)} + \epsilon_t \quad (2)$$

$$X_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{(t-1)} + \dots + \alpha_k X_{(t-k)} + \beta_1 Y_{(t-1)} + \dots + \beta_k Y_{(t-k)} + \epsilon_t \quad (3)$$

(2) ve (3) numaralı denklemler yardımıyla, gecikme değeri de iki alınarak, Granger Nedensellik Analizi sonuçları Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3. Granger Nedensellik Analizi Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	F-değeri	Olasılık değeri
SAĞLIK => GSYİH	1.75515	0.2066
GSYİH => SAĞLIK	4.47455	0.0299

Tablo 3 incelendiğinde, GSYİH ve SAĞLIK zaman serisi değişkenleri arasında GSYİH değişkeninden SAĞLIK değişkenine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu görülmektedir.

Malezya için Engle-Granger Eşbütünleşme Testi Sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Malezya İçin Engle-Granger İki Aşamalı Eşbütünleşme Test Sonuçları

	t-değeri	Olasılık değeri
SAĞLIK-GSYİH	-1.794509	0.6379
GSYİH-SAĞLIK	-2.008560	0.5347

Tablo 4'te Malezya için GSYİH ve SAĞLIK zaman serileri arasında eşbütünleşmenin bulunmadığı sonucu elde edilmiştir.

Tablo 5. Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	F-değeri	Olasılık değeri
SAĞLIK => GSYİH	4.15841	0.0308**
GSYİH => SAĞLIK	0.94517	0.4772

Not: *** ifadesi :%1 önem düzeyinde istatistiksel anlamlılığı, ** ifadesi: %5 önem düzeyinde istatistiksel anlamlılığı ve * ifadesi de %10 önem düzeyinde istatistiksel anlamlılığı göstermektedir. Gecikme uzunluğu 2 olarak belirlenmiştir.

Tablo 5 incelendiğinde; SAĞLIK zaman serisinden GSYİH zaman serisine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu görülmektedir.

Filipinler için Engle-Granger Eşbütünleşme Testi Sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Filipinler İçin Engle-Granger İki Aşamalı Eşbütünleşme Test Sonuçları

	t-değeri	Olasılık değeri
SAĞLIK-GSYİH	-1.673173	0.6934
GSYİH-SAĞLIK	-4.182492	0.0177

Tablo 6'da Filipinler için SAĞLIK ve GSYİH serileri arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu belirlenmiştir.

Tablo 7. Granger Nedensellik Analiz Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	F-değeri	Olasılık değeri
SAĞLIK => GSYİH	1.56181	0.2461
GSYİH => SAĞLIK	13.8648	0.0002***

Not: *** ifadesi :%1 önem düzeyinde istatistiksel anlamlılığı, ** ifadesi: %5 önem düzeyinde istatistiksel anlamlılığı ve * ifadesi de %10 önem düzeyinde istatistiksel anlamlılığı göstermektedir. Gecikme uzunluğu 3 olarak belirlenmiştir.

Tablo 7’den; Filipinler için GSYİH zaman serisinden SAĞLIK zaman serisine yönelik tek yönlü bir nedensel ilişkinin olduğu görülmektedir. FİLİPİNLER açısından analizi yapılan döneme ilişkin olarak, ekonomik büyümede oluşacak olumlu gelişme sağlık harcamalarını iyileştirecektir.

Singapur için Engle-Granger Eşbütünleşme Testi Sonuçları Tablo 8’da verilmiştir.

Tablo 8. Singapur İçin Engle-Granger İki Aşamalı Eşbütünleşme Test Sonuçları

	t-değeri	Olasılık değeri
SAĞLIK-GSYİH	-2.096223	0.4920
GSYİH-SAĞLIK	-1.600518	0.7243

Tablo 8’de yapılan teste göre, Singapur için GSYİH ve SAĞLIK zaman serileri arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Gecikme uzunluğu (lag length) iki alınarak, Granger Nedensellik Testinden elde edilen sonuçlara Tablo 9’da yer verilmiştir.

Tablo 9. Granger Nedensellik Analizi Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	F-değeri	Olasılık değeri
SAĞLIK => GSYİH	3.73818	0.0465
GSYİH => SAĞLIK	1.94530	0.1753

Tablo 9 incelendiğinde, GSYİH zaman serisi ve SAĞLIK zaman serisi için aralarında sağlık değişkeninden GSYİH değişkenine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir.

Tayland için Engle-Granger Eşbütünleşme Testi Sonuçları Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Tayland İçin Engle-Granger İki Aşamalı Eşbütünleşme Test Sonuçları

	t-değeri	Olasılık değeri
SAĞLIK-GSYİH	-2.384222	0.3596
GSYİH-SAĞLIK	-2.213883	0.4366

Tablo 10’da yapılan teste göre, Singapur için GSYİH ve SAĞLIK zaman serileri arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Gecikme uzunluğu (lag length) iki alınarak, Granger Nedensellik Testinden elde edilen sonuçlara Tablo 11’da yer verilmiştir.

Tablo 11. Granger Nedensellik Analizi Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	F-değeri	Olasılık değeri
SAĞLIK => GSYİH	0.19815	0.8222
GSYİH => SAĞLIK	3.24283	0.0657

Tablo 11 incelendiğinde, GSYİH zaman serisi ve SAĞLIK zaman serisi için aralarında nedensellik ilişkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Johansen Eşbütünleşme Testi

Zaman serilerinin ekonometrik analizlerinde en azından iki tane ya da daha çok sayıda zaman serisi değişkeninin uzun dönemli olarak aynı yönlü hareket etmesi eşbütünleşme olarak tanımlanmaktadır. İlk olarak, 1987 yılında Engle ve Granger tarafından önerilen yaklaşımda, regresyon analizi yardımıyla eşbütünleşme ilişkileri tahmin edilmektedir. İncelenen zaman serisi değişkenleri arasında eşbütünleşme olması durumunda, denge ilişkisinden olan sapmanın 0'ıncı dereceden bütünlük (durağan) olduğu şeklinde tanımlanır. 1993 yılında yapılan çalışmada, Banerjee vd., eşbütünleşmeyi, denge şeklindeki ilişkilerin genel yapısının istatistiksel ifadesi olarak tanımlamışlardır. X_t ve Y_t olarak gösterilen iki zaman serisinin bütünlük dereceleri aynı değil ise, bu iki zaman serisi arasında uzun dönemli ilişkinin olmadığı anlaşılır. Bir başka ifadeyle, bu iki zaman serisi arasında oluşan lineer bir ilişkinin sonucunda ortaya çıkan hata teriminin durağan olmadığından söz edilir. Bu durum, bu iki zaman serisinin birlikte hareket etmediği ya da birbirlerinden uzaklaştığı şeklinde de tanımlanabilir (Maddala ve Kim, 1998).

İncelenen bir zaman serisi, birinci farkı alınmadan ortalama sapma göstermiyorsa (durağan ise), bu zaman serisine düzeyde durağandır denilir ve bu zaman serisi $I(0)$ şeklinde gösterilmektedir. Birinci dereceden farkı alınmış olan X ve Y gibi iki zaman serisinin lineer kombinasyonu da $I(1)$ olmaktadır. Fakat, bazen birinci dereceden durağan olan iki zaman serisi değişkeninin doğrusal kombinasyonu, düzeyde durağan olan bir değişkeni de ortaya çıkarabilir. Böylece bu tür zaman serilerine cointegrated series (eş-bütünlük) seriler) denilmektedir. Bir başka ifadeyle X_t ve Y_t gibi iki zaman serisi $I(1)$ durumunda ise ve

$$\varepsilon_t = Y_t - \alpha X_t \quad (4)$$

denkleminde, ε_t hata terimi düzeyde durağan olması durumunda, X_t ve Y_t zaman serisi değişkenleri eşbütünlüktür ve $CI(1,1)$ gösterimi ile tanımlanır. Denkleminde yer alan α katsayısına eşbütünleşme katsayısı adı verilir. İki'den fazla zaman serisi değişkeni olması durumunda ise, α ifadesi, eşbütünleşme vektörü olarak adlandırılmaktadır (Cromwell vd., 1994). 1987 yılında Engle ve Granger ilk olarak tek denklemlili iki aşamalı eşbütünleşme analizini ortaya koymuşlardır.

İki ya da daha fazla zaman serisi arasında ortaya çıkabilecek çoklu eşbütünleşme vektörünü belirlemek üzere Johansen (1988) tarafından, Vektör Otoregresyon (VAR) modelinde maximum likelihood (en çok olabilirlik) yöntemine dayalı bir test öne sürülmüştür. Johansen yöntemi olarak da bilinen bu yaklaşım, araştırılan zaman serisi değişkenleri arasındaki olabilecek en yüksek sayıda eşbütünleşme vektörünün belirlenmesi ve bu eşbütünleşme vektörünün ayarlama parametrelerinin en çok olabilirlik (maximum likelihood) tahminlerinin elde edilmesi amaçlarıyla kullanılmaktadır (Holden ve Thompson, 1992).

Eşbütünleşme testinde sıfır ve karşıt hipotezler aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

H_0 : Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi yoktur ($r=0$)

H1: En çok r tane eşbütünleşme vektörü vardır.

Endonezya için Johansen Eşbütünleşme analizi sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Endonezya İçin Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları

H0	H1	Test İstatistiği	%95 kritik değeri	Olasılık Değeri	Özdeğer
İz testi					
r=0	r=1	17.7905 5	12.32090	0.0055	0.58316 1
r<=1	r=2	0.28945 1	4.129906	0.6517	0.01436 8
En büyük özdeğer ($\lambda_{\max}$)					
r=0	r>1	17.5011 0	11.22480	0.0035	0.58316 1
r<=1	r=2	0.28945 1	4.129906	0.6517	0.01436 8

Not: r: eşbütünleşme vektörü sayısıdır.

Tablo 12’de yer alan sonuçlar incelendiğinde, Endonezya için, İz testi ve En Büyük Özdeğer İstatistiği ile SAĞLIK ve GSYİH zaman serileri arasında eşbütünleşme yoktur (r=0) şeklinde ifade edilen sıfır hipotezi reddedilmektedir. Buradan, Endonezya için, SAĞLIK ve GSYİH serilerinin eşbütünleşik olduğu ve uzun dönemde bu iki zaman serisi birbirleri ile ilişkilidir.

Tablo 13. Endonezya İçin VEC Modeli Sonuçları

Nedensellik Denklemi	Katsayı	Standart Hata	t değeri	Düzeltilmiş R2
Bağımlı Değişken: Δ SAĞLIK				
ΔGSYİH-1	- 0.021364	0.00959	-.22753	0.306188
ΔGSYİH-2	0.041178	0.03006	1.36976	
ΔSAĞLIK-1	0.567480	0.27301	2.07860	
ΔSAĞLIK-2	- 0.264552	0.26207	-1.00946	
EC1-1	0.002962	0.00242	1.22328	
Bağımlı Değişken:ΔGSYİH				
ΔSAĞLIK-1	- 7.482924	6.98510	1.07127	-0.056315
ΔSAĞLIK-2	1.190456	6.70524	0.17754	
ΔGSYİH-1	- 0.103075	0.24539	-0.42005	
ΔGSYİH-2	- 1.195703	0.76916	-0.55456	
EC t-1	- 0.113015	0.06196	-0.82414	

Tablo 13’teki sonuçlardan; SAĞLIK değişkeninin bağımlı değişken olması durumunda, modeldeki ECt-1 olarak gösterilen hata düzeltme teriminin istatistiksel anlamlılığı sağlamadığı

görülmektedir. GSYİH değişkeni bağımlı değişken olması durumunda, ECt-1 katsayısının da istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı görülmektedir. Buradan; kısa dönemde, GSYİH ve SAĞLIK zaman serilerinin arasında nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır.

Malezya için Johansen Eşbütünleşme testi sonuçları Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. Malezya İçin Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları

H0	H1	Test İstatistiği	%95 kritik değeri	Olasılık Değeri	Özdeğer
İz testi					
r=0	r=1	18.95571	15.49471	0.0144	0.586779
r<=1	r=2	2.164047	3.841466	0.1413	0.107650
En büyük özdeğer ($\lambda_{\max}$)					
r=0	r>1	16.79167	14.26460	0.0195	0.586779
r<=1	r=2	2.164047	3.841466	0.1413	0.107650

Not: r: Eşbütünleşme vektörü sayısıdır.

Tablo 14'te Malezya için, İz testi ve En Büyük Özdeğer İstatistiği sonucuna göre SAĞLIK ve GSYİH zaman serileri arasında eşbütünleşme olduğu belirlenmiştir. Buradan hareketle, Malezya için incelenen iki serinin uzun dönemde birbirleri ile ilişkili olduğu bulunmuştur.

Tablo 15. Malezya İçin Vektör Hata Düzeltme Modeli ve Nedensellik Sonuçları

Nedensellik Denklemi	Katsayı	Standart Hata	t değeri	Düzeltilmiş R2
Bağımlı Değişken: Δ SAĞLIK				
ΔGSYİH-1	-0.019669	0.00971	-2.02653	0.011610
ΔGSYİH-2	0.006096	0.01123	0.54298	
ΔSAĞLIK-1	0.174627	0.30697	0.56887	
ΔSAĞLIK-2	-0.268393	0.34046	-0.78832	
EC1-1	0.002073	0.00542	0.38247	
Bağımlı Değişken:ΔGSYİH				
ΔSAĞLIK-1	-2.168764	7.60919	-0.28502	0.27765
ΔSAĞLIK-2	-19.81385	8.43933	-2.34780	
ΔGSYİH-1	-0.096486	0.24059	-0.40104	
ΔGSYİH-2	-0.077682	0.27827	-0.27916	
EC t-1	-0.315354	0.13435	-2.34734	

Tablo 15'teki sonuçlara göre, SAĞLIK değişkeni bağımlı değişken olarak yer aldığı modeldeki hata düzeltme terimi (ECt-1)'nin katsayısı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. GSYİH değişkeni bağımlı değişken olduğu modeldeki ECt-1 katsayısının istatistiksel olarak anlamlı

Qıdğu belirlenmiştir. Buradan hareketle; kısa dönemde, SAĞLIK değişkeninden GSYİH ve değişkenine doğru ilişki olduğu söylenebilir.

Filipinler için yapılan Johansen Eşbütünleşme analizi sonuçları Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. Filipinler İçin Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları

H0	H1	Test İstatistiği	%95 kritik değeri	Olasılık Değeri	Özdeğer
İz testi					
r=0	r=1	20.84522	20.2618 4	0.0415	0.527597
r<=1	r=2	5.846762	9.16454 6	0.2029	0.253484
En büyük özdeğer ($\lambda_{\max}$)					
r=0	r>1	14.99846	15.8921 0	0.0687	0.527597
r<=1	r=2	5.846762	9.16454 6	0.2029	0.253484

Not: r: Eşbütünleşme vektörü sayısıdır.

Tablo 16’dan, FİLİPİNLER için, İz testi ve En Büyük Özdeğer İstatistiği sonuçlarına göre SAĞLIK ve GSYİH zaman serileri arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Buradan, FİLİPİNLER için incelenen SAĞLIK ve GSYİH zaman serilerinin uzun dönemde ilişkisi vardır.

Tablo 16. Filipinler İçin VEC Modeli Sonuçları

Nedensellik Denklemi	Katsayı	Standart Hata	t değeri	Düzeltilmiş R2
Bağımlı Değişken: Δ SAĞLIK				
Δ GSYİH-1	-			0.684076
	0.027016	0.00683	-3.95448	
Δ GSYİH-2	0.015332	0.00912	1.68045	
Δ SAĞLIK-1	0.260717	0.22073	1.18117	
Δ SAĞLIK-2	0.085730	0.28216	0.30383	
EC1-1	0.009407	0.00450	2.09049	
Bağımlı Değişken: ΔGSYİH				
Δ SAĞLIK-1	-			0.001660
	13.85927	9.72924	-1.42450	
Δ SAĞLIK-2	-			
	2.448596	12.4372	-0.19688	
Δ GSYİH-1	-			
	0.063242	0.30113	-0.21002	
Δ GSYİH-2	-			0.001660
	0.177166	0.40215	-0.44055	
EC t-1	-			
	0.265711	0.19835	-1.33962	

Tablo 16'daki sonuçlara göre, SAĞLIK değişkeni bağımlı değişken olması durumunda, ECt-1 katsayısının istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucu elde edilmiştir. GSİYH değişkeni bağımlı değişken olması durumunda ise, ECt-1 katsayısı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu sonuçtan hareketle, kısa dönemde, GSYİH değişkeninden SAĞLIK değişkenine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi vardır.

Singapur için Johansen Eşbütünleşme analizi sonuçları Tablo 17'da verilmiştir.

Tablo 17. Singapur İçin Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları

H0	H1	Test İstatistiği	%95 kritik değeri	Olasılık Değeri	Özdeğer
İz testi					
r=0	r=1	14.83199	12.32090	0.0186	0.457568
r<=1	r=2	1.986451	4.129906	0.1870	0.090257
En büyük özdeğer ($\lambda_{\max}$)					
r=0	r>1	12.84554	11.22480	0.0257	0.457568
r<=1	r=2	1.986451	4.129906	0.1870	0.090257

Not: r: Eşbütünleşme vektörü sayısıdır.

Tablo 17'de Singapur için SAĞLIK ve GSYİH serileri arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu belirlenmiştir (İz testi ve En Büyük Özdeğer İstatistiği sonucunda). Bunun anlamı, Singapur için, SAĞLIK ve GSYİH zaman serileri uzun dönemde birbirlerini etkilemektedir.

Tablo 18. Singapur İçin VEC Modeli Sonuçları

Nedensellik Denklemi	Katsayı	Standart Hata	t değeri	Düzeltilmiş R2
Bağımlı Değişken: Δ SAĞLIK				
ΔGSYİH-1	-0.008962	(0.00624)	[-1.43586]	0.498535
ΔGSYİH-2	-0.006187	(0.00813)	[-0.76141]	
ΔSAĞLIK-1	0.657489	(0.23065)	[2.85064]	
ΔSAĞLIK-2	-0.500156	(0.28794)	[-1.73704]	
EC1-1	- 0.007581	(0.00314)	[-2.41602]	
Bağımlı Değişken:ΔGSYİH				
ΔSAĞLIK-1	10.81125	(8.82329)	[1.22531]	0.184831
ΔSAĞLIK-2	3.256909	(11.0149)	[0.29568]	
ΔGSYİH-1	-0.355088	(0.23877)	[-1.48718]	
ΔGSYİH-2	-0.343081	(0.31085)	[-1.10368]	
EC t-1	-0.173600	(0.12003)	[-1.44631]	

Tablo 18'deki sonuçlara göre, SAĞLIK değişkeni bağımlı değişken iken, ECt-1 katsayısı istatistiksel olarak anlamlıdır. Buna karşın, GSYİH değişkeni bağımlı değişken iken ise, ECt-1 katsayısının istatistiksel anlamlılığı sağlamadığı belirlenmiştir. Buradan hareketle; kısa

Görmekte, belirlenen tek yönlü nedensellik ilişkisinin yönü GSYİH değişkeninden SAĞLIK değişkenine doğru olduğu sonucuna varılmıştır.

Tayland için Johansen Eşbütünleşme analizi sonuçları Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Tayland İçin Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları

H0	H1	Test İstatistiği	%95 kritik değeri	Olasılık Değeri	Özdeğer
İz testi					
r=0	r=1	24.30484	12.32090	0.0003	0.648952
r≤1	r=2	2.321336	4.129906	0.1506	0.104649
En büyük özdeğer ($\lambda_{\max}$)					
r=0	r>1	21.98351	11.22480	0.0005	0.648952
r≤1	r=2	2.321336	4.129906	0.1506	0.104649

Not: r: Eşbütünleşme vektörü sayısıdır.

Tablo 19’da TAYLAND için SAĞLIK ve GSYİH serileri arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu belirlenmiştir (İz testi ve En Büyük Özdeğer İstatistiği sonucunda). Bunun anlamı, Tayland için, SAĞLIK ve GSYİH zaman serileri uzun dönemde birbirlerini etkilemektedir.

Tablo 20. Tayland İçin VEC Modeli Sonuçları

Nedensellik Denklemi	Katsayı	Standart Hata	t değeri	Düzeltilmiş R2
Bağımlı Değişken: Δ SAĞLIK				
ΔGSYİH-1	-0.021380	0.00586	-3.64959	0.305212
ΔGSYİH-2	-0.007796	0.00665	-1.1717	
ΔSAĞLIK-1	0.225596	0.26692	0.8451	
ΔSAĞLIK-2	-0.342579	0.32044	-1.06907	
EC1-1	0.010410	0.00481	2.1626	
Bağımlı Değişken:ΔGSYİH				
ΔSAĞLIK-1	-11.16058	13.4894	-0.82736	0.223152
ΔSAĞLIK-2	-18.38233	16.1945	-1.13510	
ΔGSYİH-1	0.065528	0.29605	0.22134	
ΔGSYİH-2	0.030746	0.33624	0.09144	
EC t-1	-0.276891	0.24325	-1.13828	

Tablo 20’deki sonuçlara göre, SAĞLIK değişkeni bağımlı değişken iken, ECt-1 katsayısı istatistiksel olarak anlamlı değildir. GSYİH değişkeni bağımlı değişken iken ise, ECt-1

Katsayısının istatistiksel anlamlılığı sağlamadığı belirlenmiştir. Buradan hareketle; kısa dönemde, SAĞLIK ve GSYİH değişkenleri arasında bir nedensellik ilişkisi olmadığı ifade edilebilir.

SONUÇ

Son yıllarda sağlık harcamaları ve ekonomik büyüme kavramları arasında ilişkileri araştıran birçok çalışma yapılmıştır. Bazı görüşe göre sağlık harcamalarının artması sağlıklı bireylerin daha iyi koşullarda ve daha verimli çalışması nedeniyle ekonomik büyümenin artacağını ileri sürülmektedir. Buna karşın bir başka görüşe göre ise ekonomik büyümenin artması sağlık alanında yapılacak yatırım ve harcamaların artmasına neden olacaktır.

Bu çalışmada, ASEAN 5 ülkesi olan Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland'ın ekonomik büyümesi ve sağlık harcaması arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda Endonezya için, ekonomik büyüme ve sağlık harcaması zaman serileri arasında GSYİH değişkeninden SAĞLIK değişkenine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu görülmektedir. Malezya için, ekonomik büyüme ve sağlık harcaması zaman serileri arasında SAĞLIK zaman serisinden GSYİH zaman serisine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu görülmektedir. Filipinler için GSYİH zaman serisinden SAĞLIK zaman serisine yönelik tek yönlü bir nedensel ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Bu durum, analizi yapılan döneme ilişkin olarak, ekonomik büyümede oluşacak olumlu gelişmenin sağlık harcamalarını iyileştireceği şeklinde yorumlanabilir. Singapur ve Tayland için de incelenen iki zaman serisi arasında bir nedensellik ilişkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Johansen Eşbütünleşme Analizi sonuçları değerlendirildiğinde; Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland için SAĞLIK ve GSYİH serilerinin uzun dönemde birbirleri ile hareket ettiği belirlenmiştir.

Kısa dönemli ilişkiler incelendiğinde ise, Endonezya ve Tayland için kısa dönemde, GSYİH ve SAĞLIK zaman serilerinin arasında nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. Malezya için SAĞLIK değişkeninden GSYİH değişkenine doğru ilişki olduğu söylenebilir. Filipinler ve Singapur için GSYİH değişkeninden SAĞLIK değişkenine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Elde edilen sonuçlar iktisadi olarak incelendiğinde GSYİH'in artış göstermesi SAĞLIK harcamalarını iyileştirecektir. Sağlık alanından yapılacak yatırımlar ile de daha sağlıklı bir toplum oluşacağı için insanlar daha verimli çalışacak ve böylece ekonomik büyüme de artacaktır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, analizde kullanılan verilerin dönemi değiştirilerek ya da başka ilişkili değişkenler eklenerek, farklı ülke grupları için de farklı çalışmalar yapılabilir. Ayrıca, elde edilen sonuçların bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara ışık tutacağı ve bu konuyla ilgili karar vericilere bir fikir vereceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- A'yun, I. Q., Irwandi, L., s(2022), Government Health Expenditures on Economic Growth in ASEAN-9 Countries, ARBITRASE: Journal of Economics and Accounting, 3(1), 128-132.
- Banerjee, A., Dolado, J., Galbraith, J.W. and Hendry, D., (2004), Co-Integration Error Correction and The Econometric Analysis of Non-Stationary Data, Oxford University Press, Dublin, Jun 2004.
- Cromwell, J.B., Hannan M.J., Labys, W. C. and Terraza M., (1994), Multivariate Tests for Time Series Models, Sage Publications Inc., USA.
- Dickey, D.A., Fuller, W.A., (1979), "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", Journal of American Statistical Association, Vol. 74, ss. 427-431.
- Dickey, D.A., Fuller, W.A., (1981), "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series With Unit Root", Econometrica, Vol:49(4), ss. 1057-1073.
- Enders, W. (2004), Applied Econometric Time Series, 2'nd Edition John Wiley&Sons Inc. USA.
- Engle, R.F., Granger, C.W.J., (1987), "Co-Integration and Error Correction Representation, Estimation, and Testing", Econometrica, Vol.55(2), ss.251-276.
- Hayaloğlu, P., Bal H.Ç., (2015), Üst Orta Gelirli Ülkelerde Sağlık Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi, İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi, 3(2), 35-44.
- Holden, K..Thompson, J., (1992), "Co-Integration: An Introductory Survey", British Review of Economic Issues, 14(33), ss.1-55.
- Kemaloğlu, Ş. ve Bağcı E., (2022). "Sağlık Sektörü Harcamalarının Makroekonomik Göstergeler Üzerindeki Etkisinin Analizi". Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2(10) 424-436.
- Kwiatkowski D., Phillips, P.C. B., Schimdt, P..Yongcheol, S.. (1992), "Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of A Unit Root", Journal of Econometrics, 54, pp. 59-178.
- Maddala, G.,S.,Kim In-Moo. (1998), Unit Roots, Cointegration and Structural Change, Cambridge University Press, United Kingdom.
- Phillips, P.C. B., Perron, P., (1988), "Testing for A Unit Root In Time Series Regression", Biometrika, 75(2), ss.335-346.
- Saraçoğlu, S., Songur, M. (2017) Sağlık Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Avrasya Ülkeleri Örneği, Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari bilimler Fakültesi Dergisi, 8(16), 353-372.
- Ürüt Saygın, S., & İşler, A. R. (2024). Sağlık harcamalarının ekonomik büyümeye etkisi: D8 ülkeleri üzerine bir analiz. Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(2), 82-100
- Yıldız B., Yıldız, G., (2018), Sağlık Harcamalarını Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Avrupa ve Merkez Asya Ülkeleri Örneği, Maliye Dergisi, 174, 203-218.

TÜRKİYE'DE FİNANSAL YATIRIM ARAÇLARININ GETİRİ ORANLARININ ÖNGÖRÜLMESİ FORECASTING THE RATES OF RETURN OF FINANCIAL INVESTMENT INSTRUMENTS IN TURKEY

Assoc. Prof. Fatih ÇEMREK

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6528-7159>

Özet

Bireylerin ve kurumların sahip olukları para veya zaman gibi kaynakları gelecekte daha fazla gelir elde etme amacıyla değerlendirme sürecine yatırım adı verilmektedir. Bu süreç finansal kazanç, ekonomik açıdan istikrar sağlamak ve bireylerin hedeflerine ulaşması bakımından oldukça önemlidir. Bu nedenle bireyler özel ve kamu kurumları tasarruflarını çeşitli araçlarla değerlendirir ve getiri elde etmeye çalışmaktadır.

Yatırım, gelecekte ortaya çıkan belirsizliklere karşı bir güvence sağlamaktadır. Yatırım yapılarak ortaya çıkan enflasyon, ekonomik dalgalanmalar ve beklenmedik harcamalara yönelik bir güvence sağlar. Yatırım yapılarak, pasif gelir elde edileceği için bireylerin yaşam standardını yükseltebilmektedir. Yatırım yaparak uzun vadeli hedeflere de ulaşılabilir. Bu yatırım yapma nedenleri ev araba alma, emeklilik planlaması, bireylerin çocuklarının eğitim harcamalarını karşılama olarak düşünülebilir. Yatırım sayesinde bireylerin finansal okuryazarlık düzeyi artmakta, bireyler ekonomi gündemini daha sağlıklı takip etmekte ve ekonomik kararlarda daha bilinçli davranış gösterebilmektedir.

Yatırım yapmanın birini aşaması kısa, orta ve uzun vadeli hedeflerin belirlenmesidir. Daha sonra bu hedeflere uygun yatırım araçlarının seçilmesidir. Bir sonraki adımda risk profili değerlendirilir ve bir yatırım stratejisi oluşturulur. Bireylerin risk algısı ve risk alma düzeyi birbirinden farklıdır. Bazı bireyler getirisi az ama riski düşük yatırımları tercih edebilir; bazıları da daha yüksek getiriye sahip ama daha riskli yatırım araçlarına yatırım yapabilir.

Yatırım yapma sürecinde en önemli husus bilgiye dayalı karar vermektir. Bu süreçte piyasalar analiz edilir, ulusal ve uluslararası ekonomik göstergeler incelenir ve tercih edilecek yatırım aracının performansı dikkatle değerlendirilir.

Yatırım araçları, yatırımcının hedefi ve risk profiline göre değişiklik göstermektedir. En çok bilinen ve yatırım yapılan yatırım araçları hisse senetleri, tahviller, yatırım fonları, altın, gümüş, paladyum gibi kıymetli madenler, döviz, gayrimenkul ve kripto paralardır. Bu yatırım araçlarının farklı avantaj ve riskleri vardır. Bundan dolayı, kişisel stratejilere uygun seçimler yapmayı kolaylaştırmak için yatırım araçlarını tanımak gerekmektedir.

Yatırımda unutulmaması gereken gerçek durum her kazancın bir riske sahip olmasıdır. Piyasada oluşan dalgalanmalar, faiz oranındaki değişimler, ekonomik krizler ve yatırım aracının kendine özgü riskleri yatırım sürecini doğrudan etkilemektedir. Yatırım riskini en aza indirmek için portföy çeşitlendirmesi yapılması gerekmektedir. Farklı yatırım araçlarını seçerek bir yatırım

atracında ortaya çıkacak kayıp diğer yatırım aracından sağlanacak kazançla dengelenir. Yatırım risklerini daha etkin yönetmek için güncel ekonomik gelişmeleri takip edilmesi, düzenli olarak analizlerin yapılması ve profesyonel destek alınması gerekmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye’de Finansal Yatırım Araçları (Mevduat Faizi, BİST 100 Endeksi, Amerikan Doları, Euro, Altın (külçe) ve Devlet İç Borçlanma Senedi) reel getiri oranlarının 2015:Ocak-2025 Temmuz dönemi arasındaki aylık verileri ARIMA Modelleri ile analiz edilecektir. Her bir veri seti için 2025 Ağustos-2026 Temmuz dönemi için 12 aylık değerler tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yatırım Araçları, Finansal Yatırım Araçlarının Getiri Oranları, ARIMA Modelleri, Öngörü.

Abstract

Investing is the process by which individuals and institutions utilize their resources, such as money or time, to generate more income in the future. This process is crucial for financial gain, economic stability, and achieving individual goals. Therefore, individuals, both private and public institutions, invest their savings through various means and strive to generate returns.

Investing provides security against future uncertainties. Investing provides security against inflation, economic fluctuations, and unexpected expenses. Because investing generates passive income, it can raise individuals' standards of living. Investing can also help achieve long-term goals. Reasons for investing include buying a house or car, planning for retirement, and covering their children's education expenses. Investing increases individuals' financial literacy, allowing them to better monitor economic developments and make more informed economic decisions.

The first step in investing is determining short-, medium-, and long-term goals. Then, selecting investment instruments appropriate for these goals. The next step is to assess the risk profile and develop an investment strategy. Individuals' risk perception and risk tolerance vary. Some individuals may prefer investments with lower returns but lower risks; others may invest in investment instruments with higher returns but higher risks.

The most important aspect of the investment process is making informed decisions. During this process, markets are analyzed, national and international economic indicators are examined, and the performance of the chosen investment instrument is carefully evaluated.

Investment instruments vary depending on the investor's goals and risk profile. The most well-known and popular investment instruments are stocks, bonds, mutual funds, precious metals such as gold, silver, and palladium, foreign exchange, real estate, and cryptocurrencies. These investment instruments have different advantages and risks. Therefore, it is important to understand investment instruments to facilitate making choices that align with personal strategies.

It is important to remember that every gain in investing carries risk. Market fluctuations, interest rate fluctuations, economic crises, and the unique risks of each investment instrument directly affect the investment process. To minimize investment risk, portfolio diversification is essential.

By choosing different investment instruments, losses in one investment instrument are offset by gains in another. To manage investment risks more effectively, it is necessary to monitor current economic developments, conduct regular analyses, and seek professional support.

In this study, monthly data on the reel return rates of financial investment instruments (deposit interest, BIST 100 Index, US Dollar, Euro, Gold (bullion), and Government Domestic Debt Securities) in Turkey between January 2015 and July 2025 will be analyzed using ARIMA Models. For each data set, 12-month values were estimated for the period August 2025 to July 2026.

Keywords: Investment Instruments, Return Rates of Financial Investment Instruments, ARIMA Models, Forecasting.

GİRİŞ

Bu çalışmada, 2015:Ocak-2025 Temmuz dönemini kapsamak üzere Türkiye’de Finansal Yatırım Araçları (Mevduat Faizi, BİST 100 Endeksi, Amerikan doları, Euro, Altın (külçe) ve Devlet İç Borçlanma Senedi) reel getiri oranı aylık zaman serisi verileri kullanılarak zaman serileri analizi ile incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ARIMA modelleri kullanılmış ve bu değişkenlerin 2025 Ağustos-2026 Temmuz dönemi için 12 ay için alacağı değerler öngörülmeye çalışılmıştır. Bunun için zaman serileri analizi yöntemlerinden birisi olan ARIMA modelleri kullanılmıştır.

Guha ve Bandyopadhyay, (2016), 2003: Kasım-2014:Ocak dönemi arasındaki altın fiyatları serisini ARIMA modelleri yardımıyla incelemişlerdir. Çalışmada altı farklı model denenmiş ve en uygun modelin ARIMA (1, 1, 1) modeli olduğu belirlenmiş ve öngörüler bu model ile yapılmıştır.

Değirmenci ve Akay (2017), Box-Jenkins modelleri ve ARCH modelleri ile borsa, altın, döviz ve petrol fiyatlarını öngörmek üzere yaptıkları çalışmada, 01.02.2009-11.25.2016 dönemi arasındaki haftalık verileri kullanmışlardır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde altın fiyatları dışında incelenen tüm değişkenlerde asimetrik etki olduğu belirlenmiştir. bulunmuştur.

Eti vd. (2019), G20 ülkelerinin bankacılık sektörünün gelecekteki büyüklüğünü tahmin etmek üzere yaptıkları çalışmada, 1960-2018 dönemi için 15 farklı ülke incelenmiştir. Çalışmada incelenen veriler ARIMA yöntemi ile analiz edilmiş ve 2019-2023 yılları için öngörüler yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, 14 farklı G20 ülkesi için 2019-2023 dönemi için bankalar tarafından özel sektöre verilen kredilerin GSYİH’a olan oranının artacağı belirlenmiştir.

Abdioğlu ve Harman (2020), altın, hisse senedi, euro, dolar, konut ve petrol gibi alternatif yatırım aracının 2010:01-2019:09 dönemine ilişkin aylık veri setine ilişkin getiri tahminlerini yapmak üzere ARIMA modellerini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda 2019:10-2020:12 dönemi için en yüksek getiri sağlayan yatırım aracının dolar ve en düşük getiri sağlayan yatırım aracının da petrol olduğu ifade edilmiştir.

Bağcı (2020), Türkiye’de Altın, Dolar, Euro, BIST 100, Devlet İç Borçlanma Senetleri ve Vadeli Mevduat Faiz oranı zaman serilerinin 2019 yılı Ocak-Kasım dönemine ait aylık verileri

Kullanılmış ve bu değişkenlerin fiyatları GM(1,1) modeli ile tahmin edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, bütün yatırım araçlarında GM(1,1) modelinin yüksek düzeyde doğruluk oranlarıyla tahmin sonuçları verdiği belirlenmiştir.

Tüzemen.(2020) Cumhuriyet altını fiyatlarını öngörmek amacıyla ARIMA, Holt-Winters, Basit Üstel Düzeltme ve Holt Doğrusal Trend yöntemlerini kullanmıştır. Çalışmada 1990:Ocak-2020:Ekim dönemi aylık altın fiyatları analiz edilmiş ve 2020:Kasım-2021:Haziran dönemi için öngörüler yapılmıştır. Çalışmada en iyi modelin ARIMA modeli olduğu belirlenmiştir. ARIMA modeli ile yapılan öngörülerde Cumhuriyet altını fiyatlarının 2021 yılının ilk altı ayında da artacağı belirtilmiştir.

Funde ve Damani (2023) yaptıkları çalışmada, ARIMA ve üstel düzeltme tekniklerini kullanarak 01 Nisan 2016-31 Mart 2021 dönemi için NIFTY 50 verilerinden yararlanarak, bankacılık, ilaç ve bilgi teknolojileri sektörlerinden seçilen 15 şirketin hisse senedi fiyatlarını tahmin etmişlerdir.

Karadağ Erdemir ve Kırkağaç (2024), bireysel emeklilik yatırım fonlarını (düşük, orta ve yüksek riskli) altı yıllık bir dönemde haftalık verileri kullanarak zaman serisi analizi ile incelemişlerdir. Çalışmada analiz edilen zaman serileri seçilen emeklilik yatırım fonlarının günlük fiyat, günlük dolaşımdaki hisse senedi sayısı, günlük kişi sayısı, günlük toplam fon değeri ve günlük logaritmik getiri verileridir.

YÖNTEM: ARIMA MODELERİ

Bir zaman serisinin özelliklerini belirlemede ve bu zaman serisinin gelecek dönemlerde alacakları değerlerin ne olacağını belirlemek (ileriye yönelik tahmin ya da öngörü) amacıyla ARIMA modelleri (Box-Jenkins tekniği) yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. ARIMA modelinde incelenen zaman serisinin bugün (t döneminde) aldığı değer geçmiş dönemde (t-1, t-2,t-3, ... dönemde) aldığı değerlerin ağırlıklı toplamı ve bir rassal hata teriminin doğrusal toplamsal birleşimi olarak ifade edilmektedir. ARIMA modelleri ile ekonomik verilerden oluşan zaman serilerinin stokastik (olasılıklı) olarak aldıkları değerler analiz edilmektedir (Özmen, 1989; Kutlar, 2005; Gujarati, 1999).

ARIMA modellerinde en önemli varsayımı, analizi yapılacak zaman serisinin incelendiği dönem içerisinde ortalamasının, varyansının ve otokovaryansının değişmemesidir. Bu varsayım sağlanmazsa incelenen zaman serisinin durağan olmadığı anlaşılır ve bu zaman serisinin rassal bir yapıda olduğu ifade edilir. Durağanlığı sağlamayan zaman serilerinin en önemli özelliklerinden birisi zaman serisi uzun dönemde ortalama değerlerine dönme eğilimi göstermemesidir. Durağanlığı sağlamak için zaman serisinin t döneminde aldığı gözlem değeri ile k dönem öncesinde aldığı gözlem değeri çıkarılır (“d” mertebe farkı alınır). Durağanlık koşulunu sağlamayan bir Y_t zaman serisi d. mertebeden farkı alınarak durağan hale getirilmişse ve bu yeni oluşan seri w_t olarak tanımlanırsa;

$$w_t = \Delta^d y_t = (1 - L)^d y_t \quad (1)$$

şeklinde ifade edilir . w_t : durağanlığı sağlanmış zaman serisini belirtir ve bu model ARMA (p,q) modeli olarak gösterilmektedir. ARMA (p,q) modeli Eşitlik (2) deki gibi belirtilmektedir:

$$w_t = \varphi_1 w_{t-1} + \varphi_2 w_{t-2} + \dots + \varphi_p w_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (2)$$

w_t (farklı alınmış) serisinin bir ARMA (p,q) modeliyle tanımlanması halinde, Y_t zaman serisinin genel ifadesi ARIMA (p,d,q) şeklinde olmaktadır. ARIMA (p,d,q) modeli, orijinal zaman serisi verisi halinde gösterimi ($\delta \neq 0$ varsayımı ile) Eşitlik (3)'teki gibi ifade edilmektedir (Akgül, 2003; Kadılar, 2005):

$$\Delta^d y_t = \delta + \gamma_1 \Delta^d y_{t-1} + \gamma_2 \Delta^d y_{t-2} + \dots + \gamma_p \Delta^d y_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (3)$$

Eşitlik (3)'te yer alan modelde p: AR modelin derecesi, d: kaç kere fark alındığını ve q:(MA) modelinin derecesini göstermektedir. Analizi yapılacak zaman serisinin, d kere farkı alınarak, durağan hale getirilmesiyle, ARIMA (p,d,q) modeline ilişkin olarak AR ve MA sürecine ait p ve q katsayılarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle ARIMA modelleri için en önemli aşama p ve q derecesinin belirlenmesidir.

Box-Jenkins, ARIMA Modelinin Seçilmesi için Aşamalar

ARIMA Modelinde yer alan p ve q değerlerinin belirlenirken, AFF ve PACF (otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonlarından) yararlanılmaktadır. AR modelinin p derecesini belirlemede kısmi otokorelasyon fonksiyonu (PACF) ve MA modelinin derecesini belirlemede ise otokorelasyon fonksiyonu (ACF) kullanılmaktadır (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005).

Model belirlemede ilk adım olarak analizi yapılacak zaman serisine ilişkin olarak uygun olduğu kabul edilen geçici bir ARIMA modeli belirlenmektedir. İkinci adımda bu geçici uygun modele ait parametreler EKK ile tahmin edilmektedir. Daha sonra bu geçici modelin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı belirlenmektedir. Eğer zaman serisi için uygun olduğuna karar verilen birden fazla geçici model varsa, bu modeller için hesaplanan Hata Kareler Ortalaması (MSE) değerinin en küçük olduğu model en uygun model seçilmektedir. Geçici modelin anlamlı olup olmadığını belirlemede yazılan istatistiksel hipotezler ve hesaplanan test istatistiği aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

H_0 : Geçici Model Uygunur.

H_1 : Geçici Model Uygun Değildir.

$$Q = n(n+2) \sum \frac{\rho_k^2}{n-k} \sim \chi_{(k-p-q)}^2 \quad Q = n(n+2) \sum \frac{\rho_k^2}{n-k} \sim \chi_{(k-p-q)}^2 \quad (4)$$

Eşitlik (4)'teki hesaplamada yer alan k gecikme sayısını, p ve q ise mevsimsel olmayan ARIMA modelinin derecesini ifade etmektedir (Akgül, 2003; Kadılar, 2005; Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005)

İleriye Yönelik Öngörü

Yukarda belirtilen aşamada belirlenen geçici model uygun model olarak kabul edilmişse, bu model kullanılarak zaman serisi için kısa dönemli tahmin (öngörüler) yapılmaktadır. ARIMA modellerinde bu yapılacak öngörü işlemi için ek bir bilgiye ihtiyaç duyulmamaktadır. ARIMA Modelleri ile yapılan kısa dönemli tahminlerde öngörü başarısının oldukça yüksek olduğu belirtilmektedir. ARIMA modeli kullanılarak yapılacak öngöründe ilk olarak incelenen zaman

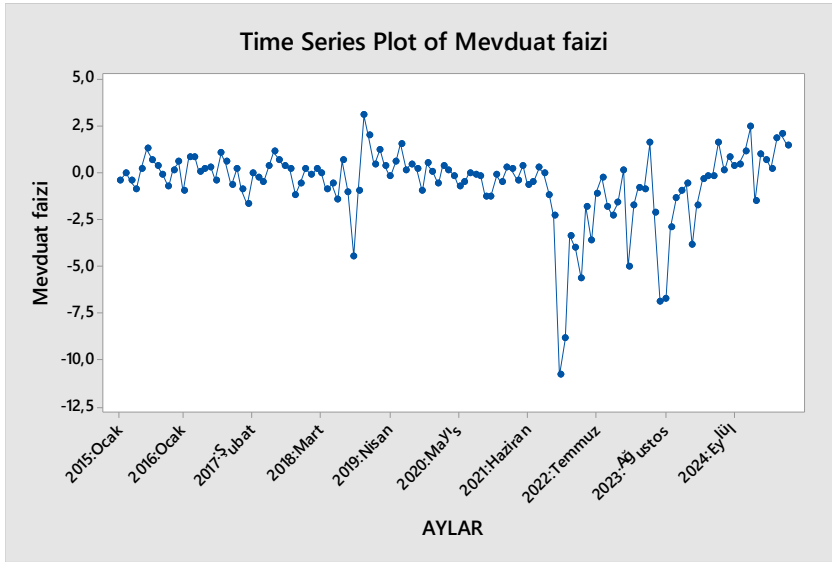
Serisinin ortalaması hesaplanmakta ve bu hesaplanan değerler yardımıyla ileri dönük tahmin (öngörü) değerleri belirlenmektedir (Kutlar, 2005; Akgül, 2003).

BULGULAR

2015:Ocak-2025 Temmuz dönemini kapsamak üzere Türkiye’de Finansal Yatırım Araçları (Mevduat Faizi, BİST 100 Endeksi, Amerikan Doları, Euro, Altın (külçe) ve Devlet İç Borçlanma Senedi) reel getiri oranı aylık zaman serisi verileri kullanılarak zaman serileri analizi ile incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ARIMA modelleri kullanılmış ve bu değişkenlerin 2025 Ağustos-2026 Temmuz dönemi için 12 ay için alacağı değerler öngörülme çalışılmıştır. Bunun için zaman serileri analizi yöntemlerinden birisi olan ARIMA modelleri kullanılmıştır.

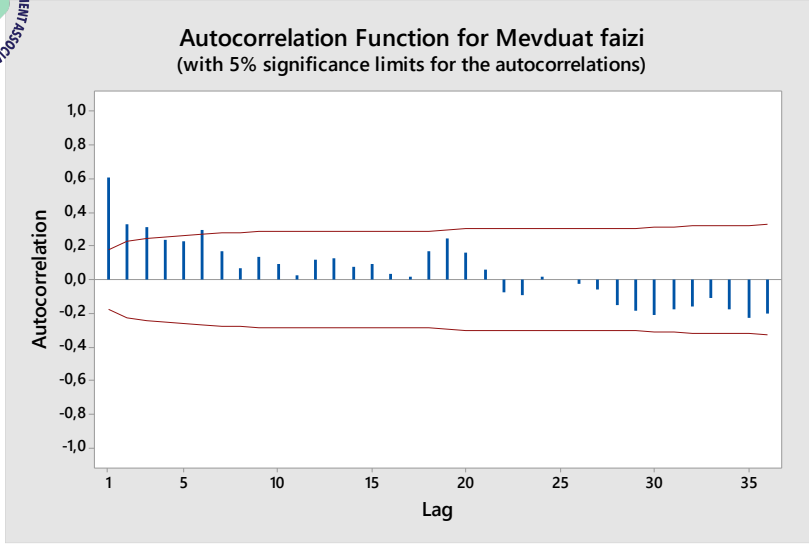
Mevduat Faiz Oranı Getirisi Zaman Serisi İçin Öngörü

Mevduat Faiz Oranı zaman serisinin kartezyen grafiği Şekil 1’de verilmiştir.



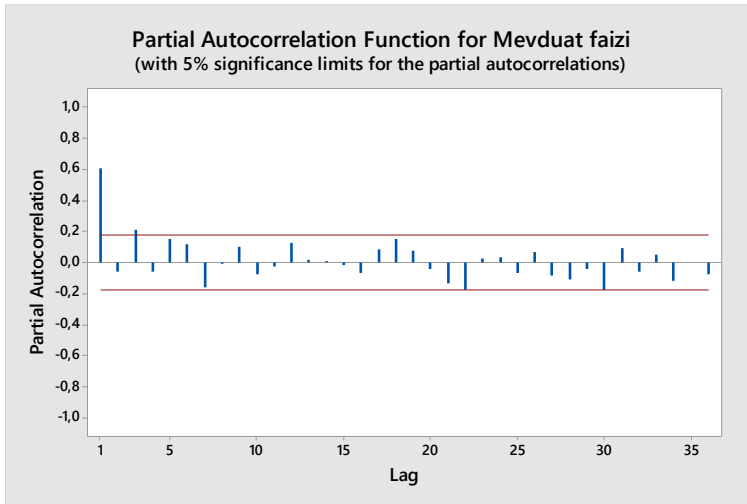
Şekil 1. Mevduat Faiz Oranı Getirisi Zaman Serisinin Kartezyen Grafiği

Mevduat Faiz Oranı Getirisi zaman serisi için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Mevduat Faiz Oranı Getirisi Zaman Serisinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

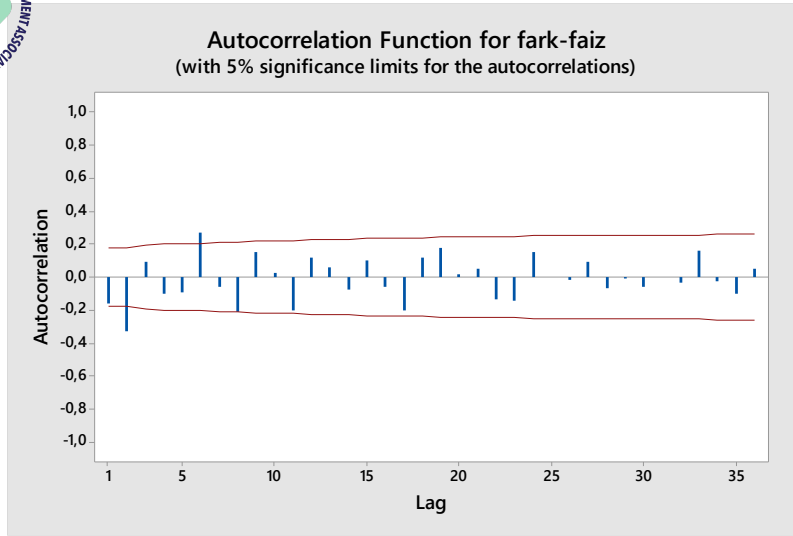
Mevduat Faiz Oranı Getirisi zaman serisi için kısmi otokorelasyon fonksiyonu Grafiği Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Mevduat Faiz Oranı Getirisi Zaman Serisinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

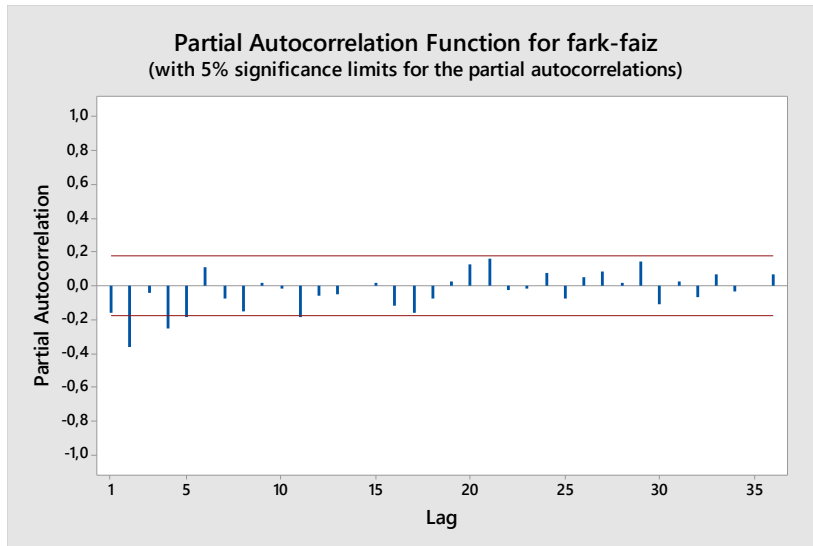
Şekil 1-3 incelendiğinde Mevduat Faiz Oranı reel getiri zaman serisinin durağanlık özelliğini sağlamadığı görülmektedir.

Mevduat Faiz Oranı Getirisi zaman serisinin birinci farkı alınmış hali için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Mevduat Faiz Oranı Getirisi Zaman Serisinin Birinci Derece Farkı Alınmış Halinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Mevduat Faiz Oranı Getirisi zaman serisinin birinci derece farkı alınarak oluşturulan yeni seri için kısmi otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Mevduat Faiz Oranı Getirisi Zaman Serisinin Birinci Derece Farkı Alınmış Halinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

ACF ve PACF grafiklerinden Mevduat Faiz Oranı Getirisi zaman serisinin birinci derece farkının alınmasıyla durağanlaştığı görülmektedir. Bu nedenle bu seri için durağan olmayan ARIMA model grubu içerisinde geçici bir uygun model belirlenir. Mevduat Faiz Oranı Getirisi zaman serisine ilişkin olarak incelenen geçici uygun ARIMA modelleri ve sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Mevduat Faiz Oranı Getirisi Zaman Serisi İçin ARIMA Modeli Sonuçları

Model	Parametre	Katsayı	Standart Hata	t istatistiği	p değeri	MSE (HKO)
ARIMA (1,1,0)	AR (1)	-0,1585	0,0884	-1,79	0,075	3,04980
ARIMA (1,1,1)	AR (1) MA (1)	0,5128 0,9232	0,0987 0,0476	5,19 19,38	<0,05 <0,05	2,57003
ARIMA (2,1,0)	AR (1) AR (2)	-0,2154 -0,3610	0,0838 0,0838	-2,57 -4,31	0,011 <0,05	2,67418
ARIMA (2,1,1)	AR (1) AR (2) MA (1)	0,4920 -0,1653 0,8457	0,111 0,0987 0,0742	4,44 -1,68 11,40	<0,05 0,096 <0,05	2,53993

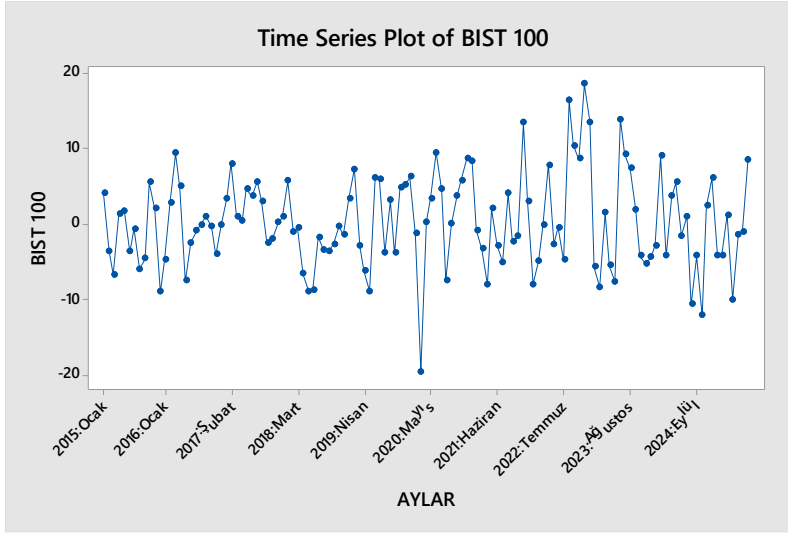
Tablo 2 incelendiğinde; Türkiye'ye ilişkin Mevduat Faiz Oranı Getirisi zaman serisi için belirlenen geçici uygun ARIMA modelleri arasında en uygun modelin ARIMA (1,1,1) modeli olduğu belirlenmiştir (AR (1) katsayısı istatistiksel olarak anlamlı ve durağanlık koşulunu sağlamaktadır). ARIMA (2,1,1) modeli MSE değeri bakımından en küçük değere sahip model olmasına rağmen, AR(2) katsayısı istatistiksel olarak anlamlı olmadığından (olasılık değeri 0,05'ten büyük olduğu için), bu model uygun model olarak alınmamıştır. ARIMA (1,1,1) modeli kullanılarak Mevduat Faiz Oranı Getirisi zaman serisinin 2025 Ağustos-2026 Temmuz dönemi arasında alacağı değerler için öngörü yapılmıştır. Öngörü sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Mevduat Faiz Oranı Getirisi Zaman Serisi İçin 2025:Ağustos-2026:Temmuz Dönemi Tahmin Değerleri

Aylar	Mevduat Faiz Oranı Getirisi	%95 Alt Güven Sınırı	%95 Üst Güven Sınırı	Aylar	Mevduat Faiz Oranı Getirisi	%95 Alt Güven Sınırı	%95 Üst Güven Sınırı
2025:Ağustos	0,83805	-2,3047	3,9808	2026:Şubat	0,19539	-3,8741	4,2649
2025:Eylül	0,51913	-3,1292	4,1675	2026:Mart	0,18959	-3,9130	4,2922
2025:Ekim	0,35560	-3,4824	4,1936	2026:Nisan	0,18662	-3,9474	4,3206
2025:Kasım	0,27174	-3,6598	4,2033	2026:Mayıs	0,18509	-3,9793	4,3495
2025:Aralık	0,22874	-3,7610	4,2185	2026:Haziran	0,18431	-4,0098	4,3785
2026:Ocak	0,20670	-3,8263	4,2397	2026:Temmuz	0,18391	-4,0396	4,4075

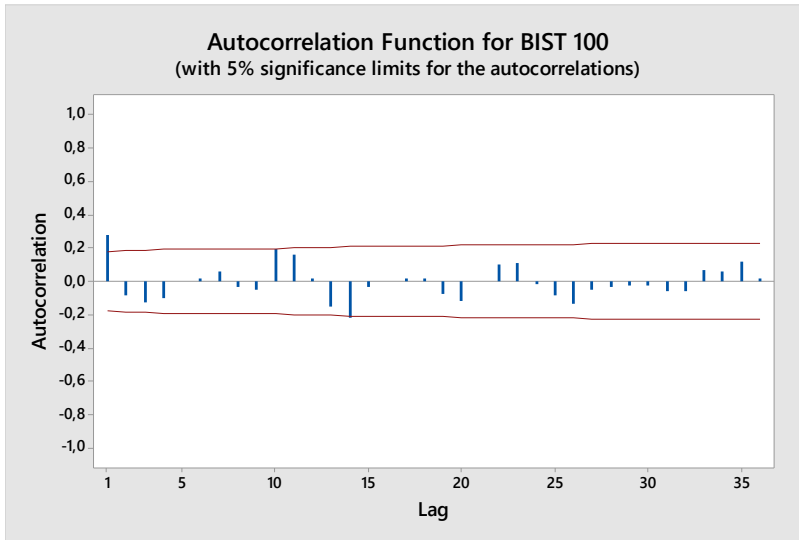
BİST 100 Getirisi Zaman Serisi İçin Öngörü

Kişi Başına Sağlık Harcaması zaman serisinin kartezyen grafiği Şekil 6’da verilmiştir.



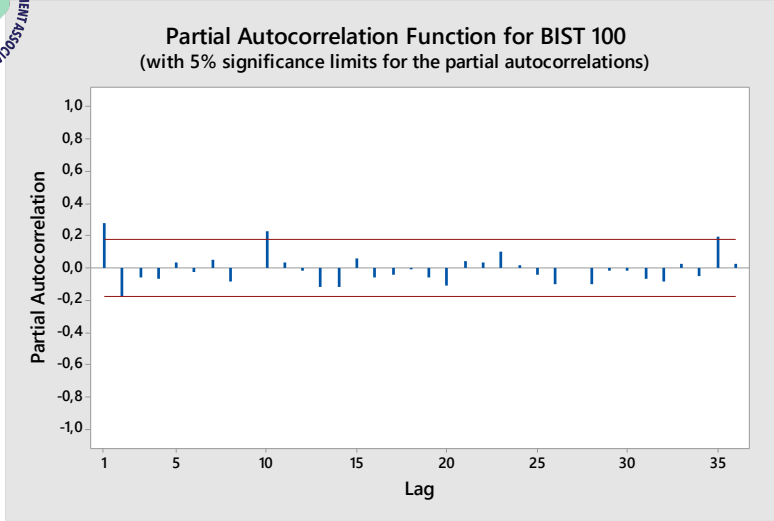
Şekil 6. BİST 100 Getirisi Zaman Serisinin Kartezyen Grafiği

BİST 100 getirisi zaman serisi için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. BİST 100 Getirisi Zaman Serisinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

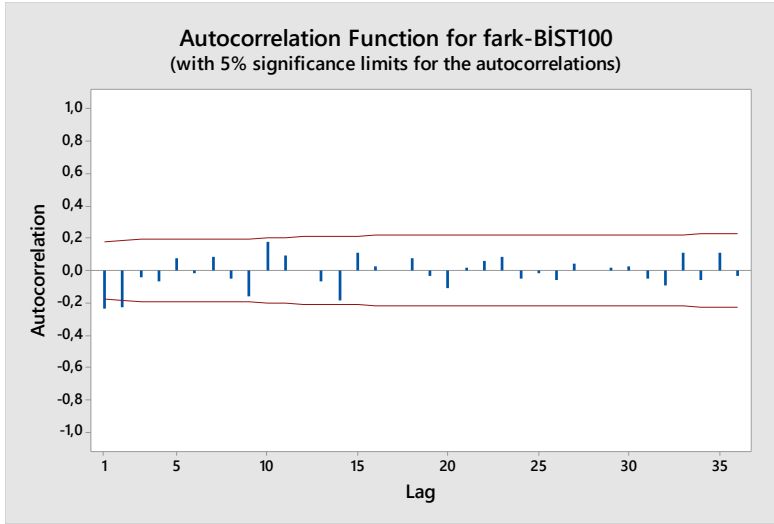
BİST 100 getirisi Zaman Serisi için kısmi otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. BİST 100 Getirisi Zaman Serisinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

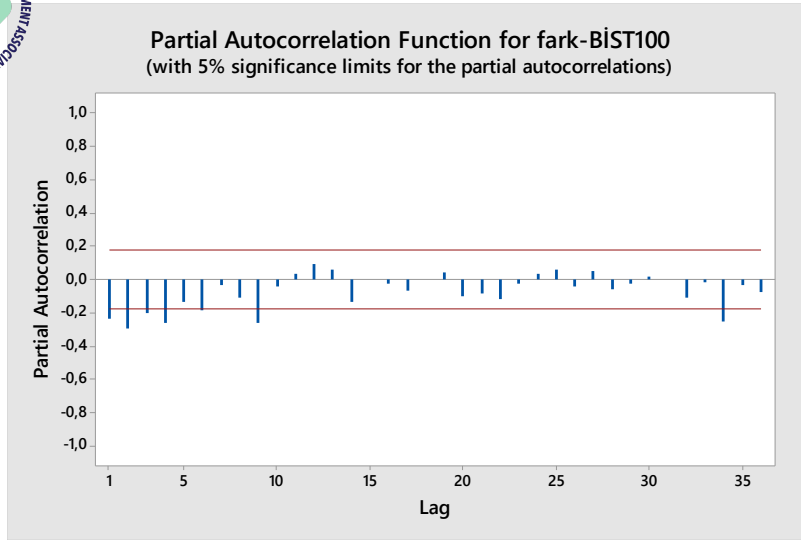
Şekil 6-8 incelendiğinde; BİST 100 getirisi zaman serisinin durağanlık özelliğini sağlamadığı görülmektedir.

BİST 100 getirisi zaman serisinin birinci farkı alınmış hali için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. BİST 100 Getirisi Zaman Serisinin Birinci Derece Farkı Alınmış Serinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

BİST 100 getirisi zaman serisinin birinci derece farkı alınarak oluşturulan yeni seri için kısmi otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 10’da verilmiştir.



Şekil 10. BİST 100 Getirisi Zaman Serisinin Birinci Derece Farkı Alınmış Serinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

ACF ve PACF grafiklerinden BİST 100 getirisi zaman serisinin birinci derece farkının alınmasıyla durağanlaştığı görülmektedir. Bu nedenle bu seri için durağan olmayan ARIMA model grubu içerisinde geçici bir uygun model belirlenir. BİST 100 getirisi zaman serisine ilişkin olarak incelenen geçici uygun ARIMA modelleri ve sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. BİST 100 Getirisi Zaman Serisi İçin ARIMA Modeli Sonuçları

Model	Parametre	Katsayı	Standart Hata	t istatistiği	p değeri	MSE (HKO)
ARIMA (1,1,0)	AR (1)	-0,2416	0,0874	-2,77	0,007	52,3089
ARIMA (1,1,1)	AR (1)	0,2755	0,0873	3,15	0,002	36,5672
	MA (1)	0,9793	0,0185	52,91	<0,05	
ARIMA (2,1,0)	AR (1)	-0,3173	0,0860	-3,69	<0,05	47,7808
	AR (2)	-0,3077	0,0860	-3,58	<0,05	
ARIMA (2,1,1)	AR (1)	-1,1965	0,0876	-13,66	<0,05	51,1068
	AR (2)	-0,2886	0,0894	-3,23	0,002	
	MA (1)	-0,9831	0,0082	-119,67	<0,05	

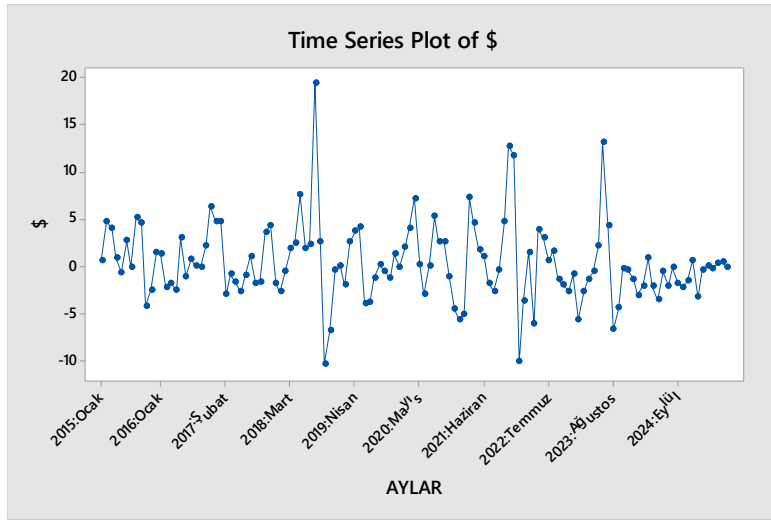
Tablo 4 incelendiğinde, Türkiye'ye ilişkin BİST 100 getirisi zaman serisi için belirlenen ARIMA modelleri arasında en uygun modelin ARIMA (1,1,1) olduğu belirlenmiştir (AR (1) katsayısı istatistiksel olarak anlamlı ve durağanlık koşulunu sağlamaktadır). Bu model kullanılarak BİST 100 getirisi zaman serisinin 2025 Ağustos-2026 Temmuz dönemi arasında alacağı değerler için öngörü yapılmıştır. Öngörü sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. BİST 100 Getirisi Zaman Serisi İçin 2024-2028 Dönemi Tahmin Değerleri

Aylar	BİST 100 Getirisi	%95 Alt Güven Sınırı	%95 Üst Güven Sınırı	Aylar	BİST 100 Getirisi	%95 Alt Güven Sınırı	%95 Üst Güven Sınırı
2025:Ağustos	2,48044	-9,3742	14,3351	2026:Şubat	0,230120	-12,2228	12,6830
2025:Eylül	0,84943	-11,5143	13,2132	2026:Mart	0,229407	-12,2281	12,6869
2025:Ekim	0,40005	-12,0230	12,8231	2026:Nisan	0,229210	-12,2329	12,6913
2025:Kasım	0,27623	-12,1603	12,7127	2026:Mayıs	0,229156	-12,2375	12,6958
2025:Aralık	0,24211	-12,2010	12,6852	2026:Haziran	0,229141	-12,2421	12,7004
2026:Ocak	0,23271	-12,2155	12,6809	2026:Temmuz	0,229137	-12,2467	12,7050

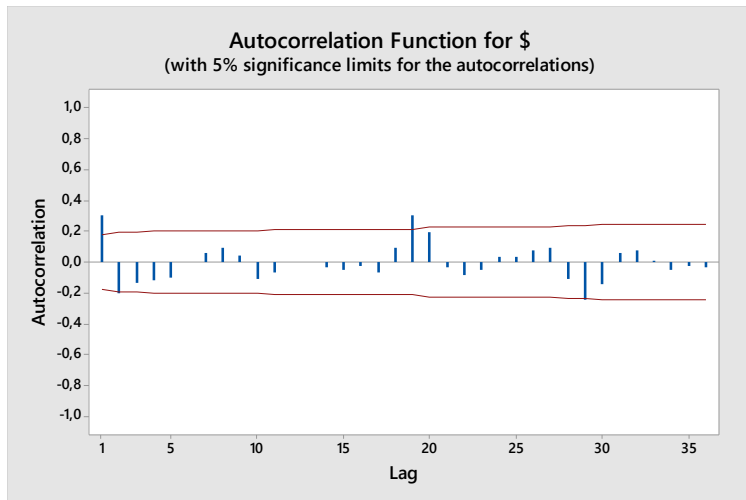
Amerikan Doları (\$) Getiri Zaman Serisi İçin Öngörüsü

Amerikan Doları (\$) Getiri zaman serisinin grafiği Şekil 11’de verilmiştir.



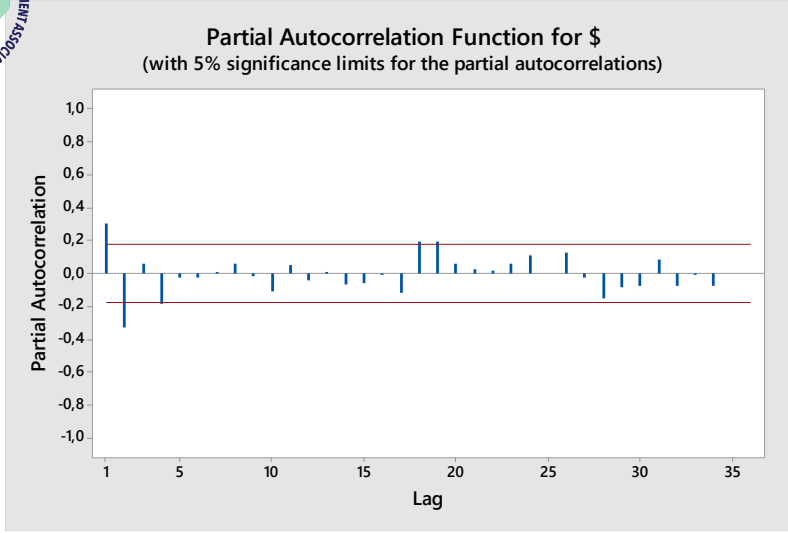
Şekil 11. Amerikan Doları (\$) Getiri Zaman Serisinin Kartezyen Grafiği

Amerikan Doları (\$) Getiri zaman serisi için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 12’de verilmiştir.



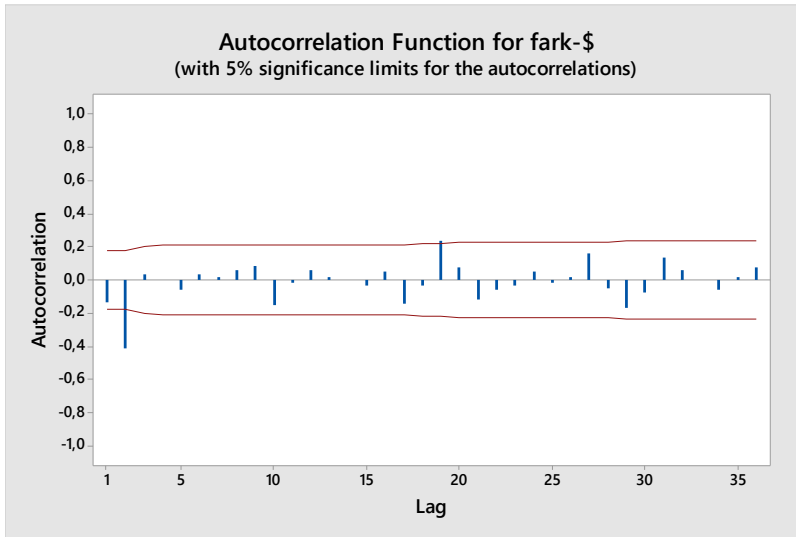
Şekil 12. Amerikan Doları (\$) Zaman Serisinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Amerikan Doları (\$) Getiri zaman serisi için kısmi otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 13’te verilmiştir.



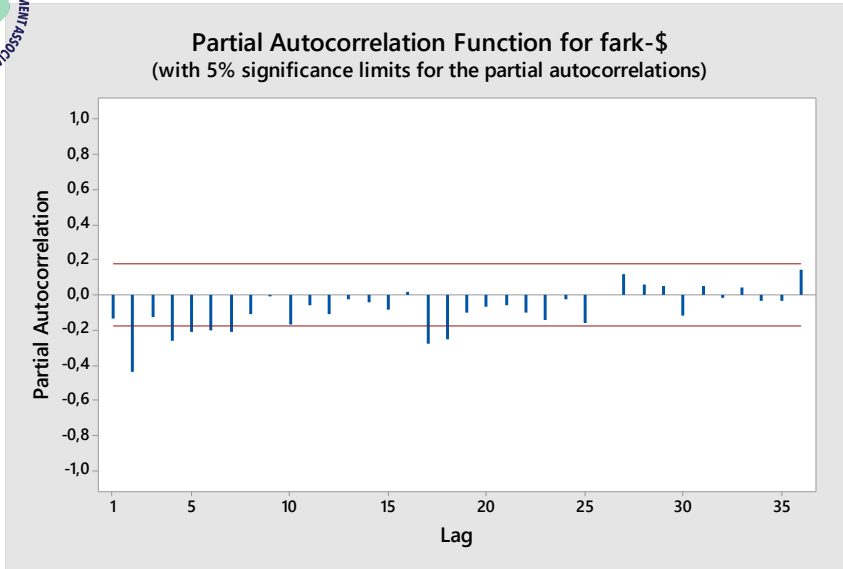
Şekil 13. Amerikan Doları (\$) Getiri Serisinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Şekil 11-13 incelendiğinde; Amerikan Doları (\$) Getiri zaman serisinin durağanlık özelliğini sağlamadığı görülmektedir. Amerikan Doları (\$) Getiri zaman serisinin birinci farkı alınmış hali için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 14’te verilmiştir.



Şekil 14. Amerikan Doları (\$) Getiri Zaman Serisinin Birinci Derece Farkı Alınmış Halinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Amerikan Doları (\$) Getiri zaman serisinin birinci derece farkı alınarak oluşturulan yeni seri için kısmi otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 15’te verilmiştir.



Şekil 15. Amerikan Doları (\$) Zaman Serisinin Birinci Derece Farkı Alınmış Halinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

ACF ve PACF grafiklerinden Amerikan Doları (\$) Getiri zaman serisinin birinci derece farkının alınmasıyla durağanlaştığı görülmektedir. Bu nedenle bu seri için durağan olmayan ARIMA model grubu içerisinde geçici bir uygun model belirlenir. Amerikan Doları (\$) Getiri zaman serisine ilişkin olarak incelenen geçici uygun ARIMA modelleri ve sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Amerikan Doları (\$) Getiri Zaman Serisi İçin ARIMA Modeli Sonuçları

Model	Parametre	Katsayı	Standart Hata	t istatistiği	p değeri	MSE (HKO)
ARIMA (1,1,0)	AR (1)	-0,1338	0,0886	-1,51	0,134	23,3405
ARIMA (1,1,1)	AR (1)	0,3210	0,0862	3,72	<0,05	15,7561
	MA (1)	0,9932	0,0022	444,98	<0,05	
ARIMA (2,1,0)	AR (1)	-0,1925	0,0806	-2,39	<0,05	18,9359
	AR (2)	-0,4421	0,0805	-5,49	<0,05	
ARIMA (2,1,1)	AR (1)	0,4056	0,0853	4,75	<0,05	14,1165
	AR (2)	-0,3259	0,0854	-3,82	<0,05	
	MA (1)	0,9971	0,0005	1895,20	<0,05	

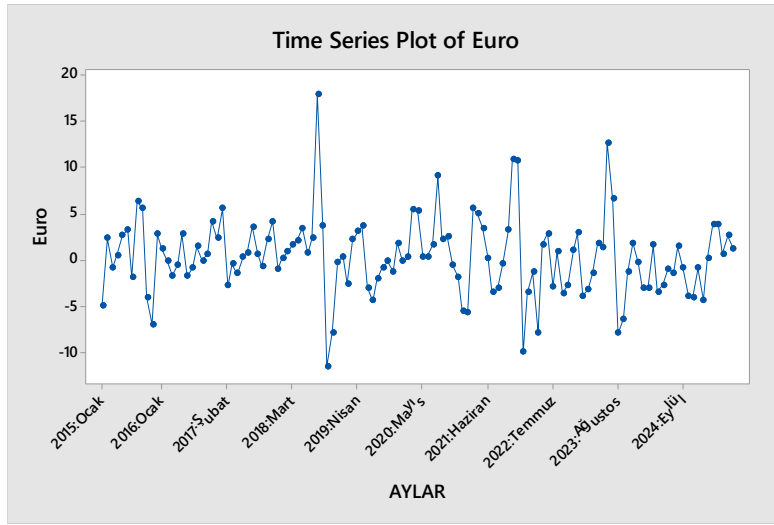
Tablo 6 incelendiğinde, Amerikan Doları (\$) Getiri zaman serisi için belirlenen ARIMA modelleri arasında en uygun modelin ARIMA (2,1,1) olduğu belirlenmiştir ((AR (1), AR(2) ve MA(1) katsayıları istatistiksel olarak anlamlı). Bu model kullanılarak Amerikan Doları (\$) Getiri GSYİH içindeki payı (%) zaman serisinin 2025 Ağustos-2026 Temmuz dönemi arasında alacağı değerler için öngörü yapılmıştır. Öngörü sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Fablo 7. Amerikan Doları (\$) Getiri Zaman Serisi için 2024-2028 Dönemi Tahmin Değerleri

Aylar	Amerikan Doları (\$) Getiri	%95 Alt Güven Sınırı	%95 Üst Güven Sınırı	Aylar	Amerikan Doları (\$) Getiri	%95 Alt Güven Sınırı	%95 Üst Güven Sınırı
2025:Ağustos	-0,026972	-7,3925	7,33861	2026:Şubat	0,16841	-8,0142	8,35103
2025:Eylül	0,196451	-7,7598	8,15279	2026:Mart	0,17293	-8,0097	8,35557
2025:Ekim	0,243716	-7,7966	8,28403	2026:Nisan	0,17050	-8,0123	8,35339
2025:Kasım	0,190073	-7,9763	8,35647	2026:Mayıs	0,16804	-8,0148	8,35093
2025:Aralık	0,152912	-8,0154	8,32131	2026:Haziran	0,16783	-8,0151	8,35083
2026:Ocak	0,155322	-8,0235	8,33419	2026:Temmuz	0,16855	-8,0145	8,35164

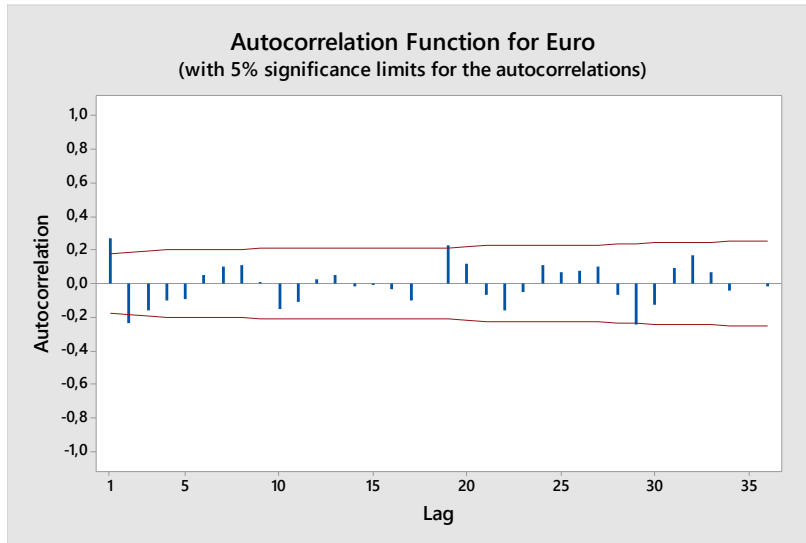
Euro Getiri Zaman Serisi İçin Öngörüsü

Euro Getiri zaman serisinin grafiği Şekil 16’de verilmiştir.



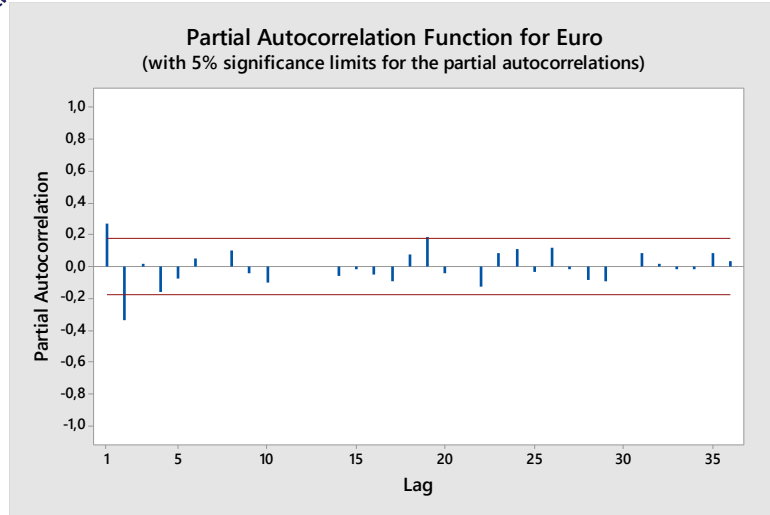
Şekil 16. Euro Getiri Zaman Serisinin Kartezyen Grafiği

Euro Getiri zaman serisi için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 17’de verilmiştir.



Şekil 17. Euro Zaman Serisinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

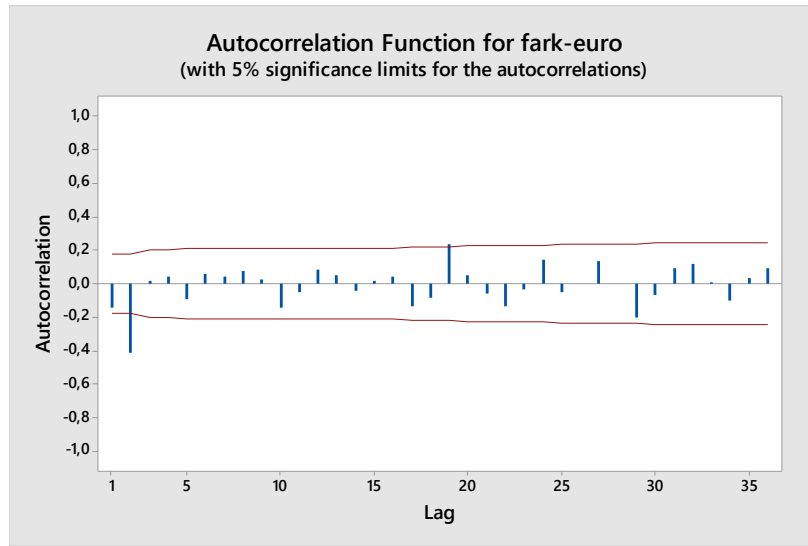
Euro Getiri zaman serisi için kısmi otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 18’de verilmiştir.



Şekil 18. Euro Getiri Serisinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

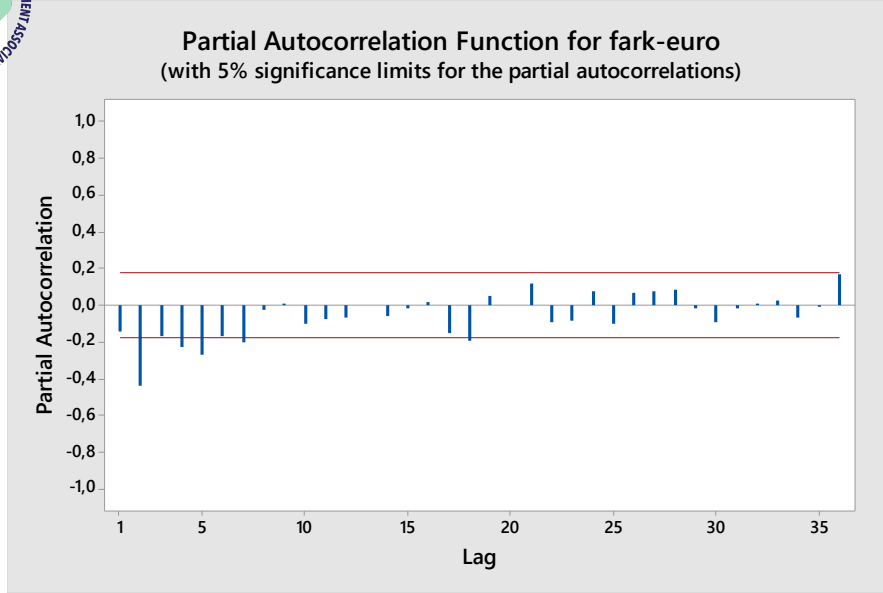
Şekil 16-18 incelendiğinde; Euro Getiri zaman durağanlık özelliğini sağlamadığı görülmektedir.

Euro Getiri zaman serisinin birinci farkı alınmış hali için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 19’da verilmiştir.



Şekil 19. Euro Getiri Zaman Serisinin Birinci Derece Farkı Alınmış Halinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Euro Getiri zaman serisinin birinci derece farkı alınarak oluşturulan yeni seri için kısmi otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 20’de verilmiştir.



Şekil 20. Euro Getiri Zaman Serisinin Birinci Derece Farkı Alınmış Halinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

ACF ve PACF grafiklerinden Euro Getiri zaman serisinin birinci derece farkının alınmasıyla durağanlaştığı görülmektedir. Bu nedenle bu seri için durağan olmayan ARIMA model grubu içerisinde geçici bir uygun model belirlenir. Euro Getiri zaman serisine ilişkin olarak incelenen geçici uygun ARIMA modelleri ve sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Euro Getiri Zaman Serisi İçin ARIMA Modeli Sonuçları

Model	Parametre	Katsayı	Standart Hata	t istatistiği	p değeri	MSE (HKO)
ARIMA (1,1,0)	AR (1)	-0,1438	0,0885	-1,62	0,107	24,7608
ARIMA (1,1,1)	AR (1)	0,2692	0,0880	3,06	0,003	16,3594
	MA (1)	0,9792	0,0185	52,81	<0,05	
ARIMA (2,1,0)	AR (1)	-0,2045	0,0804	-2,55	0,012	19,9890
	AR (2)	-0,4480	0,0803	-5,58	<0,05	
ARIMA (2,1,1)	AR (1)	0,3396	0,0844	4,02	<0,05	14,3546
	AR (2)	-0,3500	0,0845	-4,14	<0,05	
	MA (1)	0,9988	0,0012	808,44	<0,05	

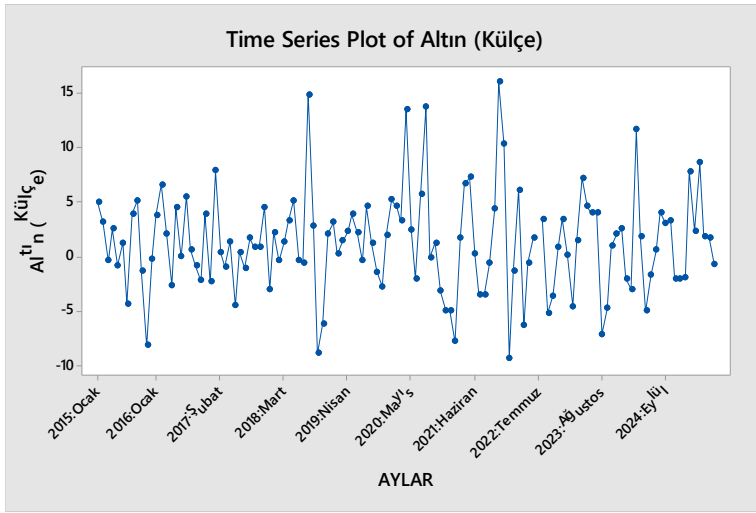
Tablo 8 incelendiğinde, Euro Getiri zaman serisi için belirlenen ARIMA modelleri arasında en uygun modelin ARIMA (2,1,1) olduğu belirlenmiştir ((AR (1), AR (2) ve MA(1) katsayıları istatistiksel olarak anlamlı). Bu model kullanılarak Euro Getiri GSYİH içindeki payı (%) zaman serisinin 2025 Ağustos-2026 Temmuz dönemi arasında alacağı değerler için öngörü yapılmıştır. Öngörü sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

Fablo 9. Euro Getiri Zaman Serisi için 2024-2028 Dönemi Tahmin Değerleri

Aylar	Euro Getiri	%95 Alt Güven Sınırı	%95 Üst Güven Sınırı	Aylar	Euro Getiri	%95 Alt Güven Sınırı	%95 Üst Güven Sınırı
2025:Ağustos	-0,312793	-7,7402	7,11465	2026:Şubat	0,166037	-8,0236	8,35572
2025:Eylül	-0,305500	-8,1523	7,54134	2026:Mart	0,204326	-7,9864	8,39510
2025:Ekim	0,208972	-7,8266	8,24456	2026:Nisan	0,214499	-7,9767	8,40579
2025:Kasım	0,381120	-7,7869	8,54915	2026:Mayıs	0,204552	-7,9867	8,39588
2025:Aralık	0,259506	-7,9093	8,42838	2026:Haziran	0,197613	-7,9938	8,38909
2026:Ocak	0,157955	-8,0301	8,34610	2026:Temmuz	0,198739	-7,9927	8,39023

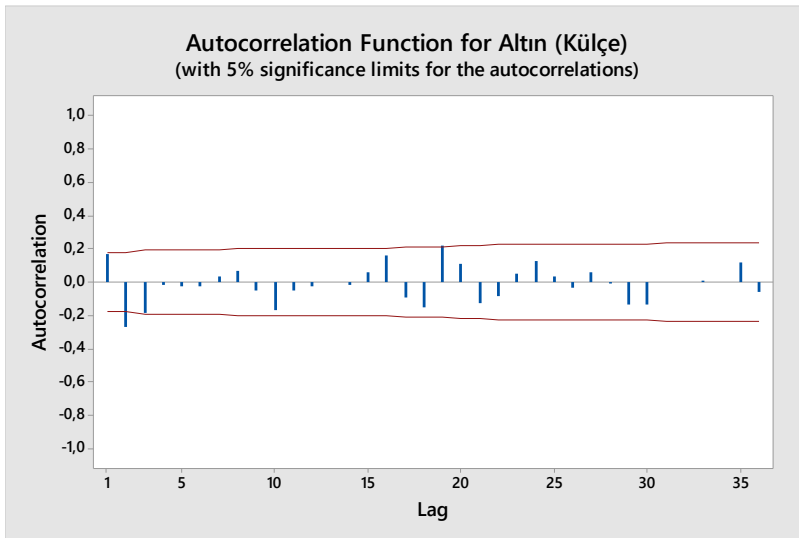
Külçe Altın Getirisi Zaman Serisi İçin Öngörüsü

Külçe Altın Getirisi zaman serisinin grafiği Şekil 21’de verilmiştir.



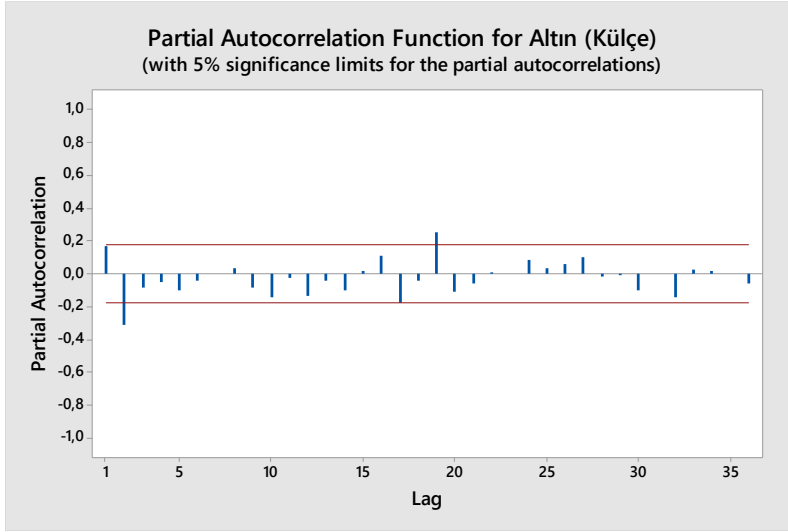
Şekil 21. Külçe Altın Getirisi Zaman Serisinin Kartezyen Grafiği

Külçe Altın Getirisi zaman serisi için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 22’de verilmiştir.



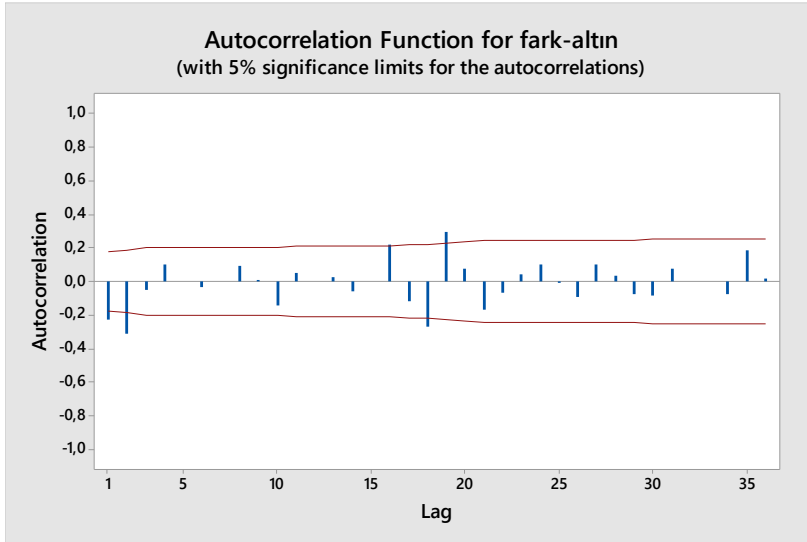
Şekil 22. Külçe Altın Getirisi Zaman Serisinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Külçe Altın Getirisi zaman serisi için kısmi otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 13'te verilmiştir.



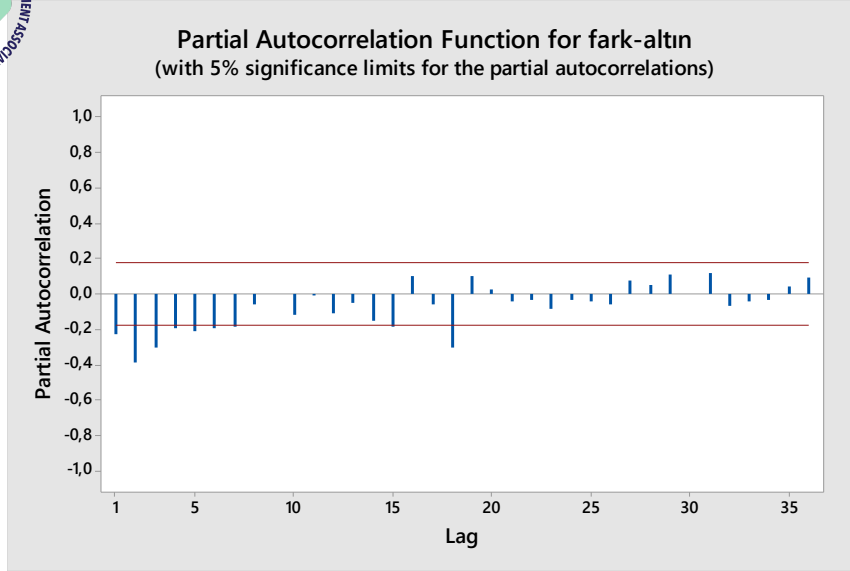
Şekil 23. Külçe Altın Getirisi Zaman Serisinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Şekil 21-23 incelendiğinde; Külçe Altın Getirisi zaman serisinin durağanlık özelliğini sağlamadığı görülmektedir. Külçe Altın Getirisi zaman serisinin birinci farkı alınmış hali için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 24'te verilmiştir.



Şekil 24. Külçe Altın Getirisi Zaman Serisinin Birinci Derece Farkı Alınmış Halinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Külçe Altın Getirisi zaman serisinin birinci derece farkı alınarak oluşturulan yeni seri için kısmi otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 25'te verilmiştir.



Şekil 25. Külçe Altın Getirisi Zaman Serisinin Birinci Derece Farkı Alınmış Halinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

ACF ve PACF grafiklerinden Külçe Altın Getirisi zaman serisinin birinci derece farkının alınmasıyla durağanlaştığı görülmektedir. Bu nedenle bu seri için durağan olmayan ARIMA model grubu içerisinde geçici bir uygun model belirlenir. Külçe Altın Getirisi zaman serisine ilişkin olarak incelenen geçici uygun ARIMA modelleri ve sonuçları Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Külçe Altın Getirisi Zaman Serisi İçin ARIMA Modeli Sonuçları

Model	Parametre	Katsayı	Standart Hata	t istatistiği	p değeri	MSE (HKO)
ARIMA (1,1,0)	AR (1)	-0,2313	0,0871	-2,66	0,009	32,9687
ARIMA (1,1,1)	AR (1)	0,1720	0,0883	1,95	0,049	20,8216
	MA (1)	0,9884	0,0047	209,66	<0,05	
ARIMA (2,1,0)	AR (1)	-0,3225	0,0827	-3,90	<0,05	28,1324
	AR (2)	-0,3920	0,0827	-4,74	<0,05	
ARIMA (2,1,1)	AR (1)	-1,0954	0,0887	-12,35	<0,05	33,5848
	AR (2)	-0,1086	0,0888	-1,22	0,224	
	MA (1)	-0,9999	0,0003	32599,13	<0,05	

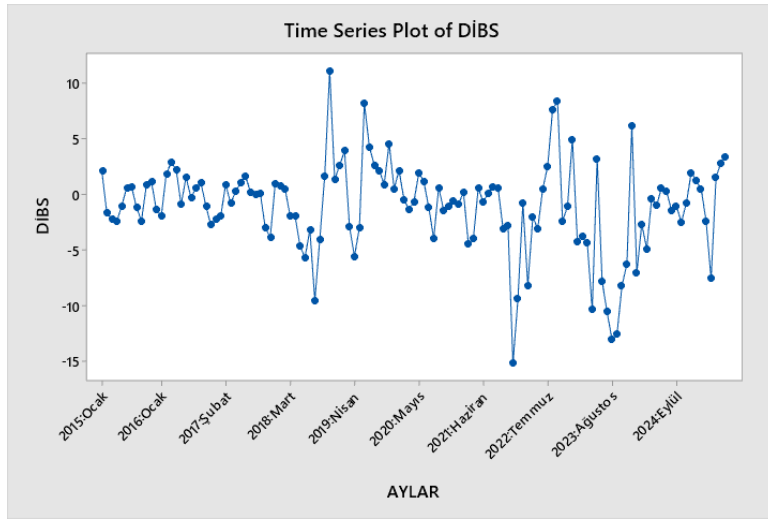
Tablo 10 incelendiğinde, Külçe Altın Getirisi zaman serisi için belirlenen ARIMA modelleri arasında en uygun modelin ARIMA (1,1,1) olduğu belirlenmiştir ((AR (1) ve MA(1) katsayıları istatistiksel olarak anlamlı). Bu model kullanılarak Külçe Altın Getirisi zaman serisinin 2025 Ağustos-2026 Temmuz dönemi arasında alacağı değerler için öngörü yapılmıştır. Öngörü sonuçları Tablo 11’de verilmiştir.

Fablo 11. Külçe Altın Getirisi Zaman Serisi için 2024-2028 Dönemi Tahmin Değerleri

Aylar	Külçe Altın Getirisi	%95 Alt Güven Sınırı	%95 Üst Güven Sınırı	Aylar	Külçe Altın Getirisi	%95 Alt Güven Sınırı	%95 Üst Güven Sınırı
2025:Ağustos	0,93325	-8,0121	9,8787	2026:Şubat	1,29124	-7,8161	10,3987
2025:Eylül	1,22967	-7,8652	10,3246	2026:Mart	1,29125	-7,8170	10,3995
2025:Ekim	1,28066	-7,8224	10,3838	2026:Nisan	1,29125	-7,8178	10,4004
2025:Kasım	1,28943	-7,8152	10,3941	2026:Mayıs	1,29125	-7,8187	10,4012
2025:Aralık	1,29093	-7,8147	10,3966	2026:Haziran	1,29125	-7,8196	10,4021
2026:Ocak	1,29119	-7,8153	10,3977	2026:Temmuz	1,29125	-7,8204	10,4030

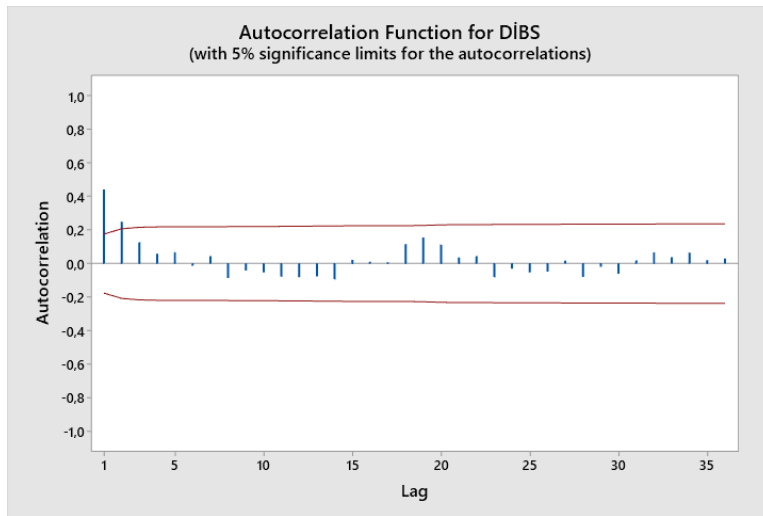
Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri Zaman Serisi İçin Öngörüsü

Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri zaman serisinin grafiği Şekil 26'da verilmiştir.



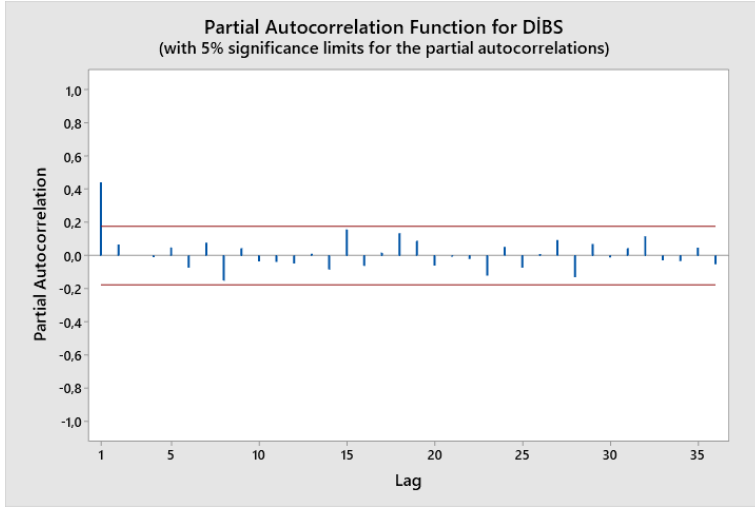
Şekil 26. Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri Zaman Serisinin Kartezyen Grafiği

Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri zaman serisi için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 27'de verilmiştir.



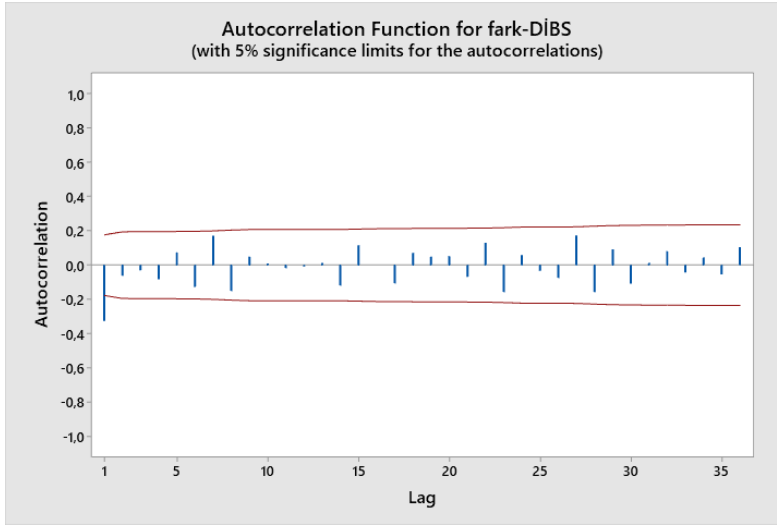
Şekil 27. Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri Zaman Serisinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri zaman serisi için kısmi otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 28’de verilmiştir.



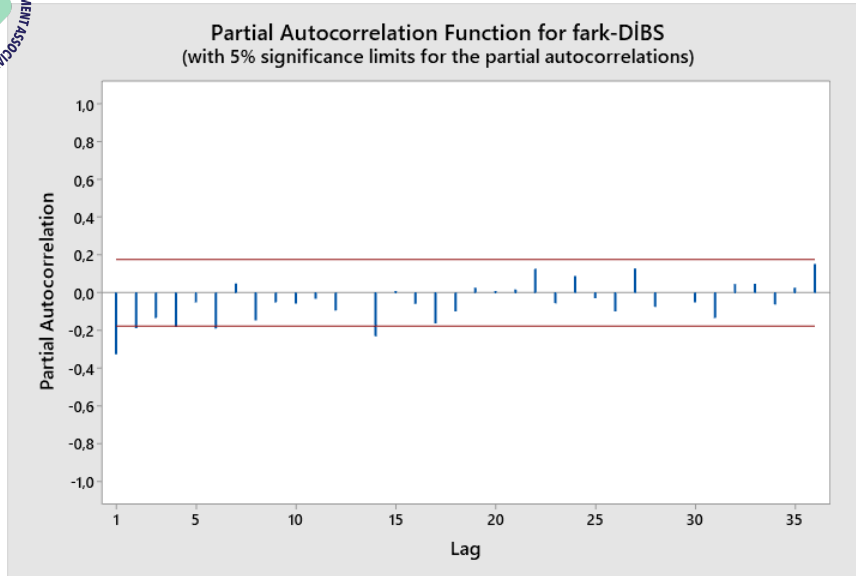
Şekil 28. Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri Zaman Serisinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Şekil 26-28 incelendiğinde; Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri zaman serisinin durağanlık özelliğini sağlamadığı görülmektedir. Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri zaman serisinin birinci farkı alınmış hali için otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 29’da verilmiştir.



Şekil 29. Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri Zaman Serisinin Birinci Derece Farkı Alınmış Halinin ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri zaman serisinin birinci derece farkı alınarak oluşturulan yeni seri için kısmi otokorelasyon fonksiyonu grafiği Şekil 30’da verilmiştir.



Şekil 30. Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri Zaman Serisinin Birinci Derece Farkı Alınmış Halinin PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu) Grafiği

ACF ve PACF grafiklerinden Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri zaman serisinin birinci derece farkının alınmasıyla durağanlaştığı görülmektedir. Bu nedenle bu seri için durağan olmayan ARIMA model grubu içerisinde geçici bir uygun model belirlenir. Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri zaman serisine ilişkin olarak incelenen geçici uygun ARIMA modelleri ve sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 12. Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri Zaman Serisi İçin ARIMA Modeli Sonuçları

Model	Parametre	Katsayı	Standart Hata	t istatistiği	p değeri	MSE (HKO)
ARIMA (1,1,0)	AR (1)	-0,3278	0,0845	-3,88	<0,05	16,6584
ARIMA (1,1,1)	AR (1) MA (1)	0,4325 0,9765	0,0856 0,0263	5,05 37,20	<0,05 <0,05	13,8209
ARIMA (2,1,0)	AR (1) AR (2)	-0,3906 -0,1909	0,0881 0,0881	-4,43 -2,17	<0,05 0,032	16,1763
ARIMA (2,1,1)	AR (1) AR (2) MA (1)					

Tablo 12 incelendiğinde, Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri zaman serisi için belirlenen ARIMA modelleri arasında en uygun modelin ARIMA (1,1,1) olduğu belirlenmiştir ((AR (1) ve MA(1) katsayıları istatistiksel olarak anlamlı). Bu model kullanılarak Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri zaman serisinin 2025 Ağustos-2026 Temmuz dönemi arasında alacağı değerler için öngörü yapılmıştır. Öngörü sonuçları Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13. Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri Zaman Serisi için 2024-2028 Dönemi Tahmin Değerleri

Aylar	Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri	%95 Alt Güven Sınırı	%95 Üst Güven Sınırı	Aylar	Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri	%95 Alt Güven Sınırı	%95 Üst Güven Sınırı
2025:Ağustos	0,63448	-6,6535	7,92254	2026:Şubat	-1,41408	-9,6659	6,8377
2025:Eylül	-0,53571	-8,5459	7,47451	2026:Mart	-1,42174	-9,6798	6,8363
2025:Ekim	-1,04183	-9,2120	7,12842	2026:Nisan	-1,42506	-9,6890	6,8389
2025:Kasım	-1,26074	-9,4769	6,95545	2026:Mayıs	-1,42649	-9,6961	6,8431
2025:Aralık	-1,35542	-9,5897	6,87895	2026:Haziran	-1,42711	-9,7023	6,8481
2026:Ocak	-1,39637	-9,6408	6,84811	2026:Temmuz	-1,42738	-9,7081	6,8533

SONUÇ

İstatistiksel analizlerde incelenen bir değişkenin incelendiği dönem içerisinde aşmış olduğu değerleri belirli modellerle analiz ederek, o değişkenin önümüzdeki zaman diliminde (gün, ay, mevsim ya da yıl) alacağı değerleri belirlemeye çalışmak (ileriye dönük tahmin ya da öngörü) önemli konulardan birisidir.

Bu çalışmada Türkiye’de Finansal Yatırım Araçları (Mevduat Faizi, BİST 100 Endeksi, Amerikan Doları, Euro, Altın (külçe) ve Devlet İç Borçlanma Senedi) reel getiri oranlarının 2015:Ocak-2025 Temmuz dönemi arasındaki aylık verileri ARIMA Modelleri ile analiz edilecektir. Her bir veri seti için 2025 Ağustos-2026 Temmuz dönemi için 12 aylık değerler tahmin edilmiştir. Bunun için Box-Jenkins tekniğinden (ARIMA modellerinden) yararlanılmıştır.

Mevduat Faiz Oranı Getirisi, BİST 100, Külçe Altın Getirisi ve Devlet İç Borçlanma Senetleri (DİBS) Getiri zaman serisi için belirlenen gen uygun modelin ARIMA (1,1,1) modeli olduğu belirlenmiştir. Amerikan Doları (\$) Getiri ve Euro Getiri zaman serileri için de en uygun modelin ARIMA (2,1,1) olduğu belirlenmiştir.

Bu modeller kullanılarak incelenen serilere ilişkin olarak 2025:Ağustos-2026: Temmuz dönemi için alacağı değerler tahmin edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, tüm zaman serilerinin 2025:Ağustos-2026: Temmuz döneminde alacağı değerlerin dalgalı seyir izleyeceği (artma ve azalma göstereceği) belirlenmiştir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, yatırımcı davranışı, dünya ve Türkiye’de yaşanacak ekonomik, siyasi ve politik gelişmelerin etkisiyle birlikte finansal yatırım araçlarının getirilerinin dalgalanma göstereceği dikkate alınmalıdır. Bireysel ve kurumsal yatırımcıların yapacakları yatırımlarda ekonomik, politik ve siyasi gelişmeleri takip etmeleri, finansal yatırım araçlarının alacağı değerleri teknik ve temel analizlerle değerlendirmeleri, yatırımcılar için klasik bir deyim olan “**portföy genişliği**” ya da “**sepet**” yapmaları sağlıklı ve kazançlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdioğlu, Z., Harman, B., (2020), Alternatif Yatırım Araçlarının Getirilerinin Oto regresif Bütünleşik Hareketli Ortalama Yaklaşımı ile Tahmini, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7, 112-136.
- Akgül, I., (2003), Zaman Serilerinin Analizi ve ARIMA Modelleri, Der Yayınları, İstanbul.
- Bağcı, B., 2020 Finansal Yatırım Araçları Fiyatlarının Tahmininde Gri Sistem Teorisi, Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi, 55(1), 441-457
- Değirmenci, N., Akay, A., (2017), Finansal Verilerin ARIMA ve ARCH Modelleriyle Öngörüsü: Türkiye Örneği, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 12(3), 15- 36.
- Eti, S., Dinçer, H., Yüksel, S. (2019), G20 Ülkelerinde Bankacılık Sektörünün 5 Yıllık Geleceğinin ARIMA Yöntemi ile Tahmin Edilmesi, Uluslararası Hukuk ve Sosyal Bilim Araştırmaları Dergisi, 1(1), 26-38.
- Funde, Y. Damani, A., (2023), Comparison of ARIMA and Exponential Smoothing Models in Prediction of Stock Prices, The Journal of Prediction Markets, 17(1), 21-38
- Guha, B., Bandyopadhyay, G., (2016), Gold Price Forecasting Using ARIMA Model, Journal of Advanced Management Science, 4(2), 117-121.
- Gujarati, D., (Çevirenler: Ümit Şenesen, Gülay Günlük Şenesen), (1999), Temel Ekonometri, 2.Baskı.
- Kadılar, C., (2005), SPSS Uygulamalı Zaman Serileri Analizine Giriş, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Karadağ Erdemir Ö., Kırkağaç., M., (2024), Examination of Pension Investment Funds in Turkey with Time Series Analysis Methods and Forecasting with ARIMA , Romanian Statistical Review 3,3-30.
- Kutlar, A. (2005), Uygulamalı Ekonometri, 2. Baskı, Nobel Yayınları, Ankara.
- Özmen, A., (1989), Mevsimsel Dalgalanmalar İçermeyen Zaman Serilerinde Kısa Dönem Öngörü Amaçlı Box-Jenkins (ARIMA) Modellerinin Kullanımı, Fen-Edebiyat Fakültesi Dergisi, Cilt:2, Sayı:1, 105–120.
- Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M. (2005), Zaman Serileri Analizi, Nobel Yayınları Ankara.
- Tüzemen, A.(2020), Cumhuriyet Altını Fiyatlarının ARIMA Yöntemi Kullanılarak İleri Tahmini, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi, 10(20), 361-381.

ÇEVİRİM İÇİ PSİKOLOJİK DANIŞMA: WoS VERİLERİ TEMELLİ BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ ONLINE COUNSELING: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS BASED ON WoS DATA

Assoc. Prof. Melda Meliha ERBAŞ

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü
Demirci, Manisa.
ORCID NO: 0000-0001-8640-5356

Assoc. Prof. Erol ESEN

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü,
Demirci, Manisa.
ORCID NO: 0000-0002-8285-2666

ÖZET

İnternetin sadece bir bilgi devrimi olmaktan çok daha fazlası olduğu ve birçok farklı alanı derinden etkilediği açıktır. Psikolojik danışma hizmetleri de internetin yenilikçi gücünden çok yönlü olarak yararlanmaktadır. Çevrim içi psikolojik danışma hizmetlerinin en önemli avantajlarından biri, bu tür hizmetlerin coğrafi sınırlamalardan bağımsız yaygın erişilebilirliğidir. Ruh sağlığını korumak ve geliştirmek amaçlı olarak tasarlanmış mobil uygulamalar gibi teknolojik gelişmelerin yaygınlaşmasıyla birlikte çevrim içi psikolojik danışma hizmetlerine erişimin genelleşmesine kritik katkılar sağlamaktadır. Bu araçlar, desteğe ihtiyaç duyan bireylere doğrudan yardımcı olmak için etkili birer enstrüman olarak işlev görmektedir. Tüm dünyayı derinden etkileyen COVID-19 salgını çevrim içi psikolojik danışma hizmetlerinin yaygınlaşmasında ve kabul görmesinde etkili olan kritik olayların belki de başında gelmektedir. Mevcut araştırmalar, dijital terapötik ilişkilerin bireylerin profesyonel psikolojik destek alma süreçlerini kolaylaştırdığına ve yardım arama eğilimlerini artırdığının altını çizmektedir. Bununla birlikte çevrim içi psikolojik danışma hizmetlerinin yukarıda değinilen avantajlarının yanında dikkatle ele alınması gereken bazı zorlukları da mevcuttur. Veri güvenliği, sözsüz iletişimdeki kayıplar, kültürel ve etik uyum gibi konular ilk akla gelen zorluklardır. Değişimin hızlanan ve öngörülemez temposu dikkate alındığında, psikolojik yardım sağlamada güçlü bir araç olarak teknolojinin potansiyelini anlamak çok kritiktir. Bu çalışmanın amacı, çevrimiçi psikolojik danışma ile ilgili araştırmalara ilişkin kapsamlı ve bütüncül bir bakış açısı oluşturmaktır. Bu amaca uygun olarak, çalışmada nicel metodolojiye dayanan bibliyometrik bir araştırma tasarımı benimsenmiştir. Bibliyometrik analiz, son yıllarda özellikle sosyal bilimlerde literatürü incelemek ve analiz etmek için yaygın olarak kullanılan bir teknik haline gelmiştir. Bibliyometrik analiz, çeşitli alanlardaki farklı bilimsel öğelerin (eserler, araştırma alanları, yazarlar, anahtar kelimeler, dergiler, kurumlar/üniversiteler, ülkeler vb.) bilimsel çıktılarını ölçmeye odaklanan bir yaklaşımdır. Araştırmacılar, bibliyometrik analizi kullanarak ilgili literatürü detaylı ve derinlemesine bir bakış açısı ile ele alabilir ve böylece alanın/konunun mevcut durumu, tarihsel gelişimi ve gelecekteki gidişatı hakkında daha kapsamlı bilgi sunabilirler. Araştırma verilerini Web of Science (WoS) ana koleksiyon (core collection) veri tabanından taranan çeşitli bilimsel

dergilerde yayımlanan çevrim içi psikolojik danışma (online counseling) anahtar kavramıyla bağlantılı 320 makale oluşturmaktadır. Verilerin (literatür taraması sonuçlarının) değerlendirilmesinde ve görselleştirilmesinde VOSViewer programından yararlanılmıştır.

Anahtar kelimeler: Çevrim içi psikolojik danışma, dijital terapötik ilişkiler, bibliyometrik analiz

ABSTRACT

The internet is indisputably an entity which has profound effects on a myriad of areas; it is evident that the internet is not merely a mere information revolution. It has also facilitated access to psychological counseling services in numerous ways. A notable benefit of online counseling services is their accessibility, which is not constrained by geographical limitations. Technological advancements, including mobile applications designed to promote and enhance mental well-being, have played a substantial role in facilitating widespread access to online counseling services. These instruments have been demonstrated to be effective tools that can provide direct assistance to individuals in need of support. The ongoing global pandemic of the COVID-19 has had a profound impact on society, and it is arguably the most significant event that has contributed to the proliferation and acceptance of online counseling services. The extant research accentuates the facilitative role of digital therapeutic relationships in promoting individuals' engagement with professional psychological support and enhancing their propensity to seek assistance. However, in addition to the aforementioned advantages, online counseling services also present certain challenges that necessitate meticulous consideration. Among the primary challenges to be addressed are issues such as data security, losses in non-verbal communication, and cultural and ethical alignment. In light of the accelerating and unpredictable pace of change, it is imperative to understand the potential of technology as a powerful tool for providing psychological assistance. The objective of this study is to furnish a comprehensive and holistic perspective on research related to online counseling. In accordance with this objective, a bibliometric research design founded on quantitative methodologies has been implemented in this study. Bibliometric analysis has become a widely used technique in recent years, particularly in the social sciences, for examining and analyzing literature. Bibliometric analysis is an approach that focuses on measuring the scientific output of various scientific elements (works, research areas, authors, keywords, journals, institutions/universities, countries, etc.) in different fields. Researchers can use bibliometric analysis to examine the relevant literature in detail and depth, thereby providing more comprehensive information about the current state, historical development, and future direction of the field/topic. The research data consists of 320 articles related to the key concept of online counseling published in various scientific journals indexed in the Web of Science (WoS) core collection database. The VOSViewer program was used to evaluate and visualize the data (results of the literature review).

Keywords: Online counseling, digital therapeutic relationships, bibliometric analysis

GİRİŞ

Çevrim içi psikolojik danışma, lisanslı bir uygulayıcı tarafından, telefon, eşzamanlı sohbet ve video konferans gibi uzaktan iletişim teknolojileri aracılığıyla, yüz yüze olmayan bir ortamda danışana sunulan koruyucu, önleyici ve gelişimsel bir ruh sağlığı hizmeti/müdahalesi olarak tanımlanmaktadır (Mallen ve Vogel, 2005). Bir başka deyişle çevrim içi psikolojik danışma, psikolojik danışmanlar ve danışanlar arasında dijital cihazlar aracılığıyla iletişim kurulması ve terapötik bir ilişki inşa edilmesi şeklinde yürütülen profesyonel bir yardımdır (Richards ve Vigano, 2013). Her alanda olduğu gibi dijital platformların giderek artan kullanımı, bireylerin uzak coğrafi bölgelerdeki psikolojik danışmanlarla etkileşim kurma fırsatlarını kolaylaştırmış ve böylece yardım almada coğrafi engelleri ortadan kaldırmıştır (Kiriakaki vd., 2022). Teknolojik gelişmelerin doğal olarak çevrim içi psikolojik danışmanlık da özellikle son 15 yılda hızla yaygınlaşmıştır (Chen vd., 2023). Bununla birlikte veri güvenliği ve gizlilik konularında halen çözülmesi gereken bazı konular bulunmaktadır (Poh vd., 2013; Pulat ve Barutçu-Yıldırım, 2021). Çevrim içi psikolojik danışmanın avantajları ve dezavantajları birçok araştırmacının üzerine eğildiği konulardan biri haline dönüşmüştür. Bu araştırma bulguları özetlendiğinde; kolay ulaşılabilirlik ve verimlilik, anonimlik, damgalanmanın ortadan kalkması, artan güvenlik hissi ve psikolojik danışma hizmetlerinin popülaritesinin artırması öne çıkarken dezavantajlar arasında ise sözsüz ipuçlarının eksikliği, gizlilik sorunları, teknolojik araçlardan kaynaklı aksaklıklar ve internet kesintileri gibi diğer engelleyici faktörler sayılmaktadır (Goutham ve Maureen, 2011; Geraldina, Suen ve Suanrueang, 2023).

Günümüzde çevrim içi psikolojik danışma, geleneksel (yüz yüze) danışmanlığın yerini tam olarak almamakla birlikte Dünyada COVID-19 pandemisinin etkisiyle giderek daha fazla talep gören bir psikolojik destek formuna dönüşmüştür (Pierce vd., 2021). Psikolojik danışmanları önceki deneyimleri ve çevrim içi psikolojik danışmaya yönelik tutumlarından bağımsız olarak COVID-19 pandemisi birçok ruh sağlığı profesyoneli yüz yüze seanslarını durdurmaya ve çevrim içi psikolojik danışmaya geçmeye zorladı (Békés ve Aafjes-Van Doorn, 2020). Sevdiği birini kaybetme korkusu, uzun süreli karantinaları ve koronavirüsün bulaşma riski birçok bireyde kaygı, depresyon ve uyku bozuklukları gibi ruhsal sıkıntıyı tetiklemiştir. (Brooks vd., 2020). Ek olarak pandemi sırasında yüz yüze psikolojik danışma hizmetine ulaşmanın zorlukları nedeniyle, çevrim içi psikolojik danışma (video konferans yoluyla) psikolojik yardım hizmetlerini sürdürmek için öncelikli çözüm olarak kabul edilmiş ve yaygınlaşmıştır (Békés ve Aafjes-Van Doorn, 2020; Geraldina vd., 2023; Inchausti vd., 2020; MacMullin vd., 2020).

Değişimin hızlanan ve öngörülemez temposu dikkate alındığında, psikolojik yardım sağlamada güçlü bir araç olarak teknolojinin potansiyelini anlamak çok kritiktir. Bu çalışmanın amacı, çevrimiçi psikolojik danışma ile ilgili araştırmalara ilişkin kapsamlı ve bütüncül bir bakış açısı oluşturmaktır. Bu amaca uygun olarak, çalışmada nicel metodolojiye dayanan bibliyometrik bir araştırma tasarımı benimsenmiştir.

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Bu çalışmada Web of Science (WoS) ana koleksiyon (core collection) veri tabanından elde edilen veriler bibliyometrik analiz ile incelenmiştir. Bibliyometrik yaklaşım, büyük miktarda veriden bir araştırma alanının özünü ortaya koyma noktasında işlevseldir ve araştırma alanlarının gelişimini ve araştırma konularının disiplinlerarasılığını görmeye olanak sağlar (Pauna vd., 2018). Bu çalışmada Börner (2010) tarafından önerilen bibliyometrik analiz aşamaları takip edilmiştir: veri toplama ve analiz, haritalama aracının belirlenmesi, görselleştirme ve bulguların sunumu, yorumlanması ve tartışılması.

Verilerin Analizi

Veriler, 2025 yılı temmuz ayında en önemli bibliyografik veritabanlarından biri olan WoS'tan toplanmıştır. Veriler, çeşitli alt veritabanlarını da içeren WoS ana koleksiyon (core collection) veritabanından toplanmıştır. WoS en çok kullanılan ve güvenilir veritabanlarından biri olarak kabul edilmektedir. 13.600'den fazla dergiyi içeren WoS bibliyometrik araştırma için ideal bir veri kaynağı olarak görülmektedir (Fang, Yin ve Wu, 2018; Mongeon ve PaulHus, 2016). Çalışmada, hem ülkeler hem de kurum açısından yayınların yıllık eşzamanlılığı, anahtar kelime eğilimleri, ortak atıflar, bibliyografik bağlantılar ve ortak yazar analizleri kullanılmıştır. Öne çıkan dergiler, kategoriler, makaleler, anahtar kelimeler, yazarlar, kurumlar ve ülkeler açısından ana eğilimleri belirlenmiştir.

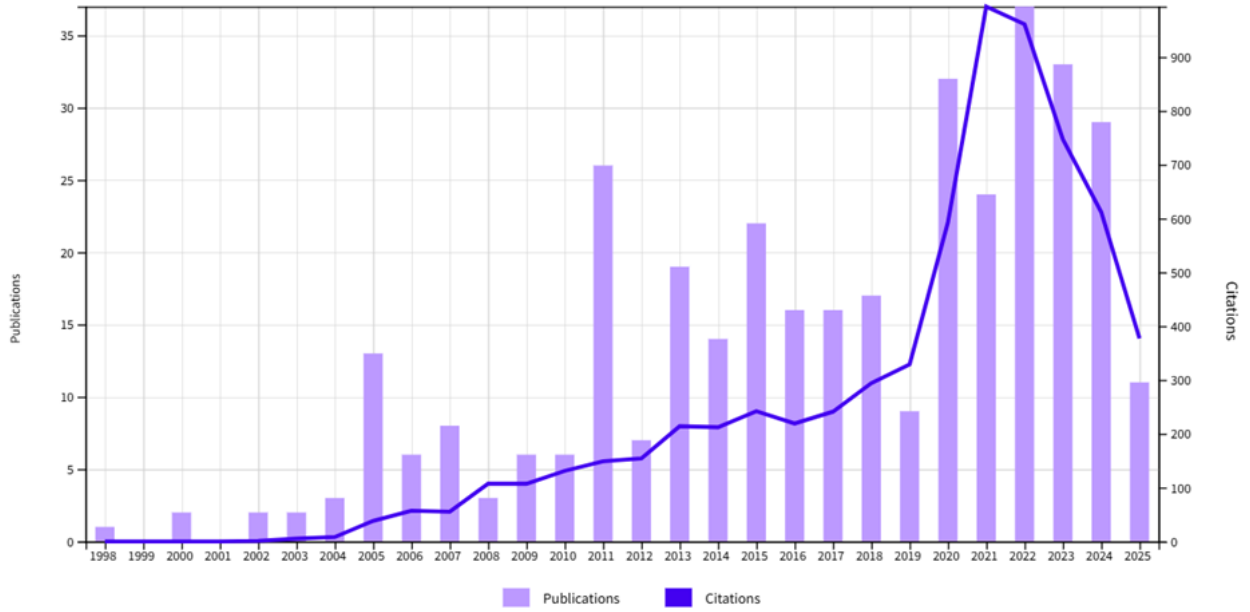
Bu çalışma kapsamında WoS veritabanından toplanan literatürün bibliyometrik analizini yapmak için VOSviewer bilimsel haritalama/görselleştirme uygulaması kullanılmıştır (Van Eck ve Waltman, 2010). VOSviewer, kullanım kolaylığı ve özel kümelemeye olanak sağlayan özellikleri nedeniyle bilimsel haritalama alanında ve literatürün sistematik olarak analiz edilmesinde hızla popüler hale gelmiştir (Kumar vd., 2024).

BULGULAR

Bu bölümde, gerçekleştirilen bibliyometrik analiz sonuçları ayrıntılı olarak sunulmaktadır. WoS verileri incelendiğinde çevrim içi psikolojik danışmayı kapsayan ve WoS'ta taranan 364 bilimsel yayın bulunmaktadır. Taranan çalışmaların 320'si makale, 11'i kitap bölümü, 33'ü ise bildiri formatındadır. Bu çalışmada bibliyometrik analiz 320 makale üzerinden gerçekleştirilmiş olup bildiriler ve kitap bölümleri analize dahil edilmemiştir. Analize dahil edilen makalelerin ilkinin 1998 yılında yazıldığı görülmektedir. Özellikle 2019 yılından sonra bu alandaki çalışmaların sayısında önemli artışlar olduğu fark edilmektedir (Şekil 1).

Şekil 1

Çevrim İçi Psikolojik Danışmayla İlgili Makalelerin ve Bu Makalelere Yapılan Atıfların Yıllara Göre Değişimi



Şekil 1 detaylı incelendiğinde 2019 yılı ile birlikte bu makalelere yapılan atıf sayılarında da hızlı bir artış olduğu görülmektedir. Buna karşın 2022 yılından sonra atıf sayılarında sert bir düşüş eğilimi devam etmektedir. Yukarıda belirtilen 320 makaleye 2025 yılı temmuz ayı itibariyle 5409 farklı makalede toplam 6364 atıf yapıldığı belirlenmiştir. Bu da makale başına ortalama 18.81 atıfa denk gelmektedir.

Şekil 2

Çevrim İçi Psikolojik Danışmayla İlgili Yayınların WoS'ta Sınıflandığı Kategoriler

Field: Web of Science Categories	Record Count	% of 364
Psychology Clinical	57	15.659%
Education Educational Research	43	11.813%
Psychology Multidisciplinary	32	8.791%
Psychology Applied	31	8.516%
Public Environmental Occupational Health	30	8.242%
Psychiatry	28	7.692%
Health Care Sciences Services	25	6.868%
Social Sciences Interdisciplinary	22	6.044%
Social Work	19	5.220%

Çevrim içi psikolojik danışma ruh sağlığı alanındaki çeşitli alt uzmanlık dallarının ilgi gösterdiği alanlardan biridir. Bir başka deyişle bireylerin ruh sağlığının ve iyilik halinin korunmasında ve geliştirilmesinde çeşitli uzmanlar kendilerine özgü rol ve sorumluluklarla

hizmet sunmaktadırlar. Bu çerçevede çevrim içi psikolojik danışmayla ilgili araştırmaların/araştırmacıların farklı bilimsel disiplinlere sahip olması ve çalışmaların geniş bir sınıflandırma yelpazesine sahip olması gayet doğaldır. Şekil 2 incelendiğinde başta klinik psikolojik (%15.66) olmak üzere, uygulamalı psikolojiden (%8.52) sosyal hizmete (%5.22) kadar geniş bir yelpazede çevrim içi psikolojik danışmayla ilgili çalışmaların sınıflandırıldığı dikkat çekmektedir.

Şekil 3

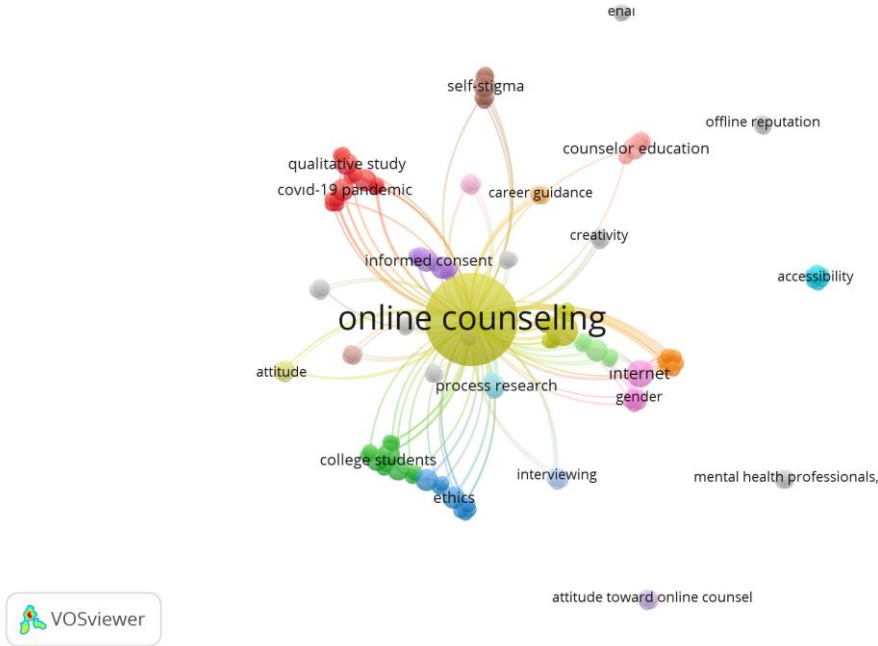
Çevrim İçi Psikolojik Danışmayla İlgili Yayınlarda En Sık Kullanılan Anahtar Sözcükler

Keyword	Occurrences ▼	Total link strength
online counseling	33	127
face-to-face counseling	4	14
internet	3	18
covid-19 pandemic	2	10
ethics	2	10
mental health professionals	2	8
online therapy	2	8
technology	2	8
internet counseling	2	8
college students	2	7
informed consent	2	7
mental health	2	7
qualitative study	2	7
self-stigma	2	7
counselor education	2	6
online psychotherapy	2	6
process research	2	5

WoS'ta taranan çalışmalardaki anahtar sözcükler incelendiğinde beklendiği üzere “çevrim içi psikolojik danışma” ($f = 33$) en sık kullanılan anahtar sözcük olurken onu yüz yüze psikolojik danışma, internet, COVID-19 pandemisi, etik, ruh sağlığı uzmanları, çevrim içi terapi, teknoloji sözcükleri takip etmektedir.

Şekil 4

Anahtar Kelimelere İlişkin Ağ Haritası ve Bağlantıları



Şekil 4 incelendiğinde en yoğun tercih edilen anahtar kelime olan çevrim içi psikolojik danışma ile psikolojik danışma, kariyer danışmanlığı, etik, internet, bilgilendirilmiş onam, süreç araştırması COVID-19 pandemisi, kendini damgalama ve tutum anahtar kelimeleri arasında zayıfta olsa bağlantılar olduğu görülürken ruh sağlığı uzmanları, ulaşılabilirlik ve çevrim içi psikolojik danışmaya yönelik tutum kelimeleri arasında herhangi bir bağlantı olmadığı dikkat çekmektedir.

Şekil 5

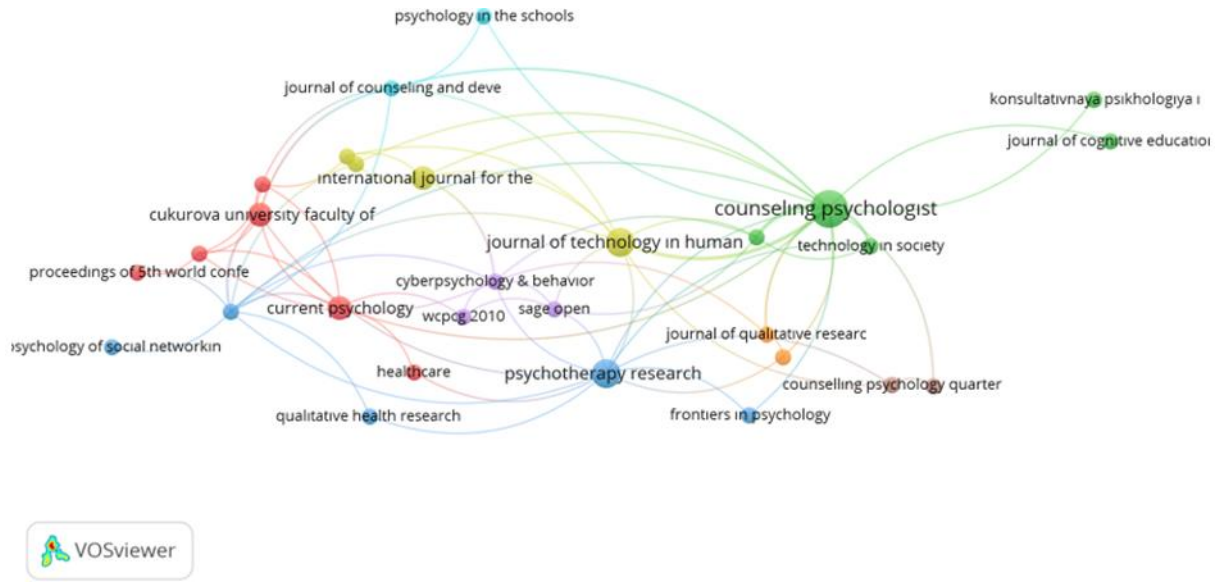
Çevrim İçi Psikolojik Danışmayla İlgili Makalelerin Yayımlandığı Dergiler

Source	Documents	Citations ▼	Total link strength
counseling psychologist	5	311	28
journal of clinical psychology	1	133	12
cyberpsychology & behavior	1	97	9
psychotherapy research	3	93	12
journal of technology in human services	3	48	13
ethics & behavior	1	47	9
counselling psychology quarterly	1	44	3
international journal for the advancem...	2	36	6
journal of counseling and development	1	35	8
technology in society	1	27	5
qualitative health research	1	19	2
world conference on educational scien...	1	16	5
egitim ve bilim-education and science	1	14	5
frontiers of engineering management	1	12	0
wcpog 2010	1	12	3
journal of cognitive education and psy...	1	10	1

Bu çalışmada ele alınan yayınlar 39 farklı dergide yayımlanmıştır. Dergilerin içerisinde en fazla çalışma ($f = 5$) The Counseling Psychologist adlı dergide yayımlanmıştır. The Counseling Psychologist dergisinde yayımlanan beş çalışmaya toplam 311 atıf yapılmıştır. Psychotherapy Research ve Journal of Technology in Human Services dergilerinde ise üçer makaleye yer verilmiştir. Journal of Clinical Psychology dergisinde bir makale yayımlanmasına karşın bu dergi en fazla atıf yapılan ikinci dergi konumundadır.

Şekil 6

Dergilere İlişkin Ağ Haritası ve Bağlantıları



Şekil 7

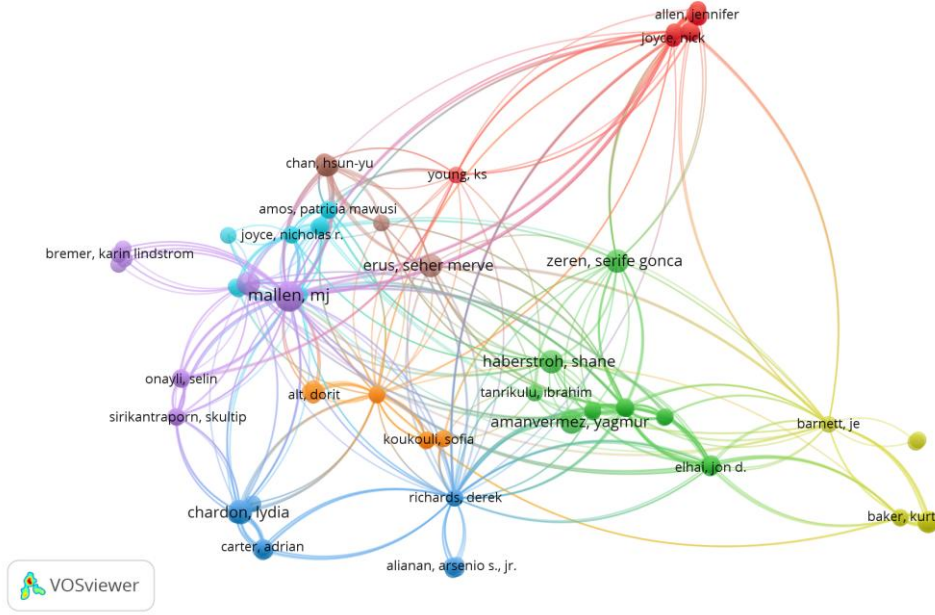
Çevrim İçi Psikolojik Danışmayla İlgili Makaleleri En Fazla Atıf Alan Yazarlar

Author	Documents	Citations	Total link strength
mallen, mj	3	267	77
vogel, dl	3	267	77
rochlen, ab	2	215	52
richards, derek	1	133	38
vigano, noemi	1	133	38
day, sx	1	102	29
young, ks	1	97	23
cipolletta, sabrina	1	57	28
mocelein, damiano	1	57	28
joyce, nicholas r.	1	47	21
rummell, christina m.	1	47	21
baker, kurt	1	44	14
ray, mike	1	44	14
haberstroh, shane	2	42	30
barnett, je	1	40	41
chardon, lydia	2	36	20
king, robert john	2	36	20
bradley, loretta	1	35	20
gee, robert	1	35	20

Bu çalışma kapsamında ele alınan 320 makaleye toplam 144 farklı yazar katkı sağlamıştır. Bu yazarlar arasında Michael J. Mallen ve David L. Vogel 267'şer atıf ile en çok atıf alan yazarlar olarak dikkat çekmektedirler. Aaron B. Rochlen, Derek Richards, Noemi Vigano ve Susan Day 100'ün üzerinde atıfa sahip yazarlar alanda önde çıkmaktadırlar.

Şekil 8

Yazarlara İlişkin Ağ Haritası ve Bağlantıları



Şekil 8 incelendiğinde Michael J. Mallen, David L. Vogel, Aaron B. Rochlen ve Je Barnett en fazla bağlantıya sahip yazarlar olarak öne çıkmaktadırlar.

Şekil 9

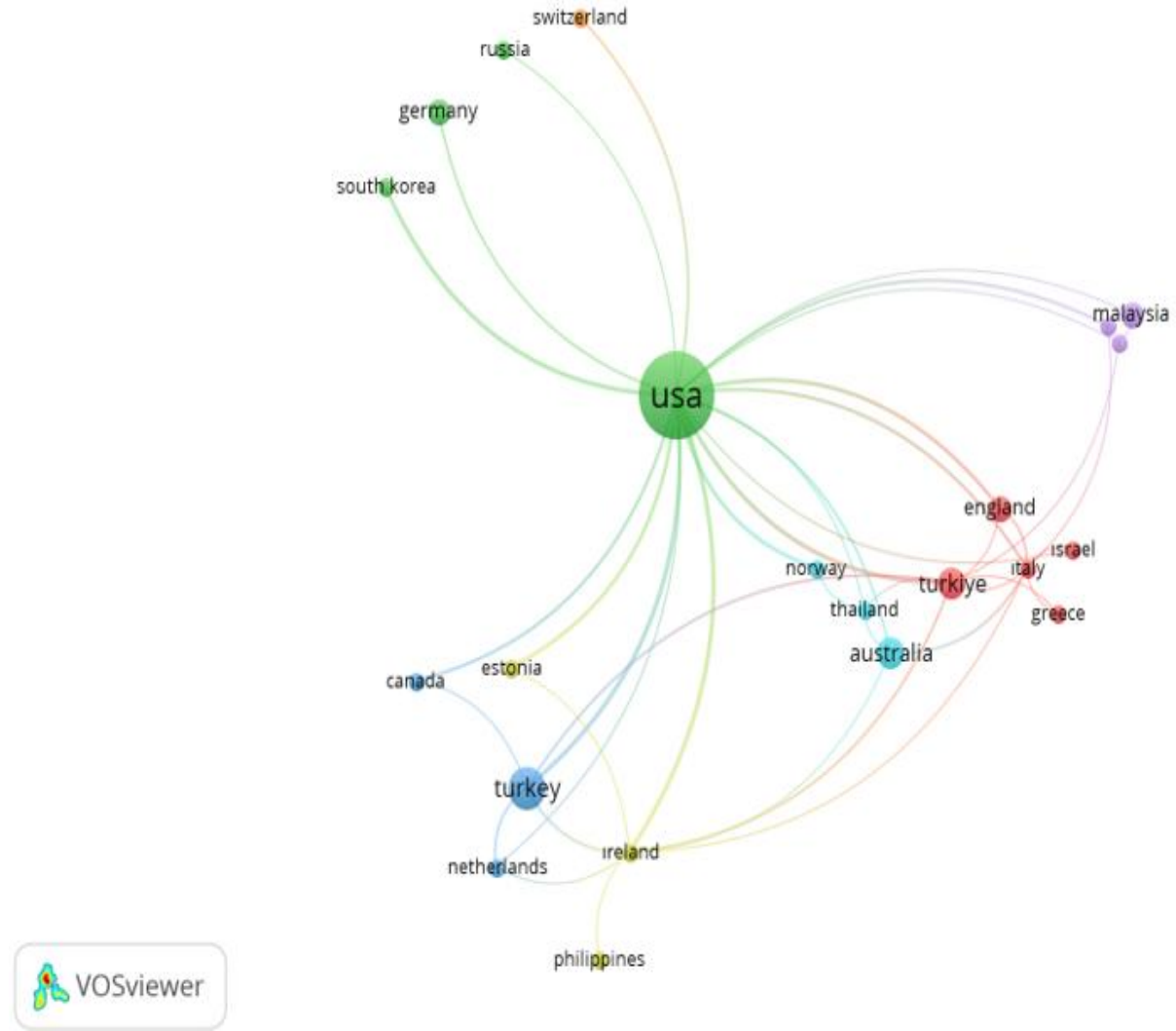
Çevrim İçi Psikolojik Danışmayla İlgili Yayınların Ükelere Göre Dağılımı

Country	Documents	Citations	Total link strength
usa	21	649	55
ireland	1	133	15
italy	1	57	12
australia	3	55	6
turkey	5	38	13
england	2	28	7
south korea	1	26	5
peoples r china	2	13	0
malaysia	2	12	3
ghana	1	10	5
estonia	1	9	5
canada	1	7	4
germany	2	7	2
taiwan	1	3	3
turkiye	3	2	14
netherlands	1	2	4
philippines	1	2	1
russia	1	2	1
thailand	1	1	4

Bu çalışma kapsamında ele alınan bilimsel yayınların ülkelere göre dağılımı incelendiğinde Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ($f = 21$), Türkiye ($f = 8$) ve Avustralya ($f = 3$) öne çıkmaktadır. Öne çıkan bu ülkelerin ardından Çin, Malezya, Güney Kore, Filipinler ve Tayland gibi Uzakdoğu ülkeleri gelmektedir. İnternete erişimin yaygınlığı ve bağlantı hızı gibi metriklerde üst sıralarda yer alan Uzakdoğu ülkelerinin bu listede de yer alması şaşırtıcı değildir.

Şekil 10

Çevrim İçi Psikolojik Danışmayla İlgili Yayınların Ülkelerine İlişkin Ağ Haritası ve Bağlantıları



Şekil 10 incelendiğinde çalışma kapsamında incelenen araştırmaların ağ bağlantılarının merkezinde ABD'nin yer aldığı görülmektedir. Avrupa ve Uzakdoğu ülkelerinde yürütülen çalışmalar arasındaki bağlantının da yine ABD üzerinden sağlandığı dikkat çekmektedir. Ek olarak Türkiye'nin ilgili literatürde yoğun bir bağlantı noktası olduğu rahatlıkla ifade edilebilir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çevrim içi psikolojik danışmanlığın kendine özgü doğasını, dinamikleri ve çevrim içi psikolojik danışma sunulurken dikkate alınması gereken konuları ele alan çalışmaların alan giderek daha popüler hale geldiği görülmektedir. Çevrim içi psikolojik destek hizmetlerine olan talebin giderek artması ve bu profesyonel yardım türünün pandemi sonrası dönemde yaygınlaşması nedeniyle, psikolojik danışmanların yüz yüze psikolojik danışmanın alternatifi olarak çevrim içi psikolojik danışmayı benimsemeye hazır olup olmadıkları ele alınan başka bir konu olarak dikkat çekmektedir. Bu çalışmanın bulguları da paraleldir. Pandemi döneminde profesyonel yardım hizmetlerinin içinde çevrim içi psikolojik danışmanın oranındaki hızlı artışla birlikte, 2020'den itibaren çevrimiçi ile ilgili çalışmalar ve bu çalışmaların alandaki etkisi de önemli ölçüde artmıştır. Ancak 2022 yılı ile birlikte, bir başka ifadeyle pandemiyle ilgili belirsizliklerin azalması ve pandemi öncesi yaşam koşullarına dönüş ile birlikte konuyla ilgili çalışmaların ve çalışmalarının yaygın etkisinden keskin düşüş olduğu görülmektedir.

COVID-19 pandemisi döneminde ve sonrasındaki çalışmalar çevrim içi psikolojik danışmanın, danışanların iyilik halini yükseltmek ve yaşam engelleriyle başa çıkmalarını kolaylaştırmakta etkili bir araç olduğuna işaret etmektedir (Al Muntaser ve Uzun 2022; Békés ve Aafjes-Van Doorn, 2020; CeVillarino vd., 2022; Copeland vd., 2021; Lestari ve Setyawan, 2021; Soria, Horgos ve Roberts, 2021). Benzer şekilde bu çalışmada anahtar sözcüklere ilişkin bulgularda, çevrim içi psikolojik danışmanın çeşitli ruh sağlığı sorunları üzerindeki etkisini ele alan çalışmaların yoğunluğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca anahtar sözcüklerin ve dergilerin çeşitliliği konun disiplinlerarasılığının bir göstergesi olarak görülebilir. Anahtar sözcüklere ilişkin bulgulardan hareketle ilgili çalışmaların ağırlıklı olarak üniversite öğrencileri ve yetişkin bireylerle yürütüldüğü ifade edilebilir. Yine bu bulgular ışığında farklı gelişimsel aralıklardan katılımcıların yer aldığı çalışmaların artmasına ihtiyaç olduğu ifade edilebilir.

Gerek hızlı sosyal değişimler gerekse giderek zorlaşan yaşam koşulları Türkiye özelinde ruhsal sorunlarına dair risklerin yanında profesyonel psikolojik yardıma olan talebin de artmasına yol açmıştır (Erbaş, 2023; Esen, 2025; Özer ve Altun, 2022; Savi-Çakar ve Kılınç, 2020). Bibliyometrik analiz sonuçları da bu artışa dair kanıtlar sunar niteliktedir. Gerek öne çıkan yazarlar (yayın sayısı bakımından) gerekse makale sayısı bakımından Türkiye'den yayınlar dikkat çekmektedir, buna karşın bu yayınların sınırlı sayıda atıf aldığı görülmektedir. Bir başka ifadeyle 2025 yılı itibariyle Türkiye kaynaklı çalışmaların uluslararası alandaki etkisi ile yayın sayısı arasında bir paralellik bulunmamaktadır. Bunun birlikte alanda etkili olan çalışmaların yoğunlukla ABD, İrlanda, İtalya ve Avustralya'daki kurumlarda üretilen makaleler olduğu görülmektedir. Bu bulgular ışığında çevrim içi psikolojik danışma alanında farklı kültürlerde yürütülecek olan araştırmalara duyulan ihtiyacın devam ettiği söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Al Muntaser, R. A., & Uzun, G. Ö. (2022). The attitude towards online counselling in comparison to face-to-face counselling among United Arab Emirates citizens. *Near East University Online Journal of Education*, 5(2), 1-11.
- Békés, V., & Aafjes-Van Doorn, V. (2020). Psychotherapists' attitudes toward online therapy during the COVID-19 pandemic. *Journal of Psychotherapy Integration*, 30(2), 238.
- Celia, G., Tessitore, F., Cavicchiolo, E., Girelli, L., Limone, P., & Cozzolino, M. (2022). Improving university students' mental health during the COVID-19 pandemic: evidence from an online counseling intervention in Italy. *Frontiers in Psychiatry*, 13, 886538.
- Chen, W. C., Chan, H. Y., Sung, Y. H., Chen, P. L., Hung, Y. F., Huang, K. C., & Hsu, S. S. (2023). Therapists' practical implementation and preparation of online counseling in the post-pandemic era. *Current Psychology*, 42(34), 30548-30560.
- Copeland, W. E., McGinnis, E., Bai, Y., Adams, Z., Nardone, H., Devadanam, V., ... & Hudziak, J. J. (2021). Impact of COVID-19 pandemic on college student mental health and wellness. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 60(1), 134-141.
- Erbaş, M. M. (2023). Evaluation of psychological help needs, stress and hopelessness among postgraduate students. *Research on Education and Psychology*, 7(Special Issue 2), 430-441.
- Esen, E. (2025). Mental Health Literacy Questionnaire-Short Version for Adults: Psychometric Properties of Turkish Version. *Psikiyatriye Güncel Yaklaşımlar*, 17(Supplement 1), 178-191.
- Fang, Y., Yin, J., & Wu, B. (2018). Climate change and tourism: A scientometric analysis using CiteSpace. *Journal of Sustainable Tourism*, 26(1), 108-126.
- Geraldina, A. M., Suen, M. W., & Suanrueang, P. (2023). Online mental health services during COVID-19 pandemic in Indonesia: Challenges from psychologist perspective. *Plos one*, 18(6), e0285490.
- Goutham, M. M., & Maureen, R. (2011). A survey of online practitioners: Implications for education and practice. *Journal of Technology in Human Services*, 29(2), 133-141.
- Inchausti, F., MacBeth, A., Hasson-Ohayon, I., & Dimaggio, G. (2020). Telepsychotherapy in the age of COVID-19: A commentary. *Journal of Psychotherapy Integration*, 30(2), 394-405.
- Kumar, R., Saxena, S., Kumar, V., Prabha, V., Kumar, R., & Kukreti, A. (2024). Service innovation research: a bibliometric analysis using VOSviewer. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 34(4), 736-760.

Kiriakaki, S., Tzovanou, M., Sotiriou, A., Lampou, M., & Varsamidou, E. (2022). Online counseling: advantages, disadvantages and ethical issues. *Homo Virtualis*, 5(1), 32-59.

Lestari, R., & Setyawan, F. E. B. (2021). Mental health policy: protecting community mental health during the COVID-19 pandemic. *Journal of Public Health Research*, 10(2), jphr-2021.

MacMullin, K., Jerry, P., & Cook, K. (2020). Psychotherapist experiences with telepsychotherapy: Pre COVID-19 lessons for a post COVID-19 world. *Journal of Psychotherapy Integration*, 30(2), 248.

Mallen, M. J., & Vogel, D. L. (2005). Introduction to the major contribution: Counseling psychology and online counseling. *The Counseling Psychologist*, 33(6), 761-775.

Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. *Scientometrics*, 106(1), 213-228.

Özer, D., & Altun, Ö. Ş. (2022). Ruh sağlığı okuryazarlığı: Farkındalık ile toplum ruh sağlığını güçlendirme. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 14(2), 284-289.

Pauna, V. H., Picone, F., Le Guyader, G., Buonocore, E., & Franzese, P. P. (2018). The scientific research on ecosystem services: A bibliometric analysis. *Ecological Questions*, 29(3), 53-62.

Poh Li, L., Jaladin, R. A. M., & Abdullah, H. S. (2013). Understanding the two sides of online counseling and their ethical and legal ramifications. *Procedia-social and Behavioral sciences*, 103, 1243-1251.

Pulat, M., & Barutçu-Yıldırım, F. (2021). Online counseling and ethics: A systematic review of empirical research. *Klinik ve Ruh Sağlığı Psikolojik Danışmanlığı Dergisi*, 1(2), 1-12.

Soria, K. M., Horgos, B., & Roberts, B. J. (2021). The COVID-19 pandemic and students' mental health. *New Directions for Student Services*, 2021(176), 37-45.

Savi-Çakar, F. & Kılınç, M. (2020). Ergenlerin psikolojik yardım ihtiyaçlarının incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 54,488-508.

Van Eck, N., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538.

Villarino, R. T. H., Villarino, M. L. F., Temblor, M. C. L., Chabit, N. T., Arcay, C. A. L., Gimena, G. B., ... & Plaisent, M. (2022). Evaluating an online well-being program for college students during the COVID-19 pandemic. *Journal of Health Sciences*, 12(1), 74-82.

RUH SAĞLIĞI INFLUENCERLARINA YÖNELİK ARAŞTIRMALAR: SİSTEMATİK BİR GÖZDEN GEÇİRME RESEARCH ON MENTAL HEALTH INFLUENCERS: A SYSTEMATIC REVIEW

Assoc. Prof. Melda Meliha ERBAŞ

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü
Demirci, Manisa.
ORCID NO: 0000-0001-8640-5356

Assoc. Prof. Erol ESEN

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü,
Demirci, Manisa.

ÖZET

Sosyal medya kullanımındaki artış, giderek daha fazla sayıda ruh sağlığı profesyonelinin sosyal medyayı kullanarak mesleki görünürlüklerini arttırmalarına ve çevrim içi kitlelerle etkileşim yoluyla ruh sağlığı konusunda farkındalığı arttırmalarına katkıda bulunmaktadır. Bu çerçevede ruh sağlığı influencerları olarak da tanımlanan ruh sağlığı alanında geniş bir konu yelpazesinde çevrim içi platformlarda bilgi ve deneyim paylaşımı yapan ruh sağlığı uzmanları giderek daha popüler hale gelmektedirler. Ruh sağlığı influencerları, ruh sağlığı bağlamında çeşitli içerikler yoluyla takipçilerinin ve izleyicilerin psikolojik iyi oluşla veya ruhsal sorunlarla ilgili görüşlerini şekillendirebilmektedir. Sosyal medya içeriklerinin bireylerin ruh sağlığı okuryazarlığını nasıl şekillendirdiğini anlamak giderek daha önemi hale gelmektedir. Bu çalışmanın amacı küresel ölçekte ruh sağlığı influencerlarını kapsayan araştırmaların sistematik bir şekilde gözden geçirilmesidir. Çalışmada sistematik gözden geçirme çalışmalarının ilkelerini ve aşamalarını belirleyen PRISMA rehberinden yararlanılmıştır. Web of Science, EBSCO, BMJ, Science Direct, PubMed, Wiley Online Library, ProQuest Dissertations & Theses Global, YÖK Tez Merkezi ve Ulakbim veri tabanlarında tarama gerçekleştirilmiştir. Tarama Türkçe ve İngilizce dillerinde gerçekleştirilmiştir. Seçim ve dışlama kriterleri açısından uygun olan on araştırma bu çalışma kapsamında ele alınmıştır. Bu araştırmalardan altısı makale, dördü tez formatındadır. Bu çalışmalar araştırma modeli/türü, örneklem ve bulgular açısından değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: ruh sağlığı, ruh sağlığı influencerları, sosyal medya, sistematik inceleme

ABSTRACT

The increase in social media usage has contributed to a growing number of mental health professionals using social media to increase their professional visibility and raise awareness about mental health through interaction with online audiences. In this context, mental health experts who share information and experiences on a wide range of topics related to mental health on online platforms, also known as mental health influencers, are becoming increasingly popular. Mental health influencers can shape their followers' and viewers' views on psychological well-being or mental health issues through various content in the context of mental health. Understanding how social media content shapes individuals' mental health

literacy is becoming increasingly important. The aim of this study is to systematically review research covering mental health influencers on a global scale. The study utilised the PRISMA guidelines, which define the principles and stages of systematic review studies. Searches were conducted in the Web of Science, EBSCO, BMJ, Science Direct, PubMed, Wiley Online Library, ProQuest Dissertations & Theses Global, YÖK Thesis Centre, and Ulakbim databases. The search was conducted in both Turkish and English. Nine studies that met the selection and exclusion criteria were included in this study. Five of these studies were articles, and four were theses. These studies were evaluated in terms of research model/type, sample, and findings.

Keywords: mental health, mental health influencers, social media, systematic review

GİRİŞ

Teknolojinin zaman içindeki gelişimi nedeniyle, ünlü olmanın tanımı da değişmektedir. Bu tür “ünlüler”den biri de sosyal medya influencerları (SMI) olarak bilinir. Bu SMI'lar popülerlik ve kariyer sürdürülebilirliği açısından farklılık gösterir ve bu nedenle tek bir kategori altında tanımlanması zordur (Ruiz-Gomez, 2019). Uygulayıcılara göre, sosyal medya influencer'larının kategorileri takipçi sayılarına göre belirlenir; 100.000'den az takipçisi olanlar mikro influencer, 100.000 ile 1 milyon arasında takipçisi olanlar ise makro influencer olarak bilinir. Bir milyondan fazla takipçisi olanlar mega influencer, 10 milyondan fazla takipçisi olanlar ise sosyal medya ünlüsüdür (Govindan ve Alotaibi, 2021; Ruiz-Gomez, 2019).

Son on yılda, sosyal medya platformları coğrafi sınırların ötesinde iletişimi yeniden şekillendirmekle birlikte halk sağlığı sorunlarını geniş ölçekte ele almak için potansiyel bir çözüm sunmaktadır. Aslında, yüksek ve düşük gelirli ülkelerde birçok sağlık kuruluşu, akran ağlarını ve sağlık alanında etkili kişileri etkili dijital müdahaleler için çok önemli görmektedir (Castañeda vd., 2010). Sosyal medya analizleri, 2024 yılında dünya çapında 4,95 milyar sosyal medya kullanıcısı olduğunu, bu sayının 2022'den bu yana %7,7 arttığını ve 2015'ten bu yana toplamda %138 artış gösterdiğini bildirmektedir (Dean, 2024). COVID-19 salgını sürecinde bireylerin güvensizlik ve sosyal izolasyon nedeniyle bireylerin stres seviyeleri yükselmiş ve tüm bu faktörlerin ruh sağlığı sorunlarının artmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Aslında, pandeminin başlangıcından bu yana, özellikle ergenler üzerindeki psikolojik stres önemli ölçüde artmıştır. Dlugosz'a (2021) göre 18-29 yaş grubunun çoğunluğu COVID-19'un bir sonucu olarak depresyon ve anksiyete yaşamıştır. Ayrıca, bireysel iletişim giderek sosyal ağ sitelerine kaymıştır.

Son zamanlarda, sağlık iletişimi Instagram'da da giderek daha fazla yer almaktadır. Dünya çapında 1 milyardan fazla kullanıcısı ve günde 500 milyon hikaye paylaşımıyla, bu platformun etkileşimli görsel yapısı sadece farklı içerik formatlarının kullanılmasını sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda influencer'ların da önem kazanmasına yol açmıştır. Genel olarak, influencerlar “bir veya daha fazla sosyal medya platformunda (örneğin YouTube, Instagram, Snapchat veya kişisel bloglar) çok sayıda takipçisi olan ve takipçileri üzerinde

etkisi olan çevrimiçi kişilikler” olarak tanımlanmaktadır. İnfluencerlar, aynı anda çok sayıda insanla iletişim kurar. Mesajları genellikle yüksek düzeyde güvenilirliğe sahiptir. Instagram çeşitli mesaj formatları sunduğundan, influencerların gönderileri genellikle hem bilgilendirici hem de eğlendirici bir değere sahiptir. Bu durum, dijital platformları ancak ruh sağlığı bağlamında etki yaratmak için kullanan “ruh sağlığı sosyal medya influencer'ları” terimine de uzanır. Ancak, ruh sağlığı influencer'ları arasında, platformlarını doğru ruh sağlığı bilgilerini yaymak için kullanan lisanslı terapistler, ruh sağlığı uzmanları ve stajyer terapistler de yer alabilir (Triplett vd., 2022). Gerçekten de sosyal medya, ruh sağlığı bilgilerinin çevrimiçi olarak kolayca erişilebilir olmasını sağlayan bir yol sunmuştur (Fergie vd., 2016) ve kullanıcılar, ruh sağlığı ile ilgili sosyal medya gönderileriyle sık sık etkileşim kurmaktadır. 2021 yılında TikTok'ta #Mentalhealth hashtag'i bir milyardan fazla kez kullanılmıştır (Zenone vd., 2021).

Olumlu ruh sağlığı farkındalığının yayılması, insanların ruh sağlığı içeriklerine ulaşip bunları paylaşması yoluyla damgalamayla mücadelede bir rol oynayabilir (Kim, 2022). Öte yandan pandemi sürecinde terapi seansları ve danışmanlık gibi bazı hizmetler kullanılmadığından, genç nesil ruh sağlığı sorunları için destek aramak üzere Instagram'a yönelmiştir. Bu sosyal medya platformunda influencerlar, izole edilmiş günlük yaşamlarında onlara destek ve dinleyen bir kulak sunarak bir nevi can simidi olmuşlardır. Sosyal medya kullanımındaki artış, giderek daha fazla sayıda ruh sağlığı profesyonelinin sosyal medyayı kullanarak mesleki görünürlüklerini arttırmalarına ve çevrim içi kitlelerle etkileşim yoluyla ruh sağlığı konusunda farkındalığı arttırmalarına katkıda bulunmaktadır. Bu çerçevede ruh sağlığı influencerları olarak da tanımlanan ruh sağlığı alanında geniş bir konu yelpazesinde çevrim içi platformlarda bilgi ve deneyim paylaşımı yapan ruh sağlığı uzmanları giderek daha popüler hale gelmektedirler. Ruh sağlığı influencerları, ruh sağlığı bağlamında çeşitli içerikler yoluyla takipçilerinin ve izleyicilerin psikolojik iyi oluşla veya ruhsal sorunlarla ilgili görüşlerini şekillendirebilmektedir. Bu çerçevede sosyal medya içeriklerinin bireylerin ruh sağlığı okuryazarlığını nasıl şekillendirdiğini anlamak giderek daha önemi hale gelmektedir. Bu çalışmanın amacı küresel ölçekte ruh sağlığı influencerlarını kapsayan araştırmaların sistematik bir şekilde gözden geçirilmesidir.

YÖNTEM

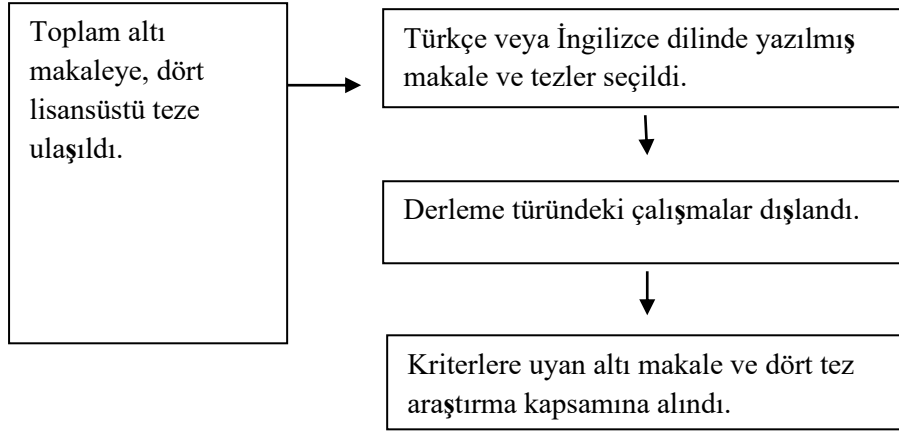
Bu araştırmanın amacı, ruh sağlığı influencerlarına yönelik araştırmaların sistematik biçimde gözden geçirilmesidir. Gözden geçirme aşamasında PRISMA rehberinden (Moher, Libertai, Tetzlaff, Altman ve PRISMA Group, 2009) faydalanılmıştır. Nitel araştırma desenlenlerinden durum açıklamasının kullanıldığı bu çalışmada veriler doküman inceleme yoluyla elde edilmiş, veri analizinde doküman analizi kullanılmıştır. Alanyazın taraması herhangi bir yıl sınırlaması olmadan Web of Science, EBSCO, BMJ, Science Direct, PubMed, Wiley Online Library, ProQuest Dissertations & Theses Global, YÖK Tez Merkezi ve Ulakbim veri tabanlarında tarama gerçekleştirilmiştir. Türkçe ve İngilizce dillerinde gerçekleştirilen taramada “ruh sağlığı influencerları” ve “mental health influencers” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Alanyazın

taraması sonucunda çalışmaların belirlenmesi için kullanılan seçim kriterleri şu şekildedir: (1) küresel ölçekte ruh sağlığı influencerlarını kapsayan makale ve lisansüstü tezler. Dışlama kriterleri ise; (1) sadece özete ulaşılan çalışmalar, (2) derleme türündeki çalışmalar ve (3) Türkçe ve İngilizce dilleri dışındaki çalışmalar olarak belirlenmiştir.

Alanyazın taraması sonucunda toplam on iki çalışmaya ulaşılmıştır. Seçim ve dışlanma kriterleri doğrultusunda yapılan elemeler sonucunda on çalışma araştırma kapsamında değerlendirilmiştir. Çalışmaların gözden geçirilme ve seçim aşamalarını gösteren PRISMA akış şeması Şekil 1’de sunulmuştur.

Şekil 1

PRISMA Akış Şeması



BULGULAR

Belirlenen kriterlerle göre seçilen lisansüstü tezler ve makaleler; araştırmanın türü, araştırmanın modeli, örneklem, bulgular kriterlerine göre incelenmiştir. Araştırma kapsamında incelenen çalışmalara ilişkin özet bilgi Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Ruh Sağlığı Influencerlarına Yönelik Araştırmalar

Yazar ve Yayın Yılı	Araştırmanın Türü	Araştırmanın Modeli	Örneklem	Bulgular
Saunders, 2025	Doktora Tezi	Karma Desen	18-68 yaş arası yetişkinler	Bulgular genel olarak ruh sağlığı ve DEHB içeriğinin fenomenlerce paylaşılan bir içerik olduğunu ancak kullanıcıların semptomlar, finansal kazançlar ve içerik oluşturucuların uzmanlığı konusunda dikkatli olmaları gerektiği; takipçilerde kendi kendine teşhis koymanın yaygın olduğu ve bunun olumlu veya olumsuz sonuçlara

				yol açabildiği saptanmıştır.
Adeane, 2024	Doktora Tezi	Nitel	16-24 yaş arası genç yetişkinler Ruh sağlığı içeriği üreten fenomenler	Ruh sağlığı konusunda uzmanlığı olan fenomenlerinin gençler için bir rol model ve yol gösterici rolünde olabilecekleri ancak uzmanlığı olmayan fenomenlerin bu konudaki söylemlerinin zarar verebileceği saptanmıştır. Bu tür içeriklerin olumlu etkisini artırmak için uzman iş birliğine, kılavuz ilkelere ve etik standartlara ihtiyaç vardır.
Pleyer, 2024	Yüksek Lisans Tezi	Nitel	24-37 yaş arası yetişkinler	Ruh sağlığı fenomenlerini takip etme nedenleri bilgi edinmek ve o kişiyle özdeşim kurma olarak belirlendi.
Stewart, 2024	Yüksek Lisans Tezi	Nicel	19-32 ya arası yetişkinler	Takipçilerin çoğunluğunun ruh sağlığı influencer'larına ve onların ruh sağlığı sektörüne katkılarına yönelik olumlu tutumlara sahip olduğunu, ancak aynı zamanda influencer'ların mesajlarının geçerliliği ve doğruluğu konusunda şüpheli olduklarını ortaya koymuştur.
Christiansen vd., 2025	Makale	Karma desen	16-25 yaş arası gençler	TikTok'ta sağlanan bilgi ve desteğin, ergen kullanıcıların ruh sağlığı okuryazarlığının hatalı bir şekilde gelişmesine yol açabileceği kanıtlarla desteklenmeyen tıbbi olmayan ruh sağlığı çözümlerini teşvik ettiği ortaya koyulmuştur.
White & Hanley, 2025	Makale	Nitel	Ruh sağlığı uzmanları	Ruh sağlığı uzmanları kanıt temelli araştırmaları, işlevsel, ücretsiz ve geniş kitlelerce erişilebilir bir psiko eğitim biçimi olarak paylaşma eğilimindedirler. Ancak, etik belirsizlikler nedeniyle, ruh sağlığı influencerları için özel olarak oluşturulacak kılavuzlar, uzmanların endişelerini ve potansiyel riskleri azaltabilir.

Motta vd., 2024	Makale	Nicel/Deneysel	Ruh sağlığı alanında içerik üreten influencerler	Verilen psikoeğitim sonrasında influencerların (i) videolarında kanıta dayalı ruh sağlığı içeriğine yer verme ve (ii) ruh sağlığı sorunlarıyla ilgili video içeriği oluşturma olasılıklarının önemli ölçüde daha yükseldiği; görüntülenme sayılarının anlamlı düzeyde arttığı saptanmıştır.
Koinig, 2022	Makale	Nicel	16-34 arası genç yetkinler	Katılımcıların ruh sağlığına yönelik içerik türü olarak; motivasyonel alıntıları ve influencer paylaşımlarını daha çok tercih ettikleri çizgi romanların değerlendirmelerde daha düşük puan aldığı saptandı. Sonuçlar bireylerin özgüvenlerini artıran veya “insani dokunuş” içeren içerikleri tercih ettiklerini göstermektedir.
Pretorius vd., 2022	Makale	Nitel	Paylaşılan içerikler analiz edildi	Sosyal medya platformları ve hesaplar, ruh sağlığı bilgilerini daha erişilebilir hale getirir ancak bu hesaplar herhangi bir güvenilirlik kontrolüne tabi tutulmamaktadır. Ruh sağlığı uzmanları tarafından oluşturulan içeriğin etkisi ve yardım arama sürecini destekleme rolü dikkatle değerlendirilmelidir.
McCosker, 2018	Makale	Karme desen	Beyondblue’s Forumu içerik üreticileri	Dijital platformlarda yer alan ekran mentörlerinin, ruhsal sağlık sorunları ile mücadele eden kişiler için erişilebilir ve destekleyici roller sunabilecekleri ve etkisi nakıtlanımı dijital müdahalelerle kişilerin ruh sağlığının desteklenmesine katkı sunabilecekleri ifade edilmiştir.

Yayınlandığı yıl açısından değerlendirildiğinde; araştırmaların 2025-2018 yılları arasında yayınlandıkları, bunlardan 7’sinin 2024 ve 2025 yıllarında yayınlandıkları göz önünde bulundurulduğunda son yıllarda bu konuya olan ilginin arttığı söylenebilir.

Araştırma türü açısından bakıldığında lisans üstü tezlerdem 2’sinin doktora 2’sinin yüksek lisans tezi olduğu, geri kalan altı çalışmanın ise araştırma makalesi olduğu görülmektedir.

Araştırma modeli açısından değerlendirildiğinde nitel, nicel ve karma desenlere yer verildiği görülmektedir.

Örnekleme açısından değerlendirildiğinde çalışmaların çoğunlukla sosyal medyayı aktif kullanan kitle olan genç yetişkinlerle yürütüldüğü bazı çalışmalarda ise içerik üreticilerinin yer aldığı görülmektedir.

Bulgular açısından araştırmalar genel olarak değerlendirildiğinde; ruh sağlığıyla ilgili genel bilgilerin ve kendi kendine yardım yöntemlerinin geniş kitlelere ulaşması; takipçilerde farkındalık oluşturma gibi konularda avantaj sağlamakla birlikte etik ikilemler ve doğruluğu bilimsel olarak kanıtlanmamış bilgilerin hızlıca yayılıp zarar verici olabilmesi nedeniyle bu tür içeriklerin daha fazla denetlenmesinin ve etik uygulama rehberlerinin oluşturulmasının önemine vurgu yapıldığı görülmektedir.

TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Konuyla ilgili araştırma sayısının oldukça sınırlı olduğu, en eski çalışmanın 2018 yılında yapıldığı, çalışmaların çoğunun 2024-2025 yıllarını kapsadığı görülmüştür. Öte yandan çalışmaların hepsinin yurtdışında gerçekleştiği, bu konuda yapılmış ulusal bir yayına ulaşılamamış olması dikkat çekici bir bulgudur. Son araştırmalar Covid-19 salgını sırasında, sosyal izolasyonun da etkisiyle anksiyete bozukluklarında büyük bir artış olduğunu (Długosz, 2021), çeşitli ruh sağlığı sorunlarından etkilenen birçok kişinin, çevrimiçi destek alarak veya kişisel hikayelerini paylaşarak yalnızlık duygusunu azaltmak için sosyal medyaya başvurduğunu göstermektedir (Naslund vd, 2020). Bu bağlamda, bilginin dönüştürülmesi ve yayılmasında medyanın hayati rolü kabul edildiğinden, son yıllarda sosyal medya aracılığıyla ruh sağlığı iletişimi önem kazanmıştır (Zhang & Firdaus, 2024). Bu doğrultuda ruh sağlığının sosyal medyada ele alınmasına yönelik çalışmaların görece çok yeni olduğu özellikle pandemiden sonra bu konuyla ilgili çalışmaların hız kazandığı söylenebilir. Yurt içinde ise henüz bu konuda çalışmanın bulunmaması; Türkiye’de ruh sağlığının sosyal medyada ele alınması ve ruh influencerlarının takipçiler üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerinin anlaşılması konusunda alanyazındaki boşluğa dikkat çekmektedir.

İncelenen araştırmaların çoğunlukla genç yetişkinlerle yürütüldüğü, sınırlı sayıda araştırmanın ise influencerları kapsadığı görülmüştür. Birleşik Krallık’ta yapılan bir çalışma, sosyal medyayı günde 5 saatten fazla kullanan 14 yaşındaki çocukların %31’inin vücut ağırlığından memnun olmadığını ortaya koymuştur (Kelly vd., 2018). Sosyal medyada ruh sağlığının teşviki konusunda ergenlerin, eğitim profesyonellerinin ve ruh sağlığı uzmanlarının görüşlerinin incelendiği bir araştırmada; ergenler, sosyal medyada ruh sağlığı hakkında sık sık bilgi aradıklarını bildirmişlerdir (O’Reilly vd., 2019). Bu doğrultuda ergenlerle yürütülecek benzer çalışmaların, bu ya grubundaki takipçilerin ruh sağlığıyla ilgili sosyal medyada destek arama ve ruh sağlığı influencerlarını takip etme eğilimlerini; bu eğilimin altındaki motivasyonları anlamak amacıyla önemli olduğu söylenebilir.

İncelenen araştırmaların bulguları; ruh sağlığı influencerlarının ruh sağlığıyla ilgili genel bilgilere erişim; farkındalık oluşturma gibi konularda avantaj sağlamakla birlikte etik ikilemler ve doğruluğu bilimsel olarak kanıtlanmamış bilgilerin hızlıca yayılarak zarar verici olabilmesi nedeniyle bu içeriklerin daha fazla denetlenmesinin ve etik uygulama rehberlerinin oluşturulmasının önemine işaret etmektedir. Kendi hayatları ve deneyimleri hakkında kişisel anlatılarla iletişim kuran sosyal medya influencerları ruh sağlığı konularını gündeme getirerek akran desteği sunmak açısından önemli bir rol oynamaktadır (Koinig, 2022). Influencer'lar, “fikir liderleri” olarak hareket ederek bilgi ve inançları şekillendirme yeteneğine sahiptir (Adeane, 2024). Bu nedenle, takipçilerini ruh sağlığı ile ilgili içeriğe maruz bırakarak sosyal medyanın iletişim potansiyelini artırır ve bu da takipçilerin damgalama algılarını azaltabilir ve yardım arama niyetini artırabilir (Motta vd., 2024).

Smith ve ark. (2021), Amerikan Psikoloji Derneği'nin hem nitelikli psikologlar hem de eğitim aşamasındakiler için sosyal medya kullanımına ilişkin kılavuzlar eklemesinin gerekliliğini vurgulamıştır. Bununla bağlantılı olarak, Campbell ve diğerleri (2016), üniversitelerin psikoloji doktora öğrencilerinin sosyal medyayı kötüye kullanmasına müdahale etme ve bunu önleme prosedürlerini netleştiren politikalar geliştirmesinin gerekliliğini vurgulamışlardır. Bu nedenle, sosyal medyada ruh sağlığı içeriği üreten influencerların sosyal medya kullanımına yönelik etik kuralları anlamaları, takipçilerini eğitmek/desteklemek ve gereksiz risklerden korumak için önemlidir.

Araştırmanın amacı doğrultusunda belirlenen kriterlere göre elde edilen çalışmaların oldukça sınırlı sayıda ve yeni tarihli olduğu; konuyla ilgili yurtiçinde gerçekleştirilmiş çalışmaya ulaşamadığı, çalışmaların çoğunlukla genç yetişkinleri kapsadığı; bulgularda ise ruh sağlığı influencerlarının takipçilerine ve ruh sağlığı alanına yönelik potansiyel fayda ve risklere vurgu yapıldığı görülmektedir.

Bu doğrultuda araştırmacılara ve uygulayıcılara bazı öneriler sunulabilir:

Türkiye’ de ruh sağlığının sosyal medyada ele alınmasına yönelik olası riskler ve avantajları inceleyen çalışmalar yapılabilir.

Ruh sağlığı influencerları ve ergenleri kapsayan çalışmalara ağırlık verilebilir.

Sosyal medyada ruh sağlığının ele alınmasına yönelik etik standartlar belirlenebilir.

Gençlere sosyal medya okuryazarlığı konusunda eğitimler verilebilir.

KAYNAKLAR

Adeane, E. S. (2024). *The Role of Social Media Influencers in Shaping Mental Health Discourse: A Qualitative Research Project Using In-Depth Interviews with Influencers and Young People* (Doctoral dissertation, University of Auckland).

Campbell, S., Chong, S., Ewen, V., Toombs, E., Tzalazidis, R., & Maranzan, K. A. (2016). Social media policy for graduate students: Challenges and opportunities for professional psychology training programs. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne*, 57(3), 202–210

Castañeda, H., Nichter, M., Nichter, M., & Muramoto, M. (2010). Enabling and sustaining the activities of lay health influencers: lessons from a community-based tobacco cessation intervention study. *Health Promotion Practice*, 11(4), 483-492.

Christiansen, A., Craythorne, S. L., Crawford, P., Larkin, M., Gohil, A., Strutt, S., & Page, R. (2025). Multimodal analysis of stories told by mental health influencers on TikTok. *Health Expectations*, 28(3), e70226.

Dean, J. (2024). From solidarity to self-promotion? Neoliberalism and left politics in the age of the social media influencer. *Capital & Class*, 48(4), 519-541.

Długosz, P. (2021). Factors influencing mental health among American youth in the time of the Covid-19 pandemic. *Personality and Individual Differences*, 175, 110711.

Fergie, G., Hilton, S., & Hunt, K. (2016). Young adults' experiences of seeking online information about diabetes and mental health in the age of social media. *Health Expectations*, 19(6), 1324-1335.

Gómez, A. R. (2019). Digital Fame and Fortune in the age of Social Media: A Classification of social media influencers. *aDResearch: Revista Internacional de Investigación en Comunicación*, 19, 8-29.

Govindan, P. & Alotaibi, I. (2021). 'Impact of Influencers on Consumer Behaviour: empirical study', Computation, Automation and Knowledge Management (ICCAKM), 2021 2nd International Conference on, pp. 232–237. doi: 10.1109/ICCAKM50778.2021.9357713.

Kelly, Y., Zilanawala, A., Booker, C., & Sacker, A. (2018). Social media use and adolescent mental health: Findings from the UK Millennium Cohort Study. *EClinicalMedicine*, 6, 59-68.

Kim, H. M. (2022). *The power of social media narratives in raising mental health awareness for anti-stigma campaigns*. (Doctoral dissertation, University of Southern California).

Koinig, I. (2022). Picturing mental health on Instagram: insights from a quantitative study using different content formats. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1608.

Moher D., Libertai A., Tetzlaff J., Altman, D. G., PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 264- 269.

Motta, M., Liu, Y., & Yarnell, A. (2024). “Influencing the influencers:” a field experimental approach to promoting effective mental health communication on TikTok. *Scientific Reports*, 14(1), 5864.

McCosker, A. (2018). Engaging mental health online: Insights from beyondblue’s forum influencers. *New Media & Society*, 20(12), 4748-4764.

Naslund, J. A., Bondre, A., Torous, J., & Aschbrenner, K. A. (2020). Social media and mental health: benefits, risks, and opportunities for research and practice. *Journal of technology in behavioral science*, 5(3), 245-257.

O’Reilly, M., Dogra, N., Hughes, J., Reilly, P., George, R., & Whiteman, N. (2019). Potential of social media in promoting mental health in adolescents. *Health Promotion International*, 34(5), 981-991.

Pleyer, L. (2024). *Nutzungsmotive gegenüber psychologischen und psychotherapeutischen Inhalten von Mental-Health-Influencer:Innen* (Master's thesis, University of Vienna).

Pretorius, C., McCashin, D., & Coyle, D. (2022). Mental health professionals as influencers on TikTok and Instagram: What role do they play in mental health literacy and help-seeking? *Internet Interventions*, 30, 100591.

Saunders, K. R. (2025). *Understanding mental health content on social media: A mixed methods study exploring perceptions, motivations, and impacts on mood* (Doctoral dissertation, Birmingham City University).

Smith, K. M., Jones, A., & Hunter, E. A. (2021). Navigating the multi-dimensionality of social media presence: Ethical considerations and recommendations for psychologists. *Ethics & Behavior*, 1–19

Triplett, N. T., Kingzette, A., Slivinski, L., & Niu, T. (2022). Ethics for mental health influencers: MFTs as public social media personalities. *Contemporary Family Therapy*, 44(2), 125-135.

White, E. & Hanley, T. (2025). “What I share is not the same as therapy”: Psychologist experiences of Instagram use as a mental health influencer. *Psychology and Psychotherapy: Theory, Research and Practice*, 1-17.

Zhang, H., & Firdaus, A. (2024). What does media say about mental health: a literature review of media coverage on mental health. *Journalism and Media*, 5(3), 967-979.

Zenone, M., Ow, N., & Barbic, S. (2021). TikTok and public health: a proposed research agenda. *BMJ Global Health*, 6(11).

**DEMLENMİŞ ÇAY YAPRAKLARINDAN KİMYASAL AKTİVASYON YOLUYLA
HAZIRLANAN AKTİF KARBON İLE Cu(II) GİDERİMİ**
Cu(II) REMOVAL WITH ACTIVATED CARBON PREPARED FROM SPENT TEA
LEAVES VIA CHEMICAL ACTIVATION

Asst. Prof. Selma EKİNCİ

Batman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme
Teknolojileri Bölümü, Batman.
ORCID NO: 0000-0002-7835-4832

Assoc. Prof. Erhan ONAT

Bitlis Eren Üniversitesi, Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji
Bölümü, Bitlis.
ORCID NO: 0000-0003-1638-0151

ÖZET

Bu çalışmada, yaygın olarak bulunan bir biyokütle atığı olan demlenmiş çay yapraklarından kimyasal aktivasyon yöntemiyle aktif karbon sentezlenmiş ve elde edilen adsorbentin sulu çözeltilerden Cu(II) iyonlarının uzaklaştırılmasındaki etkinliği araştırılmıştır. Hazırlama aşamasında, 8 g çay posası 60 mL saf su ile birlikte 100 °C’de 3 saat süreyle ısıtılmış, oda sıcaklığına soğutulduktan sonra süzme işlemiyle posa ve ekstrakt ayrılmıştır. Kurutulan katı numune, kimyasal aktivasyona tabi tutularak yüzey özellikleri iyileştirilmiş ve aktif karbon elde edilmiştir.

Yapılan adsorpsiyon deneylerinde, Cu(II) iyonlarının giderim verimi farklı parametreler altında değerlendirilmiştir. En yüksek verim, pH 6 ve 100 mg/L başlangıç Cu(II) konsantrasyonu koşullarında elde edilmiş olup, maksimum adsorpsiyon kapasitesi (q_m) 121,43 mg/g olarak hesaplanmıştır. Kinetik analizler, adsorpsiyon sürecinin yalancı ikinci derece kinetik modele en iyi uyumu gösterdiğini ve baskın mekanizmanın kemisorpsiyon olduğunu ortaya koymuştur.

Elde edilen sonuçlar, çay atığından türetilen kimyasal olarak aktive edilmiş aktif karbonun, düşük maliyetli, sürdürülebilir ve verimli bir adsorbent olarak ağır metal gideriminde önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Demlenmiş çay yaprakları, Kimyasal aktivasyon, Aktif karbon, Cu(II) adsorpsiyonu.

ABSTRACT

In this study, activated carbon was synthesized from spent tea leaves, a widely available biomass waste, through chemical activation, and its efficiency in the removal of Cu(II) ions from aqueous solutions was investigated. For the preparation, 8 g of tea residue was mixed with 60 mL of distilled water and heated at 100 °C for 3 h. After cooling to room temperature,

the mixture was filtered to separate the solid residue and the extract. The dried solid was then subjected to chemical activation to improve its surface properties, yielding activated carbon.

Adsorption experiments were conducted under various conditions to evaluate the removal efficiency of Cu(II) ions. The highest performance was achieved at pH 6 with an initial Cu(II) concentration of 100 mg/L, where the maximum adsorption capacity (q_m) was calculated as 121,43 mg/g. Kinetic analyses demonstrated that the adsorption process followed the pseudo-second-order kinetic model most accurately, indicating chemisorption as the dominant mechanism.

These findings suggest that chemically activated carbon derived from tea waste represents a low-cost, sustainable, and efficient adsorbent with strong potential for heavy metal removal from aqueous environments.

Keywords: Spent tea leaves, Chemical activation, Activated carbon, Cu(II) adsorption.

GİRİŞ

Endüstriyel üretim ve madencilik faaliyetleri sonucunda ağır metallerin su kaynaklarına karışması, günümüzde ciddi bir çevresel problem olarak değerlendirilmektedir [1-3]. Özellikle bakır(II) iyonlarına, metal kaplama, maden işleme ve ergitme gibi endüstrilerden kaynaklanan atıksularda sıklıkla rastlanmaktadır [4,5]. Yüksek düzeyde Cu(II) varlığı; toksisite, biyolojik olarak parçalanamama ve organizmalarda biyobirikim oluşturma eğilimi nedeniyle hem insan sağlığı hem de sucul yaşam için tehlikeli kabul edilmektedir [6]. Dolayısıyla Cu(II) iyonlarının sulu ortamlardan etkin şekilde uzaklaştırılması, su arıtımı çalışmalarında öncelikli bir konudur [7].

Bu amaçla kullanılan yöntemler arasında adsorpsiyon, düşük maliyeti, uygulanabilirliği ve yüksek giderim etkinliği ile öne çıkmaktadır [8]. Yüksek yüzey alanı, gelişmiş gözenek yapısı ve fonksiyonel gruplar açısından zenginliği sayesinde aktif karbon, ağır metal gideriminde en yaygın kullanılan adsorbanlardan biridir [9,10]. Ancak ticari aktif karbonun yüksek maliyeti, araştırmacıları daha ucuz, sürdürülebilir ve yenilenebilir kaynaklara yönlendirmektedir. Karbon açısından zengin ve yaygın şekilde bulunabilen tarımsal atıklar, bu noktada dikkat çekici alternatif hammaddeler sunmaktadır [11-14].

Küresel ölçekte büyük miktarlarda ortaya çıkan kullanılmış çay yaprakları da bu tür atık biyokütleler arasında önemli bir potansiyele sahiptir [15,16]. Lignoselülozik yapısı ve polifenolik içeriği sayesinde çay artıkları, yüksek kaliteli aktif karbon üretimi için uygun bir kaynaktır [17]. Ayrıca kimyasal aktivasyon işlemleri, sentezlenen aktif karbonun yüzey özelliklerini ve metal iyonlarına karşı adsorpsiyon kapasitesini belirgin şekilde iyileştirmektedir [18]. Bu çalışmada, çay atıkları kullanılarak kimyasal aktivasyon yöntemiyle aktif karbon hazırlanmış ve elde edilen adsorbanın sulu çözeltilerden Cu(II) iyonlarının uzaklaştırılmasındaki performansı ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

YÖNTEM

Kullanılan kimyasal maddeler

Kullanılmış siyah çay yaprakları farklı ticari işletmelerden toplandı. Cu(II) stok çözeltilerini hazırlamak için bakır(II) sülfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) kullanıldı. Kullanılan tüm reaktifler analitik saflıkta olup, deneyler boyunca damıtılmış su kullanıldı.

Demlenmiş çay yapraklarından aktif karbonun hazırlanması

Bitlis il sınırlarında faaliyet gösteren üç farklı işletmeden temin edilen kullanılmış çay posaları, öncelikle oda sıcaklığında saf su ile yıkanarak yabancı maddelerden arındırılmıştır. Yıkama işleminin ardından numuneler yaklaşık 8 saat boyunca süzme işlemine bırakılmış ve sonrasında 7 gün süreyle oda koşullarında serilerek doğal olarak kurutulmuştur. Tamamen kurduğundan emin olunmak için örnekler, 105 °C’de 24 saat süreyle etüvde bekletilmiştir.

Kuruyan çay posaları, öğütme makinesinde toz haline getirilmiş ve 300–500 µm elek aralığında kalan bölüntü ayrılarak deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere kapalı kaplarda muhafaza edilmiştir. Hazırlanan örneklerden 8 g tartılarak 60 mL saf su içerisine alınmış ve 100 °C’de 3 saat boyunca ısıtılmıştır. İşlem sonrasında oda sıcaklığına kadar soğutulan karışım süzülerek posa ile ekstrakt birbirinden ayrılmıştır. Katı faz (posa) tekrar 105 °C’de 48 saat süreyle etüvde kurutularak nemden tamamen arındırılmış ve aktivasyon aşaması için hazır hale getirilmiştir.

Kurutulmuş çay kalıntısı, aktive edici ajan ile emprenye edildikten sonra, azot atmosferi altında 500 °C sıcaklıkta 45 dakika aktivasyona tabi tutulmuştur. Ardından, oda koşullarına soğutulan numune önce 200 mL 0,5 M HCl, daha sonra kaynar saf suyla 7-8 sefer yıkanarak istenmeyen safsızlıklardan uzaklaştırılmıştır. Etüvde 105 °C’ de 24 saat bekletilen aktif karbonun tamamen kuruması sağlanmıştır.

Adsorpsiyon deneyleri

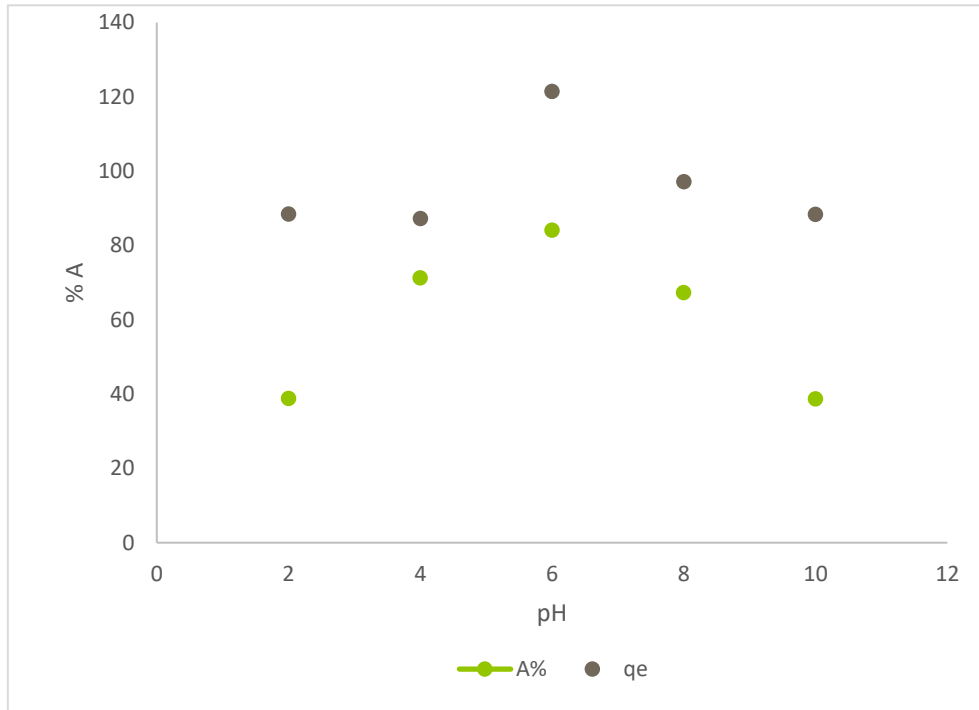
Adsorpsiyon deneyleri, bilinen miktarlarda aktif karbonun, farklı konsantrasyonlardaki 50 mL Cu(II) çözeltileriyle karıştırılmasıyla gerçekleştirildi. pH (2-10), başlangıç metal konsantrasyonu (25-125 mg/L) ve temas süresinin etkileri (0-60 dk) incelendi. Başlangıç ve denge Cu(II) konsantrasyonları, UV-Visible spektrofotometre kullanılarak ölçüldü.

BULGULAR

pH’ın Cu(II) giderimi üzerine etkisi

Çözeltinin pH değeri, metal iyonlarının yüzey yük dağılımı ve adsorbent yüzeyi ile etkileşim mekanizmaları üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Şekil 1’de verilen sonuçlara göre, Cu(II) iyonlarının adsorpsiyonu düşük pH değerlerinde sınırlı kalmıştır. Özellikle pH 2’de adsorpsiyon yüzdesi %38,8 seviyesinde iken, denge adsorpsiyon kapasitesi (q_e) de düşük bulunmuştur. Bunun temel nedeni, asidik ortamda çözeltideki H^+ iyonlarının aktif karbon

yüzeyindeki bağlanma bölgeleri için Cu(II) iyonlarıyla rekabete girmesidir. pH değerinin yükselmesiyle birlikte Cu(II) iyonlarının bağlanma eğilimi artmış ve pH 6 civarında maksimum adsorpsiyon kapasitesine ulaşılmıştır. Bu noktada $q_e = 121,49$ mg/g seviyesine çıkarken, giderim verimi %84,28 'e yükselmiştir. Bu durum, yüzeydeki fonksiyonel grupların (–OH, –COOH vb.) iyonlaşarak metal iyonlarıyla etkileşim için daha uygun hale gelmesiyle açıklanabilir. pH 8 ve üzerindeki koşullarda ise adsorpsiyon performansında düşüş gözlenmiştir. Bunun sebebi, alkali ortamda Cu(II) iyonlarının hidroksit iyonları ile reaksiyona girerek çökelme eğilimi göstermesi ve böylece gerçek adsorpsiyon mekanizmasının maskelenmesidir. Ayrıca yüksek pH'da yüzey yük dengesi de metal iyonlarının tutulmasını zorlaştırabilmektedir. Sonuç olarak, Cu(II) adsorpsiyonu için optimum pH değeri 6 olarak belirlenmiş ve bu değer hem maksimum giderim yüzdesini hem de en yüksek q_e değerini sağladığı görülmüştür.

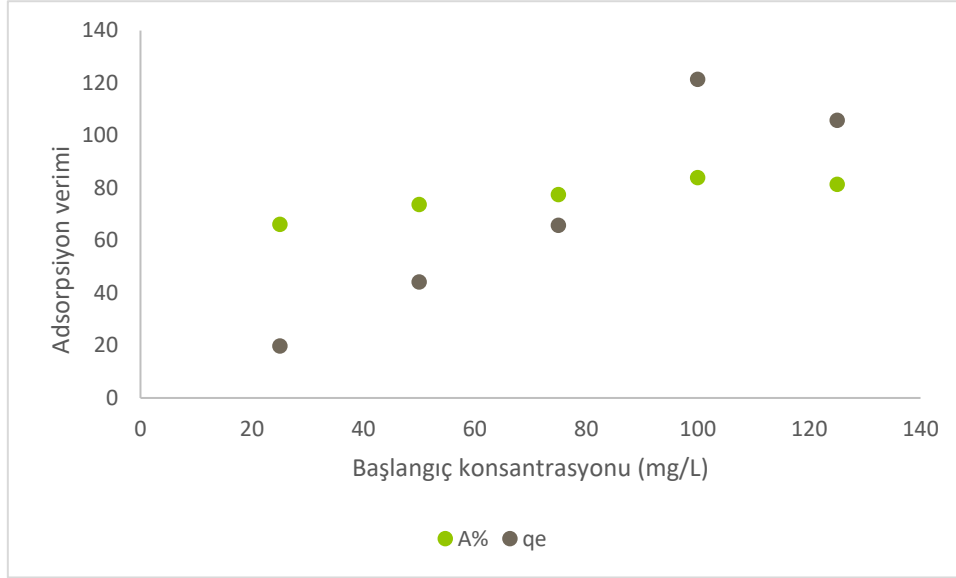


Şekil 1. pH'nın Cu(II) giderimi üzerine etkisi.

Başlangıç konsantrasyonunun Cu(II) giderimi üzerine etkisi

Cu(II) iyonlarının başlangıç konsantrasyonu, adsorpsiyon kapasitesi ve giderim yüzdesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Şekil 2'de görüldüğü üzere, düşük başlangıç konsantrasyonlarında (25–50 mg/L) giderim yüzdesi yüksek olmasına karşın denge adsorpsiyon kapasitesi görece düşük bulunmuştur. Bu durum, çözeltide mevcut iyon sayısının sınırlı olması ve adsorbent yüzeyindeki aktif bölgelerin tamamının kullanılamaması ile açıklanabilir. Başlangıç konsantrasyonunun artmasıyla birlikte (75–100 mg/L) q_e değerinde belirgin bir artış gözlenmiştir ve 121,43 mg/g seviyesine ulaşmıştır. Bu durum, çözeltideki metal iyonlarının fazlalığının, yüzey aktif bölgelerinin daha etkin şekilde kullanılmasını sağlamasıyla ilişkilidir. Ancak daha yüksek konsantrasyonlarda (≥ 125 mg/L) q_e değerinde

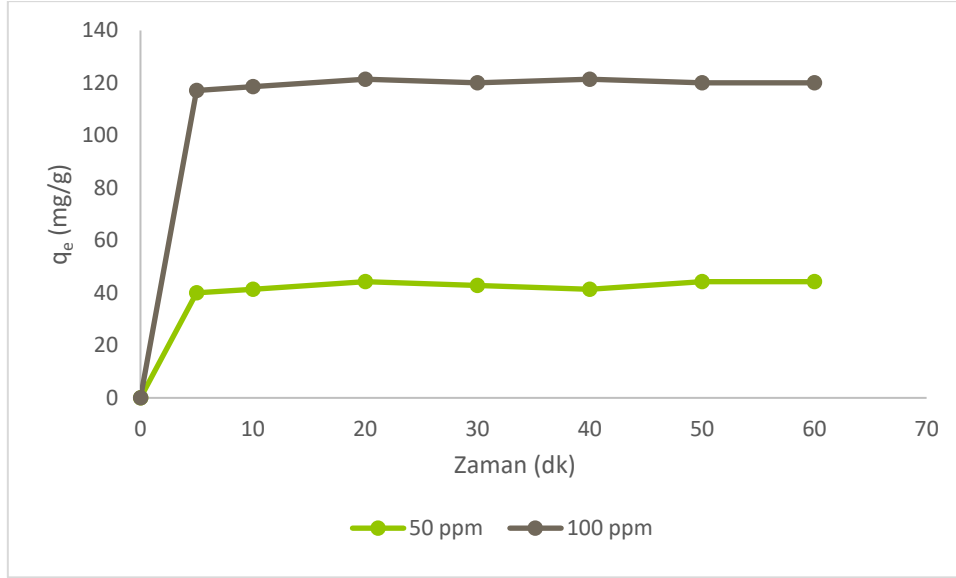
nispeten sınırlı bir artış, giderim yüzdesinde ise plato eğilimi ortaya çıkmıştır. Bu eğilim, aktif bölgelerin doygunluğa ulaşması ve adsorpsiyon kapasitesinin sınırına yaklaşılmasıyla açıklanabilir. Genel olarak, düşük konsantrasyonlarda yüksek giderim yüzdesi elde edilirken, artan konsantrasyonlarda adsorpsiyon kapasitesinin daha baskın bir şekilde arttığı gözlenmiştir. Sonuçlar, aktif karbon yüzeyinde Cu(II) iyonlarının doyuma ulaşan tek tabaka adsorpsiyon mekanizmasıyla bağlandığını göstermektedir.



Şekil 2. Başlangıç konsantrasyonunun Cu(II) giderimi üzerine etkisi.

Zamanın Cu(II) giderimi üzerine etkisi

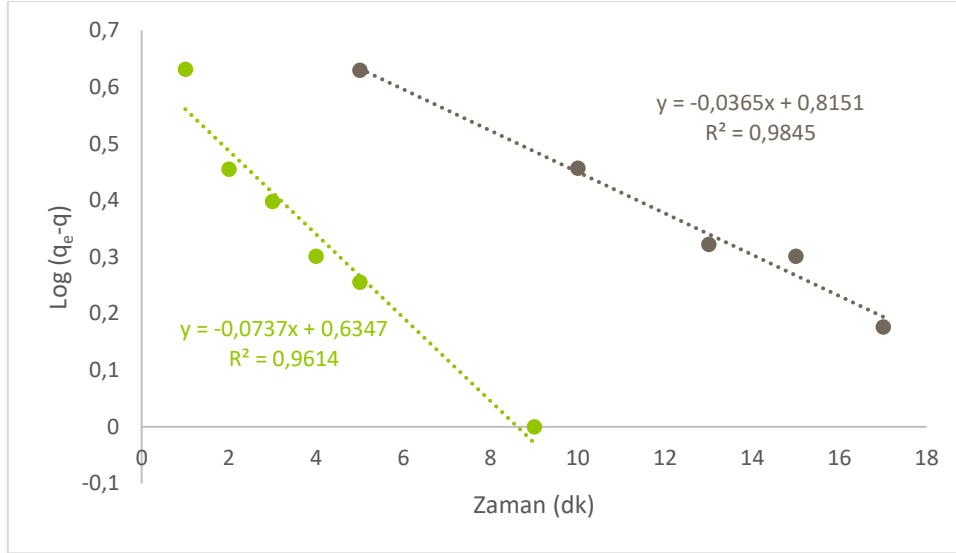
Cu(II) iyonlarının çay yapraklarından üretilen aktif karbon üzerine adsorpsiyon kinetiği, farklı başlangıç konsantrasyonlarında (50 ve 100 mg/L) incelenmiştir (Şekil 3). Her iki konsantrasyonda da adsorpsiyon kapasitesinin ilk dakikalarda çok hızlı bir şekilde arttığı ve ardından dengeye ulaştığı görülmektedir. 50 mg/L başlangıç konsantrasyonunda q_e değeri ilk 5 dakika içerisinde yaklaşık 40 mg/g seviyesine yükselmiş ve 20. dakikadan sonra dengeye yaklaşmıştır. 100 mg/L çözeltide ise adsorpsiyon kapasitesi çok daha yüksek bulunmuş, ilk 5 dakikada yaklaşık 118 mg/g değerine ulaşmış ve sonraki sürelerde 121,43 mg/g değerinde sabitlenmiştir. Bu durum, daha yüksek başlangıç konsantrasyonunun, adsorbent yüzeyindeki aktif bölgelerin daha hızlı ve etkin bir şekilde doldurulmasını sağladığını göstermektedir. Hızlı artışın ardından eğrilerin plato yapması, adsorpsiyon bölgelerinin kısa sürede doygunluğa ulaştığını ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, adsorpsiyon mekanizmasının yüzey aktif bölgelerine hızlı metal iyonu bağlanmasıyla başladığını ve zaman ilerledikçe bu bölgelerin doygunluğa ulaşması nedeniyle adsorpsiyon hızının azaldığını göstermektedir. Genel olarak, Cu(II) adsorpsiyonunun oldukça hızlı gerçekleştiği, 5–10 dakika içinde sistemin büyük ölçüde dengeye ulaştığı ve daha sonraki sürelerde önemli bir kapasite artışı gözlenmediği belirlenmiştir. Bu durum, hazırlanan aktif karbonun ağır metal giderimin yüksek verimlilik ve hızlı adsorpsiyon potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.



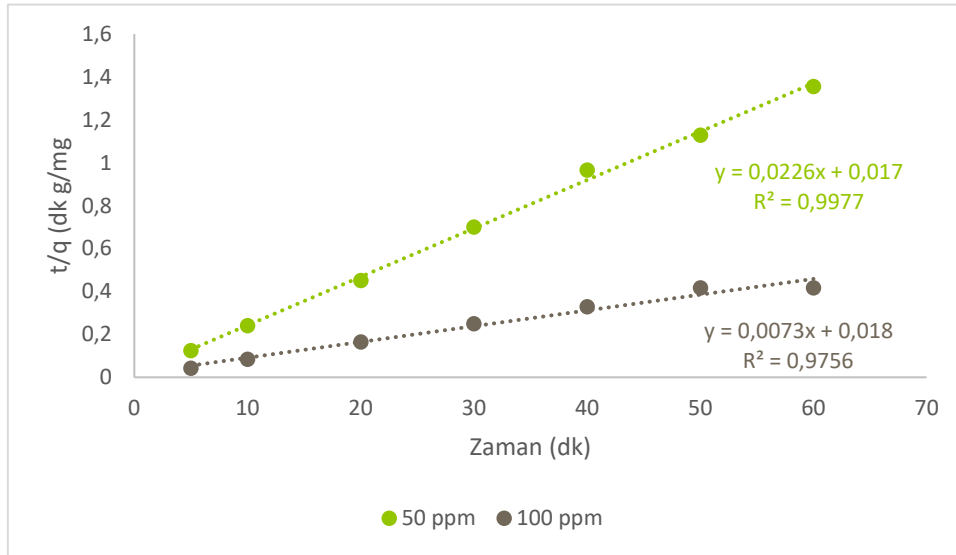
Şekil 3. Zamanın Cu(II) giderimi üzerine etkisi.

Adsorpsiyonun kinetik analizi

Cu(II) adsorpsiyonunun kinetik davranışı yalancı birinci derece (PFO) ve yalancı ikinci derece (PSO) modelleri ile değerlendirilmiştir (Şekil 4 ve 5). Tablo 1’de verilen PFO modelinden elde edilen korelasyon katsayıları (R^2 değerleri 0,9614 ve 0,9845) nispeten yüksek olsa da, hesaplanan teorik denge kapasiteleri (4,31 ve 6,53 mg/g) deneysel değerlerle uyum göstermemiştir. Buna karşılık PSO modeli çok daha yüksek uyum katsayıları ($R^2 = 0,9977$ ve 0,9756) ile sistemin kinetiğini başarılı şekilde tanımlamış ve hesaplanan q_e değerleri (50 mg/L için 44,25 mg/g ve 100 mg/L için 136,99 mg/g) deneysel sonuçlara (50 mg/L için 44,28 mg/g ve 100 mg/L için 121,43 mg/g) oldukça yakın bulunmuştur. Ayrıca, PSO modelinden elde edilen başlangıç adsorpsiyon hızları her iki derişimde de benzer büyüklüklerde olup, sürecin ilk dakikalarda çok hızlı gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, Cu(II) iyonlarının aktif karbon yüzeyine bağlanma mekanizmasının kimyasal etkileşim temelli olduğunu ve adsorpsiyon sürecinin yalancı ikinci derece kinetik modelle en iyi şekilde açıklanabileceğini göstermektedir.



Şekil 4. PFO kinetik modelinin çizgisel grafiği.



Şekil 5. PSO kinetik modelinin çizgisel grafiği.

Tablo1. Adsorpsiyona ait kinetik parametreler.

Başlangıç konsantrasyonu (mg/L)	PFO model				PSO model		
	$k_{ads,1}$ (dk ⁻¹)	$q_{e,cal}$ (mg g ⁻¹)	$q_{e,exp}$ (mg g ⁻¹)	R^2	$k_{ads,2}$ (g mg ⁻¹ dk ⁻¹)	$q_{e,cal}$ (mg g ⁻¹)	R^2
50	0,170	4,31	44,28	0,9614	$3,0 \cdot 10^{-2}$	44,25	0,9977
100	0,0841	6,53	121,43	0,9845	$2,96 \cdot 10^{-3}$	136,99	0,9756

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Bitlis ilinde elde edilen kullanılmış çay posası kimyasal aktivasyon yöntemiyle işlenerek aktif karbon hazırlanmış ve Cu(II) iyonlarının sulu çözeltilerden gideriminde kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, hazırlanan aktif karbonun ağır metal adsorpsiyonu açısından etkili olduğunu ortaya koymuştur. pH çalışmalarında, Cu(II) gideriminin pH'a duyarlı olduğu ve optimum adsorpsiyonun pH 6'da gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu koşulda, adsorpsiyon kapasitesi maksimum 121,43 mg/g olarak hesaplanmıştır. Başlangıç konsantrasyonu deneyleri, düşük derişimlerde yüksek giderim yüzdesi elde edilirken, artan konsantrasyonlarla birlikte adsorpsiyon kapasitesinin belirgin şekilde yükseldiğini ve yüzey aktif bölgelerinin doygunluğa ulaştığını göstermiştir. Zamanın etkisi incelendiğinde, adsorpsiyon sürecinin oldukça hızlı gerçekleştiği, ilk 5–10 dakika içerisinde dengeye ulaştığı ve daha sonraki sürelerde kapasitede önemli bir değişim olmadığı görülmüştür. Bu durum, hazırlanan aktif karbonun hızlı ve etkin bir adsorban olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Kinetik analizlerde yalancı ikinci derece modelinin, hem yüksek korelasyon katsayıları hem de deneysel q_e değerleriyle uyumlu sonuçlar vermesi nedeniyle süreci en iyi şekilde tanımladığı sonucuna varılmıştır. Bu durum, Cu(II) iyonlarının aktif karbon yüzeyine bağlanmasının kimyasal etkileşim temelli olduğunu göstermektedir.

Genel olarak, kimyasal aktivasyon ile elde edilen çay posası bazlı aktif karbonun, yüksek giderim kapasitesi, hızlı dengeye ulaşma özelliği ve düşük maliyeti sayesinde, ağır metal içeren atıksuların arıtımında sürdürülebilir ve çevre dostu bir alternatif adsorban olabileceği ortaya konmuştur.

Teşekkür: Bu çalışma, Bitlis Eren Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından BEBAP-2024.19 numaralı proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Mokarram, M., Saber, A., & Sheykhi, V. (2020). Effects of heavy metal contamination on river water quality due to release of industrial effluents. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123380.
- [2] Kumar, S., Islam, A., Islam, H., Hasanuzzaman, M., Ongoma, V., Khan, R., & Mallick, J. (2021). Water resources pollution associated with risks of heavy metals from Vatukoula Goldmine region, Fiji.. *Journal of environmental management*, 293, 112868.
- [3] Aziz, K., Mustafa, F., Omer, K., Hama, S., Hamarawf, R., & Rahman, K. (2023). Heavy metal pollution in the aquatic environment: efficient and low-cost removal approaches to eliminate their toxicity: a review. *RSC Advances*, 13, 17595 - 17610.
- [4] Khandaker, S., Hossain, M., Saha, P., Rayhan, U., Islam, A., Choudhury, T., & Awual, M. (2021). Functionalized layered double hydroxides composite bio-adsorbent for efficient copper(II) ion encapsulation from wastewater. *Journal of environmental management*, 300, 113782.

- [5] Salman, M., Hasan, M., Hasan, M., Kubra, K., Sheikh, M., Rehan, A., Waliullah, R., Rasee, A., Awual, E., Hossain, M., Alsukaibi, A., Alshammari, H., & Awual, M. (2023). Improving copper(II) ion detection and adsorption from wastewater by the ligand-functionalized composite adsorbent. *Journal of Molecular Structure*, 1282, 135259.
- [6] Gui, W., & Wang, W. (2024). Copper redox state in cells and aquatic organisms: Implication for toxicity. *Journal of hazardous materials*, 476, 135039.
- [7] Ekinci, S., Onat, E., & Atiç, S. (2025). Optimized synthesis and characterization of activated carbon from corn silk and corn silk hydrochar. *ChemistrySelect*, 10(5), e202405854.
- [8] Ekinci, S. (2023). Elimination of methylene blue from aqueous medium using an agricultural waste product of crude corn silk (*Stylus maydis*) and corn silk treated with sulphuric acid. *ChemistrySelect*, 8(18), e202300284.
- [9] Ekinci, S. (2024). Production of hydrochar from corn silk by hydrothermal carbonization technique and its modification for more effective removal of Cr (VI). *Journal of the Chinese Chemical Society*, 71(1), 84-98.
- [10] Onat, E., & Ekinci, S. (2024). A new material fabricated by the combination of natural mineral perlite and graphene oxide: Synthesis, characterization, and methylene blue removal. *Diamond and Related Materials*, 143, 110848.
- [11] Zhang, J., Duan, C., Huang, X., Meng, M., Li, Y., Huang, H., Wang, H., Yan, M., & Tang, X. (2024). A review on research progress and prospects of agricultural waste-based activated carbon: preparation, application, and source of raw materials. *Journal of Materials Science*, 59, 5271–5292.
- [12] Blachnio, M., Deryło-Marczewska, A., Charmas, B., Zienkiewicz-Strzałka, M., Bogatyrov, V., & Galaburda, M. (2020). Activated carbon from agricultural wastes for adsorption of organic pollutants. *Molecules*, 25(21), 5105.
- [13] Lewoyehu, M. (2021). Comprehensive review on synthesis and application of activated carbon from agricultural residues for the remediation of venomous pollutants in wastewater. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 159, 105279.
- [14] Ukanwa, K., Patchigolla, K., Sakrabani, R., Anthony, E., & Mandavgane, S. (2019). A review of chemicals to produce activated carbon from agricultural waste biomass. *Sustainability*, 11(22), 6204.
- [15] Guo, S., Awasthi, M., Wang, Y., & Xu, P. (2021). Current understanding in conversion and application of tea waste biomass: A review. *Bioresource technology*, 338, 125530.
- [16] Ozsefil, I., & Ziyilan-Yavas, A. (2023). Green approach for polyphenol extraction from waste tea biomass: Single and hybrid application of conventional and ultrasound-assisted extraction. *Environmental research*, 116703.

[17] Khan, A., Senthil, R., Pan, J., Osman, S., Sun, Y., & Shu, X. (2020). A new biomass derived rod-like porous carbon from tea-waste as inexpensive and sustainable energy material for advanced supercapacitor application. *Electrochimica Acta*, 335, 135588.

[18] Ekinici, S., & Onat, E. (2024). Activated carbon assisted cobalt catalyst for hydrogen production: synthesis and characterization. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(2), 455-471.

**SÜRDÜRÜLEBİLİR SU ARITIMI İÇİN ÇAY ATIĞINDAN ELDE EDİLEN
HİDROKÖMÜR BAZLI AKTİF KARBON: Cu(II) ADSORPSİYON PERFORMANSI**
TEA WASTE-DERIVED HYDROCHAR-BASED ACTIVATED CARBON FOR
SUSTAINABLE WATER TREATMENT: Cu (II) ADSORPTION PERFORMANCE

Assoc. Prof. Erhan ONAT

Bitlis Eren Üniversitesi, Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji
Bölümü, Bitlis.

ORCID NO: 0000-0003-1638-0151

Asst. Prof. Selma EKİNCİ

Batman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme
Teknolojileri Bölümü, Batman.

ORCID NO: 0000-0002-7835-4832

Havva TUTGAÇ

Bitlis Eren Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

ORCID NO: <https://orcid.org/0009-0009-6723-3312>

ÖZET

Bu çalışmada, ağır metal iyonlarının giderimi için yüksek verimli bir adsorbent geliştirmek amacıyla iki aşamalı bir yöntem uygulanmıştır. İlk aşamada, demlenmiş çay yaprakları 180 °C’de 3 saat süreyle hidrotermal işleme tabi tutularak hidrokömür elde edilmiştir. Ardından, yüzey özelliklerini iyileştirmek amacıyla kimyasal aktivasyon gerçekleştirilmiş ve aktif karbon sentezlenmiştir. Elde edilen adsorbent, sulu çözeltilerden Cu(II) iyonlarının uzaklaştırılmasında kullanılmıştır.

Adsorpsiyon deneyleri, en uygun koşulların pH 6 ve 100 ppm başlangıç Cu(II) konsantrasyonu olduğunu göstermiştir. Bu koşullarda maksimum adsorpsiyon kapasitesi (q_m) 124,29 mg/g olarak belirlenmiştir. Kinetik deneyler sonucunda elde edilen veriler, farklı kinetik denklemlerde değerlendirilmiş olup, adsorpsiyon sürecinin yalancı ikinci derece kinetik modele en iyi uyumu sağladığı belirlenmiştir.

Sonuçlar, çay atığından elde edilen hidrokömürün kimyasal aktivasyon ile geliştirilmesiyle yüksek performanslı bir adsorbent üretilebileceğini ortaya koymuştur. Bu çalışma, düşük maliyetli ve çevre dostu bir yaklaşım olarak biyokütle atıklarının değerli arıtma malzemelerine dönüştürülebileceğini göstermekte, özellikle atık sulardaki ağır metal kirliliğinin giderimi için umut vadeden bir yöntem sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çay yaprakları, Kimyasal aktivasyon, Hidrotermal ön işlem, Aktif karbon, Cu(II) adsorpsiyonu.

ABSTRACT

In this study, a two-step approach was employed to develop an efficient adsorbent for heavy metal removal. In the first stage, spent tea leaves were subjected to hydrothermal treatment at 180 °C for 3 h to produce hydrochar. Subsequently, chemical activation was applied to enhance the surface properties, resulting in the formation of activated carbon. The obtained adsorbent was tested for the removal of Cu(II) ions from aqueous solutions.

Batch adsorption experiments revealed that the optimum conditions were pH 6 and an initial Cu(II) concentration of 100 ppm. Under these conditions, the maximum adsorption capacity (q_m) was calculated as 124.29 mg/g. The data obtained from the kinetic experiments were evaluated in different kinetic equations and it was determined that the pseudo-second-order kinetic model provided the best fit for the adsorption process.

The results demonstrated that high-performance adsorbents can be produced by enhancing hydrochar derived from tea waste through chemical activation. This study highlights that biomass residues can be converted into valuable treatment materials via a low-cost and environmentally friendly approach, offering a promising method particularly for the removal of heavy metal pollution from wastewater.

Keywords: Tea leaves, Chemical activation, Hydrothermal pretreatment, Activated carbon, Cu(II) adsorption.

GİRİŞ

Ağır metal kirliliği, özellikle bakır (Cu(II)) gibi iyonların sulu ortamlarda birikmesi, ekosistem ve insan sağlığı açısından ciddi riskler oluşturmaktadır [1,2]. Bu nedenle, atık sulardan ağır metallerin uzaklaştırılması çevre mühendisliği ve sürdürülebilirlik çalışmaları açısından büyük önem taşımaktadır [3,4]. Adsorpsiyon yöntemi, basit uygulanabilirliği, yüksek verimliliği ve düşük maliyeti nedeniyle en çok tercih edilen arıtma tekniklerinden biridir [5-7].

Adsorpsiyon süreçlerinde yaygın olarak kullanılan aktif karbon, yüksek yüzey alanı, gözenekli yapısı ve yüzeyindeki fonksiyonel gruplar sayesinde üstün adsorpsiyon özellikleri göstermektedir [8-10]. Günümüzde aktif karbon üretiminde kullanılan hammaddelerin çeşitliliği artmakta ve özellikle tarımsal atıkların değerlendirilmesi hem ekonomik hem de çevresel faydalar sağlamaktadır [11,12]. Bu bağlamda çay yaprakları, bol miktarda bulunmaları ve yüksek karbon içeriği nedeniyle değerli bir biyokütle kaynağıdır [13].

Aktif karbon üretiminde farklı kimyasal ve fiziksel yöntemler kullanılabilmeyle birlikte, son yıllarda hidrotermal ön işlem dikkat çeken bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır [14,15]. Hidrotermal işlem, biyokütlenin su varlığında yüksek sıcaklık ve basınç altında parçalanarak hidrokömür adı verilen yarı karbonize bir malzemeye dönüştürülmesini sağlar. Bu işlem sırasında biyokütlenin yapısal özellikleri değişmekte, oksijen ve hidrojen gibi uçucu elementler uzaklaştırılmakta, daha yoğun ve fonksiyonel gruplarca zengin bir yapı elde

edilmektedir [16]. Böylece, sonraki aktivasyon adımı daha gözenekli, homojen ve adsorpsiyon kapasitesi yüksek aktif karbonlar üretilebilmektedir [17].

Bu çalışmanın özgün yönü, çay atığından elde edilen hidrokömürün kimyasal aktivasyon öncesinde hidrotermal işleme tabi tutulmasıdır. Hidrotermal ön işlem sayesinde elde edilen malzemenin gözenek yapısı ve yüzey fonksiyonelliği geliştirilmiş, böylece ağır metal iyonlarının tutulması için daha etkili bir aktif karbon üretilmiştir. Bu yönüyle, çalışma yalnızca tarımsal atıkların değerlendirilmesine katkı sunmakla kalmayıp, aynı zamanda aktif karbon üretiminde hidrotermal işlemin önemini ortaya koymaktadır.

YÖNTEM

Ham madde hazırlığı

Çalışmada kullanılan atık çay yaprakları, Bitlis ilinde faaliyet gösteren üç farklı işletmeden temin edilmiştir. Numuneler öncelikle saf su ile birkaç kez yıkanarak toz, toprak ve diğer yabancı maddelerden arındırılmıştır. Ardından, fazla suyunun uzaklaştırılması için yaklaşık 8 saat süzgeç üzerinde bekletilmiş ve sonrasında gölgede hava akımı altında yaklaşık bir hafta süreyle doğal olarak kurutulmuştur. Tam kurumanın sağlanması amacıyla elde edilen örnekler, 105 °C’de 24 saat süreyle etüvde tutulmuştur.

Kurutma işlemi tamamlanan çay kalıntıları, öğütülerek ince toz haline getirilmiş ve 300–500 µm boyut aralığında elenmiştir. Elde edilen fraksiyonlar, daha sonraki hidrotermal işlem basamağı için kapalı kaplarda nemden uzak şekilde muhafaza edilmiştir.

Hidrotermal ön işlem

Hazırlanan çay atıklarından belirli miktarda örnek alınarak 60 mL saf su içerisinde süspansiyon hazırlanmıştır. Bu karışım, Teflon kaplı otoklav reaktörde 180 °C’de 3 saat süreyle hidrotermal işleme tabi tutulmuştur. İşlem sonunda elde edilen hidrokömür, oda sıcaklığına kadar soğutulmuş, süzülerek sıvı fazdan ayrılmış ve katı faz 105 °C’de 24 saat kurutulmuştur. Bu aşamada elde edilen hidrokömür, aktivasyon için öncül malzeme olarak kullanılmıştır.

Kimyasal aktivasyon ve aktif karbon üretimi

Kurutulmuş hidrokömür, uygun bir kimyasal aktive edici ajan ile belirli oranlarda emprenye edilmiştir. Emprenye edilen örnek, azot gazı atmosferinde 500 °C’de 45 dakika süreyle karbonizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Karbonizasyon sonrası soğutulan numuneler, önce 0,5 M HCl çözeltisiyle muamele edilerek inorganik safsızlıklardan arındırılmış, ardından kaynar saf su ile birkaç kez yıkanarak pH nötr hale getirilmiştir.

Adsorpsiyon deneyleri

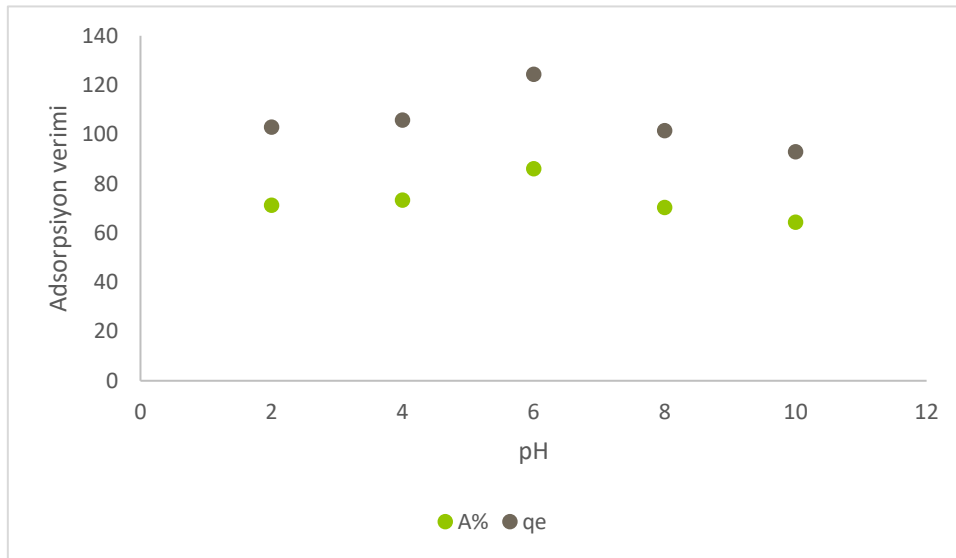
Çeşitli pH değerlerinde (2–10), farklı başlangıç konsantrasyonlarında (25–125 ppm) ve farklı temas sürelerinde deneyler gerçekleştirilmiştir. Adsorplanan Cu(II) miktarı, UV-Vis

spektrofotometre ile analiz edilmiştir. Kinetik analizler, yalancı birinci derece ve yalancı ikinci derece modelleri ile değerlendirilerek çalışılmıştır.

BULGULAR

pH'in bakır (II) adsorpsiyonuna etkisi

Çözeltinin pH değeri, metal iyonlarının yüzeyle etkileşim mekanizmasını doğrudan etkileyen en kritik parametrelerden biridir. Şekil 1'de görüldüğü üzere, bakır (II) iyonlarının adsorpsiyon kapasitesi (q_e) ve giderim yüzdesi (A%) pH değerine bağlı olarak değişim göstermiştir. Düşük pH değerlerinde (pH 2–4) adsorpsiyon verimi görece düşük seyretmiş, bunun başlıca nedeni çözeltideki yüksek H^+ iyonlarının bakır iyonları ile rekabet ederek aktif bölgelerin bir kısmını engellemesidir. pH 6 değerine ulaşıldığında, adsorpsiyon kapasitesi belirgin şekilde artmış ve maksimum değere ulaşmıştır ($q_e = 124,29 \text{ mg/g}$; $A\% = 86$). Bu durum, yüzeydeki fonksiyonel grupların protonlanma derecesinin azalmasıyla birlikte bakır (II) iyonlarının aktif merkezlere daha güçlü şekilde bağlanabilmesiyle açıklanmaktadır. pH 8 ve üzerinde ise adsorpsiyon kapasitesinde düşüş gözlenmiştir. Bu düşüş, yüksek pH koşullarında bakır (II) iyonlarının hidroksit formuna ($Cu(OH)_2$) dönüşme eğiliminden kaynaklanmakta, dolayısıyla gerçek adsorpsiyon mekanizmasının etkinliği azalmaktadır [18]. Elde edilen sonuçlar, optimum bakır (II) gideriminin pH 6 koşulunda gerçekleştiğini ve bu değer adsorpsiyon sürecinde kritik bir eşik olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgu, hem iyonik rekabet hem de metal hidroksit çökmesi gibi faktörlerin adsorpsiyon verimi üzerinde önemli rol oynadığını göstermektedir.

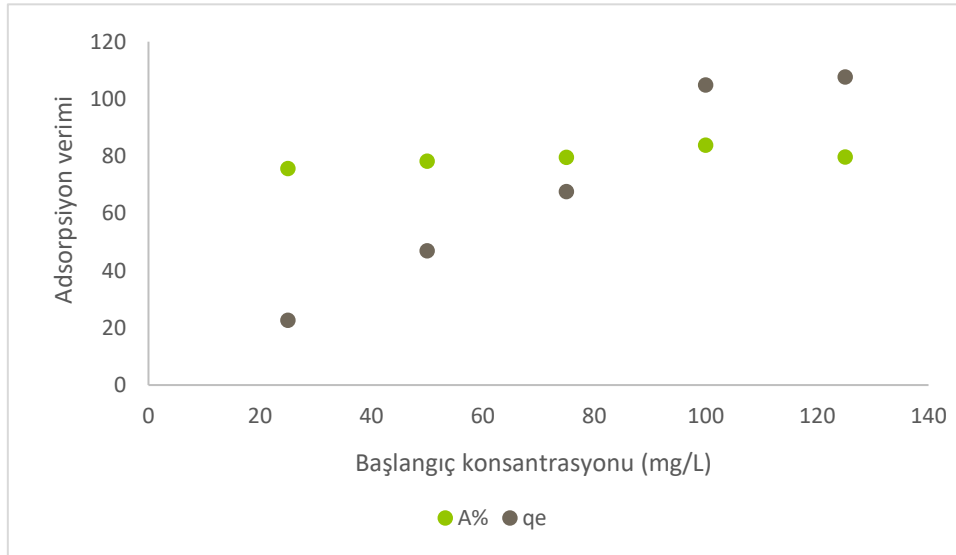


Şekil 1. pH'in Bakır (II) adsorpsiyonuna etkisi.

Başlangıç konsantrasyonunun bakır (II) adsorpsiyonuna etkisi

Adsorpsiyon verimi üzerinde etkili olan en önemli parametrelerden biri çözelti başlangıç konsantrasyonudur. Şekil 2'de görüldüğü üzere, düşük başlangıç konsantrasyonlarında (25–50 mg/L) adsorplanan miktar sınırlı kalmıştır. Bu durum, çözeltideki iyon sayısının görece düşük olması nedeniyle aktif yüzey bölgelerinin tam olarak kullanılamamasından

kaynaklanmaktadır. Başlangıç konsantrasyonu arttıkça (75–125 mg/L) adsorplanan madde miktarı belirgin şekilde artış göstermiştir. Yüksek konsantrasyonlarda daha fazla bakır (II) iyonunun yüzeyle temas etmesi, aktif bölgelerin daha etkin şekilde doldurulmasına imkân tanımış ve böylece maksimum kapasiteye yaklaşılmıştır. Örneğin, 100–125 mg/L derişim aralığında q_e değerleri 100 mg/g'ın üzerinde gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, giderim yüzdesi (A%) incelendiğinde düşük konsantrasyonlarda (%75–80) yüksek seviyede olduğu, ancak konsantrasyon arttıkça artış hızının sınırlı kaldığı görülmektedir. Yüksek başlangıç konsantrasyonlarında adsorpsiyon kapasitesi artsa da, çözeltideki iyon miktarı yüzeydeki sınırlı aktif bölgelere oranla çok daha fazla olduğundan giderim yüzdesi plato eğilimi göstermiştir. Sonuç olarak, düşük derişimlerde yüzey bölgeleri doygunluğa ulaşmadan yüksek giderim sağlanırken, yüksek derişimlerde kapasite artışına rağmen giderim yüzdesinin sınırlı kaldığı tespit edilmiştir. Bu bulgu, adsorpsiyon sürecinde aktif yüzey bölgesi – iyon derişimi dengesinin kritik rol oynadığını göstermektedir.

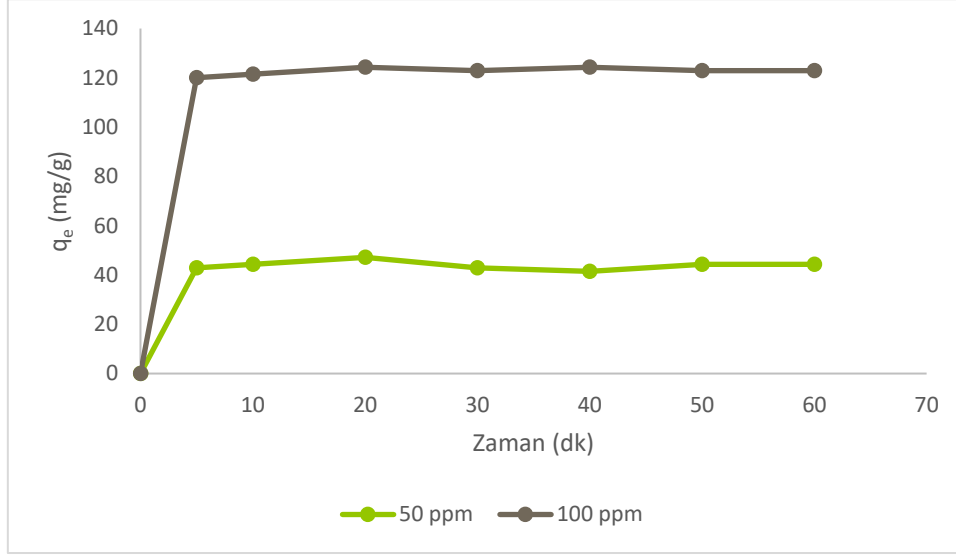


Şekil 2. Başlangıç konsantrasyonunun bakır (II) adsorpsiyonuna etkisi.

Temas Süresinin bakır (II) Adsorpsiyonuna Etkisi

Adsorpsiyon süreçlerinde dengeye ulaşma süresi, adsorbentin pratik uygulanabilirliğini belirleyen önemli parametrelerden biridir. Şekil 3’de, 50 ppm ve 100 ppm başlangıç bakır (II) konsantrasyonları için adsorpsiyon kapasitesinin (q_e) zamana bağlı değişimi gösterilmektedir. Her iki konsantrasyonda da adsorpsiyonun oldukça hızlı gerçekleştiği ve özellikle ilk 5 dakikada kapasitenin büyük kısmına ulaşıldığı gözlenmiştir. Bu hızlı artış, adsorbentin yüzeyinde başlangıçta bol miktarda boş aktif bölge bulunmasından kaynaklanmaktadır. 50 ppm başlangıç konsantrasyonunda denge kapasitesi 47,14 mg/g iken, 100 ppm’de bu değer 124,29 mg/g olarak belirlenmiştir. İlerleyen zamanlarda adsorpsiyon hızının yavaşladığı ve yaklaşık 20. dakikadan sonra dengeye ulaşıldığı görülmektedir. Bu aşamadan sonra yüzeydeki aktif bölgelerin büyük kısmı dolmuş, iyonların difüzyonu ve bağlanması daha sınırlı hale

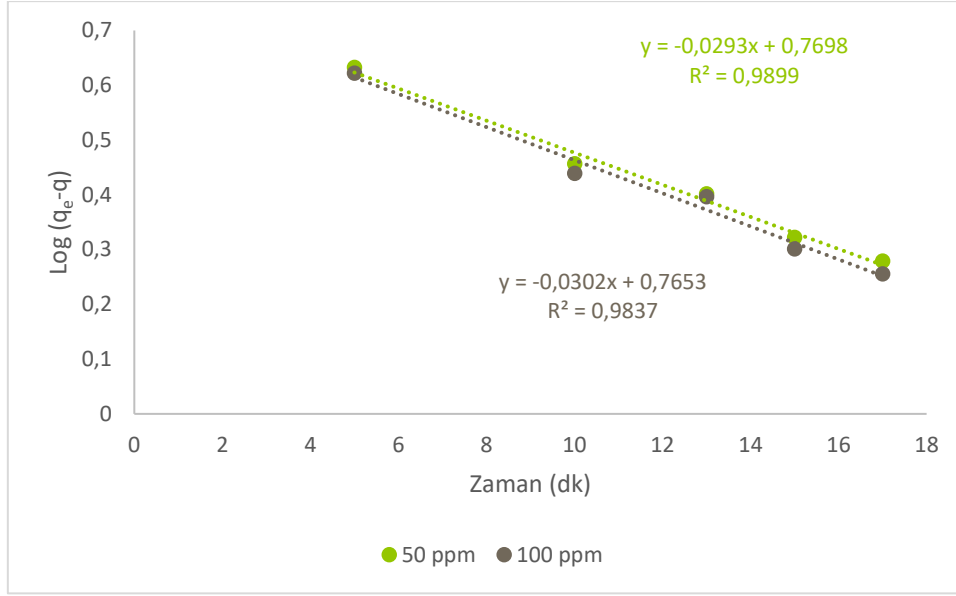
gelmiştir. Özellikle 100 ppm’de elde edilen yüksek q_e değeri, adsorban yüzeyinin kapasitesini net biçimde ortaya koymaktadır. Sonuçlar, bu adsorbentin hızlı adsorpsiyon kinetiğine sahip olduğunu ve kısa sürede dengeye ulaşabildiğini göstermektedir. Bu özellik, pratik uygulamalarda hızlı ve etkin ağır metal giderimi için önemli bir avantaj sağlamaktadır.



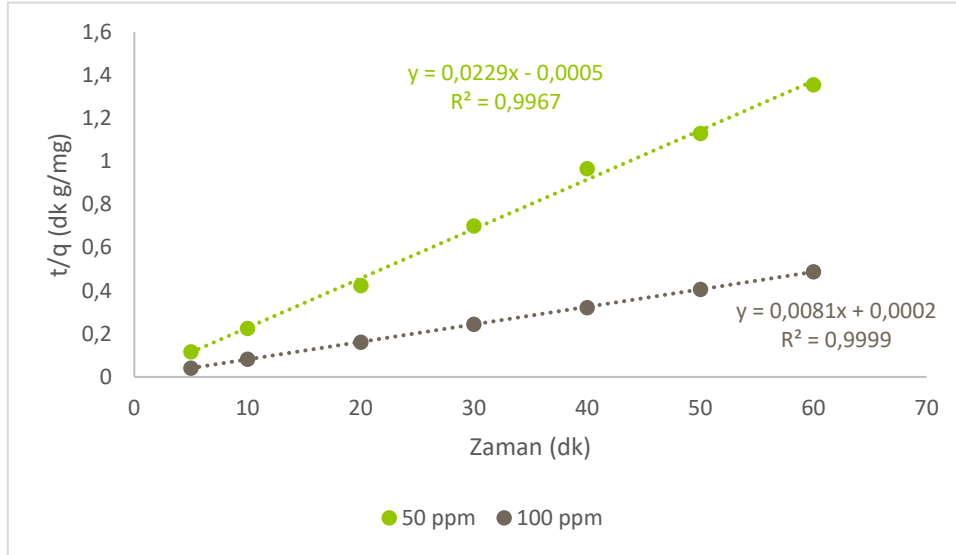
Şekil 3. Temas Süresinin bakır (II) adsorpsiyonuna Etkisi.

Bakır (II) adsorpsiyonunun kinetiği

Bakır (II) adsorpsiyon sürecinin kinetiği yalancı birinci (PFO) ve ikinci derece (PSO) kinetik modeller kullanılarak değerlendirilmiştir (Şekil 4–5, Tablo 1). Yalancı birinci derece modelde her iki başlangıç konsantrasyonu için korelasyon katsayılarının yüksek çıkmasına rağmen, hesaplanan denge kapasitesi ($q_{e,cal} = 5,82$ ve $5,88$ mg/g) deneysel değerlerden ($q_{e,exp} = 47,14$ ve $124,29$ mg/g) oldukça düşük bulunmuştur. Bu sonuç, yalancı birinci derece modelin süreç mekanizmasını doğru yansıtamadığını göstermektedir. Buna karşılık yalancı ikinci derece modelde hem 50 ppm ($q_{e,exp} = 47,14$ mg/g; $q_{e,cal} = 43,7$ mg/g; $R^2 = 0,9967$) hem de 100 ppm ($q_{e,exp} = 124,29$ mg/g; $q_{e,cal} = 123,5$ mg/g; $R^2 = 0,9999$) için deneysel ve hesaplanan q_e değerleri arasında güçlü bir uyum gözlenmiştir. Ayrıca, R^2 değerlerinin neredeyse bire yaklaşması modelin açıklayıcılığını pekiştirmektedir. Grafikler ve tabloda özetlenen bu bulgular, bakır (II) iyonlarının çay atığından elde edilen hidrotermal-aktif karbon yüzeyine adsorpsiyonunun yalancı ikinci derece kinetik modelle en iyi şekilde tanımlandığını ve sürecin hız belirleyici basamağında kimyasal etkileşimlerin baskın olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 4. PFO kinetik modelinin çizgisel grafiği.



Şekil 5. PSO kinetik modelinin çizgisel grafiği.

Tablo1. Bakır (II) adsorpsiyonunun kinetik parametreleri.

Başlangıç konsantrasyonu (mg/L)	PFO model				PSO model		
	$k_{ads.1}$ (dk ⁻¹)	$q_{e,cal}$ (mg g ⁻¹)	$q_{e,exp}$ (mg g ⁻¹)	R^2	$k_{ads.2}$ (g mg ⁻¹ dk ⁻¹)	$q_{e,cal}$ (mg g ⁻¹)	R^2
50	0,067	5,88	47,14	0,9899	0,0128	43,7	0,9967
100	0,070	5,82	124,29	0,9837	0,052	123,5	0,9999

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, demlenmiş çay yapraklarından hidrotermal ön işlem ve ardından kimyasal aktivasyon yöntemiyle elde edilen aktif karbonun bakır (II) iyonlarının giderimindeki performansı ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bulgular, adsorpsiyon sürecinin hem çözeltinin kimyasal özelliklerinden hem de adsorbentin yüzey karakterinden önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir. pH çalışmalarında, düşük pH değerlerinde bakır (II) iyonlarının H^+ iyonlarıyla rekabet etmesi nedeniyle adsorpsiyon veriminin sınırlı kaldığı, pH 6 seviyesinde ise maksimum giderimin sağlandığı belirlenmiştir. Başlangıç konsantrasyonu deneyleri, düşük derişimlerde yüksek giderim yüzdesi elde edilmesine rağmen adsorpsiyon kapasitesinin sınırlı olduğunu; yüksek derişimlerde ise kapasitenin arttığını fakat giderim yüzdesinin plato seviyesine ulaştığını ortaya koymuştur. Temas süresi deneylerinde adsorpsiyonun hızlı gerçekleştiği ve ilk dakikalarda kapasitenin büyük kısmına ulaşıldığı, dengeye ise yaklaşık 20 dakika içinde erişildiği gözlenmiştir. Bu durum, malzemenin pratik uygulamalarda hızlı ağır metal giderimi için önemli bir avantaj sunduğunu göstermektedir. Kinetik analizler, yalancı birinci derece modelin R^2 değerlerinin görece yüksek olmasına rağmen deneysel ve hesaplanan q_e değerleri arasında ciddi farklılıklar bulunduğunu ortaya koymuştur. Buna karşın, yalancı ikinci derece modelde hem 50 ppm hem de 100 ppm başlangıç konsantrasyonlarında deneysel ve hesaplanan q_e değerleri arasında güçlü bir uyum sağlanmış ve R^2 katsayıları neredeyse bire yaklaşmıştır. Bu bulgu, bakır (II) iyonlarının adsorpsiyon sürecinde kimyasal etkileşimlerin (iyon değişimi, kompleksleşme veya elektron paylaşımı gibi) baskın olduğunu göstermektedir. Genel olarak, hidrotermal ön işlem ile hazırlanan aktif karbonun bakır (II) gideriminde yüksek performans sergilediği ve kısa sürede dengeye ulaşarak yüksek kapasiteye eriştiği ortaya konmuştur. Maksimum adsorpsiyon kapasitesi 124,29 mg/g olarak belirlenmiş olup, bu değer birçok biyokütle-türevli adsorbent ile kıyaslandığında oldukça rekabetçidir. Bu çalışma, tarımsal atıkların çevre dostu ve düşük maliyetli bir yaklaşımla işlenerek ağır metal giderimi için yüksek verimli adsorbentlere dönüştürülebileceğini göstermekte, aynı zamanda hidrotermal ön işlemin aktif karbon üretimindeki önemini vurgulamaktadır.

Teşekkür: Bu çalışma, Bitlis Eren Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından BEBAP-2024.19 numaralı proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Aziz, K., Mustafa, F., Omer, K., Hama, S., Hamarawf, R., & Rahman, K. (2023). Heavy metal pollution in the aquatic environment: efficient and low-cost removal approaches to eliminate their toxicity: a review. RSC Advances, 13, 17595 - 17610.
- [2] Liu, L., Hou, M., Qiang, Y., & Liu, Y. (2024). Toxic heavy metal ions contamination in the aqueous environment, its toxicity and methods of microbial remediation. Green Chemistry Letters and Reviews, 17,1.

- [3] Yang, W., & Cao, M. (2022). Synthesis of ZIF-8@GO-COOH and its adsorption for Cu(II) and Pb(II) from water: capability and mechanism. *Separation and Purification Technology*, 309, 122957.
- [4] Nazaripour, M., Reshadi, M., Mirbagheri, S., Nazaripour, M., & Bazargan, A. (2021). Research trends of heavy metal removal from aqueous environments. *Journal of environmental management*, 287, 112322.
- [5] Ekinici, S., Onat, E., & Atiç, S. (2025). Optimized synthesis and characterization of activated carbon from corn silk and corn silk hydrochar. *ChemistrySelect*, 10(5), e202405854.
- [6] Ekinici, S. (2023). Elimination of methylene blue from aqueous medium using an agricultural waste product of crude corn silk (*Stylus maydis*) and corn silk treated with sulphuric acid. *ChemistrySelect*, 8(18), e202300284.
- [7] Onat, E., & Ekinici, S. (2024). A new material fabricated by the combination of natural mineral perlite and graphene oxide: Synthesis, characterization, and methylene blue removal. *Diamond and Related Materials*, 143, 110848
- [8] Ekinici, S. (2024). Production of hydrochar from corn silk by hydrothermal carbonization technique and its modification for more effective removal of Cr (VI). *Journal of the Chinese Chemical Society*, 71(1), 84-98.
- [9] Han, Q., Wang, J., Goodman, B., Xie, J., & Liu, Z. (2020). High adsorption of methylene blue by activated carbon prepared from phosphoric acid treated eucalyptus residue. *Powder Technology*, 366, 239-248.
- [10] Gohr, M., Abd-Elhamid, A., El-Shanshory, A., & Soliman, H. (2022). Adsorption of cationic dyes onto chemically modified activated carbon: Kinetics and thermodynamic study. *Journal of Molecular Liquids*, 346, 118227.
- [11] Ukanwa, K., Patchigolla, K., Sakrabani, R., Anthony, E., & Mandavgane, S. (2019). A Review of Chemicals to Produce Activated Carbon from Agricultural Waste Biomass. *Sustainability*, 11(22), 6204.
- [12] Blachnio, M., Deryło-Marczewska, A., Charnas, B., Zienkiewicz-Strzałka, M., Bogatyrov, V., & Galaburda, M. (2020). Activated Carbon from Agricultural Wastes for Adsorption of Organic Pollutants. *Molecules*, 25(21), 5105.
- [13] R, K., Khoiyang, S., Kotal, H., Mukherjee, R., & Jana, S. (2025). Converting pruned tea plants into biomass pellets: A sustainable energy source. *European Journal of Sustainable Development Research*, 9(2), em0286.
- [14] Yang, Y., & Cannon, F. (2021). Preparation of activated carbon from pine sawdust with hydrothermal-pressure preconditioning. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9, 106391.

[15] MacDermid-Watts, K., Pradhan, R., & Dutta, A. (2020). Catalytic Hydrothermal Carbonization Treatment of Biomass for Enhanced Activated Carbon: A Review. *Waste and Biomass Valorization*, 12, 2171–2186.

[16] Sarker, T., Pattnaik, F., Nanda, S., Dalai, A., Meda, V., & Naik, S. (2021). Hydrothermal pretreatment technologies for lignocellulosic biomass: A review of steam explosion and subcritical water hydrolysis. *Chemosphere*, 284, 131372.

[17] Ekinci, S., & Onat, E. (2024). Activated carbon assisted cobalt catalyst for hydrogen production: synthesis and characterization. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(2), 455-471.

[18] Farrokhi, H., & Bagheri, M. (2023). Preparation of covalent triazine-based polyamides for copper (II) ions removal from aqueous solutions. *Journal of Polymer Research*, 30, 1-14.

FERULİK ASİT VE PAKLİTAKSEL KOMBİNE TEDAVİSİNİN AKCİĞER KANSERİ HÜCRELERDE MİTOKONDRIYAL APOPTOTİK HAZIRLAMA ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

EFFECTS OF FERULIC ACID AND PACLITAXEL COMBINATION THERAPY ON MITOCHONDRIAL APOPTOTIC PRIMING IN LUNG CANCER CELLS

Lecturer PhD. Nilgün OKŞAK

Harran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi
Haliliye, Şanlıurfa.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6058-9414>

Özet

Amaç: Karmaşık ve hızla ilerleyen bir hastalık olan kanser, dünya çapında ikinci ölüm nedeni olarak bilinmektedir. Akciğer kanseri hem görülme sıklığı hem de ölüm oranı bakımından tüm kötü huylu tümörler arasında listenin başında yer almaktadır. Mevcut tedavilerin yetersizliği, ilaç direncinin gelişmesi ve metastaz gibi problemler sağ kalım oranını azaltmaktadır. Kanser tedavisinde artan bu zorluklar yeni antikanser ajanlara yönelik araştırmaları yoğunlaştırmıştır. Son zamanlarda antioksidan, antiinflamatuvar, antifibrotik ve antikanser özellikleriyle ferulik asit (FA) kanser tedavilerinde dikkati çekmiştir. Bu nedenle çalışmada A549 akciğer kanseri hücrelerinde ferulik asit ve ferulik asidin paklitaksel (PXL) ile kombine kullanımının sitotoksik ve apoptik etkilerinin araştırılması amaçlandı.

Yöntem: Ferulik asidin ve paklitakselin A549 akciğer kanseri hücrelerinde sitotoksik ve apoptik etkileri MTT testi, mitokondriyal membran potansiyeli analizi (MMP), hücre ve çekirdeğin morfolojik değerlendirilmesiyle belirlendi. FA ve paklitaksel sırasıyla 40-300 µg/ml ile 0,6-6 µg/ml konsantrasyonlarda 48 saat uygulandı. FA'nın 60, 100 ve 300 µg/ml konsantrasyonları 0,6 ve 1,2 µg/ml paklitaksel ile kombine edildi. Hücrelerde canlılık ve IC₅₀ değerleri için GaphPad Prism 5 Programı ve kombinasyonların sitotoksik etkilerin karşılaştırılmasında one-way ANOVA testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık p<0,05 olarak değerlendirildi.

Bulgular: Sonuçlar FA'nın, paklitaksel ile kombine uygulamasında A549 kanser hücrelerinde güçlü sitotoksik etki sağladığını gösterdi. Hücre canlılığı FA'nın 40-300 µg/ml konsantrasyon aralığı için %80-33 iken, PXL'in 0,6-6 µg/ml konsantrasyon aralığı için %59-31 değerler arasında tespit edildi. IC₅₀ değerine baktığımızda FA için 70,18 µg/ml; paklitaksel için 1,61 µg/ml olarak tespit edildi. 300 µg/ml FA'nın; 0,6 ve 1,2 µg/ml PXL ile kombinasyonunda en güçlü sitotoksik etkiler belirlendi (p<0.05) ve hücre canlılığı sırasıyla %26 ve %18 idi. Buna ek olarak FA ve PXL'in kombine uygulanmasında apoptoz, mitokondriyal membran potansiyelinin azalması ve DAPI boyama ile doğrulandı.

Sonuç: A549 hücrelerde ferulik asit, paklitakselin sitotoksik etkilerini artırdı. Bu artış, mitokondriyal membran potansiyelinde bir azalma ile ilişkili olabilir ve bu da mitokondriyal apoptotik hazırlamanın (priming) anahtar bir mekanizma olduğunu düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mitokondriyal apoptoz, sitotoksikite, A549 hücre, ferulik asit.

Abstract

Aim: Cancer is a complex and rapidly progressive disease, and it is the second leading cause of death worldwide. Lung cancer is the most prevalent malignant tumor, both in terms of incidence and mortality. A number of issues have been identified as contributing to a

reduction in survival rates, including the inadequacy of current treatments, the development of drug resistance, and metastasis. These mounting challenges in cancer treatment have led to a surge in research endeavours focused on the development of novel anticancer agents. Ferulic acid (FA) has recently attracted attention in the field of cancer treatment due to its antioxidant, anti-inflammatory, antifibrotic and anticancer properties. The objective of this study was to examine the cytotoxic and apoptotic effects of ferulic acid and ferulic acid in combination with paclitaxel (PXL) on A549 lung cancer cells.

Methods: The cytotoxic and apoptotic effects of ferulic acid and paclitaxel in A549 lung cancer cells were determined by means of an MTT assay, a mitochondrial membrane potential assay (MMP), and a morphological evaluation of cells and nuclei. The effects of applying FA and paclitaxel for 48 hours at concentrations of 40-300 µg/ml and 0.6-6 µg/ml, respectively, were investigated. Concentrations of 60, 100 and 300 µg/ml of FA were combined with 0.6 and 1.2 µg/ml of paclitaxel. The GraphPad Prism 5 program was utilised for the calculation of cell viability and IC₅₀ values, while a one-way ANOVA test was employed to compare the cytotoxic effects of the combinations. Statistical significance was evaluated as $p < 0.05$.

Results: The results demonstrated that the combination of FA and paclitaxel resulted in a significant increase in the cytotoxic effect on A549 cancer cells. Cell viability was found to be between 80% and 33% for the concentration range of FA between 40 and 300 µg/ml and 59% and 31% for the concentration range of PXL between 0.6 and 6 µg/ml. The IC₅₀ values were determined to be 70.18 µg/ml for FA and 1.61 µg/ml for paclitaxel. The combination of 300 µg/ml FA with 0.6 and 1.2 µg/ml PXL exhibited the most significant cytotoxic effects ($p < 0.05$), resulting in cell viability of 26% and 18%, respectively. Furthermore, the occurrence of apoptosis in the combined administration of FA and PXL was confirmed by a decrease in MMP and DAPI staining.

Conclusion: Ferulic acid has been demonstrated to enhance the cytotoxic effects of paclitaxel in A549 cells. This increase may be associated with a decrease in mitochondrial membrane potential, suggesting that mitochondrial apoptotic priming is a key mechanism.

Keywords: Mitochondrial apoptosis, cytotoxicity, A549 cells, ferulic acid.

GİRİŞ

Karmaşık ve hızla ilerleyen bir hastalık olan kanser, dünya genelinde ikinci önde gelen ölüm nedenidir. En sık teşhis edilen kanserler arasında meme, kolon, akciğer ve prostat kanseri yer almaktadır (Rauf vd., 2025). Dünya çapında görülen en yaygın kanser türü ve kanser ölümlerinin önde gelen nedeni olan akciğer kanseri (Bray vd., 2018; Mao vd., 2016) tüm kötü huylu tümörler arasında hem görülme sıklığı hem de ölüm oranı bakımından listenin başında yer almaktadır (Zeng vd., 2017). Akciğer kanserinin sinsi şekilde kritik noktaya kadar ilerlemesi hastalığın geç evrede teşhis edilmesine neden olmakta ve bu da tedaviyi zorlaştırmaktadır (C. Li vd., 2023). Ayrıca hastalığın tekrarlanması, ilaç direncinin gelişmesi ve mevcut tedavi etkinliğinin yetersiz kalması da hala bir sorun olarak devam etmektedir.

(Howlader vd., 2020; Rauf vd., 2025). Bu sorunlara ek olarak akciğer kanserinde vinorelbin, gemstabin, pemetreksat ve paklitaksel gibi platin içerikli antikanser ilaçlar önemli yan etkiler oluşturabilir (Pirker, 2020) ve ikinci basamak tedavide tercih edilen bağışıklık temelli nivolumab, pembrolizumab ve atezolizumab sağ kalımı artırsa da tüm hastalar immünoterapiye cevap veremeyebilir (Howlader vd., 2020). Giderek artan bu sorunlar, doğal kaynaklardan elde edilen yeni antikanser ajanlara yönelik araştırmaları yoğunlaştırmıştır (Rauf vd., 2025).

Son zamanlarda ferulik asit (4-hidroksi-3-metoksisinnamik asit, FA) ve türevleri çeşitli alanlarda çığır açan sonuçları nedeniyle kullanılmaktadır (Zhai vd., 2023a). FA, çeşitli meyve ve sebzelerde bol miktarda bulunan bir fenolik asit bileşiğidir. Modern farmakolojik çalışmalar FA'nın antioksidan, hepatoprotektif, antidiyabetik, antitrombotik, antimikrobiyal, antialerjik, antiviral ve antitümör gibi çeşitli etkilere sahip olduğunu kanıtlamıştır (Kumar ve Pruthi, 2014). Diyabet, osteoartrit, alzheimer ve kalp damar hastalıkları gibi birçok hastalıkta etkili olduğu bildirilmiştir (X. Li vd., 2011)

Ferulik asidin kanser hücre döngüsünü değiştirirerek ve apoptozu indükleyerek farklı yollardan kanser hücre çoğalmasını engelleyebilir (Gupta vd., 2021). Birçok çalışmada FA'nın çeşitli kanser türlerinde sitotoksik etki oluşturduğu tespit edilmiştir. Serviks kanseri (Gao vd., 2018a), kolon kanseri (Janicke vd., 2011), karaciğer kanseri (Das vd., 2019) ve akciğer kanserine (Fong vd., 2016) karşı antikanser etkilere sahip olduğu gösterilmiştir. FA'nın akciğer hastalıkları tedavisinde önemli umut vaat etmektedir. Düşük toksisite özelliklerine sahip FA, akciğer hastalıklarının tedavisi için önemli bir potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir (Zhai vd., 2023b). Ferulik asidin yukarıda bildirilen üstün özelliklerinden dolayı bu çalışmada A549 akciğer kanseri hücrelerinde ferulik asit ve ferulik asidin paklitaksel (PXL) ile kombine kullanımının sitotoksik ve apoptik etkileri değerlendirildi. Son zamanlarda iki veya daha fazla tıbbi ajanın kullanımını kombine eden yenilikçi tedavi teknikleri araştırmacıların dikkatini çekmiştir (Brito vd., 2015; Mokhtari vd., 2017; Rejhová vd., 2018). Farklı antikanser ilaçlarla kombinasyon tedavisi, kanser hücrelerinin daha etkili bir şekilde yok edilmesini sağlamak için daha düşük, daha az toksik dozların kullanılmasına izin vererek kombine tedavilerin terapötik etkinliğini artırabilir. Bundan dolayı paklitakselin düşük dozları kullanarak ferulik asit ile kombine edildi. Dolayısıyla bu çalışma ile FA'nın, paklitaksel ile kombine uygulamasında A549 kanser hücrelerinde güçlü sitotoksik etki sağladığını gözlemledik.

YÖNTEM

Hücre Kültürü

Bu çalışmada insan alveolar hücre adenokarsinomu olan A549 hücre hattı kullanılmıştır. A549 hücreler, 100,000 U/L penisilin ve 100.000 g/L streptomisin (K952-100 Ml) ilave edilen, %10 fetal sığır serumu (FBS, Gibco 10270-106) içeren DMEM (Dulbecco'nun Modifiye Eagle Medyumu) (Sigma-Aldrich) kültür ortamında büyütüldü. 25 cm²'lik

flasklarda büyütülen hücreler 37°C'de ve %5 CO₂'li etüv atmosferinde inkübe edildi. Hücrelerin kültür ortamı üç günde bir değiştirildi ve %80-90 konfluent olduğunda pasajlandı.

MTT Testi

İlk basamak tarama testi olan MTT (3-(4,5-dimetil-2-tiyazolil)-2,5-difeniltetrazolyum bromür) (Sigma-Aldrich) testi, hücre canlılığına dayanan sitotoksitesiyi ölçen kantitatif ve kolorimetrik bir yöntemdir. Doğal ya da sentetik bileşiklerin sitotoksitesisini değerlendirmede yaygın olarak kullanılan hassas, güvenilir ve ucuz bir testtir (Mosmann, 1983).

A549 hücreler, %80-90 konfluent olduğunda tripsinlenerek kaldırıldı ve tripan mavisi boyası ile canlılık oranları belirlendi. Ardından hücreler, 96 kuyucuklu kültür plağına her kuyucukta 10⁴ hücre olacak şekilde ekildi. Hücreler kontrol ve deney grubu olarak ikiye ayrıldı. Kontrol grubundaki hücrelere herhangi bir bileşik uygulanmazken, deney grubu hücrelerine FA'nın 40-300 µg/ml ile PXL'in 0,6-6 µg/ml aralığındaki konsantrasyonları 48 saat uygulandı ve hücreler 37 °C'de ve nemli %5 CO₂ ortamında inkübe edildi. Ayrıca, aynı koşullarda FA'nın 60, 100 ve 300 µg/ml konsantrasyonları 0,6 ve 1,2 µg/ml paklitaksel ile kombine edildi. İnkübasyonun sonunda her kuyucuğa 0,5 mg/ml olacak şekilde 1x PBS'te (Merk Millipore, Almanya) hazırlanan MTT çözeltisinden 10 µl eklendi ve etüvde 37 °C'de, %5 CO₂ ortamında 4 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyonun sonunda formazan kristallerinin çözülmesi için her kuyucuğa 100 µl DMSO eklenerek optik dansite (OD) değerleri mikropalak okuyucuda (MD Spectramax M5) 570 nm dalga boyunda okutuldu. OD değerleri kullanılarak her bileşiğe ait sitotoksitesite ve IC₅₀ değerleri (hücre canlılığını %50 inhibe eden doz) hesaplandı. Her deney serisi üç kez tekrarlandı.

Mitokondriyal Membran Potansiyeli (MMP, ΔΨ_m) Analizi

A549 hücre hattında mitokondriyal aktivite rodamin 123 floresan boyama ile belirlendi. Deney ve kontrol grubu hücreleri 24 kuyucuklu bir plakada 10⁵ hücre/ml konsantrasyonda 48 saat boyunca 37°C'de %5 CO₂ ile nemlendirilmiş bir etüvde inkübe edildi. Ardından, hücreler bir saat boyunca %3 glutaraldehit tamponu ile sabitlendi ve sonrasında tekrar 1x PBS ile iki kez yıkandı. Hücreler daha sonra 10 µM rodamin 123 ile 37°C'de %5 CO₂ atmosferinde 30 dakika boyunca inkübe edildi. Kültür plağındaki artık rodamin 123'ü uzaklaştırmak için üç kez soğuk 1x PBS ile yıkandı. Hücrelerdeki rodamin 123 birikimi, floresan mikroskobu ile incelenerek değerlendirildi. Elde edilen görüntülerde ortalama floresan yoğunluğu imageJ yazılım programıyla ölçüldü.

Morfolojik Olarak Apoptik Aktivitenin Belirlenmesi

Apoptik aktivitenin morfolojik değerlendirilmesinde DAPI (4'-6-Diamidino-2-fenilindol) floresan boyama kullanıldı. Boyama için deney ve kontrol grubu A549 hücreleri 24 kuyucuklu bir plakada 10⁵ hücre/ml konsantrasyonda 48 saat boyunca 37°C'de %5 CO₂ ile nemlendirilmiş bir inkübatörde inkübe edildi. Bu sürenin sonunda hücreler, 30 dakika boyunca %4 paraformaldehit ile sabitlendi ve kalan çözücüyü uzaklaştırmak için 10 dakika boyunca 1x PBS ile iki kez yıkandı. Ardından, hücreler 15 dakika boyunca DAPI boya ile

inkübe edildi, sonrasında 5 dakika boyunca 1x PBS ile iki kez yıkandı. Son olarak bir floresan mikroskobu altında gözlemlendi.

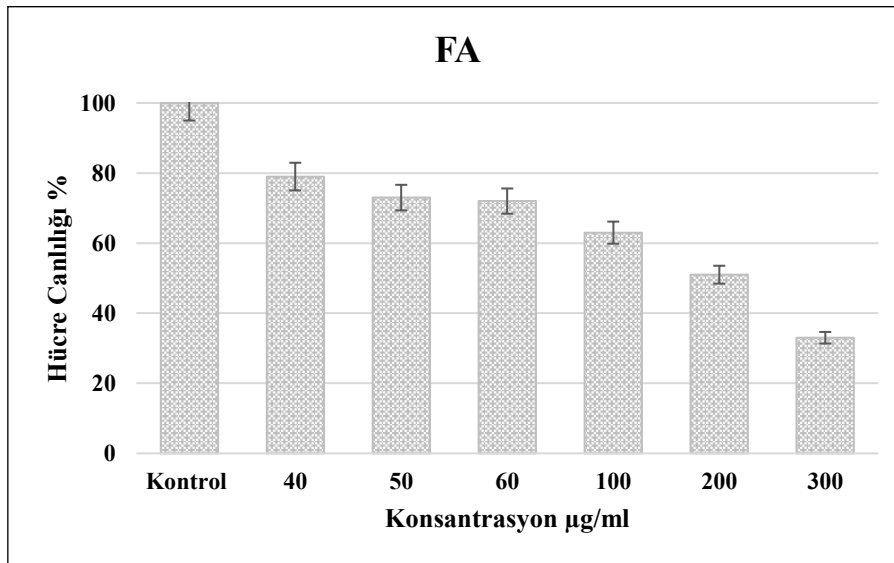
İstatistiksel Analiz

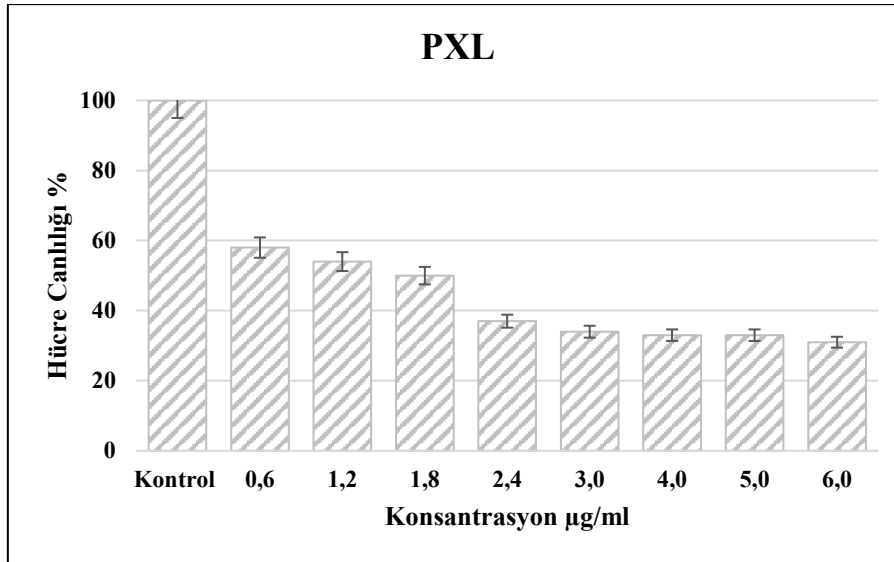
Veriler, ortalama ve standart sapma (SD) olarak ifade edildi. IC₅₀ değerinin hesaplanmasında Graphpad Prism 5.0.1 Programı kullanıldı. Verilerin normal dağılım gösterip göstermedikleri Shapiro-Wilk testi ile kontrol edildi. Bileşiklerin IC₅₀ değerleri doğrusal regresyonun uyumsuzluğu-doz inhibisyon analizi ve bileşiklerin doza bağımlı sitotoksik etkilerinin karşılaştırılmasında ise one-way ANOVA Testi kullanıldı. Veriler “p<0.05” bulunması durumunda istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Sitotoksiste

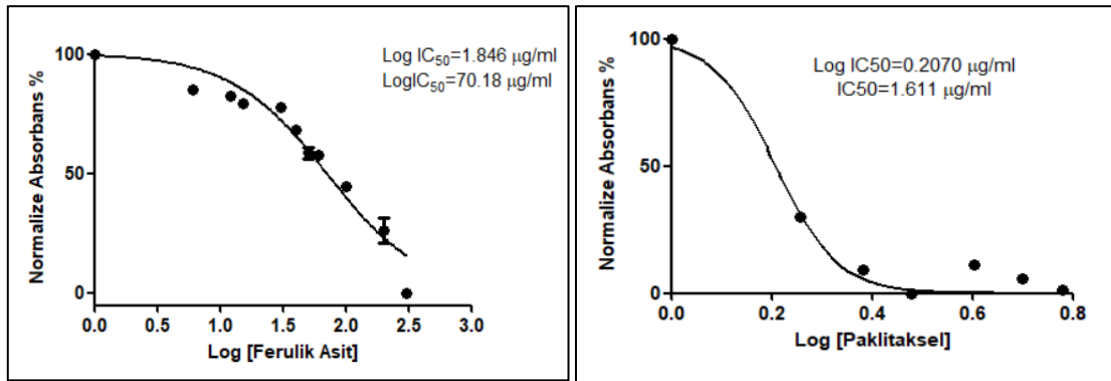
Sitotoksik etkiyi değerlendirmek için MTT testi uygulandı ve her iki bileşik için IC₅₀ değeri hesaplandı. Buna göre FA ve PXL için sırasıyla 40-300 µg/ml ile PXL'in 0,6-6 µg/ml aralığındaki konsantrasyonlarda elde edilen yüzde hücre canlılığı Şekil 1’de verilmiştir. Şekle göre FA ve PXL’in dozu artırıldığında, hücre canlılığının azaldığı tespit edildi. FA için 40-300 µg/ml konsantrasyonlarda canlılık seviyesi %80-33 aralığında iken; PXL için 0,6-6 µg/ml aralığındaki konsantrasyonlarda %58-31 aralığında belirlendi.





Şekil 1. A549 hücrelerde ferulik asit (FA) ve paklitaksel (PXL) uygulamasının canlılık seviyesi

Şekil 2’de A549 hücrelerde FA ve PXL’e ait IC₅₀ değerleri verilmiştir. Bileşiklerin sitotoksik etkilerine baktığımızda 48 saat inkübasyon sonrası FA için IC₅₀ değeri, 70.18 µg/ml (LogIC₅₀=1.846 µg/ml) olarak tesbit ediklirken, PXL için 1.611 µg/ml (LogIC₅₀=0.207 µg/ml) olarak belirlendi.



Şekil 2. A549 hücrelerde ferulik asit ve paklitakselin IC₅₀ değerleri

Ferulik asit ve paklitakselin kombine tedavisinde, FA’nın 60, 100 ve 300 µg/ml konsantrasyonları 0,6 ve 1,2 µg/ml paklitaksel ile kombine edildi. Tablo 1’de bu kombine tedavinin sitotoksik etkileri gösterilmiştir. Tabloya göre 300 µg/ml FA’nın; 0,6 ve 1,2 µg/ml PXL ile kombinasyonunda en güçlü sitotoksik etkiler tespit edildi (p<0.05).

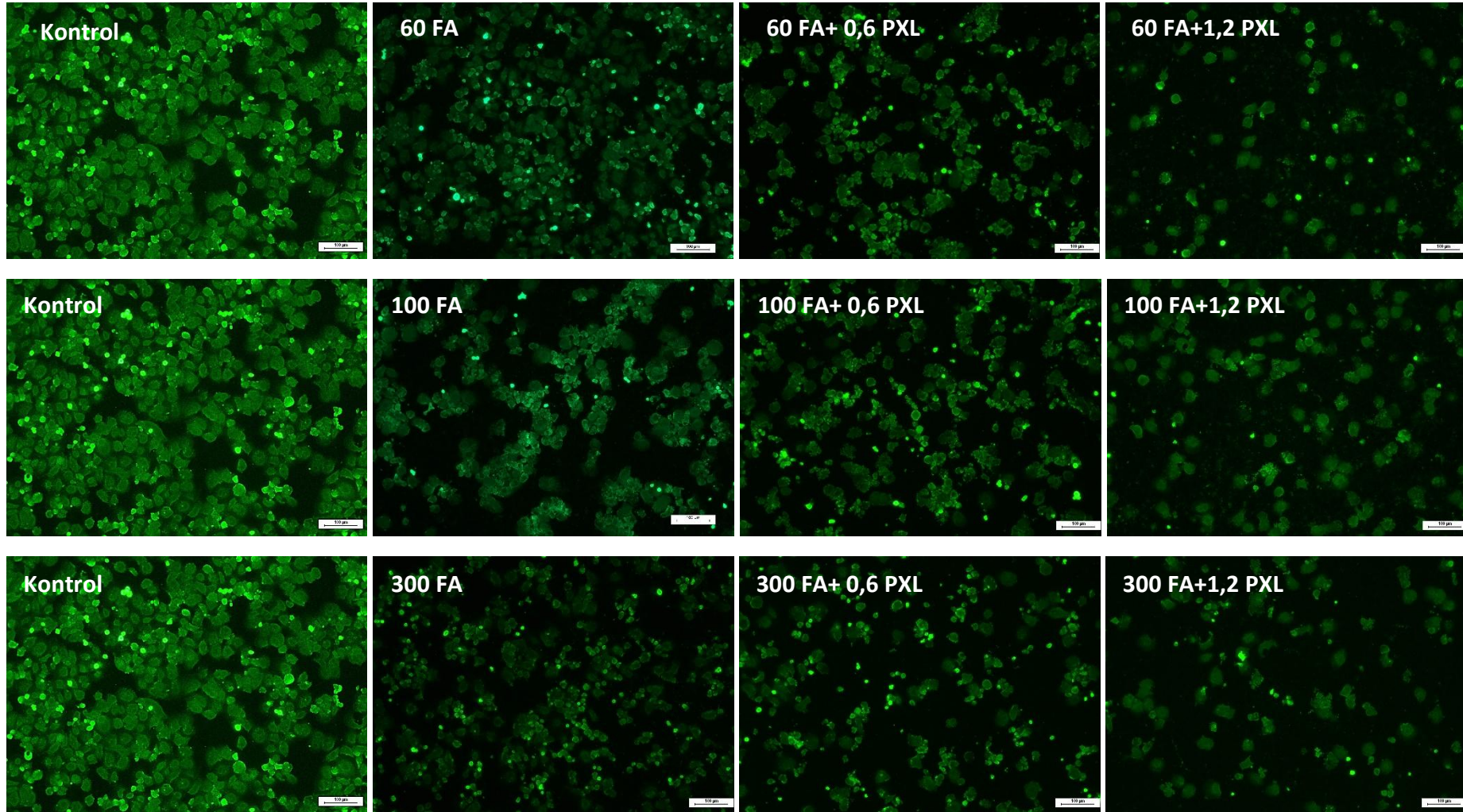
Tablo 1. A549 hücrelerde ferulik asit ve paklitaksel kombine tedavinin canlılık seviyesi

FA	0,6 µg/ml PXL	1,2 µg/ml PXL
60 µg/ml	%71	%29

100 µg/ml	%58	%26
300 µg/ml	%26	%18

Mitokondriyal Membran Potansiyeli (MMP, $\Delta\Psi_m$)

Mitokondriyal membran potansiyeli, rodamin 123'ün birikimi ölçülerek belirlendi. Analiz için Image J yazılımı kullanıldı. FA, PXL ve FA ile PXL kombine uygulanan A549 hücrelerinde rodamin 123 floresan boya birikimi Şekil 3'te, ortalama floresan yoğunluğu değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Bulgularımıza göre A549 hücrelerinde (kontrol) ortalama floresan yoğunluğu $49,0 \pm 9,1$ idi. Bu değer; kontrol grubuna göre FA, PXL ve FA ile PXL kombine uygulanan gruplarda önemli ölçüde azaldı ($p < 0,001$).



Şekil 3. Ferulik asit (FA), paklitaksel (PXL) ve ferulik asit ile paklitaksel kombine uygulanan A549 hücrelerinde, rodamin 123 floresan boya birikimi görüntüleri. İlaç konsantrasyonları µg/ml cinsindendir. Görüntüler 10x objektif ile alınmıştır.

Tablo 2. Ferulik asit (FA), paklitaksel (PXL) ve ferulik asit ile paklitaksel kombine uygulanan A549 hücrelerinde, Rodamin 123'ün ortalama floresan yoğunluğu

FA	Sadece FA	0,6 µg/ml PXL ile kombine	1,2 µg/ml PXL ile kombine
60 µg/ml	24,9	22,7	19,6
100 µg/ml	23,2	19,3	18,9
300 µg/ml	22,8	18,6	14,9

Apoptozun Morfolojik Değerlendirmesi

Apoptozun bir özelliği olan DNA fragmantasyonu, apoptozlu hücreleri tanımlamak için yaygın olarak kullanılan ve güvenilir bir teknik olan DAPI boyama ile değerlendirilir (Adlrahan vd., 2021). DAPI boyama ile ferulik asit ve paklitaksel kombine uygulanan A549 hücrelerinde apoptoz hakkında önemli bilgiler sağladı. Kontrol hücrelerde, çekirdeklerin morfolojilerinin karakteristik olarak bozulmadığı gözlemlendi. Buna karşın, FA ve FA ile PXL kombine uygulanan hücrelerde, çekirdek yapısının küçüldüğü, çekirdeklerin parçalandığı görüldü. Aynı zamanda bu hücrelerde apoptozun bir diğer tipik özelliği olan, yoğun parlak floresan ışımaya yol açan kromatin yoğunlaşması da gözlemlendi (Şekil 4). Apoptik hücreler beyaz ok ile gösterildi.

TARTIŞMA ve SONUÇ

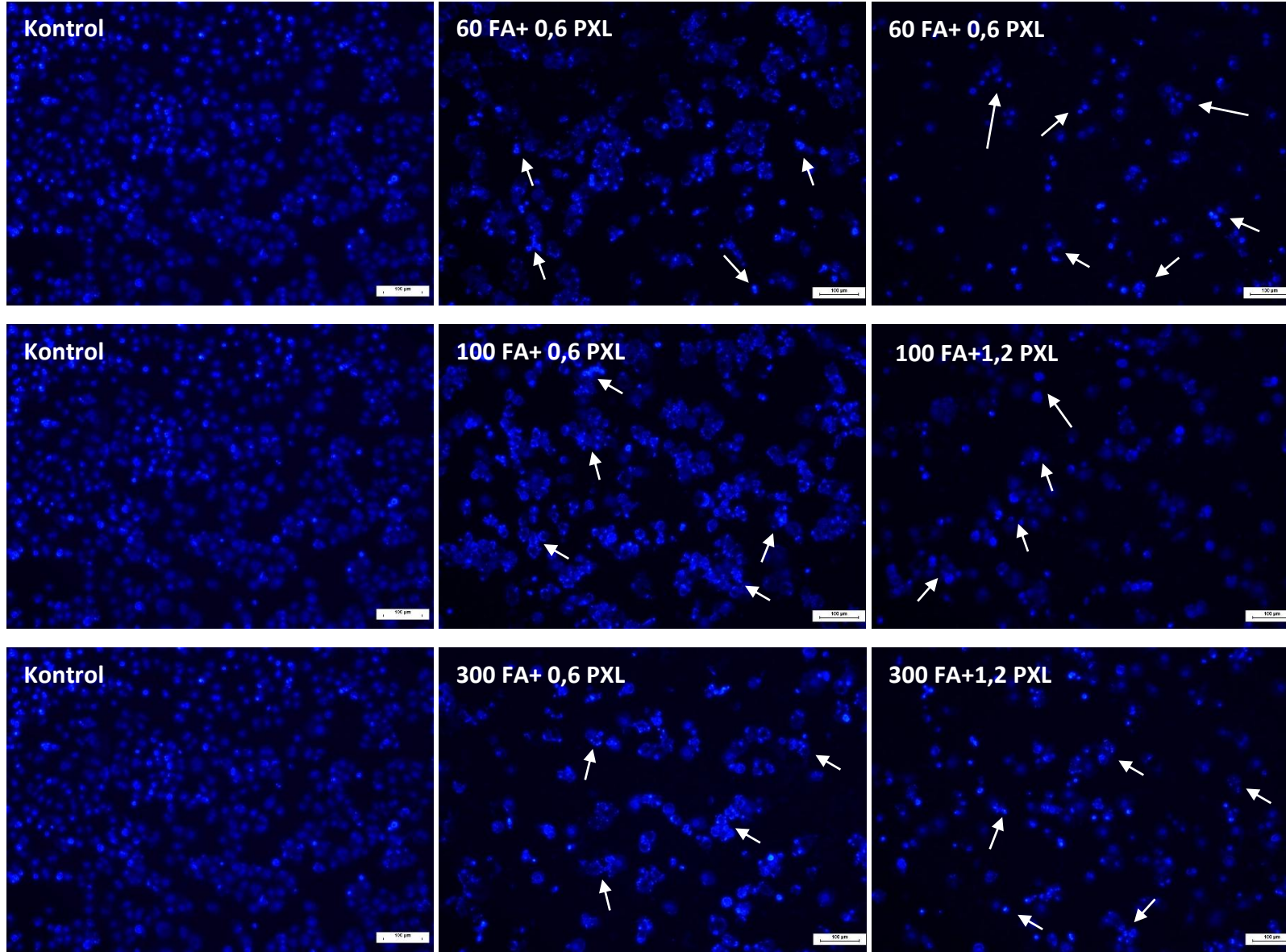
Ferulik asit, kanser hücre döngüsünü değiştirerek, apoptozu başlatarak ve hücredeki protein üretimini düzenleyerek kanser hücrelerinin çoğalmasını engellemektedir (Gupta vd., 2021). Toksik olmadığı tespit edilen FA'nın birçok çalışmada sitotoksik ve apoptik etkilere sahip olduğu kanıtlanmıştır. Bandugula ve ark. (2013) NCI-H460 küçük hücreli olmayan akciğer karsinomu hücrelerinde 2-deoksi-D-glikoz (2DG) ve ferulik asit (FA) kombinasyonunun proapoptotik proteinlerden p53 ve Bax'ın ekspresyonunu artırdığını göstermişlerdir (Bandugula ve N., 2013). Eroğlu (2014), PC-3 ve LNCaP prostat kanseri hücre hatlarında FA'nın sitotoksik ve apoptik etkilere sahip olduğunu bildirmiştir (Eroğlu, 2014). Ferulik asidin insan akciğer (A549) ve kolon adenokarsinomu (HT29-D4) kanser hücre hatlarında süperoksit anyon üretimi, hücre adezyonu ve göçü üzerindeki etkisi inceleyen bir çalışmada, FA'nın hücre çoğalmasını inhibe ettiği saptanmıştır (Nasr Bouzaiene vd., 2015). Gao ve ark. (2018) FA'nın, Siklin D1 seviyesinin azaltarak ve p53'ün up-regüle ederek insan serviks kanseri hücrelerinde G0/G1 fazını durdurduğunu bildirilmektedir (Gao vd., 2018b). El Khazendar ve ark (2019) ferulik asidi MCF-7 ve HepG2 hücre hatlarında uygulayarak IC₅₀ değerini 48 saat inkübasyonda sırasıyla 75,4 ve 81,38 µg/mL olarak tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada ayrıca FA'nın kaspaz-8 ve kaspaz-9 yollarını aktive edip apoptozu indükleyerek meme ve karaciğer kanserlerinin tedavisinde umut verici terapötik potansiyele sahip olabileceğini bildirmişlerdir (Mohammed ElKhazendar vd., 2019). Çalışmamızda da literatüre benzer sonuçlar gözlemlendi. A549 akciğer kanseri hücrelerinde FA'nın sitotoksik etkiye sahip olduğu gözlemlendi ve doz artışına bağlı olarak hücre canlılığının önemli düzeyde azaldığı tespit

edildi (Şekil 1). Çalışmada ek olarak ferulik asit ve paklitaksel tedavisinin sinerjistik etkisi de incelendi. Bildiğimiz kadarıyla FA ve PXL'in kombine tedavisi şu ana kadar değerlendirilmemiştir. Çalışmada, FA ve PXL'in IC₅₀ değerinden daha düşük dozları kombine edilerek sitotoksik ve apoptik etkileri araştırıldı. Sonuçlarımıza göre, A549 hücrelere FA'ya PXL eklenmesiyle güçlü bir sitotoksik etkinin ortaya çıktığı saptandı (Tablo 1).

Mitokondriyal mebran potansiyeli, mitokondriyal dış membran geçirgenliğine (MOMP), göre değerlendirilir. MOMP, pro-apoptotik proteinlerin salınımını kolaylaştırarak apoptozu tetikleyen önemli bir olaydır. MOMP ve $\Delta\Psi_m$, apoptozu ve mitokondriyal fonksiyonu düzenleyen yakından bağlantılı süreçlerdir. MOMP, pro-apoptotik faktörlerin salınımını sağlayarak $\Delta\Psi_m$ 'yi bozar, bu da apoptoz kaskadını güçlendirir (Düßmann vd., 2003; Popgeorgiev vd., 2024). Kemoterapi, kanser hücresi ölümünü öncelikle mitokondriyal apoptoz yoluyla indükler (Makin ve Hickman, 2000).

Mitokondriyal apoptotik hazırlık hipotezi, kanser hücrelerinin normal hücrelere kıyasla apoptoza hazır olmaları nedeniyle daha fazla kemo-duyarlılık sergilediklerini öne sürer (Letai ve de The, 2024). Mitokondriyal yapı ve işlevdeki değişiklikler, hücrel süreçler hakkında önemli bilgiler sağlar. Bu değişiklikler, mitokondriyal floresan boya birikimi ile orantılı olan $\Delta\Psi_m$ ölçümü dahil olmak üzere çeşitli yöntemlerle tespit edilebilir (Mohanta vd., 2024). Katyonik voltaj duyarlı bir prob olan rodamin 123, mitokondriyal membran geçirgenliğindeki değişiklikleri tespit etmek için yaygın olarak kullanılır. Bu boya, mitokondri içinde tersinir bir şekilde birikir ve floresan yoğunluğuna göre sağlam ve hasarlı hücreleri ayırt etmeyi sağlar. Hasarlı hücreler, mitokondriyal disfonksiyonu gösteren düşük floresan yoğunluğu sergiler (Makin ve Hickman, 2000). Bu bilgiler doğrultusunda çalışmamızda mitokondriyal apoptik hazırlık süreçlerini değerlendirmek için kontrol ve ilaç uygulanan A549 kanser hücrelerinde rodamin 123 floresan boya birikimi gözlemlendi. Elde edilen bulgulara göre FA ve FA ile PXL kombine uygulanan hücrelerde ortalama floresan yoğunluğunun kontrol grubuna göre önemli düzeyde düştüğü gözlemlendi (Şekil 3 ve Tablo 2). Bu azalma, mitokondriyal membran potansiyelinin kaybını gösterir ve ilaçla tedavi edilen hücrelerin apoptoza uğradığını düşündürülebilir. Bu sonuçlara göre, FA ile PXL kombinasyon tedavisinin etkili bir şekilde akciğer kanseri hücrelerini apoptoza hazırlayabileceğini inanıyoruz. Bu bulguları DAPI boyama ile de doğruladık. Kontrol ve FA ile PXL kombine uygulanan hücrelerde, apoptozun tipik özelliklerinden çekirdek yapısının küçülmesi, çekirdeklerin parçalanması ve parlak floresan ışımaya yol açan kromatin yoğunlaşması gözlemlendi (Şekil 4).

Özetle, A549 hücrelerde ferulik asit, paklitakselin sitotoksik etkilerini artırdı. Bu artış, mitokondriyal membran potansiyelinde bir azalma ile ilişkili olabilir ve bu da mitokondriyal apoptotik hazırlamanın (priming) anahtar bir mekanizma olduğunu düşündürmektedir.



Şekil 4. Kontrol ve ferulik asit ile paklitaksel kombine uygulanan A549 hücrelerde DAPI boyama görüntüleri. 10x objektif ile görüntülenmiştir.

KAYNAKLAR

- Adlrahan, E., Sepideh jalilzadeh-Razin, Nejati, K., Karimi, M. A., Mousazadeh, H., Abbasi, A., Dadashpour, M. 2021. "Potential activity of free and PLGA/PEG nanoencapsulated nasturtium officinale extract in inducing cytotoxicity and apoptosis in human lung carcinoma A549 cells". Journal of Drug Delivery Science and Technology, 61, 102256.
- Bandugula, V. R., N., R. P. 2013. "2-Deoxy-d-glucose and ferulic acid modulates radiation response signaling in non-small cell lung cancer cells". Tumor Biology, 34(1), 251-259.
- Bray, F., Ferlay, J., Soerjomataram, I., Siegel, R. L., Torre, L. A., Jemal, A. 2018. "Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries". CA: A Cancer Journal for Clinicians, 68(6), 394-424.
- Brito, A., Ribeiro, M., Abrantes, A., Pires, A., Teixeira, R., Tralhao, J., Botelho, M. 2015. "Quercetin in Cancer Treatment, Alone or in Combination with Conventional Therapeutics?". Current Medicinal Chemistry, 22(26), 3025-3039.
- Canan Eroğlu. 2014. "PC-3 ve LNCaP Prostat Kanseri Hücre Hatlarında Ferulik Asidin Etkisinin Araştırılması" (Yükseklisans). Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Das, U., Manna, K., Adhikary, A., Mishra, S., Saha, K. Das, Sharma, R. D., ... Dey, S. 2019. "Ferulic acid enhances the radiation sensitivity of lung and liver carcinoma cells by collapsing redox homeostasis: mechanistic involvement of Akt/p38 MAPK signalling pathway". Free Radical Research, 53(9-10), 944-967.
- Düßmann, H., Rehm, M., Kögel, D., Prehn, J. H. M. 2003. "Outer mitochondrial membrane permeabilization during apoptosis triggers caspase-independent mitochondrial and caspase-dependent plasma membrane potential depolarization: a single-cell analysis". Journal of Cell Science, 116(3), 525-536.
- Fong, Y., Tang, C.-C., Hu, H.-T., Fang, H.-Y., Chen, B.-H., Wu, C.-Y., ... Chiu, C.-C. 2016. "Inhibitory effect of trans-ferulic acid on proliferation and migration of human lung cancer cells accompanied with increased endogenous reactive oxygen species and β -catenin instability". Chinese Medicine, 11(1), 45.
- Gao, J., Yu, H., Guo, W., Kong, Y., Gu, Lina, Li, Q., ... Wang, Y. 2018a. "The anticancer effects of ferulic acid is associated with induction of cell cycle arrest and autophagy in cervical cancer cells". Cancer Cell International, 18(1), 102.
- Gao, J., Yu, H., Guo, W., Kong, Y., Gu, Lina, Li, Q., ... Wang, Y. 2018b. "The anticancer effects of ferulic acid is associated with induction of cell cycle arrest and autophagy in cervical cancer cells". Cancer Cell International, 18(1), 102.
- Gupta, A., Singh, A. K., Loka, M., Pandey, A. K., Bishayee, A. 2021. "Ferulic acid-mediated modulation of apoptotic signaling pathways in cancer" (ss. 215-257).
- Howlader, N., Forjaz, G., Mooradian, M. J., Meza, R., Kong, C. Y., Cronin, K. A., ... Feuer, E. J. 2020. "The Effect of Advances in Lung-Cancer Treatment on Population Mortality". New England Journal of Medicine, 383(7), 640-649.

- Janicke, B., Hegardt, C., Krogh, M., Önning, G., Åkesson, B., Cirenajwis, H. M., Oredsson, S. M. 2011. "The Antiproliferative Effect of Dietary Fiber Phenolic Compounds Ferulic Acid and *p* - Coumaric Acid on the Cell Cycle of Caco-2 Cells". *Nutrition and Cancer*, 63(4), 611-622.
- Kumar, N., Pruthi, V. 2014. "Potential applications of ferulic acid from natural sources". *Biotechnology Reports*, 4, 86-93.
- Letai, A., de The, H. 2024. "Conventional chemotherapy: millions of cures, unresolved therapeutic index". *Nature Reviews Cancer*.
- Li, C., Lei, S., Ding, L., Xu, Y., Wu, X., Wang, H., ... Li, L. 2023. "Global burden and trends of lung cancer incidence and mortality". *Chinese Medical Journal*, 136(13), 1583-1590.
- Li, X., Shang, L., Wu, Y., Abbas, S., Li, D., Netter, P., ... Magdalou, J. 2011. "Identification of the Human UDP-glucuronosyltransferase Isoforms Involved in the Glucuronidation of the Phytochemical Ferulic Acid". *Drug Metabolism and Pharmacokinetics*, 26(4), 341-350.
- Makin, G., Hickman, J. A. 2000. "Apoptosis and cancer chemotherapy". *Cell and Tissue Research*, 301(1), 143-152.
- Mao, Y., Yang, D., He, J., Krasna, M. J. 2016. "Epidemiology of Lung Cancer". *Surgical Oncology Clinics of North America*, 25(3), 439-445.
- Mohammed ElKhazendar, Juhaina Chalak, Waseem El-Huneidi, Arya Vinod, Wael M Abdel-Rahman, Eman Abu-Gharbieh. 2019. "Antiproliferative and proapoptotic activities of ferulic acid in breast and liver cancer cell lines". *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 18(12), 2571-2576.
- Mohanta, Y. K., Biswas, K., Mishra, A. K., Patra, B., Mishra, B., Panda, J., ... Nayak, D. 2024. "Amelioration of gold nanoparticles mediated through *Ocimum* oil extracts induces reactive oxygen species and mitochondrial instability against MCF-7 breast carcinoma". *RSC Advances*, 14(38), 27816-27830.
- Mokhtari, R. B., Homayouni, T. S., Baluch, N., Morgatskaya, E., Kumar, S., Das, B., Yeger, H. 2017. "Combination therapy in combating cancer". *Oncotarget*, 8(23), 38022-38043.
- Mosmann, T. 1983. "Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: Application to proliferation and cytotoxicity assays". *Journal of Immunological Methods*, 65(1-2), 55-63.
- Nasr Bouzaïene, N., Kilani Jaziri, S., Kovacic, H., Chekir-Ghedira, L., Ghedira, K., Luis, J. 2015. "The effects of caffeic, coumaric and ferulic acids on proliferation, superoxide production, adhesion and migration of human tumor cells in vitro". *European Journal of Pharmacology*, 766, 99-105.
- Pirker, R. 2020. "Chemotherapy remains a cornerstone in the treatment of nonsmall cell lung cancer". *Current Opinion in Oncology*, 32(1), 63-67.
- Popgeorgiev, N., Gil, C., Berthenet, K., Bertolin, G., Ichim, G. 2024. "Shedding light on mitochondrial outer-membrane permeabilization and membrane potential: State of the art methods and biosensors". *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 156, 58-65.

Rauf, A., Ajaj, R., Akram, Z., Hafeez, N., Rebezov, M., Shariati, M. A., ... Mubarak, M. S. 2025.

"Ferulic acid as a promising candidate for developing selective and effective anti-cancer therapies". *Discover Oncology*, 16(1), 1214.

Rejhová, A., Opattová, A., Čumová, A., Sliva, D., Vodička, P. 2018. "Natural compounds and combination therapy in colorectal cancer treatment". *European Journal of Medicinal Chemistry*, 144, 582-594.

Zeng, Y., Wang, X., Yin, B., Xia, G., Shen, Z., Gu, W., Wu, M. 2017. "Role of the stromal cell derived factor-1/CXC chemokine receptor 4 axis in the invasion and metastasis of lung cancer and mechanism". *Journal of Thoracic Disease*, 9(12), 4947-4959.

Zhai, Y., Wang, T., Fu, Y., Yu, T., Ding, Y., Nie, H. 2023a. "Ferulic Acid: A Review of Pharmacology, Toxicology, and Therapeutic Effects on Pulmonary Diseases". *International Journal of Molecular Sciences*, 24(9), 8011.

Zhai, Y., Wang, T., Fu, Y., Yu, T., Ding, Y., Nie, H. 2023b. "Ferulic Acid: A Review of Pharmacology, Toxicology, and Therapeutic Effects on Pulmonary Diseases". *International Journal of Molecular Sciences*, 24(9), 8011.

ADVANCEMENTS IN NANOTECHNOLOGY FOR MEDICAL DIAGNOSTICS

Dr. Rakesh MENON

Indian Institute of Technology Delhi, India

ABSTRACT

Nanotechnology has emerged as one of the most promising fields in the advancement of medical diagnostics, enabling the early detection, accurate monitoring, and effective management of diseases. With the ability to manipulate matter at the nanoscale, researchers have developed nanosensors, quantum dots, and nanocarriers that provide highly sensitive diagnostic tools. These innovations are transforming the way healthcare professionals approach diseases such as cancer, cardiovascular disorders, and neurological conditions. The integration of nanotechnology with imaging systems, biosensors, and molecular diagnostic tools has allowed for enhanced detection at cellular and molecular levels, reducing diagnostic errors and facilitating personalized medicine. Despite its enormous potential, the application of nanotechnology in diagnostics faces challenges related to ethical issues, biocompatibility, and cost-effectiveness. Nonetheless, ongoing research and interdisciplinary collaborations continue to push the boundaries of this field, making it a cornerstone of future medical innovations.

Keywords: nanotechnology, medical diagnostics, nanosensors, personalized medicine, healthcare innovation

RENEWABLE ENERGY SYSTEMS AND THEIR APPLICATION IN SMART CITIES

Kavita JOSHI

University of Mumbai, India

ABSTRACT

The global demand for sustainable energy has accelerated the integration of renewable energy systems into urban infrastructure, particularly in the development of smart cities. Renewable energy technologies, such as solar photovoltaics, wind energy, biomass, and hydropower, are increasingly being incorporated into city designs to reduce dependency on fossil fuels and to minimize carbon emissions. Smart cities utilize advanced digital infrastructure, Internet of Things (IoT), and artificial intelligence to optimize energy production, distribution, and consumption. The integration of renewable energy with smart grids not only ensures energy efficiency but also strengthens resilience against power shortages and climate-related challenges. Moreover, renewable energy-driven smart cities enhance environmental quality, promote sustainable urban growth, and support green transportation systems. While implementation requires significant investment and policy support, the long-term benefits far outweigh the challenges, paving the way for environmentally responsible and technologically advanced urban ecosystems.

Keywords: renewable energy, smart cities, sustainability, smart grids, green technology

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MODERN HEALTHCARE SOLUTIONS

Arun PRASAD

All India Institute of Medical Sciences, India

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) has revolutionized healthcare by introducing innovative solutions that enhance diagnostic accuracy, treatment planning, and patient care. AI-driven technologies such as machine learning algorithms, natural language processing, and predictive analytics are increasingly being applied in medical imaging, disease prediction, drug discovery, and personalized medicine. For instance, AI-based imaging tools enable early detection of diseases like cancer and cardiovascular conditions with unprecedented precision. Additionally, AI-powered chatbots and virtual assistants have improved patient engagement and healthcare accessibility, particularly in remote areas. Despite the vast potential, the integration of AI in healthcare raises concerns regarding patient privacy, data security, and ethical implications in clinical decision-making. Nevertheless, ongoing research and regulatory frameworks aim to address these challenges while maximizing the benefits of AI for healthcare systems worldwide. Ultimately, AI represents a transformative force that is reshaping modern medicine and improving global health outcomes.

Keywords: artificial intelligence, healthcare, machine learning, personalized medicine, medical imaging

ROBOTICS IN SURGICAL ENGINEERING: A FUTURE PERSPECTIVE

Preecha CHANTARAT

Chulalongkorn University, Thailand

ABSTRACT

Robotic technology has significantly advanced surgical engineering by improving precision, reducing invasiveness, and minimizing recovery times for patients. Robotic-assisted surgeries, supported by real-time imaging and AI integration, allow surgeons to perform highly complex procedures with enhanced accuracy and safety. The use of robotics in minimally invasive surgery has reduced post-operative complications and improved patient outcomes, particularly in fields such as cardiology, neurology, and oncology. Moreover, robotics offers opportunities for remote surgeries, where surgeons can operate on patients across long distances through advanced telecommunication systems. As healthcare systems evolve, robotics will play a crucial role in addressing the shortage of skilled surgeons and improving surgical accessibility worldwide. However, widespread adoption faces challenges such as high costs, training requirements, and ethical considerations. Looking forward, continuous advancements in robotics, combined with artificial intelligence and nanotechnology, will define the future of surgical engineering and global healthcare.

Keywords: robotics, surgical engineering, minimally invasive surgery, telemedicine, healthcare innovation

WATER PURIFICATION TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE HEALTH

Somchai WATTANAKUL
Mahidol University, Thailand

ABSTRACT

Access to clean and safe drinking water is essential for sustainable health and development. Water purification technologies have evolved to meet the increasing global demand for potable water, especially in densely populated urban areas and regions facing water scarcity. Modern purification methods, including reverse osmosis, ultraviolet (UV) disinfection, activated carbon filtration, and nanomaterial-based systems, provide effective solutions for removing contaminants, pathogens, and heavy metals from water sources. These technologies not only prevent waterborne diseases but also contribute to long-term public health sustainability. Integration of smart monitoring systems with purification units ensures real-time quality control and efficient water distribution in communities. Furthermore, environmentally friendly purification techniques reduce chemical use and support ecological balance. Despite challenges in affordability and infrastructure, water purification technologies remain a vital component of public health initiatives and play a critical role in achieving sustainable development goals worldwide.

Keywords: water purification, sustainable health, reverse osmosis, clean water, public health

THE IMPACT OF BIOMATERIALS IN TISSUE ENGINEERING

Kanokwan SUTHIDA
Chiang Mai University, Thailand

ABSTRACT

Tissue engineering has emerged as a critical field in regenerative medicine, aiming to restore, replace, or regenerate damaged tissues and organs. Biomaterials play a central role in this process, as they provide the necessary structural support and biological signals to guide cellular growth and tissue development. Natural biomaterials, such as collagen, chitosan, and silk fibroin, are widely studied for their biocompatibility and biodegradability, while synthetic polymers and nanocomposites offer customizable mechanical and chemical properties. Recent advancements in 3D bioprinting and scaffold fabrication have further expanded the potential applications of biomaterials in engineering functional tissues such as skin, cartilage, bone, and even complex organs. Despite these innovations, challenges remain in ensuring long-term stability, vascularization, and immune compatibility of engineered tissues. Nevertheless, the integration of biomaterials with stem cell technologies and bioactive molecules holds tremendous promise for revolutionizing the future of personalized medicine and organ transplantation.

Keywords: biomaterials, tissue engineering, regenerative medicine, 3D bioprinting, stem cells

MACHINE LEARNING APPLICATIONS IN DISEASE PREDICTION

Maria Teresa RAMOS

University of the Philippines, Philippines

ABSTRACT

Machine learning (ML) has become a transformative tool in modern healthcare, particularly in the prediction and early detection of diseases. By analyzing large-scale datasets that include patient history, genetic information, lifestyle patterns, and clinical images, ML algorithms are capable of identifying hidden patterns and risk factors associated with diseases such as diabetes, cardiovascular disorders, and cancer. Predictive models, including neural networks, decision trees, and support vector machines, enhance clinical decision-making by providing accurate forecasts of disease progression and treatment outcomes. Furthermore, machine learning applications in wearable health devices enable real-time monitoring, thereby improving preventive healthcare and patient self-management. Despite its vast potential, ML in healthcare faces challenges in data privacy, algorithmic bias, and model interpretability. Ongoing research continues to refine these systems, making them more reliable, transparent, and applicable in real-world medical environments.

Keywords: machine learning, disease prediction, healthcare, data analytics, artificial intelligence

INNOVATIONS IN RENEWABLE ENERGY ENGINEERING

Jose Miguel DELGADO

Ateneo de Manila University, Philippines

ABSTRACT

The global transition to sustainable energy systems has accelerated innovations in renewable energy engineering, focusing on efficiency, scalability, and environmental impact reduction. Solar photovoltaic technology, wind turbines, hydropower, and biomass systems are being enhanced through advanced materials, smart grid integration, and storage technologies such as lithium-ion and solid-state batteries. These innovations not only improve energy conversion rates but also support decentralized energy production for rural and urban communities alike. Additionally, hybrid systems that combine different renewable sources are being designed to address intermittency challenges and ensure reliable power supply. Emerging research also emphasizes the integration of renewable energy with artificial intelligence for optimized demand forecasting and load balancing. While infrastructure costs and policy barriers remain significant, the continuous evolution of renewable energy engineering promises a sustainable pathway for combating climate change and achieving long-term energy security.

Keywords: renewable energy, engineering innovations, sustainability, smart grids, energy storage

TELEMEDICINE AND ITS IMPACT ON RURAL HEALTHCARE ACCESS

Dr. Clarisse BAUTISTA
De La Salle University, Philippines

ABSTRACT

Telemedicine has become a vital tool for bridging the healthcare gap between urban centers and rural or underserved regions. By leveraging digital platforms, video consultations, and remote diagnostic tools, telemedicine enables patients in remote areas to access medical expertise without the need for extensive travel. This technology has proven especially valuable in the management of chronic diseases, maternal healthcare, and emergency medical consultations. Moreover, during global crises such as the COVID-19 pandemic, telemedicine ensured continuity of healthcare delivery while minimizing exposure risks. Despite its benefits, rural healthcare systems face barriers including limited internet connectivity, lack of digital literacy, and regulatory challenges. Addressing these issues through government policies, infrastructure investments, and training programs is essential to maximize the impact of telemedicine. Ultimately, telemedicine represents a transformative approach to healthcare accessibility, equity, and efficiency.

Keywords: telemedicine, rural healthcare, digital health, accessibility, healthcare equity

THE ROLE OF GENETIC ENGINEERING IN MODERN MEDICINE

Anil KAPOOR

Banaras Hindu University, India

ABSTRACT

Genetic engineering has revolutionized modern medicine by enabling precise manipulation of genetic material to prevent, diagnose, and treat diseases. Techniques such as CRISPR-Cas9, gene therapy, and recombinant DNA technology have opened new avenues for treating genetic disorders, cancers, and viral infections. One of the most significant breakthroughs lies in personalized medicine, where genetic profiling allows for tailored treatment strategies based on an individual's DNA. Additionally, genetic engineering has accelerated vaccine development and the production of biopharmaceuticals, ensuring rapid responses to emerging diseases. However, the application of genetic engineering raises ethical concerns, particularly in germline editing and human enhancement. Safety issues, long-term effects, and accessibility also pose ongoing challenges. Despite these considerations, genetic engineering stands as a cornerstone of future medicine, with the potential to eradicate hereditary diseases and transform global healthcare practices.

Keywords: genetic engineering, CRISPR, gene therapy, personalized medicine, biotechnology

SMART SENSORS AND THEIR APPLICATIONS IN HEALTH MONITORING

Chalida RATTANAKORN

Independent Researcher, Thailand

ABSTRACT

The rapid development of smart sensors has revolutionized health monitoring by providing real-time, accurate, and non-invasive tracking of physiological parameters. Smart sensors are now embedded in wearable devices, mobile health platforms, and even implantable medical systems to measure indicators such as heart rate, blood pressure, glucose levels, and oxygen saturation. These technologies enable continuous monitoring of patients, offering early detection of abnormalities and timely medical intervention. Moreover, the integration of Internet of Things (IoT) frameworks with smart sensors allows for seamless data transmission to healthcare providers, thereby improving decision-making and patient management. Beyond clinical applications, smart sensors support preventive healthcare, fitness tracking, and elderly care, making them essential tools in modern medical practice. However, challenges such as data privacy, battery efficiency, and sensor calibration must be addressed to ensure accuracy and security. In the future, advancements in nanotechnology and artificial intelligence are expected to further enhance the capabilities of smart sensors in health monitoring systems.

Keywords: smart sensors, health monitoring, wearable devices, IoT, preventive healthcare

BIOMEDICAL IMAGE PROCESSING USING DEEP LEARNING

Suresh IYER

Anna University, India

ABSTRACT

Deep learning has significantly advanced biomedical image processing by providing automated, accurate, and efficient analysis of medical images. Techniques such as convolutional neural networks (CNNs) and generative adversarial networks (GANs) have enhanced the interpretation of complex images including X-rays, CT scans, MRIs, and histopathological slides. These models not only detect anomalies with high precision but also assist radiologists in diagnosing conditions such as tumors, cardiovascular diseases, and neurological disorders. Biomedical image processing through deep learning has also accelerated drug discovery and treatment planning by enabling better visualization of cellular structures. Furthermore, the integration of cloud computing and high-performance hardware has facilitated large-scale image analysis, making it more accessible across hospitals and research centers. Despite its transformative potential, challenges remain in terms of data availability, algorithm interpretability, and ethical concerns regarding patient information. Nevertheless, deep learning continues to push the boundaries of biomedical imaging, reshaping the future of diagnostic medicine.

Keywords: biomedical imaging, deep learning, convolutional neural networks, medical diagnostics, artificial intelligence

MACHINE LEARNING IN EARLY DIAGNOSIS OF INFECTIOUS DISEASES

Chinedu OKAFOR
University of Lagos, Nigeria

ABSTRACT

Infectious diseases remain a global health concern, particularly in regions with limited healthcare infrastructure. Machine learning has emerged as a powerful tool for the early diagnosis and prediction of such diseases by analyzing diverse datasets including medical records, genomic sequences, and epidemiological data. Algorithms such as random forests, support vector machines, and neural networks can detect subtle patterns in patient data, enabling timely identification of diseases like malaria, tuberculosis, and emerging viral infections. Machine learning also supports outbreak prediction by integrating climate, mobility, and demographic data to forecast the spread of diseases. These technologies not only enhance clinical decision-making but also assist policymakers in designing targeted intervention strategies. However, the accuracy of predictive models depends on data quality and availability, and concerns regarding privacy and equity in healthcare must be addressed. Overall, machine learning offers a transformative pathway toward improving early diagnosis, reducing mortality, and strengthening public health resilience.

Keywords: machine learning, infectious diseases, early diagnosis, epidemiology, healthcare analytics

HYBRID ENERGY STORAGE SYSTEMS FOR SUSTAINABLE ENGINEERING

Manoj DESHPANDE

Vellore Institute of Technology, India

ABSTRACT

The growing reliance on renewable energy has highlighted the importance of efficient energy storage systems to balance supply and demand. Hybrid energy storage systems (HESS), which combine multiple storage technologies such as batteries, supercapacitors, and flywheels, have emerged as a sustainable solution to address the limitations of individual storage devices. By integrating different storage methods, HESS optimizes energy density, power output, and longevity, ensuring reliability in renewable energy grids. These systems are increasingly applied in electric vehicles, smart grids, and off-grid power systems. Moreover, hybrid storage reduces dependency on fossil fuels and supports the global transition toward sustainable energy infrastructure. Despite their advantages, challenges such as cost, system integration, and lifecycle management must be overcome to ensure scalability. With continuous research in materials science, control algorithms, and system design, HESS is set to play a pivotal role in advancing sustainable engineering and global energy security.

Keywords: hybrid energy storage, renewable energy, sustainable engineering, smart grids, energy systems

SMART GRID TECHNOLOGIES FOR PUBLIC HEALTH APPLICATIONS

Kittisak PHONGCHAI

King Mongkut's University of Technology, Thailand

ABSTRACT

Smart grid technologies, originally developed to improve energy efficiency and reliability, are now finding applications in public health systems. By integrating renewable energy sources, advanced sensors, and real-time data analytics, smart grids ensure a stable power supply for hospitals, laboratories, and critical healthcare infrastructure. Reliable electricity is essential for operating life-support equipment, vaccine storage facilities, and digital health platforms, particularly in rural and underserved areas. Furthermore, smart grids enhance resilience during natural disasters and pandemics by enabling decentralized power distribution and microgrid solutions. The integration of health monitoring systems into smart grids also supports telemedicine, remote diagnostics, and health data processing. However, challenges such as cybersecurity threats, high investment costs, and policy implementation need to be addressed for successful adoption. Looking forward, the convergence of smart grid technologies with healthcare promises to strengthen global health resilience and improve healthcare accessibility in both urban and rural settings.

Keywords: smart grids, public health, renewable energy, healthcare infrastructure, resilience

BIOENGINEERING APPROACHES IN CANCER TREATMENT

Anongrat SURIYAPAN

Prince of Songkla University, Thailand

ABSTRACT

Bioengineering has become an essential discipline in the fight against cancer, offering advanced techniques for diagnosis, treatment, and drug delivery. Through the integration of engineering principles with biomedical sciences, researchers have developed innovative methods such as targeted drug delivery systems, engineered biomaterials, and nanotechnology-enabled therapies. Bioengineered nanoparticles, for example, allow for precise targeting of cancer cells while minimizing damage to surrounding healthy tissues, thereby reducing the side effects commonly associated with chemotherapy and radiation. Additionally, bioengineered scaffolds and tissue models are being used to study tumor growth and drug response in controlled environments, accelerating the development of personalized therapies. The incorporation of computational modeling and artificial intelligence further enhances the predictive capability of treatment planning. While challenges remain in terms of cost, large-scale clinical application, and regulatory approval, bioengineering continues to pave the way for transformative solutions in oncology, improving both survival rates and patient quality of life.

Keywords: bioengineering, cancer treatment, nanotechnology, targeted drug delivery, personalized medicine

ENGINEERING SOLUTIONS FOR CLEAN WATER DISTRIBUTION

Dr. Supaporn LERTCHAI
Khon Kaen University, Thailand

ABSTRACT

Access to clean water is a fundamental human right and a cornerstone of sustainable health. Engineering solutions have played a vital role in the design and implementation of efficient water distribution systems to ensure safe drinking water, especially in developing regions. Technologies such as advanced filtration, reverse osmosis, ultraviolet disinfection, and smart pipeline networks are transforming water management practices. The integration of Internet of Things (IoT) devices into water distribution systems allows for real-time monitoring of water quality, leakage detection, and resource optimization. Moreover, renewable energy-powered water purification units are being deployed to remote areas, reducing dependence on centralized infrastructures. Despite the significant advancements, challenges such as infrastructure costs, energy demands, and maintenance remain. Engineering innovations in this field are critical not only for public health but also for achieving sustainable development goals related to water security and environmental conservation.

Keywords: clean water, engineering solutions, water distribution, sustainable health, IoT in water management

HEALTHCARE DATA SECURITY THROUGH BLOCKCHAIN

Dr. Ernesto VILLANUEVA

Polytechnic University of the Philippines

ABSTRACT

The growing adoption of digital healthcare technologies has created vast amounts of sensitive patient data, necessitating robust security mechanisms. Blockchain technology has emerged as a transformative solution to ensure the integrity, transparency, and confidentiality of healthcare data. Unlike traditional centralized databases, blockchain offers decentralized storage, making it resistant to tampering and unauthorized access. Through cryptographic techniques, patient records can be securely stored, shared, and accessed across multiple healthcare providers while maintaining privacy. Smart contracts further enhance automation in data sharing, reducing administrative burdens and improving efficiency. Applications of blockchain in healthcare include electronic health records (EHR), pharmaceutical supply chain management, and insurance claim processing. However, scalability, regulatory concerns, and interoperability with existing health systems pose ongoing challenges. Despite these limitations, blockchain represents a revolutionary approach to healthcare data security, offering new opportunities for safer, more reliable, and transparent medical systems.

Keywords: blockchain, healthcare data security, electronic health records, data privacy, smart contracts

BIOMEDICAL ENGINEERING SOLUTIONS FOR RURAL HEALTHCARE SYSTEMS

Nurul Aisyah RAHMAN
University of Malaya, Malaysia

ABSTRACT

Rural communities often face barriers to healthcare access due to limited infrastructure, shortage of medical professionals, and financial constraints. Biomedical engineering offers innovative solutions to overcome these challenges by developing cost-effective and portable medical technologies. Examples include point-of-care diagnostic devices, low-cost imaging systems, and telemedicine platforms that enable remote consultations. Biomedical engineers are also designing energy-efficient medical devices powered by solar or hybrid systems to ensure continuous functionality in areas with unstable electricity. Furthermore, wearable monitoring systems and mobile health applications empower patients in rural regions to actively participate in managing their health. Collaborative efforts between engineers, healthcare providers, and policymakers are essential to ensure that these technologies are affordable, scalable, and culturally appropriate. By leveraging biomedical engineering, rural healthcare systems can achieve improved accessibility, disease prevention, and overall health outcomes.

Keywords: biomedical engineering, rural healthcare, telemedicine, point-of-care devices, health accessibility

ENGINEERING INNOVATIONS FOR DISASTER-RESILIENT HEALTH SYSTEMS

Prof. Ricardo SANTOS

University of Santo Tomas, Philippines

ABSTRACT

Natural disasters such as earthquakes, typhoons, floods, and pandemics often place immense pressure on healthcare systems, particularly in vulnerable regions. Engineering innovations are crucial for building disaster-resilient health systems that can withstand such challenges and continue providing essential services. Key approaches include the design of earthquake-resistant hospital structures, modular and mobile medical facilities, and renewable energy-powered backup systems to ensure uninterrupted operations. Smart technologies, including IoT-enabled monitoring systems and AI-driven predictive models, assist in early warning, rapid response, and efficient resource allocation during crises. Furthermore, engineering solutions in logistics and communication enhance the delivery of medical supplies and coordination of emergency teams. Despite implementation challenges, particularly in low-resource settings, disaster-resilient health systems are vital for safeguarding lives and minimizing public health disruptions. Engineering thus plays a pivotal role in shaping resilient, adaptive, and sustainable healthcare infrastructures for the future.

Keywords: disaster resilience, healthcare systems, engineering innovations, emergency response, sustainable health infrastructure

APPLICATION OF BIOTECHNOLOGY IN VACCINE DEVELOPMENT

Neha VARMA

Amity University, India

ABSTRACT

Biotechnology has revolutionized vaccine development by providing advanced techniques for the rapid design, production, and distribution of vaccines. Traditional methods of vaccine production often required years of research and clinical testing; however, modern biotechnology tools such as recombinant DNA technology, genetic engineering, and mRNA platforms have dramatically accelerated the process. The success of mRNA-based vaccines during the COVID-19 pandemic is a landmark achievement that demonstrated how biotechnology can respond quickly to emerging health crises. Additionally, biotechnology enables the creation of vaccines with higher efficacy, improved stability, and reduced side effects. Advances in adjuvant design, nanocarrier systems, and antigen presentation have further enhanced immune responses. Despite these advancements, challenges such as cold-chain requirements, manufacturing costs, and equitable access remain. Looking ahead, biotechnology-driven vaccines hold immense promise for combating infectious diseases, developing therapeutic vaccines for cancer, and preparing for future pandemics.

Keywords: biotechnology, vaccine development, genetic engineering, mRNA vaccines, global health

SUSTAINABLE ENGINEERING SOLUTIONS IN PUBLIC HEALTH INFRASTRUCTURE

Dr. Priya NANDAKUMAR

SRM Institute of Science and Technology, India

ABSTRACT

The integration of sustainable engineering into public health infrastructure is essential for addressing the growing challenges of urbanization, climate change, and resource scarcity. Engineering solutions such as green hospital designs, renewable energy-powered healthcare facilities, and smart water management systems contribute to environmentally friendly and resilient health systems. Sustainable construction materials and energy-efficient technologies not only reduce environmental footprints but also lower long-term operational costs. Additionally, waste management innovations, particularly in biomedical waste disposal, ensure safer and cleaner environments. The role of engineering extends beyond hospitals to include community-based infrastructure such as sanitation systems, water purification facilities, and disaster-resilient healthcare units. Although implementation requires financial investment and policy support, the long-term benefits include enhanced health outcomes, resource efficiency, and alignment with global sustainability goals. Sustainable engineering is therefore a cornerstone in building future-ready healthcare infrastructures that prioritize both human health and environmental well-being.

Keywords: sustainable engineering, public health, green hospitals, renewable energy, infrastructure resilience

AI-BASED SYSTEMS FOR EARLY DETECTION OF CARDIOVASCULAR DISEASES

Watchara JITPRAPA
Chiang Mai University, Thailand

ABSTRACT

Cardiovascular diseases (CVDs) remain a leading cause of mortality worldwide, underscoring the importance of early detection and preventive care. Artificial intelligence (AI)-based systems have emerged as powerful tools for identifying early signs of cardiovascular risk through the analysis of clinical, genetic, and lifestyle data. Machine learning algorithms and deep learning models are applied to medical imaging, electrocardiograms (ECGs), and wearable device data to detect irregularities with remarkable accuracy. These AI-driven systems assist clinicians in predicting disease progression, personalizing treatments, and reducing diagnostic delays. Moreover, real-time health monitoring through AI-enabled wearable devices empowers patients to take proactive roles in managing their cardiovascular health. Despite their benefits, challenges such as data privacy, interpretability of AI models, and integration into clinical practice remain. With continuous research and improved healthcare policies, AI-based cardiovascular diagnostics will significantly reduce mortality rates and enhance patient quality of life.

Keywords: artificial intelligence, cardiovascular diseases, early detection, machine learning, health monitoring

INNOVATIVE MATERIALS FOR MEDICAL DEVICE ENGINEERING

Montira SAENGCHAI
Burapha University, Thailand

ABSTRACT

The advancement of medical device engineering relies heavily on the development and application of innovative materials. From implants to diagnostic devices, the choice of materials directly affects performance, safety, and patient outcomes. Recent research has focused on biomaterials, nanomaterials, and smart polymers that exhibit biocompatibility, durability, and the ability to respond to physiological environments. For example, biodegradable polymers are increasingly used in sutures and implants, while nanomaterials provide enhanced sensitivity in diagnostic sensors. Additionally, shape-memory alloys and bioresorbable scaffolds are expanding possibilities in surgical engineering and regenerative medicine. The integration of 3D printing technologies allows for customized medical devices tailored to individual patient needs. While regulatory approval and manufacturing scalability present challenges, the use of innovative materials is expected to revolutionize prosthetics, implants, and minimally invasive surgical tools. These advancements highlight the critical role of material science in shaping the future of medical technology.

Keywords: medical devices, biomaterials, nanomaterials, smart polymers, 3D printing

BIOMEDICAL ENGINEERING SOLUTIONS TO IMPROVE SURGICAL OUTCOMES

Felicidad RAMOS

University of the East, Philippines

ABSTRACT

Biomedical engineering continues to transform surgical practice by introducing innovative technologies that improve safety, precision, and patient recovery. Robotic-assisted surgical systems, powered by biomedical engineering principles, enable surgeons to perform minimally invasive procedures with enhanced control and reduced risk of complications. Advanced imaging techniques, such as intraoperative MRI and augmented reality navigation, provide real-time guidance during surgeries, thereby increasing accuracy. Furthermore, the development of smart surgical instruments and biocompatible implants has significantly enhanced postoperative recovery and reduced infection rates. Biomedical engineers are also working on developing patient-specific surgical planning tools through 3D modeling and simulation, allowing for personalized surgical strategies. Despite the high costs of implementation and the need for specialized training, the integration of biomedical engineering solutions into surgery is reshaping healthcare delivery and improving long-term patient outcomes.

Keywords: biomedical engineering, surgical outcomes, robotic surgery, imaging technologies, patient-specific planning