ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, ARCHITECTURE and MATHEMATICS

JANUARY 2 - 4, 2026
ANTALYA

Conference Book

www.antalyakongresi.org

ANTALYA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS
JANUARY 2 - 4, 2026
ANTALYA

Edited By
ASSOC. PROF. DR. Nurkan Yılmaz

Issued: 10.02.2026
ISBN: 978-625-5694-71-3

ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :
In the conference 21 papers have been presented by Turkish participants and 39 papers by international participants.
Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an "official assignment letter"

The Contents Of This Proceedings Book Are Solely Those Of The Authors.

Web: www.antalyakongresi.org Contact: akongresi@gmail.com

CONFERENCE ID

ANTALYA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS

DATE – PLACE

JANUARY 2 - 4, 2026

ANTALYA

ORGANIIZATION

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process.

PARTICIPATING COUNTRIES

Turkey – North Macedonia - United Arab Emirates – Spain – Kazakhstan – Nigeria - Egypt – India - Serbia – Algeria – Pakistan – Kenya – Oman – Philippines – Iran

PRESENTATION

Oral presentation

No part of this book may be reprinted or reproduced or utilized in any form or by any electronic, mechanical or any other means, now known or hereafter invented, including photocopying and recording, or in any form of information storage or retrieval systems, without permission from the publishers.

Academy Global–2026©

CONGRESS ORGANIZING BOARD

Prof. Dr. Hülya Çiçek - Gaziantep Universitesi

Prof. Dr. Ali Bilgili - Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Naile Bilgili - Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Başak Hanedan - Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Hajar Huseynova - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Prof. Dr. Dwi Sulisworo - Ahmad Dahlan University

Prof. Zain Musa - Royal Academy of Cambodia

Prof. Dr. Sameer Jain - NICMAR University

Prof Yakup Babayev - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Prof. Dr. Suyatno - Ahmad Dahlan University

Prof. Dr. Al-Rashiff H. Mastul -Mindanao State University

Prof. Dr. Alhisan U. Jemsy - Mindanao State University

Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi - Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Mehtap Kavurmacı - Atatürk Üniversitesi

Prof. Dr. Belkıs Özkara - Afyon Kocatepe Üniversitesi

Prof. Dr. Mavlonova Ugiloy Khamdamovna - Zarmed University

Assoc. Prof. Dr. Aysel Arslan - Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli - Munzur Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Sıddık BAKIR - Ataturk Universitesi

Assoc. Prof. Dr. Berna Koçak - Munzur Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Irade Kerimova - Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti - Ahmad Dahlan University

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran - Batman Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Aydın - Dicle Üniversitesi

Assoc. Prof. Dody Hartanto - Ahmad Dahlan University

Assoc. Prof. Dr. Rungchacadaporn - Ahmad Dahlan University

Assoc. Prof. Nazile Abdullazade - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assoc Prof. Dr. Feran Aşur - Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Assoc Prof. Dr. Erkan EFİLTİ - Kırgızistan-Türkiye Manas University

Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti - Ahmad Dahlan University

Assoc. Prof. Ivaylo Staykov - New Bulgarian Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari - Tebriz Universitesi

Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş - Gazi Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Bülent Işık - Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Nurkan Yılmaz - İnönü Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Həmzə Əliyev- Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Sevra Fırıncıoğulları

Assist. Prof. Ihwan Ghazali - Technic University of Malaysia

Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu- Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Mahrukh Dovlatzade - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Naci Büyükkaracığan- Selçuk Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Songül Atak - Dicle Üniversitesi

Lecturer Mehmet Nuri Ödük - Selçuk Üniversitesi

Dr. Fatih İ. Kurşunmaden - Selçuk Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heydarlou –

Dr. Dadash Mehravari - Tebriz Universitesi

Dr. Aynurə Əliyeva - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Dr. Gültekin Gürçay

Dr. Amaneh Manafidizajı

Scientific & Review Committee

Prof. Dr. Hülya Çiçek – Turkiye

Prof. Dr. Emine Koca – Turkiye

Prof. Dr. Fatma Koç – Turkiye

Prof. Dr. Valide Paşayeva - Türkiye

Prof. Dr. Ali Bilgili - Turkiye

Prof. Dr. Naile Bilgili - Turkiye

Prof. Dr. Başak Hanedan – Turkiye

Prof. Dr. Aysel Güven - Turkiye

Prof Dr. Bülent Kurtişoğlu – Turkiye

Prof. Dr. Hajar Huseynova – Azerbaijan

Prof. Dr. Dwi Sulisworo – Indonesia

Prof. Dr. Natalia Latygina – Ukraina

Prof. Dr. Yunir Abdrahimov – Russia

Prof. Muntazir Mehdi – Pakistan

Prof. Dr. T.Venkat Narayana Rao – India

Prof. Dr. İzzet Gümüş – Turkiye

Prof. Dr. Mustafa Bayram – Turkiye

Prof. Dr. Saim Zeki Bostan – Turkiye

Prof. Dr. Hyeonjin Lee – China

Prof. Yakup Babayev - Azerbaijan

Prof. Dr. Suyatno – Indonesia

Prof. Dr. Zain Musa – Cambodia

Prof. Dr. Sameer Jain – India

Prof. Mehdi Mohammadzade – Iran

Prof. Dr. Ika Maryani – Indonesia

Prof. Dr. Guler Yenice – Turkiye

Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi – Turkiye

Prof. Dr. Mavlonova Ugiloy Khamdamovna – Uzbekistan

Prof. Dr. Mehtap Kavurmacı – Türkiye

Prof. Dr. Belkıs Özkara – Türkiye

Prof. Dr. Al-Rashiff Hamjilani Mastul – Philipinnes

Prof. Dr. Alhisan U. Jemsy – Philippines

Assoc. Prof. Dr. Aysel Arslan - Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Sıddık Bakır – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Meryem Öztürk - Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli - Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Berna Koçak - Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti – Indonesia

Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Aydın - Turkiye

Assoc Prof. Dr. Feran Aşur – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Bülent Işık - Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Nurkan Yılmaz - Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Sevra Fırıncıoğulları - Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet Aydın – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran - Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Dilorom Hamroeva - Ozbekistan

Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari – Iran

Assoc. Prof. Ivaylo Staykov - Bulgaria

Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia

Assoc. Prof. Dr. Ümit Ayata – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Həmzə Əliyev - Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Okan Sarıgöz – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Eda Bozkurt – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Ahmet Topal – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Sandeep Gupta – India

Assoc. Prof. Dr. Veysel Parlak – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Mahmut İslamoğlu – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade – Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Irade Kerimova - Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova – Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Ali Vandshoari – İran

Assoc. Prof. Dr. Dinara Fardeeva – Rusya

Assoc. Prof. Dr. Göksel Ulay – Turkiye

Assoc. Prof. Dr. Erkan Efilti - Kirgizhstan

Assist. Prof. K. R. Padma – India

Assist. Prof. Dr. Omid Afghan - Afghanistan

Assist. Prof. Dr. Maha Hamdan Alanazi - Saudi Arabia

Assist. Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich Altayev - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Amina Salihi Bayero – Nigeria

Assist. Prof. Dr. Ahmad Sharif Fakheer - Jordania

Assist. Prof. Dr. Dody Hartanto - Indonesia

Assist. Prof. Dr. Ihwan Ghazali - Malaysia

Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heyladou – Iran

Assist. Prof. Dr. Bazarhan İmangalieva - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Keles Nurmaşulı Jaylıbay - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Mamatkuli Juraev – Ozbekistan

Assist. Prof. Dr. Kalemkas Kalibaeva – Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Bouaraour Kamel – Algeria

Assist. Prof. Dr. Alia R. Masalimova - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Amanbay Moldibaev - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Ayslu B. Sarsekenova - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Bhumika Sharma - India

Assist. Prof. Dr. Gulşat Şugaeva – Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. K.A. Tleubergenova - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Cholpon Toktosunova – Kirgizia

Assist. Prof. Dr. Hoang Anh Tuan – Vietnam

Assist. Prof. Dr. Songül Atak - Türkiye

Assist. Prof. Dr. Botagul Turgunbaeva - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Dinarakhan Tursunalieva - Kirgizia

Assist. Prof. Dr. Yang Zitong – China

Assist. Prof. Dr. Gulmira Abndirasulova – Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Imran Latif Saifi – South Africa

Assist. Prof. Dr. Murat Genç – Turkiye

Assist. Prof. Dr. Monisa Qadiri – India

Assist. Prof. Dr. Vaiva Balciuniene – Lithuania

Assist. Prof. Dr. Meltem Avan – Turkiye

Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu - Azerbaijan

Assist. Prof. Dr. Mahrukh Dovlatzade – Azerbaijan

Assist. Prof. Dr. Naci Büyükkaracığan – Turkiye

Assist. Prof. Dr. Raihan Yusoph – Philippines

Dr. Que-Nhu Duong - Vietnam

Dr. Fatih İ. Kurşunmaden – Turkiye

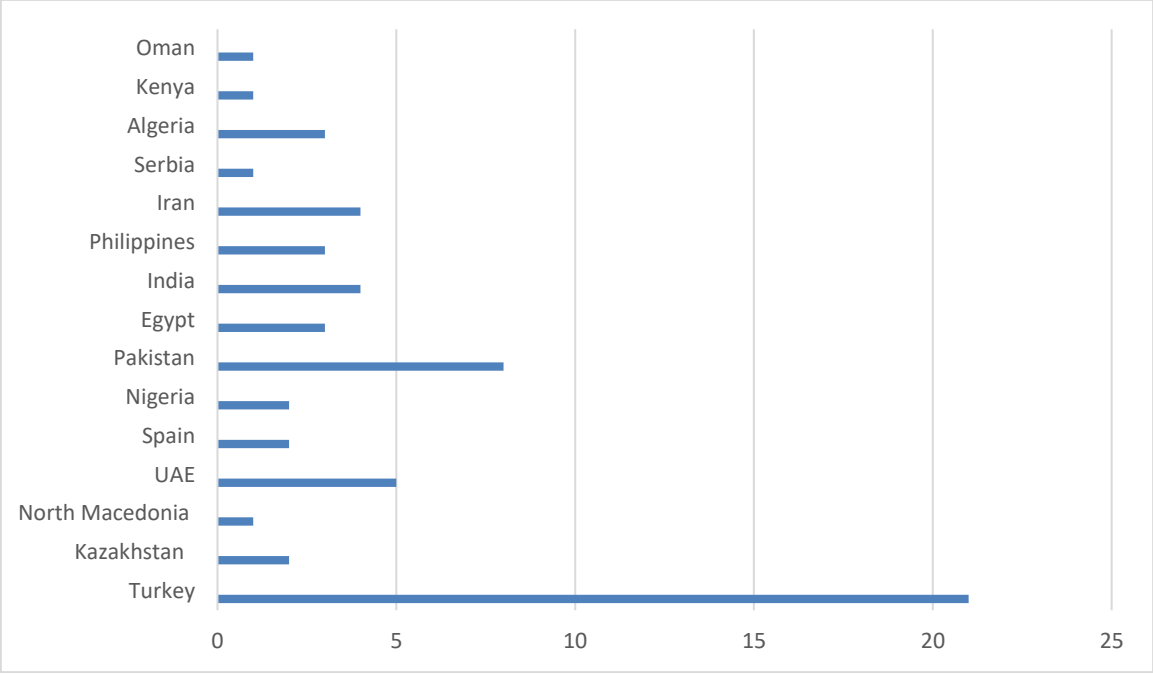
Dr. Mehmet Nuri Ödük – Turkiye

Dr. Ayşe Baran - Turkiye

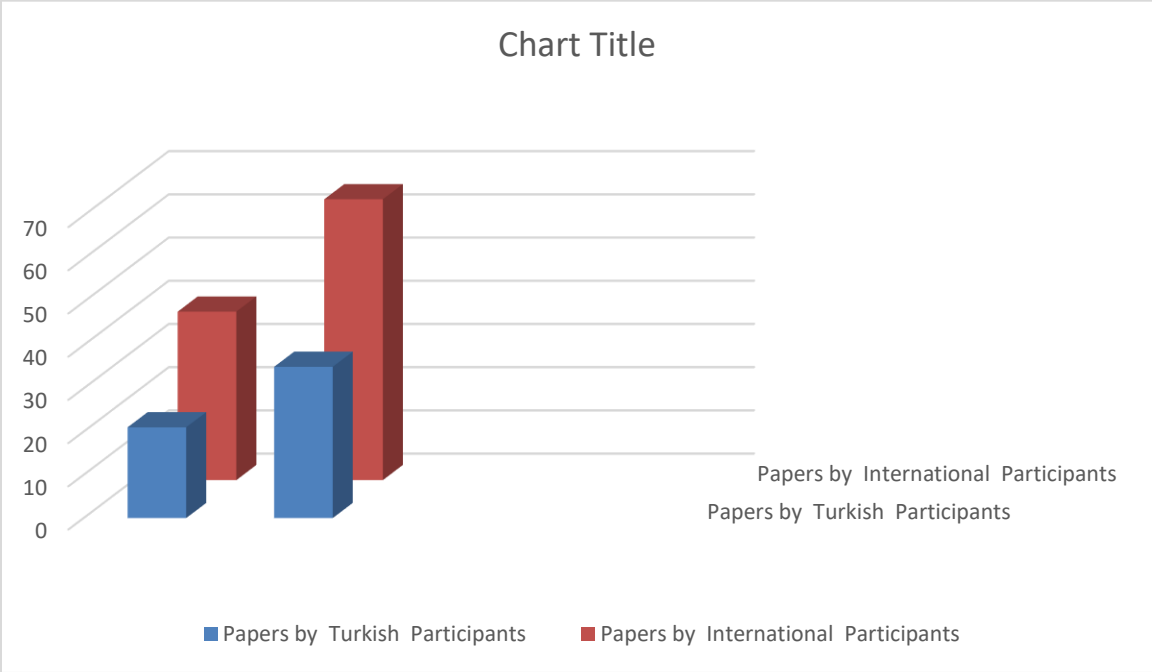
Dr. Aynurə Əliyeva - Azerbaijan

Dr. Sonali Malhotra – India

Dr. Amaneh Manafidizaji - Iran



	Number of paper	*%*
Papers by Turkish Participants	21	35
Papers by International Participants	39	65



Evrak Tarih ve Sayısı: 23/06/2025-606980

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Spor Bilimleri Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-21619327-900-606980 23/06/2025
Konu : Kurum İzin Talebi

Sayın Doç.Dr. Nurkan YILMAZ
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölüm Başkanlığı - Öğretim Üyesi

"Academy Global Conferences & Publishing (https://www.akademikongre.org/registration)" tarafından önümüzdeki tarihlerde düzenlenecek olan uluslararası kongrelerde; kongre başkanı, kongre düzenleme ve bilim kurulu üyesi olarak görev alabilmenize yönelik talebiniz Dekanlığımızca uygun bulunmuştur.

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Prof.Dr. Cemal GÜNDOĞDU
Dekan

Ek:Dilekçe

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSLCLRAH2Y Pin Kodu :53482

Belge Takip Adresi :
https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=3837&eD=BSLCLRAH2Y&eS=606980

Adres:Spor Bilimleri Fakültesi/Malatya
Telefon:04223774940 Faks:0 422 341 00 32
e-Posta:spor.bilimleri@inonu.edu.tr Web:http://www.inonu.edu.tr/sporbilimleri
Kep Adresi:inonuuniversitesi@hs03.kep.tr

Bilgi için: Güler CANPOLAT
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni
Tel No: 04223774974

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzanlamıştır.

ANTALYA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, ARCHITECTURE and MATHEMATICS
ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH and SPORT SCIENCES

JANUARY 2 - 4, 2026

Antalya

Kongre Bağlantı Linki :

Join Zoom Meeting

https://us06web.zoom.us/j/88571518350?pwd=fOYazCWBmbAiWrHygjKSjkbbSvotfd.1

Meeting ID: 885 7151 8350

Passcode: 202224

ÖNEMLİ AÇIKLAMA (Lütfen okuyunuz)

- ZOOM bağlantısı için yukarıda verilen bağlantıyı veya yine yukarıda verilen giriş bilgilerini kullanabilirsiniz.
- **Oturum içerisinde en KIDEMLİ olan moderator olarak seçilir. Moderatörün oturum düzenini gözetmesi, akademisyen adaylarını yönlendirmesi beklenmektedir.**
- Oturuma bağlanmadan önce Salon numaranızı adınızın önüne aşağıdaki gibi ekleyiniz. Bu sayede kongre açılışında beklemeden oturumlarınıza gönderilebileceksiniz. Ör. 5 Ahmet Ahmetoglu
- **Sunum süresi 10 dakikadır. Bu sürenin aşılmamasını moderatörler temin edecektir.**
- Sunum sonrası 5 dakikayı geçmeyen soru-cevap, tartışma süresi verilmektedir.
- **Sunumlar TÜRKÇE veya İNGİLİZCE yapılabilmektedir.**
- Kameralar, oturum süresince toplam % 70 oranında açık olmak zorundadır.
- **Sunum yapan katılımcının kamerası açık olmak zorundadır.**
- Sunum yapmak zorunludur. **Herhangi bir nedenle sunum yapmamış olan katılımcıya sertifika verilmesi ve çalışmasının yayınlanması sözkonusu olamaz.**
- Katılımcı, kendi oturumda, oturum bitene kadar bulunmak zorundadır.
- Katılımcıların kendi oturumları dışındaki oturumlara katılma zorunluluğu yoktur.
- ZOOM platformunun kapasite sınırı nedeniyle, DİNLEYİCİ, sadece kapasite izin verdiği sürece kabul edilebilmektedir.
- **SADECE ÇALIŞMADA YAZAR OLARAK GEÇEN KİŞİLER SUNUM YAPABİLİR !**

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.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- During the session, your camera should be turned on **at least %70** of session period
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

TECHNICAL INFORMATION

- Make sure your computer has a microphone and is working.
- You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.
- Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number,

ANTALYA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Dr. Ayşegül TONGAL**	1	ERKEN ÇOCUKLUK EĞİTİMDE TEKNOLOJİ KULLANIMININ ÖÇOCUKLARIN GELİŞİMİ VE ĞRENME SÜREÇLERİNE ETKİSİ	Yüksek Lisans Öğrencisi ŞENAY AKKAYA Doç. Dr. AYSEL ARSLAN Yüksek Lisans Öğrencisi LÜTFİ EMRE
		2	ÖĞRETMENLERİN ÖĞRENME VE ÖĞRETME ORTAMLARINDA MOTİVASYON SÜREÇLERİNE İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ	Yüksek Lisans Öğrencisi LÜTFİ EMRE Doç. Dr. AYSEL ARSLAN Yüksek Lisans Öğrencisi ŞENAY AKKAYA
		3	YABANCI DİL OLARAK TÜRKÇE ÖĞRETİMİNDE KULLANILAN YENİ İSTANBUL KİTABININ CİNSİYET AYRIMCILIĞI YÖNÜNDEN İNCELENMESİ	Lisans Öğrencisi VEYSEL ÖZTÜRK Doç. Dr. ESİN YAĞMUR ŞAHİN
		4	ETNOBİLİM VE YEŞİL BECERİLER BAĞLAMINDA ÖĞRENCİ SÖYLEMLERİNİN DOĞAL DİL İŞLEME YÖNTEMLERİYLE ANALİZİ VE FARKLILAŞTIRILMIŞ ÖĞRETİM TASARIMI	Dr. Ayşegül TONGAL

ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, ARCHITECTURE and MATHEMATICS JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Salih Taha Alperen ÖZÇELİK**	1	A GENERALİZATİON OF TERNARY MATRİCES WİTH ENTRİES İN B_3	Hasan Keleş, Umut Ertürk Halil İbrahim Şahin
		2	A HYBRID REMOTE SENSING APPROACH FOR COASTAL CHART AND VALIDATION WITH ACOUSTIC DATA: THE CASE OF KEKOVA	Yüksek Lisans Öğrencisi, Aysemin ERİŞİR AKTÜRK, Prof. Dr. Füsun Balık ŞANLI,
		3	PHENOTYPE PREDİCTİON WİTH ARTİFİCİAL NEURAL NETWORKS İN GENOMİC SELECTİON: A COMPARATİVE ANALYSİS OF DEEP LEARNİNG AND CLASSİCAL METHODS	Salih Taha Alperen ÖZÇELİK
		4	POLAR CODING BASED CYBER THREAT DETECTION SYSTEM FOR INDUSTRIAL CONTROL SYSTEMS	Salih Taha Alperen ÖZÇELİK
		5	YALIN ÜRETİMDE SEZGİSEL KARAR SÜREÇLERİNİN SİSTEMATİK HALE GETİRİLMESİ: SAHA TABANLI BİR KARAR MODELİ	Uzman Mühendis, Vedat ULUAD Doç. Dr., Ömer Faruk EFE

ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, ARCHITECTURE and MATHEMATICS JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Yıldırım Özüpak**	1	ŞEBEKEDEN BAĞIMSIZ FOTOVOLTAİK SİSTEMLER İÇİN AKILLI DC ENERJİ İZLEME VE MATLAB DESTEKLİ PERFORMANS ANALİZİ	Erkin Gündoğdu Prof. Dr. Mustafa Burunkaya
		2	BUILDING-INTEGRATED PHOTOVOLTAIC/THERMAL (BIPV/T) SYSTEMS, THEIR APPLICATION AREAS, AND PERFORMANCE EVALUATION	Mak. Yük. Müh. EDİP İMİK Prof. Dr. MEHMET YILMAZ Dr. ÖMER FARUK YILDIZ
		3	IMPROVING THE PERFORMANCE OF AIR-COOLED PHOTOVOLTAIC THERMAL (PV/T) SYSTEMS: USE OF FINS	Mak. Yük. Müh. EDİP İMİK Prof. Dr. MEHMET YILMAZ Dr. UFUK SEKMEN
		4	A LSTM-Based Deep Learning Approach for Short- and Medium-Term Photovoltaic Power Forecasting	Yıldırım Özüpak Emrah Aslan
		5	Performance Analysis of an Optimized XGBoost Model for Power Generation Forecasting in Photovoltaic Systems	Yıldırım Özüpak Emrah Aslan

ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, ARCHITECTURE and MATHEMATICS JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Doç. Dr. Ümit AYATA**	1	MEKÂNSAL DÜZENLEMENİN KOLEKTİF BELLEK ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: EZİNE İLÇE MERKEZİ ÖRNEĞİ	Dr. EYLEM ŞEVİK
		2	Application of Boiled, Bleached, Cold-Pressed, and Refined Linseed Oils to Common Hornbeam Wood	Doç. Dr. Ümit AYATA
		3	Effects of Exposure to Hot Water Vapor for Different Durations on Color Parameters of Black Pine Wood Dyeing with German Cinnamon Stone	Doç. Dr. Ümit AYATA
		4	ÇANKIRI İLİNDE YAPILAN AĞAÇLANDIRMA ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN TÜRLERİN ODUN DIŞI ORMAN ÜRÜNLERİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ	Dr. Öğr. Üyesi Gamze TUTTU Dr. Özlem MEŞE
		5	SERALARDA FARKLI GEOMETRİ VE ÖRTÜ MALZEME TİPLERİNİN YAPISAL DAVRANIŞA ETKİLERİ	İnş. Müh., ADİL YILDIZOĞLU Prof. Dr., HALİL BAKİ ÜNAL
		6	THE EFFECTS OF IRRİGATİON WİTH DİFFERENT WATER COMPOSİTİONS ON GERMİNATİON AND SELECTED GROWTH PARAMETERS OF BASİL (Ocimum basilicum L.) AND LAVENDER (Lavandula angustifolia) SEEDS	Ayşe ÇEKİÇ Dr., Türker OĞUZTÜRK Prof. Dr. Turan YÜKSEK

ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, ARCHITECTURE and MATHEMATICS JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Prof. Dr. ARZU ÖZEN YAVUZ**	1	ANKARA ULUS KENTİNİNİN GEORGE R. R. MARTIN ATEŞ VE KAN ROMANIYLA EKFRASTİK GÖRSELLEŞTİRİLMESİ	Betül ÖZDEMİR, Prof. Dr. Arzu ÖZEN YAVUZ
		2	IN THE FOOTSTEPS OF URBAN LAYERS: VISUAL REPRESENTATIONS OF ANKARA'S ANAFARTALAR STREET	CANSU ŞAVKIN Prof. Dr. ARZU ÖZEN YAVUZ
		3	Unutulmuş Kitaplar Mezarlığı Üzerinden Ekfrastik Ve Dijital Kolaj Temelli Bir Mekânsal Türetme Süreci	Aleyna AGALAR Prof.Dr., Arzu ÖZEN YAVUZ
		4	KENTSEL MEKÂNA GÖSTERGELERARASI BİR YAKLAŞIM: ANAFARTALAR CADDESİ ÖRNEĞİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, MUSA BOZKURT Prof. Dr. ARZU ÖZEN YAVUZ
		5	ANKARA ANAFARTALAR CADDESİ ÜZERİNDEN EKFRASTİK OKUMA YAPILMASI: SÜRREAL KOLAJ VE YAPAY ZEKA GÖRSELLEŞTİRMELERİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Zeynep Eda SERT Prof. Dr. Arzu ÖZEN YAVUZ

ANTALYA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 11:30 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Assoc. Prof. Dr. Sanjay Bhattacharya,**	1	CULTURALLY RESPONSIVE PEDAGOGY FOR ETHNIC MINORITY STUDENTS IN CHINESE MULTILINGUAL CLASSROOMS	Prof. Dr. Zhao Min, Wang Lili, Dr. Guo Qiang
		2	AI-ASSISTED ADAPTIVE LEARNING SYSTEMS FOR PERSONALIZED MATHEMATICS INSTRUCTION IN URBAN CHINA	Assoc. Prof. Dr. Liu Xiaoyan, Chen Peng, Zhang Rui
		3	MONTESSORI PRINCIPLES ADAPTED FOR EARLY CHILDHOOD EDUCATION IN RURAL CHINESE KINDERGARTENS	Dr. Hu Jing, Sun Wei, Assis. Prof. Dr. Yang Lei
		4	STEM EDUCATION INNOVATIONS THROUGH MAKERSPACES IN QATARI PUBLIC SCHOOLS	Prof. Dr. Khalid Al-Thani, Mariam Al-Kuwari
		5	TEACHER COLLABORATIVE INQUIRY COMMUNITIES FOR CURRICULUM DEVELOPMENT IN QATARI CONTEXTS	Dr. Fatima Al-Mansoori, Assoc. Prof. Dr. Nasser Ali
		6	NEUROSCIENCE-INFORMED READING INTERVENTIONS FOR DYSLEXIC STUDENTS IN INDIAN PRIVATE SCHOOLS	Prof. Dr. Aruna Menon, Rahul Nair, Dr. Lakshmi Iyer
		7	RURAL TEACHER PREPARATION THROUGH COMMUNITY-BASED PEDAGOGICAL RESIDENCIES IN INDIA	Assoc. Prof. Dr. Sanjay Bhattacharya, Priya Das
		8	CRITICAL PEDAGOGY APPROACHES TO ADDRESS CASTE DYNAMICS IN URBAN INDIAN CLASSROOMS	Dr. Kavita Sharma, Vikrant Joshi,

ANTALYA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
JANUARY 2 - 4, 2026
Antalya
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

4 Ocak / Jan 4, 2026 / 11:30 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Dr. Xu Fei,**	1	BRONZE AGE RITUAL PRACTICES REVEALED THROUGH TERRACOTTA FIGURINES AT ANYANG ROYAL TOMBS	Prof. Dr. Zhang Wei, Li Ming, Dr. Wang Xiaoyu
		2	SILK ROAD CERAMIC TRADE NETWORKS UNCOVERED AT XINJIANG OASIS SETTLEMENTS	Assoc. Prof. Dr. Liu Jian, Chen Hao, Zhao Lin
		3	NEOLITHIC JADE WORKING TECHNOLOGIES AT LINGJIATAN CULTURE SITES IN NORTHWEST CHINA	Dr. Xu Fei, Huang Wei, Sun Ming
		4	HELLENISTIC INFLUENCES IN PRE-ISLAMIC QATARI SETTLEMENT ARCHITECTURE AND POTTERY	Prof. Dr. Khalid Al-Thani, Fatima Nasser
		5	PALEOENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF EARLY ISLAMIC AGRICULTURAL TERRACES IN NORTHERN QATAR	Dr. Mariam Al-Kuwari, Assoc. Prof. Dr. Hassan Mubarak
		6	INDUS VALLEY SEAL CARVING WORKSHOPS UNCOVERED AT HARAPPAN SATELLITE SITES	Vikram Singh
		7	MEGALITHIC BURIAL COMPLEXES AND IRON AGE RITUAL LANDSCAPES IN SOUTH INDIA	Assoc. Prof. Dr. Meera Nair, Sanjay Gupta
		8	EARLY HISTORIC BUDDHIST MONASTIC ECONOMIES AT SANCHI STOOPA SATELLITE SITES	Dr. Kavita Reddy, Rahul Joshi, Assis. Prof. Dr. Neha Sharma
		9	CHALCOLITHIC ROCK SHELTER ART AND SYMBOLIC LANDSCAPES IN CENTRAL INDIA	Prof. Dr. Vikram Desai, Anjali Rao
		10	MARITIME TRADE PORTS AND ROMAN COMMERCIAL NETWORKS AT ARIKAMEDU SETTLEMENT	Dr. Sanjay Bhattacharya, Lakshmi Menon, Rohit Varma

ANTALYA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 11:30 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Assoc. Prof. Dr. Hassan Abdel-Rahman,**	1	THE SYNCRETISM OF PRE-ISLAMIC TENGRISM AND ISLAMIC SUFISM IN CONTEMPORARY KAZAKH SPIRITUAL PRACTICES	Prof. Dr. Almaz Kairatov, Aigerim Sarsenova, Dr. Nurlan Tursunov
		2	TEXTUAL ANALYSIS OF MEDIEVAL KAZAKH MANUSCRIPTS ON ISLAMIC LEGAL INTERPRETATIONS	Assoc. Prof. Dr. Zhuldyz Abilkair, Erlan Bekbolatov
		3	CONTEMPORARY REVIVAL OF SUFI ORDERS AND NATIONAL IDENTITY FORMATION IN POST-SOVIET KAZAKHSTAN	Dr. Saltanat Makhmutova, Bekzhan Oralov, Assis. Prof. Dr. Daulet Nurpeisov
		4	EGYPTIAN SUFI POETRY TRADITIONS AND THEIR INFLUENCE ON CONTEMPORARY ARABIC DEVOTIONAL LITERATURE	Prof. Dr. Ahmed El-Sayed, Fatima Mahmoud
		5	QURANIC HERMENEUTICS IN CONTEMPORARY EGYPTIAN SCHOLARSHIP: BALANCING TRADITION AND MODERNITY	Assoc. Prof. Dr. Hassan Abdel-Rahman, Nour El-Din
		6	SHIITE-SUNNI DIALOGUE INITIATIVES AND INTERFAITH PEACEBUILDING IN PAKISTANI RELIGIOUS COMMUNITIES	Dr. Fatima Zahra, Assoc. Prof. Dr. Ali Raza, Imran Khan
		7	FOLK ISLAMIC HEALING PRACTICES AND BIOMEDICAL INTEGRATION IN RURAL PAKISTANI COMMUNITIES	Prof. Dr. Muhammad Aslam, Sobia Ahmed, Dr. Naveed Malik
		8	CONTEMPORARY REINTERPRETATIONS OF JIHAD CONCEPT IN PAKISTANI MADRASA CURRICULA REFORMS	Assis. Prof. Dr. Amina Siddiqui, Tariq Mehmood

ANTALYA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
JANUARY 2 - 4, 2026
Antalya
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

4 Ocak / Jan 4, 2026 / 11:30 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	**Assoc. Prof. Dr. Sevinc Nuriyeva,**	1	HUMAN TRAFFICKING VICTIM PROTECTION FRAMEWORKS IN MOLDOVAN CRIMINAL JUSTICE REFORMS	Assis. Prof. Dr. Olga Rotaru, Stefan Balan, Dr. Elena Ciumac
		2	INNOVATIVE STEM TEACHING METHODOLOGIES FOR RURAL MOLDOVAN SECONDARY SCHOOLS ENHANCING CRITICAL THINKING SKILLS	Prof. Dr. Ion Ceban, Dr. Maria Popa,
		3	BILINGUAL EDUCATION MODELS FOR ROMANIAN AND RUSSIAN-SPEAKING STUDENTS IN NORTHERN MOLDOVAN PRIMARY SCHOOLS	Assoc. Prof. Dr. Elena Ursu, Victor Rotaru
		4	DIGITAL LITERACY DEVELOPMENT THROUGH MAKER SPACES IN URBAN MOLDOVAN VOCATIONAL TRAINING CENTERS	Dr. Natalia Gherman, Mihai Balan, Assis. Prof. Dr. Olga Crudu
		5	COMMUNITY-BASED TEACHER TRAINING PROGRAMS ADDRESSING ETHIOPIAN RURAL EDUCATION DROPOUT CRISES	Prof. Dr. Tadesse Alemu, Selamawit Getachew
		6	INTEGRATING INDIGENOUS ECOLOGICAL KNOWLEDGE INTO ETHIOPIAN PRIMARY SCIENCE CURRICULA FOR SUSTAINABLE LEARNING	Dr. Firew Assefa, Assoc. Prof. Dr. Mulugeta Bekele
		7	FLIPPED CLASSROOM MODELS ENHANCING CRITICAL READING SKILLS AMONG AZERBAIJANI UNIVERSITY STUDENTS	Prof. Dr. Aysel Mammadova, Elnur Gasimov, Dr. Leyla Aliyeva
		8	INCLUSIVE EDUCATION FRAMEWORKS FOR CHILDREN WITH SPECIAL NEEDS IN BAKU MUNICIPAL PRESCHOOLS	Assoc. Prof. Dr. Sevinc Nuriyeva, Kamran Huseynov
		9	STEAM EDUCATION INTEGRATION THROUGH AZERBAIJANI FOLK ARTS IN GANJA SECONDARY SCHOOLS	Dr. Tarana Khalilova, Assis. Prof. Dr. Rauf Mammadov, Nigar Sadigova

ANTALYA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 11:30 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	**Assoc. Prof. Dr. Siti Nurjanah,**	1	MIGRATION PATTERNS AND SOCIAL INTEGRATION CHALLENGES AMONG ALBANIAN DIASPORA COMMUNITIES IN EUROPE	Prof. Dr. Arben Lika, Dr. Elira Deda, Sokol Meta
		2	GENDER ROLES TRANSFORMATION IN POST-SOCIALIST ALBANIAN RURAL COMMUNITIES	Assoc. Prof. Dr. Luljeta Hoxha, Beni Qirjako
		3	URBAN POVERTY AND SOCIAL EXCLUSION DYNAMICS IN TIRANA'S INFORMAL SETTLEMENTS	Dr. Fatmir Bega, Mira Shehu, Assis. Prof. Dr. Gentian Elezi
		4	ISLAMIC REVIVALISM AND YOUTH IDENTITY FORMATION IN INDONESIAN URBAN NEIGHBORHOODS	Prof. Dr. Ahmad Syarif, Dr. Nurul Hidayah
		5	CLIMATE CHANGE ADAPTATION STRATEGIES AMONG INDONESIAN COASTAL FISHING COMMUNITIES	Assoc. Prof. Dr. Siti Nurjanah, Budi Santoso
		6	ETHNIC MINORITY INTEGRATION CHALLENGES IN MULTIETHNIC KAZAKHSTANI CITIES	Yerkebulan Tastanbekov, Dr. Aizhan Kaskyrbekova
		7	TRANSNATIONAL FAMILY NETWORKS AMONG LABOR MIGRANTS FROM RURAL KAZAKHSTAN	Dr. Zhanna Musina, Nurdaulet Abildayev
		8	URBANIZATION EFFECTS ON TRADITIONAL NOMADIC SOCIAL STRUCTURES IN KAZAKHSTAN	Assoc. Prof. Dr. Aidana Satybaldiyeva, Temirlan Orynbayev, Assis. Prof. Dr. Zhuldyz Kenzhegulova

ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, ARCHITECTURE and MATHEMATICS
JANUARY 2 - 4, 2026
Antalya
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

4 Ocak / Jan 4, 2026 / 11:30 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 11	**Dr. Elena Garcia,**	1	EPIDEMIOLOGICAL INVESTIGATION OF BRUCELLOSIS IN DAIRY CATTLE HERDS ACROSS NORTHERN IRAN	Prof. Dr. Mohammad Rezaei, Sara Ahmadi, Ali Jafari
		2	THERAPEUTIC EFFICACY OF HERBAL NANOPARTICLES AGAINST MASTITIS IN IRANIAN SHEEP FLOCKS	Assoc. Prof. Dr. Fatemeh Karimi, Hassan Tavakoli
		3	PARASITOLOGICAL SURVEY OF GASTROINTESTINAL NEMATODES IN CAMELS UNDER INTENSIVE FARMING	Dr. Leila Hosseini, Nima Bahrami, Zahra Mahmoudi
		4	VACCINE DEVELOPMENT FOR NEWCASTLE DISEASE VIRUS IN BACKYARD POULTRY SYSTEMS	Reza Jalali, Prof. Dr. Mina Sharifi
		5	ANTIMICROBIAL STEWARDSHIP PROGRAMS FOR SWINE RESPIRATORY DISEASES IN PHILIPPINE FARMS	Assoc. Prof. Dr. Maria Santos, Dr. Jose Rizalino
		6	ZOONOTIC LEPTOSPIROSIS TRANSMISSION DYNAMICS IN URBAN-RURAL INTERFACE COMMUNITIES	Luzviminda Cruz, Roberto Villanueva, Assis. Prof. Dr. Ana Reyes
		7	NUTRITIONAL MANAGEMENT OF FOOT-AND-MOUTH DISEASE RECOVERY IN CARABAO DAIRY HERDS	Dr. Elena Garcia, Mark Torres
		8	THERMAL STRESS MITIGATION STRATEGIES FOR DAIRY GOATS IN OMAN'S ARID ENVIRONMENTS	Prof. Dr. Ahmed Al-Maskari, Fatima Said
		9	THERMAL STRESS MITIGATION STRATEGIES FOR DAIRY GOATS IN OMAN'S ARID ENVIRONMENTS	Prof. Dr. Ahmed Al-Maskari, Fatima Said

ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, ARCHITECTURE and MATHEMATICS JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 11:30 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 12	**Dr. Esther Njoroge,**	1	DEVELOPMENT OF COST-EFFECTIVE SOLAR-POWERED IRRIGATION SYSTEMS FOR PAKISTANI AGRICULTURAL COMMUNITIES	Prof. Dr. Ahmed Raza Khan, Dr. Sara Iqbal, Bilal Hassan
		2	STRUCTURAL OPTIMIZATION OF EARTHQUAKE-RESISTANT BRIDGE DESIGNS USING PAKISTANI LOCAL MATERIALS	Assoc. Prof. Dr. Fatima Zahra, Khalid Mehmood, Dr. Imran Malik
		3	ADVANCES IN LOW-COST WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGIES FOR INDUSTRIAL ZONES IN KARACHI	Dr. Nadeem Akhtar, Ayesha Siddiqui, Assis. Prof. Dr. Zubair Khan
		4	AERODYNAMIC ENHANCEMENTS FOR SMALL-SCALE WIND TURBINES IN PAKISTANI OFF-GRID COMMUNITIES	Prof. Dr. Hassan Rauf, Mariam Shah, Tariq Javed
		5	SMART BUILDING ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS FOR DUBAI'S HIGH-RISE COMMERCIAL DEVELOPMENTS	Dr. Omar Al-Fahim, Layla Hassan, Assoc. Prof. Dr. Khalid Nasser
		6	DESIGN OF SUSTAINABLE DESALINATION PLANTS UTILIZING WASTE HEAT RECOVERY IN DUBAI	Prof. Dr. Fatima Al-Suwaidi, Ahmed Khalil
		7	3D PRINTING APPLICATIONS IN CUSTOM PROSTHETICS FOR DUBAI'S DIVERSE EXPATRIATE POPULATION	Dr. Mariam Rashid, Salim Al-Mansoori, Assis. Prof. Dr. Noor Khan
		8	GEOTHERMAL ENERGY EXPLORATION AND WELL DESIGN METHODOLOGIES FOR KENYAN RIFT VALLEY	Prof. Dr. James Mwangi, Dr. Esther Njoroge, Kevin Otieno

ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, ARCHITECTURE and MATHEMATICS JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 11:30 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 13	**Assoc. Prof. Dr. Fatima Zohra,**	1	CLIMATICALLY RESPONSIVE MOSQUE ARCHITECTURE INCORPORATING INDIGENOUS VERNACULAR ELEMENTS IN PAKISTANI PUNJAB	Prof. Dr. Ahmed Zubair, Dr. Sara Khan, Bilal Ahmed
		2	EARTHQUAKE-RESILIENT MUD BRICK CONSTRUCTION TECHNIQUES FOR HERITAGE CONSERVATION IN NORTHERN PAKISTAN	Assoc. Prof. Dr. Fatima Rehman, Omar Siddiqui
		3	URBAN INFILL HOUSING MODELS ADDRESSING LAND SCARCITY IN KARACHI'S INFORMAL SETTLEMENTS	Dr. Nadia Gul, Hassan Malik, Ayesha Tariq
		4	SUSTAINABLE MARKET ARCHITECTURE REVITALIZING TRADITIONAL BAZAARS IN PESHAWAR'S OLD CITY	Assis. Prof. Dr. Imran Khan, Zainab Noor
		5	POST-COLONIAL HOUSING MORPHOLOGIES BLENDING OTTOMAN AND FRENCH ARCHITECTURAL LEGACIES IN ALGIERS	Prof. Dr. Karim Belkacem, Dr. Nadia Cherif, Samir Lounis
		6	SAHARAN VERNACULAR STRATEGIES FOR CONTEMPORARY DESERT ARCHITECTURE IN SOUTHERN ALGERIA	Assoc. Prof. Dr. Fatima Zohra, Yacine Hadji
		7	PUBLIC SPACE RECONFIGURATION STRATEGIES FOR POST-WAR URBAN RECOVERY IN ORAN'S MEDINA	Dr. Mehdi Bouziane, Amina Bouzid
		8	BYZANTINE INFLUENCES IN SERBIAN ORTHODOX MONASTERY ARCHITECTURE AND SPATIAL ORGANIZATION	Prof. Dr. Milan Petrovic, Dr. Ana Jovanovic, Nikola Radovic

ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH and SPORT SCIENCES JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Mustafa Yalçın**	1	RFID/QR-Based Instrument–Sponge Counting: A New Technological Approach in Surgical Safety	Intern Hemşire,GİZEM GÖKSU Intern Hemşire,DİLARA ÖZDEMİR Assistant Professor HATİCE ERDOĞAN
		2	PREVENTION OF VENTILATOR-ASSOCIATED PNEUMONIA IN THE INTENSIVE CARE UNIT: CURRENT NURSING STUDIES	Yüksek Lisans Öğrencisi İREM OKUMUŞ Prof. Dr. ŞENAY KARADAĞ ARLI
		3	THE IMPACT OF SURGICAL SMOKE ON HEALTHCARE PROFESSIONALS' HEALTH AND AWARENESS IN THE OPERATING ROOM	Yüksek Lisans Öğrencisi ÇİĞDEM GÖKSEL Prof. Dr. Şenay KARADAĞ ARLI
		4	Is It Knee Pain or Referred Pain from the Lumbar Spine? Ignoring the Lumbar Source in Persistent Pain After Total Knee Arthroplasty	Mustafa Yalçın
		5	THE ROLE AND NECESSITY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN NUTRITIONAL STATUS MANAGEMENT	Dt, Elif Buse CANPOLAT Eng, Mustafa Melik AYANOĞLU Asst. Prof, Büşra BAŞAR GÖKCEN
		6	DEVELOPMENT OF A DATABASE-SUPPORTED DIET INFORMATION AND PATIENT FOLLOW-UP SYSTEM WITH MOBILE AND DESKTOP INTERFACES	Dt, Elif Buse CANPOLAT Eng, Mustafa Melik AYANOĞLU Asst. Prof, Büşra BAŞAR GÖKCEN

ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH and SPORT SCIENCES JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Meral Ekim**	1	DEKOMPRESİF CERRAHİ VE PLAZMAFEREZ TEDAVİSİNE DİRENÇLİ POSTERİOR REVERSİBLE ENSEFALOPATİ SENDROMLU GEBE: FATAL CASE	Uzman Dr ESRA POLAT Prof Dr GÜLÇİN AYDIN
		2	WOLF HİRSCHHORN SENDROMLU BİR ÇOCUKTA ANESTEZİ YÖNETİMİ	Uzman Dr ESRA POLAT Prof Dr GÜLÇİN AYDIN
		3	İDİOPATİK PULMONER FİBROZİSİ OLAN HASTADA GELİŞEN BİLATERAL PNÖMOTORAKS VE PNÖMOMEDİASTİNUM OLGUSU	Uzm Dr Esra Polat Dr Güliz Alpağan
		4	ERCP SIRASINDA MYOKARD İNFARKTÜSÜ	Dr, SEHER DEVECİ Dr, ESRA POLAT
		5	Parathyroid Disease and Management	Meral Ekim Hasan Ekim
		6	Hypothyroidism: Diagnosis and Treatment	Meral Ekim Hasan Ekim
		7	NÖRAL TÜP DEFEKT (NTD) OLUŞUMUNDA ÇEVRESEL FAKTÖRLER	Elif Korkmaz
		8	ERCP SONRASINDA DİRENÇLİ KARDİYAK ARREST	Dr,ZEYNEP BUZLUK DR ESRA POLAT
		9	Kırım-Kongo Kanamalı Ateşi Şüphesi Altında Gelişen Akut Koroner Sendrom: Tedavi İkilemi Yaratan Nadir Bir Olgu	Uzman Dr ESRA POLAT

ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH and SPORT SCIENCES JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Yahya Emin YÜCEL**	1	DESIGN AND RATIONALE OF A CROSS-SECTIONAL STUDY TO MODEL MENTAL HEALTH AND WELL-BEING PATHWAYS	Vaiva Balciuniene Migle Baceviciene Rasa Jankauskiene
		2	BIOMETRIC ANALYSIS OF STUDIES ON SPORT AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE BETWEEN 2000-2025 ON WEB OF SCIENCE DATABASE	Yahya Emin YÜCEL Prof. Dr. Eser AĞGÖN
		3	KRONİK SIRT AĞRISI OLAN BİREYLERDE TORAKAL MANİPÜLASYON VE MOBİLİZASYON UYGULAMALARININ AĞRI, SPİROMETRİK PARAMETRELER, TANSİYON VE NABIZ ÜZERİNDEKİ ETKİNLİĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	Uzm. Fzt. Humar YÜKSEL Prof. Dr. Cemile Ayşe Görmeli Uzm. Fzt. Ömer Dicle KIZIL Dr. Öğr. Üyesi Sefa Haktan HATIK
		4	SAĞLIKLI BİREYLERDE NAR SUYU TÜKETİMİNİN KALP ATIM HIZI DEĞİŞKENLİĞİ ÜZERİNE AKUT ETKİSİNİN İNCELENMESİ	Buket DÖNMEZ Dr. Öğr. Üyesi, Serdar Orkun PELVAN

ANTALYA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Doç. Dr. AYSUN CANÇAT**	1	TÜRK MÜZİĞİNDE VİYOLONSEL İÇİN UYARLAMA ÖNERİLERİ	Dr. Seher ERKAN
		2	SANAT EĞİTİMİNDE ÖZ-BİÇİM DİYALEKTİĞİ VE TEMATİK YAKLAŞIM	Doç. Dr. AYSUN CANÇAT
		3	PLATON'UN SİYASET FELSEFESİNDE FİLOZOF KRALIN MEŞRUİYETİNE DOĞAL HUKUK ÜZERİNDEN BİR BAKIŞ	Doktora Öğrencisi, AHMET KAYALI
		4	STOA FELSEFESİNDE ADALET ANLAYIŞI	Muhammet Aramaz
		5	İÇ MEKÂNLARDA DOĞANIN BASTIRILMASI: BİYOFİLİK TASARIM BAĞLAMINDA KARŞILAŞTIRMALI BİR İNCELEME	Arş. Gör. Dr. AYŞENUR KANDEMİR

ANTALYA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Prof. Dr. Tahir BALCI**	1	EAST-WEST ISSUE THROUGH WOMEN AND MEN CHARACTERS IN KERİME NADİR'S NOVEL: REPENTANCE FOR LOVE	Doç. Dr. SEVRA FIRINCIOĞULLARI
		2	GAMES AND GAME EQUIPMENT AS A SPORTING ELEMENT IN DIVAN POETRY: THE DIVAN OF IBRAHIM TIRSÎ	Dr. Oğuz YILDIRIM
		3	THOUGHTS ON THE CLASSIFICATION OF LANGUAGES AND LINGUISTIC TYPING TERMINOLOGY	Prof. Dr. Tahir BALCI
		4	WORD LANGUAGE - SYLLABLE LANGUAGE	Prof. Dr. Tahir BALCI
		5	Z KUŞAĞI ÇALIŞANLARDA İŞ MOTİVASYONU VE İŞ UYUMU ÜZERİNE DERLEME ÇALIŞMASI	Psikolojik Danışman Sibel KILINÇ Prof. Dr. H. Zekavet KABASAKAL
		6	SAĞLIK ÇALIŞANLARINDA DUYGUSAL ZEKANIN İŞ PERFORMANSINA ETKİSİ: SİSTEMATİK GÖZDEN GEÇİRME	Psikolojik Danışman, Burcu YILMAZ Prof. Dr. H. Zekavet KABASAKAL

ANTALYA 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Öğr. Gör. Dr. Sema ÖZDEMİR**	1	IRAN'S PALESTINE POLICY IN THE CONTEXT OF ONTOLOGICAL SECURITY, GEOPHOBIA, AND REGIONAL HEGEMONY: A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE AHMADINEJAD AND ROUHANI PERIODS	Nurefşan SUCİ Doç. Dr. Tahsin YAMAK
		2	DİJİTAL EKONOMİYE GEÇİŞLE BERABER VERGİ İLKELERİNİN YENİDEN DEĞERLENDİRİLMESİ	Öğr. Gör. Dr. Sema ÖZDEMİR Dr. Esin GÜZHAN
		3	YÜRÜTME ORGANINA TANINAN VERGİLENDİRME YETKİSİNİN SINIRLARININ GENİŞLETİLMESİNİN ANAYASAL AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	Öğr. Gör. Dr. Sema ÖZDEMİR Dr. Esin GÜZHAN
		4	CHANGE OF LANDLORD IN A LEASE AGREEMENT	Master's Student, Rabia Güleç
		5	A New Perspective in Thermal Tourism: Experience-Oriented Service Design at Yalova Thermal Hotel	Master of Science Student, Yunus Deniz Assoc. Prof., Zuleyhan BARAN
		6	Designing a Nature-Based Rehabilitation Model for Substance Addiction: A Health Tourism–Oriented Approach Based on the Perspectives of Individuals in Recovery	Master of Science Student, Begüm Özkütük Arlı Assoc. Prof., Züleyhan BARAN

ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH and SPORT SCIENCES JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 15:30 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Dr. Nadia Cherif**	1	PREVALENCE AND MANAGEMENT OF DENTAL CARIES AMONG SCHOOL CHILDREN IN RURAL TANZANIA	Prof. Dr. Amina Hassan, Dr. Juma Kilonzo
		2	ORAL HEALTH IMPACTS OF HIV/AIDS ON ADULT PATIENTS IN DAR ES SALAAM COMMUNITIES	Assoc. Prof. Dr. Elias Mushi, Fatma Swai
		3	TRADITIONAL HERBAL REMEDIES EFFICACY FOR DENTAL PAIN MANAGEMENT IN TANZANIAN VILLAGES	Dr. Zuberi Nkya, Rehema Joseph
		4	DIGITAL DENTISTRY APPLICATIONS FOR PROSTHODONTIC REHABILITATION IN TUNISIAN ELDERLY	Prof. Dr. Karim Ben Ali, Dr. Nadia Cherif
		5	ORTHODONTIC TREATMENT OUTCOMES USING CLEAR ALIGNERS IN TUNISIAN ADOLESCENTS	Assoc. Prof. Dr. Sami Karray, Leila Hadji
		6	PERIODONTAL REGENERATIVE THERAPIES USING TUNISIAN DATE PALM DERIVED BIOMATERIALS	Dr. Hassen Trabelsi, Monia Ben Salem
		7	LASER-ASSISTED CARIES REMOVAL TECHNIQUES IN MARRAKECH PEDIATRIC DENTISTRY	Prof. Dr. Ahmed El Amrani, Dr. Fatima Zahra
		8	3D PRINTED SURGICAL GUIDES FOR DENTAL IMPLANT PLACEMENT IN MARRAKECH CLINICS	Assoc. Prof. Dr. Youssef Bennani, Sara El Khadim
		9	NANOHYDROXYAPATITE TOOTHPASTE EFFICACY FOR ENAMEL REMINERALIZATION IN MARRAKECH	Dr. Rachid Lahlou, Amina Serghini

ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH and SPORT SCIENCES
JANUARY 2 - 4, 2026
Antalya
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

4 Ocak / Jan 4, 2026 / 15:30 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Assoc. Prof. Dr. Juma Mfinanga,**	1	EFFECTS OF PERIODIZED RESISTANCE TRAINING ON MUSCLE HYPERTROPHY AND STRENGTH GAINS IN ELITE HUNGARIAN WEIGHTLIFTERS	Prof. Dr. László Kovács, Dr. Anna Szabó, Tamás Nagy
		2	NEUROMUSCULAR ADAPTATIONS TO HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING IN PROFESSIONAL HUNGARIAN SOCCER PLAYERS	Assoc. Prof. Dr. Gábor Tóth, Zoltán Kiss
		3	BIOKINEMATIC ANALYSIS OF OLYMPIC FENCING TECHNIQUES IN HUNGARIAN NATIONAL TEAM ATHLETES	Dr. Orsolya Farkas, Miklós Varga, Prof. Dr. István Szabó
		4	NUTRITIONAL STRATEGIES FOR ENDURANCE PERFORMANCE ENHANCEMENT AMONG TANZANIAN MARATHON RUNNERS	Assoc. Prof. Dr. Juma Mfinanga, Amina Hassan
		5	HEAT ACCLIMATION PROTOCOLS FOR TEAM SPORTS PERFORMANCE IN TANZANIA'S TROPICAL CLIMATE	Dr. Elias Ndugu, Fatuma Kikoti, Prof. Dr. Salum Ramadhani
		6	ANTHROPOMETRIC PROFILING AND TALENT IDENTIFICATION IN TANZANIAN YOUTH SOCCER ACADEMIES	Samwel Massawe, Dr. Rehema Kweka
		7	HYDRATION STRATEGIES AND COGNITIVE PERFORMANCE DURING PROLONGED CRICKET MATCHES IN INDIA	Assoc. Prof. Dr. Sanjay Patel, Neha Gupta
		8	WEARABLE TECHNOLOGY APPLICATIONS FOR LOAD MANAGEMENT IN INDIAN KABADDI PLAYERS	Dr. Vikram Reddy, Anjali Desai
		9	MENTAL TOUGHNESS TRAINING PROGRAMS FOR INDIAN SHOOTING ATHLETES PREPARING FOR OLYMPIC QUALIFICATION	Prof. Dr. Meera Joshi, Rohan Mehra

ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH and SPORT SCIENCES JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 15:30 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	**Assoc. Prof. Dr. Juma Kayange**	1	IMPROVED DROUGHT-TOLERANT MAIZE VARIETIES THROUGH GENOMIC SELECTION IN HUNGARIAN FIELD TRIALS	Prof. Dr. István Nagy, Dr. Anna Kovács, László Tóth
		2	PRECISION VITICULTURE TECHNOLOGIES FOR ENHANCING GRAPE QUALITY IN TOKAJ WINE REGION	Assoc. Prof. Dr. Gábor Szöllősi, Eszter Balogh
		3	BIOLOGICAL CONTROL OF COLORADO POTATO BEETLE USING ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES IN HUNGARIAN POTATO CROPS	Dr. Zoltán Vajda, Márton Farkas, Prof. Dr. Judit Halász
		4	CLIMATE-RESILIENT CASSAVA VARIETIES FOR SMALLHOLDER FARMERS IN TANZANIA'S DRYLANDS	Assoc. Prof. Dr. Juma Kayange, Amina Hassan
		5	IMPROVED PIGEON PEA PRODUCTION SYSTEMS FOR INTERCROPPING IN TANZANIAN SMALLHOLDER FARMS	Dr. Elias Nchimbi, Fatuma Mushi, Lucas Swai
		6	VERTICAL SOIL PROFILING FOR PRECISION FERTILIZER APPLICATION IN TANZANIAN MAIZE SYSTEMS	Prof. Dr. Hamisi Kilama, Zawadi Joseph
		7	ORGANIC HORTICULTURE SYSTEMS FOR MARKET-ORIENTED VEGETABLE PRODUCTION IN INDIA	Assoc. Prof. Dr. Rajesh Kumar, Priya Sharma, Amit Singh
		8	DRONE-BASED PHENOTYPING FOR SORGHUM BREEDING IN RAINFED SEMI-ARID REGIONS OF INDIA	Dr. Sanjay Patel, Neha Gupta
		9	MICRO-IRRIGATION SYSTEMS OPTIMIZATION FOR WATER-SCARCE FRUIT ORCHARDS IN RAJASTHAN	Prof. Dr. Meera Joshi, Vikram Reddy, Anjali Desai

ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH and SPORT SCIENCES JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 15:30 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	**Prof. Dr. Odgerel Chuluunbaatar,**	1	GENOMIC DIVERSITY AND ADAPTIVE EVOLUTION IN CAUCASUS POPULATIONS OF GEORGIA	Prof. Dr. Nino Tsiklauri, Dr. Levan Beridze, Mariam Kapanadze
		2	CRISPR-CAS9 MEDIATED GENE EDITING FOR RARE CARDIOMYOPATHIES IN GEORGIAN COHORTS	Assoc. Prof. Dr. Irakli Gelashvili, Tamar Lomidze
		3	MITOCHONDRIAL GENOME VARIATION AND MATERNAL LINEAGE TRACING IN GEORGIAN ETHNIC GROUPS	Dr. Giorgi Khutsishvili, Lasha Tsintsadze, Prof. Dr. Maka Chikvaidze
		4	EPIGENETIC MODIFICATIONS ASSOCIATED WITH NOMADIC LIFESTYLES IN MONGOLIAN HERDER POPULATIONS	Assis. Prof. Dr. Batbold Enkhtur, Sarantuya Ganbold
		5	GENETIC DIVERSITY OF LIVESTOCK BREEDS AND CONSERVATION STRATEGIES IN MONGOLIAN STEPPES	Dr. Tumentsogt Ganzorig, Enkhjargal Munkhbayar
		6	MICROBIOME-GENOME INTERACTIONS IN MONGOLIAN HORSE DIGESTIVE TRACT ADAPTATIONS	Prof. Dr. Odgerel Chuluunbaatar, Bolormaa Tsogt
		7	TELOMERE LENGTH DYNAMICS AND CANCER SUSCEPTIBILITY IN IRANIAN HIGH-RISK FAMILIES	Assoc. Prof. Dr. Reza Mohammadi, Sara Langaroodi, Ali Rezaei
		8	PHARMACOGENOMICS OF ANTI-EPILEPTIC DRUG RESPONSE IN IRANIAN PEDIATRIC POPULATIONS	Dr. Mina Hosseini, Yasaman Sharifi

ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, ARCHITECTURE and MATHEMATICS JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 15:30 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 11	**Assoc. Prof. Dr. Marta Sanchez,**	1	ECO-FRIENDLY MATERIALS IN SUSTAINABLE INTERIOR DESIGN	Prof. Dr. Chinedu Okeke, Dr. Ifeoma Nwosu, Adaobi Eze
		2	THE IMPACT OF NATURAL VENTILATION ON INDOOR AIR QUALITY IN URBAN BUILDINGS	Ibrahim Musa, Assoc. Prof. Dr. Amina Abdullahi
		3	SMART WATER MANAGEMENT SYSTEMS FOR URBAN ENVIRONMENTS	Alikhan Baimuratov, Assis. Prof. Dr. Dana Zhussupova, Murat Kulmanov, Yasmina Serikova
		4	GREEN INFRASTRUCTURE STRATEGIES IN CITY PLANNING: A CASE STUDY	Dr. Saltanat Kenzhegulova, Jamilya Umirzakova
		5	BIODIVERSITY AND URBAN LANDSCAPE INTEGRATION IN SPAIN	Assoc. Prof. Dr. Marta Sanchez, Dr. Luis Fernandez
		6	ADVANCED WASTE RECOVERY TECHNIQUES IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING	Josep Martinez, Clara Gomez, Prof. Dr. Elena Ruiz, Miguel Ortega, Sara Diaz
		7	ENERGY-EFFICIENT HVAC SYSTEMS FOR COMMERCIAL BUILDINGS IN DUBAI	Dr. Saeed Al Mansouri, Assis. Prof. Dr. Fatima Khalid
		8	SUSTAINABLE URBAN WATER RESOURCES MANAGEMENT AND PLANNING	Mohammed Al Falasi, Prof. Dr. Layla Ibrahim, Youssef Nasser, Hana Saeed, Dr. Khalid Ahmed

ANTALYA 1st INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, ARCHITECTURE and MATHEMATICS JANUARY 2 - 4, 2026 Antalya Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
4 Ocak / Jan 4, 2026 / 15:30 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 12	**Dr. Sanjay Rao,**	1	FORMULATION AND EVALUATION OF HERBAL NANOPARTICLES FOR ENHANCED ANTI-DIABETIC ACTIVITY IN INDIAN TRADITIONAL MEDICINE	Prof. Dr. Rajesh Kumar Singh
		2	PHARMACOKINETIC OPTIMIZATION OF CURCUMIN-LOADED LIPOSOMES FOR NEUROPROTECTIVE EFFECTS IN ALZHEIMER'S MODELS	Assoc. Prof. Dr. Meera Desai, Vikram Gupta, Neha Kapoor
		3	DEVELOPMENT OF SUSTAINED-RELEASE MATRIX TABLETS CONTAINING METFORMIN HYDROCHLORIDE USING NATURAL POLYMERS	Dr. Sanjay Rao, Anjali Verma, Rohit Jain
		4	ANTIMICROBIAL EFFICACY OF SILVER NANOPARTICLES SYNTHESIZED FROM NEEM LEAF EXTRACT AGAINST MULTIDRUG-RESISTANT BACTERIA	Assis. Prof. Dr. Kavita Sharma, Deepak Mishra
		5	FORMULATION OF ORAL FLOATING MICROSPHERES FOR ERADICATION OF HELICOBACTER PYLORI IN EGYPTIAN PATIENTS	Prof. Dr. Ahmed Hassan, Dr. Fatima Mahmoud
		6	PHARMACEUTICAL EVALUATION OF EGYPTIAN MEDICINAL PLANTS FOR ANTI-INFLAMMATORY DRUG DISCOVERY	Assoc. Prof. Dr. Mohamed Salem, Nour El-Din
		7	DEVELOPMENT OF TOICAL EMULSION GEL FOR PSORIASIS TREATMENT USING EGYPTIAN CASTOR OIL DERIVATIVES	Dr. Sara Ahmed, Khaled Osman, Assis. Prof. Dr. Reem Hassan
		8	BIOSYNTHETIC APPROACHES FOR PRODUCTION OF NOVEL ANTIBIOTICS FROM MACEDONIAN SOIL MICROBIOMES	Prof. Dr. Nikola Petrovski, Dr. Elena Risteska

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Contents

A GENERALİZATİON OF TERNARY MATRİCES WİTH ENTRİES İN B_3 1

KIYI ALANLARININ HARİTALANMASINDA HİBRİT UZAKTAN ALGILAMA YAKLAŞIMI VE AKUSTİK VERİLERLE DOĞRULANMASI: KEKOVA ÖRNEĞİ..... 13

GENOMİK SELEKSİYONDA YAPAY SİNİR AĞLARI İLE FENOTİP TAHMİNİ: DERİN ÖĞRENME VE KLASİK YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ 15

KUTUPSAL KODLAMA TABANLI ENDÜSTRİYEL KONTROL SİSTEMLERİ İÇİN SİBER TEHDİT TESPİT SİSTEMİ 25

YALIN ÜRETİMDE SEZGİSEL KARAR SÜREÇLERİNİN SİSTEMATİK HALE GETİRİLMESİ: SAHA TABANLI BİR KARAR MODELİ 31

ŞEBEKEDEN BAĞIMSIZ FOTOVOLTAİK SİSTEMLER İÇİN AKILLI DC ENERJİ İZLEME VE MATLAB DESTEKLİ PERFORMANS ANALİZİ..... 51

BİNA ENTEGRELİ FOTOVOLTAİK TERMAL (BIPV/T) SİSTEMLER, UYGULAMA ALANLARI VE PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ 65

FOTOVOLTAİK SİSTEMLERDE GÜÇ ÜRETİM TAHMİNİ İÇİN OPTİMİZE EDİLMİŞ XGBOOST MODELİNİN PERFORMANS ANALİZİ..... 79

FOTOVOLTAİK GÜÇ ÜRETİMİNİN KISA VE ORTA VADELİ TAHMİNİ İÇİN LSTM TABANLI DERİN ÖĞRENME YAKLAŞIMI 87

MEKÂNSAL DÜZENLEMENİN KOLEKTİF BELLEK ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: EZİNE İLÇE MERKEZİ ÖRNEĞİ..... 95

ALMAN KINA TAŞI İLE BOYANMIŞ KARAÇAM ODUNUNDA RENK PARAMETRELERİ ÜZERİNE FARKLI SÜRELERDE SICAK SU BUHARINA MARUZ KALMANIN ETKİLERİ 96

KAYNATILMIŞ, AĞARTILMIŞ, SOĞUK SIKIM VE RAFİNE EDİLMİŞ ÖZELLİKLERDEKİ KETEN TOHUM YAĞLARININ ADİ GÜRGEN ODUNUNDA UYGULANMASI 103

ÇANKIRI İLİNDE YAPILAN AĞAÇLANDIRMA ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN TÜRLERİN ODUN DIŞI ORMAN ÜRÜNLERİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ..... 109

SERALARDA FARKLI GEOMETRİ VE ÖRTÜ MALZEME TİPLERİNİN YAPISAL DAVRANIŞA ETKİLERİ..... 119

FESLEĞEN (*Ocimum basilicum L.*) VE LAVANTA (*Lavandula angustifolia*) TOHUMLARININ FARKLI İÇERİĞE SAHİP SULARLA SULANMASININ BAZI BÜYÜME VE ÇİMLENME PARAMETRELERİNE ETKİSİ..... 120

THE EFFECTS OF IRRİGATİON WİTH DİFFERENT WATER COMPOSİTİONS ON GERMİNATİON AND SELECTED GROWTH PARAMETERS OF BASİL (*Ocimum basilicum* L.) AND LAVENDER (*Lavandula angustifolia*) SEEDS 122

ANKARA ULUS KENTİNİNİN GEORGE R. R. MARTIN ATEŞ VE KAN ROMANIYLA EKFRASTİK GÖRSELLEŞTİRİLMESİ 124

KENTSEL KATMANLARIN İZİNDE: ANKARA ANAFARTALAR CADDESİ'NİN GÖRSEL TEMSİLLERİ 136

UNUTULMUŞ KİTAPLAR MEZARLIĞI ÜZERİNDEN EKFRASTİK VE DİJİTAL KOLAJ TEMELLİ BİR MEKÂNSAL TÜRETME SÜRECİ..... 149

KENTSEL MEKÂNA GÖSTERGELERARASI BİR YAKLAŞIM: ANAFARTALAR CADDESİ ÖRNEĞİ 161

ANKARA ANAFARTALAR CADDESİ ÜZERİNDEN EKFRASTİK OKUMA YAPILMASI: SÜRREAL KOLAJ VE YAPAY ZEKA GÖRSELLEŞTİRMELERİ..... 177

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

EPIDEMIOLOGICAL INVESTIGATION OF BRUCELLOSIS IN DAIRY CATTLE HERDS ACROSS NORTHERN IRAN 195

THERAPEUTIC EFFICACY OF HERBAL NANOPARTICLES AGAINST MASTITIS IN IRANIAN SHEEP FLOCKS196

PARASITOLOGICAL SURVEY OF GASTROINTESTINAL NEMATODES IN CAMELS UNDER INTENSIVE FARMING..... 197

VACCINE DEVELOPMENT FOR NEWCASTLE DISEASE VIRUS IN BACKYARD POULTRY SYSTEMS 198

ANTIMICROBIAL STEWARDSHIP PROGRAMS FOR SWINE RESPIRATORY DISEASES IN PHILIPPINE FARMS 199

ZOONOTIC LEPTOSPIROSIS TRANSMISSION DYNAMICS IN URBAN-RURAL INTERFACE COMMUNITIES200

NUTRITIONAL MANAGEMENT OF FOOT-AND-MOUTH DISEASE RECOVERY IN CARABAO DAIRY HERDS 201

THERMAL STRESS MITIGATION STRATEGIES FOR DAIRY GOATS IN OMAN'S ARID ENVIRONMENTS 202

DEVELOPMENT OF COST-EFFECTIVE SOLAR-POWERED IRRIGATION SYSTEMS FOR PAKISTANI AGRICULTURAL COMMUNITIES..... 203

STRUCTURAL OPTIMIZATION OF EARTHQUAKE-RESISTANT BRIDGE DESIGNS USING PAKISTANI LOCAL MATERIALS..... 204

ADVANCES IN LOW-COST WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGIES FOR INDUSTRIAL ZONES IN KARACHI..... 205

AERODYNAMIC ENHANCEMENTS FOR SMALL-SCALE WIND TURBINES IN PAKISTANI OFF-GRID COMMUNITIES..... 206

SMART BUILDING ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS FOR DUBAI'S HIGH-RISE COMMERCIAL DEVELOPMENTS..... 207

DESIGN OF SUSTAINABLE DESALINATION PLANTS UTILIZING WASTE HEAT RECOVERY IN DUBAI 208

3D PRINTING APPLICATIONS IN CUSTOM PROSTHETICS FOR DUBAI'S DIVERSE EXPATRIATE POPULATION 209

GEOTHERMAL ENERGY EXPLORATION AND WELL DESIGN METHODOLOGIES FOR KENYAN RIFT VALLEY 210

CLIMATICALLY RESPONSIVE MOSQUE ARCHITECTURE INCORPORATING INDIGENOUS VERNACULAR ELEMENTS IN PAKISTANI PUNJAB..... 211

EARTHQUAKE-RESILIENT MUD BRICK CONSTRUCTION TECHNIQUES FOR HERITAGE CONSERVATION IN NORTHERN PAKISTAN..... 212

URBAN INFILL HOUSING MODELS ADDRESSING LAND SCARCITY IN KARACHI'S INFORMAL SETTLEMENTS..... 213

SUSTAINABLE MARKET ARCHITECTURE REVITALIZING TRADITIONAL BAZAARS IN PESHAWAR'S OLD CITY 214

POST-COLONIAL HOUSING MORPHOLOGIES BLENDING OTTOMAN AND FRENCH ARCHITECTURAL LEGACIES IN ALGIERS 215

SAHARAN VERNACULAR STRATEGIES FOR CONTEMPORARY DESERT ARCHITECTURE IN SOUTHERN ALGERIA 216

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

PUBLIC SPACE RECONFIGURATION STRATEGIES FOR POST-WAR URBAN RECOVERY IN ORAN'S MEDINA 217

BYZANTINE INFLUENCES IN SERBIAN ORTHODOX MONASTERY ARCHITECTURE AND SPATIAL ORGANIZATION 218

FORMULATION AND EVALUATION OF HERBAL NANOPARTICLES FOR ENHANCED ANTI-DIABETIC ACTIVITY IN INDIAN TRADITIONAL MEDICINE 219

PHARMACOKINETIC OPTIMIZATION OF CURCUMIN-LOADED LIPOSOMES FOR NEUROPROTECTIVE EFFECTS IN ALZHEIMER'S MODELS 220

DEVELOPMENT OF SUSTAINED-RELEASE MATRIX TABLETS CONTAINING METFORMIN HYDROCHLORIDE USING NATURAL POLYMERS 221

ANTIMICROBIAL EFFICACY OF SILVER NANOPARTICLES SYNTHESIZED FROM NEEM LEAF EXTRACT AGAINST MULTIDRUG-RESISTANT BACTERIA 222

FORMULATION OF ORAL FLOATING MICROSPHERES FOR ERADICATION OF HELICOBACTER PYLORI IN EGYPTIAN PATIENTS 223

PHARMACEUTICAL EVALUATION OF EGYPTIAN MEDICINAL PLANTS FOR ANTI-INFLAMMATORY DRUG DISCOVERY 224

DEVELOPMENT OF TOPICAL EMULSION GEL FOR PSORIASIS TREATMENT USING EGYPTIAN CASTOR OIL DERIVATIVES 225

ECO-FRIENDLY MATERIALS IN SUSTAINABLE INTERIOR DESIGN 226

THE IMPACT OF NATURAL VENTILATION ON INDOOR AIR QUALITY IN URBAN BUILDINGS 227

SMART WATER MANAGEMENT SYSTEMS FOR URBAN ENVIRONMENTS 228

GREEN INFRASTRUCTURE STRATEGIES IN CITY PLANNING: A CASE STUDY 229

BIODIVERSITY AND URBAN LANDSCAPE INTEGRATION IN SPAIN 230

ADVANCED WASTE RECOVERY TECHNIQUES IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING 231

ENERGY-EFFICIENT HVAC SYSTEMS FOR COMMERCIAL BUILDINGS IN DUBAI 232

SUSTAINABLE URBAN WATER RESOURCES MANAGEMENT AND PLANNING 233

BIOSYNTHETIC APPROACHES FOR PRODUCTION OF NOVEL ANTIBIOTICS FROM MACEDONIAN SOIL MICROBIOMES 235

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

A GENERALİZATİON OF TERNARY MATRİCES WİTH ENTRİES İN B_3

Hasan Keleş[1], Umut Ertürk [2] , Halil İbrahim Şahin[3]

[1] Karadeniz Technical University, Departmants of Mathematics, hasankeles@ktu.edu.tr
0000-0001-8436-890X

[2]İlke Birey Science High School, umuterturk086106@gmail.com 0000-0002-5402-9162

[3]Karadeniz Technical University,Departmants of Computer Science, hisahin@ktu.edu.tr
0000-0003-1480-8599

ABSTRACT

This paper presents a comprehensive generalization of Yordzhev's influential theory of binary matrices to the realm of ternary matrices whose entries belong to the symmetric alphabet $B_3 = \{-1, 0, 1\}$. Yordzhev's original investigations yielded important results in combinatorics and coding theory, and this extension to the ternary setting is both mathematically natural and technologically relevant, particularly for applications in multi-level communication systems, sparse signal recovery, and machine learning (Ternary Weight Networks). The generalized framework preserves all structural components of the binary theory: weight functions, Hamming distances, orthogonality conditions, and combinatorial classes. We introduce the set of signed-regular ternary matrices $T_n^{(p,q,r)}$, defined by the constraint that each row and column contains exactly p entries equal to 1, q entries equal to 0, and r entries equal to -1, where $p+q+r=n$. By establishing a base-3 lexicographical ordering using balanced ternary codes, we prove the Extension of Yordzhev's Criterion and the Canonical Ternary Representatives Theorem, which guarantees that every row-column equivalence class in $T_n^{(p,q,r)}$ contains a unique matrix in the canonical sets $\Gamma_n^{(p,q,r)}$ and $\Delta_n^{(p,q,r)}$. These canonical forms allow us to define the counting function $\gamma_T(n;q,p,r)$ which we use to establish a three-term recurrence relation that generalizes the binary Fibonacci-type recurrence[11]. Additionally, we define the signed Hamming distance and present a Yordzhev-style sphere-packing bound for ternary vectors, providing new tools for coding theory. This work successfully unifies the combinatorial structures of binary and ternary matrices, laying a systematic foundation

for future research in signed, weighted, and higher-order matrix analysis. This comprehensive generalization not only confirms the enduring elegance of Yordzhev's original work but also provides a versatile and structured framework for systematic exploration across discrete algebra, combinatorial design, and engineering systems.

Keywords : Ternary Matrices, Yordzhev's Binary Matrix Theory, Canonical Forms, Lexicographical Ordering.

Mathematıcs Subject Classıfıcatıon (Msc 2020): $15Axx$,$15B33,94Cxx$

Introduction

Binary matrices and binary vectors have long played a central role in discrete mathematics, combinatorics, and coding theory. Yordzhev's contributions in this area include structural classifications, modular orthogonality conditions, and combinatorial enumeration of special classes of binary matrices. Because many algebraic and combinatorial systems are naturally symmetric around zero, the ternary alphabet B_3 offers an elegant extension of binary matrices.

The purpose of this paper is to generalize Yordzhev's theory to ternary matrices while preserving all structural components: weight functions, distances, orthogonality, and combinatorial classes. This generalized framework naturally enhances the expressive power of the matrix classes and expands the possible applications.

The study of matrices with restricted entries dates back to the early developments of combinatorial design theory, particularly in the construction of Hadamard matrices, incidence matrices of block designs, and binary coding structures introduced by Hamming in the late 1940s. Binary matrices later became indispensable in the theory of Boolean functions, discrete optimization, and graph theory, where adjacency matrices naturally take values in $\{0,1\}$.

By the late 20th century, interest expanded toward matrices with small discrete alphabets, motivated by the emergence of multi-level communication systems and discrete signal processing . Within this context, Yordzhev's influential work introduced refined structural classifications and combinatorial enumeration methods for binary matrices, highlighting modular orthogonality, extremal configurations, and specialized matrix families used in discrete algorithms . His contributions established a systematic framework that connected binary matrices simultaneously with combinatorial geometry, algebraic coding theory, and computational methods .

The transition from $\{0,1\}$ to symmetric alphabets such as $\{-1,1\}$ had already appeared in the theory of Walsh–Hadamard transforms and signed design matrices. The expansion to B_3 represents a further natural historical progression, enabling richer structures with both sign information (positive/negative) and sparsity (zero entries), which closely aligns with modern applications in machine learning, signal processing, and sparse representations.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Ternary matrices with entries in B_3 arise in several modern fields across mathematics, engineering, and computer science. Some of the most relevant applications include:

- **Coding Theory and Multi-Level Communication:** Ternary codes allow higher symbol capacity and improved noise tolerance. Signed symbols enable phase-based and amplitude-based encoding, extending classical binary linear codes.
- **Compressed Sensing and Sparse Signal Recovery:** Measurement matrices with entries in B_3 play a central role in deterministic and probabilistic constructions of sparse sensing operators . The presence of zero entries reduces hardware complexity while ± 1 values allow uniform magnitude sensing.
- **Machine Learning and Neural Networks:** Ternary weight networks (TWN) are widely studied because using weights in B_3 drastically reduces memory consumption and allows multiplication-free inference. Orthogonality conditions derived from Yordzhev-type theories help construct stable and well-conditioned ternary layers.
- **Combinatorial Optimization and Graph Theory:** Incidence matrices of signed graphs, oriented graphs, and multi-edge models naturally take values in B_3. Ternary structures provide a foundation for spectral graph theory and cut-based optimization.
- **Digital Signal Processing:** Multi-level discrete transforms, signed filter masks, and ternary-valued convolution kernels benefit from structure-preserving orthogonality and signed Hamming metrics.
- **Quantum and Reversible Computing:** Ternary logic (qutrit-based systems) requires algebraic and combinatorial operators that map naturally to B_3 matrices.
- **Statistical Design and Discrete Geometry:** Ternary incidence matrices allow the design of experiments with controlled sign patterns and balanced structures.

These applications show that ternary matrices not only generalize the binary case in a purely theoretical sense but also provide essential tools for contemporary computational and engineering systems. Therefore, extending Yordzhev's binary theory to the ternary alphabet B_3 is both mathematically natural and technologically relevant. This work also builds on recent contributions by Keleş on ternary logic and B_3 structures, providing a unified combinatorial and algebraic foundation for further research in coding theory, combinatorics, and discrete algebra.

Additionally, connections to Fibonacci, Lucas, and Mersenne–Lucas sequences highlight deep combinatorial structures underlying these matrices .

Preliminaries in Binary and Ternary Matrices

In this section we recall several classical definitions used in the study of binary matrices as introduced by Yordzhev , and we extend them to the case of ternary matrices whose

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

entries belong to the set B_3. These generalizations follow the structural philosophy of the binary case and serve as a basis for the new theories introduced by Keleş (2023-2025) for B_3–matrices.

Definition 2.1. *A binary matrix (or Boolean matrix, or* B_2 *–matrix) is a matrix whose entries belong to the set* B_2.

Let $n \in \mathrm{N}$. We denote by B_2 the set of all $n \times m$ binary matrices, and by $\mathrm{B}_2{}^n$ the set of all binary n–vectors.

For integers $n \geq 2$ and $0 \leq k \leq n$, following Yordzhev, we call L_n^k the set of all $n \times n$ binary matrices in which each row and each column contains exactly k entries equal to 1:

$$L_n^k = \left\{ A \in \mathrm{M}_n(\mathrm{B}_2) : \sum_{j=1}^{n} a_{ij} = k, \sum_{i=1}^{n} a_{ij} = k \right\}.$$

It is well known that L_n^k is the class of adjacency matrices of bipartite k–regular graphs of order n.

Let $A = \left[a_{ij} \right] \in \mathrm{M}_n(\mathrm{B}_2)$. Following , we define the *row code* and *column code* of A by

$$r(A) = < x_1, x_2, \ldots, x_n >, x_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} 2^{n-j},$$

$$c(A) = < y_1, y_2, \ldots, y_n >, y_j = \sum_{i=1}^{n} a_{ij} 2^{n-i}.$$

Thus $r(A)$ and $c(A)$ are vectors of nonnegative integers obtained by reading rows and columns of A in binary notation.

We then introduce the sets

$$C_{n \times n} = \{ A \in \mathrm{B}_2 : x_1 \leq x_2 \ldots \leq x_n, y_1 \leq y_2 \ldots \leq y_n \},$$

$$D_{n \times n} = \{ A \in \mathrm{B}_2 : x_1 \geq x_2 \ldots \geq x_n, y_1 \geq y_2 \ldots \geq y_n \}.$$

Matrices in $C_{n \times n}$ (resp. $D_{n \times n}$) have rows and columns sorted lexicographically in nondecreasing (resp. nonincreasing) order. This structure plays a key role in the connection between binary matrices and Fibonacci numbers established in Yordzhev(2013).

We also use the notations

$$\Gamma_n^k = C_{n \times n} \cap L_n^k, \Delta_n^k = D_{n \times n} \cap L_n^k,$$

and the counting functions

$$\gamma(n,k) = \left| \Gamma_n^k \right|, \delta(n,k) = \left| \Delta_n^k \right|.$$

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Definition 2.2 *A matrix* $A=\left[a_{ij}\right]$ *is called a ternary matrix if* $a_{ij}\in \mathrm{B}_3$ *for all* i, j *. We denote the set of all such* $n\times n$ *matrices by* $\mathrm{M}_n(\mathrm{B}_3)$.

By analogy with L_n^k for binary matrices, we introduce *signed–regular ternary matrices* as follows.

Definition 2.3. *For integers* $n\geq 2$ *and* $(p,q,r)\in \mathrm{N}^3$ *with* $p+q+r=n$, *we define* $T_n^{(p,q,r)}$ *as the set of all matrices* $A\in \mathrm{M}_n$ *such that each row and each column contains exactly* p *entries equal to* 1, q *entries equal to* 0, *and* r *entries equal to* -1.

$$T_n^{(p,q,r)}=\left\{A\in \mathrm{M}_n(\mathrm{B}_3):\forall i,j,\left|\{a_{ij}=1\}\right|=p,\left|\{a_{ij}=0\}\right|=q,\left|\{a_{ij}=-1\}\right|=r\right\}.$$

This class is a natural generalization of L_n^k ($p=k$, $q=n-k$, $r=0$).

Next, following the structure of Yordzhev's lexicographically sorted classes, we associate to every ternary row a *balanced ternary code*:

$$x_i=\sum_{j=1}^{m}(a_{ij}+1)3^{m-j}, y_j=\sum_{i=1}^{n}(a_{ij}+1)3^{n-i},$$

and define

$$r_{\mathrm{T}}(A)=<x_1,\ldots,x_n>, c_{\mathrm{T}}(A)=<y_1,\ldots,y_m>.$$

We extend Yordzhev's lexicographical classes to the ternary case:

$$C_{n\times m}^{\mathrm{T}}=\{A\in \mathrm{M}_n(\mathrm{B}_3): r_{\mathrm{T}}(A) \text{ and } c_{\mathrm{T}}(A) \text{ are nondecreasing }\},$$

$$D_{n\times m}^{\mathrm{T}}=\{A\in \mathrm{M}_n(\mathrm{B}_3): r_{\mathrm{T}}(A) \text{ and } c_{\mathrm{T}}(A) \text{ are nonincreasing }\}.$$

Finally, we define the ternary analogues of Γ_n^k and Δ_n^k:

$$\Gamma_n^{(p,q,r)}=C_{n\times n}^{\mathrm{T}}\cap T_n^{(p,q,r)}, \Delta_n^{(p,q,r)}=D_{n\times n}^{\mathrm{T}}\cap T_n^{(p,q,r)},$$

and the counting functions

$$\gamma_{\mathrm{T}}(n;p,q,r)=\left|\Gamma_n^{(p,q,r)}\right|, \delta_{\mathrm{T}}(n;p,q,r)=\left|\Delta_n^{(p,q,r)}\right|$$

These objects will serve as the foundational building blocks for the extension of Yordzhev's theorems to signed ternary matrices and for the new results obtained by Keleş on the combinatorial structure of B_3–matrices.

Main Results

In this section we establish the fundamental structural results that generalize Yordzhev's theory of binary matrices to the ternary signed–regular matrices $T_n^{(p,q,r)}$. All results follow the classical philosophy: matrices are grouped into lexicographically canonical

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

representatives whose row and column codes satisfy monotonicity, and the equivalence classes are counted by integer-valued functions naturally extending $\gamma(n,k)$ and $\delta(n,k)$.

Following Yordzhev, two matrices $A,B \in \mathrm{M}_n(\mathrm{B}_2)$ are called *row–column equivalent* if B may be obtained from A by simultaneously permuting its rows and columns.

Lemma 4. *Let $A,B \in T_n^{(p,q,r)}$. Then A and B are row–column equivalent if and only if* $r_{\mathrm{T}}(A) = r_{\mathrm{T}}(B)$ and $c_{\mathrm{T}}(A) = c_{\mathrm{T}}(B)$.

Proof. The proof follows the binary argument with the base changed from 2 to 3, and by replacing the Boolean alphabet B_2 with the balanced ternary alphabet B_3. Row permutations maintain the multiset of row codes, and column permutations maintain the multiset of column codes. The lexicographic ordering ensures the codes are identical exactly when the matrices differ only by row–column permutations. □

Theorem 5. *Every equivalence class in $T_n^{(p,q,r)}$ contains one and only one matrix in $\Gamma_n^{(p,q,r)}$ and one and only one matrix in $\Delta_n^{(p,q,r)}$.*

Proof. Sort the rows of any given $A \in T_n^{(p,q,r)}$ according to their balanced ternary codes, and then sort the columns of the resulting matrix similarly. This produces a matrix in $C_{n\times n}^T$. Since row and column sums are invariant under permutations, the resulting matrix belongs to $T_n^{(p,q,r)}$. Uniqueness follows because lexicographical nondecreasing (or nonincreasing) order is total. □

Proposition 6. *For fixed (p,q,r) with $p+q+r=n$, the number of equivalence classes of $T_n^{(p,q,r)}$ under row–column permutations is*

$$N(n;p,q,r) = \gamma_T(n;p,q,r) = \delta_T(n;p,q,r).$$

Proof. Immediate from the previous theorem: each equivalence class contains exactly one canonical representative in both canonical sets $\Gamma_n^{(p,q,r)}$ and $\Delta_n^{(p,q,r)}$. □

The binary case establishes that

$$\gamma(n,k) = \gamma(n-1,k) + \gamma(n-1,k-1),$$

a recurrence related to Fibonacci numbers. The ternary case involves three parameters and thus yields a three-term recurrence.

Theorem 7. *Let $n \geq 2$ and $p+q+r=n$. Then*

$$\gamma_{\mathrm{T}}(n;p,q,r) = \gamma_{\mathrm{T}}(n-1;p-1,q,r) + \gamma_{\mathrm{T}}(n-1;p,q-1,r) + \gamma_{\mathrm{T}}(n-1;p,q,r-1),$$

with the convention that $\gamma_T(n;\alpha,\beta,\gamma) = 0$ whenever any entry is negative.

Proof. Every canonical matrix in $\Gamma_n^{(p,q,r)}$ begins with a first row of one of the following forms:

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

$$(1,0,-1,\ldots),(0,1,-1,\ldots),(-1,0,1,\ldots),$$

depending on how many 1's, 0's, and -1's are assigned to that row. Removing the first row and corresponding columns reduces the parameters by $(1,0,0)$, $(0,1,0)$, or $(0,0,1)$ respectively. The lexicographic monotonicity ensures each reduction corresponds to a unique smaller canonical matrix. □

Proposition 8 (Sign–Reversal Symmetry). *Let $A \in T_n^{(p,q,r)}$. Define A by replacing all 1's with -1's and vice versa. Then*

$$A \in T_n^{(r,q,p)} \text{ and } \gamma_{\mathrm{T}}(n;p,q,r) = \gamma_{\mathrm{T}}(n;r,q,p).$$

Proof. Interchanging the roles of 1 and -1 preserves lexicographic ordering in balanced ternary representation up to sign reversal. Thus canonical representatives are mapped bijectively. □

Corollary 9. *For $r=0$ and $p=k$, $q=n-k$, the ternary recurrence becomes the binary recurrence $\gamma(n,k)=\gamma(n-1,k)+\gamma(n-1,k-1)$, and the ternary canonical classes reduce to Yordzhev's binary classes.*

Proof. Set $r=0$. Entries -1 are no longer allowed, so the third term of the ternary recurrence vanishes. Balanced ternary codes reduce to binary codes, concluding the proof. □

Theorem 10. *For both alphabets B_2 and B_3, every matrix in L_n^k or $T_n^{(p,q,r)}$ is row–column equivalent to a unique matrix whose row and column codes are lexicographically monotone. These canonical forms generate the counting functions $\gamma(n,k)$ and $\gamma_{\mathrm{T}}(n;p,q,r)$ respectively.*

Proof. The binary case is Yordzhev's theorem. The ternary case is established above via lexicographical ordering using base 3 codes. The two theories coincide structurally, differing only in the size of the alphabet and the dimensionality of the regularity condition. □

In this section we illustrate the theory developed for $T_n^{(p,q,r)}$ using 4×4 ternary matrices. Examples, tables, and visual representations are provided, showing canonical forms and combinatorial properties.

Example 11. Let $A \in T_4^{(1,2,1)}$:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Each row and column contains exactly one 1, two 0s, and one -1 .

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Examples of 4×4 *ternary matrices in* $T_4^{(1,2,1)}$ *with row/column codes*

Matrix	Row/Column Code
$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	$r_{\mathbb{T}} = (7,5,5,7), c_{\mathbb{T}} = (5,5,5,4)$
$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	$r_{\mathbb{T}} = (5,5,6,5), c_{\mathbb{T}} = (5,5,5,6)$

1	0	0	-1
0	1	-1	0
0	-1	1	0
-1	0	0	1

Figure 1: 4×4 ternary matrix. Blue = 1, White = 0, Red = -1.

Two 4×4 ternary matrices $A,B\in T_4^{(1,2,1)}$ are *orthogonal* if

$$\sum_{i,j} a_{ij} b_{ij} = 0.$$

Definition 3.9. *For* $A,B\in T_4^{(1,2,1)}$, *define*

$$d_{\mathrm{T}}(A,B) = \sum_{i,j} \left| a_{ij} - b_{ij} \right|.$$

This generalizes the Hamming distance to 4×4 *ternary matrices.*

Proposition 13. *There are exactly* 36 *distinct matrices in* $T_4^{(1,2,1)}$, *up to row and column permutations. This can be verified using the row and column codes.*

Let $A\in T_4^{(p,q,r)}$. Then

$$A\in C_{4\times 4}^{\mathrm{T}} \Leftrightarrow x_i \le x_{i+1}, y_j \le y_{j+1} \forall i,j.$$

A ternary matrix of size $m\times n$ is defined as

$$A = \left[a_{ij} \right], a_{ij} \in \mathrm{B}_3.$$

The full space of such matrices is denoted by

$$T_{m,n} = \mathrm{B}_3^{\,m\times n}.$$

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

For a vector $x=(x_1,\ldots,x_n)$, we define the absolute weight

$$w(x)=\sum_{i=1}^{n}|x_i|.$$

We also use the frequency representation

$$n_{-1}(x)+n_0(x)+n_1(x)=n$$

and

$$w(x)=n_{-1}(x)+n_1(x).$$

The standard ternary Hamming distance between vectors x and y is defined as

$$d(x,y)=|\{i:x_i\neq y_i\}|,$$

while the signed Hamming distance is

$$d_s(x,y)=\sum_{i=1}^{n}|x_i-y_i|.$$

Vectors x and y may also satisfy orthogonality conditions. Real orthogonality is

$$x\square y=\sum_i x_i y_i=0,$$

and modular orthogonality (mod 3) is

$$x\square y\equiv 0(mod 3).$$

We can define structured subclasses of ternary vectors, such as the fixed-weight class

$$T(n,k)=\{x\in \mathrm{B}_3{}^n : w(x)=k\},$$

whose cardinality is

$$|T(n,k)|=\binom{n}{k}2^k.$$

The total number of ternary vectors of length n is 3^n, and the signed Hamming sphere volume of radius r is

$$V_s(n,r)=\sum_{i=0}^{\lfloor r/2\rfloor}\sum_{j=0}^{r-2i}\binom{n}{i,j,n-i-j}.$$

A Yordzhev-type generalized theorem can be stated as follows. Let $X\subseteq \mathrm{B}_3{}^n$ be a set such that $d_s(x,y)\geq r$ for all distinct $x,y\in X$. Then

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

$$|X| \le \frac{3^n}{V_s(n, r-1)}.$$

Proof. The signed Hamming spheres of radius $r-1$ are disjoint. Sphere packing yields the result. □

Additional new theorems include bounds under signed orthogonality and fixed-weight packing. Let $X \subseteq \mathrm{B}_3^{\,n}$ be a family of vectors pairwise orthogonal under the real inner product. Then

$$|X| \le n+1.$$

If all vectors in X satisfy $w(x) = k$ and $d_s(x, y) \ge 2$ for $x \ne y$, then

$$|X| \le \binom{n}{k}.$$

To visualize the ternary alphabet, consider the points on the real line:

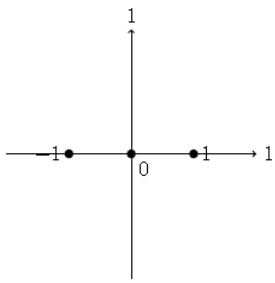


Figure 2: Ternary alphabet B_3 on the real line

The signed difference contributions for each symbol are summarized in Table :

Symbol	Meaning	Contribution to $d_s(x, y)$
0	Neutral	Possible difference 0 or 1
± 1	Signed value	Possible difference 0, 1, or 2

Table 2: Signed difference contributions in ternary vectors.

Conclusion and Future Work

In this work, we have presented a comprehensive generalization of Yordzhev's classical binary matrix theory to the realm of ternary matrices with entries in the set B_3. By extending the binary framework, we introduced a systematic approach that incorporates balanced ternary codes, absolute weight functions, and multiple notions of distance, including both standard Hamming distance and signed Hamming distance. This allowed us to rigorously define and study structured subclasses of ternary matrices, such as fixed-weight classes, signed-regular matrices, and their canonical representatives.

We have established several fundamental theorems that mirror the classical results for binary matrices, including the existence and uniqueness of lexicographically monotone canonical forms, enumeration formulas for equivalence classes under row–column permutations, and recurrence relations generalizing the binary Fibonacci-type recurrences to a ternary setting. Additionally, we provided new bounds for families of pairwise orthogonal ternary vectors, both in the real inner product and under modular arithmetic, as well as combinatorial packing bounds for fixed-weight ternary vectors with prescribed signed Hamming distances. These results demonstrate that the ternary extension preserves the elegant combinatorial structure of the binary case while adding symmetry and flexibility, particularly relevant for applications in coding theory and combinatorial design.

The visual and tabular representations, including 4×4 examples, row and column code calculations, and TikZ illustrations, highlight the practical and intuitive understanding of ternary matrix structures. Such representations make it easier to analyze orthogonality conditions, distance measures, and lexicographical ordering directly, providing tools for further algorithmic and computational exploration.

Looking forward, this generalized ternary framework opens several avenues for future research. First, the investigation of larger alphabets, beyond B_3, could lead to a fully unified q-ary matrix theory, combining combinatorial, algebraic, and coding-theoretic perspectives. Second, the study of ternary matrices in the context of error-correcting codes, particularly for ternary linear codes and lattice-based constructions, offers promising applications in information theory. Third, algorithmic generation and enumeration of canonical representatives for large n remains a computational challenge, motivating the development of efficient enumeration, sampling, and optimization methods. Finally, connections with graph theory, such as signed and weighted adjacency matrices, and with linear algebra, including spectral properties and eigenstructure analysis, suggest rich interdisciplinary directions that extend well beyond the initial combinatorial setting.

In summary, the ternary extension not only generalizes Yordzhev's original binary results but also provides a versatile and structured framework that can serve as a foundation for future theoretical and applied investigations in combinatorics, coding theory, and matrix analysis. By establishing a rigorous set of tools, definitions, and results, this work lays the groundwork for a systematic exploration of signed, weighted, and higher-order matrices and their combinatorial properties.

References

K. Yordzhev, *On some classes of binary matrices*, *Notes on Number Theory and Discrete Mathematics*, 2025, Volume 31, Number 4, 728–735, DOI: 10.7546/nntdm.2025.31.4.728-735.

K. Yordzhev, *On some classes of binary matrices*, *Mathematica Balkanica*, 23(3–4), 2009.

H. Keleş, "On B3 and Fuzzy Set", in *Proceedings of the 1st TROIA International Conference on Applied Sciences*, Çanakkale, Türkiye, 21–23 Şubat 2025, pp. 35–39.

H. Keleş, “On The Basic Structure of Logic B3”, in *4th International Congress of Engineering and Natural Sciences Studies*, Ankara, Türkiye, 24–25 Mayıs 2024, p. 39 (Özet Bildiri).

H. Keleş, “On the Basics of Logics B3 and Boolean”, in *Africa 4th International Conference on New Horizons in Science*, Casablanca, Fas, 19–21 Ocak 2024, pp. 213–221.

H. Keleş, “On the Concept of Centroid for Element χ in $\mathbb{R}$”, in *Africa 4th International Conference on New Horizons in Science*, Casablanca, Fas, 19–21 Ocak 2024, pp. 200–206.

H. Keleş, “On Complement of Base in B3”, in *10th International Conference on Applied Sciences*, Kırklareli, Türkiye, 6–8 Ocak 2024, pp. 47–53.

H. Keleş, *On The Basic Structure of Logic B3*, in: E. İslamoğlu (ed.), *Advanced Research in Mathematics, Technology, and Social Sciences*, BIDGE Publications, Ankara, 2024, pp. 4–20.

K. Atanassov, V. Atanassova, A. Shannon, and J. Turner, *New Visual Perspectives on Fibonacci Numbers*, World Scientific, Singapore, 2002.

C. M. Da Fonseca and P. Saraiva, “Some remarks on bivariate Mersenne–Lucas polynomials,” *Chaos, Solitons & Fractals*, vol. 200, Article ID 116901, 2025.

T. Koshy, *Fibonacci and Lucas Numbers with Applications*, John Wiley & Sons, 2011.

V. E. Tarakanov, “Enumeration of stochastic cubes,” *Combinatorial Analysis*, vol. 5, pp. 4–15, 1972 (in Russian).

K. Yordzhev, “On an algorithm for isomorphism-free generations of combinatorial objects,” *International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science*, vol. 2, no. 6, pp. 215–220, 2013.

K. Yordzhev, “Factor-set of binary matrices and Fibonacci numbers,” *Applied Mathematics and Computation*, vol. 236, pp. 235–238, 2014.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

KIYI ALANLARININ HARİTALANMASINDA HİBRİT UZAKTAN ALGILAMA YAKLAŞIMI VE AKUSTİK VERİLERLE DOĞRULANMASI: KEKOVA ÖRNEĞİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Aysemin ERİŞİR AKTÜRK, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Bölümü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, ayseminerisir@gmail.com, ORCID ID: 0009-0002-5285-537X

Prof. Dr. Füsun Balık ŞANLI, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, ORCID ID: 0000-0003-1243-8299

ÖZET

Sığ su alanlarının yüksek çözünürlüklü ve güncel batimetri haritalarının üretilmesi, kıyı bölgesi yönetimi, seyir emniyeti ve su altı kültürel mirasının korunması açısından kritik öneme sahiptir. Geleneksel akustik yöntemler (Tek/Çok Bimli İskandil, TBİ/ÇBİ) yüksek doğruluk sağlamakla birlikte, sığ ve kayalık alanlarda operasyonel zorluklar içermekte, yüksek maliyet ve zaman gerektirmektedir. Bu çalışmada, Antalya-Kekova Özel Çevre Koruma Bölgesi'nde, maliyet etkin ve sürdürülebilir bir alternatif olarak Uydu Kaynaklı Batimetri (SDB) yönteminin uygulanabilirliği araştırılmıştır.

Çalışma metodolojisi, aktif ve pasif uzaktan algılama sensörlerinin entegrasyonuna (hibrit yaklaşım) dayanmaktadır. Bu kapsamda, NASA'nın ICESat-2 (ATLAS) uydusundan elde edilen foton sayım LIDAR verileri ile Sentinel-2 uydusunun çok spektralli optik görüntüleri birleştirilmiştir. Çalışma alanında gerçekleştirilen analizler sonucunda, ATLAS sensöründen kıyı ve sığ su alanlarını kapsayan toplam 28.559 adet geçerli derinlik verisi (foton) tespit edilmiş ve bu veriler optik görüntülerin eğitilmesinde referans (seed) veri olarak kullanılmıştır. Üretilen SDB modeli, bölgede daha önce gerçekleştirilmiş yüksek ayrımlı akustik batimetri haritaları ile karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Ön bulgular, özellikle 0-15 metre derinlik aralığında ve batık yapıların bulunduğu sığ sularda, uydu verilerinin yerel morfolojiyle yüksek uyum gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışma, Türkiye kıyılarında uydu teknolojileri kullanılarak operasyonel maliyetlerin düşürülebileceğini ve geniş alanların hızlı bir şekilde haritalanabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: ICESat-2, Sentinel-2, Uydu Kaynaklı Batimetri (SDB), Kıyı Yönetimi, Kekova, Tek Bimli İskandil, Çok Bimli İskandil.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

A HYBRID REMOTE SENSING APPROACH FOR COASTAL CHART AND VALIDATION WITH ACOUSTIC DATA: THE CASE OF KEKOVA

ABSTRACT

Producing high-resolution and up-to-date bathymetry charts of shallow coastal areas is critical for coastal zone management, marine safety, and the preservation of underwater cultural heritage. Although traditional acoustic methods (single/multi-beam echosounders) provide high accuracy, they present operational challenges in shallow and rocky areas, involving high costs and time requirements. In this study, the applicability of the Satellite-Derived Bathymetry (SDB) method was investigated as a cost-effective and sustainable alternative in the Antalya-Kekova Special Environmental Protection Area.

The methodology relies on the integration of active and passive remote sensing sensors (hybrid approach). Within this scope, photon-counting LIDAR data from NASA's ICESat-2 (ATLAS) satellite were merged with multi-spectral optical imagery from the Sentinel-2 satellite. Analysis performed in the study area identified a total of 28,559 valid depth points (photons) covering the coastal and shallow water zones from the ATLAS sensor. These points were utilized as seed data for training the optical images. The generated SDB model was validated by comparing it with previously acquired high-resolution acoustic bathymetry charts of the region. Preliminary findings reveal a high morphological correlation between satellite data and local ground truth, particularly in the 0-15 meter depth range and shallow zones containing submerged structures. This study demonstrates that satellite technologies can significantly reduce operational costs and enable rapid charting of extensive coastal areas along the Turkish coastline.

Keywords: ICESat-2, Sentinel-2, Satellite-Derived Bathymetry (SDB), Coastal Management, Kekova, Single-beam Echosounders, Multi-beam Echosounders.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

GENOMİK SELEKSİYONDA YAPAY SİNİR AĞLARI İLE FENOTİP TAHMİNİ: DERİN ÖĞRENME VE KLASİK YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

PHENOTYPE PREDİCTİON WİTH ARTİFİCİAL NEURAL NETWORKS İN GENOMİC SELECTİON: A COMPARATİVE ANALYSİS OF DEEP LEARNİNG AND CLASSİCAL METHODS

Salih Taha Alperen ÖZÇELİK [1]

[1] Bingöl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, sozcelik@bingol.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-7929-7542

ÖZET

Bu çalışmada, genomik seleksiyonda derin yapay sinir ağları (MLP) ile klasik makine öğrenmesi yöntemlerinin sistematik karşılaştırılması amaçlanmıştır. Simüle edilmiş 1500 birey ve 800 SNP marker içeren veri seti kullanılarak, epistatik ve non-lineer genetik mimariye sahip bir fenotip oluşturulmuştur (h^2=0.7). İki farklı yapay sinir ağı modeli (standart ve optimize edilmiş) ile altı klasik yöntem (Ridge, LASSO, ElasticNet, Random Forest, Gradient Boosting, SVR) karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, ElasticNet'in en yüksek tahmin doğruluğunu (R^2=0.526, RMSE=6.41) gösterdiğini ortaya koymuştur. Hiperparametre optimizasyonu yapay sinir ağı performansını önemli ölçüde artırmış (R^2: -0.014 → 0.179), ancak optimize edilmiş derin mimari (247,840 parametre) bile bu veri seti boyutunda ElasticNet'in performansının sadece %34'üne ulaşabilmiştir. Bulgular, orta ölçekli genomik veri setlerinde (n<3000) regularize lineer yöntemlerin hesaplama etkinliği ve robust performans açısından tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir. Yapay sinir ağları ve derin öğrenme yöntemleri, büyük veri setlerinde (n>5000), kompleks epistatik ilişkilerin dominant olduğu durumlarda ve uygun hiperparametre optimizasyonu ile potansiyel göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Genomik seleksiyon, yapay sinir ağları, derin öğrenme, makine öğrenmesi, fenotip tahmini

1. GİRİŞ

Genomik seleksiyon, Meuwissen ve ark. tarafından önerilen ve modern bitki-hayvan ıslahında devrim yaratan bir yaklaşım olup, genom çapında yoğun moleküler markerlere dayalı damızlık değer tahminini mümkün kılmaktadır [1]. Son yirmi yılda Ridge regresyon (RR-BLUP), LASSO, ElasticNet ve Bayesyen yöntemler genomik tahmin için standart araçlar haline

gelmiş, ancak bu lineer modellerin gen-gen etkileşimlerini (epistasis) ve karmaşık non-lineer ilişkileri yakalamadaki sınırlılıkları yeni yaklaşımlara olan ihtiyacı artırmıştır [2, 3].

Yapay zeka ve makine öğrenmesindeki hızlı gelişmeler, genomik seleksiyona yeni bir boyut kazandırmıştır. Özellikle derin öğrenme yöntemleri, büyük genomik veri setlerini işleme ve kompleks pattern'leri öğrenme kapasiteleri ile dikkat çekmektedir [4]. Multi-layer perceptron (MLP) mimarileri, çoklu gizli katmanlar aracılığıyla non-additif genetik varyansı modelleyebilmekte [5], convolutional neural networks (CNN) linkage disequilibrium bloklarını ve lokal genomik yapıları yakalayabilmekte [3, 6], transformer tabanlı modeller ise self-attention mekanizmaları ile uzun menzilli genetik etkileşimleri analiz edebilmektedir [7, 8].

Son literatür, derin öğrenmenin genomik seleksiyondeki potansiyeli konusunda hem umut verici hem de dikkatli olunması gereken bulgular sunmaktadır. Montesinos-López ve ark. multimodal derin öğrenme yöntemlerinin genomik, çevresel ve fenotipik verileri entegre ederek tahmin doğruluğunu artırabileceğini göstermiştir [9]. Wang ve ark. yorumlanabilir derin öğrenme çerçevesinin büyük genomik veri setlerinde klasik yöntemleri aştığını bildirirken [10], Lourenço ve ark. kapsamlı karşılaştırma çalışmalarında derin öğrenmenin her zaman lineer yöntemlerden üstün olmadığını, performansın veri seti boyutu ve genetik mimariye bağlı olduğunu rapor etmiştir [11].

Kritik bir faktör, veri seti boyutu ile model karmaşıklığı arasındaki dengedir. Montesinos-López ve ark. yaptıkları geniş çaplı çalışmada, derin öğrenme modellerinin GBLUP'tan üstün olabilmesi için yeterli veri miktarına ve uygun hiperparametre optimizasyonuna ihtiyaç duyduğunu göstermiştir [12]. Mota ve ark. multi-layer neural network ve support vector regression'ı parametrik yöntemlerle karşılaştırmış, küçük-orta ölçekli veri setlerinde lineer yöntemlerin hala rekabetçi olduğunu bulmuştur [13]. Kelly ve ark. Arabidopsis'te yaptıkları çalışmada, makine öğrenmesi yöntemlerinin özellik mühendisliği ve hiperparametre ayarı gerektirdiğini, aksi takdirde performansın düşük kaldığını vurgulamıştır [14].

Hiperparametre optimizasyonu, derin öğrenme başarısının anahtarı olarak öne çıkmaktadır. Azodi ve ark. kapsamlı benchmark çalışmalarında, varsayılan parametrelerle çalışan derin modellerin zayıf performans gösterdiğini, ancak sistematik hiperparametre araması ile önemli iyileşmeler sağlandığını bildirmiştir [15]. Li ve ark. hybrid derin öğrenme yaklaşımlarının ensemble stratejileri ile kombine edildiğinde daha robust sonuçlar verdiğini göstermiştir [16]. Bununla birlikte, Escamilla ve ark. genomik seleksiyonun özü ve geleceğine dair kapsamlı incelemelerinde, derin öğrenmenin pratik ıslah programlarında rutin kullanımı için hala hesaplama maliyeti, yorumlanabilirlik ve genelleme yeteneği konularında zorluklar olduğunu belirtmiştir [17].

Mevcut literatürde belirgin bir boşluk, farklı model türlerinin kontrollü koşullarda ve bilinen genetik mimari ile sistematik karşılaştırılmasıdır. Birçok çalışma gerçek veri setlerinde karşılaştırma yapmakta, ancak gerçek genetik mimarinin bilinmemesi modellerin doğruluğunun objektif değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda, simülasyon tabanlı yaklaşımlar kritik öneme sahiptir [18].

Bu çalışmanın amacı, genomik seleksiyonda derin yapay sinir ağları (MLP) ile klasik makine öğrenmesi yöntemlerinin (regularize regresyon, ensemble yöntemleri, kernel yöntemleri) kontrollü simülasyon ortamında sistematik karşılaştırılmasıdır. Özellikle (i) hiperparametre

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

optimizasyonunun YSA performansına etkisi, (ii) farklı model türlerinin epistatik ve non-lineer genetik mimarileri yakalama yeteneği, (iii) orta ölçekli veri setlerinde (n=1500) model seçimi stratejileri araştırılmıştır. Bulgular, ıslah programlarında genomik tahmin için uygun yöntem seçimine rehberlik edecektir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Simülasyon Veri Seti

Çalışmada 1500 birey ve 800 SNP marker içeren simüle bir veri seti oluşturulmuştur. Genotip matrisi, her SNP için 0-1-2 kodlaması kullanılarak oluşturulmuş ve Hardy-Weinberg dengesine yakın frekanslar (0.25-0.50-0.25) uygulanmıştır. Genetik mimari için 800 markerin 80'i QTL olarak seçilmiş ve etkileri normal dağılımdan (μ=0, σ=1.2) örneklenmiştir. Gerçek biyolojik sistemleri temsil etmek için 30 epistatik etkileşim ve 20 kuadratik terim eklenmiştir [19, 20]. Kalıtım derecesi h^2=0.7 olarak belirlenmiş, fenotipik değerler genetik ve çevresel varyans toplamı ile oluşturulmuştur. Veri seti %80 eğitim (n=1200) ve %20 test (n=300) olarak bölünmüş, tüm değişkenler standardize edilmiştir.

2.2. Yapay Sinir Ağı Modelleri

İki farklı YSA modeli kullanılmıştır. YSA- Standart modeli 3 gizli katman (100-50-25 nöron), ReLU aktivasyonu ve varsayılan parametrelerle yapılandırılmıştır. YSA- Optimize modeli ise Görsel 3'te görüldüğü üzere 4 gizli katman (256-128-64-32 nöron) ile daha derin bir mimariye sahiptir ve toplam 247,840 parametre içermektedir. Optimize modelde L2 regularizasyonu (α=0.001), Adam optimizasyonu (lr=0.001), early stopping (patience=20) ve maksimum 1000 iterasyon kullanılmıştır [21, 22].

2.3. Klasik Yöntemler

Karşılaştırma için altı klasik yöntem kullanılmıştır: Ridge regresyon (α=10.0), LASSO (α=0.1), ElasticNet (α=0.1, l1_ratio=0.5), Random Forest (200 ağaç, max_depth=15), Gradient Boosting (200 ağaç, lr=0.1) ve SVR (RBF kernel, C=10.0). Tüm modeller scikit-learn kütüphanesi ile Python 3.8'de eğitilmiştir [23].

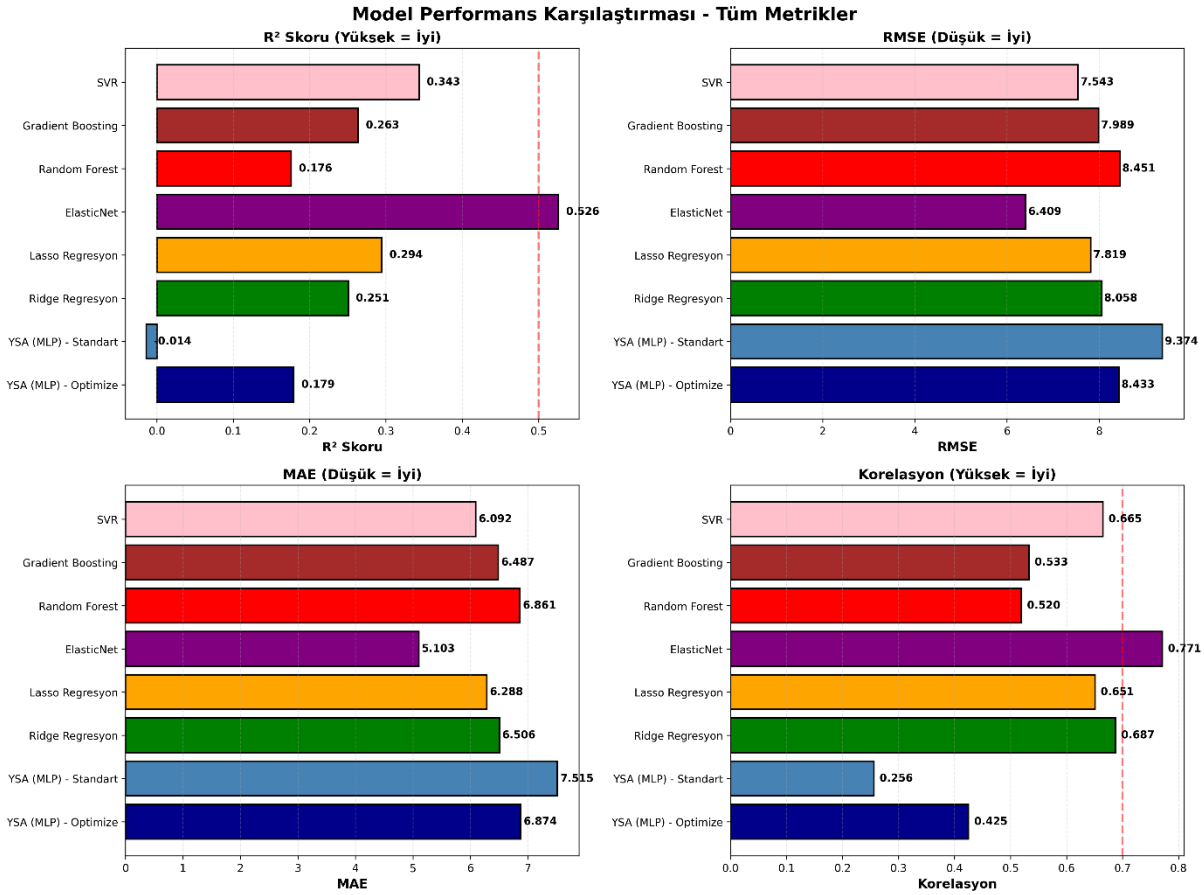
2.4. Performans Metrikleri

Modeller R^2 skoru, RMSE, MAE ve Pearson korelasyonu ile değerlendirilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

3. BULGULAR

3.1. Model Performans Karşılaştırması



Görsel 1. Model Performans Karşılaştırması- Tüm Metrikler

Görsel 1'de görüldüğü üzere, sekiz modelin dört farklı metrik açısından karşılaştırılması yapılmıştır. ElasticNet en yüksek R^2 skorunu (0.526) elde ederek tüm modeller arasında birinci olmuştur. SVR (0.343), LASSO (0.294), Gradient Boosting (0.263) ve Ridge (0.251) onu takip etmiştir. YSA - Optimize 0.179 R^2 ile altıncı sırada yer alırken, YSA - Standart negatif R^2 (-0.014) ile en düşük performansı göstermiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Model Performans Sonuçları

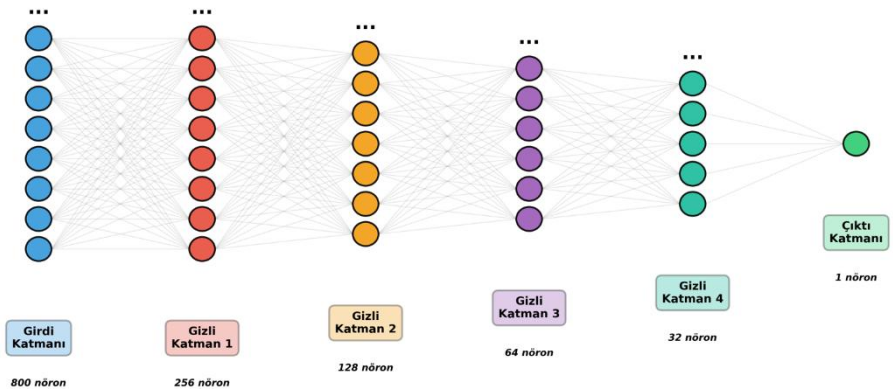
Model	R^2	RMSE	MAE	Korelasyon
ElasticNet	0.5259	6.4094	5.1028	0.7712
SVR	0.3433	7.5434	6.0917	0.6648
LASSO	0.2944	7.8189	6.2880	0.6511
Gradient Boosting	0.2634	7.9887	6.4872	0.5333
Ridge	0.2505	8.0584	6.5056	0.6874
YSA - Optimize	0.1792	8.4334	6.8744	0.4250
Random Forest	0.1757	8.4510	6.8606	0.5196
YSA - Standart	-0.0141	9.3737	7.5151	0.2562

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Görsel 2. Model Performans Isı Haritası

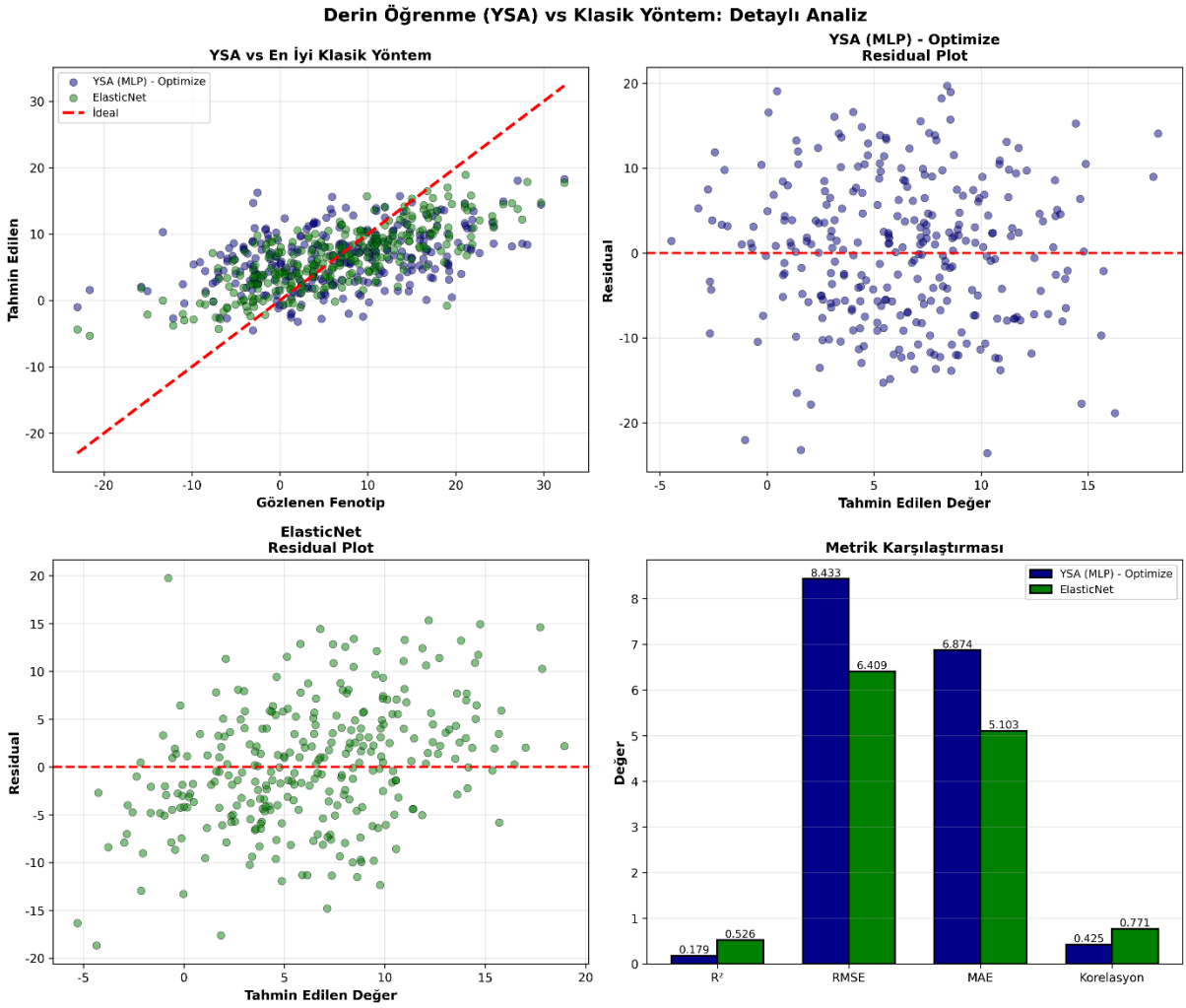
Görsel 2'de görüldüğü üzere, performans ısı haritasında ElasticNet tüm metriklerde yeşil tonlarda (yüksek performans) görünürken, YSA - Standart kırmızı-turuncu tonlarda (düşük performans) yer almaktadır. YSA - Optimize modeli, standart versiyona göre belirgin iyileşme göstermiş (R^2: -0.014 → 0.179), ancak yine de ElasticNet'in performansının sadece %34'üne ulaşabilmiştir.

3.2. Detaylı YSA Analizi



Görsel 3. Optimize Yapay Sinir Ağı Mimarisi (Deep MLP)

ISBN NR: 978-625-5694-71-3



Görsel 4. YSA vs ElasticNet Detaylı Analiz

Görsel 4'te görüldüğü üzere, YSA - Optimize ile ElasticNet'in detaylı karşılaştırması dört panelde sunulmuştur. Scatter plot'ta (sol üst) ElasticNet tahminlerinin (yeşil) ideal çizgiye daha yakın olduğu, YSA tahminlerinin (mavi) daha geniş saçılım gösterdiği görülmektedir. Residual plot'larda (sağ üst ve sol alt), YSA'nın hata varyansının daha yüksek ve heteroskedastisite gösterdiği, ElasticNet'in ise daha homojen hata dağılımına sahip olduğu gözlenmiştir. Sağ alt paneldeki metrik karşılaştırması, ElasticNet'in tüm ölçütlerde YSA'dan üstün olduğunu göstermektedir (R^2: 0.526 vs 0.179; Korelasyon: 0.77 vs 0.43).

4. TARTIŞMA

ElasticNet'in bu veri setinde en iyi performansı göstermesi, L1+L2 regularizasyon kombinasyonunun genomik verilerin yüksek boyutluluğu ve multicollinearity problemi karşısında etkili olduğunu göstermektedir [24]. SNP markerleri arasındaki yüksek Linkage Disequilibrium nedeniyle, ElasticNet'in korelasyonlu değişkenleri grup olarak ele alma yeteneği avantaj sağlamaktadır [25]. Ridge (R^2=0.251) ve LASSO'nun (R^2=0.294) da makul performans göstermesi, lineer ilişkilerin bu veri setinde dominant olduğunu işaret etmektedir. YSA modellerinin görece zayıf performansının temel nedeni, model kapasitesinin (247,840 parametre) veri miktarına (1200 eğitim örneği) göre aşırı yüksek olmasıdır. Parametre başına

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

sadece 0.0048 örnek bulunmakta, bu da literatürde önerilen 5-10 örnek/parametre oranının çok altındadır [26]. Bu dengesizlik, L2 regularizasyonu ve early stopping kullanılmasına rağmen overfitting riskini artırmaktadır. Bellot ve ark. benzer şekilde, küçük-orta veri setlerinde derin öğrenmenin lineer yöntemlerden üstün olmadığını bildirmiştir [5].

İkinci önemli neden, genetik mimarinin yapısıdır. Simüle veri setinde genetik varyansın büyük kısmı additif etkilerden kaynaklanmakta, epistatik etkiler sınırlı kalmaktadır. Bu durumda YSA'nın kompleks non-lineer modelleme kapasitesi net avantaj sağlayamamaktadır [20, 18]. Üçüncü olarak, yüksek boyutlu düşük örneklem (p>>n) problemlerinde gradient descent optimizasyonu zorlaşmakta ve local minima riskini artmaktadır.

YSA - Standart (-0.014) ile YSA - Optimize (0.179) arasındaki dramatik fark, hiperparametre seçiminin kritik önemini vurgulamaktadır. Standart modelin negatif R^2 alması, varsayılan parametrelerin her veri seti için uygun olmadığını göstermektedir [27]. Ancak kapsamlı optimizasyona rağmen YSA, ElasticNet performansının %34'üne ulaşabilmiştir. Azodi ve ark. da benzer şekilde, hiperparametre araması yapıldığında bile derin öğrenmenin küçük veri setlerinde lineer modellerden üstün olmadığını rapor etmiştir [15].

Literatürdeki tutarsız sonuçların ana nedeni, veri seti boyutunun model performansına güçlü etkisidir. Ma ve ark. 10,000+ birey içeren setlerde derin öğrenmenin üstün olduğunu bildirirken [28], mevcut çalışma ve Bellot ve ark. 1500-2000 birey ile lineer yöntemlerin daha iyi olduğunu göstermektedir [5]. Montesinos-López ve ark. genomik seleksiyonda derin öğrenme için en az 3000-5000 birey önerisinde bulunmaktadır [29].

Genomik seleksiyon çalışmalarında küçük-orta veri setlerinde (n<3000) ElasticNet, Ridge ve LASSO gibi regularize lineer modeller hesaplama etkinliği, yorumlanabilirlik ve robust performans açısından tercih edilmelidir. YSA ve derin öğrenme, büyük veri setlerinde (n>5000), kompleks epistasis dominant olduğunda ve uygun hiperparametre optimizasyonu ile potansiyel göstermektedir. Transfer learning, multi-task learning ve CNN mimarileri gibi gelişmiş yaklaşımlar gelecek araştırmalarda incelenmelidir [3, 30].

5. SONUÇ

Bu çalışmada genomik seleksiyonda yapay sinir ağları ve klasik makine öğrenmesi yöntemlerinin karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. Simüle edilmiş 1500 birey ve 800 SNP marker veri setinde ElasticNet en yüksek tahmin doğruluğunu (R^2=0.526) elde etmiştir. Görsel 1 ve Görsel 2'de görüldüğü üzere L1+L2 regularizasyon kombinasyonu etkili sonuçlar vermiştir. YSA modellerinde hiperparametre optimizasyonunun performansı önemli ölçüde artırdığı (R^2: -0.014 → 0.179) gösterilmiştir. Görsel 3'te görüldüğü üzere 247,840 parametreli derin mimari kullanılmasına rağmen, YSA bu veri seti boyutu için ElasticNet performansına ulaşamamıştır. Görsel 4'teki detaylı analizde YSA'nın yüksek residual varyansı ve sınırlı genelleme yeteneği ortaya konmuştur.

Sonuç olarak, genomik seleksiyonda model seçimi veri seti boyutu, genetik mimari ve hesaplama kaynakları dikkate alınarak yapılmalıdır. Küçük-orta ölçekli uygulamalarda regularize lineer yöntemler tercih edilmeli, YSA büyük veri setlerinde ve uygun optimizasyon ile değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

[1] Meuwissen, T.H.E., Hayes, B.J. and Goddard, M.E., Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps, Genetics, 157(4), 1819-1829, 2001.

[2] Crossa, J., Pérez-Rodríguez, P., Cuevas, J., Montesinos-López, O., Jarquín, D., de los Campos, G., Burgueño, J., González-Camacho, J.M., Pérez-Elizalde, S., Beyene, Y. and Dreisigacker, S., Genomic selection in plant breeding: methods, models, and perspectives, Trends in Plant Science, 22(11), 961-975, 2017.

[3] Montesinos-López, O.A., Montesinos-López, A., Pérez-Rodríguez, P., Barrón-López, J.A., Martini, J.W.R., Fajardo-Flores, S.B., Gaytan-Lugo, L.S., Santana-Mancilla, P.C. and Crossa, J., A review of deep learning applications for genomic selection, BMC Genomics, 22, 19, 2021.

[4] Crossa, J., Fritsche-Neto, R., Montesinos-López, O.A., Costa-Neto, G., Dreisigacker, S., Montesinos-López, A. and Bentley, A.R., Machine learning algorithms translate big data into predictive breeding accuracy, Trends in Plant Science, 30(3), 306-319, 2025.

[5] Bellot, P., de los Campos, G. and Pérez-Enciso, M., Can deep learning improve genomic prediction of complex human traits?, Genetics, 210(3), 809-819, 2018.

[6] Xie, Z., Liu, Y., Wang, J., Zhang, H. and Chen, S., PNNGS, a multi-convolutional parallel neural network for genomic selection, Frontiers in Plant Science, 15, 1410596, 2024.

[7] Fariello, M.I., Taffin, N., Obozinski, G., Ranwez, V., Santoni, S. and Gascuel, O., Transformers for Genomic Prediction, Advances in Artificial Intelligence, Springer, 143-157, 2024.

[8] Ji, L., Xu, P., Chen, G., Li, Y. and Liu, Q., EBMGP: Deep learning model for genomic prediction using enhanced Bayesian multi-head attention mechanism, BMC Bioinformatics, 26, 180, 2025.

[9] Montesinos-López, O.A., Montesinos-López, A. and Crossa, J., A review of multimodal deep learning methods for genomic prediction, Genetics, 228(4), iyae161, 2024.

[10] Wang, H., Tang, S., Zhao, L., Li, X. and Chen, Y., An interpretable deep learning framework for crop genomic prediction, Plant Communications, 6(2), 101345, 2025.

[11] Lourenço, V.M., Ojavee, S.E., Schneeberger, C., Leitner, T., Pook, T., Hewitt, D., Amadeu, R.R., Geibrokk, E., Svenson, K., Valdar, W., Nettelblad, C., Ros-Freixedes, R., Johnsson, M., Gorjanc, G., Hickey, J.M., Whitelaw, C.B.A. and Carlborg, Ö., Genomic prediction using machine learning: a comparison of the performance of regularized regression, ensemble, instance-based and deep learning methods, BMC Genomics, 25(1), 138, 2024.

[12] Montesinos-López, A., Montesinos-López, O.A., Gianola, D., Crossa, J. and Hernández-Suárez, C.M., Comparing deep learning and GBLUP across diverse plant breeding datasets, Frontiers in Genetics, 16, 1568705, 2025.

[13] Mota, L.F.M., Oliveira, H.R., Roso, V.M., Espigolan, R., Brito, L.F., Peripolli, E., Veroneze, R., Lopes, F.B., Medeiros, S.R., Aguilar, I. and Baldi, F., Benchmarking machine learning and parametric methods for genomic prediction of feed efficiency-related traits in Nellore cattle, Scientific Reports, 14, 6284, 2024.

[14] Kelly, C.M., Pires, A.M. and Carvalho, C.M.B., Comparison of machine learning methods for genomic prediction in Arabidopsis thaliana, PLOS ONE, 19(9), e0308962, 2024.

[15] Azodi, C.B., Bolger, E., McCarren, A., Roantree, M., de los Campos, G. and Shiu, S.H., Benchmarking parametric and machine learning models for genomic prediction of complex traits, G3: Genes, Genomes, Genetics, 9(11), 3691-3702, 2019.

[16] Li, R., Yan, J., Chen, S., Zhang, H. and Wang, Y., Hybrid Deep Learning Approaches for Improved Genomic Prediction in Crop Breeding, Agriculture, 15(11), 1171, 2025.

[17] Escamilla, D.M., Beyene, Y., Semagn, K., Gowda, M., Pérez-Rodríguez, P., Hernández-Suárez, C.M., Montesinos-López, A., Montesinos-López, O.A. and Crossa, J., Genomic selection: Essence, applications, and prospects, The Plant Genome, 18(1), e20453, 2025.

[18] Heslot, N., Yang, H.P., Sorrells, M.E. and Jannink, J.L., Genomic selection in plant breeding: a comparison of models, Crop Science, 52(1), 146-160, 2012.

[19] Carlborg, Ö. and Haley, C.S., Epistasis: too often neglected in complex trait studies?, Nature Reviews Genetics, 5(8), 618-625, 2004.

[20] Hill, W.G., Goddard, M.E. and Visscher, P.M., Data and theory point to mainly additive genetic variance for complex traits, PLoS Genetics, 4(2), e1000008, 2008.

[21] Kingma, D.P. and Ba, J., Adam: A method for stochastic optimization, arXiv preprint arXiv:1412.6980, 2014.

[22] Srivastava, N., Hinton, G., Krizhevsky, A., Sutskever, I. and Salakhutdinov, R., Dropout: A simple way to prevent neural networks from overfitting, Journal of Machine Learning Research, 15, 1929-1958, 2014.

[23] Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V. and Vanderplas, J., Scikit-learn: Machine learning in Python, Journal of Machine Learning Research, 12, 2825-2830, 2011.

[24] Zou, H. and Hastie, T., Regularization and variable selection via the elastic net, Journal of the Royal Statistical Society: Series B, 67(2), 301-320, 2005.

[25] Ogutu, J.O., Schulz-Streeck, T. and Piepho, H.P., Genomic selection using regularized linear regression models: ridge regression, lasso, elastic net and their extensions, BMC Proceedings, 6(Suppl 2), S10, 2012.

[26] Goodfellow, I., Bengio, Y. and Courville, A., Deep Learning, MIT Press, Cambridge, 2016.

[27] Bergstra, J. and Bengio, Y., Random search for hyper-parameter optimization, Journal of Machine Learning Research, 13, 281-305, 2012.

[28] Ma, W., Qiu, Z., Song, J., Li, J., Cheng, Q., Zhai, J. and Ma, C., A deep convolutional neural network approach for predicting phenotypes from genotypes, Planta, 248(5), 1307-1318, 2018.

[29] Montesinos-López, O.A., Montesinos-López, A., Crossa, J., Cuevas, J., Montesinos-López, J.C., Gutiérrez-Rodríguez, E., Lillemo, M., Philomin, J. and Singh, R., A multivariate Poisson deep learning model for genomic prediction of count data, G3: Genes, Genomes, Genetics, 9(12), 4177-4190, 2019.

[30] Wahab, A., Gouda, M., Abdel-Salam, M.E.M. and Abosamra, A.M.M., Potential genomic prediction with genotype-by-environment interaction using CNN, BMC Bioinformatics, 21, 493, 2020.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

KUTUPSAL KODLAMA TABANLI ENDÜSTRİYEL KONTROL SİSTEMLERİ İÇİN SİBER TEHDİT TESPİT SİSTEMİ

POLAR CODING BASED CYBER THREAT DETECTION SYSTEM FOR INDUSTRIAL CONTROL SYSTEMS

Salih Taha Alperen Özçelik [1]

[1] Bingöl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, sozcelik@bingol.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-7929-7542

ÖZET

Endüstriyel kontrol sistemleri (ICS), elektrik şebekeleri, su arıtma tesisleri ve üretim hatları gibi kritik altyapıların omurgasını oluşturmaktadır. 2024-2025 yılı raporlarına göre, ICS sistemlerine yönenek siber saldırılar %40 artış göstermiş ve internet üzerinden erişilebilir ICS cihaz sayısı 180,000'i aşmıştır [1,2]. Kaspersky'nin raporuna göre, 2025'in ilk çeyreğinde ICS bilgisayarlarının %21,9'u zararlı yazılımlarla saldırıya uğramıştır [3]. Geleneksel ağ tabanlı güvenlik yöntemleri, SCADA protokollerinin düşük gecikme gereksinimleri ve eski yazılım altyapısı nedeniyle yetersiz kalmaktadır. Bu çalışmada, 5G haberleşmesinde kanal kodlaması için kullanılan kutupsal kodlama tekniğinin ICS güvenliğinde yeni bir yaklaşım olarak kullanılması önerilmektedir. Kutupsal kodlar, Arıkan tarafından 2008'de önerilmiş ve kanal kapasitesine ulaşabilen ilk açık yapılı kod ailesi olarak kanıtlanmıştır [4,5]. 5G New Radio standardında kontrol kanalları için tercih edilen bu kodlama yöntemi [6,7], düşük gecikme ve yüksek güvenilirlik gerektiren uygulamalarda üstün performans göstermektedir. Önerilen sistemde, ICS ağ trafiğine kutupsal kodlama uygulanarak Bit Hata Oranı (BER) ve Sinyal-Gürültü Oranı (SNR) metrikleri çıkarılmış, bu metriklerle birlikte sensör ve protokol bazlı 27 farklı özellik kullanılarak saldırı tespiti gerçekleştirilmiştir. 8000 sentetik SCADA veri örneği üzerinde Random Forest, Gradient Boosting ve Neural Network algoritmaları test edilmiş, en yüksek performans Gradient Boosting ile %94,42 doğruluk ve 0.907 F1-skoru ile elde edilmiştir. Deneysel sonuçlar, normal trafiğin ortalama 0.000488 BER değerine sahipken, saldırı trafiğinin 0.001130 BER ile 2,3 kat daha yüksek hata oranına sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel kontrol sistemleri, kutupsal kodlama, SCADA güvenliği, makine öğrenmesi, siber tehdit tespiti

1. GİRİŞ

Endüstriyel kontrol sistemleri ve SCADA altyapıları, modern toplumun kritik hizmetlerinin kesintisiz sunumu için hayati öneme sahiptir. Ancak bu sistemlerin dijital dönüşümü ve İnternet'e bağlanması, siber saldırılara karşı ciddi güvenlik açıkları yaratmaktadır. BitSight'ın 2024-2025 raporuna göre, küresel ICS/OT cihazlarının internet üzerinden erişilebilirliği 2024'te %12 artmış ve aylık 180,000'den fazla cihaz görünür hale gelmiştir [2]. CISA'nın son raporları,

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

ICS sistemlerinde bilinen ve istismar edilen güvenlik açıklarının sayısının artmaya devam ettiğini göstermektedir [8]. Özellikle eski yazılım kullanımı, zayıf şifre güvenliği ve varsayılan kimlik bilgilerinin kullanımı, ICS cihazlarını tehlikeye açık hale getirmektedir.
Geleneksel ICS güvenlik yaklaşımları genellikle ağ trafiği analizi, anomali tespiti ve imza tabanlı sistemlere dayanmaktadır. Literatürde makine öğrenmesi tabanlı ICS güvenlik çalışmaları yaygınlaşmış olmakla birlikte [9,10,11], fiziksel katman özelliklerini kullanan yaklaşımlar sınırlıdır. Koay ve arkadaşlarının 2023 yılındaki sistematik incelemesi, ICS güvenliğinde makine öğrenmesi uygulamalarının otomasyonda karşılaştığı zorlukları ortaya koymuştur [9]. Umer ve arkadaşları, makine öğrenmesi tabanlı ICS saldırı tespit sistemlerinin deneysel değerlendirmesinde, gerçek dünya senaryolarında performans düşüşü yaşandığını belirtmiştir [10].
5G iletişim sistemlerinde kanal kodlaması için seçilen kutupsal kodlar [6,7], yüksek güvenilirlik ve düşük gecikme özellikleri sayesinde kritik haberleşme senaryolarında başarıyla kullanılmaktadır. Arıkan'ın 2008'de yayınladığı çalışma, kutupsal kodların kanal kapasitesine ulaşabilen ilk açık yapılı kod ailesi olduğunu matematiksel olarak kanıtlamıştır [4]. Kanal polarizasyonu prensibi, simetrik ikili-girişli hafızasız kanallar için kapasite-ulaşan kod dizileri oluşturmayı sağlamaktadır [5]. Bu çalışmanın temel katkısı, kutupsal kodlama metriklerinin (BER, SNR) ICS güvenliğinde ayırt edici özellikler olarak kullanılması ve makine öğrenmesi algoritmaları ile entegrasyonudur.

2. ÖNERİLEN YÖNTEM

2.1. Kutupsal Kodlama Simülatörü

ICS ağ trafiği için n=16, k=8 parametreli kutupsal kodlayıcı geliştirilmiştir. Kodlayıcı, Arıkan'ın kanal polarizasyonu yöntemine dayanmakta ve bilgi bitlerini kanal güvenilirlik sırasına göre yerleştirmektedir [4]. Her veri paketi için rastgele bilgi bitleri üretilip, yinelemeli XOR tabanlı kodlama ile dönüştürülmektedir. Ardından, gerçekçi AWGN (Additive White Gaussian Noise) kanal gürültüsü parametrik SNR değerlerine göre eklenmektedir. BER hesaplaması, kodlanmış ve gürültülü sinyallerin karşılaştırılmasıyla threshold=0.3 değeri kullanılarak yapılmaktadır.

2.2. Özellik Çıkarımı

Sistem, üç farklı kategoriden toplam 27 özellik çıkarmaktadır. İlk kategori, sensör verilerini içermekte olup sıcaklık, basınç ve akış hızı ölçümleri ile birlikte sensör anomali tespiti sonuçlarını kapsamaktadır. İkinci kategori ağ trafiği özellikleridir ve paket boyutu, paket oranı, bağlantı sayısı, TCP bayrakları (SYN, FIN, RST), yanıt süresi, jitter ve bağlantı süresi gibi metrikleri içermektedir. Üçüncü kategori ise kutupsal kodlama tabanlı özelliklerden oluşmaktadır: BER, SNR, sinyal gücü, sinyal varyansı ve sinyal tepe değeri. Ek olarak, protokol anomali skoru, Modbus fonksiyon kodları, güvenlik olayları (başarısız kimlik doğrulama, yetkisiz erişim, port tarama) ve payload entropy değerleri de kullanılmaktadır.

2.3. Veri Seti Oluşturma

Gerçekçi bir test ortamı için 8000 sentetik ICS veri örneği oluşturulmuştur. Dataset, beş farklı sınıf içermektedir: normal trafik (%70,1), reconnaissance (%10,8), DoS (%8,0), man-in-the-middle (%6,0) ve injection (%5,2). Veri setinin zorluğunu artırmak için sınıflar arası yüksek

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

özellik örtüşmesi (overlap) sağlanmış, sensör ve ağ verilerine gerçekçi gürültü eklenmiş ve gerçek dünya senaryolarını yansıtmak üzere %3 oranında etiket hatası dahil edilmiştir. Bu yaklaşım, modellerin aşırı öğrenmesini engelleyip genelleme yeteneğini test etmektedir.

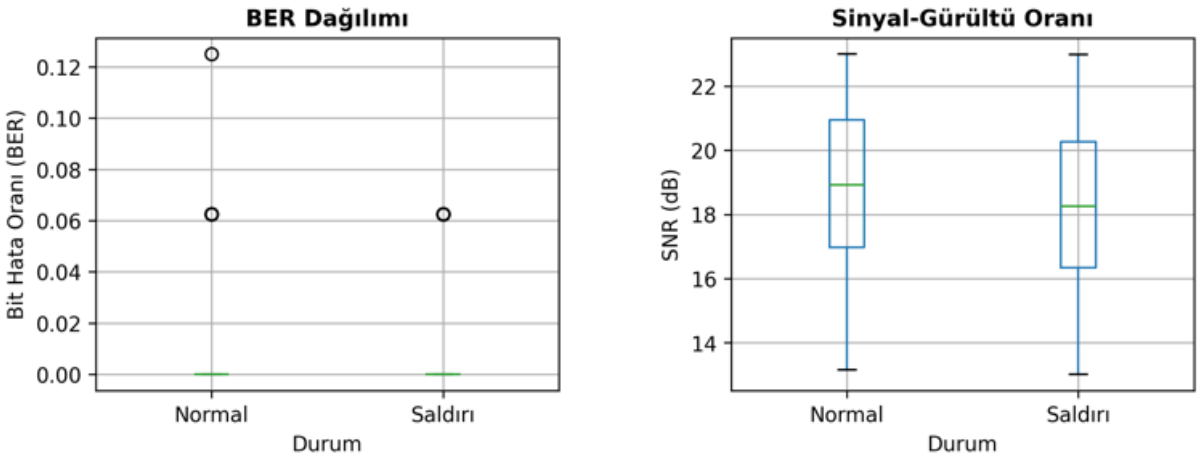
2.4. Makine Öğrenmesi Modelleri

Üç farklı makine öğrenmesi algoritması karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Literatürdeki ICS saldırı tespit çalışmaları, ensemble yöntemlerin derin öğrenme modellerine göre daha dengeli performans gösterdiğini ortaya koymuştur [12,13]. Random Forest modeli, 100 karar ağacı, maksimum 12 derinlik ve aşırı öğrenmeyi engellemek için minimum 15 örnek bölme parametreleri ile yapılandırılmıştır. Gradient Boosting modeli, 100 iterasyon, maksimum 6 derinlik ve 0.1 öğrenme oranı ile optimize edilmiştir. Neural Network modeli ise (64, 32) gizli katman yapısı, L2 regularizasyon (alpha=0.01) ve erken durdurma mekanizması ile eğitilmiştir. Veri seti %70 eğitim ve %30 test olarak stratified sampling ile ayrılmış, tüm özellikler StandardScaler ile normalize edilmiştir.

3. DENEYSEL SONUÇLAR

3.1. Kutupsal Kodlama Metrikleri

Deneysel çalışmalar, kutupsal kodlama metriklerinin normal ve saldırı trafiği arasında anlamlı farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Görsel 1'de sunulan BER dağılımlarına göre, normal trafiğin ortalama BER değeri 0.000488 iken, saldırı trafiğinde bu değer 0.001130'a yükselmekte ve 2,3 kat fark oluşmaktadır. Benzer Görselde SNR değerleri incelendiğinde, normal trafiğin 18.96 dB ortalama SNR'sine karşılık saldırı trafiği 18.31 dB ile 0.65 dB daha düşük sinyal kalitesi göstermektedir. Bu bulgular, saldırı paketlerinin sinyal bütünlüğünü bozduğunu ve kutupsal kodlama metriklerinin bu bozulmayı tespit edebildiğini kanıtlamaktadır.

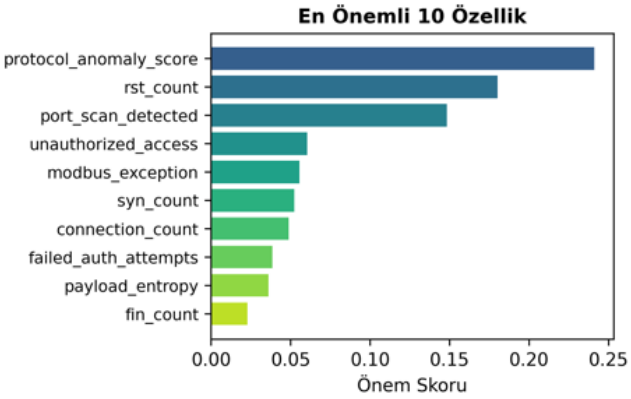


Görsel 1. BER ve SNR dağılımları

3.2. Özellik Önemi Analizi

Random Forest modelinin özellik önem skorları analiz edildiğinde, en etkili üç özelliğin protokol anomali skoru, RST paket sayısı ve port tarama tespiti olduğu görülmüştür. Görsel 2'de sunulan özellik önem grafiği, kutupsal kodlama metriklerinden BER'in de ilk 10 özellik arasında yer aldığını göstermektedir. Bu sonuç, fiziksel katman özelliklerinin üst katman özellikleriyle birlikte kullanıldığında ayırt edici gücünün arttığını ortaya koymaktadır. Yetkisiz erişim girişimleri, bağlantı sayısı ve Modbus istisna durumları da önemli özellikler olarak belirlenmiştir.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3



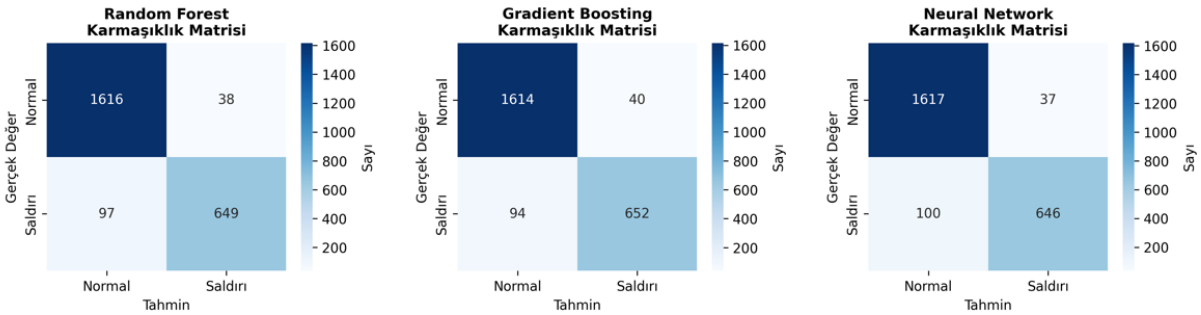
Görsel 2. Random Forest modelinin en önemli 10 özelliği

3.3. Model Performans Karşılaştırması

Çizelge 1'de üç modelin detaylı performans metrikleri sunulmaktadır. Gradient Boosting algoritması %94,42 doğruluk oranı ile en yüksek performansı göstermiş, bunu %94,38 ile Random Forest ve %94,29 ile Neural Network takip etmiştir. F1-skor değerleri incelendiğinde, modellerin dengeli bir performans sergilediği görülmektedir (0.904-0.907). Görsel 3'te verilen karmaşıklık matrisleri, tüm modellerin normal trafiği yüksek doğrulukla tespit edebildiğini (>97%), ancak saldırı tespitinde yaklaşık %13 oranında hatalı negatif (false negative) ürettiğini göstermektedir. Bu durum, özellikle reconnaissance tipi saldırıların normal trafiğe çok benzer özellikler göstermesinden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1. MODEL PERFORMANS KARŞILAŞTIRMASI

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score	AUC
Random Forest	94.38%	94.47%	87.00%	0.9058	0.955
Gradient Boosting	**94.42%**	94.22%	**87.40%**	**0.9068**	0.951
Neural Network	94.29%	**94.58%**	86.60%	0.9041	0.951

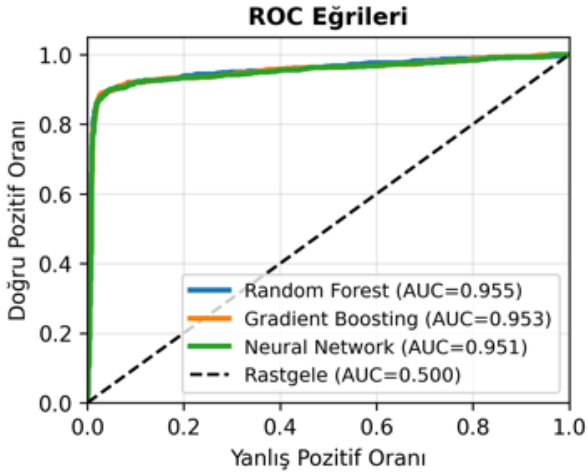


Görsel 3. Üç modelin (Random Forest, Gradient Boosting, Neural Network) karmaşıklık matrisleri

3.4 ROC Analizi

Görsel 4'te sunulan ROC eğrileri, tüm modellerin yüksek sınıflandırma performansı sergilediğini göstermektedir. Random Forest modeli 0.955 AUC değeri ile en yüksek eğri altında kalan alana sahiptir, diğer iki model ise 0.951 AUC değeri ile çok yakın performans göstermiştir. Tüm modellerin ROC eğrileri sol üst köşeye yakın seyretmekte olup, bu durum düşük yanlış pozitif oranında yüksek doğru pozitif oranı elde edildiğini göstermektedir. 0.500 AUC değerindeki rastgele sınıflandırıcıya göre yaklaşık %90 oranında iyileştirme sağlanmıştır.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3



Görsel 4. Üç modelin ROC eğrilerini ve AUC değerleri

4. TARTIŞMA

Elde edilen sonuçlar, kutupsal kodlama metriklerinin ICS güvenliğinde ayırt edici bir rol oynadığını göstermektedir. Normal trafik ile saldırı trafiği arasında BER değerlerinde 2.3 kat fark gözlemlenmesi, fiziksel katman analizinin önemini vurgulamaktadır. Literatürdeki benzer ICS güvenlik çalışmalarında genellikle %90-96 arası doğruluk oranları elde edilmektedir [12,13], bu çalışmada ulaşılan %94,42 doğruluk oranı rekabetçi bir performans seviyesindedir. Modellerin recall değerlerinin %86-87 aralığında olması, sistemin saldırıların büyük çoğunluğunu tespit edebildiğini ancak bazı gizli saldırıların (özellikle reconnaissance) atlanabildiğini göstermektedir. Bu durum, reconnaissance saldırılarının normal trafiğe maksimum benzerlik göstermesi stratejisinden kaynaklanmaktadır ve gerçek dünya uygulamalarında beklenen bir senaryodur. Precision değerlerinin %94 üzerinde olması ise false positive oranının düşük olduğunu, yani sistemin normal trafiği yanlış Görselde saldırı olarak işaretleme eğiliminin az olduğunu ortaya koymaktadır.

Gradient Boosting'in en yüksek performansı göstermesi, bu algoritmanın özellik kombinasyonlarını ve karmaşık etkileşimleri modellemede üstün olduğunu göstermektedir. Thapa ve arkadaşlarının 2020'deki karşılaştırmalı çalışması, ensemble yöntemlerin saldırı tespit sistemlerinde daha dengeli performans gösterdiğini ortaya koymuştur [13]. Neural Network'ün benzer performans göstermesi, daha büyük veri setleri ile eğitildiğinde potansiyelinin artabileceğini düşündürmektedir.

5. SONUÇ VE GELECEK ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, 5G haberleşme sistemlerinde kullanılan kutupsal kodlama tekniğinin ICS güvenliğinde yeni bir yaklaşım olarak kullanılabileceği gösterilmiştir. Önerilen sistem, BER ve SNR gibi fiziksel katman metriklerini sensör verileri ve ağ trafiği özellikleriyle birleştirerek %94,42 doğruluk oranında saldırı tespiti gerçekleştirmiştir. Deneysel sonuçlar, kutupsal kodlama metriklerinin normal ve saldırı trafiği arasında anlamlı farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur.

Gelecek çalışmalarda, gerçek SCADA sistemlerinden toplanan verilerle sistemin test edilmesi planlanmaktadır. LSTM ve GRU gibi derin öğrenme yöntemleri ile zaman serisi analizi yapılarak, saldırıların zamansal davranış paternlerinin öğrenilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca, edge computing mimarileri için sistem optimizasyonu yapılarak gerçek zamanlı tespit

performansının artırılması amaçlanmaktadır. Çok sınıflı sınıflandırma yaklaşımı ile her saldırı tipinin ayrı ayrı tespit edilmesi ve adversarial saldırılara karşı dayanıklılık testleri de planlanmaktadır.

KAYNAKÇA

[1] SOCRadar, "CISA Industrial Control Systems (ICS) Advisories Recap for 2025", https://socradar.io/blog/cisa-industrial-control-systems-ics-advisories-2025/ (Erişim tarihi: 31.12.2024)
[2] BitSight, "BitSight warns of surge in ICS/OT Internet exposure, raising critical infrastructure cybersecurity concerns", Industrial Cyber, https://industrialcyber.co/reports/bitsight-warns-of-surge-in-ics-ot-internet-exposure-raising-critical-infrastructure-cybersecurity-concerns/ (Erişim tarihi: 31.12.2024)
[3] Kaspersky, "Statistics on attacked ICS computers in 2025", https://lp.kaspersky.com/global/ksb2025-ics-cert-trends-and-predictions/ (Erişim tarihi: 31.12.2024)
[4] Arıkan, E., "Channel polarization: A method for constructing capacity-achieving codes for symmetric binary-input memoryless channels", IEEE Transactions on Information Theory, 55(7), 3051-3073, 2009.
[5] Pfister, H.D., "A Brief Introduction to Polar Codes", Duke University, http://pfister.ee.duke.edu/courses/ecen655/polar.pdf (Erişim tarihi: 31.12.2024)
[6] MathWorks, "5G New Radio Polar Coding", https://www.mathworks.com/help/5g/gs/polar-coding.html (Erişim tarihi: 31.12.2024)
[7] Hui, D., Sandberg, S., Blankenship, Y., Andersson, M., ve Grosjean, L., "Channel Coding in 5G New Radio: A Tutorial Overview and Performance Comparison with 4G LTE", IEEE Vehicular Technology Magazine, 13(4), 60-69, 2018.
[8] CISA, "ICS Advisories", https://www.cisa.gov/news-events/ics-advisories (Erişim tarihi: 31.12.2024)
[9] Koay, A.M.Y., Ko, R.K.L., Hettema, H., ve Radke, K., "Machine learning in industrial control system (ICS) security: current landscape, opportunities and challenges", Journal of Intelligent Information Systems, 60, 377-405, 2023.
[10] Umer, M.A., Junejo, K.N., Jilani, M.T., ve Mathur, A.P., "Machine learning for intrusion detection in industrial control systems: challenges and lessons from experimental evaluation", Cybersecurity, 5(1), 1-19, 2022.
[11] Aslam, M.M., Zhang, Z., Ye, D., Alam, F., Wang, L., Cui, S., ... ve Su, C., "Survey of deep learning approaches for securing industrial control systems", Results in Control and Optimization, 100413, 2025.
[12] Thapa, N., Liu, Z., KC, D.B., Gokaraju, B., ve Roy, K., "Comparison of Machine Learning and Deep Learning Models for Network Intrusion Detection Systems", Future Internet, 12(10), 167, 2020.
[13] Terado, R., Watanabe, T., ve Shiomoto, K., "Improving Accuracy and Speed of Network-based Intrusion Detection Systems Using XGBoost", Proceedings of the 6th International Conference on Information Systems Security and Privacy (ICISSP), 206-213, 2020.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

YALIN ÜRETİMDE SEZGİSEL KARAR SÜREÇLERİNİN SİSTEMATİK HALE GETİRİLMESİ: SAHA TABANLI BİR KARAR MODELİ

Vedat ULUAD[1], Doç. Dr., Ömer Faruk EFE[2]

[1]Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, vedatuluad770@gmail.com- 0009-0009-5469-8559

[2] Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, omer.efe@btu.edu.tr- 0000-0001-8170-5114

ÖZET

Yalın üretim uygulamalarında iyileştirme çalışmaları çoğunlukla belirli araçlar ve hazır metodolojik çerçeveler üzerinden ele alınmakta, saha koşullarında iyileştirme kararlarının nasıl verildiği ise çoğu zaman örtük kalmaktadır. Özellikle CNC tornalama hatları gibi yüksek değişkenlik ve karmaşıklık içeren üretim sistemlerinde, karar süreçlerinin yalnızca tekil performans göstergelerine veya toplam kayıp büyüklüklerine dayandırılması, iyileştirme çalışmalarının etkinliğini sınırlayabilmektedir. Bu çalışmada, yalın üretimde araç kullanımından ziyade iyileştirme öncesi karar verme sürecini merkeze alan ve doğrudan saha uygulamalarından türetilmiş Saha Tabanlı Yalın Karar Modeli (ST-YKM) önerilmiştir.

Önerilen model, üretim ve kayıp verileri ile operatör ve bakım personelinin saha deneyimlerini birlikte değerlendirerek, iyileştirme önceliklerini çok kriterli ve davranış temelli bir yapı içerisinde belirlemektedir. Model, normalize edilmiş bir önceliklendirme skoru aracılığıyla kayıpları sıralamakta; frekans ve olay başına süreye dayalı eşik kurallarıyla kayıp davranışlarını sınıflandırarak uygun müdahale türlerinin ayrıştırılmasına imkân tanımaktadır. Bu yapı sayesinde, klasik Pareto analizlerinde geri planda kalan ancak sistem kararlılığını bozan sık tekrar eden kısa süreli kayıplar daha görünür hâle gelmektedir.

ST-YKM çıktıları, yalnızca bir sıralama üretmekle sınırlı kalmayarak, kaynak kısıtları altında uygulanabilir bir iyileştirme portföyü oluşturmak amacıyla 0–1 Tamsayılı Doğrusal Programlama (MILP) modeli içine gömülmüştür. Model, bir CNC tornalama hattında uygulanmış ve uygulama öncesi–sonrası karşılaştırmalarla değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, önerilen yaklaşımın klasik önceliklendirme yöntemlerine kıyasla iyileştirme kararlarını daha odaklı, dengeli ve uygulanabilir hâle getirdiğini göstermektedir. Çalışma, yalın üretim literatürüne yeni bir araç önermekten ziyade, sahada sezgisel olarak verilen iyileştirme kararlarının nasıl sistematik, izlenebilir ve tekrarlanabilir bir karar çerçevesine dönüştürülebileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yalın üretim, karar verme, sezgisel karar, önceliklendirme, kaynak kısıtlı seçim, CNC tornalama, saha tabanlı model, MILP

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

1. GİRİŞ

Yalın üretim felsefesi, üretim süreçlerinde değer yaratmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması ve işletme performansının sürdürülebilir biçimde artırılması amacıyla geliştirilmiştir. Bu yaklaşım, başlangıçta Toyota Üretim Sistemi'nin bir parçası olarak ortaya çıkmış; zaman içerisinde üretim ve hizmet sistemlerinde yaygın bir başarı paradigması hâline gelmiştir. Yalın üretim uygulamalarının çoğu, 5S, SMED, Kaizen ve değer akış haritalama gibi araçlar etrafında şekillenirken, iyileştirme kararlarının nasıl ve neden alındığı çoğu zaman açık biçimde tanımlanmamaktadır. Bu durum, özellikle yüksek değişkenliğe ve karmaşıklığa sahip üretim sistemlerinde, süreç düzeyindeki karar dinamiklerinin anlaşılmasını zorlaştırmaktadır.

Üretim hatlarında kayıpların tanımlanması ve önceliklendirilmesi, yalın dönüşüm sürecinin kritik bir bileşenidir. Geleneksel yaklaşımlardan en yaygın olanı Pareto analizidir; bu yöntem, kayıpların toplam etkiye göre sıralanmasını sağlar ve "kritik azınlık" ilkesine dayanır (Juran & Godfrey, 1999). Pareto analizi hızlı bir odak sağlayabilse de sık tekrar eden kısa süreli kayıplar gibi üretim akışını ve sistem kararlılığını derinden etkileyen ancak toplam süreye göre daha az görünür olan kayıpları kontrol etmekte yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle, yalın uygulamalarda yalnızca tek bir performans göstergesine dayalı önceliklendirme, kayıp davranışlarının bütüncül olarak anlaşılmasını ve sahada etkin müdahalelerin belirlenmesini sınırlandırmaktadır (Nakajima, 1988; Muchiri vd., 2011).

Bu sınırlılığı aşmak amacıyla literatürde performans göstergeleri ve çok kriterli önceliklendirme yaklaşımları öne çıkmaktadır. OEE, MTTR ve MTBF gibi bakım performans göstergeleri üretim sistemlerinin performansını çok boyutlu olarak değerlendirmeye olanak tanımaktadır. Ancak bu göstergeler çoğunlukla tanımlayıcı nitelikte kalmakta ve doğrudan uygulanabilir iyileştirme kararlarına dönüşebilecek bir karar yapısı üretmemektedir. Benzer şekilde, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), TOPSIS gibi çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri birden fazla kriterin birlikte değerlendirilmesine imkân tanısa da statik uzman yargılarına bağımlılık ve yalnızca sıralama üretmekle sınırlı kalma gibi sorunlar barındırmaktadır (Saaty, 1980; Ishizaka & Labib, 2011). Bu durum, dinamik üretim ortamlarında elde edilen önceliklendirme sonuçlarının sahaya doğrudan aktarılmasını güçleştirmektedir.

Gerçek üretim ortamlarında alınan kararların önemli bir bölümü, saha deneyimine dayalı sezgisel değerlendirmelerle şekillenmektedir. Simon'un sınırlı rasyonellik yaklaşımı, karar vericilerin tüm alternatifleri ve sonuçları eksiksiz biçimde değerlendiremediğini; bunun yerine mevcut bilgi ve kısıtlar altında tatmin edici çözümlerle ilerlediğini ifade etmektedir (Simon, 1955). Üretim ve bakım sahasında bu sezgisel kararlar çoğunlukla örtük bilgiye (tacit knowledge) dayalıdır ve yazılı prosedürlere kolayca aktarılamaz (Nonaka & Takeuchi, 1995). Literatürde sezgisel karar verme olgusu kabul edilmekle birlikte, bu karar süreçlerinin sistematik ve tekrarlanabilir biçimde nasıl modellenebileceği açık biçimde tanımlanmamıştır.

Bu bağlamda, sahada fiilen işleyen karar süreçlerini dikkate alan, kayıpların davranışsal özelliklerini çok boyutlu olarak değerlendiren ve sezgisel kararları uygulanabilir bir karar yapısına dönüştüren bütünleşik bir yalın karar modeli literatürde sınırlı düzeydedir. Mevcut yaklaşımlar çoğunlukla "hangi kaybın daha önemli olduğu" sorusuna yanıt verirken, "hangi iyileştirmelerin gerçekten yapılacağı" sorusunu kaynak kısıtları altında ele alan bir mekanizma sunmamaktadır.

Bu çalışma, yalın üretimde iyileştirme kararını yalnızca araçlar veya performans göstergeleri üzerinden değil, doğrudan karar verme sürecinin kendisi üzerinden ele alan bir yaklaşım önermektedir. Geliştirilen Saha Tabanlı Yalın Karar Modeli (ST-YKM), üretim kayıplarını toplam etki, tekrar sıklığı ve olay başına süre gibi nicel göstergelerin yanı sıra saha deneyimini yansıtan davranışsal özelliklerle birlikte değerlendirmektedir. Model, normalize edilmiş önceliklendirme skorlarıyla kayıpları sıralamakta; ancak bu sıralamayı, kaynak kısıtları altında uygulanabilir bir iyileştirme portföyüne dönüştürmek amacıyla bir seçim mekanizmasıyla tamamlamaktadır. Bu kapsamda ST-YKM çıktıları, 0–1 Tamsayılı Doğrusal Programlama (MILP) modeli içine gömülerek, önceliklendirme ile seçim süreçleri açık biçimde ayrıştırılmaktadır.

Modelin bir CNC tornalama hattında uygulanması, önerilen yaklaşımın özellikle sık tekrar eden kısa süreli kayıpların görünür hâle getirilmesinde ve iyileştirme kararlarının daha odaklı, dengeli ve uygulanabilir biçimde alınmasında etkili olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle çalışma, yalın üretim literatürüne yeni bir araç eklemekten ziyade, sahada sezgisel olarak verilen iyileştirme kararlarının nasıl sistematik, izlenebilir ve tekrarlanabilir bir karar çerçevesine dönüştürülebileceğini ortaya koymaktadır.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

2.1. Yalın Üretimde Önceliklendirme Yaklaşımları

Yalın üretimde iyileştirme faaliyetlerinin temel sorunu, sınırlı zaman ve kaynaklarla hangi kayıplara önce müdahale edileceğinin belirlenmesidir. Sahada bu amaçla en yaygın kullanılan yaklaşımların başında Pareto analizi gelmektedir. Pareto, kayıpların toplam etki içindeki paylarını görünür kılarak "kritik azınlığa odaklanma" sağlar ve bu yönüyle yalın uygulamalarda hızlı karar almayı destekler (Juran & Godfrey, 1999).

Bununla birlikte Pareto analizi, çoğu uygulamada tek bir etki ölçütü (ör. toplam duruş süresi, hurda miktarı, maliyet) üzerinden çalıştığı için, karar vericinin sahada dikkate aldığı pek çok boyutu dışarıda bırakabilmektedir. Özellikle CNC tornalama hatları gibi yüksek değişkenlik barındıran ortamlarda, sık tekrar eden ancak kısa süreli kayıplar toplam süreye göre geri planda kalabilir; bu da sistem kararlılığı ve günlük yönetim açısından önemli kayıpların gözden kaçmasına yol açabilir. Benzer biçimde bakım odaklı yalın yaklaşımlarda OEE gibi bileşik performans göstergeleri yaygın olsa da bu göstergelerin çoğu tanımlayıcı nitelikte kalmakta ve doğrudan "hangi kayıba, hangi müdahale ile" sorusunu sistematik biçimde yanıtlamamaktadır (Nakajima, 1988; Muchiri vd., 2011).

Son yıllarda yalın yaklaşımın dijitalleşme ile daha veri-temelli hale geldiği, dijital değer akışı ve Endüstri 4.0 uygulamalarının süreç iyileştirme kararlarını beslediği görülmektedir (Arey vd., 2021). Ancak veri zenginliği artmasına rağmen, saha kararlarının çoğu durumda hâlâ "uzman deneyimi + hızlı yorum" üzerinden şekillenmesi, önceliklendirme sonuçlarının kurumsal olarak izlenebilir/tekrarlanabilir bir karar mantığına dönüştürülmesini kritik hale getirmektedir.

2.2. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Optimizasyonun Rolü

Yalın üretim ve bakım yönetimi literatüründe önceliklendirme problemleri için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri önemli bir alternatif sunmaktadır. AHP, TOPSIS, ELECTRE

gibi yöntemler, birden fazla kriterin birlikte ele alınmasını ve uzman yargılarının sistematik bir yapı içinde toplanmasını mümkün kılar (Saaty, 1980; Triantaphyllou, 2000). AHP'nin üretim ve bakım bağlamında geniş uygulama alanı bulmasının nedeni, kriter ağırlıklandırma ve alternatif sıralama adımlarını anlaşılır bir mantıkla sunmasıdır. Buna karşın AHP tabanlı yaklaşımlarda temel sorunlardan biri, uzman değerlendirmelerinin tutarlılığı ve karar bağlamı değiştiğinde model çıktılarının hızlı biçimde geçerliliğini yitirebilmesidir (Ishizaka & Labib, 2011). Bu nedenle son dönem çalışmalarda uzman yargılarının tutarlılığını artırmaya dönük araç destekli yaklaşımlar önerilmektedir (Frish vd., 2025).

ÇKKV yöntemlerinin önemli bir kısmı sıralama üretmekle sınırlı kalır: "en önemli kayıp hangisi?" sorusuna cevap verir, ancak kaynak kısıtları altında "hangilerini gerçekten seçmeliyim?" sorusuna doğrudan bir seçim mekanizması sunmaz. Bu boşluğu kapatmak için literatürde, önceliklendirme çıktılarının matematiksel optimizasyon (ör. doğrusal programlama, çizelgeleme, atama) ile birleştirildiği yaklaşımlar görülmektedir. Yalın düşünce ile optimizasyonun bütünleştirilmesine dair örnek çalışmalar, iyileştirme kararlarının uygulanabilir planlara dönüşmesinde optimizasyonun rolünü göstermektedir (Agnetis vd., 2019). Benzer şekilde esnek üretim sistemlerinde darboğaz azaltma ve çizelgeleme problemlerinin optimizasyon temelli ele alınması, karar destek mekanizmalarının üretim performansına etkisini vurgular (Ju vd., 2024).

Öte yandan, karar destek sistemlerinde yalnızca algoritmik çıktıların yeterli olmadığı; insan uzmanlığıyla makine temelli çıkarımların birlikte kullanıldığı hibrit yaklaşımların önem kazandığı görülmektedir (Alla, 2025; Sáenz-Royo & Chiclana, 2025). Bu eğilim, yalın üretimde karar verme süreçlerinin hem veri hem de saha bilgisi üzerinden birlikte modellenmesi gerekliliğini güçlendirmektedir.

2.3. Sezgisel Karar Verme, Sınırlı Rasyonellik ve Örtük Bilginin Modellemesi

Karar verme literatüründe, gerçek dünya kararlarının çoğu zaman tam rasyonel varsayımlar altında işlemediği; aksine bilgi eksikliği, zaman baskısı ve karmaşıklık nedeniyle karar vericilerin "tatmin edici" çözümlerle ilerlediği vurgulanmaktadır. Simon'un sınırlı rasyonellik yaklaşımı, üretim gibi dinamik ortamlarda kararların neden çoğu zaman sezgisel ve bağlama duyarlı biçimde verildiğini açıklamak için güçlü bir teorik çerçeve sunar (Simon, 1955).

Üretim ve bakım sahasında "sezgi", çoğunlukla operatör ve bakım personelinin yıllara dayanan deneyimiyle oluşan örtük bilgiye dayanır. Örtük bilgi, prosedürlere kolayca yazılamayan; ancak sahada tekrar eden olaylar karşısında "neye bakılır, neyin sinyali neyi gösterir" gibi pratik çıkarımları taşıyan bilgidir (Nonaka & Takeuchi, 1995). Bu nedenle, yalın üretimde iyileştirme kararları çoğu zaman araçların (5S, Kaizen, SMED vb.) kendisinden ziyade, bu araçların ne zaman ve hangi probleme uygulanacağına dair sezgisel seçimlerle şekillenir.

Literatürde örtük bilginin modellenmesine yönelik çalışmalar, uzman bilgisinin simülasyon ve karar destek yapıları içinde temsil edilebileceğini göstermektedir (do Rosário vd., 2014). Ayrıca bazı güncel yaklaşımlar, makine öğrenmesi gibi veri temelli yöntemlerle uzman yargısını birleştirerek daha güvenilir karar mekanizmaları geliştirmeyi amaçlamaktadır (Chen vd., 2025). Bu çalışmaların ortak mesajı şudur: Saha gerçekliğinde karar kalitesi, yalnızca veri veya yalnızca uzman görüşü ile değil, ikisinin birlikte ve tutarlı biçimde temsil edilmesiyle artmaktadır.

2.4. Literatür Boşluğu ve Bu Çalışmanın Konumlanması

Yukarıdaki literatür değerlendirildiğinde, yalın üretimde önceliklendirme yaklaşımlarının önemli bir bölümünün araç veya yöntem odaklı olduğu görülmektedir. Pareto ve tekil performans göstergeleri hızlı bir odaklanma sağlasa da kayıpların davranışsal özelliklerini (tekrar sıklığı, olay başına süre, müdahale biçimi) ve sahada karar vericinin fiilen kullandığı sezgisel kuralları yeterince temsil edememektedir. ÇKKV yöntemleri çok boyutluluğu artırsa da uygulamada çoğu zaman statik uzman yargılarına bağımlıdır ve sonuçlar çoğunlukla bir sıralama olarak kalmaktadır (Ishizaka & Labib, 2011). Optimizasyonla bütünleştirme girişimleri bulunmakla birlikte, yalın bağlamında kararın "sahada nasıl verildiğini" doğrudan araştırma nesnesi yapan ve bunu izlenebilir bir karar yapısına dönüştüren çalışmalar sınırlıdır (Agnetis vd., 2019).

Bu bağlamda literatürde şu üç özelliği aynı anda taşıyan bütünleşik bir yaklaşım boşluğu öne çıkmaktadır:

1. Sezgisel/örtük saha bilgisini kontrollü biçimde modele dahil eden (Simon, 1955; Nonaka & Takeuchi, 1995),
2. Kayıpları yalnızca toplam etkiyle değil, aynı zamanda kayıp davranışı üzerinden (frekans ve olay başına süre gibi) sınıflandırarak uygun müdahale türünü sistematikleştiren,
3. Önceliklendirme çıktısını kaynak kısıtları altında uygulanabilir bir karar setine dönüştürebilecek bir karar mantığına bağlayan (Agnetis vd., 2019; Alla, 2025).

Bu çalışma, söz konusu boşluğa odaklanarak, yalın üretimde iyileştirme öncesi karar verme sürecini (özellikle CNC tornalama hattı gibi değişkenliğin yüksek olduğu sistemlerde) doğrudan ele almakta; saha verileri ve saha uzmanlığını birleştiren, izlenebilir ve tekrarlanabilir bir karar çerçevesi önermektedir.

3. YÖNTEM: SAHA TABANLI YALIN KARAR MODELİ (ST-YKM)

Bu çalışmada yalın üretimde iyileştirme kararlarının sistematik ve tekrarlanabilir bir yapıya kavuşturulması amacıyla Saha Tabanlı Yalın Karar Modeli (ST-YKM) geliştirilmiştir. Model, üretim sistemlerinde gözlemlenen kayıpları yalnızca toplam etki üzerinden değil; frekans, süre, davranış ve uygulanabilirlik boyutlarını birlikte ele alan bütünleşik bir karar yapısına dayanmaktadır. ST-YKM, çok kriterli önceliklendirme ile davranışsal sınıflandırmayı birleştirmekte ve elde edilen sonuçları 0–1 Tamsayılı Doğrusal Programlama (MILP) tabanlı bir seçim modeline dönüştürmektedir.

3.1. Problemin Tanımı ve Veri Seti

3.1.1. Hat Tanımı

Çalışma, anonimleştirilmiş bir CNC tornalama hattında yürütülmüştür. Hat; çoklu CNC tezgâhlarından oluşmakta, vardiyalı üretim düzeninde çalışmakta ve birden fazla ürün ailesini işlemektedir. Analizde, hat bütünlüğünü bozmayacak şekilde ürün ve tezgâh isimleri kodlanmıştır.

3.1.2. Veri Kaynakları

Modelde kullanılan veriler aşağıdaki kaynaklardan elde edilmiştir:

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

- Arıza ve duruş kayıt sistemi,
- ERP/MES kayıtları,
- Bakım ve operatör formları.

3.1.3. Veri Kapsamı

Analiz, altı aylık bir dönem için toplanan 76 farklı kayıp/arıza kaydını kapsamaktadır. Kayıplar, tekrar eden davranışlarına göre gruplanarak model girdisi hâline getirilmiştir.

3.1.4. Veri Temizleme ve Varsayımlar

Eksik veya tutarsız kayıtlar birleştirme ve filtreleme adımlarıyla düzeltilmiştir. Aynı kök nedene sahip, ancak farklı isimlerle kaydedilmiş kayıplar tek bir kayıp türü altında toplanmıştır. Analiz döneminde hat konfigürasyonunun sabit olduğu varsayılmıştır.

3.2. Modelde Kullanılan Göstergeler

ST-YKM, sahadaki karar pratiklerini temsil eden nicel ve nitel göstergeler üzerine kurulmuştur. Kullanılan göstergeler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Modelde Kullanılan Göstergeler

Gösterge	Açıklama
F_i	kayıp türünün tekrar sıklığı
D_i	kayıp türüne ait toplam duruş süresi (dk)
$\bar{d}_i$	Olay başına ortalama duruş süresi
B_i	Sistem etkisi katsayısı
C_i	Müdahale edilebilirlik katsayısı

Olay başına ortalama duruş süresi, ilgili kayıp türüne ait toplam duruş süresinin tekrar sayısına bölünmesiyle hesaplanmakta olup, aşağıdaki eşitlik ile ifade edilmektedir:

$$\bar{d}_i = \frac{D_i}{F_i}$$

Bu ifade, her bir kayıp türünün sistem üzerindeki ortalama zaman etkisini ortaya koyarak, önceliklendirme ve iyileştirme çalışmalarında temel bir gösterge olarak kullanılmaktadır.

3.3. Normalizasyon İşlemleri

Modelde kullanılan frekans ve süreye bağlı göstergelerin karşılaştırılabilir bir ölçeğe indirgenebilmesi amacıyla min–maks normalizasyonu yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemle tüm değişkenler [0,1] aralığına dönüştürülmüştür.

3.3.1. Frekans Normalizasyonu

Her bir kayıp türüne ait tekrar sıklığı F_i, tüm kayıp türleri arasındaki minimum ve maksimum değerler esas alınarak normalize edilmiştir. Frekans normalizasyonu aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır:

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

$$\tilde{F}_i = \frac{F_i - \min(F)}{\max(F) - \min(F)}$$

Bu ifade, ilgili kayıp türünün göreli tekrar sıklığını boyutsuz bir ölçekte temsil etmektedir.

3.3.2. Ortalama Süre Normalizasyonu

Olay başına ortalama duruş süresi $\bar{d}_i$, benzer şekilde min–maks yöntemi kullanılarak normalize edilmiştir. Ortalama süre normalizasyonu aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$\tilde{d}_i = \frac{\bar{d}_i - \min(\bar{d})}{\max(\bar{d}) - \min(\bar{d})}$$

Bu gösterge, farklı kayıp türlerinin olay başına sistem üzerindeki zaman etkilerinin karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır.

3.3.3. Toplam Süre Normalizasyonu

Toplam duruş süresi D_i için uygulanan normalizasyon işlemi aşağıdaki eşitlik ile ifade edilmektedir:

$$\widetilde{D}_i = \frac{D_i - \min(D)}{\max(D) - \min(D)}$$

Bu yaklaşım, kayıp türlerinin toplam zaman kaybı açısından göreli önemini ortaya koymaktadır.Normalize edilmiş tüm değişkenler $[0,1]$ aralığında tanımlanmakta olup, farklı büyüklük ve birimlere sahip göstergelerin tek bir değerlendirme çerçevesinde ele alınmasını mümkün kılmaktadır.

3.4. Davranışsal Öncelik Skoru (ST-Skor)

Her bir kayıp türü için çok kriterli bir davranışsal öncelik skoru hesaplanmıştır:

$$P_i = w_F \tilde{F}_i + w_d \tilde{d}_i + w_D \widetilde{D}_i$$

Burada:

- P_i: Kayıp türü $i$için ST-YKM öncelik skoru,
- w_F, w_d, w_D: Ağırlık katsayıları,
- $w_F + w_d + w_D = 1$.

Bu skor bir performans ölçütü değil, iyileştirme kararını destekleyen göreli bir karar değeridir.

3.5. Kayıp Davranışı Matrisi

Kayıplar, tekrar sıklığı (F_i) ve olay başına ortalama süre ($\bar{d}_i$) eksenlerinde değerlendirilerek davranışsal olarak sınıflandırılmıştır.
Tanımlanan eşik değerler:

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

- F^*: Frekans eşiği,
- D^*: Ortalama süre eşiği.

Bu eşiklere göre kayıplar dört gruba ayrılmıştır:

- Sık – Kısa
- Sık – Uzun
- Seyrek – Kısa
- Seyrek – Uzun

Bu sınıflandırma skor üretmez, müdahale stratejisinin türünü belirler.

3.6. Neden MILP?

Önceliklendirme, "hangi kaybın daha önemli olduğunu" gösterirken; kaynak kısıtları altında hangi iyileştirmelerin gerçekten yapılacağını belirleyemez. Bu nedenle ST-YKM tarafından üretilen öncelik skorları, bir 0–1 MILP seçim modeline gömülmüştür. Bu çalışmanın yenilik değeri, yeni bir yöntem veya araç önermekten ziyade, sahada çoğunlukla sezgisel olarak verilen kararların davranış temelli göstergeler aracılığıyla nicelleştirilmesi ve bu göstergelerin bir MILP çerçevesinde sistematik, tekrarlanabilir ve optimize edilebilir bir karar mekanizmasına dönüştürülmesinde yatmaktadır.

- Önceliklendirme (sıralama üretir) → P1>P2>P3>…
- Seçim (karar üretir) → xi∈ {0,1}

Önceliklendirme, iyileştirme adaylarının göreli önemini sıralarken; seçim, bu sıralamayı kaynak ve uygulanabilirlik kısıtları altında hangi aksiyonların gerçekten hayata geçirileceğine dönüştüren bağlayıcı karar sürecidir (Sıralama ≠ Seçim).

→ST-YKM Akış Diyagramı

Saha Tabanlı Yalın Karar Modeli'nin (ST-YKM) adım adım işleyişi sunulmaktadır. Akış diyagramı, saha verilerinden başlayarak karar çıktısına ulaşan süreci bütüncül biçimde Görsel 1'de göstermiştir.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Görsel 1. ST-YKM Akış Diyagramı

3.7. MILP Tabanlı İyileştirme Seçim Modeli

ST-YKM öncelik skorlarının kaynak kısıtları altında aksiyon seçimine dönüştürüldüğü 0–1 Tamsayılı Doğrusal Programlama (MILP) modeli sunulmuştur.

Karar Değişkeni:

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{eğer kayıp } i \text{ için iyileştirme seçilirse} \\ 0, & \text{aksi hâlde} \end{cases}$$

Amaç Fonksiyonu:

$$\max\ Z = \sum_{i \in I} P_i\, x_i$$

Kısıtlar:

(1) Bütçe Kısıtı

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

$$\sum_{i \in I} cos\, t_i x_i \leq BUDGET_{MAX}$$

(2) Bakım Adam-Saat Kısıtı

$$\sum_{i \in I} labo\, r_i x_i \leq LABOR_{MAX}$$

(3) Planlı Duruş Süresi Kısıtı

$$\sum_{i \in I} downtim\, e_i x_i \leq DOWNTIME_{MAX}$$

(4) Uygulanabilirlik Kısıtı

$$x_i \leq avail_i \forall i \in I$$

(5) Maksimum Aksiyon Sayısı Kısıtı

$$\sum_{i \in I} x_i \leq K_{MAX}$$

(6) En Az Bir Quick-Win Seçimi

$$\sum_{i \in I} isQuic\, k_i x_i \geq 1$$

(7) Zor İş Yoğunluğu Sınırı

$$\sum_{i \in I} isHar\, d_i x_i \leq 2$$

3.8. Modelin Çözümü ve Çıktıları

Model, 0–1 Tamsayılı Doğrusal Programlama yapısında olup ticari çözücüler (IBM ILOG CPLEX) ile optimal olarak çözülebilmiştir. Model çıktısı aşağıdakileri içermektedir:

- Seçilen iyileştirme faaliyetleri,
- Bu faaliyetlerin davranışsal öncelik skorları,
- Kaynak kısıtları altında oluşturulmuş optimum aksiyon portföyü.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

4. BULGULAR

Bu bölümde, önerilen Saha Tabanlı Yalın Karar Modeli'nin (ST-YKM) CNC tornalama hattındaki gerçek kayıp verilerine uygulanması sonucu elde edilen bulgular sunulmaktadır. Bulgular üç düzeyde raporlanmıştır:
(i) ST-YKM öncelik skorları ile kayıpların göreli sıralaması,
(ii) kayıp davranışı matrisi üzerinden davranışsal sınıflandırma,
(iii) ST-YKM skorlarının 0–1 Tamsayılı Doğrusal Programlama (MILP) modeli içine gömülmesiyle kaynak kısıtları altında optimum iyileştirme portföyünün seçimi.

4.1. ST-YKM Önceliklendirme Sonuçları

Her bir kayıp türü i için tekrar sıklığı (F_i), toplam duruş süresi (D_i) ve olay başına ortalama süre ($\bar{d}_i$) değerleri hesaplanmıştır. Farklı ölçeklerdeki bu değişkenler min–max normalizasyonu ile $[0, 1]$ aralığına taşınmış ve ağırlıklı olarak birleştirilerek ST-YKM öncelik skoru P_i elde edilmiştir. Bu skor bir performans göstergesi değil, iyileştirme kararını destekleyen göreli bir karar değeri olarak yorumlanmaktadır.

Çizelge 2, CNC tornalama hattında gözlemlenen başlıca kayıplar için ST-YKM hesaplama çıktılarının özetini sunmaktadır.

Çizelge 2. ST-YKM Önceliklendirme Çıktıları İlk 10 Kayıp Türü

Kayıp Türü	F_i	D_i(dk)	$\bar{d}_i$(dk/olay)	$\lvert \tilde{F}_i \rvert$	$\tilde{D}_i$	$\tilde{d}_i$	P_i
Pompa Arızası	2	19 088	9 544	0.17	1.00	1.00	0.83
Rulman Arızası	6	4 826	804	0.83	0.25	0.08	0.66
Z Ekseni Hatası	4	3 473	868	0.50	0.18	0.09	0.56
Soğutma Sıvısı Arızası	5	2 702	540	0.67	0.14	0.05	0.52
Taret Mekanik Arıza	6	1 984	331	0.83	0.10	0.03	0.53
Yağ Kaçağı	7	2 899	414	1.00	0.15	0.04	0.55
Takım Sıkma Arızası	5	2 012	402	0.67	0.10	0.04	0.49
Motor Arızası	3	1 425	475	0.33	0.07	0.05	0.43
Eksen Boşluk Arızası	2	922	461	0.17	0.05	0.05	0.41
Punta Kilitleme Arızası	2	1 094	547	0.17	0.06	0.06	0.40

Skor dağılımı incelendiğinde, bazı kayıpların toplam duruş süresi açısından Pareto analizinde daha alt sıralarda görünmesine rağmen, tekrar sıklığı ve olay başına süre bileşenleri nedeniyle ST-YKM'de daha üst sıralara çıktığı görülmüştür. Bu durum, özellikle CNC tornalama hatlarında sık tekrar eden kısa süreli kayıpların sistem kararlılığı üzerindeki etkisini daha

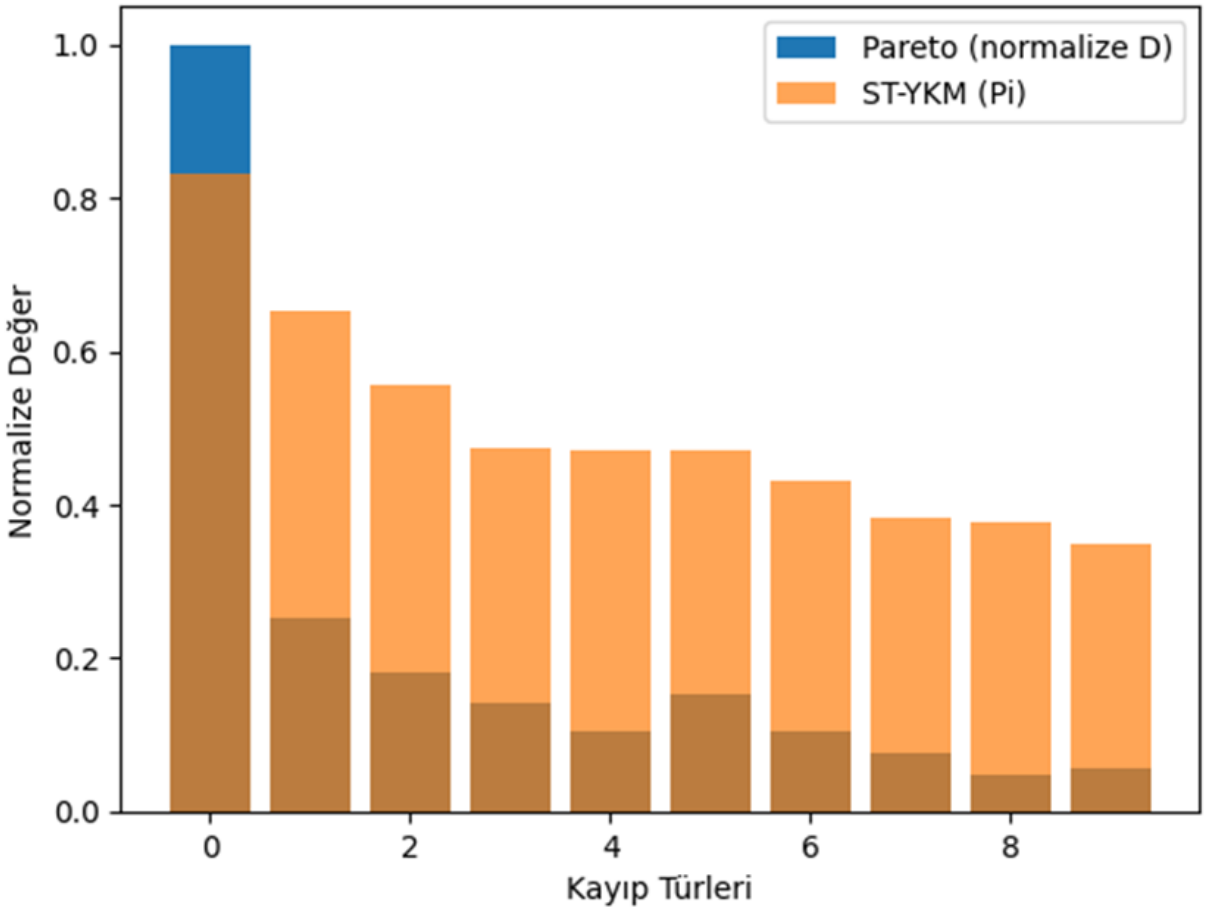
ISBN NR: 978-625-5694-71-3

görünür hâle getirmektedir. Bu farkı net biçimde göstermek amacıyla klasik Pareto sıralaması ile ST-YKM sıralaması birlikte karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3. Pareto-only ve ST-YKM Sıralama Karşılaştırması (İlk 10)

Sıra	Pareto (Toplam D_i)	ST-YKM (Skor P_i)
1	Pompa Arızası	Pompa Arızası
2	Rulman Arızası	Rulman Arızası
3	Z Ekseni Hatası	Z Ekseni Hatası
4	Yağ Kaçağı	Soğutma Sıvısı Arızası
5	Soğutma Sıvısı Arızası	Taret Mekanik Arıza
6	Takım Sıkma Arızası	Yağ Kaçağı
7	Taret Mekanik Arıza	Takım Sıkma Arızası
8	Motor Arızası	Motor Arızası
9	Punta Kilitleme Arızası	Eksen Boşluk Arızası
10	Eksen Boşluk Arızası	Punta Kilitleme Arızası

Bu karşılaştırma, ST-YKM'nin yalnızca "en çok süre kaybettiren" kayıpları değil, davranışsal olarak kritik kayıpları da ön plana çıkardığını açık biçimde göstermektedir.



Görsel 2. Pareto vs ST-YKM Karşılaştırması

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Görsel 2, aynı kayıp veri seti üzerinde Pareto ve ST-YKM yaklaşımlarının ürettiği önceliklendirme sonuçlarını karşılaştırmalı olarak sunmaktadır. Grafik, iki yaklaşımın ilk sıralarda benzer kayıpları işaret ettiğini; ancak orta ve alt sıralarda belirgin biçimde ayrıştığını göstermektedir. ST-YKM, toplam duruş süresi açısından görece küçük olan ancak yüksek tekrar sıklığına sahip kayıpları daha üst sıralara taşımakta ve böylece davranışsal olarak kritik kayıpları görünür hâle getirmektedir. Bu sonuç, ST-YKM'nin Pareto analizini ikame etmekten ziyade, onu tamamlayan ve derinleştiren bir karar çerçevesi sunduğunu göstermektedir.

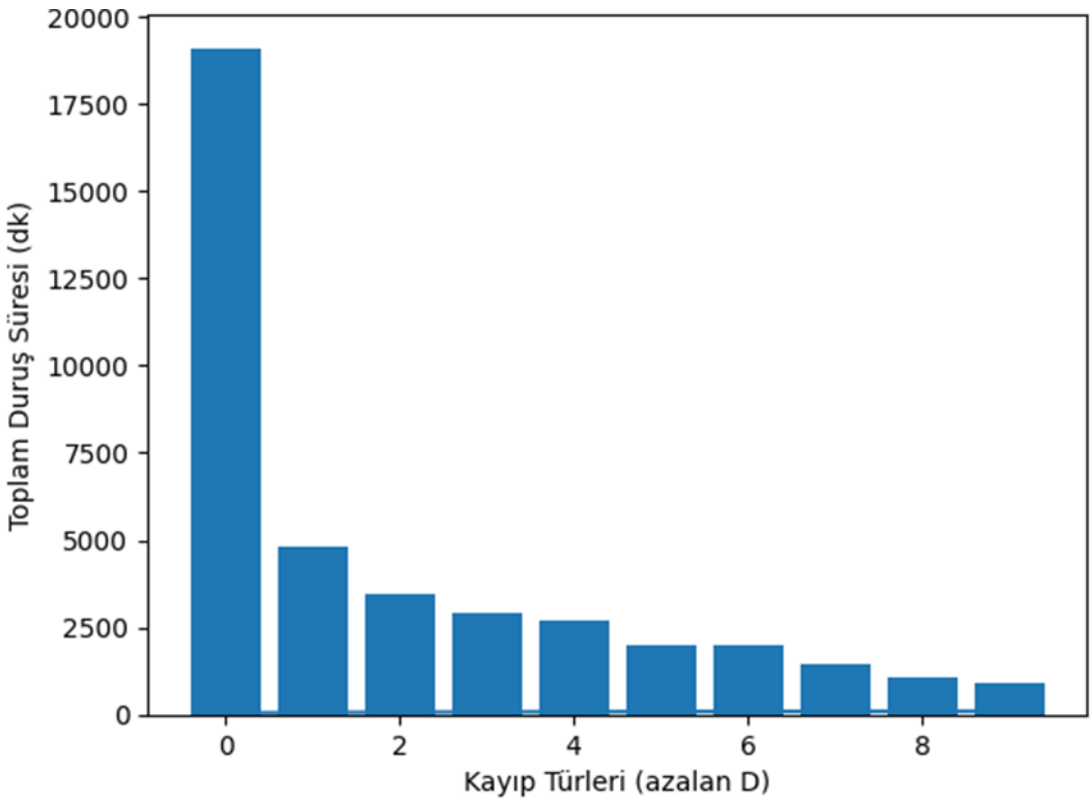
4.2. Kayıp Davranışı Matrisi Bulguları

Kayıplar, frekans (F_i) ve olay başına ortalama süre ($\bar{d}_i$) eksenlerinde değerlendirilerek davranış matrisi üzerinde dört sınıfa ayrılmıştır: Sık–Kısa, Sık–Uzun, Seyrek–Kısa ve Seyrek–Uzun. Eşik değerler analiz verisinden türetilmiş olup $F^* = 3$ ve $\bar{d}^* = 468$ dk/olay olarak belirlenmiştir.
Şekil 3, kayıpların bu davranış matrisi üzerindeki gerçek dağılımını göstermektedir.
Analiz sonucunda, kayıpların önemli bir bölümünün Sık–Kısa ve Sık–Uzun bölgelerinde kümelendiği görülmüştür. Bu kayıplar toplam duruş süresi açısından Pareto analizinde görece geri planda kalabilmekte; ancak operatör müdahalesini artırarak mikro duruşlar üzerinden üretim akışını bozmaktadır. Buna karşılık Seyrek–Uzun bölgedeki kayıplar sayıca az olmakla birlikte yüksek tekil etkiye sahiptir.
Bu bulgu, davranış matrisinin yalnızca sınıflandırıcı bir araç değil, iyileştirme türünü belirleyen operasyonel bir karar bileşeni olduğunu göstermektedir. Davranış sınıfına göre önerilen müdahale mantığı Çizelge 4'te özetlenmiştir.

Çizelge 4. Davranış Sınıfı – Müdahale Tipi Eşlemesi

Davranış Sınıfı	Tipik Etki	Önerilen Müdahale Tipi
Sık–Kısa	Akış kararlılığı, mikro duruşlar	Standart iş, 5S, hızlı kök neden, operatör eğitimi
Sık–Uzun	Büyük duruş + tekrar	TPM, planlı bakım, kök neden eliminasyonu
Seyrek–Kısa	Lokal/tesadüfi	İzleme, kontrol listesi, basit önleyici aksiyon
Seyrek–Uzun	Nadir ama yıkıcı	Risk tabanlı bakım, kritik ekipman planı, yatırım

ISBN NR: 978-625-5694-71-3



Görsel 3. Pareto Diyagramı (Toplam Duruş Süresi)

Görsel 3, kayıpların klasik Pareto yaklaşımına göre toplam duruş süresi temelinde sıralanışını göstermektedir. Bu diyagram, yalın üretimde yaygın olarak kullanılan referans önceliklendirme yaklaşımını temsil etmektedir. Pareto analizi, büyük kayıpların hızlı biçimde tespit edilmesini sağlasa da kayıpların tekrar sıklığı ve operasyonel davranışı hakkında sınırlı bilgi sunmaktadır. Bu durum, özellikle kısa süreli ancak sık tekrar eden kayıpların karar süreçlerinde geri planda kalmasına neden olmaktadır.

4.3. MILP ile Aksiyon Seçimi Bulguları

ST-YKM tarafından üretilen öncelik skorları P_i, kaynak kısıtları altında uygulanabilir bir iyileştirme portföyü seçmek amacıyla 0–1 MILP modeline girdi olarak kullanılmıştır. Bu aşamanın temel amacı, yalnızca sıralama üretmek değil, gerçek saha kısıtları altında hangi aksiyonların yapılacağına karar vermektir.
Model; bakım adam-saat kapasitesi, maksimum aksiyon sayısı, uygulanabilirlik, en az bir hızlı kazanım (quick-win) seçimi ve yüksek zorluklu işlerin sınırlandırılması gibi kısıtlar altında çözülmüştür. MILP çözümü sonucunda elde edilen iyileştirme portföyü Çizelge 5'te sunulmuştur.

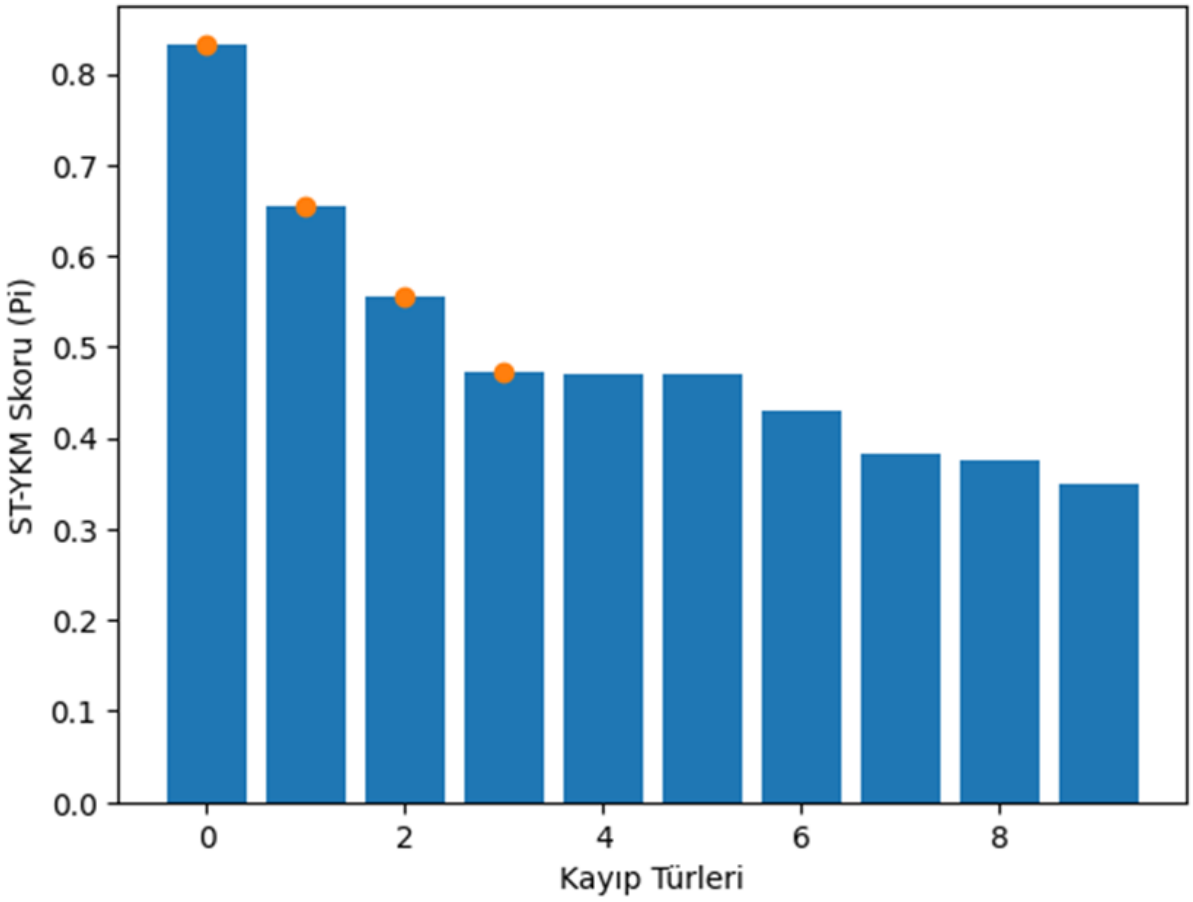
Çizelge 5. MILP Çözümü ile Seçilen İyileştirme Portföyü

Kayıp Türü	P_i	Labor (efor)	Quick-Win	Hard	x_i
Yağ Kaçağı	0.55	2	1	0	1
Taret Mekanik Arıza	0.53	2	1	0	1

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Kayıp Türü	P_i	Labor (efor)	Quick-Win	Hard	x_i
Soğutma Sıvısı Arızası	0.52	2	0	0	1
Takım Sıkma Arızası	0.49	2	1	0	1
Switch Hatası	0.36	1	0	1	1
Palet Değiştirme Hatası	0.22	1	0	0	1

Çözüm, en az bir hızlı kazanımın portföyde yer almasını garanti ederken, yüksek zorluk derecesine sahip işlerin aşırı yoğunlaşmasını da sınırlandırmıştır. Bu sonuç, ST-YKM + MILP yaklaşımının yalnızca "önemli görünen" kayıpları değil, uygulanabilir ve dengeli bir iyileştirme planını seçtiğini göstermektedir. Böylece "sıralama ≠ seçim" argümanı sayısal olarak doğrulanmıştır.



Görsel 4. MILP ile Seçilen İyileştirmeler

Görsel 4, ST-YKM öncelik skorlarının 0–1 MILP modeli içine gömülmesiyle elde edilen iyileştirme seçim sonuçlarını göstermektedir. Grafik, yüksek öncelik skoruna sahip tüm kayıpların otomatik olarak seçilmediğini; kaynak kısıtları, uygulanabilirlik ve dengeleyici kısıtlar nedeniyle bazı kayıpların elendiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, önceliklendirme ile seçim kavramlarının birbirinden ayrılması gerektiğini ve karar sürecinin yalnızca sıralama üretmekle tamamlanamayacağını göstermektedir. MILP tabanlı seçim mekanizması, saha gerçekliğiyle uyumlu ve uygulanabilir bir iyileştirme portföyü oluşturulmasını sağlamaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

5. TARTIŞMA

Bu bölümde, elde edilen bulguların yalın üretimde karar verme pratiği ve ilgili literatür bağlamında anlamı tartışılmaktadır. Tartışma; (i) ST-YKM'nin saha karar mantığıyla uyumu, (ii) klasik önceliklendirme yaklaşımları ve karar verme teorileriyle karşılaştırılması ve (iii) yönetsel düzeyde sağladığı çıkarımlar olmak üzere üç alt başlık altında ele alınmıştır.

5.1. Bulguların Yorumlanması

Elde edilen sonuçlar, ST-YKM'nin sahada fiilen uygulanan sezgisel karar mantığıyla yüksek düzeyde örtüştüğünü göstermektedir. Özellikle önceliklendirme ve MILP tabanlı seçim sonuçları, deneyimli bakım ve üretim yöneticilerinin "önce hangisine dokunalım?" sorusuna verdikleri yanıtların çoğu zaman yalnızca toplam duruş süresine dayanmadığını; tekrar sıklığı, müdahale kolaylığı ve sistem üzerindeki dolaylı etkilerin birlikte değerlendirildiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, bazı "büyük" kayıpların MILP çözümü sonucunda iyileştirme portföyüne dâhil edilmemesi dikkat çekicidir. Örneğin toplam duruş süresi yüksek olan ancak seyrek gerçekleşen ve müdahale edilebilirliği düşük bazı kayıplar, yüksek öncelik skoruna sahip olmalarına rağmen kaynak kısıtları nedeniyle elenmiştir. Bu durum, sahada sıkça gözlemlenen "en büyük problemi seçtik ama aylarca bitiremedik" deneyimiyle örtüşmektedir. ST-YKM + MILP yaklaşımı, bu tür sezgisel olarak hissedilen fakat çoğu zaman açıkça ifade edilemeyen sınırlılıkları sayısal bir karar yapısı içine almıştır.

Öte yandan, toplam süre açısından görece küçük görünen ancak sık tekrar eden bazı kayıpların iyileştirme portföyünde yer alması, modelin davranışsal duyarlılığını göstermektedir. Bu tür kayıplar, tekil olarak büyük kayıplar yaratmasa da operatör müdahalesini artırarak üretim akışını parçalayan ve standart iş disiplinini zayıflatan unsurlar olarak öne çıkmaktadır. ST-YKM'nin bu kayıpları üst sıralara taşıması, yalın üretimin "akış" ve "kararlılık" ilkeleriyle tutarlıdır.

Dolayısıyla elde edilen bulgular, ST-YKM'nin yalnızca matematiksel bir önceliklendirme aracı değil, sahada yıllar içinde oluşmuş örtük karar mantığını görünür ve tartışılabilir hâle getiren bir çerçeve sunduğunu göstermektedir.

5.2. Literatür ile Karşılaştırma

Klasik Pareto analizi, yalın üretimde önceliklendirme amacıyla en yaygın kullanılan araçlardan biridir. Ancak Pareto'nun doğası gereği tek boyutlu olması, özellikle CNC tornalama hatları gibi çok sayıda kısa süreli ve tekrar eden kaybın bulunduğu sistemlerde önemli bir sınırlılık oluşturmaktadır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Pareto analizinin büyük kayıpları doğru biçimde işaret ettiğini; ancak davranışsal olarak kritik bazı kayıpları geri planda bıraktığını göstermiştir.

Çok kriterli karar verme yöntemleri (AHP, ANP vb.) literatürde bu sınırlılığı aşmak için sıklıkla önerilmektedir. Ancak bu yöntemler çoğunlukla statik uzman yargılarına dayanmakta ve elde edilen sonuçlar genellikle bir sıralama üretmekle sınırlı kalmaktadır. ST-YKM, bu yaklaşımlardan farklı olarak, uzman görüşünü doğrudan ağırlık katsayıları veya karşılaştırma matrisleri üzerinden almak yerine, sahada gözlemlenen davranışsal veriler üzerinden dolaylı

biçimde modele dâhil etmektedir. Bu yönüyle model, uzman sezgisini dışlamadan, onu veriye dayalı bir yapı içine yerleştirmektedir.
Elde edilen bulgular, Simon'un (1955) sınırlı rasyonellik (bounded rationality) yaklaşımıyla da güçlü bir örtüşme göstermektedir. Sahada karar vericilerin tüm alternatifleri ve sonuçları aynı anda değerlendirememesi, "tatmin edici" çözümlere yönelmesiyle sonuçlanmaktadır. ST-YKM + MILP yaklaşımı, bu tatmin edici karar mantığını idealize etmeye çalışmak yerine, onu sistematik hâle getirmeyi amaçlamaktadır. Başka bir ifadeyle model, tam rasyonel bir optimum arayışından ziyade, saha koşulları altında uygulanabilir en iyi karar setini üretmektedir.
Ayrıca yalın üretim ile matematiksel optimizasyonun birlikte ele alındığı sınırlı sayıdaki çalışmayla karşılaştırıldığında, bu çalışmanın ayırt edici yönü, optimizasyonu doğrudan üretim planlama veya çizelgeleme için değil**,** iyileştirme aksiyonlarının seçimi için kullanmasıdır. Bu durum, literatürde daha çok araç ve yöntem odaklı ele alınan yalın iyileştirme çalışmalarına karar verme perspektifi kazandırmaktadır.

5.3. Yönetsel Çıkarımlar

Elde edilen sonuçlar, ST-YKM'nin yalnızca akademik bir model değil, saha yöneticileri için pratik bir karar destek aracı olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Hat yöneticileri, model çıktıları sayesinde "hangi kayıplar daha önemli?" sorusunu kişisel deneyimlerine dayandırmak yerine, veri destekli ve izlenebilir bir çerçevede ele alabilmektedir.
Model, Kaizen faaliyetlerinin seçimi ve sıralanması açısından da önemli bir katkı sunmaktadır. Özellikle sık–kısa davranışlı kayıpların görünür hâle gelmesi, küçük ama sürekli iyileştirmelerin sistematik biçimde planlanmasına olanak tanımaktadır. Benzer şekilde, seyrek–uzun kayıpların net biçimde ayrıştırılması, bu tür problemlerin kısa vadeli Kaizen'lerden ziyade teknik projeler veya yatırım kararlarıyla ele alınması gerektiğini göstermektedir.
Bakım planlaması açısından bakıldığında, ST-YKM sonuçları TPM faaliyetlerinin odaklanacağı ekipman ve arıza türlerini belirlemede yol gösterici olmaktadır. Ayrıca MILP tabanlı seçim mekanizması, bakım ve iyileştirme ekiplerinin aynı dönemde üstlenebileceği iş yükünü dengeleyerek gerçekçi planların oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.
Son olarak modelin en önemli yönetsel katkılarından biri, kurumsal öğrenmeyi desteklemesidir. Sezgisel kararların açık biçimde modellenmesi ve raporlanması, farklı yöneticiler ve ekipler arasında ortak bir karar dili oluşmasını sağlamakta; böylece iyileştirme önceliklerinin kişiye bağlı olarak değişmesi riski azaltılmaktadır. Bu yönüyle ST-YKM, yalın üretimde sürdürülebilirlik ve tutarlılık açısından önemli bir yapı taşı olarak değerlendirilebilir.

6. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, yalın üretim uygulamalarında sahada büyük ölçüde sezgisel olarak yürütülen iyileştirme karar süreçlerinin sistematik ve izlenebilir bir yapıya kavuşturulması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda geliştirilen Saha Tabanlı Yalın Karar Modeli (ST-YKM)**,** üretim sistemlerinde gözlemlenen kayıpları yalnızca büyüklüklerine göre değil, davranışsal özellikleriyle birlikte ele alan bütünleşik bir karar çerçevesi sunmuştur. CNC tornalama hattında gerçekleştirilen uygulama, modelin hem analitik açıdan tutarlı hem de saha koşulları altında uygulanabilir olduğunu göstermiştir.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Elde edilen bulgular, yalın üretimde iyileştirme kararlarının çoğu zaman tekil performans göstergelerine indirgenemeyeceğini; frekans, süre, müdahale edilebilirlik ve sistem etkisinin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışma, yalın üretimde araç kullanımından ziyade karar verme sürecinin kendisini odak noktasına alan bir bakış açısı sunmaktadır. ST-YKM, Pareto'nun statik sıralamasını davranış temelli bir karar değerine dönüştürmüş; MILP entegrasyonu sayesinde sınırlı saha kaynakları altında uygulanabilir bir iyileştirme portföyü üretmiştir.

Bu çalışmanın akademik katkısı, yalın üretim literatüründe çoğunlukla örtük kalan sezgisel karar verme sürecini açık biçimde modellemesidir. ST-YKM, karar vericilerin sınırlı rasyonellik altında geliştirdiği önceliklendirme mantığını idealize etmeye çalışmak yerine, sahada fiilen işleyen karar yapısını sistematik hâle getirmektedir. Bu yaklaşım, karar verme literatürü ile yalın üretim uygulamaları arasında doğrudan bir köprü kurmaktadır.
Endüstriyel açıdan model, hat yöneticilerinin ve bakım ekiplerinin iyileştirme önceliklerini kişisel deneyime dayalı olarak değil, veri destekli ve tekrarlanabilir bir yapı içinde belirlemesine olanak tanımaktadır. Özellikle sık tekrar eden kısa süreli kayıpların görünür hâle gelmesi, üretim akışının kararlılığını artırmaya yönelik daha dengeli iyileştirme portföylerinin oluşturulmasını sağlamaktadır.
Yöntemsel katkı olarak ise ST-YKM'nin, davranış temelli önceliklendirme çıktılarının 0–1 Tamsayılı Doğrusal Programlama (MILP) modeliyle bütünleştirilmesi öne çıkmaktadır. Bu bütünleşik yapı sayesinde, önceliklendirme sonuçları soyut bir sıralama olarak kalmamakta; kaynak kısıtları altında uygulanabilir aksiyon setlerine dönüştürülmektedir.

Çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle uygulama, tek bir CNC tornalama hattı ve tek bir işletme bağlamında gerçekleştirilmiştir. Bu durum, elde edilen bulguların genellenebilirliğini sınırlamakla birlikte, modelin kavramsal ve metodolojik geçerliliğini ortadan kaldırmamaktadır.
İkinci olarak, ST-YKM'de kullanılan ağırlık katsayıları bağlama duyarlıdır. Ağırlıklar saha koşullarını yansıtacak şekilde belirlenmiş olsa da farklı üretim ortamlarında bu değerlerin yeniden kalibre edilmesi gerekmektedir. Bu durum, modelin zayıflığından ziyade bağlamsal esnekliğini göstermektedir.
Son olarak, analizler arıza ve duruş kayıtlarının doğruluğu varsayımı altında yürütülmüştür. Veri giriş hataları, eksik kayıtlar veya sınıflandırma belirsizlikleri, tüm veri temelli yaklaşımlarda olduğu gibi bu çalışmanın da sonuçlarını etkileyebilecek unsurlardır.

Gelecek çalışmalarda, ST-YKM'nin çok hatlı ve çok fabrikalı üretim sistemlerine uygulanması, modelin genellenebilirliğini test etmek açısından önemli bir araştırma alanı sunmaktadır. Ayrıca farklı hatlar arasında kaynak paylaşımı ve iyileştirme önceliklerinin koordinasyonu, modelin genişletilmesi için doğal bir adım olarak değerlendirilebilir.
Bunun yanı sıra, ağırlık katsayılarının zaman içinde güncellendiği veya öğrenen yapılarla belirlendiği dinamik ST-YKM yaklaşımlarının geliştirilmesi mümkündür. Son olarak, modelin dijital ikiz, gerçek zamanlı performans izleme sistemleri ve yapay zekâ destekli karar destek altyapılarıyla entegrasyonu, yalın üretimde proaktif ve sürekli karar verme yetkinliğinin artırılmasına yönelik önemli bir potansiyel sunmaktadır.

KAYNAKÇA

[1] Abramova, N. A., *Interdisciplinary Approach to Intransitivity of Preferences in Decision Making*, Proceedings of the 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing (INCOM 2009), 1742–1747, International Federation of Automatic Control, 2009.

[2] Agnetis, A., Bianciardi, C. ve Iasparra, N., *Integrating Lean Thinking and Mathematical Optimization: A Case Study in Appointment Scheduling of Hematological Treatments*, Operations Research Perspectives, Cilt 6, 100110, 2019.

[3] Alla, P. B., *Augmenting Intelligent Process Automation through Generative AI for Human-in-the-Loop Decision Systems*, Digital Transformation in Enterprise, 100071, 2025.

[4] Arey, D., Le, C. H. ve Gao, J., *Lean Industry 4.0: A Digital Value Stream Approach to Process Improvement*, Procedia Manufacturing, Cilt 54, 19–24, 2021.

[5] Bicheno, J. ve Holweg, M., *The Lean Toolbox: The Essential Guide to Lean Transformation*, 4. Baskı, PICSIE Books, Buckingham, 2009.

[6] Ben-Daya, M., Duffuaa, S. O., Raouf, A., Knezevic, J. ve Ait-Kadi, D. (Editörler), *Handbook of Maintenance Management and Engineering*, Springer, Londra, 2009.

[7] Chen, S.-Q., Shi, H.-L., Wang, Y.-M. ve Chen, L.-T., *Decision-Making Method Combining Machine Learning and Expert Subjective Judgment and Its Application to Typhoon-Induced House Damage Assessment*, Applied Soft Computing, Cilt 176, 113235, 2025.

[8] Colombo, B., Zanchi, M. ve Gaiardelli, P., *The Role of Lean Management Methodologies within the Current Industry 5.0*, IFAC PapersOnLine, Cilt 59, No 10, 1420–1425, 2025.

[9] Dekkers, R., *Applied Systems Theory*, Springer, Cham, İsviçre, 2017.

[10] do Rosário, C. R., Kipper, L. M., Frozza, R. ve Mariani, B. B., *Modeling of Tacit Knowledge in Industry: Simulations on the Variables of Industrial Processes*, Expert Systems with Applications, Cilt 41, No 16, 7383–7395, 2014.

[11] Frish, S., Talmor, I., Hadar, O., Shoshany, M. ve Shapira, A., *Enhancing Consistency of AHP-Based Expert Judgements: A New Approach and Its Implementation in an Interactive Tool*, MethodsX, Cilt 14, 103341, 2025.

[12] Ishizaka, A. ve Labib, A., *Review of the Main Developments in the Analytic Hierarchy Process*, Expert Systems with Applications, Cilt 38, No 11, 14336–14345, 2011.

[13] Ju, Z., Wang, Y., Quan, Z., Liu, X. ve Ji, Z., *Bottleneck Alleviation and Scheduling Optimization of Flexible Manufacturing Systems Based on Information–Energy Flow Model*, Swarm and Evolutionary Computation, Cilt 89, 101600, 2024.

[14] Juran, J. M. ve Godfrey, A. B., *Juran's Quality Handbook*, 5. Baskı, McGraw-Hill, New York, 1999.

[15] Labib, A. W., *A Decision Analysis Model for Maintenance Policy Selection Using a CMMS*, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Cilt 10, No 3, 191–202, 2004.

[16] Muchiri, P., Pintelon, L. ve Gelders, L., *Performance Measurement Using Overall Equipment Effectiveness (OEE): Literature Review and Practical Application Discussion*, International Journal of Production Economics, Cilt 131, No 1, 1–13, 2011.

[17] Nakajima, S., *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*, Productivity Press, Cambridge, MA, 1988.

[18] Nonaka, I. ve Takeuchi, H., *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, Oxford University Press, New York, 1995.
[19] Otsubo, H., *Bottleneck Congestion and Endogenously Determined Departure Times under Bounded Rationality*, Transportmetrica A: Transport Science, Erken çevrim içi yayın, 2025.
[20] Papavasileiou, V., Koulouris, A., Siletti, C. ve Petrides, D., *Optimize Manufacturing of Pharmaceutical Products with Process Simulation and Production Scheduling Tools*, Chemical Engineering Research and Design, Cilt 85, No A7, 1086–1097, 2007.
[21] Sáenz-Royo, C. ve Chiclana, F., *The Value of Expert Judgments in Decision Support Systems*, Applied Soft Computing, Cilt 171, 112806, 2025.
[22] Saaty, T. L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 1980.
[23] Samasseca Zeferino, E. F., Makinde, O. A., Mpofu, K., Ramatsetse, B. I. ve Daniyan, I. A., *Prioritizing Factors Influencing the Selection of a Suitable Quarantine Facility for COVID-19 Patients Using Pareto-Enhanced Analytical Hierarchy Process*, Facilities, Cilt 39, No 7/8, 488–505, 2021.
[24] Shah, R. ve Ward, P. T., *Defining and Developing Measures of Lean Production*, Journal of Operations Management, Cilt 25, No 4, 785–805, 2007.
[25] Simon, H. A., *A Behavioral Model of Rational Choice*, The Quarterly Journal of Economics, Cilt 69, No 1, 99–118, 1955.
[26] Slack, N., Chambers, S. ve Johnston, R., *Operations Management*, 6. Baskı, Pearson Education, Harlow, 2010.
[27] Triantaphyllou, E., *Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*, Springer, Boston, 2000.
[28] Womack, J. P. ve Jones, D. T., *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Simon & Schuster, New York, 1996.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

ŞEBEKEDEN BAĞIMSIZ FOTOVOLTAİK SİSTEMLER İÇİN AKILLI DC ENERJİ İZLEME VE MATLAB DESTEKLİ PERFORMANS ANALİZİ

Erkin Gündoğdu [1], Prof. Dr. Mustafa Burunkaya [2]

[1] Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, erkingnd@gmail.com - ORCID NO : 0009-0004-7512-2173

[2]Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, bmustafa@gazi.edu.tr - ORCID NO : 0000-0002-3971-0590

ÖZET

Bu çalışmada, günümüzde artan yenilenebilir enerji yatırımlarının sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla, özellikle şebekeden bağımsız (Off-Grid) Fotovoltaik (PV) sistemlerin uzun vadeli performans takibi için tasarlanmış, düşük maliyetli ve tek başına çalışan (stand-alone) bir DC enerji kaydedici (data logger) prototipinin geliştirilmesi sunulmaktadır. Sistemin donanım mimarisinin merkezinde, esnek programlanabilirliği ve erişilebilirliği nedeniyle ATmega328 tabanlı bir mikrokontrolcü tercih edilmiştir. Bu mimari, PV sisteminin operasyonel verilerine dair kritik metrikleri yüksek hassasiyetle ölçmek ve kaydetmek üzere optimize edilmiştir.

Uygulama, sistemin enerji akış profilini doğru bir şekilde yansıtan genişletilmiş bir veri seti kaydeder. Bu kapsamlı veri seti; anlık güç (kW), kümülatif enerji üretimi (kWh), panel yüzey sıcaklığı, akü grubunun şarj durumu (SOC), MPPT verimi ve evirici (inverter) verimi tahminlerini içermektedir. Ölçüm altyapısında, Hall Etkili akım sensörleri ve hassas gerilim bölücü devreler kullanılarak; PV dizisi, batarya şarj/deşarj hattı ve AC yük hatları üzerindeki tüm DC ve AC elektriksel parametreler gerçek zamanlı olarak izlenmektedir.

Toplanan tüm veriler, veri bütünlüğünü koruyacak şekilde zaman damgalı ve virgülle ayrılmış değerler (CSV) formatında bir SD karta depolanmaktadır. Veri toplama sürecinin ardından, ham veriler gelişmiş analizler için MATLAB ortamına aktarılmaktadır. Burada işlenen veriler üzerinden ortalama sistem verimi, tepe güç noktaları ve maksimum sıcaklık gibi analizler yapılmakta; sonuçlar otomatik olarak organize edilmiş, görselleştirilmiş grafikler içeren Excel formatında detaylı bir rapora dönüştürülmektedir. Geliştirilen bu çözüm, ticari logger'lara kıyasla kurulum maliyetini önemli ölçüde düşürmekte, PV sistemlerde oluşabilecek kritik arızaların (gölgelenme, akü yaşlanması vb.) tespit edilmesinde kolaylık sağlamakta, aynı zamanda karmaşık performans analizlerini basit bir arayüzde son kullanıcıya sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: PV, Enerji Kaydedici, Mikrokontrolcü, Şarj Durumu (SOC), Düşük Maliyetli İzleme, Fotovoltaik Performans Analizi.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

1. GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynaklarının süratli gelişimi, özellikle fotovoltaik (PV) sistemleri, enerji talebini karşılamada ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamada merkezi bir rol oynamaktadır [1]. PV sistemler, evlerin çatısından büyük santrallere kadar geniş bir uygulama alanına sahip olmakla birlikte, en büyük zorluklardan biri küçük, özellikle şebekeden bağımsız (Off-Grid) sistemlerin operasyonel performansının ve uzun vadeli sağlığının sürekli takibidir [2].

Günümüzde piyasada bulunan ticari enerji kaydedici ve izleme sistemleri, yüksek hassasiyet sunmalarına rağmen, genellikle karmaşık kurulum süreçleri, yüksek maliyetleri ve yüksek güç tüketimleri nedeniyle küçük ölçekli veya uzaktan erişimli Off-Grid uygulamaları için pratik olmamaktadır [3,4]. Bu durum, son kullanıcıların sistem verimlilik kayıplarını, akü bozulmalarını veya beklenmedik sistem arızalarını zamanında tespit etmesini zorlaştırmaktadır. Literatürde, Arduino tabanlı düşük maliyetli veri kaydedici çalışmalarına rastlanmaktadır, ancak bu çalışmalar çoğunlukla tek bir panelin veya temel DC parametrelerin ölçümüyle sınırlı kalmakta, sistemin bütüncül performansını (örneğin evirici verimi veya şarj durumu gibi) kapsamamaktadır [5].

Bu prototip, gerçek dünya performansı ve doğruluğu test edilmek üzere kurulan şebekeden bağımsız bir test sistemi üzerinde uygulanmıştır. Bu Off Grid sistem, 430 Wp gücünde PV panel dizisine [6], bir 40 A MPPT şarj kontrol cihazına [7], 12 V 100 Ah kapasiteli bir bataryaya ve yükleri besleyen 12 V 2000 W saf sinüs invertere sahiptir. Enerji kaydedici, bu bileşenlerin elektriksel ve termal verilerini anlık olarak izlemektedir.

Bu çalışmanın amacı, ATmega328 tabanlı ve uygun maliyetli bir DC enerji kaydedici ve analiz yöntemi prototipi sunmaktır. Önerilen sistem; PV dizisi, MPPT çıkışı, batarya ve inverter giriş/çıkışları gibi tüm kritik noktalardan güç, enerji, panel sıcaklığı ve evirici verimi dahil olmak üzere 17 farklı parametreyi eş zamanlı toplayarak kapsamlı bir veri seti oluşturur.

Sistemin teknik altyapısı, batarya takibinde yalnızca gerilim verisine bağlı kalmayıp, şarj ve deşarj akımlarını da hesaba katarak Akü Şarj Durumunu (SOC) hibrit bir yöntemle belirler. Kurulum ve bileşen açısından erişilebilir ve bağımsız (stand-alone) bir yapı sunan bu tasarım, veri analizi süreçlerini de kolaylaştırmaktadır. Toplanan veriler yerel olarak SD karta kaydedilmekte ve MATLAB yazılımı ile işlenerek grafiksel raporlamaya uygun Excel formatına otomatik olarak dönüştürülmektedir.

Bu bildirinin ilerleyen bölümlerinde, öncelikle sistemin bileşenlerine ve konumlandırmalarına odaklanan materyal ve metod kısmına değinecek ardından donanım ve yazılım geliştirme aşamaları detaylandırılacak, ardından veri kayıt yöntemleri ve formatı sunulacak ve son olarak projenin sağladığı sonuçlar ve çıkarımlar değerlendirilecektir.

2. MATERYAL VE METOD

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Bu çalışmada geliştirilen akıllı enerji izleme sistemi, gerçek saha koşullarını simüle eden bir Şebekeden Bağımsız (Off-Grid) fotovoltaik test düzeneği üzerinde uygulanmıştır. Çalışmanın donanım altyapısı, "Test Edilen Güç Sistemi" ve "Geliştirilen İzleme Sistemi" olmak üzere iki ana kategoride incelenmiştir.

2.1. Test Edilen Off-Grid Güç Sistemi Bileşenleri

Enerji izleme prototipinin performansını test edebilmek için kurulan deney düzeneği, endüstriyel standartlarda enerji üretimi ve depolama bileşenlerinden oluşmaktadır. Bu sistemin teknik özellikleri Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Çizelge 1. Test Edilen Off-Grid Güç Sistemi Bileşenleri

PV Panel	CW Enerji CWT430-108TN10	P_max: 430 Wp
		V_oc: 38.31 V
		I_sc: 14.10 A
MPPT	Mexxsun MPJ 40A	Kapasite: 40 A
		Maks. Giriş: 100 V DC
		Sistem: 12V / 24V Otomatik
Batarya	Volt Energy VLT 100-12	Kapasite: 12 V / 100 Ah (C_10)
İnverter	Mexxsun YX-2000W-S	Güç: 2000 W (Sürekli) / 4000 W (Demeraj)
		Giriş: 10-15.5 V DC
		Çıkış: 220 V AC, 50 Hz

2.2. Geliştirilen İzleme Sistemi ve Sensör Donanımı

Güç sisteminin performansını anlık olarak takip etmek için geliştirilen mikrokontrolcü tabanlı veri toplama sistemi, Arduino platformu ve sensör modüllerinden oluşmaktadır. İzleme sisteminin bileşenleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Geliştirilen İzleme Sistemi Donanım Özellikleri

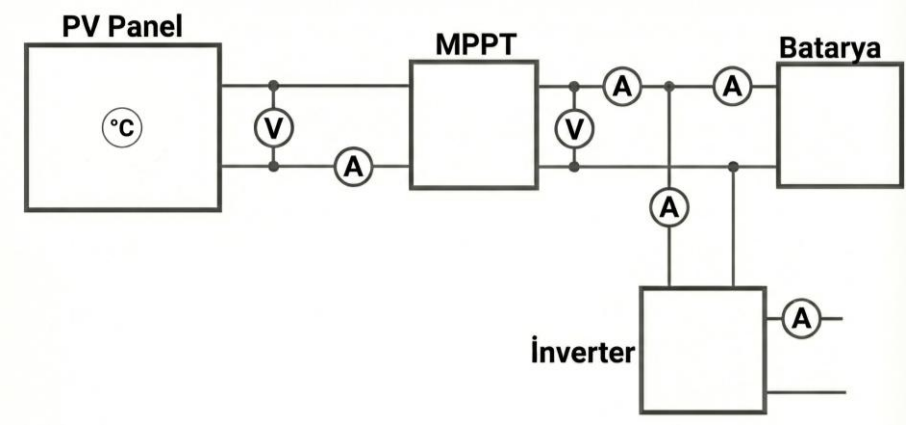
Kontrolcü	Arduino UNO (ATmega328P)	İşlemci: 8-bit AVR, 16 MHz
		ADC: 10-bit çözünürlük
Akım Sensörü	Allegro ACS712ELCTR-20A-T	Ölçüm Aralığı: ± 20 A
		Hassasiyet: 100 mV/A
Gerilim Sensörü	Direnç Bölücü Modülü	Tip: Standart Gerilim Sensörü (0-25V)
		Modifikasyon: PV hattı için R1=R2 harici bölücü eklenerek ölçüm aralığı 0-50V seviyesine çıkarılmıştır.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Sıcaklık Sensörü	Dallas DS18B20	Aralık: -55 ~ +125 °C
		Hassasiyet: ± 0.5 °C

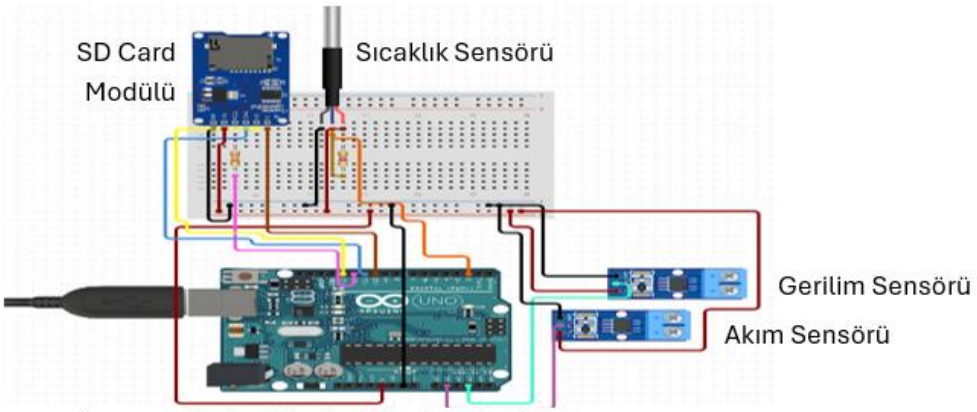
2.3. Sensör Konumlandırmaları ve Elektriksel Bağlantı Diyagramı

Sistemin bütüncül analizi için sensörler, enerji akışının kritik noktalarına yerleştirilmiştir. Sensörlerin fiziksel bağlantı konumlandırmaları aşağıda belirtildiği gibi uygulanmıştır (Bkz. Görsel 1):



Görsel 1. Sensör Konumlandırmaları.

Bu yerleşim planı, sistemin her bir bileşeninin (Üretim, Depolama, Tüketim) performansının izole edilerek analiz edilmesine olanak tanır. Sistemin bütüncül performans analizi ve enerji akışının takibi için, sensörler PV üretiminden son yük tüketimine kadar kritik noktalara yerleştirilmiştir. Geliştirilen izleme sistemindeki sensörlerin elektriksel bağlantı şeması Görsel 2'de detaylandırılmıştır.



Görsel 2. Sensörlerin Elektriksel bağlantı bağlantı şeması.

Akım Sensörlerinin Bağlantısı (Seri Entegrasyon): Sistemdeki güç akışını kayıpsız ve izole bir şekilde ölçmek için Hall Etkili ACS712 akım sensörleri kullanılmıştır. Bu sensörler, ölçüm yapılacak hattın pozitif kutbuna seri olarak (In-Line) bağlanmıştır. Sensörün ölçüm pinleri güç hattına, VCC, GND ve OUT pinleri ise Arduino'nun sırasıyla 5V, GND ve Analog giriş pinlerine (A0, A1, A2,A3,A4) bağlanmıştır.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Konumlar:

- PV Akımı (A0): Güneş panelinden MPPT şarj kontrol cihazına giden pozitif hat üzerine yerleştirilmiştir. Panelin ürettiği akımı (I_PV) ölçer.
- Batarya Akımı (A1): Batarya ile ortak DC bara arasındaki hatta seri bağlanmıştır. Bataryaya giren şarj akımını (pozitif) ve yük tarafından çekilen deşarj akımını (negatif) çift yönlü olarak izler (I_Bat).
- MPPT Akımı (A2): MPPT çıkış hattına bağlanarak, MPPT'den çıkan toplam DC akımı (I_Yük) kaydeder.
- İnverter Giriş Akımı (A3): İnverter giriş hattına bağlanarak, sistemden çekilen toplam DC akımı (I_Yük) kaydeder.
- Yük Akımı (A4): İnverter çıkış hattına bağlanarak, inverter'dan çekilen toplam AC akımı (I_Yük) kaydeder.

Gerilim Sensörlerinin Bağlantısı (Paralel Entegrasyon): Sistemin çalışma gerilimlerini ölçmek için Gerilim Bölücü Modülleri kullanılmıştır. Bu modüller, ölçülecek kaynağın pozitif ve negatif terminallerine paralel olarak bağlanmıştır. Modülün sinyal pini Arduino'nun analog girişine (A5, A6), - pini ise Arduino GND hattına + pini 5V'a ölçüm pinleri de aşağıda belirtilen terminallere bağlanmıştır.

Konumlar:

- PV Gerilimi (A5): PV panel çıkış klemenslerine doğrudan paralel bağlanarak panelin açık devre veya yük altındaki gerilimini (V_PV) ölçer.
- Sistem Gerilimi (A6): Ortak DC bara (Batarya kutupları) üzerine paralel bağlanarak, sistemin çalışma gerilimini (V_Bat) anlık takip eder.

Sıcaklık ve Veri Kayıt Modülü Entegrasyonu:

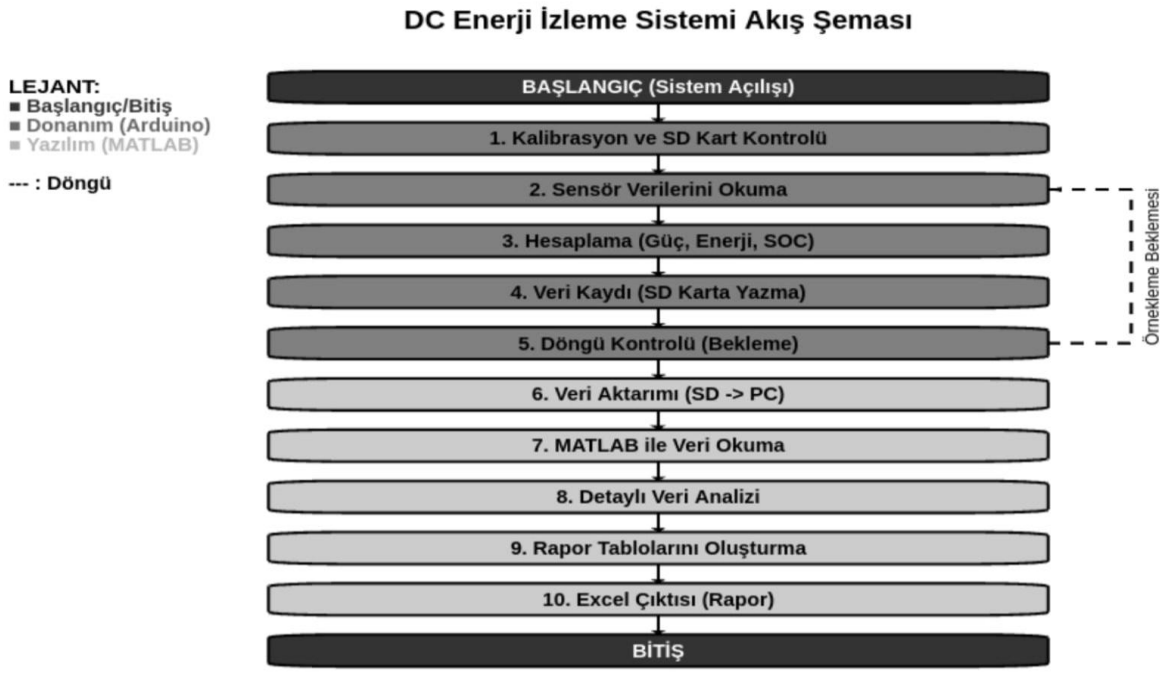
- Sıcaklık (T1): DS18B20 dijital termometre, PV panelin arka yüzeyinin tam merkezine monte edilmiştir. Veri iletişimi, tek bir dijital pin üzerinden sağlanır ve 4.7kΩ (kiloohm) pull-up direnci ile stabilize edilmiştir. Sensörün veri pini Arduino'nun dijital pinine (D2) bağlanmıştır.
- SD Kart Modülü: Mikrokontrolcü ile SPI (Serial Peripheral Interface) protokolü üzerinden haberleşen SD Kart modülü, MISO (D12), MOSI (D11), SCK (D13) ve CS (D10) pinleri aracılığıyla bağlanmıştır. Bu modül, ölçülen tüm verilerin saniyelik periyotlarla VERILER.TXT dosyasına yazılmasını sağlar.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

3. YAZILIM VE DONANIM GELİŞTİRME

Geliştirilen enerji kaydedici prototipi, dört temel yapı taşından oluşmaktadır: Veri işleme birimi (Mikrokontrolcü), sensör modülleri, veri depolama birimi ve performans analizi. Sistem, PV dizisinden yüke kadar olan tüm enerji akışını kesintisiz izlemek üzere tasarlanmıştır.

Projenin genel veri akışı ve sistemin çalışma döngüsü Görsel 3'de özetlenmiştir.



Görsel 3. Sistem tasarım ve uygulama genel akış şeması (Donanım Veri Toplama ve Yazılım Analiz Süreci)

3.1. Donanım Mimarisi ve Sensör Entegrasyonu

Sistemin merkezi kontrol birimi olarak, düşük güç tüketimi ve maliyet etkinliği nedeniyle ATmega328P tabanlı Arduino UNO tercih edilmiştir [8]. Donanım tasarımı, şebekeden bağımsız (Off-Grid) bir sistemin topolojisine uygun olarak yapılandırılmıştır.

Ölçüm hassasiyetini sağlamak için kullanılan sensör teknolojileri şunlardır:

1. Gerilim Algılama: Sistemde PV dizisi ve Batarya gerilimlerini izlemek için standart 0-25V DC ölçüm aralığına sahip gerilim sensör modülleri kullanılmıştır. Ancak, 430 Wp'lik PV panel dizisinin açık devre gerilimi (Voc) 40V seviyelerine ulaşabildiği için, sensör girişine harici bir Gerilim Bölücü (Voltage Divider) devresi entegre edilmiştir. Bu devrede, birbirine eşit değerde iki hassas direnç (R1 = R2) kullanılarak gerilim fiziksel olarak yarıya düşürülür ve sensör tarafından okunur.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

2. Akım Algılama: Sistemin enerji akışını tam olarak analiz edebilmek için toplam 5 noktada akım ölçümü yapılmaktadır: PV Girişi, MPPT Çıkışı, Batarya Şarj/Deşarj Hattı, İnverter DC Girişi ve AC Yük Çıkışı. Hall Etkili Akım Sensörleri (ACS Serisi) kullanılmıştır [9].
3. Sıcaklık İzleme: PV panelin arka yüzeyine monte edilen DS18B20 dijital sensörü [10], panel sıcaklığını izleyerek sıcaklık kaynaklı verim kayıplarının analiz edilmesine olanak tanır.

3.2. Mikrokontrolcü Gömülü Yazılım Mimarisi

Sistemin kalbini oluşturan ve Arduino üzerinde koşan gömülü yazılım, sensör yönetimini ve matematiksel hesaplamaları gerçekleştirmektedir. Yazılımın iç çalışma mantığı ve karar mekanizmaları Görsel 4'de detaylandırılmıştır.

Görsel 4. Mikrokontrolcü (Arduino) gömülü yazılım detaylı akış şeması.

Gömülü yazılım algoritması şu adımları izler:

1. Başlatma ve Kalibrasyon (Setup): Sistem açılışında SD kartın varlığı kontrol edilir. Kart mevcutsa VERILER.TXT dosyası oluşturulur. Akım sensörlerinin sıfır noktası hatasını gidermek için 100 örnekli bir başlangıç ofset kalibrasyonu yapılır.
2. Veri Okuma ve Dönüştürme (Loop): Analog dijital dönüştürücü (ADC) üzerinden okunan ham veriler, kalibrasyon katsayıları ve gerilim bölücü oranları (x2) dikkate alınarak gerçek Voltaj ve Amper değerlerine dönüştürülür.
3. Kritik Hesaplamalar (Algoritmik Modeller): Mikrokontrolcü, örnekleme periyodu (Delta_t) içerisinde elde ettiği verilerle şu modelleri hesaplar:
    - Anlık Güç (P): Sistemin farklı noktalarındaki güç akışı, Eşitlik (1) ile hesaplanır:

$$P = V * I \tag{1}$$

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

- Dönüşüm Verimliliği (n): MPPT ve İnverter performansları Eşitlik (2) ve (3) ile izlenir:

  n_MPPT = (P_MPPT_Out / P_PV) * 100 (2)

  n_Inv = (P_AC / P_INV_In) * 100 (3)

- Kümülatif Enerji (E): Anlık güç değerinin zamanla entegrasyonu (Riemann Toplamı) Eşitlik (4) ile yapılır.

  (Delta_t = 5 sn): E_Toplam = E_Eski + [(P_Anlik * 5) / 3600] (4)

- Ayrık Zamanlı SOC Tahmini: Batarya durumu, akım entegrasyonu (Coulomb Counting) ile [11,12] Eşitlik (5)'teki gibi güncellenir:

  SOC_Yeni = SOC_Eski + ((I_Bat * Delta_t) / C_Nominal) * 100 (5)

4. Veri Kaydı: Hesaplanan tüm 17 parametre, zaman damgasıyla birlikte virgülle ayrılmış değerler (CSV) formatında SD karta yazılır.

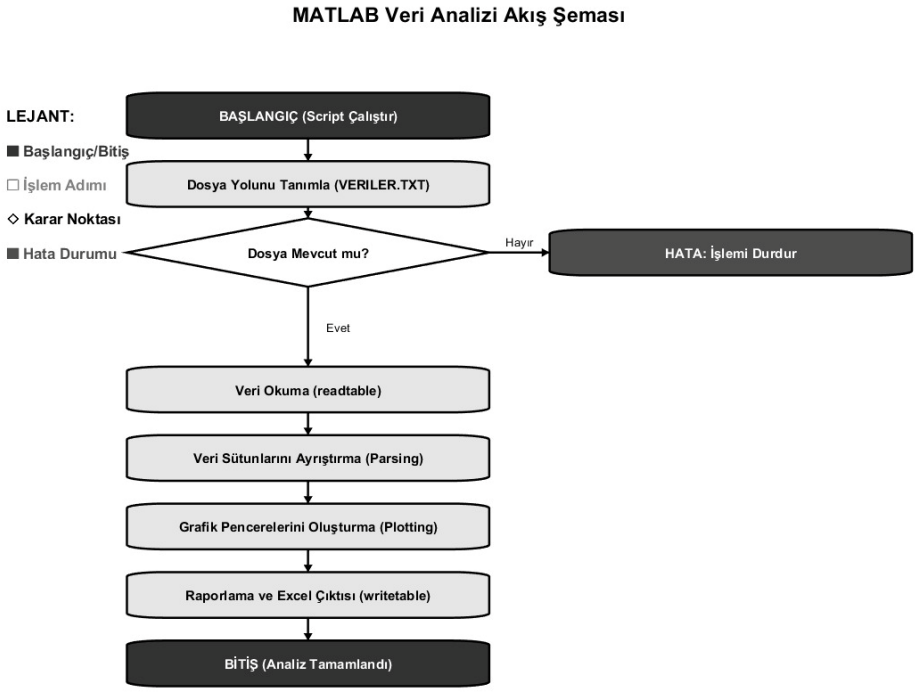
Çizelge 3. Kaydedilen 17 Sistem Parametresinin Sınıflandırılması

Doğrudan Ölçülen	T_Panel, V_PV, I_PV, I_MPPT_Out, V_MPPT_Out, I_Bat, I_INV_In, I_AC_Yük	Sensörlerden alınan ham verilerin fiziksel büyüklüğe dönüştürülmüş hali.
Hesaplanan	P_PV, P_MPPT, η_MPPT, SOC, P_INV_In, P_AC, η_Inv, E_Toplam	Ölçülen veriler kullanılarak algoritmik olarak türetilen veriler.
Sistem	t	Veri kaydının zaman damgası.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

3.3. Veri Analizi ve MATLAB Entegrasyonu

Saha testlerinden elde edilen ham verilerin işlenmesi, görselleştirilmesi ve anlamlı bilgilere dönüştürülmesi için MATLAB ortamında bir analiz algoritması geliştirilmiştir [13]. Bu yazılım modülü, SD karttan alınan ham metin verilerini okuyarak otomatik raporlama sürecini yönetir. Veri analizi ve raporlama sürecinin mantıksal akışı ve işlem adımları Görsel 5'te detaylandırılmıştır.



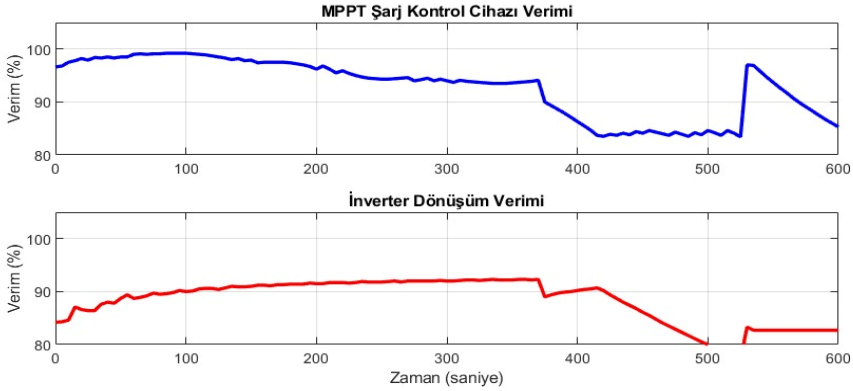
Görsel 5. MATLAB tabanlı veri analizi ve raporlama algoritması akış şeması.

Analiz süreci, akış şemasında belirtildiği üzere şu temel aşamalardan oluşur:

1. Veri Yolu Tanımlama ve Güvenlik Kontrolü: Analiz süreci, kullanıcının VERILER.TXT dosyasının bulunduğu dizini tanımlamasıyla başlar. Algoritma, okuma işlemine geçmeden önce dosyanın varlığını ve erişilebilirliğini sorgular. Dosya bulunamazsa işlem güvenli bir şekilde durdurularak kullanıcıya hata mesajı verilir; bu adım yazılımın kararlılığını artırmak için eklenmiştir.
2. Veri Okuma ve Ayrıştırma: Doğrulama sonrası, MATLAB'ın readtable fonksiyonu kullanılarak CSV formatındaki ham veri matrisi çalışma alanına (workspace) alınır. Algoritma, 17 sütunluk veri setini otomatik olarak ayrıştırarak; zaman, sıcaklık, elektriksel parametreler ve enerji verilerini ayrı vektörlere atar. Bu işlem, sonraki matematiksel analizlerin vektörel hızda yapılmasını sağlar.
3. Analitik Hesaplama ve Görselleştirme: Ayrıştırılan veriler üzerinde istatistiksel analizler (Ortalama Güç, Maksimum Sıcaklık, Toplam Verim) gerçekleştirilir. Ardından, sistem performansını değerlendirmek için özelleştirilmiş grafik pencereleri oluşturulur:

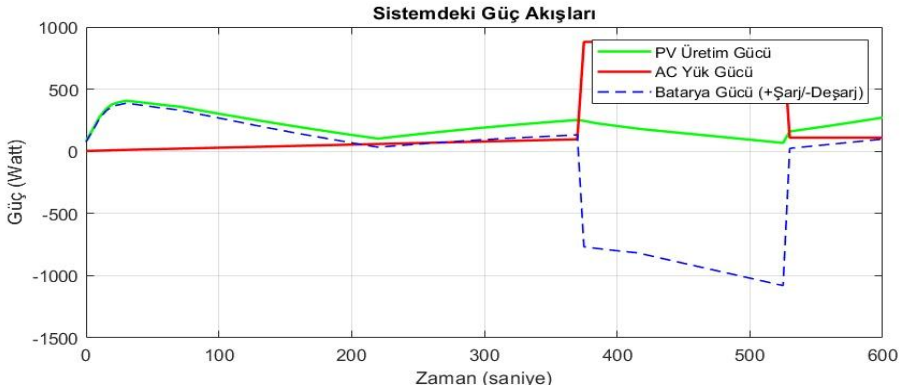
ISBN NR: 978-625-5694-71-3

- Verim Analizi: MPPT ve İnverter verimlilik eğrileri çizdirilerek, farklı yük koşullarında güç dönüştürücülerin performansı analiz edilir (Bkz. Görsel 6).



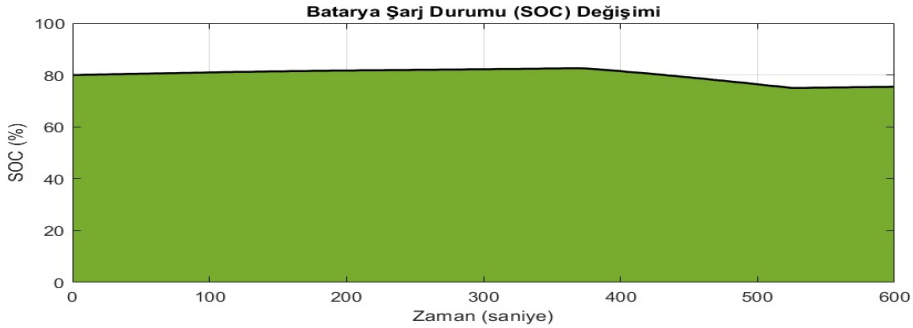
Görsel 6. MPPT ve İnverter Dönüşüm Verimlilik Grafikleri.

- Güç Profili: PV Üretim, AC Yük Tüketimi ve Batarya güçlerinin zaman eksenindeki değişimi aynı grafik üzerinde karşılaştırmalı olarak sunulur (Bkz. Görsel 7).



Görsel 7. Sistemdeki Güç Akışlarının Zaman Serisi

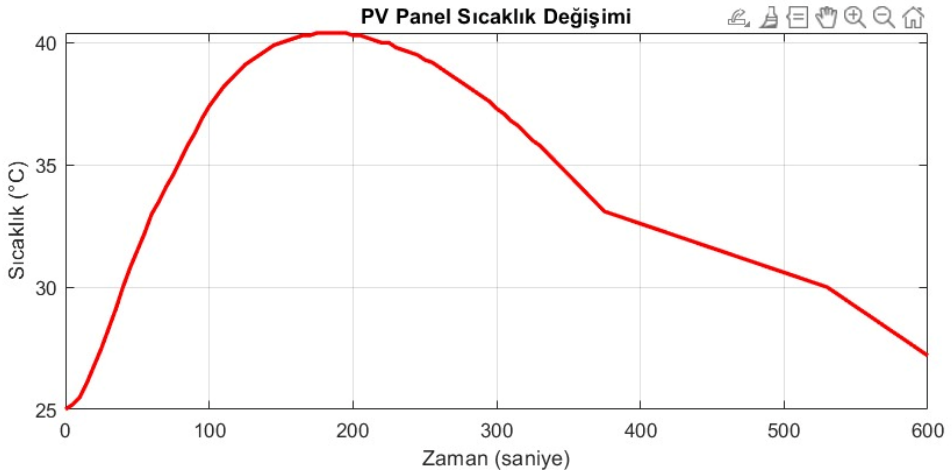
- SOC Takibi: Batarya doluluk oranının değişim grafiği oluşturularak, enerji depolama ünitesinin kapasitesi ve değişimi izlenir (Bkz. Görsel 8).



Görsel 8. Batarya Şarj Durumu (SOC) Değişimi.

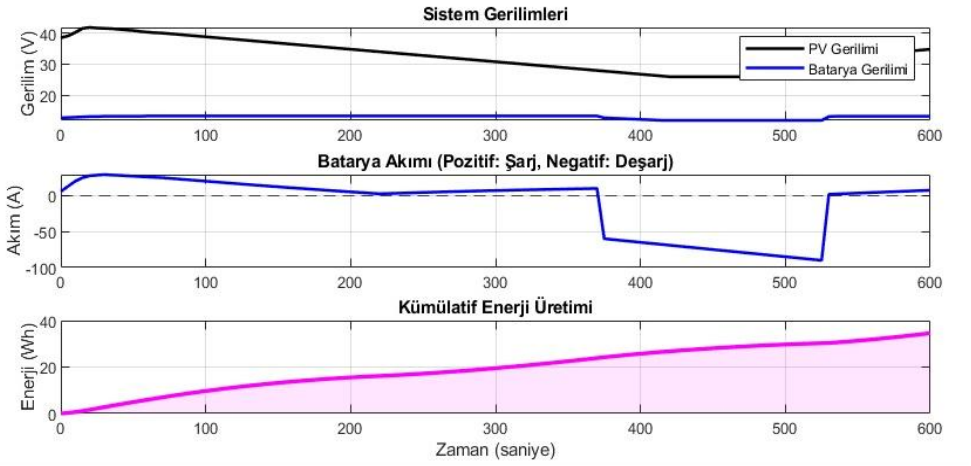
ISBN NR: 978-625-5694-71-3

- Sıcaklık Analizi: PV panel sıcaklığının zamanla değişimi izlenerek, sıcaklığın sistem verimi üzerindeki etkisi değerlendirilir. (Bkz. Görsel 9).



Görsel 9. PV Panel Sıcaklık Gösterimi.

- Sistem Gerilimleri Batarya Akımı ve Kümülatif Enerji Üretimi: MATLAB analizi sonucunda elde edilen sistem gerilimleri, batarya akım profili ve toplam enerji üretimi grafikleri izlenir. (Bkz. Görsel 10)



Görsel 10. Sistem Gerilimleri Batarya Akımı ve Kümülatif Enerji Üretimi Grafikleri

4. Otomatik Raporlama (Excel Çıktısı): İşlenen veriler, hesaplanan özet analiz sonuçları ve oluşturulan grafikler, son kullanıcının ek bir yazılıma ihtiyaç duymadan inceleyebilmesi için writetable ve ActiveX komutları ile otomatik olarak formatlanmış bir Excel (.xlsx) dosyasına ihraç edilir. Rapor dosyası üç ana bölümden oluşur:
   - Ham Veriler Sayfası: Tüm zaman serisi verilerinin bulunduğu detaylı tablo. (Bkz. Görsel 11)

Zaman	T_Panel	V_PV	I_PV	P_PV	I_MPPT_Out	P_MPPT	eta_MPPT	V_MPPT_Out	I_Bat	SOC	I_INV_In	P_INV_In	I_AC_Yuk	P_AC	eta_Inv	E_Toplam
0	25	38,5	2,1	80,85	6,1	78,1	96,6	12,8	5,8	80	0,3	3,8	0,02	3,2	84,2	0
5	25,2	39,1	4,5	176	13,2	170,3	96,8	12,9	12,8	80	0,4	5,1	0,03	4,3	84,3	0,24
10	25,5	40,2	6,8	273,4	20,5	266,5	97,5	13	20	80	0,5	6,5	0,04	5,5	84,6	0,62
15	26,1	41,5	8,2	340,3	25,4	332,7	97,8	13,1	24,8	80	0,6	7,8	0,05	6,8	87,1	1,1

Görsel 11. Excel Ham Veriler Sayfası

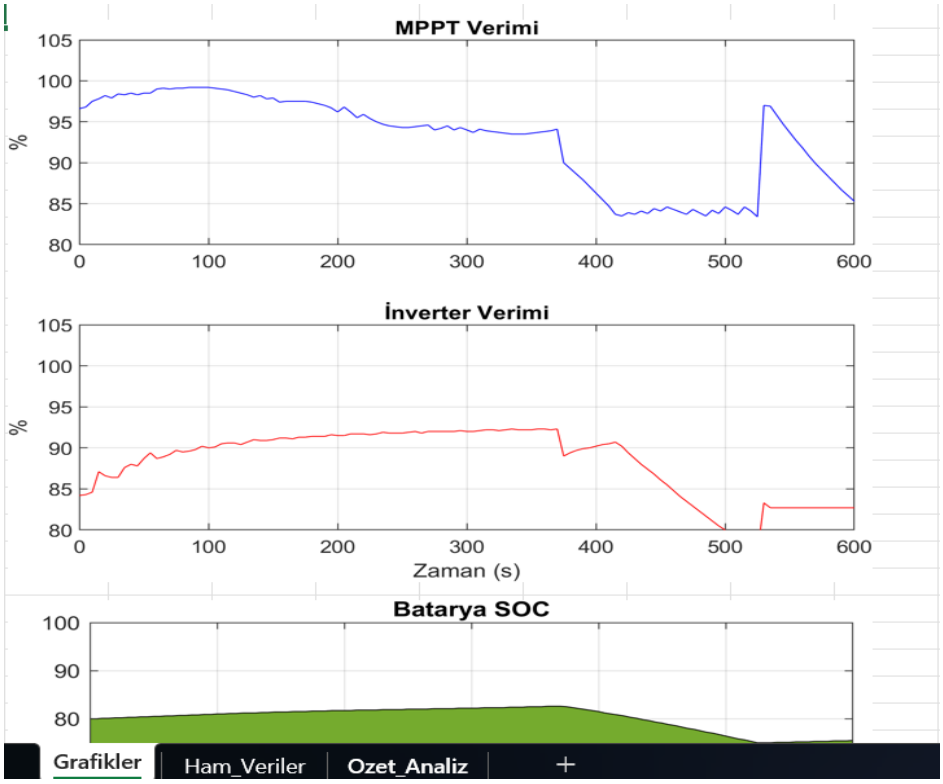
ISBN NR: 978-625-5694-71-3

- Özet Analiz Sayfası: Ortalama PV güç, toplam üretilen enerji, ortalama MPPT verimi ve ortalama panel sıcaklığı gibi kritik performans göstergelerinin yer aldığı özet tablo. (Bkz. Görsel 12)

	Deger
Ort. PV Güç (W)	207,382645
Top. Enerji (Wh)	34,6
Ort. Sıcaklık (C)	34,1570248
Ort. MPPT Verim	92,8041322

Görsel 12. Excel Özet Analiz Sayfası.

- Grafikler Sayfası: MATLAB tarafından oluşturulan analiz grafiklerinin (Verim, SOC, Güç vb.) otomatik olarak gömüldüğü görsel rapor sayfası. (Bkz. Görsel 13)



Görsel 13. Excel üzerinde oluşturulan 'Grafikler' sayfası

Bu entegre raporlama özelliği, saha verilerinin arşivlenmesini, paylaşılmasını ve teknik olmayan paydaşlar tarafından bile kolayca yorumlanabilmesini sağlar.

4. SONUÇ

Şebekeden bağımsız (Off-Grid) fotovoltaik sistemlerin operasyonel sağlığının korunması ve enerji sürekliliğinin sağlanması amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada, düşük maliyetli ve yüksek işlevselliğe sahip, bağımsız çalışan bir DC enerji izleme prototipi başarıyla tasarlanmış ve uygulanmıştır. Geliştirilen ATmega328 tabanlı bu mimari, piyasadaki mevcut ticari izleme cihazlarının yarattığı yüksek maliyet ve kurulum karmaşıklığı gibi engelleri

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

aşarak, özellikle küçük ve orta ölçekli fotovoltaik kurulumlar için ekonomik ve erişilebilir bir teknik çözüm sunmaktadır. Ortaya konulan sistem, yalnızca gerilim ve akım gibi temel elektriksel büyüklükleri ölçmekle kalmayıp, panel sıcaklığı, anlık dönüşüm verimlilikleri ve Batarya Şarj Durumu (SOC) gibi sistem performansını doğrudan etkileyen kritik parametreleri de bütüncül bir yaklaşımla izleyebilmektedir.

Sistemin sunduğu en önemli katkılardan biri, akım entegrasyonuna dayalı hibrit SOC algoritması sayesinde, değişken yük koşulları altında dahi enerji depolama ünitesinin kapasite durumunun yüksek doğrulukla takip edilebilmesidir. Donanım tarafındaki bu hassas ölçüm yeteneği, yazılım tarafında geliştirilen MATLAB destekli entegre veri işleme modülü ile birleştirilmiştir. Bu sayede, sahadan toplanan karmaşık ham verilerin otomatik olarak anlamlı grafiklere ve nihai raporlara dönüştürülmesi sağlanarak analiz süreçlerindeki zaman kaybı minimize edilmiştir. Çalışmanın ilerleyen fazlarında, mevcut prototipe Wi-Fi veya LoRa tabanlı kablosuz iletişim modüllerinin entegre edilmesiyle sistemin bir IoT platformuna taşınması; böylece uzaktan izleme, anlık arıza bildirimi ve kestirimci bakım gibi yeteneklerle donatılarak endüstriyel kullanım potansiyelinin artırılması hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA (REFERENCES)

[1] International Energy Agency (IEA), Renewables 2023: Analysis and Forecast to 2028, Paris, France, 2023.

[2] Chouder, A., Silvestre, S., Sadaoui, N. and Rahmani, L., Advanced Monitoring and Fault Diagnosis of PV Systems via Internet of Things, Renewable Energy, 51, 24–31, 2013.

[3] Madeti, S.R., Singh, S.N. and Boppana, R.D., Monitoring System for Photovoltaic Plants: A Review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 67, 1180–1207, 2017.

[4] Rouibah, N., Barazane, L., Mellit, A., Hajji, B. and Rabhi, A., A Low-Cost Monitoring System for Maximum Power Point of a Photovoltaic System Using IoT Technique, International Conference on Wireless Technologies, Embedded and Intelligent Systems (WITS), 1–5, Fez, Morocco, 2019.

[5] Ruzaimi, A., Shafie, S., Ya'acob, M.E., Hassan, W.Z.W., Supeni, E.E. and Azis, N., Microcontroller Based DC Energy Logger for Off-Grid PV System Application, ICSyS2019, 2019.

[6] CW Enerji, CWT430-108TN10 Half Cut Multi Busbar Panel Teknik Özellikleri, Antalya, Türkiye, 2024.

[7] Mexxsun, MPPT Solar Charge Controller User Manual & Specifications, 2023 (Erişim tarihi: 07.12.2025)

[8] Arduino, Arduino Uno Rev3 Datasheet & Schematics (Erişim tarihi: 07.12.2025)

[9] Allegro MicroSystems, ACS712: Fully Integrated, Hall-Effect-Based Linear Current Sensor IC Datasheet, Worcester, MA, USA (Erişim tarihi: 07.12.2025)

[10] Analog Devices (Maxim Integrated), DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer Datasheet, San Jose, CA, USA.

[11] Piller, S., Perrin, M. and Jossen, A., Methods for State-of-Charge Determination and Their Applications, Journal of Power Sources, June, 96, 1, 113–120, 2001.

[12] Chang, W.Y., The State of Charge Estimating Methods for Battery: A Review, ISRN Applied Mathematics, 2013.

[13] The MathWorks Inc., MATLAB Documentation - Data Analysis and Reporting, Natick, MA, USA, 2024. (Erişim tarihi: 07.12.2025)

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

BİNA ENTEGRELİ FOTOVOLTAİK TERMAL (BIPV/T) SİSTEMLER, UYGULAMA ALANLARI VE PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Mak. Yük. Müh. EDİP İMİK[1], Prof. Dr. MEHMET YILMAZ[2], Dr. ÖMER FARUK YILDIZ[3]

[1] Fırat Gümrük ve Dış Ticaret Bölge Müd., toal__24@hotmail.com - 0000-0002-2755-6733

[2] İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, m.yilmaz@inonu.edu.tr - 0000-0001-5025-1842

[3] Gaziantep Valiliği, Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlığı, farukmakina@hotmail.com – 0000-0002-5748-112X

ÖZET

Fotovoltaik/termal (PV/T) sistemler, fotovoltaik modüllerde biriken fazla ısıyı uzaklaştırarak elektrik verimliliğini artırmakta ve bu ısı enerjisini mekân ısıtma, sıcak su ve kurutma gibi uygulamalarda kullanılabilir enerjiye dönüştürmektedir. Bina kabuğuna entegre edilen fotovoltaik termal (BIPV/T) sistemler, binaların ihtiyaç duyduğu ısıl ve elektrik enerjinin karşılanmasına katkı sağlarken aynı zamanda binaya yapısal bütünlük ve estetik değer kazandırmaktadır. BIPV/T sistemler, enerji tüketimini ve maliyetleri azaltma ile karbon ayak izini düşürme potansiyeline sahiptirler; ancak yüksek yatırım maliyeti ve tasarım optimizasyonu gereksinimi gibi dezavantajlar taşımaktadırlar. BIPV/T sistemlerin çatı, cephe, pencere, Trombe duvar, çatı ışıklıkları ve gölgelendirme elemanları olmak üzere çeşitli türleri bulunmaktadır. Bu bildiride, PV/T'nin binalarda kullanımına yönelik farklı stratejiler ele alınmakta, bina projelerine örnekler sunulmakta ve BIPV/T sistemlerinin performansları irdelenmektedir. Araştırmalar çatı ve cephe entegrasyonlu BIPV/T sistemlerinin ortalama elektriksel verimliliklerinin %7–17, ısıl verimliliklerinin ise %3–69 aralığında değiştiğini ortaya koymaktadır. BIPV/T sistemlerinin sürdürülebilir bina tasarımı ve enerji verimliliği hedeflerine önemli katkılar sağlayabileceği, aynı zamanda çok işlevli bir mimari öğe olarak kullanılabileceği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: PV/T sistemler, BIPV/T sistemler, Elektriksel verim, Isıl verim, Çatı ve cephe entegrasyonu

BUILDING-INTEGRATED PHOTOVOLTAIC/THERMAL (BIPV/T) SYSTEMS, THEIR APPLICATION AREAS, AND PERFORMANCE EVALUATION

ABSTRACT

Photovoltaic/thermal (PV/T) systems increase electrical efficiency by removing excess heat accumulated in photovoltaic modules and convert this thermal energy into usable energy for applications such as space heating, domestic hot water, and drying. Building-integrated

photovoltaic/thermal (BIPV/T) systems, which are integrated into the building envelope, contribute to meeting a building's thermal and electrical energy demands while also providing structural integrity and aesthetic value. BIPV/T systems have the potential to reduce energy consumption and costs as well as carbon footprint; however, they also have disadvantages such as high initial investment costs and the need for design optimization. BIPV/T systems are available in various forms, including roof, façade, window, Trombe wall, skylight, and shading integrated systems. In this paper, different strategies for the application of PV/T systems in buildings are discussed, examples of building projects are presented, and the performance of BIPV/T systems is examined. Studies indicate that the average electrical efficiency of roof- and façade-integrated BIPV/T systems ranges between 7–17%, while their thermal efficiency varies between 3–69%. It is concluded that BIPV/T systems can make significant contributions to sustainable building design and energy efficiency goals and can also be utilized as multifunctional architectural elements.

Keywords: PV/T systems, BIPV/T systems, Electrical efficiency, Thermal efficiency, Roof and façade integration

1. GİRİŞ

Sanayileşmenin hız kazanması, dünya nüfusundaki artış ve yaşam standartlarındaki değişim, küresel ölçekte enerji tüketiminin önemli ölçüde yükselmesine neden olmuştur. Bu artan talebin karşılanmasında fosil yakıtlara dayalı enerji üretiminin yaygın biçimde sürdürülmesi, uzun jeolojik süreçler boyunca oluşmuş bu kaynakların hızla tükenmesine yol açarken; atmosfere salınan sera gazlarının artışıyla birlikte iklim değişikliği, aşırı hava olaylarının şiddetlenmesi, ekosistemlerin bozulması, biyolojik çeşitliliğin azalması ve küresel ısınma gibi çevresel sorunları beraberinde getirmiştir [1,2]. Bu bağlamda, ülkeler ihtiyaç duyulan enerji talebini karşılamak amacıyla çevre dostu ve sürdürülebilir yenilenebilir enerji kaynaklarının (rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle vb.) kullanımını artırmaya yönelik politikalar geliştirmektedir [3].

Güneş enerjisi kullanılarak elektriksel ve ısıl enerji üretimi mümkün olmaktadır. Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında, güneş ışınımından yararlanma; yaygın erişilebilirliği, uygulama kolaylığı ve görece düşük maliyeti nedeniyle enerji üretiminde en pratik ve ekonomik seçeneklerden biri olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, güneş enerjisinin küresel ölçekte geniş bir uygulama potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir [4]. Elektrik üretiminin yanı sıra bina ısıtması, evsel sıcak su temini, tarımsal ürünlerin kurutulması, içilebilir su eldesi süreçleri ile ısıtma, havalandırma, iklimlendirme ve soğutma sistemleri gibi çok sayıda uygulama güneş enerjisiyle desteklenebilmektedir [5].

Küresel enerji tüketiminin yaklaşık üçte biri konut ve hizmet sektörü binaları tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu tüketimin %40'lık kısmı mekânların ısıtılma ve soğutulmasında, %20'lik kısmı evsel sıcak su gereksiniminin karşılanmasında, diğer tüketimler ise aydınlatma, çeşitli elektrik ekipmanların çalıştırılması gibi enerjisi gereksiniminin karşılanmasında kullanılmaktadır [6].

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Yapılar yaşam döngüsünde enerji kaynaklarını kullanmakta ve bunun sonucunda havaya, suya ve toprağa zarar vermekte, ekosistemdeki doğal döngüye geri dönüşümü olmayacak şekilde etki ederek yapısını bozmaktadır. Yapılan araştırmalar sadece binaların;

- Dünyadaki karbondioksit salınımının %40'ından,
- Yeryüzündeki su harcamalarının %17'sinden,
- Kesilen ağaçların %25'inden,
- Elektrik tüketiminin %72'sinden,
- Malzeme ve enerji kullanımının %40'ından,
- Küresel sera gazı emisyonlarının %20'sinden

sorumlu olduğunu göstermektedir [7].

Güneş enerjili fotovoltaik termal (PV/T) sistemler, eş zamanlı elektriksel ve ısıl enerji üretebilen hibrit teknolojilerdir. Üretilen bu enerjiler binaların ihtiyaç duyduğu elektrik ile ısıtma/soğutma enerjisi için cazip bir çözüm sunmaktadır [8].

PV/T sistemlerin bina kabuğuna entegre edilmesiyle ortaya çıkan uygulamalar, Bina Entegreli Fotovoltaik/Termal (BIPV/T) Sistemler olarak tanımlanmaktadır. Son yıllarda, sıfır enerjili bina, pasif evler ve yeşil bina tasarımı gibi konseptlerinin gelişmesiyle birlikte BIPV/T sistemler, sürdürülebilir tasarım uygulamalarında giderek artan bir ilgi ve yaygınlık kazanmaktadır. Bu sistemlerde PV/T modülleri, çatı veya cephe gibi yapı elemanlarının bir parçası hâline gelerek dış kabuk işlevini üstlenmekte ve böylece yapısal bütünlüğe katkı sağlamaktadır [9].

Bu çalışmada, bina entegreli fotovoltaik/termal (BIPV/T) sistemler, sınıflandırılması, türleri, avantajları ve dezavantajları, kullanım alanları, tasarımı incelenmiş; bina uygulamalarındaki performansları ve farklı iklim koşullarındaki enerji üretim potansiyelleri değerlendirilmiştir.

2. FOTOVOLTAİK TERMAL (PV/T) SİSTEMLER

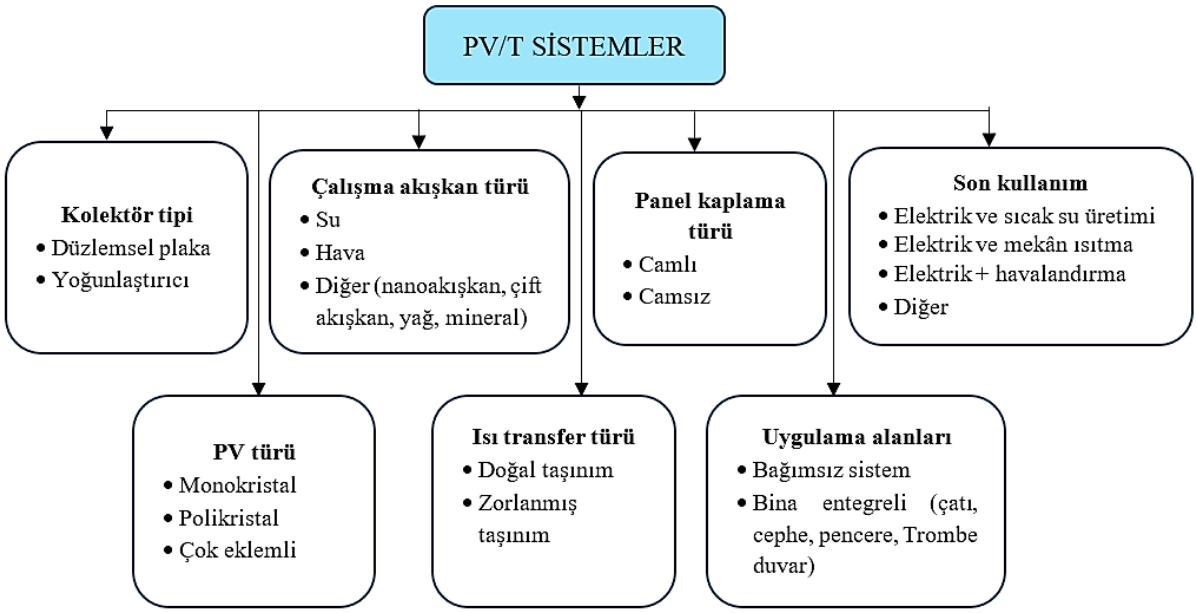
Fotovoltaik (PV) sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır, ancak sıcaklık, toz, bulut örtüsü, rüzgâr hızı, hücre teknolojisi ve güneş ışınımı bu sistemlerin performanslarını önemli ölçüde etkilemektedir [10].

PV sistemlerinde görünür ışık elektrik üretiminde etkin olurken, kızılötesi radyasyon hücrelerin ısınmasına yol açar. Modül yüzey sıcaklığı arttıkça doluluk faktörünün açık devre gerilimi yükselir; ancak kısa devre akımı artsa da elektriksel verimlilik net olarak düşer. Bu sıcaklık artışı, toplam güç çıkışını azaltarak sistem verimini olumsuz etkiler [11, 12]. Bu sorunu çözmek amacıyla, fotovoltaik-termal (PV/T) sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler, PV modüllerinde oluşan fazla ısıyı uzaklaştırarak hem elektrik verimliliğini artırır hem de bu ısıyı faydalı bir şekilde kullanır. Fazla ısı, hava ısıtma ve havalandırma sistemleri, sıcak su üretimi ve kurutma gibi uygulamalarda ek ısıl enerji olarak değerlendirilir [13, 14].

PV/T sistemleri, farklı ölçütler temelinde sınıflandırılsa da literatür bu teknolojilerin çok boyutlu ve bütünleşik bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. En yaygın yaklaşım, PV/T sistemleri kolektör tipine göre düzlemsel, yoğunlaştırıcı ve bina entegreli olarak ele almaktadır. Isı transfer akışkanı da performansı belirleyen temel bir parametre olup hava, su, hibrit

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

akışkanlar, nanoakışkanlar ve soğutucu akışkanlar sistemin çalışma aralığını ve ısıl verimini doğrudan etkilemektedir. Ayrıca PV/T sistemleri, ısı transfer mekanizmasına bağlı olarak doğal ve zorlanmış tiplere ayrılmakta; zorlanmış sistemler mekanik destekli akış sayesinde daha yüksek ve kontrol edilebilir ısı transferi sunmaktadır. Konfigürasyonel özellikler (camlı–camsız tasarım, kanatçık kullanımı, akış kanalı düzeni ve absorber geometrisi) ise elektriksel ve ısıl performans arasındaki dengeyi belirlemektedir [15-17]. PV/T sistemlerinin genel sınıflandırması Görsel 1'de verilmektedir.



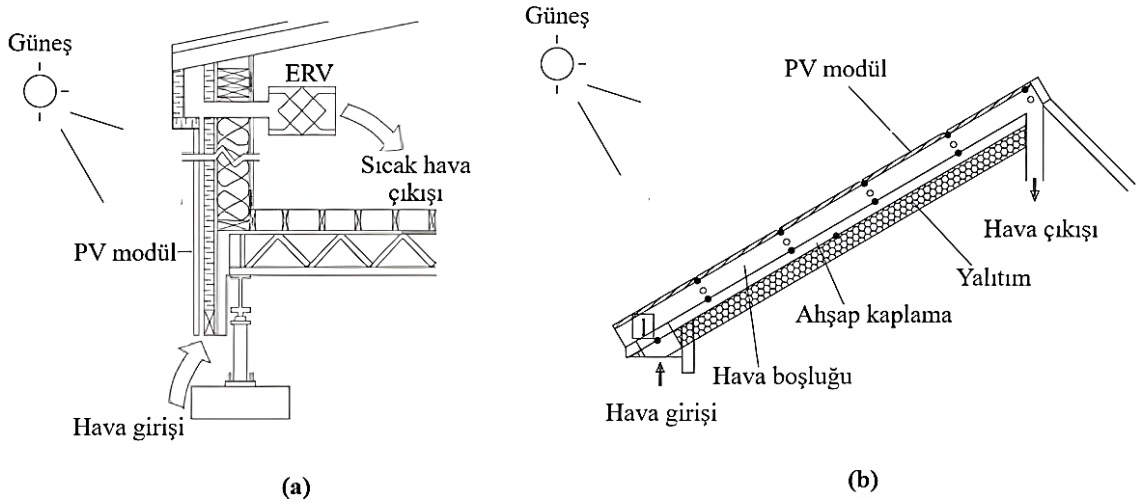
Görsel 1. PV/T sistemlerinin genel sınıflandırılması [18].

3. BİNA ENTEGRELİ FOTOVOLTAİK TERMAL (BIPV/T) SİSTEMLER

PV/T sistemlerin bina kabuğuna entegre edilmesiyle ortaya çıkan uygulamalar, Bina Entegreli Fotovoltaik/Termal (BIPV/T) sistemler olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemlerde PV/T modülleri, çatı veya cephe gibi yapı elemanlarının bir parçası hâline gelerek dış kabuk işlevini üstlenmekte ve böylece yapısal bütünlüğe katkı sağlamaktadır. BIPV/T sistemler, elektrik enerjisi üretiminin yanı sıra mekân ısıtması ve kullanım sıcak suyu temini gibi ısıl ihtiyaçların karşılanmasına da destek olarak, binaların toplam elektriksel ve ısıl enerji talebini önemli ölçüde azaltmaktadır. Ayrıca bu sistemler, enerji ve malzeme kullanımında tasarruf sağlanmasına, fosil yakıt tüketimi ile CO_2 emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunmakta ve mimari açıdan yapıya estetik bir değer kazandırmaktadır [9].

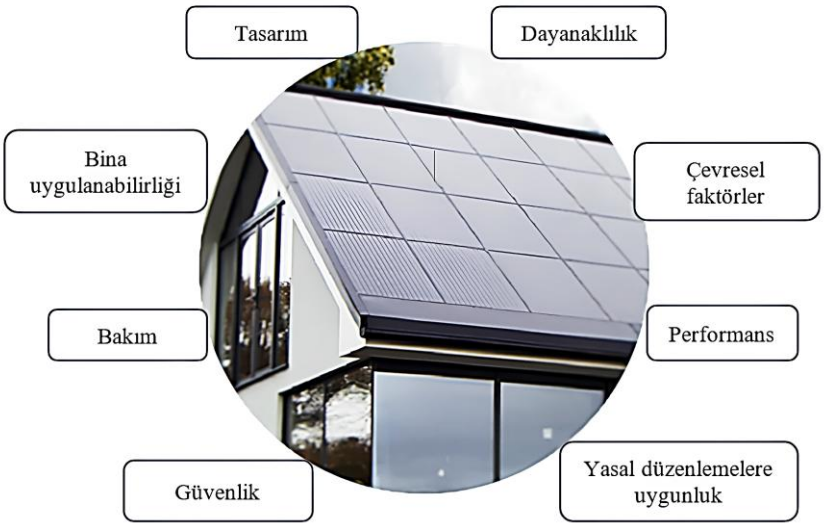
Cephe ve çatı konumlu hava soğutmalı bir BIPV/T sisteminin şematik görümümü Görsel 2'de yer almaktadır.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3



Görsel 2. Hava soğutmalı BIPV/T sisteminin şematik görünümü; (a) cephe, (b) çatı [19, 20].

BIPV/T sistemlerinden maksimum verim elde etmek için sistemin konumu, bina tipi ve güneş eğim açısı gibi faktörlerin göz önünde bulundurulması ve gerekli optimizasyonların yapılması gereklidir. Bunun yanı sıra bina tasarımının estetik ve fonksiyonel bir katkısı da birlikte değerlendirilmelidir [21]. BIPV/T panellerin tasarımı, yalnızca elektriksel ve ısıl performansı optimize etmekle kalmayıp, aynı zamanda bina kabuğunun sağladığı işlevleri de karşılamalıdır. Bu işlevler arasında hava koşullarına karşı koruma, bakım, performans, ısı yalıtımı, gürültü yalıtımı ve yapısal bütünlüğün korunması yer alır (Görsel 3). Ayrıca, yarı saydam modüller aracılığıyla gün ışığı girişi sağlanabilir ve bina kullanıcılarının dış çevreyle görsel bağlantısı korunur, böylece mekânsal sıkışıklık hissi azaltılır. PV panellerin mimari entegrasyonu, gölgeleme, aktif güneşle ısıtma ve aydınlatma gibi ek işlevler de kazandırabilir. Bu çok işlevli yapısı ve sağladığı enerji tasarruf potansiyeli nedeniyle BIPV/T sistemleri, mühendisler ve mimarlar arasında giderek artan bir ilgi görmektedir [22, 23].

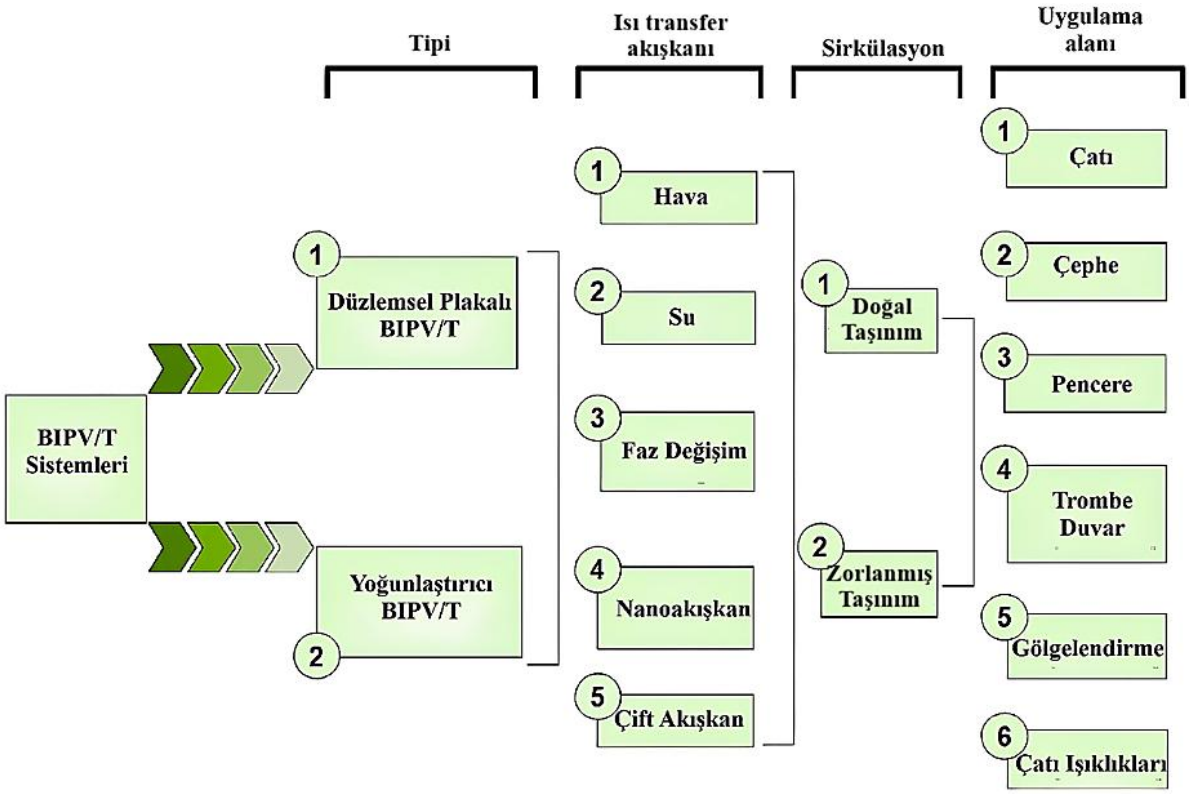


Görsel 3. BIPV/T sistemlerinin tasarımı ve uygulamalarında göz önüne alınması gerekli parametreler [24].

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

3.1. BIPV/T Sistemlerinin Sınıflandırılması

BIPV/T sistemleri; kolektör tipi, ısı transfer akışkanı, ısı transfer türü ve uygulama alanına göre sınıflandırılmaktadır. BIPV/T sistemlerin sınıflandırılması Görsel 4'te şematik olarak verilmiştir. BIPV/T sistemlerinde düzlemsel plakalı ve yoğunlaştırıcı kolektörler kullanılmaktadır. Isıl enerji kazanımı ve PV modül sıcaklığının kontrolü için hava, su, nanoakışkan, çift akışkan ve mineral yağ gibi farklı ısı transfer akışkanları ile faz değişim malzemeleri kullanılabilmektedir. Isı transferi, doğal veya zorlanmış taşınım esasına göre gerçekleştirilmektedir. BIPV/T sistemleri; çatı, cephe, pencere, Trombe duvar, gölgeleme elemanları ve çatı ışıklıkları gibi çeşitli bina bileşenlerine entegre edilebilmektedir.



Görsel 4. BIPV/T sistemlerin şematik sınıflandırması [18].

3.2. BIPV/T Sistemlerinin Avantajları ve Dezavantajları

BIPV/T sistemler güneş enerjisini kullanarak eş zamanlı elektrik ve ısıl enerji üreterek binaların birincil enerji tüketimini azaltmakta, buna bağlı olarak fosil yakıt kullanımını sınırlandırmakta ve karbon ayak izini düşürme gibi önemli çevresel ve ekonomik avantajlar sunmaktadır [25]. Bunun yanı sıra, bina kabuğuna entegre edilmeleri sayesinde geleneksel yapı malzemelerinin yerini alabilmeleri, mimari bütünlüğü koruyarak yapının estetik ve ekonomik değerini artırmaları ve sürdürülebilir enerjili bina hedeflerine katkı sağlamaları BIPV/T sistemlerinin öne çıkan üstünlükleri arasında yer almaktadır [9].

Bununla birlikte, BIPV/T sistemlerin uygulanmasında dikkate alınması gereken bazı önemli sınırlamalar da mevcuttur. Yüksek ilk yatırım maliyetleri; sistem tasarımının bina geometrisi, yönlenme, iklim koşulları ve kullanım senaryolarına bağlı olarak detaylı optimizasyon

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

gerektirmesi; özellikle mimari cam kullanılan uygulamalarda ısıl performansın sınırlı kalabilmesi; özel bakım ve onarım gereksinimleri bu sistemlerin yaygınlaşmasını zorlaştıran faktörlerdir. Ayrıca, mevcut binalarda taşıyıcı sistemlerin ek yükleri karşılayamaması, uygulama alanlarını kısıtlayabilmekte; ekonomik fizibilite ise büyük ölçüde ulusal ve yerel teşvik mekanizmalarına bağımlı hâle gelmektedir [26].

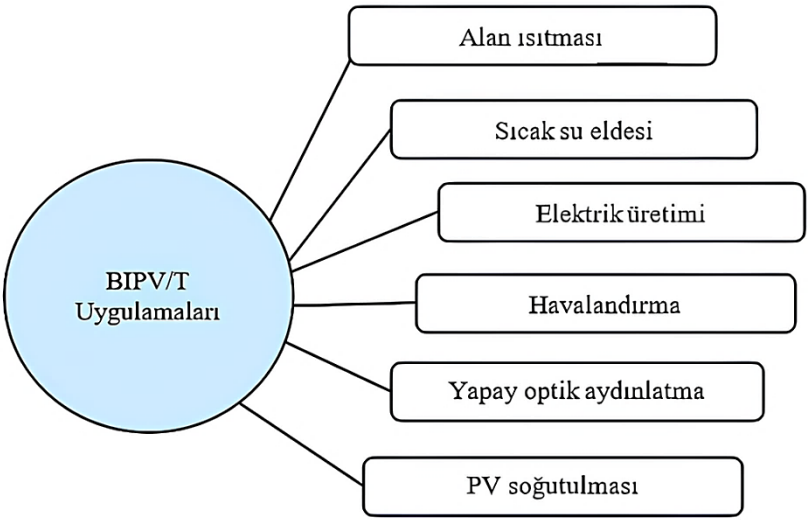
BIPV/T sistemlerine ait bu avantaj ve dezavantajlar, Çizelge 1'de verilmektedir [26].

Çizelge 1. BIPV/T Sistemlerinin Avantajları ve Dezavantajları.

Sistem	Avantajlar	Dezavantajlar
BIPV/T	• Elektriksel ve ısıl enerji üretir. • Binaların soğutma ve ısıtma yüklerini azaltır. • Binanın elektrik faturalarını düşürür. • İşletme enerji maliyetlerini azaltır. • Binanın karbon emisyonunu düşürür. • Isı yalıtım işlevi görür. • Binanın değerini artırır.	• Sistem ve binada aşırı ısınma riski. • Maksimum performans için optimum tasarım ve iyi bir bina grafik analizi gereklidir. • Mimari cam kullanımına bağlı olarak zayıf ısıl performansa sahiptir. • Alüminyum gibi yüksek maliyetli malzemeler kullanılır. • Uygulanabilirliği ulusal ve yerel destek politikalarına bağlıdır. • Günümüzde uzmanlık eksikliği, planlama, işletme ve bakım, standart teknoloji ve devreye alma süreçlerinde eksiklikler bulunmaktadır.

3.3. Bina Entegreli Fotovoltaik Termal (BIPV/T) Sistemlerin Kullanım Alanları

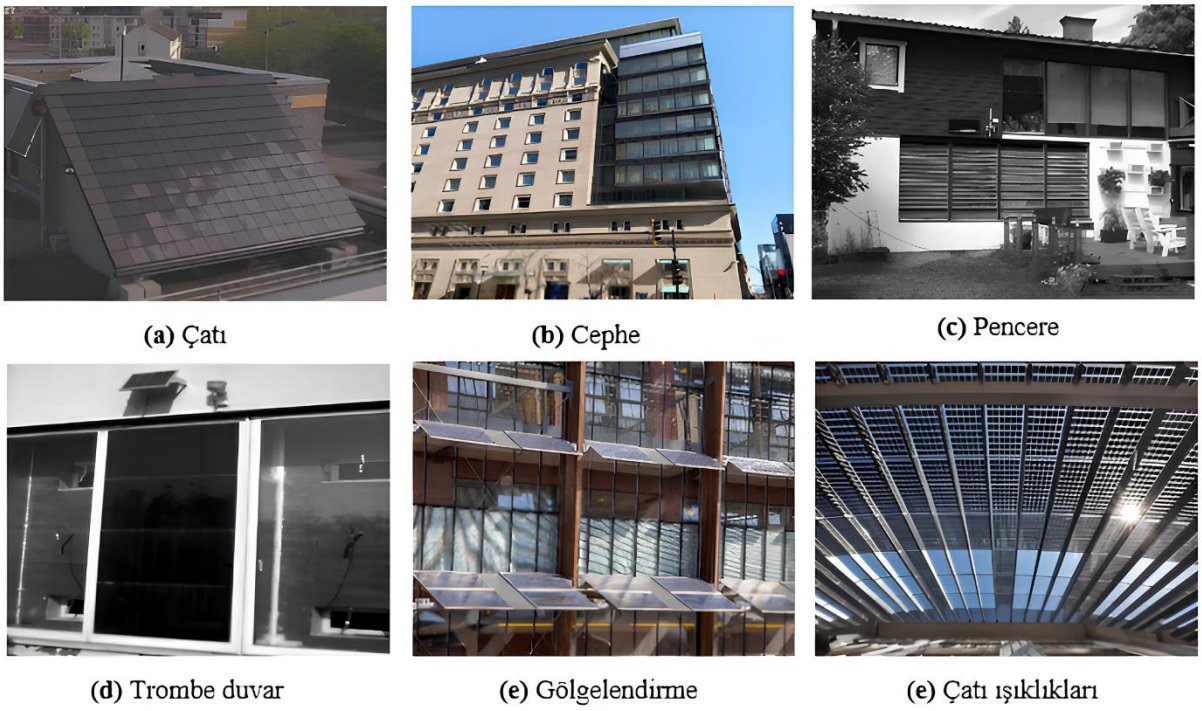
BIPV/T sistemler, binalarda çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Bu uygulamalar, bina yaşam alanında ortamın konforunun iyileştirilmesinden (ısıtma, havalandırma, aydınlatma) yapının enerji verimliliğinin artırılmasına kadar değişmektedir (elektrik üretimi, su ısıtma). BIPV/T sistemlerin kullanım alanları Görsel 5'te verilmektedir [27].



Görsel 5. BIPV/T sistemlerinin kullanım alanları [27].

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Görsel 6'da BIPV/T sistemlerinin farklı tür uygulama örneklerine yer verilmektedir [28-33]. Mevcut kurulumların yaklaşık %80'i çatı yüzeylerinde, %20'si ise bina cephelerinde yerleştirilmiştir [34]. Sistemlerin geometrik özellikleri ve uygulama türleri göz önünde bulundurulduğunda, BIPVT sistemlerinin mimari tasarımla bütünleşen, estetik kaygıları gözeten ve görsel açıdan dikkat çekmeyen biçimde pencere, Trombe duvar, gölgelendirme ve çatı ışıkları olarak uygulanması mümkündür [35].



Görsel 6. BIPVT sistemlerinin farklı uygulama türleri.

3.4. Bina Entegreli Fotovoltaik Termal (BIPV/T) Sistemlerin Bakımları

BIPV/T sistemlerinin temizlenmesi, sistem performansı açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu sistemler doğrudan dış ortam koşullarına maruz kalmakta ve yüzeylerinde biriken toz ve kirler performansı olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Güneş fotovoltaik modüllerinin yüzeyinde biriken kir ve partiküller, ışığın yansımasına, emilmesine veya saçılmasına neden olarak optik girişimi artırmakta ve böylece güneş hücrelerinin ışınım geçirgenliğini azaltmaktadır. Bu durum, modüllerin genel enerji verimliliğinde düşüşe yol açmaktadır. Dolayısıyla, maksimum elektrik ve ısıl enerji üretiminin sürdürülebilmesi için BIPV/T sistemlerinin periyodik olarak temizlenmesi ve bakımının düzenli şekilde yapılması gerekmektedir [36,37].

3.5. Bina Entegreli Fotovoltaik Termal (BIPV/T) Sistemlerin İşlevsel Kullanımları ve Performansları

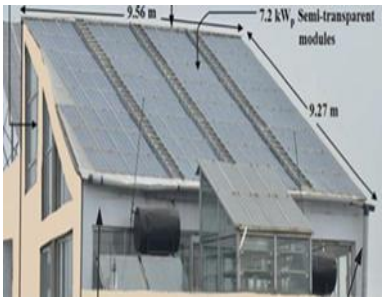
Dünya genelinde başarılı uygulama örnekleri literatürde yer almakta olup, çoğunlukla konut ve ticari binalara yönelik projelerdir. Son yıllarda, PV panellerin standart bina malzemesi olarak üretimi, BIPV/T sistemleri etrafında yeni bir pazarın oluşmasına öncülük etmektedir. Böylece,

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

BIPV/T sistemleri yalnızca enerji üretim teknolojisi olarak değil, aynı zamanda estetik ve fonksiyonel bir mimari öğe olarak da ön plana çıkmaktadır [22].

Çizelge 2'de BIPV/T sistemlerinin farklı ülkelerde farklı bina uygulamalarındaki entegrasyon biçimleri, işlevsel kullanımları ve ısıl-elektriksel performans karakteristikleri ayrıntılı olarak irdelenmektedir.

Çizelge 2. BIPV/T Sistemlerin Entegrasyon Biçimleri, İşlevsel Kullanımları ve Isıl-Elektriksel Performans Karakteristikleri.

Tipi	İşlevsel Kullanımı ve Performansı	Görsel
Çatı	Kanada'nın Québec bölgesindeki Eastman kentinde bulunan neredeyse sıfır enerjili bir yapının çatısına 64 m² alana sahip hava akışkan kullanan bir BIPV/T sistemi uygulanmıştır. Sistem, binanın elektrik ihtiyacının karşılanmasına katkı sağlamakta ve iç mekân ısıtılmasında kullanılmaktadır. Ölçüm sonuçları, BIPV/T sisteminin yaklaşık %20 ısıl verimle çalıştığını ortaya koymuştur [20].	
Cephe	Kanada'nın Montreal bölgesinde bulunan bir yapının cephesine entegre edilmiş, hava soğutmalı bir BIPV/T sistemi tasarlanmıştır. Sistem, bina içi kullanım amacıyla 25 kW elektrik enerjisinin yanı sıra, saniyede 4,7 m³/s debide yaklaşık 75 kW ön ısıtılmış taze hava üretebilmektedir. Bu sistem için toplam verimlilik %50 olarak belirlenmiştir [38].	
Cephe	Portekiz'in Lizbon kentinde yer alan Net Sıfır Enerjili bir binada, cepheye entegre edilmiş BIPV/T sisteminin ısıl ve enerji performansı analiz edilmiştir. Çalışma sonuçları, BIPVT sistemlerinin termal konfor sağlamak için gerekli olan enerji talebini önemli ölçüde düşürerek binanın sürdürülebilirliğini artırma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, ısıtma ve soğutma için toplam enerji ihtiyacının referans duruma göre %48 oranında azaldığı belirlenmiştir [39].	
Çatı	Hindistan'ın Varanasi kentinde gerçekleştirilen çalışmada, su soğutmalı bir BIPV/T sisteminin performansı değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, soğutmasız bir sisteme kıyasla net elektrik enerjisi üretiminin 1,44 kWh daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca, söz konusu BIPV/T sistemi tarafından 379,82 kWh düzeyinde ısıl enerji üretimi sağlanmıştır [40]	

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Çizelge 2. BIPV/T Sistemlerin Entegrasyon Biçimleri, İşlevsel Kullanımları ve Isıl-Elektriksel Performans Karakteristikleri (*Devamı*).

Çatı	Çin'in Dalian ilinde ısı pompa entegreli ve çalışma akışkanı olarak su kullanan BIPV/T sistemin ısıl (mekân ısıtma) ve elektriksel performansı incelenmiştir. Sistemin ortalama elektrik, ısıl ve genel verimleri sırasıyla %7,2, %69,3 ve %86,8 olarak belirlenmiştir [41].	
Çatı	Kanada'nın Québec eyaletinde bulunan net sıfır enerji bina olan Varennes Kütüphanesi'nde çatı tipi bir BIPV/T sistemi kurulmuştur. BIPV/T sisteminin elektrik üretimi için kurulu gücü 110 kW olup, elde edilen ısı enerjisi ise havalandırma havasının ön ısıtılmasında kullanılmaktadır. Hava sıcaklığının yaklaşık 22 °C'nin üzerine çıkması hâlinde, ilave bir enerji girdisine ihtiyaç duyulmadan mekân ısıtması sağlanabilmektedir [42].	
Çatı	Kore'de bina ısıtma sistemi ile kombine çalışabilen BIPV/T kolektörünün performansı araştırılmıştır. Sistemin, ortalama ısıl ve elektriksel verimliliğinin sırasıyla %30 ve %17 olduğu, elektriksel verimliliğin sistem çalışırken %16'nın üzerinde yüksek kaldığı belirlenmiştir. Ayrıca, ısı depolama tankındaki su sıcaklığı 40 °C'ye yükselmiş ve bu binada sıcak su temini sağlayabileceğini göstermiştir [43].	
Çatı	Hindistan'ın soğuk iklim koşullarına uygun bir BIPV/T sistemi analizi yapılmıştır. Çatıya 65 m^2'lik etkili bir alana monte edilen BIPVT sistemi, yıllık olarak sırasıyla 16.209 kWh ve 1531 kWh net elektrik ve termal ekserji üretebilmekte olup, genel ısıl verimlilik %53,7 olarak belirlenmiştir [44].	
Çatı	Avustralya'nın Wollongong şehrinde yer alan yapıda yeni bir tavan havalandırma sistemi geliştirilen faz değişim malzemeli BIPV/T sisteminin performans değerlendirmesi araştırılmıştır. Ortalama ısıl ve ortalama elektrik verimler sırasıyla %13,6 ve %8,26 olarak belirlenmiştir [45].	

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Çizelge 2. BIPV/T Sistemlerin Entegrasyon Biçimleri, İşlevsel Kullanımları ve Isıl-Elektriksel Performans Karakteristikleri (*Devamı*).

Cephe	Kore'de Kongju Üniversitesi'nin eğitim amaçlı araştırma binasında tasarlanan, 123 m² alana sahip hava akışkanlı bir BIPV/T sisteminin ısıl performansı incelenmiştir. Günlük güneş ışınımının 650–800 W/m² aralığında olduğu koşullarda, ortalama 4,4 kWh ısıl enerji üretildiği ve ısıl verimlilik yaklaşık %33,4 olarak hesaplanmıştır [46].	

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, Bina Entegreli Fotovoltaik/Termal (BIPV/T) sistemler, türleri, sınıflandırılması, avantajları/dezavantajları açıklanmıştır. BIPV/T sistemlerin bina uygulamalarındaki performansı ve farklı iklim koşullarındaki enerji üretim potansiyeli incelenmiştir. Literatürde yer alan farklı ülkelerdeki saha uygulamaları, BIPV/T sistemlerin elektriksel ve ısıl enerji üretiminde önemli katkılar sağladığını göstermektedir. Çatı ve cephe entegrasyonları ile elde edilen veriler, sistemlerin ortalama elektriksel verimliliklerinin %7–17, ısıl verimliliklerinin ise %3–69 aralığında değiştiğini ortaya koymuştur. Bu farklılıklar, sistem tasarımı, kullanılan akışkan türü, iklim koşulları ve bina konumuna bağlı olarak değişmektedir.

BIPV/T sistemler, enerji tüketimini ve işletme maliyetlerini azaltma, karbon ayak izini düşürme ve binalara estetik değer kazandırma açısından güçlü bir potansiyele sahiptir. Bununla birlikte yüksek yatırım maliyeti, tasarım optimizasyonu gerekliliği ve mimari sınırlamalar gibi dezavantajlar göz önünde bulundurulmalıdır. Elde edilen bulgular, BIPV/T sistemlerin sürdürülebilir bina tasarımı ve enerji verimliliği hedeflerine önemli katkılar sağlayabileceğini, aynı zamanda çok işlevli bir mimari öğe olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma FBA-2025-4350 kodlu bilimsel araştırma projesi kapsamında yapılmıştır. İnönü Üniversitesi Bilim Araştırmalar Projeler Birimi'ne (BAP) teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

[1] Kolawole, M., & Ayodele, B. L. (2024). Smart electronics in solar-powered grid systems for enhanced renewable energy efficiency and reliability. *International Journal of Science and Research Archive*, *13*(2), 2910–2930.

[2] Schandl, H., Hatfield-Dodds, S., Wiedmann, T., Geschke, A., Cai, Y., & West, J. (2016). Decoupling global environmental pressure and economic growth: Scenarios for energy use, materials use and carbon emissions. *Journal of Cleaner Production*, *132*, 45–56.

[3] Suman, A. (2021). Role of renewable energy technologies in climate change adaptation and mitigation: A brief review from Nepal. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 151*, 111524.

[4] Dutta, R., Chanda, K., & Maity, R. (2022). Future of solar energy potential in a changing climate across the world: A CMIP6 multi-model ensemble analysis. *Renewable Energy, 188*, 819–829.

[5] Selimefendigil, F., & Şirin, C. (2022). Experimental investigation of a parabolic greenhouse dryer improved with copper oxide nano-enhanced latent heat thermal energy storage unit. *International Journal of Energy Research, 46*(3), 3647–3662.

[6] Sezen, K., Tuncer, A. D., Akyuz, A. O., & Gungor, A. (2021). Effects of ambient conditions on solar assisted heat pump systems: A review. *Science of the Total Environment, 778*, 146362.

[7] Yılmaz, B. (2012). *Türkiye için sürdürülebilir bina performans kriterleri ve bütünleşik tasarım yönetim modeli oluşturulması* (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

[8] Good, C., Chen, J., Dai, Y., & Hestnes, A. G. (2015). Hybrid photovoltaic-thermal systems in buildings – a review. *Energy Procedia, 70*, 683–690.

[9] Herrando, M., Wang, K., Huang, G., Otanicar, T., Mousa, O. B., Agathokleous, R. A., Ding, Y., Kalogirou, S., Ekins-Daukes, N., Taylor, R. A. & Markides, C. N. (2023). A Review of Solar Hybrid Photovoltaic-Thermal (PV-T) Collectors and Systems. *Progress in Energy and Combustion Science, 97*, 101072.

[10] Meral, M. E., & Dinçer, F. (2011). A review of the factors affecting operation and efficiency of photovoltaic-based electricity generation systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *15*(5), 2176–2184.

[11] Oni, M., Mohsin, A. S. M., Rahman, M. M., & Hossain Bhuiyan, M. B. (2024). A comprehensive evaluation of solar cell technologies associated loss mechanisms, and efficiency enhancement strategies for photovoltaic cells. *Energy Reports*, *11*, 3345–3366.

[12] Krauter, S. (2004). Increased electrical yield via water flow over the front of photovoltaic panels. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, *82*(1–2), 131–137.

[13] El Hadi Attia, M., Abdel-Aziz, M. M., & Khelifa, A. (2025). A numerical approach to enhance the performance of double-pass solar collectors with finned photovoltaic/thermal integration. *Applied Thermal Engineering*, *268*, 125974.

[14] Namdar, H., Rossi di Schio, E., Semprini, G., & Valdiserri, P. (2025). Photovoltaic-thermal solar-assisted heat pump systems for building applications: A technical review on direct expansion systems. *Energy and Buildings*, *334*, 115516.

[15] Jia, Y., Alva, G. R., & Fang, G. (2019). Development and applications of photovoltaic–thermal systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 102*, 249–265.

[16] Gupta, A., Diwania, S., Agrawal, S., Siddiqui, A. S., & Pal, Y. (2020). A bibliographical view on research and developments of photovoltaic and thermal technologies as a combined system: PV/T system. In

[17] Tiwari, A. K., Chatterjee, K., Agrawal, S., & Singh, G. K. (2023). A comprehensive review of photovoltaic-thermal (PVT) technology: Performance evaluation and contemporary development. *Energy Reports, 10*, 2655–2679.

[18] Şirin, C., Goggins, J., & Hajdukiewicz, M. (2023). A review on building-integrated photovoltaic/thermal systems for green buildings. *Applied Thermal Engineering, 229*, Article 120607

[19] Baril, D., *et al.* (2021). BIPV/T for Arctic residential applications. *Journal of Physics: Conference Series, 2069*, 012227.

[20] Chen, Y., Athienitis, A. K., & Galal, K. (2010). Modeling, design and thermal performance of a BIPV/T system thermally coupled with a ventilated concrete slab in a low energy solar house: Part 1, BIPV/T system and house energy concept. *Solar Energy, 84*(11), 1892–1907..

[21] Al-Waeli, A. H., Sopian, K., Kazem, H. A., & Chaichan, M. T. (2017). Photovoltaic/thermal (PV/T) systems: Status and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 77*, 109–130.

[22] Benemann, J., Chehab, O. & Schaar-Gabriel, E. (2001). Bina entegrasyonlu fotovoltaik modüller. *Solar Energy Materials and Solar Cells, 67*, 345–354.

[23] Heinstein, P., Ballif, C. & Perret-Aebi, L.-E. (2013). Building Integrated Photovoltaics (BIPV): İnceleme, potansiyeller, engeller ve yanlış bilinenler. *Green, 3*(2), 125–156.

[24] Bloem, J. J., Lodi, C., Cipriano, J. & Chemisana, D. (2012). Çift cidarlı bina entegrasyonlu fotovoltaik sistemler için dış ortam test referans ortamı. *Energy and Buildings, 50*, 63–73.

[25] Sharples, S., & Radhi, H. (2013). Assessing the technical and economic performance of building integrated photovoltaics and their value to the GCC society. *Renewable Energy, 55*, 150–159.

[26] Maghrabie, H. M., Elsaid, K., Sayed, E. T., Abdelkareem, M. A., Wilberforce, T., & Olabi, A. G. (2021). Building-integrated photovoltaic/thermal (BIPVT) systems: Applications and challenges. *Sustainable Energy Technologies and Assessments, 45*, Article 101151.

[27] Yu, G., Yang, H., Yan, Z., & Ansah, M. K. (2021). A review of designs and performance of façade-based building integrated photovoltaic-thermal (BIPVT) systems. *Applied Thermal Engineering, 182*, 116081.

[28] Clasing, L., von Holst, C., Blieske, U., Leyer, S., & Hadji-Minaglou, J.-R. (2023). Experimental performance evaluation of a BIPVT roof tile system. In *Proceedings of the 40th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition*. WIP Renewable Energies

[29] https://www.glasscanadamag.com/a-new-curtainwall-design-promises-efficiency-and-power-generation/ (22.12.2025)

[30] Karlsson, B., & Roos, A. (2010). Performance of a multifunctional PV/T hybrid solar window. *Solar Energy*, *84*(3), 365–372.

[31] Koyunbaba, B. K., Yılmaz, Z., & Ülgen, K. (2013). *An approach for energy modeling of a building integrated photovoltaic (BIPV) Trombe wall system*. *Energy and Buildings*, *67*, 680–688.

[32] Craciunescu, D., Fără, L., Dăbijă, A.-M., Sterian, P., & Fără, S. (2019). *Intelligent approach for improvement of BIPV systems performance: Case study*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *471*(11), 112015.

[33] https://natural-resources.canada.ca/energy-efficiency/building-integrated-photovoltaics. (22.12.2025)

[34] Shukla, A. K., Sudhakar, K., Baredar, P., & Mamat, R. (2018). Solar PV and BIPV system: Barrier, challenges and policy recommendation in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *82*, 3314–3322.

[35] Buker, M. S., & Riffat, S. B. (2015). Building integrated solar thermal collectors: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *51*, 327–346.

[36] Kazem, H. A., Chaichan, M. T., Al-Waeli, A. H. A., & Sopian, K. (2022). Effect of dust and cleaning methods on mono- and polycrystalline solar photovoltaic performance: An indoor experimental study. *Solar Energy*, *236*, 626–643.

[37] Salamah, T., et al. (2022). Effect of dust and methods of cleaning on the performance of solar PV module for different climate regions: Comprehensive review. *Science of the Total Environment*, *827*, 154050.

[38] Bambara, J., Athienitis, A. K., & O'Neill, B. (2011). Design and performance of a photovoltaic/thermal system integrated with transpired collector. *Building and Environment, 117*, 403–410.

[39] Bot, K., Aelenei, L., Gonçalves, H., Gomes, M. d. G., & Silva, C. S. (2021). Performance Assessment of a Building-Integrated Photovoltaic Thermal System in a Mediterranean Climate—An Experimental Analysis Approach. *Energies*, *14*(8), 2191.

[40] Mishra, G. K., Tiwari, G. N., & Bhatti, T. S. (2018). Effect of water flow on performance of building integrated semi-transparent photovoltaic-thermal system: A comparative study. *Solar Energy, 174*, 248–262.

[41] Shao, N., Ma, L., & Zhang, J. (2019). Experimental study on electrical and thermal performance and heat transfer characteristic of PV/T roof in summer. *Applied Thermal Engineering, 162*, 114276.

[42] Sigounis, A.-M., Vallianos, C., & Athienitis, A. K. (2023). Model predictive control of air-based building integrated PV/T systems for optimal HVAC integration. *Renewable Energy*, *212*, 655–668.

[43] Kim, J.-H., Park, S.-H., Kang, J.-G., & Kim, J.-T. (2014). Experimental performance of heating system with building-integrated PVT (BIPVT) collector. *Energy Procedia, 48*, 1374–1384.

[44] Agrawal, B., & Tiwari, G. N. (2010). Optimizing the energy and exergy of building integrated photovoltaic-thermal (BIPVT) systems under cold climatic conditions. *Applied Energy, 87*(2), 417–426.

[45] Lin, W., Ma, Z., Sohel, M. I., & Cooper, P. (2014). Development and evaluation of a ceiling ventilation system enhanced by solar photovoltaic thermal collectors and phase change materials. *Energy Conversion and Management, 88*, 218–230.

[46] Yu, J.-S., Kim, J.-H., & Kim, J.-T. (2019). A Study on the Thermal Performance of Air-Type BIPVT Collectors Applied to Demonstration Building. *Energies*, *12*(16), 3120.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

FOTOVOLTAİK SİSTEMLERDE GÜÇ ÜRETİM TAHMİNİ İÇİN OPTİMİZE EDİLMİŞ XGBOOST MODELİNİN PERFORMANS ANALİZİ

Yıldırım Özüpak[*1], Emrah Aslan[2]
[1*]Dicle Üniversitesi, Silvan Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Programı, Diyarbakır, Türkiye
[2]Mardin Artuklu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Mardin, Türkiye
Email: yildirim.ozupak@dicle.edu.tr, emrahaslan@artuklu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, güneş enerjisi santrallerinde kısa vadeli AC güç üretiminin tahmini için XGBoost tabanlı makine öğrenmesi modellerinin performansı incelenmiştir. Çalışmada kullanılan veri seti, Hindistan'da yer alan iki farklı güneş enerjisi santralinden 34 gün boyunca 15 dakikalık zaman aralıklarıyla toplanan inverter bazlı üretim ve sensör verilerinden oluşmaktadır. Yüksek zaman çözünürlüğüne sahip bu veri seti, üretim tahmini, bakım planlaması ve performans analizi açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Öncelikle zaman serisi verileri trend, mevsimsel ve artık bileşenlerine ayrıştırılarak üretim desenleri analiz edilmiştir. Ardından hiperparametre optimizasyonu uygulanmış XGBoost modeli ile özellik seçimi destekli XGBoost modeli karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, hiperparametre ayarlamasının model doğruluğunu artırdığını, ancak özellik seçimi uygulanan XGBoost modelinin daha düşük hata değerleri ve daha kararlı çapraz doğrulama sonuçları sunduğunu göstermiştir. Bulgular, gereksiz ve gürültülü değişkenlerin elenmesinin modelin genelleme kabiliyetini güçlendirdiğini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, özellik seçimi destekli XGBoost yaklaşımının kısa vadeli güneş enerjisi üretim tahmini için etkili ve güvenilir bir yöntem olduğu belirlenmiştir

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi tahmini, XGBoost, makine öğrenmesi, zaman serisi analizi

Performance Analysis of an Optimized XGBoost Model for Power Generation Forecasting in Photovoltaic Systems

Abstract

This study investigates the performance of an optimized XGBoost-based machine learning approach for short-term AC power generation forecasting in photovoltaic (PV) systems. The dataset used in this research was collected from two solar power plants located in India over a 34-day period, with measurements recorded at 15-minute intervals. It consists of inverter-level power production data along with operational variables, providing high temporal resolution suitable for short-term forecasting, performance monitoring, and maintenance planning. Initially, the AC power time series was decomposed into trend, seasonal, and residual components to better capture underlying production patterns. Subsequently, different XGBoost model configurations were evaluated, including hyperparameter-tuned and feature selection–enhanced models. The results demonstrate that hyperparameter optimization significantly improves forecasting accuracy compared to baseline models. Moreover, the XGBoost model trained with selected relevant features achieves the lowest error metrics and exhibits more stable cross-validation performance, indicating superior generalization capability. The findings highlight the importance of eliminating redundant and noisy variables to enhance model robustness. Overall, the results confirm that an optimized XGBoost model with feature selection is an effective and reliable tool for short-term power generation forecasting in photovoltaic systems.

Keywords: Photovoltaic systems, power generation forecasting, XGBoost, machine learning

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

1. Giriş

Fotovoltaik (FV) sistemlerin enerji üretimindeki payının giderek artması, elektrik şebekelerinin güvenli, dengeli ve ekonomik şekilde işletilebilmesi için güç üretim tahmininin önemini artırmıştır. Güneş enerjisi üretimi; meteorolojik koşullar, çevresel etkiler ve sistemsel faktörlere bağlı olarak yüksek derecede değişkenlik ve doğrusal olmayan davranış sergilemektedir. Bu durum, özellikle kısa vadeli ve yüksek zaman çözünürlüklü tahminlerde güvenilir sonuçlar elde edilmesini zorlaştırmaktadır [1]. Kısa vadeli FV güç üretim tahmini; şebeke işletimi, yük dengeleme, bakım planlaması ve arıza tespiti gibi uygulamalarda kritik bir rol oynamaktadır. Geleneksel istatistiksel yöntemler, FV üretim verilerindeki karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkileri modellemede yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle, son yıllarda büyük veri setleriyle etkin biçimde çalışabilen ve karmaşık ilişkileri öğrenebilen makine öğrenmesi tabanlı yöntemler ön plana çıkmıştır [2].

Suanpang ve Jamjuntr, mikroşebekelerde güneş enerjisi üretim tahmini için LGBM ve KNN modellerini karşılaştırmalı olarak analiz etti. Doğruluk, hata ölçütleri ve hesaplama maliyetlerini değerlendirerek, LGBM'nin daha yüksek tahmin başarısı ve mevsimsel kararlılık sunduğunu ortaya koydu [3]. Djeldjeli ark., Cezayir'deki Abiod Sid Cheikh güneş istasyonuna ait verilerle farklı makine öğrenmesi modellerini karşılaştırmalı olarak değerlendirdi. Performans ölçütleri üzerinden yapılan analizde, GB ve RF modellerinin yüksek doğruluk sunduğu, AdaBoost ve doğrusal regresyonun kısa dönem tahminlerde etkili olduğu vurgulandı [4]. Abumohsen ark., gerçek saha verileri kullanarak güneş enerjisi üretim tahmini için klasik, derin ve hibrit makine öğrenmesi modellerini inceledi. LSTM, GRU, RF ve SVR gibi yöntemleri karşılaştırarak, CNN-LSTM-RF hibrit yapısının en düşük hata değerleriyle en yüksek tahmin başarısını sağladığını ifade etti [5].

Saxena ark., büyük ölçekli güneş santralleri için üretim tahmin doğruluğunu artırmaya yönelik KNN ve SVM tabanlı hibrit bir model geliştirdi. Gerçek zamanlı Jodhpur verileriyle yapılan karşılaştırmalarda, önerilen yaklaşımın LSTM'ye kıyasla daha yüksek doğruluk ve güvenilirlik sağladığı belirtildi [6]. Venkateswaran ve Cho, güneş enerjisi üretim tahmini için SSA, CNN ve LSTM bileşenlerini birleştiren hibrit bir derin öğrenme modeli geliştirdi. Gerçek zamanlı verilerle yapılan karşılaştırmalarda, özellikle kısa vadeli tahminlerde modelin yüksek doğruluk ve istikrarlı performans sunduğu ifade edildi [7]. Özüpak, fotovoltaik sistemlerde kısmi gölgelenme ve modül arızalarının gerçek zamanlı tespiti için optimize edilmiş bir makine öğrenmesi çerçevesi geliştirdi. Hiperparametre optimizasyonu ve dengesiz veri çözümleriyle yüksek doğruluk sağlayarak bakım süreçlerinin etkinliğini artırdı [8]. Tian ve Ooka, bina bütünleşik fotovoltaik uygulamalar için parametrik modelleme ve makine öğrenmesi tabanlı kapsamlı bir değerlendirme yaklaşımı geliştirdi. Farklı çevresel senaryolarda çatı ve cepheler için güneş enerjisi potansiyelini analiz ederek, PV kurulum ve üretim tahminlerini destekleyen uygun model ve girdi kombinasyonlarını belirledi [9]. Singh ark., Suudi Arabistan'daki ticari bir binaya ait fotovoltaik sistem verileriyle farklı makine öğrenmesi topluluk modellerini değerlendirdi. Meteorolojik değişkenlere dayalı analizlerde xGBoost'un en düşük hata değerleri ve yüksek uyum başarısıyla güneş enerjisi üretim tahmininde üstün performans sergilediği belirtildi [10].

Topluluk öğrenme yaklaşımları arasında yer alan gradyan artırma algoritmaları, enerji tahmin problemlerinde yüksek doğruluklarıyla dikkat çekmektedir. Bu algoritmalardan biri olan XGBoost (Extreme Gradient Boosting), düzenlileştirme mekanizmaları, aşırı öğrenmeye karşı dayanıklılığı ve hesaplama verimliliği sayesinde güçlü bir tahmin aracı olarak öne çıkmaktadır. Ancak XGBoost modellerinin başarısı, hiperparametre ayarları ve kullanılan girdi değişkenlerinin seçimine doğrudan bağlıdır.

Bu çalışma kapsamında, fotovoltaik sistemlerde kısa vadeli güç üretim tahmini için optimize edilmiş bir XGBoost modelinin performansı incelenmiştir. Hiperparametre optimizasyonu ve özellik seçimi yaklaşımlarının model doğruluğu, kararlılığı ve genelleme kabiliyeti üzerindeki etkileri analiz edilerek, FV sistemlerin daha etkin ve güvenilir şekilde işletilmesine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

2. Materyal ve Metot

Bu bölümde, fotovoltaik sistemlerde güç üretim tahmini amacıyla yürütülen çalışmada kullanılan veri seti, veri ön işleme adımları ve uygulanan makine öğrenmesi yöntemleri ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Çalışma kapsamında, inverter bazlı ve yüksek zaman çözünürlüklü ölçümler içeren gerçek saha verileri kullanılarak kısa vadeli AC güç üretim tahmini gerçekleştirilmiştir. Öncelikle veri setinin yapısı, değişkenleri ve temel istatistiksel özellikleri tanımlanmış; ardından zaman serisi analizi, özellik seçimi ve modelleme süreçleri ele alınmıştır. Tahmin performansını artırmak amacıyla XGBoost algoritması tercih edilmiş ve modelin doğruluğunu ve genelleme kabiliyetini iyileştirmek için hiperparametre optimizasyonu uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, farklı model yapılandırmaları üzerinden karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve kullanılan yöntemlerin fotovoltaik sistemlerde güvenilir güç üretim tahmini açısından etkinliği analiz edilmiştir.

2.1 Veri Seti

Bu çalışma kapsamında kullanılan veri seti, Hindistan'da yer alan iki güneş enerjisi santralinden 34 günlük bir süre boyunca toplanmıştır. Veri seti, inverter bazlı güç üretim verileri ile santral düzeyinde ölçülen sensör verilerinden oluşmaktadır. Ölçümler 15 dakikalık zaman aralıklarıyla kaydedilmiş olup, kısa vadeli enerji üretim tahmini, bakım gereksinimlerinin belirlenmesi ve arızalı ya da düşük performanslı ekipmanların tespiti gibi uygulamalara olanak sağlamaktadır. Veri seti; doğru şebeke yönetimi için ileriye dönük üretim tahmini yapılmasına, panel temizliği ve bakım ihtiyacının öngörülmesine ve inverter bazlı performans analizlerine uygun bir yapı sunmaktadır. Güç üretimiyle birlikte çevresel ve operasyonel değişkenlerin yer alması, makine öğrenmesi ve zaman serisi tabanlı modeller için zengin bir analiz ortamı sağlamaktadır [11].

Tablo 1. Güneş enerjisi üretim veri setinin temel özellikleri [11]

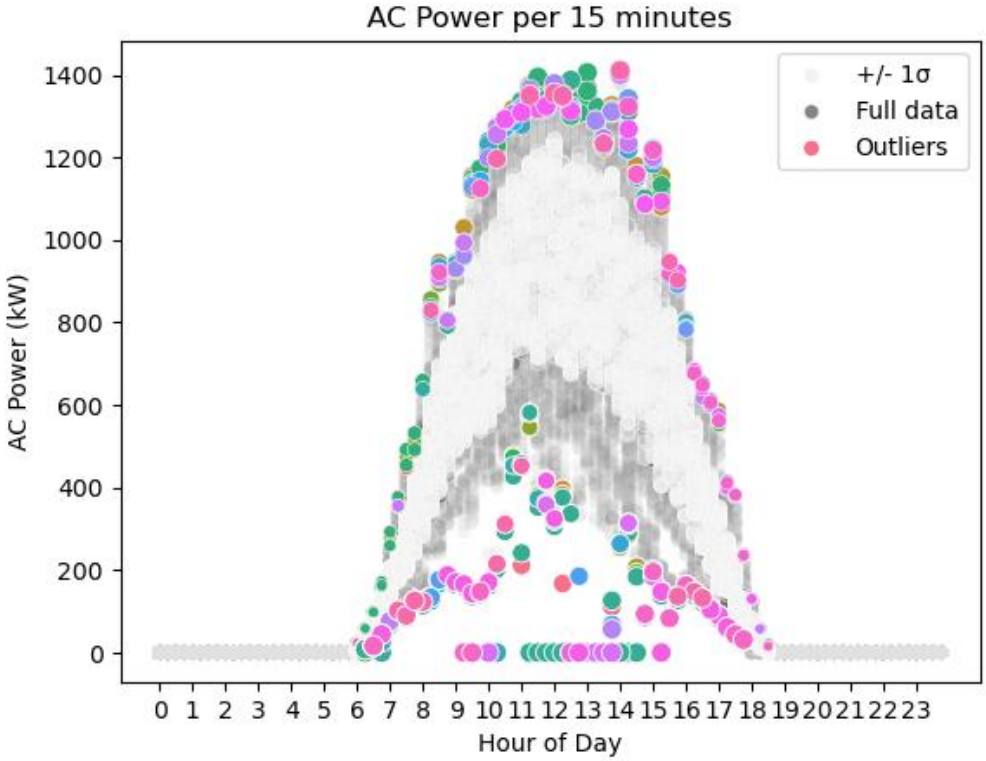
Değişken Adı	**Açıklama**	**Ölçüm Aralığı / Özellik**
DATE_TIME	Ölçümün alındığı tarih ve saat bilgisi	15 dakikalık zaman aralığı
PLANT_ID	Güneş enerjisi santrali kimliği	Tüm kayıtlar için sabit
SOURCE_KEY	İnverter kimliği	22 farklı inverter
DC_POWER	İnverter bazlı DC güç üretimi	0 – 14.47 kW
AC_POWER	İnverter bazlı AC güç üretimi	0 – 1.41 kW
DAILY_YIELD	Günlük kümülatif enerji üretimi	0 – 9.16 kWh
TOTAL_YIELD	İnverterin toplam kümülatif üretimi	6.18 – 7.85 MWh
Kayıt Sayısı	Toplam gözlem sayısı	68.778
Eksik Veri	Eksik gözlem durumu	Yok

Tablo 1, veri setinde yer alan temel değişkenleri, ölçüm özelliklerini ve veri kapsamını özetlemektedir. İnverter seviyesinde ayrıntılı güç üretim verileri ile yüksek zaman çözünürlüğüne sahip ölçümler, kısa dönem güneş enerjisi tahmini ve arıza tespiti çalışmalarında veri setini güçlü ve uygulanabilir kılmaktadır.

Şekil 1, AC güç üretiminin günün saatlerine göre 15 dakikalık zaman dilimleri bazında dağılımını göstermektedir. Grafikte, üretimin sabah saatlerinden itibaren hızla arttığı, öğle saatleri civarında maksimum değerlere ulaştığı ve akşam saatlerine doğru kademeli olarak azaldığı tipik günlük

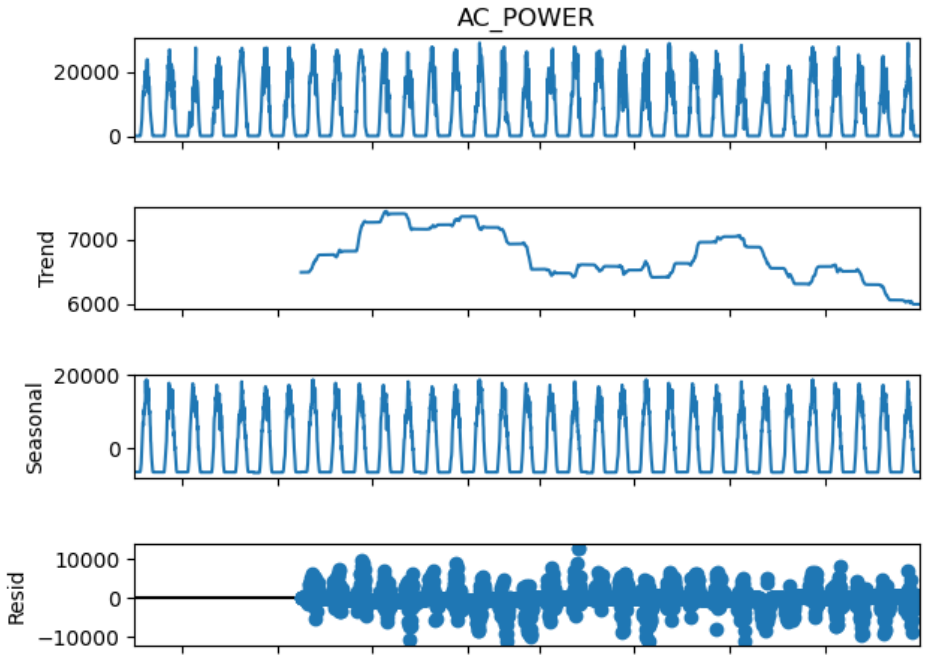
ISBN NR: 978-625-5694-71-3

güneşlenme profili açıkça gözlenmektedir. Gri noktalar tüm veri dağılımını temsil ederken, ±1σ bandı normal çalışma aralığını ifade etmektedir. Bu bandın dışında kalan renkli noktalar ise aykırı gözlemleri göstermekte olup, bulutlanma, kısmi gölgelenme, inverter performans düşüşleri veya ölçüm hataları gibi durumlara işaret edebilmektedir. Şekil, AC güç üretiminde saatlik değişkenliğin yanı sıra aykırı değerlerin tespitine olanak sağlayarak bakım ve performans analizleri için önemli bir görsel değerlendirme sunmaktadır.



Şekil 1. AC güç üretiminin günün saatlerine göre 15 dakikalık zaman dilimleri bazında dağılımı ve aykırı gözlemlerin gösterimi.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3



Şekil 2. AC güç üretim zaman serisinin trend, mevsimsel ve artık (residual) bileşenlerine ayrıştırılması.

Şekil 2'de, AC güç üretimine ait zaman serisi bileşenleri ayrıştırılarak sunulmuştur. Üst panelde ham AC güç üretim verisi yer alırken, trend bileşeni uzun dönemli üretim eğilimlerini yansıtmaktadır. Mevsimsel bileşen, güneşlenme döngüsüne bağlı olarak tekrarlayan günlük üretim desenini açıkça ortaya koymaktadır. Artık bileşen ise trend ve mevsimsellikten arındırılmış rastgele dalgalanmaları temsil etmekte olup, ani meteorolojik değişimler, ölçüm gürültüsü veya sistem kaynaklı düzensizlikleri işaret etmektedir. Bu ayrıştırma, tahmin modellerinde temel desenlerin daha etkin öğrenilmesine katkı sağlamaktadır.

2.2 XGBoost

XGBoost (Extreme Gradient Boosting), gradyan artırma yaklaşımına dayalı, yüksek performanslı ve ölçeklenebilir bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. Karar ağaçlarını ardışık biçimde oluşturarak önceki modellerin hatalarını minimize etmeyi amaçlar. Düzenlileştirme mekanizmaları sayesinde aşırı öğrenmeyi azaltırken, eksik verilerle etkin şekilde çalışabilmektedir. Paralel hesaplama desteği ve hiperparametre ayarlama esnekliği, XGBoost'u büyük ve karmaşık veri setleri için güçlü bir tahmin aracı haline getirmektedir. Güneş enerjisi üretimi gibi doğrusal olmayan ve çok değişkenli problemlerde yüksek doğruluk sağlaması nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir [12].

3. Araştırma Bulguları

Bu bölümde, fotovoltaik sistemlerde AC güç üretim tahmini için geliştirilen XGBoost tabanlı modellerden elde edilen sonuçlar sunulmakta ve performansları ayrıntılı olarak değerlendirilmektedir. Farklı model yapılandırmalarının tahmin başarısı; hata metrikleri, çapraz doğrulama sonuçları ve zamana bağlı üretim profilleri üzerinden karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Hiperparametre optimizasyonu ve özellik seçimi uygulamalarının model doğruluğu, kararlılığı ve genelleme kabiliyeti üzerindeki etkileri incelenmiş; elde edilen bulgular grafikler ve tablolar yardımıyla desteklenmiştir. Böylece, kullanılan yaklaşımların kısa vadeli güneş enerjisi üretim tahminindeki etkinliği ortaya konulmuş ve en uygun model yapısı belirlenmiştir.

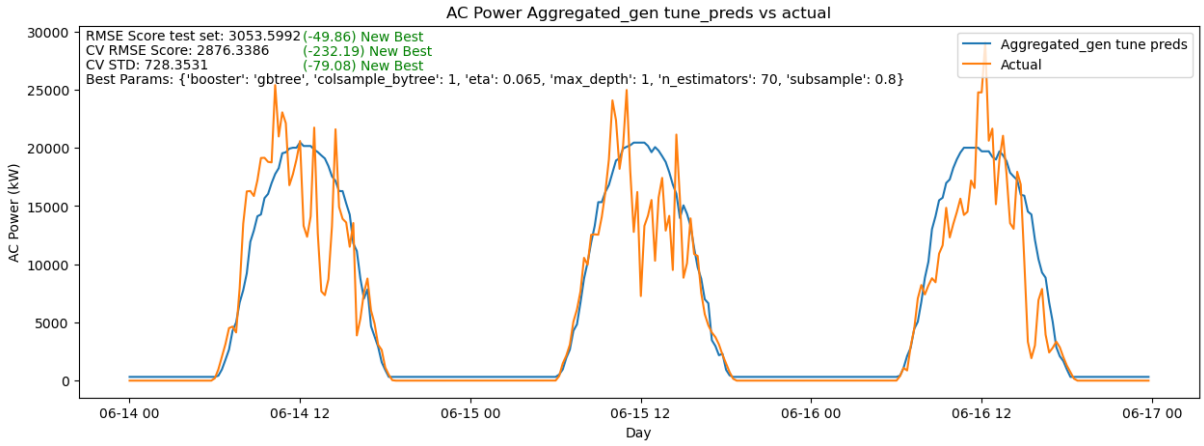
Şekil 3, hiperparametre ayarlaması yapılmış XGBoost modelinin AC güç üretimi tahminleri ile gerçek değerlerin karşılaştırmasını göstermektedir. Modelin günlük üretim döngüsünü genel hatlarıyla başarılı

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

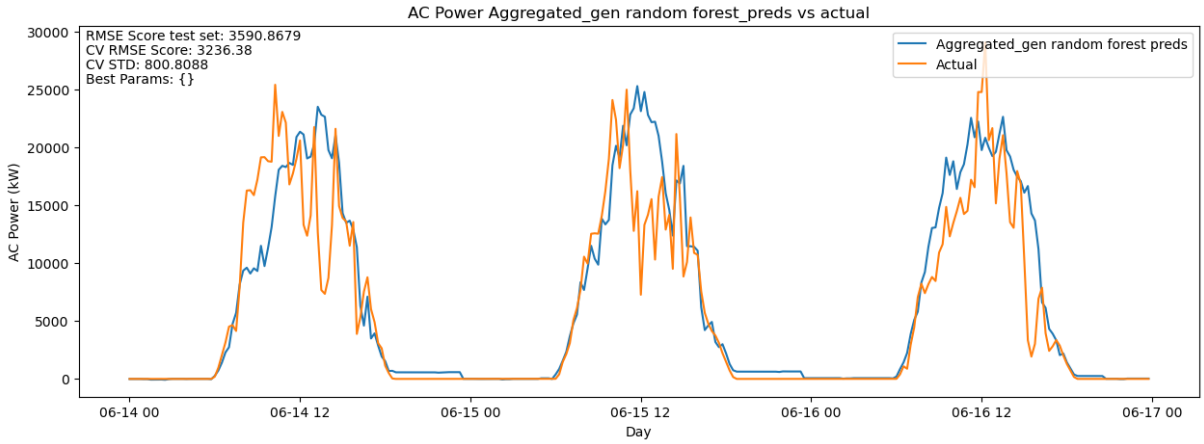
biçimde yakaladığı, özellikle üretimin başlama ve azalma zamanlarını doğru temsil ettiği görülmektedir. Tepe saatlerinde meydana gelen ani dalgalanmalara rağmen, optimize edilmiş XGBoost modelinin temel modele kıyasla daha düşük hata değerleri sunduğu ve tahmin doğruluğunu artırdığı anlaşılmaktadır.

Şekil 4, elde edilen tahmin sonuçlarının gerçek AC güç üretimi ile karşılaştırmasını sunmaktadır. Modelin genel üretim eğilimini takip edebildiği ancak özellikle öğle saatlerindeki keskin değişimleri yakalamakta sınırlı kaldığı gözlenmektedir. Görece yüksek hata değerleri, bu yaklaşımın diğer XGBoost tabanlı modellere kıyasla daha düşük tahmin performansı sergilediğini göstermektedir.

Şekil 5, özellik seçimi uygulanmış XGBoost modelinin tahmin performansını göstermektedir. Daha az fakat daha anlamlı girdilerle eğitilen modelin, günlük üretim profilini daha dengeli biçimde temsil ettiği ve ani sapmaları sınırladığı görülmektedir. Hata metriklerindeki düşüş, özellik seçiminin model genelleme kabiliyetini artırdığını ve aşırı öğrenmenin önüne geçtiğini ortaya koymaktadır.

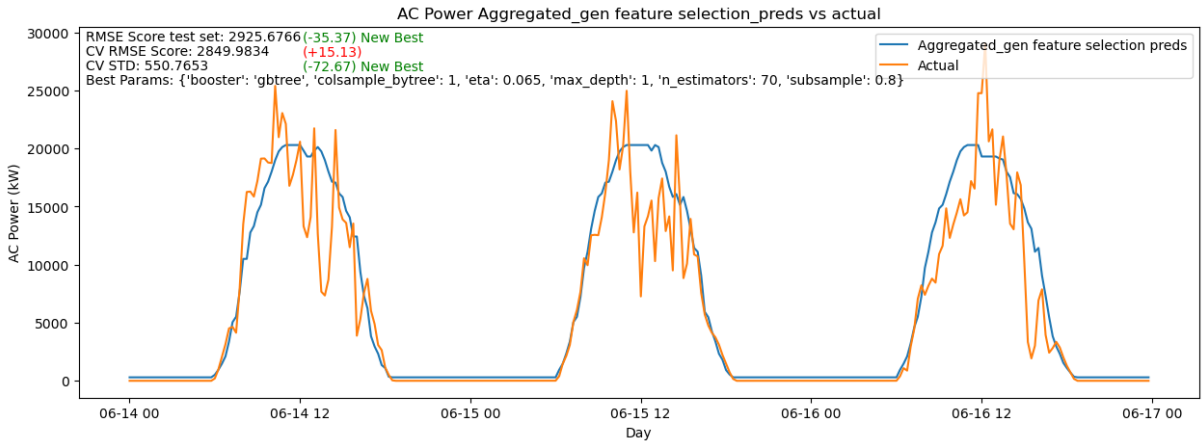


Şekil 3. Hiperparametre optimizasyonu uygulanmış XGBoost modelinin AC güç üretimi tahminleri ile gerçek değerlerin karşılaştırılması.



Şekil 4. Random Forest tabanlı modelin AC güç üretimi tahminlerinin gerçek değerlerle karşılaştırılması.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3



Şekil 5. Özellik seçimi sonrası eğitilen XGBoost modelinin AC güç üretimi tahminlerinin gerçek verilerle karşılaştırılması.

Tablo 2. XGBoost tabanlı modellerin performans metriklerinin karşılaştırılması

Model Türü	**Test RMSE**	**CV RMSE**	**CV Std**	**Not**
XGBoost (Hiperparametre ayarlı)	3053.60	2876.34	728.35	Ayarlama sonrası belirgin iyileşme
XGBoost (Özellik seçimi)	2925.68	2849.98	550.77	En dengeli ve kararlı sonuç

Tablo 2, XGBoost tabanlı farklı model yapılandırmalarının güneş enerjisi üretim tahmini üzerindeki etkilerini ayrıntılı biçimde ortaya koymaktadır. Hiperparametre ayarlaması yapılmış XGBoost modeli, temel yaklaşıma kıyasla test ve çapraz doğrulama (CV) hatalarında belirgin bir düşüş sağlayarak model performansının optimize edilebildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, CV standart sapma değerinin görece yüksek olması, modelin farklı veri alt kümeleri üzerinde değişken performans sergileyebildiğine işaret etmektedir. Bu durum, özellikle güneş enerjisi üretiminde görülen ani dalgalanmalar ve doğrusal olmayan ilişkiler karşısında modelin sınırlı kaldığını göstermektedir. Yüksek CV standart sapma değeri, modelin genelleme yeteneğinin zayıf olduğunu ve veri setine duyarlılığının arttığını ortaya koymaktadır. Özellik seçimi uygulanmış XGBoost modeli ise en düşük test RMSE ve CV RMSE değerleriyle en dengeli sonuçları sunmaktadır. Ayrıca, en düşük CV standart sapma değeri, bu modelin farklı veri bölümleri üzerinde daha kararlı ve tutarlı tahminler ürettiğini göstermektedir. Bu bulgular, gereksiz veya gürültülü değişkenlerin elenmesinin model genelleme kabiliyetini artırdığını ve güneş enerjisi üretim tahmini için özellik seçimi destekli XGBoost yaklaşımının en uygun yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.

4. Sonuç

Bu çalışmada, fotovoltaik sistemlerde kısa vadeli AC güç üretiminin tahmini amacıyla XGBoost tabanlı makine öğrenmesi modellerinin performansı ayrıntılı olarak incelenmiştir. Yüksek zaman çözünürlüğüne sahip, inverter bazlı gerçek saha verileri kullanılarak geliştirilen modeller; hiperparametre optimizasyonu ve özellik seçimi yaklaşımlarıyla karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, hiperparametre ayarlamasının model doğruluğunu önemli ölçüde artırdığını, ancak özellik seçimi uygulanan XGBoost modelinin daha düşük hata değerleri ve daha kararlı çapraz doğrulama sonuçları sunduğunu ortaya koymuştur. Özellikle gereksiz ve gürültülü

değişkenlerin elenmesi, modelin genelleme kabiliyetini güçlendirmiş ve farklı veri alt kümeleri üzerinde daha tutarlı tahminler üretilmesini sağlamıştır. Sonuçlar, optimize edilmiş XGBoost yaklaşımının fotovoltaik sistemlerde kısa vadeli güç üretim tahmini için etkili, güvenilir ve uygulanabilir bir yöntem olduğunu göstermektedir. Bu yaklaşımın, şebeke yönetimi, bakım planlaması ve performans izleme süreçlerine katkı sağlayarak güneş enerjisi sistemlerinin daha verimli işletilmesine destek olacağı değerlendirilmektedir. Gelecek çalışmalarda, daha uzun dönemli veri setleri, farklı meteorolojik değişkenler ve hibrit model yapılarının kullanılmasıyla tahmin performansının artırılabileceği öngörülmektedir.

Kaynaklar

[1] Y. Özüpak and S. Mansurov, "Optimizing electricity demand forecasting with a novel RNN-LSTM hybrid model," *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, vol. 20, no. 1, Dec. 2025, doi: 10.1080/15567249.2025.2531448;WGROUP:STRING:PUBLICATION.

[2] Y. Özüpak and S. Mansurov, "Optimizing electricity demand forecasting with a novel RNN-LSTM hybrid model," *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, vol. 20, no. 1, Dec. 2025, doi: 10.1080/15567249.2025.2531448.

[3] P. Suanpang and P. Jamjuntr, "Machine Learning Models for Solar Power Generation Forecasting in Microgrid Application Implications for Smart Cities," *Sustainability 2024, Vol. 16, Page 6087*, vol. 16, no. 14, p. 6087, Jul. 2024, doi: 10.3390/SU16146087.

[4] Y. Djeldjeli *et al.*, "Enhancing solar power forecasting with machine learning using principal component analysis and diverse statistical indicators," *Case Studies in Thermal Engineering*, vol. 61, p. 104924, Sep. 2024, doi: 10.1016/J.CSITE.2024.104924.

[5] M. Abumohsen, A. Y. Owda, M. Owda, and A. Abumihsan, "Hybrid machine learning model combining of CNN-LSTM-RF for time series forecasting of Solar Power Generation," *e-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, vol. 9, p. 100636, Sep. 2024, doi: 10.1016/J.PRIME.2024.100636.

[6] N. Saxena *et al.*, "Hybrid KNN-SVM machine learning approach for solar power forecasting," *Environmental Challenges*, vol. 14, p. 100838, Jan. 2024, doi: 10.1016/J.ENVC.2024.100838.

[7] D. Venkateswaran and Y. Cho, "Efficient solar power generation forecasting for greenhouses: A hybrid deep learning approach," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 91, pp. 222–236, Mar. 2024, doi: 10.1016/J.AEJ.2024.02.004.

[8] Y. özüpak, "Real-time detection of photovoltaic module faults using a hybrid machine learning model," *Solar Energy*, vol. 302, p. 114014, Dec. 2025, doi: 10.1016/J.SOLENER.2025.114014.

[9] J. Tian and R. Ooka, "Prediction of building-scale solar energy potential in urban environment based on parametric modelling and machine learning algorithms," *Sustain Cities Soc*, vol. 119, p. 106057, Feb. 2025, doi: 10.1016/J.SCS.2024.106057.

[10] U. Singh, S. Singh, S. Gupta, M. A. Alotaibi, and H. Malik, "Forecasting rooftop photovoltaic solar power using machine learning techniques," *Energy Reports*, vol. 13, pp. 3616–3630, Jun. 2025, doi: 10.1016/J.EGYR.2025.03.005.

[11] "Solar Power Generation Data." Accessed: Dec. 17, 2025. [Online]. Available: https://www.kaggle.com/datasets/anikannal/solar-power-generation-data

[12] E. Aslan and Y. Özüpak, "Comparison of machine learning algorithms for automatic prediction of Alzheimer disease," *Journal of the Chinese Medical Association*, vol. 88, no. 2, pp. 98–107, Feb. 2025, doi: 10.1097/JCMA.0000000000001188.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

FOTOVOLTAİK GÜÇ ÜRETİMİNİN KISA VE ORTA VADELİ TAHMİNİ İÇİN LSTM TABANLI DERİN ÖĞRENME YAKLAŞIMI

Yıldırım Özüpak*[1], Emrah Aslan[2]
[1*]Dicle Üniversitesi, Silvan Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Programı, Diyarbakır, Türkiye
[2]Mardin Artuklu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Mardin, Türkiye
Email: yildirim.ozupak@dicle.edu.tr, emrahaslan@artuklu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, fotovoltaik sistemlerde AC güç üretiminin kısa ve orta vadeli tahmini için LSTM ve XGBoost tabanlı makine öğrenmesi modellerinin performansı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan veri seti, Hindistan'da yer alan iki güneş enerjisi santralinden 34 gün boyunca 15 dakikalık aralıklarla toplanan inverter bazlı üretim ve sensör ölçümlerinden oluşmaktadır. Öncelikle veri ön işleme ve keşifsel analizler gerçekleştirilmiş, ardından LSTM modeli ile farklı tahmin ufuklarında (test seti, 1 gün ve 7 gün ileri) tahminler üretilmiştir. Ayrıca, hiperparametre ayarlaması ve özellik seçimi uygulanmış XGBoost modelleri geliştirilerek performansları değerlendirilmiştir. Modellerin başarımı RMSE ölçütü kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, LSTM modelinin özellikle orta ve uzun vadeli tahminlerde güçlü bir genelleme yeteneği sunduğunu ve kararlı sonuçlar ürettiğini göstermektedir. Çalışma, güneş enerjisi üretim tahmini ve şebeke yönetimi uygulamaları için etkili model seçiminde önemli katkılar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi tahmini, Fotovoltaik sistemler, LSTM

A LSTM-Based Deep Learning Approach for Short- and Medium-Term Photovoltaic Power Forecasting

Abstract

This study presents a comparative evaluation of LSTM and XGBoost-based machine learning models for short- and medium-term photovoltaic (PV) power forecasting. The dataset used in this research was collected from two solar power plants in India over a 34-day period, with measurements recorded at 15-minute intervals, including inverter-level power generation and plant-level sensor data. Data preprocessing and exploratory analysis were first conducted, followed by the development of LSTM models for different forecasting horizons, including test set prediction, one-day-ahead, and seven-day-ahead forecasts. In addition, XGBoost models incorporating hyperparameter optimization and feature selection were implemented to enhance predictive performance. Model accuracy was evaluated using the Root Mean Square Error (RMSE) metric. The results indicate that the LSTM model effectively captures temporal dependencies and demonstrates strong generalization capability, particularly for longer forecasting horizons. The findings highlight the strengths of both approaches and provide valuable insights for selecting suitable forecasting models to support efficient grid operation, energy planning, and maintenance strategies in photovoltaic power systems.

Keywords: Solar power forecasting, Photovoltaic systems, LSTM

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

1. Giriş

Güneş enerjisi, sürdürülebilir ve çevre dostu yapısı nedeniyle enerji dönüşümünün temel bileşenlerinden biri hâline gelmiştir. Ancak fotovoltaik (PV) sistemlerin üretimi, güneş ışınımı ve meteorolojik koşullara yüksek derecede bağımlı olduğundan, güç üretiminde önemli belirsizlikler ortaya çıkmaktadır [1]. Bu durum, şebeke yönetimi, enerji planlaması ve bakım stratejilerinin etkinliğini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, güneş enerjisi üretiminin doğru ve güvenilir biçimde tahmin edilmesi kritik bir gereksinimdir [2].

Son yıllarda makine öğrenmesi ve derin öğrenme tabanlı yöntemler, doğrusal olmayan ve zamana bağlı üretim desenlerini modellemedeki başarıları sayesinde PV üretim tahmininde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM) ağları zamansal bağımlılıkları öğrenme yetenekleriyle öne çıkarken, XGBoost algoritması yüksek doğruluk ve genelleme kabiliyeti ile dikkat çekmektedir.

Ledmaoui ark., Fas'ın Benguerir kentinde kurulu bir fotovoltaik santralin günlük üretim verilerini kullanarak SVR, ANN, DT, RF, GAM ve XGBoost modellerinin karşılaştırmalı analizini gerçekleştirdi. Modeller RMSE, MAE, MASE ve R^2 ölçütleriyle değerlendirildi; ANN'nin en yüksek tahmin doğruluğunu sağladığı ve uygulamalara yönelik uygun parametreler sunduğu ortaya kondu [3]. Elsaraiti ve Merabet, fotovoltaik santrallerde kısa dönem üretim tahmini için LSTM tabanlı derin öğrenme modeli geliştirdi. LSTM'yi MLP ile MAE, MAPE, RMSE ve R^2 ölçütleri üzerinden karşılaştırarak, farklı gün türlerinde daha yüksek tahmin doğruluğu sağladığını ve işletme verimliliğine katkı sunduğunu gösterdi [4]. Vennila ark., büyük ölçekli güneş santrallerinde üretim tahmini için makine öğrenmesi ve istatistiksel yöntemleri bütünleştiren hibrit bir yaklaşım önerdi. Topluluk modelleriyle doğruluk artırıldı; sonuçlar hibrit ve ensemble yapının tekil modellere kıyasla daha üstün performans sağladığını kanıtladılar [5]. Munawar ve Wang, kısa dönem güneş enerjisi üretim tahmini için makine öğrenmesi modelleri ile özellik seçimi yöntemlerini birlikte değerlendiren bütüncül bir çerçeve geliştirdi. RF, ANN ve XGBoost modellerini PCA ve özellik önemine dayalı yöntemlerle karşılaştırarak, PCA ile desteklenen XGBoost yaklaşımının en yüksek tahmin performansını sağladığını belirledi [6].

AlKandari ve Ahmad, güneş enerjisi üretim tahmini için makine öğrenmesi ile Theta istatistiksel yöntemini birleştiren hibrit bir model geliştirdi. LSTM, GRU ve otomatik kodlayıcı tabanlı yapıları farklı birleştirme stratejileriyle değerlendirerek, istatistiksel bileşen içeren hibrit yaklaşımın tahmin doğruluğunu artırdığını gösterdi [7]. Elmousalami ark., Benban ve Sakaka güneş santrallerinin işletme verileriyle ileri yapay zekâ modellerini karşılaştırmalı olarak inceledi. Hibrit CNN-LSTM yaklaşımının yüksek doğruluk, güvenilirlik ve düşük çevresel etki sağladığını göstererek akıllı ve sürdürülebilir enerji yönetimine katkısını değerlendirdi [8]. Ullah ark., güneş enerjisi üretimi tahmini için çevrim içi öğrenmeye dayalı çok adımlı bir LSTM modeli önerdi. Gün doğumu–batımı temelli dinamik veri penceresi ve mevsimsellik analiziyle modelin doğruluğunu artırarak, çevrim içi öğrenmenin toplu öğrenmeye kıyasla daha başarılı sonuçlar verdiğini gösterdi [9]. Xu, Ji ve Zhu, fotovoltaik üretim tahmini için sinyal ayrıştırma, paralel tahmin ve ağırlık optimizasyonunu birleştiren hibrit bir çerçeve geliştirdi. EEMD tabanlı çok ölçekli ayrıştırma ve XGBoost-LSTM yapısıyla, Snake optimizasyonu kullanarak tahmin doğruluğunu artırdı [10].

Bu çalışmada, Hindistan'daki iki güneş enerjisi santralinden elde edilen yüksek zaman çözünürlüklü veriler kullanılarak LSTM tabanlı modelin kısa ve orta vadeli tahmin performansları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, fotovoltaik sistemlerde AC güç üretiminin kısa ve orta vadeli tahmini için Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM) tabanlı bir derin öğrenme yaklaşımı kullanılmıştır. Güneş enerjisi üretimi, zamana

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

bağlı ve doğrusal olmayan dinamikler içeren bir süreç olduğundan, geleneksel istatistiksel yöntemler bu karmaşık yapıyı modellemede yetersiz kalabilmektedir. LSTM mimarisi, geçmiş zaman adımlarına ait bilgileri bellek yapısı aracılığıyla koruyabilmesi sayesinde zaman serisi verilerindeki uzun dönemli bağımlılıkları etkin biçimde öğrenebilmektedir. Bu bölümde, çalışmada kullanılan veri setinin özellikleri, veri ön işleme adımları, LSTM modelinin mimarisi ve eğitim süreci ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Amaç, geliştirilen LSTM tabanlı yöntemin güneş enerjisi üretim tahminindeki başarımını sistematik ve tekrarlanabilir bir metodoloji çerçevesinde ortaya koymaktır.

2.1 Veri Seti

Bu çalışma kapsamında kullanılan veri seti, Hindistan'da yer alan iki güneş enerjisi santralinden 34 günlük bir süre boyunca toplanmıştır. Veri seti, inverter bazlı güç üretim verileri ile santral düzeyinde ölçülen sensör verilerinden oluşmaktadır. Ölçümler 15 dakikalık zaman aralıklarıyla kaydedilmiş olup, kısa vadeli enerji üretim tahmini, bakım gereksinimlerinin belirlenmesi ve arızalı ya da düşük performanslı ekipmanların tespiti gibi uygulamalara olanak sağlamaktadır. Veri seti; doğru şebeke yönetimi için ileriye dönük üretim tahmini yapılmasına, panel temizliği ve bakım ihtiyacının öngörülmesine ve inverter bazlı performans analizlerine uygun bir yapı sunmaktadır. Güç üretimiyle birlikte çevresel ve operasyonel değişkenlerin yer alması, makine öğrenmesi ve zaman serisi tabanlı modeller için zengin bir analiz ortamı sağlamaktadır [11].

Tablo 1. Güneş enerjisi üretim veri setinin temel özellikleri [11]

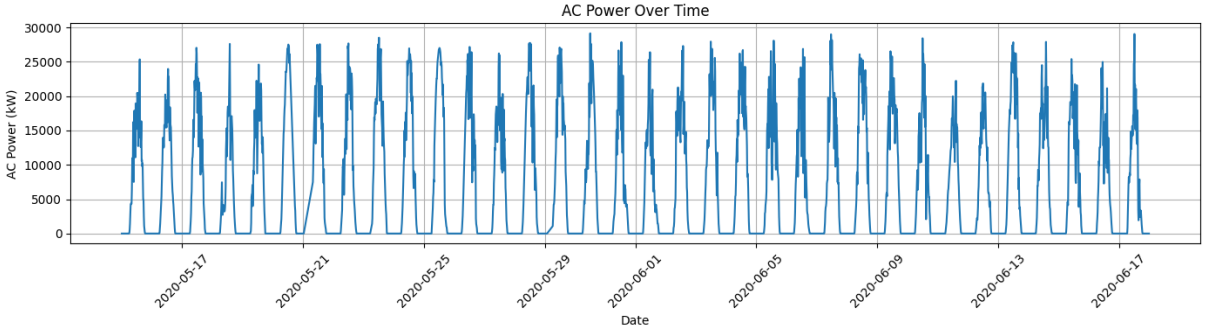
Değişken Adı	**Açıklama**	**Ölçüm Aralığı / Özellik**
DATE_TIME	Ölçümün alındığı tarih ve saat bilgisi	15 dakikalık zaman aralığı
PLANT_ID	Güneş enerjisi santrali kimliği	Tüm kayıtlar için sabit
SOURCE_KEY	İnverter kimliği	22 farklı inverter
DC_POWER	İnverter bazlı DC güç üretimi	0 – 14.47 kW
AC_POWER	İnverter bazlı AC güç üretimi	0 – 1.41 kW
DAILY_YIELD	Günlük kümülatif enerji üretimi	0 – 9.16 kWh
TOTAL_YIELD	İnverterin toplam kümülatif üretimi	6.18 – 7.85 MWh
Kayıt Sayısı	Toplam gözlem sayısı	68.778
Eksik Veri	Eksik gözlem durumu	Yok

Tablo 1, veri setinde yer alan temel değişkenleri, ölçüm özelliklerini ve veri kapsamını özetlemektedir. İnverter seviyesinde ayrıntılı güç üretim verileri ile yüksek zaman çözünürlüğüne sahip ölçümler, kısa dönem güneş enerjisi tahmini ve arıza tespiti çalışmalarında veri setini güçlü ve uygulanabilir kılmaktadır.

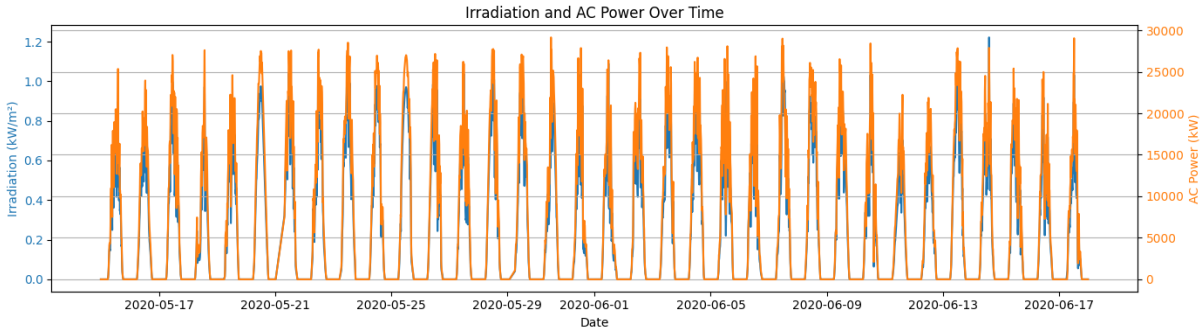
Şekil 1, incelenen güneş enerjisi santraline ait AC güç üretiminin zaman içindeki değişimini göstermektedir. Grafikte, güneşlenme döngüsüne bağlı olarak günlük periyodik bir yapı açıkça gözlenmekte; gece saatlerinde üretimin sıfıra yaklaştığı, gündüz saatlerinde ise hızlı bir artışla tepe değerlere ulaştığı görülmektedir. Günler arasındaki tepe güç değerlerindeki farklılıklar, meteorolojik koşullardaki değişimlerin (bulutluluk, ışınım şiddeti vb.) üretim üzerindeki etkisini yansıtmaktadır. Bu dalgalı yapı, kısa dönem güneş enerjisi tahmininin zorluklarını ortaya koymakta ve gelişmiş tahmin modellerine olan ihtiyacı desteklemektedir. Şekil 2, güneş ışınımı ile AC güç üretimi arasındaki

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

zamansal ilişkiyi birlikte göstermektedir. Grafikte, ışınım değerlerindeki artış ve azalışların AC güç üretimine doğrudan yansıdığı açıkça görülmektedir. Günlük döngü boyunca, ışınımın sabah saatlerinde artmasıyla birlikte AC güç üretiminin de hızla yükseldiği, öğle saatlerinde tepe değerlere ulaştığı ve akşam saatlerinde her iki değişkenin de sıfıra yaklaştığı gözlenmektedir. Günler arasındaki ışınım tepe değerlerindeki farklılıkların, AC güç üretiminde meydana gelen dalgalanmalarla paralellik göstermesi, üretimin büyük ölçüde meteorolojik koşullara bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu güçlü ilişki, ışınım verilerinin güneş enerjisi üretim tahmin modellerinde kritik bir girdi değişkeni olduğunu desteklemektedir.



Şekil 1. İncelenen güneş enerjisi santralinde AC güç üretiminin zaman içindeki değişimi [11].



Şekil 2. Güneş ışınımı ile AC güç üretimi arasındaki zamansal ilişki [11].

2.2 LSTM

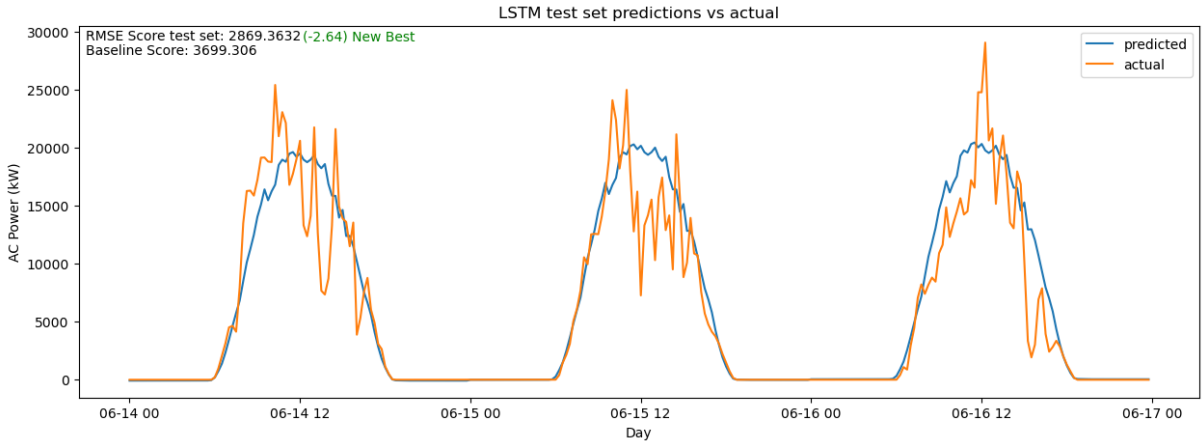
Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM), tekrarlayan sinir ağlarının geliştirilmiş bir türü olup zaman serisi verilerindeki uzun dönemli bağımlılıkları öğrenmek üzere tasarlanmıştır. Hücre durumu ve kapı mekanizmaları sayesinde bilgi kaybını önleyerek geçmiş verilerden gelen etkileri etkin biçimde modelleyebilmektedir. Bu özellik, güneş enerjisi üretimi gibi zamana ve mevsimselliğe bağlı süreçlerin tahmininde LSTM'yi oldukça avantajlı kılmaktadır. Gürültülü ve dalgalı verilerde dahi karmaşık zamansal desenleri yakalayabilmesi, kısa ve orta vadeli enerji tahminlerinde yüksek performans sunmasını sağlamaktadır [12].

3. Araştırma Bulguları

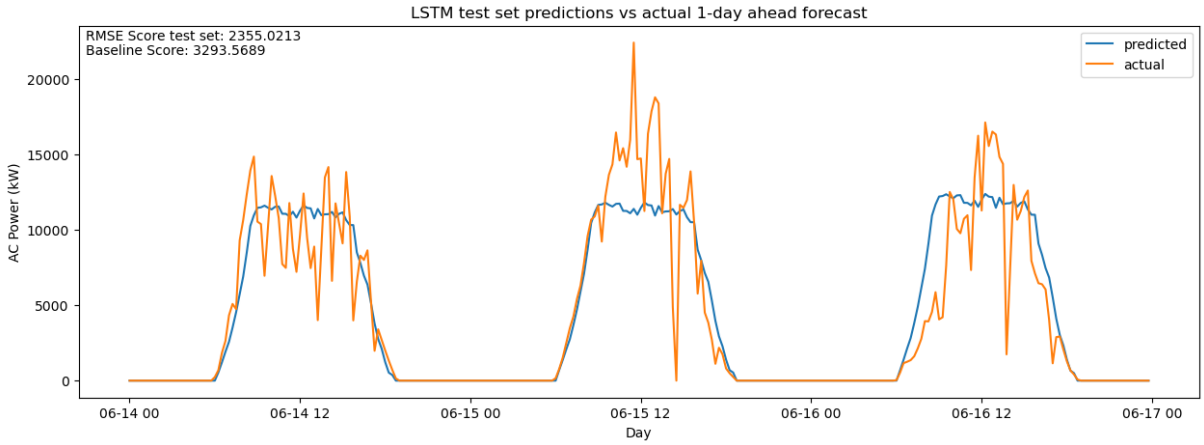
Bu bölümde, geliştirilen LSTM tabanlı modelin fotovoltaik sistemlere ait AC güç üretim verileri üzerindeki tahmin performansı ayrıntılı olarak sunulmaktadır. Model, farklı tahmin ufukları için test edilerek kısa ve orta vadeli öngörü yeteneği değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar; gerçek üretim

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

verileri ile model tahminlerinin görsel ve sayısal karşılaştırmaları üzerinden analiz edilmiş, performans değerlendirmesi kök ortalama kare hata (RMSE) metriği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, LSTM modelinin zamansal bağımlılıkları öğrenme başarısı, günlük üretim desenlerini temsil etme kabiliyeti ve tahmin ufku uzadıkça sergilediği genelleme performansı ortaya konmuştur. Sunulan bulgular, modelin güneş enerjisi üretim tahminindeki etkinliğini ve pratik uygulamalardaki kullanılabilirliğini değerlendirmeye olanak sağlamaktadır.

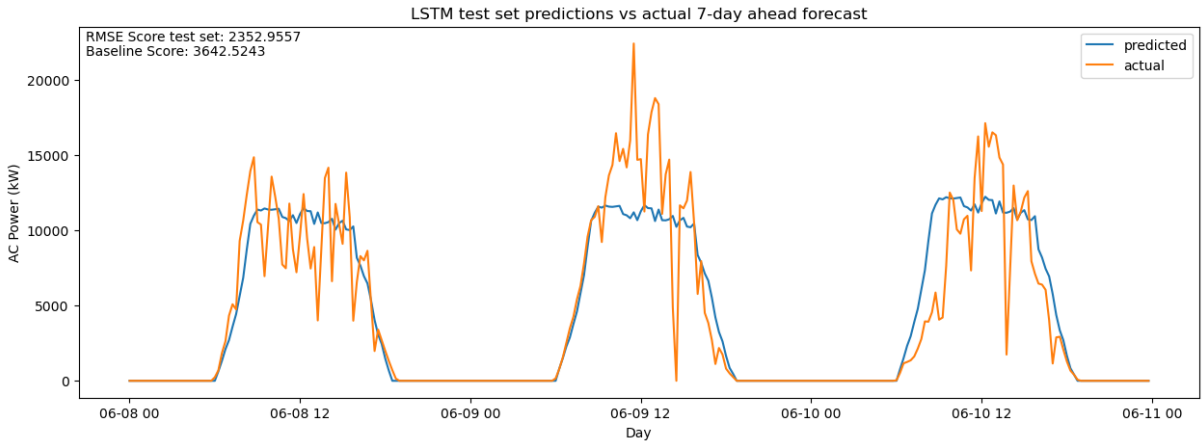


Şekil 3. LSTM modelinin test veri seti üzerindeki tahmin sonuçlarının gerçek AC güç üretimi ile karşılaştırılması.



Şekil 4. LSTM modelinin bir gün ileriye yönelik AC güç üretim tahminlerinin gerçek değerlerle karşılaştırılması.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3



Şekil 5. LSTM modelinin yedi gün ileriye yönelik AC güç üretim tahminlerinin gerçek verilerle karşılaştırılması.

Şekil 3'te, LSTM modelinin kısa vadeli tahmin performansı gösterilmektedir. Modelin günlük üretim desenini genel hatlarıyla başarılı biçimde yakaladığı, özellikle üretimin başladığı ve sona erdiği zaman aralıklarını doğru şekilde temsil ettiği görülmektedir. Ancak ani üretim dalgalanmalarının bulunduğu öğle saatlerinde tahmin hatalarının arttığı gözlenmektedir. Buna rağmen, LSTM modelinin referans modele kıyasla daha düşük RMSE değeri sunarak genel tahmin doğruluğunu iyileştirdiği anlaşılmaktadır. Şekil 4, bir gün sonrası tahminlerde LSTM modelinin performansını ortaya koymaktadır. Tahmin eğrisi, günlük üretim profilini korumakla birlikte tepe güç değerlerinde kısmi sapmalar göstermektedir. Meteorolojik belirsizliklerin etkisiyle gerçek veride görülen ani değişimlerin modele tam olarak yansıtılamadığı görülse de LSTM modelinin genel eğilimi başarılı biçimde izlediği ve temel üretim yapısını koruduğu söylenebilir. Şekil 5'te, tahmin ufku yedi güne çıkarıldığında model performansındaki değişim sunulmaktadır. Uzun vadeli tahminlerde, günlük üretim döngüsü korunmakla birlikte tepe değerlerdeki sapmaların ve düzleşmenin arttığı gözlenmektedir. Bu durum, zaman ufku uzadıkça belirsizliklerin birikmesiyle tahmin doğruluğunun azalmasını göstermektedir. Buna rağmen, LSTM modelinin uzun vadede dahi temel üretim desenini sürdürebilmesi, zaman serisi tahminlerinde kullanılabilirliğini ortaya koymaktadır.

Tablo 2. LSTM modelinin farklı tahmin ufukları için performans metrikleri

Tahmin Ufku	**RMSE (LSTM)**	**Baseline RMSE**	**İyileşme Durumu**
Test seti (kısa vadeli)	2869.36	3699.31	Belirgin iyileşme
1 gün ileri tahmin	2355.02	3293.57	Yüksek iyileşme
7 gün ileri tahmin	2352.96	3642.52	En yüksek iyileşme

Tablo 2, LSTM modelinin farklı tahmin ufuklarında temel (baseline) yaklaşıma kıyasla sağladığı kazanımı göstermesi açısından önemlidir. Kısa vadeli test senaryosunda LSTM'nin RMSE değerinin baseline'a göre belirgin biçimde düşük olması, modelin günlük üretim döngüsünü ve temel zamansal bağımlılıkları etkin biçimde öğrendiğini düşündürmektedir. Bu sonuç, özellikle şebeke işletimi gibi anlık karar gerektiren uygulamalarda LSTM'nin kullanılabilirliğini destekler. Bir gün ileri tahminde RMSE'nin daha da düşmesi ve baseline'a karşı iyileşmenin artması, modelin yalnızca anlık örüntüleri değil, bir günlük periyodiklik ve tekrar eden üretim davranışlarını da başarılı şekilde genelleyebildiğini

göstermektedir. Bu durum, meteorolojik değişkenliklerin görece sınırlı kaldığı koşullarda LSTM'nin öngörü kabiliyetinin güçlendiğine işaret eder. Yedi gün ileri tahminde ise baseline RMSE'nin belirgin şekilde yükselmesine karşın LSTM RMSE'sinin düşük seviyede kalması dikkat çekicidir. Bu bulgu, tahmin ufku uzadıkça basit yöntemlerin hata biriktirme eğilimi gösterdiğini; LSTM'nin ise mevsimsellik ve düzenli üretim desenlerini koruyarak daha dayanıklı bir tahmin yapısı sunduğunu ima eder. Bununla birlikte, uzun vadeli tahminlerde gerçek üretimdeki ani değişimler (bulutlanma, arıza, bakım vb.) arttıkça hata davranışının yalnızca RMSE ile değil, ek ölçütlerle (MAE, MAPE, dağılım hataları) de değerlendirilmesi modelin sınırlarını daha net ortaya koyacaktır.

4. Sonuç

Bu çalışmada, fotovoltaik sistemlerde AC güç üretiminin kısa ve orta vadeli tahmini için LSTM tabanlı bir derin öğrenme modeli geliştirilmiş ve gerçek saha verileri üzerinde değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, LSTM modelinin güneş enerjisi üretimine özgü zamansal bağımlılıkları ve günlük periyodik desenleri başarıyla öğrendiğini göstermektedir. Farklı tahmin ufuklarında gerçekleştirilen analizlerde, modelin özellikle bir gün ve yedi gün ileri tahmin senaryolarında temel yaklaşımlara kıyasla daha düşük hata değerleri ürettiği görülmüştür. Bu durum, LSTM'nin tahmin ufku uzadıkça dahi genelleme kabiliyetini koruyabildiğini ortaya koymaktadır. Sonuçlar, güneş enerjisi üretiminin değişken ve belirsiz yapısına rağmen, LSTM tabanlı modellerin güvenilir ve kararlı tahminler sunabildiğini göstermektedir. Bu yönüyle çalışma, şebeke işletimi, enerji planlaması ve bakım süreçlerinin daha etkin yönetilmesine katkı sağlayabilecek niteliktedir. Gelecek çalışmalarda, modele meteorolojik değişkenlerin dâhil edilmesi ve farklı derin öğrenme mimarilerinin karşılaştırılmasıyla tahmin doğruluğunun daha da artırılması mümkün görülmektedir.

Kaynaklar

[1] Y. Özüpak and S. Mansurov, "Optimizing electricity demand forecasting with a novel RNN-LSTM hybrid model," *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, vol. 20, no. 1, Dec. 2025, doi: 10.1080/15567249.2025.2531448;WGROUP:STRING:PUBLICATION.

[2] Y. Özüpak and S. Mansurov, "A Hybrid Deep Learning Approach for Multi-Output Short-Term Electricity Demand Forecasting," *Concurr Comput*, vol. 37, no. 25–26, p. e70356, Nov. 2025, doi: 10.1002/CPE.70356;SUBPAGE:STRING:FULL.

[3] Y. Ledmaoui, A. El Maghraoui, M. El Aroussi, R. Saadane, A. Chebak, and A. Chehri, "Forecasting solar energy production: A comparative study of machine learning algorithms," *Energy Reports*, vol. 10, pp. 1004–1012, Nov. 2023, doi: 10.1016/J.EGYR.2023.07.042.

[4] M. Elsaraiti and A. Merabet, "Solar Power Forecasting Using Deep Learning Techniques," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 31692–31698, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3160484.

[5] C. Vennila *et al.*, "Forecasting Solar Energy Production Using Machine Learning," *International Journal of Photoenergy*, vol. 2022, no. 1, p. 7797488, Jan. 2022, doi: 10.1155/2022/7797488.

[6] U. Munawar and Z. Wang, "A Framework of Using Machine Learning Approaches for Short-Term Solar Power Forecasting," *Journal of Electrical Engineering & Technology 2020 15:2*, vol. 15, no. 2, pp. 561–569, Jan. 2020, doi: 10.1007/S42835-020-00346-4.

[7] M. AlKandari and I. Ahmad, "Solar power generation forecasting using ensemble approach based on deep learning and statistical methods," *Applied Computing and Informatics*, vol. 20, no. 3–4, pp. 231–250, Jun. 2024, doi: 10.1016/J.ACI.2019.11.002.

[8] H. Elmousalami, F. K. Peng Hui, and A. A. Alnaser, "Enhancing Smart and Zero-Carbon Cities Through a Hybrid CNN-LSTM Algorithm for Sustainable AI-Driven Solar Power Forecasting (SAI-

SPF)," *Buildings 2025, Vol. 15, Page 2785*, vol. 15, no. 15, p. 2785, Aug. 2025, doi: 10.3390/BUILDINGS15152785.

[9] Z. Ullah, S. Maaz Shahid, J. Park, B. Min, and S. Kwon, "LSTM-Based Online Learning for Real-Time Solar Power Forecasting," *IEEE Access*, vol. 13, pp. 160456–160465, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3606910.

[10] Y. Xu, X. Ji, and Z. Zhu, "A photovoltaic power forecasting method based on the LSTM-XGBoost-EEDA-SO model," *Scientific Reports 2025 15:1*, vol. 15, no. 1, pp. 30177-, Aug. 2025, doi: 10.1038/s41598-025-16368-9.

[11] "Solar Power Generation Data." Accessed: Dec. 17, 2025. [Online]. Available: https://www.kaggle.com/datasets/anikannal/solar-power-generation-data

[12] E. Aslan and Y. Özüpak, "Detection of road extraction from satellite images with deep learning method," *Cluster Comput*, vol. 28, no. 1, pp. 1–10, Feb. 2025, doi: 10.1007/S10586-024-04880-Y/TABLES/1.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

MEKÂNSAL DÜZENLEMENİN KOLEKTİF BELLEK ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: EZİNE İLÇE MERKEZİ ÖRNEĞİ

Dr. EYLEM ŞEVİK

Bağımsız Araştırmacı, sevikeylem@gmail.com – ORCID: 0000-0002-7276-964X

ÖZET:

Bu çalışmada, Çanakkale İli Ezine İlçesinin geçirdiği mekânsal düzenleme ve bu düzenlemenin sonuçlarının toplumsal bağlarda ve toplumsal grupların oluşumundaki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Niteliksel bir araştırma olan bu çalışmayı saha çalışması oluşturmaktadır. Arşiv tarama, fotoğraflama, derinlemesine görüşme ve katılımlı gözlem teknikleri ile veri toplanmıştır. Derinlemesine görüşme için yarı yapılandırılmış ve açık uçlu sorulardan oluşan bir form kullanılmıştır. Maurice Halbwachs'in kolektif bellek kavramı ve Aldo Rossi'nin mekânsal bellek kavramı çerçevesinde analiz yapılmıştır. Ezine İlçe Merkezine dair bir mekânsal dağılım belirlenmiştir. Buna göre, Ezine ilçe merkezinde yapılmış olan toplumsal bağlara ve kolektif belleğe etki eden ve analiz edilecek mekânsal düzenleme alanları şu şekilde belirlenmiştir: açık ve yeşil alanlar, eğitim tesisleri alanı, sağlık tesisleri alanı, kamu kurumları, sosyal, kültürel ve spor tesisleri alanı, teknik altyapı ve ulaşım alanı. Bulgular şu şekildedir: Manevi yerlerde tahribat, kamu alanlarında yeniden inşa, yer değiştirme ve bina yıkımı, açık yeşil alanlar yeniden düzenleme, çok katlı binalar ve kapalı güvenlikli site konut tiplerinin ön plana geçmesi. Sonuç olarak, bireyselliğin ve kendi içine kapalı sokaktan bağı kopmuş yapılaşmanın ön planda olduğu düzenlemeler ile toplumsal mesafenin arttığı yeni toplumsal grup formları oluşturulmuştur. Mekânsal sürekliliğin kesintiye uğraması hem bireysel hem de kolektif bellekte kopukluk yaratmakta ve yabancılık hissine yol açmaktadır. Toplumsal gruplar arası mesafeyi artırmaktadır. Kasaba kültürü taşra kimliği yerini kentlere ve yazlık yerleşimlere özgü bir kimliğe bırakma sürecindedir. Bu anlamda, kasaba kültüründe kimlik krizi/bunalımı yaratılmakta ve bu düzenlemeler belleği sekteye uğratmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mekân, Bellek, Kolektif Bellek, Mekânsal Bellek, Ezine

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

ALMAN KINA TAŞI İLE BOYANMIŞ KARAÇAM ODUNUNDA RENK PARAMETRELERİ ÜZERİNE FARKLI SÜRELERDE SICAK SU BUHARINA MARUZ KALMANIN ETKİLERİ

Doç. Dr. Ümit AYATA

*Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye
Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com, ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

Özet

Bu çalışmada, mordan maddesi olarak kullanılan Alman kına taşının kullanılması ile boyanmış karaçam (*Pinus nigra* Arnold) odununda renk parametreleri üzerine farklı sürelerde sıcak su buharına maruz kalmanın etkileri araştırılmıştır. Alman kına taşı uygulamasına sahip 5 farklı deney grubu oluşturulmuştur (malzeme 1: sıcak su buharı uygulaması yok, malzeme 2: 100°C'de 30 dakika süre ile sıcak su buharı, malzeme 3: 100°C'de 60 dakika süre ile sıcak su buharı, malzeme 4: 100°C'de 90 dakika süre ile sıcak su buharı, Malzeme 5: 100°C'de 120 dakika süre ile sıcak su buharı). Sonuçlara göre, ΔE^* değerleri 30 dakika maruziyeti için 18.89, 60 dakika maruziyeti için 16.76, 90 dakika maruziyeti için 15.55 ve 120 dakika maruziyeti için 14.55 olarak bulunmuştur. Çalışmada Alman kına taşının uygulanması ile elde edilen ahşap malzemeler üzerinde yapılan sıcak su buharı işlemleri ile parametrelerinin değiştiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Karaçam, süre ile sıcak su buharı, renk parametreleri

Effects of Exposure to Hot Water Vapor for Different Durations on Color Parameters of Black Pine Wood Dyeing with German Cinnamon Stone

Abstract

This study investigated the effects of exposure to hot water vapor for different durations on the color parameters of black pine (*Pinus nigra* Arnold) wood dyed with German cinnamon stone as a mordant. Five different experimental groups were created with German cinnamon stone application (material 1: no hot water vapor application, material 2: hot water vapor at 100°C for 30 min, material 3: hot water vapor at 100°C for 60 min, material 4: hot water vapor at 100°C for 90 min, material 5: hot water vapor at 100°C for 120 min). According to the results, ΔE^* values were found to be 18.89 for 30 min of exposure, 16.76 for 60 min, 15.55 for 90 min, and 14.55 for 120 min. The study determined that the parameters of wood materials obtained by applying German henna stone changed with hot steam treatments.

Keywords: Black pine, hot steam treatment with duration, color parameters

1. Giriş

Ahşap, esas olarak selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşan karmaşık bir doğal kompozit malzemedir. Bu yapısal bileşenlere ek olarak, ahşap, esas olarak öz odunda belirgin bir

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

konsantrasyonda bulunan, ekstraktif olarak bulunan ikincil metabolitler içermektedir (Belt ve ark., 2017; Lu ve ark., 2025).
Ahşap malzeme estetik çekiciliği, çevreyle uyumluluğu, kolay işlenebilirliği ve geri dönüştürülebilirliği, işlevsel özelliklerini (yangına dayanıklılık, neme dayanıklılık, çürümeye dayanıklılık) değiştirebilme yeteneği ve yüzey bitirme kabiliyetleri (boyalanabilirlik, oyma, kesme) gibi benzersiz özellikleri sayesinde endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır (Ormondroyd ve ark., 2015; Zare ve ark., 2023).
Tarih öncesi çağlardan beri, doğal boyalar yün, pamuk ve ipek gibi doğal liflerin yanı sıra kürk ve deri gibi ürünlerin renklendirilmesi gibi birçok amaçla kullanılmıştır. Boyalar ayrıca kozmetik ürünleri renklendirmek ve mürekkep, sulu boya ve ressam boyaları üretmek için de kullanılmıştır (Cristea ve Vilarem, 2006).
Doğal boyalar toksik olmayan, alerjik olmayan etkilere sahip olması ve daha az kirliliğe ve yan etkiye yol açması nedeniyle tekstil boyama araştırmaları alanında önemli bir alan haline geldiği bildirilmiştir. Çeşitli flora ve fauna hazinesine sahip olmasına rağmen, tekstil renklendirme ihtiyacını karşılamak için bunlardan çok azı kullanılmıştır. Doğal boyalar, kumaş ile boya partikülü arasında bağ oluşturmak için bir elemente ihtiyaç duymaktadır. Mordan, tekstil lifi ile boya veya pigment arasında kimyasal reaksiyonu kolaylaştıran ve bunun sonucunda boyanın tekstil malzemesine emilmesini sağlayan element olarak bilinmektedir. Mordan, boyayı kumaşa sabitlemek ve renk haslığını artırmak için kullanılmaktadır. Mordanlar şu şekilde sınıflandırılabilmektedir (Singh ve Srivastava, 2015):
a) Metalik mordanlar - krom, demir, alüminyum, bakır ve kalay metal tuzları,
b) Yağ mordanları - Hindi kırmızısı yağı,
c) Doğal mordanlar - çay yaprakları, mirobalan, sirke.
Mordanlar, elyaf içinde boyanın çözünmeyen bir bileşiğini oluşturmaktadır ve boyama sonrası işlevsellik ve haslık özelliklerini artırdığı bildirilmiştir (Kamboj ve ark., 2022).
Mordan, boyama öncesinde, sırasında veya sonrasında eklenebilmektedir (sırasıyla ön, eş zamanlı ve son mordanlama olarak adlandırılmaktadır). Çeşitli mordanlama maddeleri, genellikle mordanın life tutunmasını sağlayan bir yardımcı madde ilavesiyle çözelti halinde hazırlanmaktadır. Kullanılan en yaygın ve güvenli mordanlar potasyum alüminyum sülfat (şap) ve demir (demir sülfat) bileşikleridir. Doğal olarak çevre dostu tekstiller için kabul edilebilir konsantrasyonlarda çeşitli yaygın mordan tuzları [(potasyum alüminyum sülfat), siyah eko-kırıntı, demir klorür ve bakır sülfat (demir sülfat)] kullanıldığı bildirilmiştir (Kamel ve ark., 2009; El-Zaher ve ark., 2021).
Bu çalışmada, mordan maddesi olarak kullanılan Alman kına taşının kullanılması ile boyanmış karaçam odununda renk parametreleri üzerine farklı sürelerde sıcak su buharına maruz kalmanın etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, karaçam odunu kullanılmıştır. Deney örnekleri 100 mm x 100 mm x 15 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler, ISO 554 (1976) standardına uygun olarak iklimlendirilmiştir. Ahşap malzemeler ile Alman kına taşı satın alınarak elde edilmiştir. Ahşap yüzeyler, 120, 150 ve 220 grit zımpara kâğıtları kullanılarak zımparalanmıştır. Daha sonra yüzeyler toz ve kalıntılardan arındırılmıştır. 10 gr Alman kına taşı + 100 ml saf su bir cam kap içerisine alındıktan sonra, 30 dakika süre ile 100°C'de sıcak suda kaynatılmış ve elde edilen çözelti bir fırça yardımı ile deney örneklerinin yüzeylerine uygulanmıştır. Daha sonra, 1 hafta süre ile oda koşullarında bekletilmiştir.
Deneysel tasarım aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:
Malzeme 1: Alman kına taşı uygulamasına sahip karaçam deney örneği (herhangi bir sıcak su buharı uygulamasının yapılmadığı deney grubu)

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Malzeme 2: Alman kına taşı uygulamasına sahip karaçam deney örneği üzerinde 100°C'de 30 dakika süre ile sıcak su buharı uygulamasının yapıldığı deney grubu.
Malzeme 3: Alman kına taşı uygulamasına sahip karaçam deney örneği üzerinde 100°C'de 60 dakika süre ile sıcak su buharı uygulamasının yapıldığı deney grubu.
Malzeme 4: Alman kına taşı uygulamasına sahip karaçam deney örneği üzerinde 100°C'de 90 dakika süre ile sıcak su buharı uygulamasının yapıldığı deney grubu.
Malzeme 5: Alman kına taşı uygulamasına sahip karaçam deney örneği üzerinde 100°C'de 120 dakika süre ile sıcak su buharı uygulamasının yapıldığı deney grubu.
Su buharına dayanıklılık testi, TS EN 438-2+A1, (2019) standardına göre yapılmıştır.
100°C'de 30, 60, 90 ve 120 dakikalardan oluşan sıcak su buharına maruz kalması ile elde edilen yüzeylerden ve sıcak su buharına maruz kalmamış olan yüzeylerden renk parametreleri [kroma (C^*), kırmızı (a^*) renk tonu, sarı (b^*) renk tonu, ışıklılık (L^*) ve ton (h^o) açısı] (ASTM D 2244-3, 2007) değerleri ölçülmüştür. Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıkları hesaplanmıştır.

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$
$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem uygulanmış deney örneği}}) - (a^*_{\text{işlem uygulanmamış deney örneği}}) \quad (2)$$
$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem uygulanmış deney örneği}}) - (L^*_{\text{işlem uygulanmamış deney örneği}}) \quad (3)$$
$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (4)$$
$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (5)$$
$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem uygulanmış deney örneği}}) - (C^*_{\text{işlem uygulanmamış deney örneği}}) \quad (6)$$
$$h^o = \arctan (b^*/a^*) \quad (7)$$
$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem uygulanmış deney örneği}}) - (b^*_{\text{işlem uygulanmamış deney örneği}}) \quad (8)$$

Çizelge 1'de renk konusu hakkında bazı önemli bilgiler verilmiştir.

Çizelge 1. Renk parametreleri ile ilgili önemli bilgiler

	Parametre	Referansa kıyasla		
		Pozitif durumda		Negatif durumda
ΔL^*, Δa^*, Δb^* ve ΔC^* (Lange, 1999)	ΔL^*	Daha açık		Daha koyu
	Δb^*	Daha sarı		Daha mavi
	ΔC^*	Daha net ve daha parlak		Mat, daha bulanık
	Δa^*	Daha kırmızı		Daha yeşil
Jirouš ve Ljuljka, (1999) Renk aralığı	ΔE^* aralığı	Renk değişimi	ΔE^* aralığı	Renk değişimi
	< 0.20	Anlaşılamaz	3.00 - 6.00	Çok belirgin
	0.20 - 0.50	Çok hafif	6.00 - 12.00	Yoğun
	0.50 - 1.50	Hafif	> 12.00	Çok yoğun
	1.50 - 3.00	Belirgin		

Bir istatistik programı ile varyans analizleri, standart sapma, ortalamalar, en düşük ve en yüksek ölçüm verileri, % değişim oranları ve homojenlik grupları hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Sıcak su buharı uygulaması süresinin Alman kına taşı uygulamasına sahip karaçam deney örnekleri üzerinde belirlenen renk parametreleri için ölçüm sonuçları Çizelge 2'de sunulmaktadır.
L^* değerlerinin yapılan sıcak su buharı uygulaması ile artış durumları sergilediği (30 dakika için %34.89, 60 dakika için %30.97, 90 dakika için %27.91 ve 120 dakika için %24.43) belirlenmiştir (Çizelge 2).
a^* değerlerinin yapılan sıcak su buharı uygulaması ile artış durumları sergilediği (30 dakika için %258.75, 60 dakika için %257.45, 90 dakika için %238.88 ve 120 dakika için %247.95) görülmektedir (Çizelge 2).

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

*b** değerlerinin yapılan sıcak su buharı uygulaması ile arttığı (30 dakika için %126.63, 60 dakika için %91.69, 90 dakika için %88.31 ve 120 dakika için %65.30) belirlenmiştir (Çizelge 2).
Alman kına taşı ile boyanmış deney örnekleri üzerinde yapılan sıcak su buharı uygulaması ile *C** değerlerinde artışlar (30 dakika için %167.02, 60 dakika için %144.26, 90 dakika için %135.64 ve 120 dakika için %125.11) tespit edilmiştir (Çizelge 2).
h^o değerlerinin yapılan sıcak su buharı uygulaması ile azaldığı (30 dakika için %20.22, 60 dakika için %27.94, 90 dakika için %26.22 ve 120 dakika için %33.61) görülmüştür (Çizelge 2).

Çizelge 2. Sıcak su buharı uygulaması süresinin Alman kına taşı uygulamasına sahip karaçam deney örnekleri üzerinde belirlenen renk parametreleri için ölçüm sonuçları

Test	Malzeme Türü	Sıcak Su Buharı Uygulaması Süresi	Orta-lama	Değişim (%)	*HG*	Standart Sapma	Mini-mum	Maksi-mum	Varyasyon Katsayısı
*L**	Malzeme 1	Yok	29.06	-	E**	0.54	28.06	29.68	1.87
	Malzeme 2	30 dakika	39.20	↑34.89	A*	0.17	38.94	39.39	0.42
	Malzeme 3	60 dakika	38.06	↑30.97	B	0.20	37.70	38.31	0.53
	Malzeme 4	90 dakika	37.17	↑27.91	C	0.31	36.87	37.71	0.85
	Malzeme 5	120 dakika	36.16	↑24.43	D	0.84	34.70	37.06	2.33
*a**	Malzeme 1	Yok	4.63	-	D**	0.34	4.09	5.01	7.35
	Malzeme 2	30 dakika	16.61	↑258.75	A*	0.36	16.15	17.22	2.14
	Malzeme 3	60 dakika	16.55	↑257.45	A	0.34	16.22	17.34	2.05
	Malzeme 4	90 dakika	15.69	↑238.88	C	0.31	15.25	16.13	1.98
	Malzeme 5	120 dakika	16.11	↑247.95	B	0.42	15.28	16.71	2.59
*b**	Malzeme 1	Yok	8.30	-	E**	0.32	7.76	8.76	3.89
	Malzeme 2	30 dakika	18.81	↑126.63	A*	0.16	18.60	19.08	0.86
	Malzeme 3	60 dakika	15.91	↑91.69	B	0.29	15.38	16.32	1.83
	Malzeme 4	90 dakika	15.63	↑88.31	C	0.17	15.38	15.91	1.08
	Malzeme 5	120 dakika	13.72	↑65.30	D	0.43	13.05	14.40	3.15
*C**	Malzeme 1	Yok	9.40	-	E**	0.58	8.07	10.09	6.13
	Malzeme 2	30 dakika	25.10	↑167.02	A*	0.19	24.83	25.42	0.75
	Malzeme 3	60 dakika	22.96	↑144.26	B	0.18	22.71	23.23	0.80
	Malzeme 4	90 dakika	22.15	↑135.64	C	0.28	21.79	22.47	1.27
	Malzeme 5	120 dakika	21.16	↑125.11	D	0.54	20.10	21.78	2.56
h^o	Malzeme 1	Yok	60.87	-	A*	1.75	58.82	63.31	2.87
	Malzeme 2	30 dakika	48.56	↓20.22	B	0.78	47.36	49.54	1.61
	Malzeme 3	60 dakika	43.86	↓27.94	D	1.01	41.57	45.06	2.30
	Malzeme 4	90 dakika	44.91	↓26.22	C	0.54	44.12	45.66	1.21
	Malzeme 5	120 dakika	40.41	↓33.61	E**	0.68	39.50	41.57	1.69

Bu çizelgedeki veriler Alman kına taşı uygulamasına sahip olan deney grubu örneklerinden oluşturulmuştur.
Yok: Herhangi bir sıcak su buharı uygulamasına tabi tutulmamış deney örneği grubunu temsil etmektedir.
Ölçüm Sayısı: 10, Homojenlik Grubu (*HG*) sütunu için *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç

Sıcak su buharı uygulaması süresinin Alman kına taşı uygulamasına sahip karaçam deney örnekleri üzerinde belirlenen toplam renk farklılıklarına ait sonuçları Çizelge 3'de sunulmuştur. Yapılan uygulamalar ile Δ*L** değerinin daha açık, Δ*b** değerinin daha sarı, Δ*C** değerinin daha net ve daha parlak ve Δ*a** değerinin daha kırmızı olarak elde edildiği görülmektedir. Δ*E** değerleri 30 dakika maruziyeti için 18.89, 60 dakika maruziyeti için 16.76, 90 dakika maruziyeti için 15.55 ve 120 dakika maruziyeti için 14.55 olarak elde edilmiş olunup, renk kriteri (Jirouš ve Ljuljka, 1999) açısından incelendiğinde bütün süreler ait maruziyetler tarafından "çok yoğun (> 12.00)" kriterinin elde edildiği görülmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Sıcak su buharı uygulaması süresinin Alman kına taşı uygulamasına sahip karaçam deney örnekleri üzerinde belirlenen toplam renk farklılıklarına ait sonuçları

Sıcak Su Buharı Uygulaması Süresi (Alman kına taşına sahip deney örneğin)	Δ*L**	Δ*a**	Δ*b**	Δ*C**	Δ*H**	Δ*E**	Renk Kriteri (Jirouš ve Ljuljka,

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

							1999)
30 dakika maruziyeti	10.13	11.98	10.52	15.70	2.81	18.89	Çok yoğun (> 12.00)
60 dakika maruziyeti	9.00	11.93	7.61	13.56	4.04	16.76	
90 dakika maruziyeti	8.11	11.06	7.33	12.74	3.71	15.55	
120 dakika maruziyeti	7.10	11.49	5.42	11.76	4.81	14.55	

Sıcak su buharı uygulaması süresinin Alman kına taşı uygulamasına sahip karaçam deney örnekleri üzerinde belirlenen renk parametreleri için varyans analizi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Bütün testler üzerinde malzeme türü anlamlı olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Sıcak su buharı uygulaması süresinin Alman kına taşı uygulamasına sahip karaçam deney örnekleri üzerinde belirlenen renk parametreleri için varyans analizi sonuçları

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	p≤0.05 (*: Anlamlı)
*L**	Malzeme Türü	639.553	4	159.888	681.653	0.000*
	Hata	10.555	45	0.235		
	Toplam	65199.072	50			
	Düzeltilmiş Toplam	650.108	49			
*a**	Malzeme Türü	1084.708	4	271.177	2160.337	0.000*
	Hata	5.649	45	0.126		
	Toplam	10773.666	50			
	Düzeltilmiş Toplam	1090.357	49			
*b**	Malzeme Türü	609.581	4	152.395	1773.399	0.000*
	Hata	3.867	45	0.086		
	Toplam	11085.677	50			
	Düzeltilmiş Toplam	613.448	49			
*C**	Malzeme Türü	1528.924	4	382.231	2469.533	0.000*
	Hata	6.965	45	0.155		
	Toplam	21844.269	50			
	Düzeltilmiş Toplam	1535.889	49			
h^o	Malzeme Türü	2501.005	4	625.251	574.056	0.000*
	Hata	49.013	45	1.089		
	Toplam	116414.710	50			
	Düzeltilmiş Toplam	2550.018	49			

Alman kına taşı uygulamasının renk parametreleri üzerindeki etkilerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir. Mordan maddesinin ahşap malzeme yüzeylerine uygulanması ile *L** (%63.55 oranında), *a** (%11.13 oranında), *b** (%65.40 oranında), *C** (%61.71 oranında) ve h^o (%21.69 oranında) değerlerinde azalışların elde edildiği görülmüştür (Çizelge 5).

Çizelge 5. Alman kına taşı uygulamasının renk parametreleri üzerindeki etkilerine ait ölçüm sonuçları

Test	Alman Kına Taşı Uygulaması	Orta-lama	Değişim (%)	*HG*	Standart Sapma	Mini-mum	Maksi-mum	Varyasyon Katsayısı
*L**	Yok	79.72	↓63.55	A*	0.05	79.68	79.83	0.06
	Var	29.06		B**	0.54	28.06	29.68	1.87
*a**	Yok	5.21	↓11.13	A*	0.13	5.07	5.45	2.51
	Var	4.63		B**	0.34	4.09	5.01	7.35
*b**	Yok	23.99	↓65.40	A*	0.23	23.68	24.34	0.98
	Var	8.30		B**	0.32	7.76	8.76	3.89
*C**	Yok	24.55	↓61.71	A*	0.22	24.26	24.90	0.91
	Var	9.40		B**	0.58	8.07	10.09	6.13
h^o	Yok	77.73	↓21.69	A*	0.35	77.15	78.18	0.45
	Var	60.87		B**	1.75	58.82	63.31	2.87
Bu çizelgede sadece Alman kına taşına ait boyamanın etkilerini gösteren veriler bulunmaktadır.								

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Herhangi bir sıcak su buharı uygulamasına ait sonuç bu çizelgede bulunmamaktadır. Homojenlik Grubu (*HG*) sütunu için *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç, Ölçüm Sayısı: 10

Alman kına taşı uygulamasının renk parametreleri üzerindeki varyans analizi sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Bütün testler üzerinde uygulama anlamlı olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Alman kına taşı uygulamasının renk parametreleri üzerindeki varyans analizi sonuçları

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	p≤0.05 (*: Anlamlı)
*L**	Uygulama	12831.671	1	12831.671	85716.862	0.000*
	Hata	2.695	18	0.150		
	Toplam	72005.247	20			
	Düzeltilmiş Toplam	12834.366	19			
*a**	Uygulama	1.729	1	1.729	26.060	0.000*
	Hata	1.194	18	0.066		
	Toplam	486.854	20			
	Düzeltilmiş Toplam	2.923	19			
*b**	Uygulama	1231.665	1	1231.665	15493.401	0.000*
	Hata	1.431	18	0.079		
	Toplam	6445.348	20			
	Düzeltilmiş Toplam	1233.096	19			
*C**	Uygulama	1147.310	1	1147.310	6014.729	0.000*
	Hata	3.434	18	0.191		
	Toplam	6915.114	20			
	Düzeltilmiş Toplam	1150.743	19			
h^o	Uygulama	1421.298	1	1421.298	894.371	0.000*
	Hata	28.605	18	1.589		
	Toplam	97510.791	20			
	Düzeltilmiş Toplam	1449.903	19			

Alman kına taşının uygulanması ile elde edilen toplam renk farklılıklarına ait sonuçları Çizelge 7'de verilmektedir. ΔE^* değerleri Alman kına taşının uygulanması ile 53.04 olarak elde edilmiş olunup, renk kriteri (Jirouš ve Ljuljka, 1999) açısından incelendiğinde "çok yoğun (> 12.00)" kriterine denk geldiği görülmektedir. Alman kına taşının uygulanması ile ΔL^* değerinin daha koyu, Δb^* değerinin daha mavi, ΔC^* değerinin mat, daha bulanık ve Δa^* değerinin daha yeşil olarak bulunduğu görülmektedir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Alman kına taşının toplam renk farklılıklarına ait sonuçları

ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	Renk Kriteri (Jirouš ve Ljuljka, 1999)
-50.66	-0.59	-15.70	-15.15	4.15	53.04	Çok yoğun (> 12.00)

4. Sonuçlar

Çalışmada Alman kına taşının uygulanması ile elde edilen ahşap malzemeler üzerinde yapılan sıcak su buharı işlemleri ile parametrelerinin değiştiği belirlenmiştir.

Kaynaklar

ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.

Belt, T., Keplinger, T., Hänninen, T., and Rautkari, L., (2017). Cellular level distributions of Scots pine heartwood and knot heartwood extractives revealed by Raman spectroscopy imaging, Industrial Crops and Products, 108: 327-335. DOI: 10.1016/j.indcrop.2017.06.056.

Cristea, D., and Vilarem, G., (2006). Improving light fastness of natural dyes on cotton yarn, Dyes and pigments, 70(3): 238-245. DOI: 10.1016/j.dyepig.2005.03.006.

El-Zaher, N.A., El-Bassyouni, G.T., Esawy, M.A., and Guirguis, O.W., (2021). Amendments of the structural and physical properties of cotton fabrics dyed with natural dye and treated with different mordants, Journal of Natural Fibers, 18(9): 1247-1260. DOI: 10.1080/15440478.2019.1689884.

ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.

Jirouš, R.V., and Ljuljka, B., (1999). Boja drva i njezine promjene prilikom izlaganja atmosferskim utjecajima, Drvna Industrija, 50(1): 31-39.

Kamboj, A., Jose, S., and Singh, A., (2022). Antimicrobial activity of natural dyes–a comprehensive review, Journal of Natural Fibers, 19(13): 5380-5394. DOI: 10.1080/15440478.2021.1875378.

Kamel, M.M., Helmy, H.M., and El Hawary, N.S., (2009). Some studies on dyeing properties of cotton fabrics with crocus sativus (Saffron flowers) using an ultrasonic method, Journal of Natural Fibers, 6(2): 151-170. DOI: 10.1080/15440470902958041.

Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.

Lu, X., Fu, Y., Wei, P., and Qiao, M., (2025). Visualization of the spatial distribution of the heartwood constituents of Dalbergia odorifera, Wood Science and Technology, 59(2), 35. DOI: 10.1007/s00226-025-01638-6.

Ormondroyd, G., Spear, M., and Curling, S., (2015). Modified wood: review of efficacy and service life testing. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Construction Materials, 168(4): 187-203. DOI: 10.1680/coma.14.00072.

Singh, R., and Srivastava, S., (2015). Exploration of flower based natural dyes-a review, Research Journal of Recent Sciences, 4: 6-8.

TS EN 438-2+A1, (2019). Yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminatlar (HPL) – Termoset reçine esaslı levhalar – Bölüm 2: Özelliklerin tayini. Ankara: TSE.

Zare, M.S., Mohebby, B., and Shalbafan, A., (2025). Mineralization of heat-treated fir wood with magnesium oxychloride: study of physical and structural properties, Wood Science and Technology, 59(1): 18. DOI: 10.1007/s00226-024-01609-3.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

KAYNATILMIŞ, AĞARTILMIŞ, SOĞUK SIKIM VE RAFİNE EDİLMİŞ ÖZELLİKLERDEKİ KETEN TOHUM YAĞLARININ ADİ GÜRGEN ODUNUNDA UYGULANMASI

Doç. Dr. Ümit AYATA

*Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye
Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com, ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

Özet

Günümüzde keten tohumu yağlarının hazırlanmasında farklı türlerde işlemler uygulanmaktadır. Bu çalışmada, ağartılmış, kaynatılmış, soğuk sıkım ve rafine edilmiş özelliklerdeki keten tohum yağlarının adi gürgen (*Carpinus betulus* L.) odununda uygulanması sonrasında tespit edilen renk parametrelerindeki ve beyazlık indeksi (*WI**) değerlerindeki değişimler karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan farklı türlerde hazırlanmış keten tohumu yağları ile *L**, h^o ve *WI** değerlerinde azalmaların elde edildiği görülürken, *a**, *C** ve *b** değerlerinde ise artışlar tespit edilmiştir. Δ*E** değerleri kaynatılmış olarak hazırlanan yağ ile 15.36, soğuk sıkım olarak hazırlanan yağ ile 16.10, ağartılmış olarak hazırlanan yağ ile 17.23 ve rafine edilmiş olarak hazırlanan yağ ile 18.19 olarak elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan farklı özelliklerde hazırlanmış olan keten tohumu yağlarının ahşaba ait olan renk parametrelerini ve beyazlık indeksi değerlerini değiştirdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Gürgen odunu, keten tohumu yağı, renk parametreleri, beyazlık indeksi

Application of Boiled, Bleached, Cold-Pressed, and Refined Linseed Oils to Common Hornbeam Wood

Abstract

Currently, different processing methods are used in the preparation of linseed oils. This study compared the changes in color parameters and whiteness index (WI*) values after applying bleached, boiled, cold-pressed, and refined linseed oils to common hornbeam (*Carpinus betulus* L.) wood. The study showed that while the different types of linseed oils resulted in decreases in *L**, h^o, and *WI** values, increases were observed in *a**, *C**, and *b** values. The Δ*E** values were obtained as 15.36 with the boiled oil, 16.10 with the cold-pressed oil, 17.23 with the bleached oil, and 18.19 with the refined oil. The study concluded that the different types of linseed oils altered the color parameters and whiteness index values of the wood.

Keywords: Hornbeam wood, linseed oil, color parameters, whiteness index

1. Giriş

Ahşap, dünya çapında en çok kullanılan, çok yönlü ve sürdürülebilir yapı malzemelerinden biridir. Bununla birlikte, çürüme mantarları ve böcekler tarafından biyolojik bozulmaya maruz kalır ve bu hassasiyet, hizmet ömrünü uzatmak için uygun koruma gerektirmektedir. Geleneksel kimyasal ahşap koruyucular, düşük maliyetleri ve çeşitli çevresel ortamlarda kanıtlanmış

etkinlikleri nedeniyle, ahşabın biyolojik hassasiyetini kontrol etmek için on yıllardır kullanılmaktadır (Lande ve ark., 2004; Fatima ve ark., 2021; Hassan ve ark., 2021).
Ahşabın en eski yapı malzemelerinden biri olduğu düşünüldüğünde, son yıllara kadar çelik ve beton gibi daha modern malzemelere kıyasla fiziksel özellikleri hakkında çok daha az bilgiye sahip olunması şaşırtıcıdır. Bugün bile, birçok mimar ve mühendis, yapıları tasarlarken yalnızca ahşabın mukavemet özelliklerine ilişkin verileri kullanmakta ve dayanıklılık gibi eşit derecede önemli bir konuya yeterince, hatta hiç dikkat etmemektedir. Bu durum, özellikle demiryolu raylarının, iletim direklerinin ve deniz yapılarının kurulumundan sorumlu bazı mühendisler için geçerlidir. Bu yapılar, ahşabın korunmasına gereken özenin gösterilmemesi nedeniyle genellikle erken arızalar yaşamaktadır (Richardson, 1953).
Keten tohumu yağı, en eski ahşap koruyucularından biridir. Diğer kullanım alanları arasında boyalar, vernikler, macunlar ve linolyum üretiminde kullanımı yer almaktadır (Baker ve Grant, 2018).
Keten tohumu yağı havada oksitlenerek kurur ve güçlü ve katı bir linoksine dönüşür. Bu yağ, 17. yüzyılın başlarından beri boyalarda kullanılmaktadır ve ahşap, toprak, beton, sıva ve bir dereceye kadar çelikte kullanılabilir. Keten tohumu yağı ayrıca taş cephelerde gözenekleri kapatmak ve hava kirliliğinden korumak için kullanılır. Alçı ve beton, alt tabakanın içinden çıkan nem boyayı itebileceğinden, ilk yıl boyanmamalıdır. Yağlı boya, mat, yarı parlak ve tam parlak olarak üretilebilir. Yarı parlak ve parlak tipleri çok güçlüdür ve temizlenmesi kolaydır. Keten tohumu yağı ürünleri genellikle suya dayanıklıdır ve orta düzeyde buhar geçirgenliğine sahiptir (Berge, 2009).
Keten tohumu yağı, yağlı boyalarda yaygın olarak kullanılan bir taşıyıcıdır. Ayrıca, yağlı boyaları daha akışkan, şeffaf ve parlak hale getiren bir boya ortamı olarak da kullanılabilmektedir. Soğuk preslenmiş, alkali rafine edilmiş, güneşte ağartılmış, güneşte koyulaştırılmış ve polimerize edilmiş gibi çeşitleri mevcuttur (Niculescu ve ark., 2017).
Keten tohumu yaklaşık %35-45 oranında yağ içermektedir ve bu yağ hem yenilebilir hem de yenilemez endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır. Yağın benzersiz yağ asidi profili, çeşitli uygulama alanlarının başlıca nedenidir. Yağ, α-linolenik asit ve linoleik asit mevcuttur. Bu da onu besin açısından zengin bir takviye olarak kullanılabilir hale getirmektedir. Bununla birlikte, bu durum stabilitesini ve dolayısıyla yenilebilir bir yağ olarak uygulanabilirliğini azaltmaktadır (Dhiman ve Halde, 2025).
Keten tohumu yağı aynı zamanda kurutucu bir yağdır. İçeriğinde şu asitler bulunmaktadır: doymamış α-linolenik asit, doymuş palmitik asit ve stearik asit, tekli doymamış oleik asit ve çiftli doymamış linoleik asit (Humar ve Lesar, 2013).
Günümüzde "arıtılmış" veya "müsilajı giderilmiş" keten tohumu yağı terimleri, müsilaj ve proteinden arındırılmış, ayrıca biyositler, çözücüler veya toksik kurutucular gibi katkı maddelerinden arındırılmış soğuk preslenmiş bir yağı ifade etmektedir (Gibbs ve Wonson, 2021).
Yağ, fırçayla, püskürtme yöntemiyle veya damlatılarak uygulanabilmektedir. Yeni ahşap için iki iyi kat gereklidir. Ancak, yağın tamamının ahşabın yüzeyine nüfuz ettiğinden emin olmak çok önemlidir. İkinci kat uygulandıktan ve 20-30 dakika bekletildikten sonra, yüzeyde fazla yağın kaldığı parlak yerler varsa, sertleşmeden önce silinmelidir. Keten yağı kaplamaları sadece çok parlak oldukları için değil, kuruduklarında akma veya kırışma eğiliminde oldukları için de tatmin edici değildir. Her durumda, yağ kaplamaları çok yumuşaktır, kiri tutma eğilimindedir ve kolayca küflenmektedir. Aşınma belirtileri gösterdikten sonra yağ kaplamasını yenilemek için tek bir yeni uygulama yeterli olmalıdır. Yine, ahşaba nüfuz etmeyen herhangi bir kalıntı silinmelidir (Anonim, 1951).
Bu çalışmada, ağartılmış, kaynatılmış, soğuk sıkım ve rafine edilmiş özelliklerdeki keten tohum yağlarının adi gürgen (*Carpinus betulus* L.) odununda uygulanması ile elde edilen renk

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

parametrelerindeki ve beyazlık indeksi (*WI**) değerlerindeki değişim sonuçları birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, adi gürgen (*Carpinus betulus* L.) odunu kullanılmıştır. Çalışmada örnekler, 90 mm x 90 mm x 15 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Numuneler, ISO 554 (1976) standardına uygun olarak iklimlendirilmiştir. Farklı özelliklere sahip keten tohumu yağları (kaynatılmış, soğuk sıkım, ağartılmış ve rafine edilmiş) satın alınarak temin edilmiştir. Ahşap yüzeyler, 120, 150 ve 220 grit zımpara kâğıtları kullanılarak zımparalanmıştır. Farklı özelliklerdeki yağlar fırça yardımıyla ahşap yüzeylere tek kat hâlinde uygulanmıştır. Daha sonrasında renk değişimleri (ASTM D 2244-3, 2007) [ışıklılık (L^*), sarı (b^*) renk tonu, kroma (C^*), kırmızı (a^*) renk tonu ve ton (h^o) açısı] ve beyazlık indeksi (*WI**) değerleri (ASTM E313-15e1, 2015) ölçülmüştür.
ΔC^*: kroma kısmı veya doygunluk farkı ve ΔH^*: ton bölümü veya gölge farkı olmaktadır (Lange, 1999). Renk parametreleri için bazı önemli açıklamalar (Lange, 1999) ve ΔE^* için kriterler (Jirouš ve Ljuljka, 1999) Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. ΔL^*, Δa^*, Δb^* ve ΔC^* için bazı önemli açıklamalar (Lange, 1999) ve ΔE^* için kriterler (Jirouš ve Ljuljka, 1999)

Parametre (Lange, 1999)	**Negatif Sonuç**		**Pozitif Sonuç**	
Δb^*	Referanstan daha mavi		Referanstan daha sarı	
ΔL^*	Referanstan daha koyu		Referanstan daha açık	
ΔC^*	Mat, referanstan daha bulanık		Referanstan daha net, daha parlak	
Δa^*	Referanstan daha yeşil		Referanstan daha kırmızı	
Jirouš ve Ljuljka, (1999) İçin ΔE^* Değerleri	**ΔE^* Aralığı**	**Renk Değişimi**	**ΔE^* Aralığı**	**Renk Değişimi**
	> 12.00	Çok yoğun	0.50 - 1.50	Hafif
	6.00 - 12.00	Yoğun	0.20 - 0.50	Çok hafif
	3.00 - 6.00	Çok belirgin	< 0.20	Anlaşılamaz
	1.50 - 3.00	Belirgin		

Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıkları belirlenmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^o = \arctan (b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş}}) - (C^*_{\text{kontrol}}) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş}}) - (a^*_{\text{kontrol}}) \quad (4)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş}}) - (L^*_{\text{kontrol}}) \quad (5)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş}}) - (b^*_{\text{kontrol}}) \quad (6)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

% değişim oranları, maksimum ile minimum verileri, homojenlik grupları, standart sapmaları, ortalamalar ve varyans analizleri bir istatistik programı ile hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

*WI** (beyazlık indeksi) değerlerine ve renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 2'de sunulmaktadır. Farklı türlerde hazırlanmış keten tohumu yağları tarafından L^*, h^o ve *WI** değerlerinde azalmaların tespit edildiği görülürken, a^*, C^* ve b^* değerlerinde ise artışlar görülmüştür. Her iki yönlerdeki *WI** değerleri ile h^o ve L^* değerlerinde en yüksek sonuçlar yağ uygulamasına sahip olmayan deney grubuna ait örneklerde görülmektedir. Buna ek olarak, a^*,

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

*C** ve *b** değerlerinde en düşük sonuçlarda yağ uygulamasına sahip olmayan deney grubuna ait örneklerde tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Beyazlık indeksi (*WI**) değerlerine ve renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları

Test	Keten Tohumu Yağı Türü	Orta-lama	Değişim (%)	Homo-jenlik Grubu	Standart Sapma	Mini-mum	Maksi-mum	Varyasyon Katsayısı
*L**	**Kontrol**	65.52	-	A*	0.05	65.41	65.58	0.08
	Kaynatılmış	52.02	↓20.60	B	0.52	51.16	52.50	1.00
	Soğuk sıkım	51.65	↓21.17	B	0.52	51.15	52.67	1.00
	Ağartılmış	49.95	↓23.76	C	0.27	49.48	50.43	0.55
	Rafine edilmiş	49.85	↓23.92	C**	0.74	48.54	50.59	1.49
*a**	**Kontrol**	8.74	-	D**	0.17	8.31	8.93	1.98
	Kaynatılmış	15.12	↑73.00	C	0.49	14.34	15.85	3.27
	Soğuk sıkım	15.05	↑72.20	C	0.46	14.29	15.57	3.08
	Ağartılmış	15.70	↑79.63	B	0.28	15.28	16.08	1.81
	Rafine edilmiş	16.90	↑93.36	A*	0.36	16.46	17.48	2.13
*b**	**Kontrol**	20.41	-	E**	0.14	20.23	20.61	0.68
	Kaynatılmış	24.03	↑17.74	C	0.38	23.50	24.46	1.58
	Soğuk sıkım	25.60	↑25.43	A*	0.39	24.68	25.94	1.51
	Ağartılmış	22.89	↑12.15	D	0.29	22.48	23.40	1.26
	Rafine edilmiş	24.73	↑21.17	B	0.60	24.21	25.78	2.43
*C**	**Kontrol**	22.18	-	D**	0.10	22.08	22.38	0.44
	Kaynatılmış	28.39	↑28.00	B	0.57	27.53	29.12	2.02
	Soğuk sıkım	29.70	↑33.90	A	0.55	28.52	30.20	1.84
	Ağartılmış	27.76	↑25.16	C	0.37	27.30	28.39	1.33
	Rafine edilmiş	29.96	↑35.08	A*	0.47	29.41	30.72	1.57
h°	**Kontrol**	66.90	-	A*	0.51	66.22	67.97	0.77
	Kaynatılmış	57.82	↓13.57	C	0.52	56.97	58.60	0.90
	Soğuk sıkım	59.55	↓10.99	B	0.50	58.95	60.56	0.84
	Ağartılmış	55.56	↓16.95	D**	0.35	54.94	56.17	0.64
	Rafine edilmiş	55.65	↓16.82	D	0.99	54.25	57.06	1.77
*WI** ⊥	**Kontrol**	23.10	-	A*	0.51	22.10	23.50	2.21
	Kaynatılmış	9.39	↓59.35	D	0.22	9.20	9.70	2.33
	Soğuk sıkım	11.22	↓51.43	B	0.31	10.80	11.70	2.78
	Ağartılmış	10.36	↓55.15	C	0.17	10.20	10.60	1.65
	Rafine edilmiş	8.06	↓65.11	E**	0.08	8.00	8.20	1.05
*WI** ‖	**Kontrol**	15.51	-	A*	0.49	15.10	16.30	3.15
	Kaynatılmış	4.43	↓71.44	C	0.13	4.10	4.50	2.83
	Soğuk sıkım	6.28	↓59.51	B	0.13	6.10	6.40	2.10
	Ağartılmış	4.01	↓74.15	D	0.09	3.90	4.10	2.18
	Rafine edilmiş	2.50	↓83.88	E**	0.08	2.40	2.60	3.27
Kontrol: Yağ uygulamasına sahip olmayan deney grubu örneklerini temsil etmektedir. Ölçüm Sayısı: 10, Homojenlik Sütunu için *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç								

Testlere ait olan varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de gösterilmektedir. Bütün testler üzerinde keten tohumu yağ türü anlamlı olarak elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Varyans analizi sonuçları

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	α≤0.05 (*: Anlamlı)
*L**	**Keten Tohumu Yağ Türü**	1755.097	4	438.774	1884.449	0.000*
	Hata	10.478	45	0.233		
	Toplam	146476.815	50			
	Düzeltilmiş Toplam	1765.575	49			
*a**	**Keten Tohumu Yağ Türü**	408.928	4	102.232	729.685	0.000*

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

	Hata	6.305	45	0.140		
	Toplam	10640.019	50			
	Düzeltilmiş Toplam	415.232	49			
b*	**Keten Tohumu Yağ Türü**	161.600	4	40.400	266.523	0.000*
	Hata	6.821	45	0.152		
	Toplam	27851.937	50			
	Düzeltilmiş Toplam	168.421	49			
C*	**Keten Tohumu Yağ Türü**	399.650	4	99.912	502.472	0.000*
	Hata	8.948	45	0.199		
	Toplam	38492.182	50			
	Düzeltilmiş Toplam	408.598	49			
***h*°**	**Keten Tohumu Yağ Türü**	870.662	4	217.665	580.232	0.000*
	Hata	16.881	45	0.375		
	Toplam	175491.403	50			
	Düzeltilmiş Toplam	887.543	49			
WI* ⊥	**Keten Tohumu Yağ Türü**	1479.322	4	369.830	4190.038	0.000*
	Hata	3.972	45	0.088		
	Toplam	9203.816	50			
	Düzeltilmiş Toplam	1483.294	49			
WI* ‖	**Keten Tohumu Yağ Türü**	1077.029	4	269.257	4705.467	0.000*
	Hata	2.575	45	0.057		
	Toplam	3222.110	50			
	Düzeltilmiş Toplam	1079.604	49			

Toplam renk farklılıklarına ilişkin bulgular Çizelge 4'de sunulmuştur. Δ*E** değerleri kaynatılmış olarak hazırlanan yağ ile 15.36, soğuk sıkım olarak hazırlanan yağ ile 16.10, ağartılmış olarak hazırlanan yağ ile 17.23 ve rafine edilmiş olarak hazırlanan yağ ile 18.19 olarak elde edilmiştir. Δ*b** değerleri pozitif (tarafından kıyaslama yapıldığında daha sarı), Δ*a** değerleri pozitif (tarafından kıyaslama yapıldığında daha kırmızı) ve Δ*C** değerleri ise pozitif (tarafından kıyaslama yapıldığında daha net ve daha parlak) ve Δ*L** değerleri tüm uygulamalarda negatif (referans tarafından kıyaslama yapıldığında daha koyu) olarak tespit edilmiştir. Renk farkı kriterine ait çizelge açısından Jirouš ve Ljuljka (1999) incelendiğinde bütün yağların "çok yoğun (>12.00)" kriterini verdiği görülmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Keten Tohumu Yağı Türü	Δ***L****	Δ***a****	Δ***b****	Δ***C****	Δ***H****	Δ***E****	**Renk Kriteri (Jirouš ve Ljuljka, 1999)**
Kaynatılmış	-13.50	6.38	3.62	6.21	3.91	15.36	Çok yoğun (> 12.00)
Soğuk sıkım	-13.87	6.32	5.19	7.52	3.22	16.10	
Ağartılmış	-15.57	6.96	2.48	5.57	4.85	17.23	
Rafine edilmiş	-15.67	8.16	4.33	7.78	4.99	18.19	

4. Sonuçlar ve Öneriler

Çalışmada kullanılan farklı özelliklerdeki keten tohumu yağları ahşabın renk parametrelerini ve beyazlık indeksi değerlerini değiştirmiştir.

Kaynaklar

Anonim, (1951). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Report 1904-1908.

ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.

ASTM E313-15e1, (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.

Baker, B.P., and Grant, J.A., (2018). Linseed Oil Profile.

Berge, B., (2009). The ecology of building materials/Translated by C. Butters and F. Henley. ISBN: 978-1-85617-537-1.

Dhiman, A., Halde, P. (2025). Industrial application of linseed oil. In Dynamics of Linseed and its Valorization (pp. 183-200). Singapore: Springer Nature Singapore. DOI: 10.1007/978-981-96-8927-9_9.

Fatima, Z., Ahmed, S., and Hassan, B., (2021). Combined effects of neem (*Azadirachta indica*) and sesame (*Sesamum indicum*) oil as a wood preservative on subterranean termites in the field, Maderas. Ciencia y tecnología, 23(35): 1-8. DOI: 10.4067/s0718-221x2021000100435.

Gibbs, E., and Wonson, K., (2021). Purified Linseed Oil. APT Bulletin: The Journal of Preservation Technology, 52(4): 25-32.

Hassan, B., Mankowski, M.E., and Kirker, G.T., (2021). Evaluation of heartwood extracts combined with linseed oil as wood preservatives in field tests in Southern Mississippi, USA, Insects, 12(9): 803. DOI: 10.3390/insects12090803.

Humar, M., and Lesar, B., (2013). Efficacy of linseed-and tung-oil-treated wood against wood-decay fungi and water uptake, International Biodeterioration & Biodegradation, 85, 223-227. DOI: 10.1016/j.ibiod.2013.07.011.

ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.

Jirouš, R.V., and Ljuljka, B., (1999). Boja drva i njezine promjene prilikom izlaganja atmosferskim utjecajima, Drvna Industrija, 50(1): 31-39.

Lande, S., Westin, M., and Schneider, M.H., (2004). Eco-efficient wood protection: Furfurylated wood as alternative to traditional wood preservation, Management of Environmental Quality: An International Journal, 15(5): 529-540. DOI: 10.1108/14777830410553979.

Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.

Niculescu, O., Deselnicu, D. C., Georgescu, M., and Nituica, M., (2017). Leather Finishing with New Pigment Paste, Revista de Pielarie Incaltaminte, 17(1): 67-74. DOI: 10.24264/lfj.17.1.9.

Richardson, N.A., (1953). Wood preservation, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 2(6): 649-663. DOI: 10.1680/iicep.1953.11141.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

ÇANKIRI İLİNDE YAPILAN AĞAÇLANDIRMA ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN TÜRLERİN ODUN DIŞI ORMAN ÜRÜNLERİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Gamze TUTTU[1], Dr. Özlem MEŞE[2*]
[1] Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı, gamze.tuttu@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3319-9365
[2*] Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı ozlemeken@karatekin.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9060-0816

ÖZET

Ülkemiz bitkisel biyoçeşitlilik açısından en zengin ülkelerden biri olup türlerin silvikültürel istekleri yayılışlarında farklılıklara neden olmaktadır. Farklı iklim bölgelerinde farklı orman yapıları gözlenmekte olup bu alanlardaki asli türlerin yanında birçok tali tür de karışıma katılmaktadır. Artan nüfus, aşırı faydalanma, iklim değişikliği gibi faktörler nedeniyle bu doğal alanlar tahrip edilmekte, ormanların iyileştirilmesi ve orman varlığını devam ettirebilmesi için ağaçlandırma çalışmalarına gerek duyulmaktadır. Ağaçlandırma çalışmaları yapılırken amaca yönelik olarak planlanmalı, tür seçiminde alanın ve türün istekleri dikkate alınmalıdır. Ağaçlandırma çalışmalarında, odun verimi yüksek olan türlerin yanında badem, ceviz, ahlat, alıç gibi meyveler, ıhlamur çiçeği, hayvan yemi, yaprak, reçine, tıbbi aromatik ürünler ve süs amaçlı ürünler gibi birçok diğer odun dışı orman ürünü (ODOÜ) elde edilebilen türlere de yer verilmelidir. ODOÜ elde edilebilen türlerin tercih edilmesiyle orman alanlarından maksimum fayda sağlanmış olacaktır. Bu bağlamda ağaçlandırma projeleri hem biyolojik çeşitliliğin arttırılmasını hem de yörede yaşayan halkın kalkınmasını ve gelir düzeyinin artmasını sağlayacaktır. Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından yapılan ağaçlandırma projelerinde de ODOÜ elde edilmesine yönelik türlerin seçimine dikkat edilmektedir. Bu bildiride, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü tarafından yapılmış ağaçlandırma çalışmalarında kullanılan türler tespit edilmiş ve bu türler içerisinden ODOÜ elde edilen türler listelenmiştir. Yapılan ağaçlandırma çalışmalarında asli türlerden karaçam, sarıçam, Toros sediri, saplı meşe ve boz ardıç türleri kullanılırken, ODOÜ elde edilen türler ise iğde, mahlep, beyaz çiçekli yalancı akasya, ahlat, alıç, kayısı (aşısız zerdali), ceviz ve badem olarak saptanmıştır. Bu türlerin çoğunda tutma başarısı yüksek iken cevizde düşük olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma kapsamında listelenen ODOÜ elde edilen türlerin botanik özellikleri, ODOÜ üretim şekilleri, türün kullanılan kısımları hakkında bilgiler derlenerek sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Ağaçlandırma, Odun Dışı Orman Ürünleri (ODOÜ), Çankırı.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

EVALUATION OF NON-WOOD FOREST PRODUCTS OF THE SPECIES USED IN AFFORESTATION EFFORTS IN ÇANKIRI PROVINCE

ABSTRACT

Turkey is one of the richest countries in terms of plant biodiversity, and the silvicultural requirements of species cause differences in their distribution. Distinct forest structures are observed across different climatic regions, and in addition numerous secondary species accompany the main tree species. Due to factors such as population growth, overutilization, and climate change, these natural areas have are being destroyed, making afforestation practices necessary to improve forests and ensure their continued existence. Afforestation studies should be planned in accordance with specific purpose, and the needs of the area and the species should be taken into account in species selection. In afforestation studies, in addition to species with high wood yield, species from which various non-wood forest products (NWFPs), such as fruits (e.g., almond, walnut, wild pear, hawthorn), linden flowers, fodder, leaves, resin, medicinal and aromatic products, and ornamental materials, should also include species. The preference for NWFP-producing species enables the maximum benefit will be obtained from forest areas. In this context, afforestation projects will both increase biological diversity and contribute to the development and increased income level of the local people. Accordingly, the General Directorate of Forestry (GDF) pays attention to the selection of species suitable for NWFP production in afforestation projects. In this study, the species used in afforestation studies carried out by the Çankırı Forest Management Directorate were identified, and those providing NWFPs were listed. While Anatolian black pine, Scots pine, Taurus cedar, pedunculate oak, and juniper were used as main species in afforestation studies, the NWFP-producing species were identified as silverberry, mahaleb cherry, white-flowered black locust, wild pear, hawthorn, apricot (non-grafted wild apricot), walnut, and almond. It was reported that the survival rate was high in most of these species, but low in walnut. Within the scope of this study, information on the botanical characteristics of the listed NWFP-producing species, their modes of NWFP production, and the plant parts utilized was compiled and presented.

Keywords : Afforestation, Non-wood forest plant products, Çankırı.

1. GİRİŞ

Ülkemiz bitkisel biyoçeşitlilik açısından en zengin ülkelerden biri olup türlerin silvikültürel istekleri yayılışlarında farklılıklara neden olmaktadır. Türkiye'nin coğrafik konumu ile farklı iklim tipleri ve bu iklim tiplerine göre farklı bitki bölgeleri oluşmaktadır. Ülkemizde Euro-Sibirya, İran-Turan ve Akdeniz olmak üzere 3 fitocoğrafik bölge bulunmaktadır. Bu bölgeler arasında yer alan geçiş zonlarını da göz önüne aldığımızda ülkemizde oldukça zengin bir ekolojik çeşitlilik mevcut olup bu da biyolojik çeşitlilik açısından en zengin ülkelerden biri olmamızı sağlamaktadır [1, 2]. Türkiye'de iletim demetine sahip eğrelti ve tohumlu bitkiler olmak üzere 11707 taksonun yayılış yaptığı ve bunların üçte birinin (3649 adedi) endemik olduğu tespit edilmiştir [3].

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Türkiye ormanları; orman yangınları, aşırı ve kontrolsüz otlatma, tarım alanı açma, usulsüz kesimler ve kentleşme, sanayileşme faaliyetleri gibi çeşitli insan kaynaklı baskılar nedeniyle önemli ölçüde tahrip edilmiş ve bu baskılar ekosistem niteliklerinin bozulmasına yol açmıştır. Aynı zamanda küresel ısınma, iklim değişikliği, erozyon ve çölleşme gibi çevresel tehditlere karşı daha duyarlı olmuş, tüm bunların sonucunda da, ekonomik ve sosyo-kültürel işlevlerini beklenen düzeyde yerine getiremez hale gelmiştir. Bu nedenle, bozulan alanların rehabilitasyonu, toprak kaynaklarının korunması ve ormanların işlevlerini yerine getirebilmesi için ağaçlandırma çalışmaları büyük öneme sahiptir. Bu olumsuz etkiler ile özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde daha fazla karşılaşıldığından ağaçlandırma çalışmaları bu bölgelerde daha kritik bir öneme sahiptir [4, 5]. Diğer yandan iklim değişikliği uzun vadede köken bölgelerinin tohum kaynaklarını etkilediğinden kurak ve yarı kurak bölgelerde yapılan ağaçlandırmalar karbon tutulumunu artırarak iklim değişikliğinin etkilerini hafifletmektedir [1].

Ağaçlandırma; orman içi ve orman dışı alanlarda, yetişme koşullarına uygun belirlenen tür/türler ile ekim veya dikim yoluyla verimsiz arazilerde yeni ormanların kurulmasıdır. Bu çalışmalar yapılırken, bir dizi ekolojik ve ekonomik zorluk ortaya çıkmakta ve arazi hazırlığı, tür seçimi, orijin ve dikim yöntemlerinin dikkate alınması gerekmektedir [1, 6]. Ağaçlandırma çalışmaları yapılırken amaca yönelik olarak planlanmalı, tür seçiminde alanın ve türün istekleri dikkate alınmalıdır. Tür seçiminde öncelik yörenin doğal ağaç ve ağaççıklarına verilmeli, kurak ve yarı-kurak koşullara dayanıklılığı, havadaki serbest azotu bağlayabilmesi ve toprak verimliliğine katkı yapması da göz önünde bulundurulmalıdır. Ağaçlandırma çalışmalarında, odun verimi yüksek olan türlerin yanında badem, ceviz, ahlat, alıç gibi meyveler, ıhlamur çiçeği, hayvan yemi, yaprak, reçine, tıbbi aromatik ürünler ve süs amaçlı ürünler gibi birçok diğer odun dışı orman ürünü (ODOÜ) elde edilebilen türlere de yer verilmelidir [6]. Böylece orman alanlarından maksimum fayda sağlanmış olacaktır. Bu bağlamda ağaçlandırma projeleri hem biyolojik çeşitliliğin arttırılmasını hem de yörede yaşayan halkın kalkınmasını ve gelir düzeyinin yükselmesini sağlayacaktır [7].

Uzun yıllar "tali orman ürünleri" olarak bilinen ODOÜ kavramı; Ağaçlandırma yönetmeliğine göre "her türlü orman ağaç, ağaççık, çalı ve otsu bitkilerinden elde edilen balzami yağlar ile bunların kabuk, meyve, sürgün, yaprak, çiçek, tohum, kök, soğan, yumru ve rizomları ile mantar ve benzeri ürünleri" şeklinde tanımlanmıştır [8, 9]. Ancak günümüzde, değişen ve gelişen ormandan yararlanma usulleri ve insan ihtiyaçları karşısında farklılaşmıştır. OGM tarafından yayımlanan 302 Sayılı Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması ile Üretim ve Satış Esasları Tebliği'nde ODOÜ; "Ormanlardan ve ağaçlardan elde edilen odun dışındaki biyolojik ve mineral kökenli ürünler ile kabuk, yonga, çalı, kök, kütük, kozalak gibi odun üretimi sırasında açığa çıkan diğer ürünleri. Mantarlar, orman humusu ve örtüsü de aynı grupta yer alır." şeklinde tanımlanmıştır [10]. Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından yapılan ağaçlandırma projelerinde de ODOÜ elde edilmesine yönelik türlerin seçimine dikkat edilmektedir.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Bu bildiride, Çankırı ilinde yapılmış olan ağaçlandırma çalışmalarında kullanılan bitki türleri içerisinden ODOÜ elde edilen türlere değinilmiş, bu türlerin kullanılan kısımları ve kullanım şekilleri hakkında bilgiler sunulmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çankırı; Kızılırmak ve Batı Karadeniz ana havzaları arasında, Orta Anadolu'nun kuzeyinde ve 40° 30′ - 41° 00′ kuzey enlemleri ile 32° 30′ - 34° 00′ doğu boylamları arasında yer almaktadır [11]. İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan Çankırı, ülkemizin en az yağış alan (Konya 326 mm, Kayseri 375 mm, Kırşehir 378 mm, Çankırı 400 mm) illerinden birisi olup ilde yarı kurak iklim koşulları hâkimdir [12]. Kurak ve yarı kurak bölgelerde, İç Anadolu Bölgesi ekolojik koşullarında kullanılabilecek türlerin başında Anadolu karaçamı ve Toros sediri gelmekte, bunların yanı sıra meşe, badem, ceviz, mahlep, menengiç, ılgın, alıç, yabani elma, kadın tuzluğu, çitlenbik, karaçalı, ahlat vb. türler de uygun türler olarak bildirilmektedir [6].

Bu çalışmanın materyalini Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Çankırı Ağaçlandırma ve Toprak Muhafaza Şefliği tarafından yürütülen ağaçlandırma çalışmalarında kullanılan bitki türleri oluşturmaktadır. Kullanılmış olan türleri saptamak amacıyla Çankırı Ağaçlandırma ve Toprak Muhafaza Şefliği tarafından 2020-2025 yılları arasında yapılmış projeler taranmıştır. Ağaçlandırmalarda kullanılan tüm türler tespit edilmiş, bunlar arasından ODOÜ elde edilen türler alfabetik bir düzende liste halinde verilmiştir. Ayrıca taksonların Latince isimlerinden sonra otör adları [13], familyaları, Türkçe yaygın adları [14, 15], OGM proje kayıtlarında yer alan adı, kullanılan kısımları ve kullanım şekilleri [16-25] sunulmuştur.

3. BULGULAR

Bu bildiride, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü tarafından yapılmış ağaçlandırma çalışmalarında kullanılan ve ODOÜ elde edilen türler listelenmiştir. Asli türler Anadolu karaçamı, sarıçam, Toros sediri, saplı meşe ve boz ardıç; tali türler ise iğde, mahlep, beyaz çiçekli yalancı akasya, ahlat, alıç, kayısı, ceviz ve badem olarak saptanmış ve ODOÜ elde edilen türler aşağıda açıklanmıştır.

***Crataegus monogyna* Jacq.** (Rosaceae)
Türkçe Adı: Yemişen
OGM proje kayıtlarında yer alan adı: Beyaz çiçekli alıç

10 m'ye kadar boylanan dikenli çalı ya da ağaçlardır. Yaprakları yumurtamsı, 3,5-5 cm x 4 cm boyutlarında, uç kısımdaki yapraklar derin parçalanmış lopludur. Çiçek kurulu gevşek dizilmiş 10-18 beyaz-pembemsi çiçekten oluşur. Meyveleri kırmızı-turuncumsu renkli, 6-10 mm çapında ve küremsi şekildedir [14]. Ülkemizde doğal olarak yetişen *Crataegus* türlerinin bazılarının olgun meyveleri yenmektedir. *C. monogyna* da meyveleri yenen türlerden biri olup meyvelerin yatıştırıcı, spazm azaltıcı, kalp atış hızını azaltıcı, tansiyon düşürücü, kabız ve idrar söktürücü etkileri vardır. Zehirli bileşikler içermediğinden kalp hareketlerini yatıştırıcı ve

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

düzenleyici olarak uzun süre kullanılabileceği belirtilmiştir [16]. Meyvelerinden hazırlanan dekoksiyonu böbrek taşlarını düşürmek amacıyla [17], infuzyonu solunum yolu rahatsızlıkları ve soğuk algınlığına karşı [18]; çiçekli ve yapraklı sürgünlerinden hazırlanan (infuzyon) çayı çarpıntı, endişe, stres belirtilerinin hafifletilmesinde ve uykuya dalmaya yardımcı olmak amacıyla [19] ve tansiyon düşürücü [16] olarak kullanılır. Taze meyvelerinden komposto, kurutulmuş meyvelerinden ise hoşaf ve marmelat yapılır [18, 20].

***Elaeagnus angustifolia* L.** (Elaeagnaceae)
Türkçe Adı: İğde
OGM proje kayıtlarında yer alan adı: İğde

Sürgünleri bazen dikenli, son sene sürgünleri gümüşi pullu ve gri renkli olan, 6-7 m boylanan ağaçlardır. Yaprakları dar mızrak şeklinde, 2-8 x 1-3 cm'dir. Çiçek çan şeklinde, dışı gümüşi, içi sarı renklidir. Meyveleri tek tohumlu, oval, dışı önce etli sonra unsu, 1-2 x 0,6-1,2 cm ve olgunlaştığında kırmızı renklidir [14]. Meyveleri çerez, yaprakları çay olarak tüketilmektedir [20]. Meyveleri kaynatılarak safra kesesi, karaciğer, idrar yolları ve böbrek hastalıkları için dahilen kullanılır. Meyvesi soyulup süt ile karıştırılarak ülsere tedavisi için yenir. Yaprakları boğaza sarılarak şiş bademciklerin iyileştirilmesinde, dekoksiyon halinde dahilen kan şekerini ve böbrek taşını düşürücü olarak ve karın ağrısı, astım ve bronşit tedavisinde kullanılır [17]. Çiçek ve yapraklarının infuzyonu dahilen idrar verici ve ateş düşürücü olarak kullanılır [16].

***Pinus nigra* J.F.Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe.** (Pinaceae)
Türkçe Adı: Anadolu karaçamı
OGM proje kayıtlarında yer alan adı: Karaçam

20-40 m kadar boylanabilen, düzensiz gövdeler yapan herdem yeşil orman ağaçlarıdır. İğne yaprakları ikili bazen üçlü, parlak yeşil renkli, 6-15 cm'dir. Kozalakları 3,5-10 cm, parlak saman sarısı, yumurtamsı konik şekilde, simetrik ve çok kısa saplıdır [14]. Çam türlerinden elde edilen çıralı çam odunu ve reçine ODOÜ olarak kullanılır [10]. Reçine ham olarak kullanılmamakta, su buharı destilasyonu ile terebentin ve kolofan ayrılmakta ve bu iki madde yine bir takım kimyasal işlemlerden geçirildikten sonra kullanılmaktadır. Kolofan başlıca; kâğıt endüstrisi, boya endüstrisi, yapıştırıcı, matbaa mürekkepleri, kauçuk ve lastik, yüzey kaplayıcıları yapımında kullanılmaktadır. Terebentin ise; boya, vernik, cila, ayakkabı boyası ve cilası, parke cilaları yapımında kullanılır ayrıca tat, çeşni ve parfüm materyali olarak terebentinden birçok ürün elde edilebilmektedir [21]. Çam türlerinin sanayide kullanımı yanısıra birçok tıbbi kullanımı da mevcuttur. Karaçam yaprakları kaynatılarak dahilen nefes darlığına karşı kullanılmaktadır [17]. Taze kozalakları, suda kaynatılarak guatr tedavisi için günde 1-2 su bardağı içilir [22]. Taze kozalaklarından yapılan 'kozalak turşusu' suyu astımda nefes açıcı olarak kullanılır. Taze kozalakları kaynatılarak düzenli bir şekilde, astım tedavisinde kullanılır. Soğuk algınlığına karşı, sakızı çiğnenip yutulur ve kişinin sırtına merhem gibi sürülür [23]. Odunundan elde edilen çam katranı dahilen solunum sistemi ve idrar yolları hastalıklarında antiseptik (mikrop öldürücü) olarak; cilt hastalıklarında ise merhem halinde kullanılmaktadır. Ayrıca hayvanlarda görülen cilt hastalıklarının tedavisinde de haricen çam

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

katranından yararlanıldığı bildirilmiştir [16]. Kök odunundan elde edilen çıra soba, şömine vb. için tutuşturucu olarak kullanılır.

***Prunus amygdalus* Batsch** (Rosaceae)
Türkçe Adı: Badem
OGM proje kayıtlarında yer alan adı: Badem

10-12 m boylanabilen ağaç veya çalılardır. Yaprakları 4-12 cm, uzunca mızrak şeklinde, uzun saplı ve kenarları dişlidir. Çiçekleri 2-3'ü bir arada, pembe ya da beyaz renktedir. Meyve uzunca yumurta biçiminde ve hafif yassı, üzeri tüylüdür. Genellikle tek çekirdekli, çekirdeği sert kabukludur. Kabuk sarı renkte ve üzerinde nokta görünüşünde çukurlar vardır [14]. Meyveleri ve tohumları gıda olarak, tohumlarından elde edilen yağı ise tıbbi olarak kullanılmaktadır. Meyvesi yeşilken (çağla) doğrudan yenir, bazı yemeklerin yapımında (çağla aşı, çağla oturtması, çağla yemeği vb.) kullanılır. Tohumları doğrudan kuruyemiş olarak yenir; çorba, pilav, tatlı, badem ezmesi yapımında kullanılır, kavrularak kahvesi yapılır [20].
Tohumları kan şekerini düşürmek amacıyla yenir [17]. Badem yağı dahilen özellikle bebeklerde müshil, haricen ise yara ve yanıklar üzerine sürülerek cilt yumuşatıcı ve yara iyi edici olarak kullanılır [16].

***Prunus armeniaca* L.** (Rosaceae)
Türkçe Adı: Kayısı
OGM proje kayıtlarında yer alan adı: Aşısız zerdali

15 m'ye kadar boylanabilen, kışın yaprak döken ağaçlardır. Yaprakları sarmal dizilmiş, uzun saplı, sivri uçlu, geniş oval şekilli, kenarı ince düzenli dişli, 4-7 cm boyunda ve 4-6 cm enindedir. Çiçekleri 2-5 cm çapında, beyaz renklidir. Meyvesi 2-4 cm çapında, çekirdekli sulu olup 2-3 tanesi bir arada bulunur, kırmızımsı sarı, turuncu renklerdedir. Tohumlarının yüzeyi hafif pürüzlüdür [14]. Çekirdeğinden elde edilen yağı amygdalin içermektedir. Yağı karın ağrısı ve şeker hastalığına karşı kullanılmaktadır. Meyvesi ise müshil etkilidir [16].

Anadolu'da meyve ağacı olarak bahçelerde yetiştirilen bir türdür. Büyük meyveli ve tohumu lezzetli olan kültür formları 'Kayısı' ismini alır. Bu formlar diğer tür üzerine aşılama ile üretilirler [16]. Meyvesi taze ve kurutularak yenir. Yaş meyvesinden reçel, marmelat, püre, komposto vb. yapılır. Kuru meyvesi hem kuruyemiş olarak hem de bazı yemek ve tatlıların yapımında kullanılır.

***Prunus mahaleb* L.** (Rosaceae)
Türkçe Adı: Mahlep
OGM proje kayıtlarında yer alan adı: Mahlep

8-10 m kadar boylanan, kışın yaprak döken, geniş tepeli bir ağaçtır. Yaprakları oval, 4-8 cm boyunda, kenarları testere dişli, tabanı yuvarlak ve ucu sivridir. Çiçekler 4-12 çiçekli küçük kümeler halinde, beyaz renklidir. Meyveleri çekirdekli sulu, bezelye büyüklüğünde, önce sarı

sonra koyu kırmızı ve olgunlaştığında da parlak siyah renklidir [14]. Meyveleri ve tohumları ODOÜ olarak kullanılmaktadır.

Meyveleri yenir ve reçel yapımında kullanılır. Tohumları toz haline getirilerek koku ve lezzet vermek için hamur işlerinde özellikle çörek hamurunda kullanılır [20, 23]. Meyve ve tohumları kalp kuvvetlendirici olarak, mide-bağırsak şikâyetlerinde ve şeker hastalığında şekeri düşürmek için kullanılır [16, 17, 19, 23]. Meyveleri öksürüğü kesmek amacıyla yenir [23]. Meyve ve tohumlar toz haline getirilerek doğrudan ve çay (infüzyon) halinde dahilen ya da tozu bal ile karıştırılarak macun şeklinde soğuk algınlıklarında ve astım için kullanılır [16, 19]. Ayrıca tohumlarının balgam söktürücü, idrar arttırıcı ve prostat büyümesini önleyici etkileri vardır [16].

***Pyrus elaeagnifolia* Pall.** (Rosaceae)
Türkçe Adı: Ahlat
OGM proje kayıtlarında yer alan adı: Ahlat

15 m'ye kadar boylanabilen, dikenli veya dikensiz, kışın yaprak döken bir ağaçtır. Yaprakları dar eliptik veya yumurtamsı, tam kenarlı, sapı 1-4 cm, iki yüzü de grimsi tüylerle kaplıdır. Çiçek kurulu çok sayıda çiçek barındırır. Beyaz çiçekler 3 cm çapındadır. Meyveler 2-3 cm çapında, armut şeklinde veya küremsi şekildedir [14]. Olgunlaşan meyveleri yenir. Meyveleri turşu, sirke, kavut, hoşaf, pekmez ve komposto yapımında kullanılır. Meyveleri ortadan ikiye bölünerek kurutulur, sonrasında değirmende dövülerek yenir. Oluşturulan bu meyve unu (içine buğday ve mısır da konur) kavut olarak bilinir, sade ya da şekerli su katılarak tüketilir [20]. Bitkinin meyveleri çay olarak (günde 4 fincan) demlenerek kalp damar hastalıkları ve hipertansiyon için kullanılmaktadır [18]. Meyvesinden yapılan turşusunun suyu her sabah şekeri düşürmek amacıyla içilir, ayrıca yaprakları kaynatılarak guatr hastalığına karşı dahilen kullanılmaktadır [24].

***Quercus robur* L.** (Fagaceae)
Türkçe Adı: Saplı meşe
OGM proje kayıtlarında yer alan adı: Saplı meşe

Kışın yaprak döken, 25 (50) m'ye kadar boylanabilen, geniş yuvarlak tepeli ağaçlardır. Yaprakları ters yumurta biçiminde, 20 x 9 cm boyutlarında, sürgün ucunda toplu olarak bulunur. Palamut da denen meyvesi 1 yılda olgunlaşır, 4-12 cm uzunluğundaki sapın ucunda 1-2 ya da daha çok meyve bir arada yer alır. Kadehleri (kupulası) yarım küre nadiren çanak şeklinde, 2 cm çapında ve üzeri kadife gibi tüylüdür [14]. Saplı meşelerin palamutları ve kadehleri ODOÜ olarak kullanılmaktadır. Palamut ve kadehler tanence zengin olduğundan deri sanayinde, ilaç, boya ve tekstil sanayinde ipekli kumaşların siyaha boyanmasında kullanılır [25]. Tıbbi olarak ise; palamut ve kadehleri çay halinde hazırlanıp midevi ve ishal kesici olarak kullanılır. Kabuğu soyulup kavrulan palamutları toz edilerek palamut kahvesi hazırlanır, bal ya da şeker ile tatlandırılarak günde 2-3 kez kullanılabilir. Ancak palamut ve kadeh yüksek oranda tanen taşıdığından doğrudan kullanımı mide bulantısına neden olabilir [19]. Genç dallarından alınarak

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

kurutulan kabukları kabız, kuvvetlendirici ve antiseptik etkilere sahip olup boğaz hastalıklarında bu kabuğun infüzyonu ile gargara yapılır [16].

***Robinia pseudoacacia* L.** (Fabaceae)
Türkçe Adı: Beyaz çiçekli yalancı akasya
OGM proje kayıtlarında yer alan adı: Yalancı Akasya

Kışın yaprak döken, 25 m kadar boylanabilen ağaçlardır. Yaprakları bileşik, sürgüne sarmal dizilmiş ve yaprakçıkları tam kenarlıdır. Beyaz renkli çiçekleri, salkım şeklide ve güzel kokuludur. Meyvesi bakla tipinde, 5-10 x 1 cm boyutlarındadır. Ülkemizde doğal olmayıp park, bahçe ve yol ağacı olarak yaygın kullanılır [14]. Hoş kokulu çiçekleri arıları kendine çektiğinden arıcılıkta ve bal ormanları tesisinde kullanılan bir türdür.

Çiçekleri yenir ve reçel yapımında kullanılır [20]. Çiçekleri uçucu yağ ve alkoloit içermekte olup yatıştırıcı, kabız ve safra arttırıcı etkilere sahiptir. İnfuzyon halinde dahilen astım tedavisinde kullanılır. Ancak yüksek miktarda alındığında zehirlenmeye neden olur [16, 17].

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Ağaçlandırma çalışmalarında özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda tür seçimi büyük önem taşımaktadır. Tür seçiminin yanı sıra tohum kaynağı yani orijini de fidanların tutma başarısı açısından dikkate alınmalıdır. Örneğin Çankırı'da yapılmış ağaçlandırma çalışmalarında iki farklı orijinli ceviz fidanları kullanılmış, ancak bir orijinin diğer orijine göre daha başarılı olduğu gözlenmiştir.

Ormanlardan sadece odun hammaddesi değil ODOÜ elde edilen türler açısından da faydalanılmaktadır. Bunun için ağaçlandırmalarda odun verimi yüksek olan türlerle beraber bu türlere de yer verilmeli, yoğun kullanılan ibreli türler yanında daha çok meyvelerinden yararlanılan ağaç ve ağaççıkların seçimine özen gösterilmelidir. Bu yaklaşımın biyolojik çeşitliliğin arttırılması yönünde önemli katkıları olacaktır. Saf olarak ibreli tür kullanımına nazaran karışım olarak yapılan ağaçlandırmalar ekolojik denge açısından da daha faydalıdır.

ODOÜ elde edilen türler, gıda ve tıbbi olarak yaygın kullanıldığından orman köylülerinin gelir düzeyini artırarak kırsal kalkınmada önemli katkılar sağlayacaktır.

Ahlat, mahlep, alıç, zerdali gibi türlerin meyveleri kuşlar ve diğer hayvanlar açısından besin kaynağı olması bakımından çok önemlidir. Meyvelerinden yararlanılan bu ağaç-ağaççıkların yaban hayatına faydaları da göz ardı edilmemelidir.

Beyaz çiçekli yalancı akasya türünün çiçeklerinde bulunan bal özleri arıcılık faaliyetleri açısından oldukça önemli olup, bu tür bal ormanları tesisinde en çok tercih edilen türler arasında

yer almaktadır. 2011 yılında, Çankırı ili Ahlat köyünde tesis edilen bal ormanı projesinde de bu türün kullanıldığı görülmektedir [26].

Sonuç olarak, kurak ve yarı kurak alanlarda yürütülecek ağaçlandırma çalışmalarında, ekolojik koşullara uyumlu, çok amaçlı kullanım sağlayan ve ODOÜ elde edilen türlerin tercih edilmesi ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel açıdan büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

[1] Çalışkan, S., Boydak, M. Afforestation of arid and semiarid ecosystems in Turkey, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 41(5), 317-330, 2017.

[2] Tuttu, G., İklim Değişikliği ve Bitkisel Biyoçeşitlilik. *İklim Değişikliği ve Etkileri: Bütünsel Bir Yaklaşım* (Ed: Gül, E., Dölarslan, M.), Bidge Yayınları, 159-195, Ankara, 2024.

[3] Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M.T., *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul, 2012.

[4] Ürgenç, S., Çepel, N., *Ağaçlandırmalar için Tür Seçimi, Tohum Ekimi ve Fidan Dikiminin Pratik Esasları*, Tema Vakfı Yayınları No:33, İstanbul, 2001.

[5] Öner, N., Sıvacıoğlu, A. *Yarıkurak bölge ağaçlandırmaları ve çölleşme (Çankırı ve Tosya Örneği).* Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu, 94-104, Çorum, 2010.

[6] Boydak, M., Çalışkan, S., *Ağaçlandırma*, OGEM-VAK Yayınları, Ankara, 2014.

[7] OGM, *Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Planı 2024-2028*, Ankara, 2024.

[8] Çağlar, Y. "Devlet Ormanı" Sayılan Yerlerde Tıbbi ve Aromatik Bitki ve Odun Dışı Orman Ürünleri Tarımının Sorunları, Düzce Üniversitesi Süs ve Tıbbi Bitkiler Botanik Bahçesi Dergisi, 2(2), 97-115, 2023.

[9] OGM, *Ağaçlandırma Yönetmeliği,* Resmi gazete: 23.08.2012 tarih ve 28390 sayılı, Ankara, 2012.

[10] OGM, *Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması ile Üretim ve Satış Esasları, Tebliğ No 302*, Ankara, 2016.

[11] https://tr.wikipedia.org/ (Erişim tarihi: 06.01.2026)

[12] Öner, N., Erşahin, S., Ayan, S., Özel, H.B. İç Anadolu'da Yarıkurak Alanların Rehabilitasyonu, Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 2(1-2), 32-44, 2016.

[13] https://wfoplantlist.org/ (Erişim Tarihi: 30.12.2025)

[14] Akkemik, Ü. (ed.), *Türkiye'nin Bütün Ağaçları ve Çalıları,* Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları (4.Basım), İstanbul, 2024.

[15] https://bizimbitkiler.org.tr/ (Erişim Tarihi: 30.12.2025)

[16] Baytop, T., *Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi,* Sanal Matbaacılık, İstanbul, 1984.

[17] Tuzlacı, E., *Şifa Niyetine, Türkiye'nin Bitkisel Halk İlaçları*, Alfa Basım Yay. Dağıtım Ltd. Şti., İstanbul, 2006.

[18] Arı, S., Temel, M., Kargıoğlu, M., Konuk, M. Ethnobotanical survey of plants used in Afyonkarahisar-Turkey, Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 11, 84, 2015.

[19] Demirezer, L.Ö., Ersöz, T., Saraçoğlu, İ., Şener, B., Köroğlu, A., Yalçın, F.N., *A'dan Z'ye Tıbbi Bitkiler,* Hayykitap Yay. A.Ş., İstanbul, 2024.

[20] Tuzlacı, E., *Türkiye'nin Yabani Besin Bitkileri ve Ot Yemekleri,* Alfa Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul, 2011.

[21] Deniz, İ., Odun Dışı Orman Ürünleri Endüstrisi Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi Yayın No:84, Trabzon, 2006.

[22] Koyuncu, O., Yaylacı, Ö.K., Tokur, S. *Geyve (Sakarya) ve Çevresinin Etnobotanik Açıdan İncelenmesi*, OT Sistematik Botanik Dergisi, 16, 1, 123-142, 2009.

[23] Sargın, S.A. *Alaşehir ve Çevresinde (Manisa) Tarımsal Biyoçeşitlilik ve Etnobotanik Araştırmaları*, Doktora Tezi, T.C. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 2013.

[24] Onar, S., *Bandırma (A1(A), Balıkesir) ve Çevresinin Etnobotaniği*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 2006.

[25] Bozkurt, Y., Yaltırık, F., Özdönmez, M., *Türkiye'de Orman Yan Ürünleri*, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 2845, Orman Fakültesi Yayınları No:302, İstanbul, 1982.

[26] Eken, Ö., Öner, N., *Yerel Halkın Sosyoekonomik Durumunun İyileştirilmesi Kapsamında Bal Ormancılığı Çankırı Ahlât Köyü Bal Ormanı Örneği*, II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 1043-1050, Isparta, 2014.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

SERALARDA FARKLI GEOMETRİ VE ÖRTÜ MALZEME TİPLERİNİN YAPISAL DAVRANIŞA ETKİLERİ[1]

İnş. Müh., ADİL YILDIZOĞLU [1], Prof. Dr., HALİL BAKİ ÜNAL [2]

[1] Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, adilyildizoglu80@gmail.com - ORCID ID: 0009-0007-3320-1959

[2] Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, baki.unal@ege.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-6605-9716

ÖZET

Dünya genelinde yaşanan nüfus artışı ve küresel iklim değişiminin tarım üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı örtüaltı yetiştiriciliği, ekonomik önemi artan bir tarımsal üretim haline gelmiştir. Ülkemizde genel olarak deneme-yanılmaya dayalı geleneksel yaklaşımlara ya da Avrupa'da inşa edilen örneklere göre gerçekleştirilen sera tasarım örnekleri oldukça yaygındır. Ancak bu tür sera projelerinin uygulandığı bölgelerdeki fırtına, hortum, kar ve dolu gibi etmenler karşısında konstrüksiyonlarda statik zayıflıktan kaynaklanan devamlı deformasyon zararları ise her yıl milyon dolarlar ile ifade edilmektedir. Sera gibi tarımsal yapıların da mühendislik yöntemleriyle analiz edilerek projelendirilmesi, bu yapıların statik yönden daha güvenli olmalarını sağlayacak ve dolayısıyla devamlı deformasyonlardan kaynaklanacak ekonomik kayıpları en aza indirecektir. Bu çalışmada, beşik çatılı cam seralar ile gotik çatılı plastik örtülü seralar yapısal dayanım ve malzeme kesitleri bakımından karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda, sera imalatı yapan firmalardan temin edilen birer adet beşik çatılı cam sera ile gotik çatılı plastik örtülü sera mimari projesi esas alınmıştır. Bu projelerde yer alan her bir sera konstrüksiyon elemanlarının SAP2000 programı yardımıyla statik analizleri yapılmıştır. Bu analizlerde seranın uygulandığı bölgenin iklim özelikleri ve üretim amacı yönünden yükler tesir edilerek çözülmüştür. Plastik seranın konstrüksiyonunda boru ve kutu profiller, cam seranın konstrüksiyonunda ise I ve L profiller kullanıldığı ve plastik seralara göre daha büyük kesitli olduğu anlaşılmıştır. Beşik çatılı cam serada tüm yüklerin aynı anda etki etmesi durumunda çatı makası üst çubuklarının gerilme oranının 1'den fazla olduğu ve çatıda çökme şeklinde devamlı deformasyon meydana geleceği belirlenmiştir. Gotik çatılı serada rüzgar ve kar yüklerinin aynı anda etki ettiği durumda çatının orta aşıklarında oluşan gerilmelerin sınır değerlerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sera, Konstrüksiyon, Gotik, Beşik, Dayanım.

---

[1] Bu çalışma, yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

FESLEĞEN (*Ocimum basilicum L.*) VE LAVANTA (*Lavandula angustifolia*) TOHUMLARININ FARKLI İÇERİĞE SAHİP SULARLA SULANMASININ BAZI BÜYÜME VE ÇİMLENME PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Ayşe ÇEKİÇ [1], Dr., Türker OĞUZTÜRK [2], Prof. Dr. Turan YÜKSEK[3]

[1] Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,
ays.ckcc@gmail.com - 0009-0008-9775-2167

[2]Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,
turker.oguzturk@erdogan.edu.tr - 0000-0002-9611-9959

[3]Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,
turan.yuksek@erdogan.edu.tr - 0000-0003-2964-1760

ÖZET

Bu çalışma, fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) ve lavanta (*Lavandula angustifolia*) tohumlarının çimlenme performansı ve erken dönem fide gelişimi üzerinde farklı içeriklere sahip sulama çözeltilerinin ve solucan suyu (vermiwash) ön işleminin etkilerini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Denemede, tohumların bir bölümüne ekim öncesinde %10 oranında seyreltilmiş solucan suyunda 6 saat süreyle ön işlem uygulanmış, diğer bölüm ise herhangi bir ön işleme tabi tutulmadan ekilmiştir. Sulama uygulamalarında musluk suyu (%100), solucan suyu (%10), muzlu su (%20), şeker çözeltileri (%1 ve %5), gazlı su (%13) ve demlenmiş siyah çay (%4) kullanılmıştır. Deneme, torf (%30) ve üniversite yerleşkesinden alınan toprak (%70) karışımından oluşan yetiştirme ortamında, rastgele deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 7 tohum olacak şekilde toplam 592 tohum kullanılmıştır. Çalışma, kontrollü çevre koşullarında 70 gün süreyle yürütülmüş; çimlenme hızı, çimlenme oranı ve erken dönem fide gelişimi günlük gözlemlerle kayıt altına alınmıştır. Elde edilen bulgular, ön işlem durumu, sulama uygulaması ve bitki türü arasında belirgin etkileşimler olduğunu göstermiştir. Solucan suyu ile ön işlem uygulanan tohumlarda çimlenmenin daha erken başladığı ve fide gelişiminin daha dengeli olduğu belirlenmiştir. Fesleğen tohumları genel olarak daha hızlı ve yüksek çimlenme performansı sergilerken, lavanta tohumlarında çimlenme süresi daha uzun olmuş; ancak solucan suyu ön işlemi bu türde de çimlenme oranını artırıcı etki

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

göstermiştir. Gazlı su uygulaması her iki türde de çimlenme ve fide gelişimi üzerinde olumsuz sonuçlar doğurmuştur.

Sonuç olarak, solucan suyunun hem ön işlem hem de sulama suyu olarak kontrollü biçimde kullanımının, fesleğen ve lavanta tohumlarında çimlenme başarısını ve erken dönem fide gelişimini artıran sürdürülebilir ve çevre dostu bir uygulama olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler : Çimlenme, fide gelişimi, *Ocimum basilicum* L., *Lavandula angustifolia*, sıvı solucan gübresi.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

THE EFFECTS OF IRRİGATİON WİTH DİFFERENT WATER COMPOSİTİONS ON GERMİNATİON AND SELECTED GROWTH PARAMETERS OF BASİL (*Ocimum basilicum* L.) AND LAVENDER (*Lavandula angustifolia*) SEEDS

Ayşe ÇEKİÇ [1], Dr., Türker OĞUZTÜRK [2], Prof. Dr. Turan YÜKSEK[3]

[1] Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Engineering and Architecture,
ays.ckcc@gmail.com - 0009-0008-9775-2167

[2]Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Engineering and Architecture,
turker.oguzturk@erdogan.edu.tr - 0000-0002-9611-9959

[3]Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Engineering and Architecture,
turan.yuksek@erdogan.edu.tr - 0000-0003-2964-1760

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of different irrigation solutions and vermiwash pre-treatment on the germination performance and early seedling development of basil (*Ocimum basilicum* L.) and lavender (*Lavandula angustifolia*) seeds. In the experiment, a portion of the seeds was subjected to a pre-treatment by soaking in 10% diluted vermiwash for 6 hours prior to sowing, while the remaining seeds were sown without any pre-treatment. Irrigation treatments included tap water (100%), vermiwash (10%), banana water (20%), sugar solutions (1% and 5%), carbonated water (13%), and brewed black tea (4%).

The experiment was established in a growing medium consisting of a mixture of peat (30%) and soil collected from the university campus (70%), following a randomized experimental design with four replications. A total of 592 seeds were used, with seven seeds per replication. The study was conducted under controlled environmental conditions for 70 days, during which germination rate, germination speed, and early seedling growth were monitored and recorded daily.

The results revealed significant interactions among pre-treatment, irrigation application, and plant species. Seeds subjected to vermiwash pre-treatment exhibited earlier germination and more balanced seedling development. Basil seeds generally showed faster and higher germination performance, whereas lavender seeds exhibited a longer germination period; however, vermiwash pre-treatment increased the germination rate in lavender as well. In contrast, carbonated water application negatively affected both germination and seedling development in both species.

In conclusion, the controlled use of vermiwash as both a pre-treatment and irrigation solution was found to be a sustainable and environmentally friendly practice that enhances germination success and early seedling development in basil and lavender seeds.

Keywords: Germination, seedling development, *Ocimum basilicum* L., *Lavandula angustifolia*, liquid vermicompost.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

ANKARA ULUS KENTİNİNİN GEORGE R. R. MARTIN ATEŞ VE KAN ROMANIYLA EKFRASTİK GÖRSELLEŞTİRİLMESİ

Betül ÖZDEMİR [1], Prof. Dr. Arzu ÖZEN YAVUZ [2]

[1] Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı,

25831101032@gazi.edu.tr - 0009-0008-9263-7266

[2]Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı,

arzuozen@gazi.edu.tr - 0000-0002-7197-289X

ÖZET

Kökeni Antik Yunan'a dayanan eksfrasis kavramı sözlü anlatımların görselleştirilmesi adımında başta edebiyat olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. Mimarlık alanında ise bir mekânın tasvirinin insan zihninde oluşturacağı anlamı değerlendirmek açısından eksfrastik anlatım kullanılabilmektedir. Bu çalışmanın amacı edebi bir metnin farklı mimari temsiller boyutu ele alınarak gerçek bir mekân üzerinden eksfrastik olarak görselleştirmesi ve bu iki farklı mekânı bir araya geldikleri imgeler açısından incelemektir. Çalışma kapsamında değerlendirilmek adına George R. R. Martin'in 2018 yılında yayınlanmış Ateş ve Kan adlı eseri seçilmiştir. Eserde anlatımı geçen Ejderha Kayası adasının gerçek bir mekanla ilişki kurarak eksfrastik olarak görselleştirilmesi adımında Ankara'nın tarihi Ulus kenti seçilmiştir. Birbirinden farklı bu iki mekân farklı şekilde görselleştirilerek tek bir mekân bağlamında ele alınmaya çalışılmıştır. Çalışmada edebi eserden alınan mekânsal temsiller Ulus'un kendisine ait tarihi dokusuyla karşılaştırılarak mekanlar arasında anlam ilişkileri kurulmuştur. Mekânsal ve imgesel bağlamda kurulan bu ilişkiler çalışma çerçevesinde ilk olarak kolaj yöntemiyle görselleştirilmiştir. Metindeki mekânsal anlatımların parçalanması ve Ulus kentiyle kurulan anlam ilişkileri doğrultusunda ilk görsel elde edilmiştir. İkinci aşamada ise birbirleriyle ilişkilendirilen bu iki mekân kurgusunun yapay zekâ yardımıyla adım adım görselleştirilmesi yapılmaktadır. Yapay zekâ yoluyla görselleştirme yapılırken kullanılan adımlar mekanlardaki temsiller yoluyla ele alınmıştır. Bu aşamalar sonucunda edebi bir mekân kurgusunun gerçek bir mekân bağlamında iki farklı şekilde görselleştirilmesi elde edilmiştir fakat iki görsel aynı anlatımdan yola çıkılarak elde edilmiş olsa da sonuç ürünü 2 farklı görselden oluşmaktadır. Böylelikle çalışmada anlatımdaki mekânsal unsurların farklı eksfrastik görselleştirme yöntemlerinde farklı sonuçlar ortaya çıktığı görülmektedir. Bu çalışmanın sonucunda kolajın daha öznel bir eksfrastik görselleştirme alanı sunarken yapay zekanın kontrolü zor yapısının görsellin gerçekliğe yakınlığını azalttığı sonucuna ulaşılmaktadır. Kısacası eksfrastik düşünce sadece anlatısal metne bağlı değil mimari temsillere de bağlı olarak gerçekleşen bir süreçtir ve bu mimaride geniş bir tartışma konusu ortaya çıkarmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Eksfrasis, Yapay Zekâ, Mimari Temsil, Kolaj, Ateş ve Kan

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

1. GİRİŞ

Mimarlık eğitimi mimari düşüncenin alternatif bir üretim alanı arayışına oldukça önem vermektedir. Ekfrasis de bu üretim alanında mimarlara yol gösteren bir görselleştirme türü olarak görülebilir. Kökeni Antik Yunan'a dayanan eksfrasis kavramı; sözlü anlatımların görselleştirilmesi olarak ele alınmaktadır. Başta edebiyatçılar olmak üzere birçok alanda kullanılabilmektedir. Mimarlık bağlamında da mekân anlatımlarının insan zihnindeki imgesine yönelik olarak görselleştirilmesine yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada ana hedef bir edebi eser anlatımının Ankara Ulus kenti bağlamında nasıl bir araya geldiği incelemektir. Ulus'un içerisinde bulunan birbirinden farklı birçok tarihi dokunun bir fantastik kurgu romanında yer alan kent dokusuna hangi açılardan anlam kazandırabileceği ve hangi unsurun kent ve kurgusal mekân arasında bir araya getirilebileceği araştırılmıştır. Çalışma süreci öncelikle araştırma kapsamında incelenecek olan edebi eseri seçmek ve sonrasında bu edebi eserden seçilecek olan kurgusal mekânın kendisine ait unsurları belirlemektir. Daha sonrasında Ulus'un tarihi dokusunun kurgusal mekâna anlatımına uygun bir şekilde bu iki mekân iç içe çalışacak şekilde kolaj yöntemiyle görselleştirilmiştir.

Bu çalışma için fantastik kurgu türünden *George R. R. Martin* tarafından 2018 yılında kaleme alınmış *Ateş ve Kan* adlı eseri seçilmiştir. *Ateş ve Kan* yazarın özellikle son dönemlerde oldukça popülerleşmiş kitap ve dizi serisi olan *Taht Oyunları'*na ek olarak yazılmış bir eseridir. Bu eserde yer alan; *Taht Oyunları'*nda da bahsedilen 7 farklı krallığın kent yapıları ve bu farklı krallıklara ait gelenek ve kültürlerin kentin yapısını nasıl değiştirerek şekillendirdiği konusu mimari açıdan dikkat çekmektedir. Ayrıca *Taht Oyunları* serisine kıyasla bu kitaba dair sanal ortamda daha az içerik bulunması bu kitabın görselleştirilmesi yolunda daha özgün bir bakış açısı katmaktadır. Bu sebepler ışığında ders kapsamında incelemek adına *Ateş ve Kan* adlı edebi eser seçilmiş ve çalışmalar yapılmıştır.

Bu eser seçildikten sonra kitaptan yola çıkılarak tekrardan tasarlanacak ve incelenecek mekân olarak kitapta ejder lordlarının hüküm sürdüğü *Ejderha Kayası Adası* tercih edilmiştir. Eserde adanın tasvirlendiği anlatımlar bir araya getirilerek bir metinde toplanmıştır. Bu metin çerçevesinde kurgusal mekâna ait unsurlar tablolaştırılmaya çalışılmıştır. Ulusa ait tarihi dokular da bir araya getirilerek tablo halinde sunulmuş ve gerçek olan mekân kurgusal mekâna altlık oluşturarak bir görselleştirme ortaya çıkartılmıştır.

Bu görselleştirmenin metinsel çerçevesi kullanılarak yapay zekâ yoluyla tekrar görselleştirilmiş ve yapay zekanın oluşturduğu görselin hangi aşamalarda istenilen ürüne ulaştığı ve hangi unsurların istenilen sonuçtan uzaklaştığı kolajla kıyaslaması yapılarak incelenmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Ekfrasis

Kökeni Antik Yunan'a kadar giden "ekphrasis" kavramı Yunancada "ek" veya "ec" kelimesi ile "phrazein" kelimelerinin bir araya gelmesiyle oluşmuştur. "ek" veya "ec" kelimesi, "dışarı", "-den dışarı", "dışarıda", "-den çıkma" "phrazein" ise "söylemek, açıklamak, duyurmak, konuşmak" anlamlarına gelir (Toprak, 2020: 7). Homeros'un Truva Savaşı'nı anlattığı ünlü destanı İlyada'da yer alan

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Akhilleus'un kalkanının anlatımı çoğunlukla ilk örnek olarak kabul edilmektedir (Kaya, 2016: 20).
1995 yılında ilk defa Spitzer tarafından eksfrasis kavramı edebiyata dahil edilmiş; ‘‘duyularla algılanan sanat eserlerinin sözlü mecrada yeniden üretimi’’ olduğunu ifade etmektedir (Webb, 2009: 33).

2.2. Kolaj

Kolaj, birçok sanat dalında bir anlatım yöntemi olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada da kolaj; bir metnin görselleştirilmesi adımında bir anlatım biçimi olarak kullanılmaktadır. Kolaj ilk olarak bir asamblaj türü olarak 20. Yüzyıl sanatında Kübistler tarafından ortaya çıkmıştır. Kolaj; elde mevcut her türlü organik veya inorganik hazır ürün alınarak yeni bir bağlama hizmet edecek doğrultuda, ürünlerin bir kurgusallık oluşturularak bir araya gelmesi yoluyla elde edilmektedir (Ergün, 2012: 5). Wang ve arkadaşları (2006) kolajı şu şekilde ele almışlardır; ‘‘resim kolajı, bir grup görüntünün görsel özetini oluştururken, görünür görsel bilgileri en üst düzeye çıkarır.’’

2.3. Yapay Zekâ

Yapay zekâ kavramının ilk olarak ele alınması 1956 yılında Darthmouth’ta, bu alanda yapılan çeşitli araştırmaların ardından John McCarthy tarafından ifade edilmiştir (Russell ve Norvig, 2010: 17). Yapay zekanın uzun vadedeki hedefi insanların yapabileceklerini en az insanlar kadar hatta insanlardan daha iyi şekilde yapabilecek makineler geliştirmektir (Nilsson, 1998: 9). Yapay zekâ etkileşimlerinin çıktı kalitesi büyük oranda komutların nasıl ifade edildiği ile ilişkilidir (MIT, 2025). Kalliteli çıktılar almak adına etkili Prompt yani açıklama yazımı oldukça büyük önem taşımaktadır ve Prompt yazımına bağlı olarak ürün çıktısı gelişmektedir. Bunun sebebi ChatGPT gibi yapay zekâ sistemlerinin doğal dil işleme ve ‘‘makine öğrenimi’’ olarak iki teknolojinin birleşmesi ile oluşmasıdır. (Mollick, 2023).
Bu çalışmada yapay zekâ görselleştirmesi adımında Gemini kullanılmaktadır. Gemini Google’ın bir projesi olarak yapay zekâ ve makine öğrenimi alanını temsil etmektedir. Gemini doğrudan bir görüntü üretemese de Google’ın geniş veritabanını kullanarak metin komutlarına bağlı olarak görseller oluşturabilmektedir (Chakraborty&Howard, 2025: 2).

2.4. Ankara Ulus Kenti

Hititlilerin Ankara’ya ilk yerleşenler olduğu düşünülmektedir. Başkentleri Hattuşa Ankaranın yaklaşık 200 km doğusunda bulunmaktadır. (Günay, 2012; 3). Ankara farklı yüzyıllarda Anküra, Ankira, Ancyr, Ancyra, Ankura, Ankuriya, Angur, Enguru, Engürü, Engüriye, Angara, Angorah, Angora ve Osmanlı Devleti’nde Ankara olmak üzere birbirinden farklı fakat benzer birçok isim ile anılmıştır (Aktüre, 2000; 4). Günümüzde Turkiye Cumhuriyet’inin başkenti olarak yer almaktadır.
Başkentlik kararının verilmesi süreci iki aşamalı olarak gerçekleşmiştir. İlk olarak Ankara, Kurtuluş Savaşının merkezi olarak seçilmiş, savaşın kazanılmasından sonraki

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

aşamada ise yeni Türk devletinin Millet Meclisi'ne ev sahipliği yapmış daha sonrasında ise başkentlik fonksiyonları Ankara'ya devredilmiştir (Akçura, 1971).

Ulus Meydanı, Ankara'nın en önemli meydanlarından birisidir**.** Ankara'nın Cumhuriyetin başkenti olmasından sonra başkentlik görevleri sebebiyle hızla gelişmeye başlamasıyla, yönetimde gerekli duyulan yapılar için seçilen alanlar, kentte meydan oluşumunu belirlemiştir. Kurumsal yapıların Ulus'ta yer alması sebebiyle Cumhuriyetin ilk yıllarında Ulus; politikacılar, aydınlar ve sanatçılar tarafından yoğun olarak kullanılan bir merkez haline gelmiştir (Bayraktar, 2013; 22).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı Ateş ve Kan romanında bahsi geçen Ejderha Kayası'nın Ankara Ulus kenti bağlamında görselleştirmesini yapmak ve daha sonra bu görselleştirmenin yapay zekâ aracılığıyla görselleştirilerek birbirlerinden hangi noktalarda farklılaştığını incelemektir. Görselleştirme adımları iki şekilde çeşitlendirilmektedir. İlki metnin parçalanması yöntemiyle Ankara Ulus kentindeki mekanlarla metindeki mekanların birbirleriyle ilişkilendirilmesi ve kolaj yoluyla ele alınmasıdır. Daha sonrasında parçalanan metin bir yapay zekâ aracılığıyla aşama aşama üstüne Ulus kentsel tarihinden referans verebilecek görsel dokular eklenerek görselleştirilmesidir.

3.1. Kolaj Yöntemiyle Eksfrastik Görselleştirme

İlk olarak edebi eser bağlamında Ejderha Kayası anlatımı kitaptaki anlatımlardan yola çıkılarak tek bir metin çerçevesinde aşağıdaki gibi ele alınmıştır:

Ejderha Kayası Okuyucu Anlatımı:

"Duman tüten bir dağın alt kısmında neşesiz bir ada hisarıydı Ejderha Kayası. Ada en iyi zamanlarda bile rutubetli ve kasvetli bir yerdi ve güz mevsiminde güçlü rüzgarlarıyla fırtınaları eksik olmazdı. Okyanusun ortasında adaya doğru yol alırken tepede kocaman taş bir kale dikkatimi çekmişti. Bir sürü kayalıktan oluşmuş adanın içerisinde kendisine çok güzel bir yer edinmişti kale. Adaya ilk indiğimde sisle karışık dumanların arasından tepede yer alan taştan kaleye gözüm ilişmişti. Saldan indikten sonra yukarı kaleye doğru yürürken etrafta bulunan dokunsan parçalanacak yanmış koyun postları karşıma çıkıyordu."

Ulus Anlatımı:

"Ankara'nın Ulus kenti; şehrin tarihi açıdan birçok katman bulunduran bölgelerinden birisidir. Bünyesinde Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı olmak üzere birçok medeniyete ve döneme ait birçok iz barındırmaktadır. Özellikle Erken Cumhuriyet dönemiyle birlikte Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluş sürecinde oldukça önemli bir merkez haline gelmiştir. Şehre ilk adım atılan yer olan Gar'ın konumu dolayısıyla bir aks doğrultusu üzerinde yer alan Birinci ve İkinci Türkiye Büyük Millet Meclisi binaları, şehre gelen büyükelçilerin konaklayabilecekleri Ankara Palace, yabancıların konaklayabilecekleri birden çok konut yapısı, en tepede yer alan Ankara Kalesi ile birlikte kentin bu bölgesi sadece bir merkez değil aynı zamanda siyasal ve kültürel

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

bir odak haline gelmiştir. Cumhuriyet'in ilk yıllarından itibaren kentin yönetim ve ticaret merkezi olan Ulus günümüzde de Ankara'nın tarihsel sürecini yansıtan bir kent parçası olarak değerlendirilmektedir. "

Bu anlatılar ışığında Ulus kentinden kolaja yardımcı olarak kullanılacak tarihi görsel dokular kurgusal mekâna verecekleri mekânsal ilham doğrultusunda Çizelge 1'de gösterildiği gibi düzenlenmiştir.

Çizelge 1. Ulus Tarihi Kentsel Görsel Dokularının Ejderha Kayası Mekânsal Unsurları ile İlişkendirilmesi

Ankara Ulus Kenti Tarihi Mekânsal Unsurları	**Ateş ve Kan Ejderha Kayası Kurgusal Mekân Unsurları**	**Ankara Ulus Kentsel Tarihi Görsel Dokuları**
Ulus'un yukarısında yer alan tarihi Ankara Kalesi	Adanın en tepesinde yer alan bacasından duman tüten devasa taştan bir kale	
Ulus Balık Hali	Adaya gelen balıkların satıldığı bir balık pazarı	

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Sobacılar Çarşısı	Saraya ait metallerin dövüldüğü bir atölye	
Ulus Sokakları	Adaya doğru çıkan yoldaki patikalar	
Soğan Kubbeli yapılar	Ejderha puluyla yapılmış çatıları olan yapılar	

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Ulus'a ait bu tarihi dokular Çizelge 1'de de görüldüğü üzere Ejderha Kayasının Okuyucu Anlatımı çerçevesine eklenerek kurgusal mekâna kentsel ölçekte geniş bir bakış açısı kazandırılmaya çalışılmıştır. İlk olarak adadaki kale Ulus'un silüetine yukarıdan bakan konumuyla Ankara kalesi olarak ele alınmaktadır. Kent hafızasına birçok açıdan etki eden tarihi Ulus Balık hali adaya gelen deniz ürünlerinin satıldığı bir balık pazarı olarak, yıllardır işlevi ve konumu değişmeyen Sobacılar çarşısı kaleye ait gündelik yaşam ve savaş gereçlerinin dövüldüğü bir atölye olarak, Ankara kalesine doğru çıkan yolda yer alan birbirinden çeşitli sokaklar adaya doğru çıkan patikalar olarak ve Erken Cumhuriyet döneminden kalmış soğan kubbeli yapılar ise adeta ejderhaların pullarıyla şekillenmiş çatıları olan binalar olarak düşünülmüştür. Oluşturulan ilişkiler doğrultusunda Ulus'tan alınan bir görselin üzerine kalenin olduğu konuma bir kale, etrafta kayalık yollar, yolların çevresine patikalar, soğan kubbeli/pullu yapılar eklemlenerek bir kolaj çalışması oluşturulmuştur.

Görsel 1. *Ejderha Kayası*'nın Ankara Ulus düzleminde kolaj yoluyla yeniden görselleştirilmesi

3.2. Yapay Zekâ ile Eksfrastik Görselleştirme

Bu aşamada Ulus kenti kitaptaki Ejderha Kayası anlatımı ile birlikte tekrar ele alınarak kitabın diliyle bir kent tasviri yazılmıştır. Bu anlatım için bir önceki aşamada tabloda belirtilen kent

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

unsurlarının kitaptaki dile uygun olarak mekânsal bağları kurulmuş ChatGPT'ye okuyucu anlatımı verilerek ondan bir Ejderha Kayası-Ulus kent metni oluşturması istenmiştir.

ChatGPT Promptu:
''Bu metinlerden yola çıkarak bir adayı düşündüğün zaman bu adanın ankaranın ulus kentine yansıtılması nasıl olabilir? Ulus halindeki balık pazarının adaya gelen balıkların satışa sunulduğu yer olduğunu, anafartalardaki sobacıların saraya dair metal aletilerinin üretildiği bir atölyeler bölgesi olduğunu düşün.''

Ejderha Kayası ve Ulus Kenti'nin Birleştirilmiş Anlatımı:
"Gri bir sabah Ulus'a adım attığım anda şehrin üzerindeki ağırlık hemen hissediliyordu. Sokaklar sanki Ankara'nın değil, sisle kaplı uzak bir taş adanın nefesiyle dolmuştu. Ulus Hali'ne yaklaştıkça balık pazarının buğusu deniz değil, yer altındaki lav odalarının sıcaklığı gibi havaya karışıyor; balıkçıların sesleri sisin içinde bir sahil uğultusu gibi yankılanıyordu. Anafartalar'a ilerlediğimde sobacıların arasından yükselen çekiç sesleri, sıradan metal işçiliğinin değil, karanlık bir sarayın ağır kapılarının dövüldüğü hissini veriyordu. Sokakların üzerinde biriken duman Ulus'u, taş bir adanın ateşli nefesiyle örüyordu. Meydana vardığımda Ulus'un tanıdık görüntüsü bile değişmişti. Gri gökyüzü heykelin gölgesini daha keskin gösteriyor, kaleye doğru uzanan yollar mağara tünelleri gibi kararıyordu. Kale ise bir anıt değil, sis ve dumanla çevrili kadim bir hisar görünümündeydi. Kalenin içine girdiğimde taş duvarların rutubeti, dar koridorların karanlığı ve içerideki ağır hava beni adanın derinliklerine oyulmuş bir mağaranın içinde yürüyormuşum gibi sarıp sarmaladı. Sonunda ulaştığım küçük oda bile soğuk taşlarına gömülmüş karanlıkla nefes alıyordu. Ve o anda anladım: Ben başka bir adaya gitmemiştim—ada çoktan Ulus'un içine çökmüştü. Şehir kendi taşlarının altında gizli, karanlık bir dönüşüm geçiriyor; sisli ve ateşli bir ada gibi yeniden şekilleniyordu. "

Bu metin doğrultusunda Gemini üzerinden adım adım bir görselleştirme gerçekleştirilmiştir. İlk olarak boş bir Ulus kent altlığı elde edilmiş ve Gemini'a Ulus'a ait görsel ögeler ve metinle ilişkili komutlar girilerek görsel oluşturulmuştur.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Görsel 2. *Ejderha Kayası*'nın Ankara Ulus düzleminde yapay zekâ yardımıyla yeniden görselleştirilmesi

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışma eksfrasis kavramının bir edebi mekânın görselleştirilmesi aşamasında mimari temsillerinin nasıl ele alındığını Ankara Ulus kenti üzerinden incelemektedir. Kurgusal ve fantastik bir bakış açısıyla ele alınan George R. R. Martin'in Ateş ve Kan romanından seçilerek tekrar metinleştirilen Ejderha Kayası'nın; Ulus kenti bağlamında eksfrastik bir görselleştirme sürecine gidilmiştir. Bu süreçte kolaj ve yapay zekâ kullanımıyla iki farklı görselleştirme aracı kullanılmış ve aynı ögeler ve anlatılar kullanılmasına rağmen farklı yöntemlerin aynı unsurları farklı olarak yansıttığı görülmüştür. Böylelikle edebi anlatımdan yola çıkarak mimari temsil yöntemleri ve dijital üretim aracılığıyla çok katmanlı birer tasarım süreci elde edilmiştir.

Çalışma sonucunda aynı kurgusal anlatımlardan iki farklı görsel elde edildiği görülmektedir. İlk yöntem olan kolaj yoluyla görselleştirme aşamasında okuyucu olarak daha öznel ve bilinçli seçimler doğrultusunda bir görsel oluşturulmuştur. Ulus'a ait mekânsal unsurlar Ejderha Kayasının anlatımı ile bağdaşacak şekilde seçilerek görsele eklenmiştir. Bu da Ulus'un çeşitli katmanlarının daha bütüncül ve kontrollü bir şekilde bir araya gelmesini sağlamaktadır. Bu bağlamda kolaj okuyucunun öznel yorumunu ve kişisel tasarım kararlarını doğrudan aktardığı bir eksfrastik görselleştirme aracı olarak kullanılmıştır.

Yapay zekâ destekli eksfrastik görselleştirme sürecinde ise metin yapay zekaya adım adım işletilmiş, ögeler teker teker eklenmiş olmasına rağmen kontrollü bir görselleştirme elde

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

edilememiştir. Bu sebepler ışığında Ulus'un mekânsal dokusunu yapay zekâ görseli üzerinden tam olarak okumak zorlaşmaktadır.

Bu iki farklı yöntem ışığında elde edilen sonuçlar doğrultusunda eksfrastik görselleştirme sürecinin sadece metin bağlamında sınırlı kalmayıp tercih edilen temsil biçimiyle farklılaştığı ve zihinsel imgeye farklı mekânsal okumalar sunduğu görülmektedir. Kolaj yöntemi daha öznel ve kontrolcü bir bakış sağlarken yapay zekâ daha kurguya yakın ve istenilenden uzak bir bakış açısı vermektedir.

Bu sonuçlar doğrultusunda bu çalışma edebi mekân anlatısının eksfrastik dönüşümü sürecinde kullanılabilecek mimari temsil ve mekânsal unsurların anlamları açısından zengin bir tartışma alanı sunmaktadır.

.

KAYNAKÇA

[1] Akçura, T. (1971). Ankara. Ankara: ODTÜ Yayını.

[2] Aktüre, S. (2000). 16. Yüzyıl Öncesi Ankara'sı Üzerine Bilinenler. O. A. Vakfı içinde, Tarih İçinde Ankara (s. 4). Ankara.

[3] Bayraktar, N. (2013). Tarihe eş zamanlı tanıklık: Ulus ve Kızılay meydanlarının değişim süreci. Ankara Araştırmaları Dergisi (Journal of Ankara Studies).

[4] Chakraborty, C., & Howard, A. M. (2025). Unveiling occupational gender bias in AI: A comparative analysis of text-to-image generation in ChatGPT and Gemini. In Proceedings of the IEEE International Symposium on Ethics in Engineering, Science, and Technology (ETHICS 2025). IEEE.

[5] Ergün, C. (2012). Temel sanat eğitiminde ve çağdaş sanatta kolaj-fotomontaj, Sanat-Tasarım Dergisi, 1(3), 5–19.

[6] Günay, B. (2012). Ankara Spatial History. AESOP 2012 Kongresi, (s. 3). Ankara. https://sozluk.gov.tr/. (2022). TDK.

[7] Kaya, N. (2016). Evliyâ Çelebi'nin Seyahatname'sinde Görsel Sanat Eserlerinin Tasviri: Ekfrastik Bir Yaklaşın. Ekonomi ve Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi. İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi.

[8] MIT Sloan Teaching & Learning Technologies. (2025). Effective prompts for AI: The essentials. (Erişim Adresi: https://mitsloanedtech.mit.edu/ai/basics/effective-prompts/)

[9] Mollick, E. (2023). How to use AI to do practical stuff: A new guide. One Useful Thing. (Erişim Adresi: https://www.oneusefulthing.org/p/how-to-use-ai-to-do-practical-stuff)

[10] Mollick, E. (2023). How to use ChatGPT to boost your writing. One Useful Thing. (Erişim Adresi: https://www.oneusefulthing.org/p/how-to-use-chatgpt-to-boost-your)

[11] Mollick, E. R., & Mollick, L. (2023). Assigning AI: Seven approaches for students, with prompts (The Wharton School Research Paper). University of Pennsylvania.

[12] Nilsson, N. J. (1998). Artificial Intelligence A New Synthesis, China: Morgan Kaufmann Publishers, China Machine Press.

[13] Öztürk, S. (2023). Kent morfolojisi kapsamında Ankara-Ulus "Harik Mahali (Anafartalar–Hisarpark arası)" bölgesinde mekânsal değişimlerin incelenmesi [Yüksek lisans tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Kentsel Tasarım Programı]. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.

[14] Russell, S., & Norvig, P. (2010). Artificial Intelligence: A Modern Approach, USA: Prentice Hall Series.

[15] Wang, J., Sun, J., Quan, L., Tang, X., & Shum, H.-Y. (2006). Picture collage. In Proceedings of the 2006 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2006) (pp. 347–354). IEEE. https://doi.org/10.1109/CVPR.2006.68

[16] Webb, R. (2009) Ekphrasis, Imagination and Persuasion in Ancient Rhetorical Theory and Practice, Burlington, Ashgate Publishing Company.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

KENTSEL KATMANLARIN İZİNDE: ANKARA ANAFARTALAR CADDESİ'NİN GÖRSEL TEMSİLLERİ

CANSU ŞAVKIN [1], Prof. Dr. ARZU ÖZEN YAVUZ [2]

[1] Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı,

25831101034@gazi.edu.tr-0009-0001-1537-3489

[2] Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, arzuozen@gazi.edu.tr-

0000-0002-7197-289X

ÖZET

Ekfrasis ''dışarı'' anlamına gelen ek ve ''konuşmak'' anlamına gelen phrasis kelimelerinin birleşmesi ile oluşmuş bir kelimedir. Tarihsel süreçte görsel öğelerin sözlü biçimde ifade edilmesi olarak kullanılmıştır. Resmin şiirsel olarak anlatımı şeklinde de tanımlanmıştır. Ekfrastik anlatım ile görseller üretilerek anlatının kişinin zihninde var olması ve kişinin anlatıyı algılayabilmesi sağlanabilmektedir. Mimaride birçok görsel anlatım türü kullanılmaktadır. Kolaj üretimi, mimari anlatımı güçlendiren bir mimari temsil aracıdır. Kolaj, farklı biçimleri bir araya getirerek, mimarlık ve kentsel mekânların tasarımında farklı biçimlerin, malzemelerin birbiriyle oluşturduğu ilişkileri açıklamak için kullanılabilmektedir. Mimari temsil alanında da insanlara mekânları, çevreyi ve kenti anlatabilmek için ekfrastik anlatımdan ve kolaj üretimlerinden faydalanılabilir. Bu çalışmada görselden yazıya bir anlatım türü olan ekfrasisin; tam tersi olan yazıların görselleştirmesi (text to image) yöntemi kullanılmıştır. Çalışma üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Öncelikle Orhan Pamuk'un Kafamda Bir Tuhaflık adlı romanından ilham alınarak, romanın anlatım tekniği ve ifade türü kullanılarak Ankara Ulus Anafartalar Caddesi'nde geçen Zaman Gezileri adlı bir hikâye yazılarak romandan hikâyeye sözel temsilde ekfrasis incelenmiştir. Romanın hikaye anlatımına dönüşmesi, daha sonrasında da hikayenin kolaj çalışmasına dönüşmesi amaçlanarak Zaman Gezileri adlı hikaye için kolaj çalışması yapılmıştır. Günümüz de gelişen teknolojiyle birlikte, ekfrasisin dijital dönüşümü de göz önünde bulundurularak yapay zekâ araçları aracılığı ile de Zaman Gezileri hikâyesi görselleştirilmiştir. Bu sayede hikâyeden dijital temsile yapay zekâ ile ekfrasis yapılmıştır. Çalışmada kolaj üretim aşamalarının ve yapay zeka ile üretim aşamalarının görselleştirilmesi yöntem olarak kullanılmıştır. Çalışmanın amacı hikâye anlatımının görselleştirilme sürecini analiz edebilmek ve Ankara kentini algılayıp deneyimleyerek çok katmanlı bir görselleştirme sağlayabilmektir. Sonuç olarak çalışmada, mimarlıkta anlatı temelli, sözel olarak ve dijital araçlarla desteklenen üretim süreçlerinin bir yöntem olarak kullanılabileceği ancak insan yaratıcılığının yorumlayıcı niteliğinin hâlâ belirleyici bir faktör olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Ekfrasis, Yapay Zekâ, Mimari Temsil Yöntemi Kolaj, Hikâye Görselleştirme, Dijital Temsil

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

IN THE FOOTSTEPS OF URBAN LAYERS: VISUAL REPRESENTATIONS OF ANKARA'S ANAFARTALAR STREET

CANSU ŞAVKIN [1], Prof. Dr. ARZU ÖZEN YAVUZ [2]

[1] Gazi University, Institute of Science and Technology, Department of Architecture,
25831101034@gazi.edu.tr-0009-0001-1537-3489

[2] Gazi University, Institute of Science and Technology, Department of Architecture,
arzuozen@gazi.edu.tr- 0000-0002-7197-289X

ABSTRACT

Ekphrasis is a word formed by combining the words "ek," meaning "outside," and "phrasis," meaning "to speak." Historically, it has been used to express visual elements verbally. It has also been defined as the poetic expression of a picture. By producing visuals through ekphrastic narration, the narrative can exist in the individual's mind and become perceptible to the viewer. Many types of visual expression are used in architecture. Collage production is an architectural representation tool that strengthens architectural narration. By bringing together different forms, collage can be used to explain the relationships between different forms and materials in the design of architecture and urban spaces. In the field of architectural representation, ekphrastic expression and collage production can be used to explain spaces, the environment, and the city to people. In this study, the method of visualizing texts from written form (text to image) was used, which is the opposite of ekphrasis, a type of narration from visual to written form. The study was conducted in three stages. First, inspired by Orhan Pamuk's novel ''Kafamda Bir Tuhaflık'', a story titled ''Zaman Gezileri'' set on Anafartalar Street in Ulus, Ankara, was written using the novel's narrative technique and mode of expression, and ekphrasis in verbal representation from novel to story was examined. With the aim of transforming the novel into a narrative and subsequently translating the narrative into a collage, a collage study was produced for the story titled ''Zaman Gezileri.'' With today's developing technology, and taking into account the digital transformation of ekphrasis, the Zaman Gezileri story has also been visualized through artificial intelligence tools. In this way, ekphrasis was performed from the story to the digital representation using artificial intelligence. In the study, visualization methods were used as a technique to illustrate the stages of collage production and production using artificial intelligence. The purpose of this study is to analyze the visualization process of storytelling and to achieve a multi-layered visualization by perceiving and experiencing the city of Ankara. In conclusion, the study found that narrative-based production processes, supported by verbal and digital tools, can be used as a method in architecture, but the interpretive nature of human creativity remains a decisive factor.

Keywords: Ekphrasis, Artificial Intelligence, Architectural Representation Method-Collage, Storytelling Visualization, Digital Representation

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

1.GİRİŞ

Kökeni Antik Yunan'a dayanan ekfrasis kavramı, görsel bir eserin sözcükler ile bir resim gibi tasvir edilip anlatılma sanatıdır. Tarih boyunca resim ve şiir arasındaki ilişkiden beslenmiş ve zamanla kullanımı ve önemi artmıştır. Ekfrastik anlatım ile görsellerin insanlar üzerinde oluşturduğu etki ve eserin barındırdığı duyguların insana geçişi ve algılanması arttırılmaktadır. Ekfrasis aracılığıyla insan zihninde, görsel eserin sözlü anlatımlarla desteklenmiş bir görsel temsili oluşmaktadır.

Kolaj, bir mimari temsil yöntemidir. Aynı zamanda düşünsel ifadelerin görsellerle bir araya getirilerek ifade edilmesidir. Farklı görsellerin ve imgelerin bir araya getirilerek oluşturduğu bu katmanlı yapı mimari mekânların ve kentlerin tanımlanmasında algılanmasında ve ifade edilmesinde kullanılmaktadır. Kolaj tasarımcının zihninin somut ve görsel olan bir esere dönüşmesini sağlayarak mimari anlatımı güçlendiren, insanlarda ki etkisini arttıran bir temsil yöntemidir. Kolaj, ortaya çıktığı dönem içerisinde ve ilerleyen dönemlerde çeşitli şekillerde üretilerek, çok katmanlı, etkili bir görsel ifade aracı haline gelir. Kolajın güncel pratiklerine bakıldığında ise, kökeninde olduğu gibi parça, bütün ilişkisine dayalı, harekete geçirici, vurucu, bununla birlikte teknolojinin sağladığı geniş yollar aracılığı ile uygulama yöntemleri ve ortamlar açısından zenginleşmiş ve ilerleme göstermiş olduğu görülür. (Kılıçoğlu, 2024). Bu çalışmada da mimari kolaj (görsel temsil) yöntemi kullanılarak (yazıdan görsele) Zaman Gezileri hikayesi, Ankara kentinin kültürel mirası ve toplumsal hafızada edindiği yer göz önünde bulundurularak kolaj tekniği ile hem insan hem de yapay zeka araçları kullanılarak görselleştirilmiştir.

Orhan Pamuk, gençliğinde resim sanatına ilgi duymaktadır ve ressam olmak istemektedir ancak o daha sonra ressamlık yerine yazar olmayı tercih etmiştir. Yazarlığı tercih eden Pamuk, resim sevdasını asla terk etmez tam tersine bu sevdasını boyadan çok sözcüklerle ifade etmeye başlar ve adeta sözcüklerle resim çizer.(Şimşek,2022) Eserlerinde betimleyici ifadeler yer vererek romanlarındaki mekânların insanların zihninde algılanabilirliğini arttırır.

Orhan Pamuk'un Kafamda Bir Tuhaflık adlı romanında, bozacı Mevlut'un 1960'lı yıllardan 2012 yılına kadar İstanbul sokaklarında bozacılık, yoğurtçuluk gibi pek çok iş yaparak İstanbul kentinin değişimine ve dönüşümüne tanıklık etmesi anlatılmaktadır. Roman, İstanbul'u yani kenti sadece mekân olarak kullanmayıp, kentsel dokuyu karakterlerin iç dünyalarıyla iç içe geçirerek çok katmanlı bir anlatı sunmaktadır. Bu nedenle çalışmada, kentsel mekân ile karakterlerin bir bütün olarak değerlendirilmesi ve kentin değişim ve dönüşümünün karakter ile içe içe yansıtılmasından dolayı Zaman Gezileri hikâyesi Orhan Pamuk'un Kafamda Bir Tuhaflık adlı romanı ile ilişki kurarak yazılmıştır. Zaman Gezileri hikâyesi romanın hikâye anlatımına dönüştüğü romandan hikâyeye bir ekfrastik anlatım türüdür.

Zaman Gezileri hikâyesi, Ankara Ulus Anafartalar Caddesi'nde geçmektedir. Ankara'nın toplumsal hafızası, kültürel mirası ve bir kentin geçmiş ve gelecekle kurduğu ilişkiyi anlatmaktadır. Hikâyede ki karakter hem geçmişte hem de gelecekte Ankara kentini deneyimleyerek; kent mekânının duyusal, tarihsel ve görsel katmanlarını görünür kılmaktadır. Hikâyede karakterin kentle ve kentin zaman içinde geçirdiği değişim ve dönüşümle kurduğu

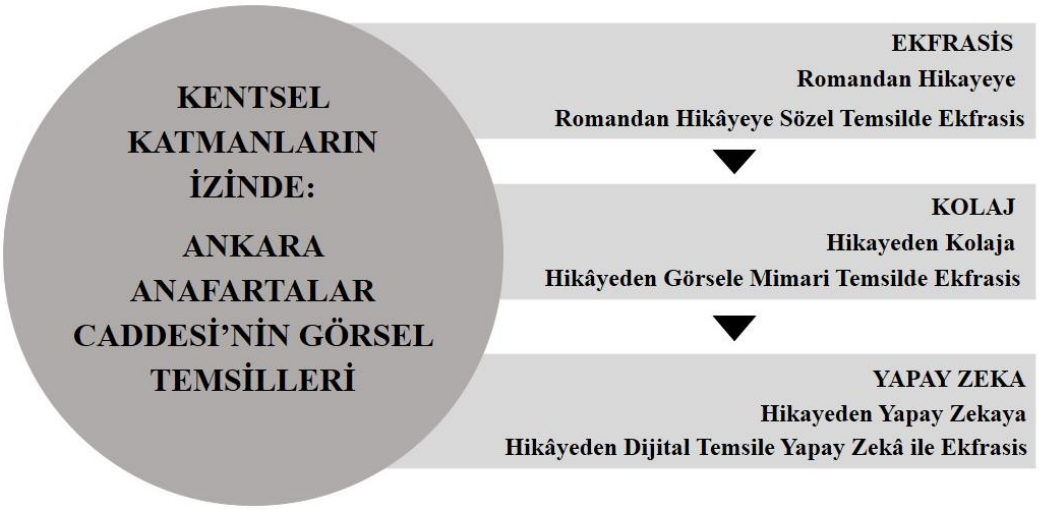
ISBN NR: 978-625-5694-71-3

ilişki anlatılmaktadır. Hikaye, kolaj tekniği kullanılarak görselleştirilmiş böylelikle kentin ve hikayenin görsel olarak algılanabilir olması sağlanmıştır.

Günümüzde yapay zekâ kullanımı giderek artmakta ve yapay zekâ ile mimari temsil yöntemleri hızla değişmektedir. Gelişen yapay zekâ teknolojileri, metinden görsele, görselden metine, görselden sese veya mekâna dönüşebilen çok katmanlı ve potansiyelli, temsil gücünü arttıran bir üretim biçimi yaratmaktadır. Ekfrasis dijital temsilde sadece bir anlatı ve temsil biçimi değil aynı zamanda bir tasarım aracıdır. Çalışmada hikâye anlatımının dijital ekfrasisi için yapay zekâ araçları kullanılmıştır. Bu sayede ekfrasisin dijital dönüşümü incelenmiştir.

2.YÖNTEM

Roman ve hikâye gibi sözlü anlatım türleri bu çalışmada metinden görsele uzanan üretim süreci ile çok katmanlı bir şekilde ele alınmıştır. Mimari kolaj ve yapay zeka araçları kullanılarak metinden görsele ekfrastik anlatım tekniği kullanılmıştır. Kafamda bir Tuhaflık romanı bir hikâye anlatımına dönüştürülerek Zaman Gezileri hikâyesi görselleştirilmiştir. Hikaye anlatımı kolaj temsil yöntemi ve yapay zeka araçları kullanılarak desteklenmiş ekfrastik anlatım görsel ve yazınsal olarak kuvvetlendirilmiştir. Çalışma 3 aşamada gerçekleştirilmiştir ve aşamalar (Görsel 1) de gösterilmiştir.



Görsel 1. Çalışmanın yöntemi

2.1 Romandan Hikâyeye Sözel Temsilde Ekfrasis

Orhan Pamuk'un Kafamda Bir Tuhaflık romanının anlatım tarzından yola çıkılarak okuyucunun Ankara Anafartalar caddesini kendi deneyimleri üzerinden yola çıkarak ve romanının artık bir hikâye anlatımına dönüşmesi durumunu göz önünde bulundurarak yeniden kurgulaması ve sözel olarak temsil etmesi sağlanmıştır. Çalışmada Ankara-Ulus Anafartalar

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Caddesi'ne gezi düzenlenerek okuyucunun kenti deneyimlemesi kentteki mekânları, cadde dokusunu, sokak seslerini ve gündelik yaşam akışını algılaması sağlanmıştır. Bu durumlar romanla ilişki kurarak kentlerin zamansal değişimi ve bu zamansal değişimin karakterle kurduğu ilişkiyi anlatan bir kentsel deneyim hikâyesi kurgulanmıştır. Zaman Gezileri hikâyesinde yıllar önce küçük bir çocukken Ankara'ya gelen bir adamın günümüzde Anafartalar Caddesi'ni deneyimlemesi ve ''hafızasında'' yer edinen eski Ankara ile yeni Ankara'nın kurduğu ilişkiyi algılaması ve deneyimlemesi anlatılmaktadır. Zamanın değişimi ve dönüşümü hikâyede, mekânların, sokakların caddelerin, seslerin, kokuların ve insanların değişimi ve dönüşümü üzerinden anlatılmaktadır. Hikâye, Anafartalar Caddesi'ni hem geçmiş hem de gelecek katmanlarını bir araya getirerek; mekânsal betimlemelerle duyusal ayrıntılarla ve kent deneyimleriyle yeniden kurarak ekfrastik bir sözel temsil aracı olmuştur. Zaman Gezileri hikayesi, çalışmanın sonraki aşamalarında yapılacak olan kolaj ve yapay zeka görselleştirmelerinin temelini oluşturmuştur. Zaman Gezileri hikâyesi aşağıda paylaşılmıştır.

''Adam yıllar önce babasıyla sadece bir kez gelmiş olduğu Ankara'nın sokaklarında yürüyordu. Yanlış hatırlamıyorsa 5- 6 yaşlarındaydı. Hey gidi hey diye geçirdi içinden. Babası bazen Ankara'nın sokaklarına ''kasvetli bir sessizlik içine gömülmüş'' derdi. Adam; o zamanlar bir çocukken babasının ne demek istediğini pek anlamazdı. Ama şimdi, *Anafartalar Caddesi*'nde yürürken, anlıyordu ne demek istediğini. Kent hala geçmişteki kasvete sahipti ama sanki artık daha gürültülüydü.

Babasıyla yıllar önce İstanbul'dan Konya'da ki bir köylülerinin Ankara'da ki evine ziyarete gelmiş ve evin inşaatına yardım etmişlerdi. Şimdi yıllar sonra adam yine o evin bulunduğu caddedeydi. Kalabalık bir caddeydi burası tıpkı geçmişteki gibi… Şimdi insanlar aceleciydi ama İstanbul'da ki kadar da bir acele yoktu hala bu caddede. Yürürken sanki hem geçmişte hem gelecekteymiş gibi hissetti kendini. Adam her zaman yürürken içinden tabelaları okurdu; Kuyumcu, *Elektrikçi, Anahtarcı, Sobacı ve Otel… Aynı geçmişteki gibiydi. O zamanlarda da bu caddede hep dükkânlar, oteller ve konutlar vardı. Ama sanki bir şeyler eksikti. Mesela eskiden bütün sokakları çınlatan boza satıcılarının sesleri artık duyulmuyordu. Biraz içi buruldu adamın bu yüzden. Sanki bildiği bir yere değil de yabancı bir yere gelmiş gibiydi.* Yürümeye devam etti yine de. Bulmalıydı o akrabalarının evini. Artık kimse oturmuyordu o evde zamanla para hırsıyla evi satmışlardı. Günümüzde artık insanlar emek emek inşaatını yaptıkları evleri satıyordu. Yeni sahipleri de apartmanlara taşınarak bu eski güzel evleri kaderlerine terk ediyorlardı.

Uzaktan burnuna önce keskin ve tanıdık bir koku geldi. Hatırlıyordu adam bu kokuyu o yöne çevirdi rotasını. Caddede ki dükkânı fark etti. İşte oradaydı yıllar önce babasıyla beraber geldikleri kolonya dükkânı. Kokunun neden tanıdık geldiğini şimdi anladı. Renk renk kolonyaların olduğu vitrine heyecanla ve özlemle baktı. Sonra sesler gelmeye başladı. Metalin birbirine çarpma sesleri. Tamam, işte hatırlıyordu. Ev sobacılar çarşısının ordaydı. Caddede yürürken bir merdiven çıktı karşısına o merdivenler bir yokuştan sobacılar çarşısına iniyordu. Merdivenleri hızla indi. Sanki bu merdivenler onu çocukluğuna götürecekti. Merdivenlerin sonuna geldiğinde fark etti. İşte ordaydı ev. Çok eskimişti. Ev de artık adam kadar yaşlıydı. Ama yine de evin pembe rengi ve çıkmalar yapan balkonları ilk gün ki gibi göz kamaştırıyordu.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

İçinden geçmişle olan bağları koparmayıp onları geleceğe taşıyabilsek bu ev Ankara'nın en güzel evi olurdu diye düşündü. Aslında hayatta bu Ankara'nın bir sokağında bulunan ev gibiydi. Geçmiş her zaman bizimleydi. Geleceğe bakarken geçmişin izlerini de takip etmek gerekirdi.

İşte yine, burada Anafartalar Caddesi'nde yürürken, kafasında tam tarif edemediği bir tuhaflık oluştu…''

2.2 Hikâyeden Görsele Mimari Temsilde Ekfrasis

Zaman Gezileri hikayesi kolaj tekniği kullanılarak görsel bir temsile dönüştürülmüştür. Hikâyeden kolaja geçiş sürecinde; metinde bulunan mekânsal unsurlar, kentsel dokular, duyusal ve işitsel öğeler görsel öğelere dönüştürülebilmek üzere belirli imgeler, dokular ve görseller bir araya getirilmiştir. Kolaj yapılarak, gezi sürecinde çekilen fotoğraflar, dijital görseller, renk ve doku katmanları üst üste getirilerek hikâyenin içerdiği mekânsal atmosfer ve kent görsel olarak yansıtılmaya çalışılmıştır. Bu süreç, yalnızca hikâyenin görselleştirilmesini sağlamamış, aynı zamanda hikâyede aktarılan kentsel deneyimi ve kentin zaman içinde yaşadığı değişimi çok katmanlı bir mekânsal temsile dönüştürmeyi mümkün kılmıştır. Kentin sokak dokusu, dükkânlar, yapıların zaman içindeki değişimi ve insanlar kolajda vurgulanarak yansıtılmaya çalışılmıştır. Kolajda Anafartalar Caddesi mekânsal ve zamansal olarak görünür kılınarak mimari temsilde ekfrastik bir anlatım oluşturulmuştur. Çalışmada kolaj tekniği kullanılarak oluşturulan görselin oluşum aşamaları tablo yöntemiyle analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. (Çizelge 1) Hikayenin kolaj tekniği kullanılarak görselleştirilmesi sonucu oluşan görsel, çalışmanın sonraki aşamasında yapay zeka ile görsel üretilirken promptun nasıl yazılabileceği ile ilgili fikir vererek promptun yola çıkış noktasını oluşturmuştur.

2.3 Hikâyeden Dijital Temsile Yapay Zekâ ile Ekfrasis

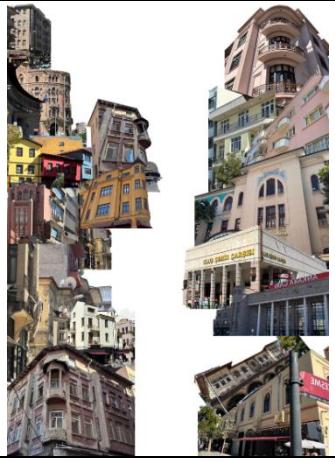
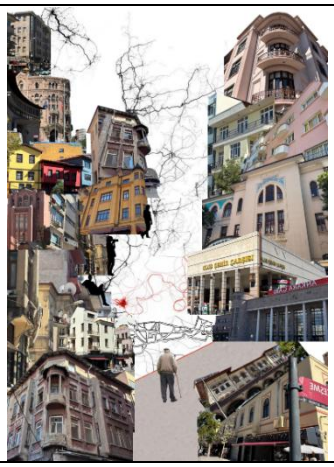
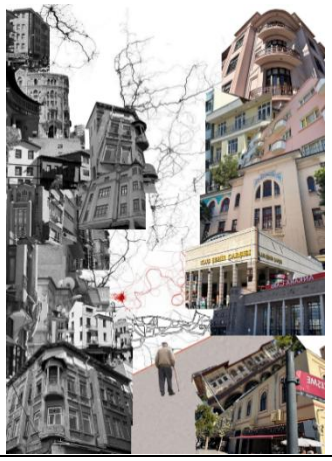
Yapay zekâ bu çalışmada bir dijital temsil aracı olarak kullanılmıştır. Metinden görsele tabanlı çalışan yapay zekâ araçları aracılığıyla dijital görselleştirmeler yapılmıştır. Yapay zekânın Zaman Gezileri hikâyesini algılayışı, yazınsal dili yorumlayıp değerlendirmesi ve yeniden kurgulayarak görsele dönüştürmesi yapay zekânın alternatif bir tasarım yöntemi sunduğunu kanıtlar niteliktedir. Yapay zeka araçlarından Gemini ile görselleştirme sürecinde, manuel olarak üretilen kolaj görselinden ve hikayeden yola çıkarılarak; hikayeyi, Ankara kentini ve hikayenin duyusal ve işitsel öğelerini anlatarak ''prompt'' metinleri oluşturulmuştur. Gemini, promptu işleyerek önce daha az detaylı ön görseller üretmiş, ardından çeşitli kompozisyon, renk ve atmosfer gibi değişikliklerle aşama aşama görselleştirme süreci gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Gemini yapay zekâ aracına ürettirilen görselin oluşum aşamaları tablo yöntemiyle analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir.(Çizelge 2)

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

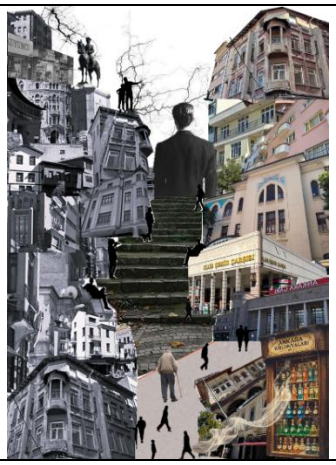
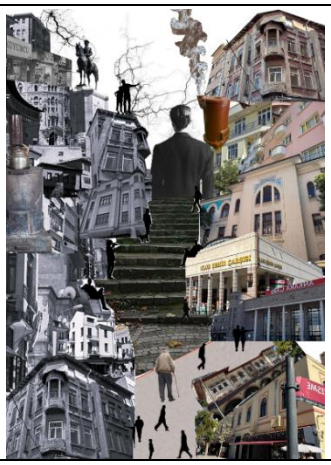
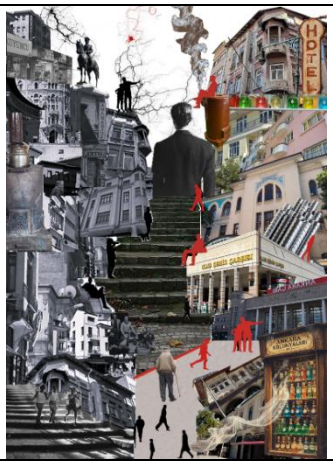
3. ALAN ÇALIŞMASI: GÖRSEL ÜRETİM AŞAMALARI

Çalışmada kolaj üretim aşamalarının ve yapay zeka ile üretim aşamalarının görselleştirilmesi yöntem olarak kullanılmıştır. Zaman Gezileri hikayesinin kolaj tekniği kullanılarak görselleştirilmesi sürecinde; kolajda kompozisyonun nasıl oluşturulduğunu, kullanılan görsellerin nasıl bir araya getirildiği, kolajda kullanılan imgelerin temsil ettikleri durumları ve kullanım amaçlarını anlayabilmek için kolaj yapım aşamaları tablolaştırma tekniği kullanarak incelenmiş ve analiz edilmiştir. Oluşturulan çizelgede kolaj üretim aşamaları detaylı olarak anlatılmıştır. (Çizelge 1) Yapay zekâya ürettirilen görselde de girilen promptlar ve oluşan görseller aşama aşama incelenmiş ve tablo yöntemiyle analiz edilmiştir. Tablodaki aşamalarda yapay zekânın ürettiği görselin oluşma sürecinde girilen promptların aşama aşama değişimi gösterilmiştir.(Çizelge 2) Bu tablolar, iki farklı temsil yönteminin oluşum aşamalarını görünür kılarak, hikâyeden görsele uzanan ekfrastik dönüşümün nasıl gerçekleştiğini karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktadır.

Çizelge 1. Hikâyeden Görsele Zaman Gezileri Hikâyesi Kolaj Üretim Aşamaları

Görsel Üretim Aşaması 1	Görsel Üretim Aşaması 2	Görsel Üretim Aşaması 3
		
Kolaj çalışmasına başlarken görselde sokak kurgusunu verebilmek için görselin iki yanında üst üste bina görselleri ile bir akış oluşturabilmek hedeflenmiştir. Görselin sol tarafında daha eski yapılar sağ tarafında ise daha modern yapılara yer verilerek mekânsal değişim vurgulanmıştır. Gezi esnasında çekilen fotoğraflar kullanılmıştır.	Bu aşamada geçmiş ve geleceğin birbirine bağlanması ve hikâyenin karakterinin bu yolda yürümesini yansıtabilmek için alt kısma bir yol imajı eklenerek bağlantı kurulmuştur. Arka planda Ankara kentinin izleri çizgisel olarak kentin kolajdaki yerine dikkat çekmek ve kentin geçmişiyle geleceği arasındaki izleri göstermek amacıyla kolaja eklenmiştir.	Renk farklılaşması kolajda, hikâyedeki zaman değişimini ve kentin dönüşümünü anlatmak için kullanılmıştır. Ankara'da bulunan ve hikâyede geçen daha eski durumlar siyah beyaz olarak, daha günümüze ait imgeler ve görseller de renkli olarak kullanılmıştır. Hikâyenin karakteri ve yürüdüğü yol da merkeze yerleştirilerek renkli olarak kullanılmıştır.

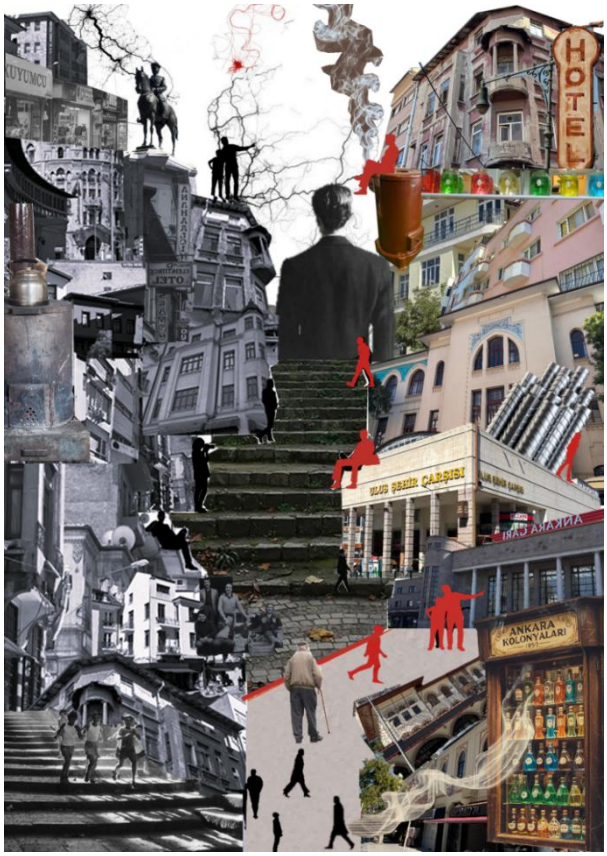
ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Görsel Üretim Aşaması 4	**Görsel Üretim Aşaması 5**	**Görsel Üretim Aşaması 6**
		
Bu aşamada hikâyede geçen merdivenin hem mekânsal hem de zamansal bir unsur olarak kullanılması hedeflenmiştir. Bu nedenle merdivenler geçmiş ve gelecek arasında bağlantı öğesi olarak kullanılmıştır. Aynı zamanda merdiven karakterin yürüdüğü yolu zaman içindeki değişimini vurgulamak amacıyla en merkezde bir insan figürü ile birlikte kullanılmıştır.	Hikâyede yer alan sobacılar çarşısı, sobacılar çarşısından ve kolonya dükkânından yükselen kokular kolajda duman imgesi olarak yansıtılmıştır. Kolaja soba imgeleri ve metal imgeleri eklenmiştir.	Hikâyede ki zamansal değişimi ve Ankara'nın kalabalıklaşmasını vurgulayabilmek için insan figürleri kullanılmış geçmişteki insanlar siyah olarak günümüzdeki insanlar kırmızı olarak yansıtılmıştır. Kırmızı renk kullanımıyla anlatımı güçlendirmek, dikkat çekmek hedeflenmiştir. İnsan figürleri bazı noktalarda yürüyerek bazı noktalarda farklı eylemler gerçekleştirerek gösterilmiştir.

Hikayeden görsele kolaj üretim aşamaları sonucu Zaman Gezileri hikayesi kolaj çalışması üretilmiştir. (Görsel 2) Üretilen kolaj bütünsel olarak ele alındığında görselde yatay ve dikey kompozisyonda kurgulanmış farklı görsel ve imgelerin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuş hikayeyi yansıtan bir görsel elde edilmiştir. Dikey kompozisyonda, hikâyenin içindeki zaman değişimi karakterin yürüdüğü sokak ve aynı zamanda hayat yolu olarak düşünülmüştür. Görselin sol tarafında eski Ankara yapıları ve imgeleri bir araya getirilerek hikâyede ki geçmiş zamana, görselin sağ tarafında ise daha modern yapılar bir araya getirilerek hikâyenin gelecek zamanına vurgu yapılmak istenmiştir. Merdiven öğesi kolajın en merkezine yerleştirilerek zaman ve karakterin değişimine dikkat çekilerek merdivenin başı ve sonundaki durumların farklı olduğu yansıtılmak istenmiştir. Merdiven geçmiş ve gelecek arasında bir bağlantı unsuru olarak kurgulanmıştır. Kolajın alt kısmında bir yol imajı kullanılarak geçmiş ve geleceğin birbirine bağlanmasını ve hikâyenin karakterinin bu yolda yürümesini yansıtabilmek hedeflenmiştir. Renk farklılaşması, kolajda hikâyedeki zaman değişimini, kentin ve mekânların dönüşümünü anlatmak için kullanılmıştır. Yolun başından yürümeye başlayıp merdivenleri çıkarak yolun sonuna ulaşan karakter geçmişin ve Ankara'nın izlerine bakarak günümüzle ilişki kurmaktadır. Kolajda kullanılan insan imajları ile Ankara'nın zamanla kalabalıklaşması, insan imajlarındaki renk değişimiyle ise de

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

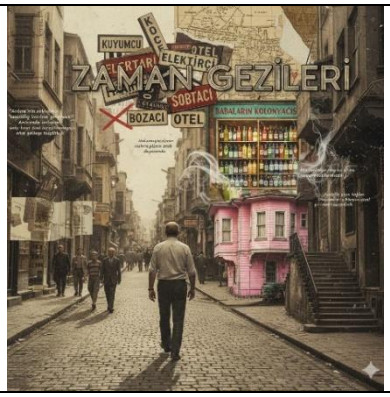
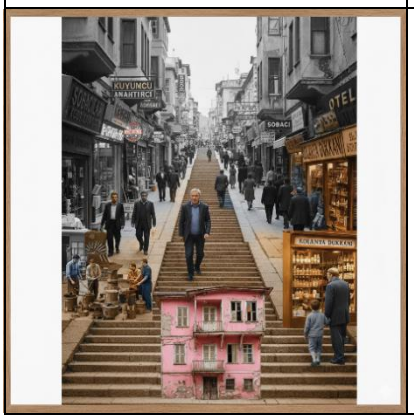
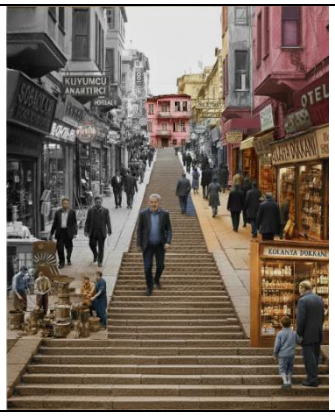
insanların zamanla değişmesi anlatılmaktadır. Kolaja bakıldığında Zaman Gezileri hikâyesinin insan zihninde canlandırdıklarının görsel olarak yansıtılabilmesi ve hikâyenin sözel bir anlatım olmaktan çıkarak hikâyenin görselleştirilmesi hedeflenmiştir.



Görsel 2. Hikâyeden Görsele Zaman Gezileri Hikâyesi Kolaj Çalışması

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Çizelge 2. Hikâyeden Dijital Temsile Zaman Gezileri Hikâyesi Yapay Zekâ Üretim Aşamaları

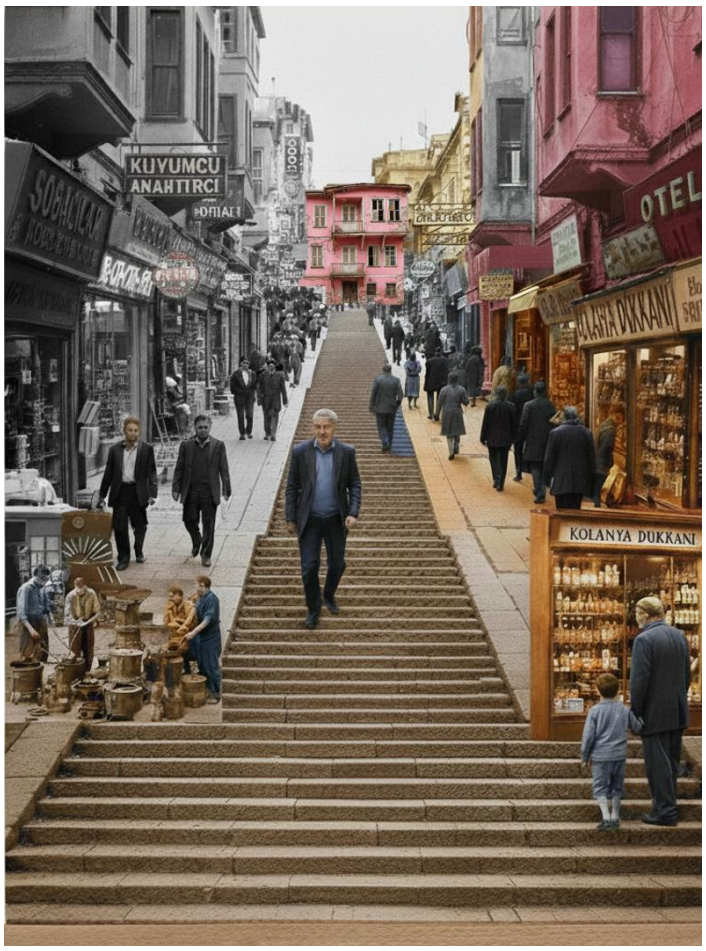
Görsel Üretim Aşaması 1	Görsel Üretim Aşaması 2	Görsel Üretim Aşaması 3
		
Gemini yapay zekâ motoruna Zaman Gezileri hikâye metini yazılarak ‘’Oluşturacağın görselde yazdığım metini birebir görebileceğim bir görsel üret. Kendini bu hikâyedeki adam gibi hayal et. Her şey metine uygun olsun. Özgün ve yaratıcı bir kolaj görseli oluştur. ‘’ promptu girilerek ilk görsel üretilmiştir. Metinin nerede geçtiğinden ve hikâye olduğundan bahsedilmemiştir.	Bir önceki prompta ek olarak metinin nerede geçtiğinden ve bir hikâye olduğundan ve ne amaçla üretildiğinden bahsedilmiştir. Hikâyenin isminin Zaman Gezileri olduğu belirtilmiştir. ‘’ Hikâyede gezilen yerleri bir sokak olarak görsele yansıt. Görselde bir sokakta yürüyen bir adam olsun. Yolun sonunda metindeki gibi bir pembe ev bulunsun.’’ promptu girilerek görsel oluşturulmuştur.	Sonraki aşamada ‘’Görseli revize etmeni istiyorum. Kolajın merkezine bir merdiven imgesi yerleştir. Metindeki adam bu merdivenlerde yürüyor olsun. Yolun sonunda hikâyedeki gibi pembe evi görsün. Kolajda dikey kompozisyonda oluşmuş bir sokak dokusu görelim. Hikâyenin ana karakterini görselin merkezine yerleştir.’’ promptu yazılmıştır.
Görsel Üretim Aşaması 4	**Görsel Üretim Aşaması 5**	**Görsel Üretim Aşaması 6**
		

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Bu aşamada ilk başta üretilen kolaj prompt yazımına fikir vermiştir. ‘’ Oluşturduğun görselde sol taraftaki yapılar geçmişi sağ taraftaki yapılar geleceği temsil etsin. Bu nedenle soldaki yapıları siyah beyaz sağdaki yapıları renkli olarak üret. Sobacılar çarşısı, pembe ev ve kolonya dükkânı gibi hikâyede günümüze ait mekânlar renkli olsun.’’	‘’Oluşturduğun görselin etrafındaki çerçeveyi kaldır. Kolajın en alt kısmında bulunan pembe ev kolajdaki imgeler ile bütünlük oluşturmuyor. Bu nedenle pembe evi görselin alt kısmından kaldır. Diğer her şey olduğu gibi aynı kalsın ve değişmesin.’’ şeklinde prompt girilerek yapay zekânın görseli revize etmesi istenmiştir.	Son aşamada ‘’Görselde bulunan sağ taraftaki evleri siyah beyaz olarak değil renkli olarak görelim. Hikâyede merdivenlerin sonunda görülen ev, görselde bulunan yapılarla bütünlük oluşturacak şekilde kolajın merkezinde bulunsun. Sol taraftaki evleri siyah beyaz olarak görelim. Kolajı hikâyeyi yansıtacak şekilde oluştur. Görsele baktığımızda Zaman Gezileri hikâyesini anlayabilelim.’’ promptu girilerek görsel oluşturulmuştur.

Hikâyeden dijital temsile yapay zekâ aracı Gemini ile aşama aşama üretilerek Zaman Gezileri hikâyesi görseli oluşturulmuştur. (Görsel 3) Üretilen kolaj bütünsel olarak ele alındığında görselde yatay ve dikey kompozisyonda kurgulanmış farklı görsel ve imgelerin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuş hikayeyi yansıtan bir görsel elde edilmiştir. Dikey kompozisyonda hikâyede ki karakterin yürüdüğü Ankara sokakları kurgusu yansıtılmak istenmiştir. Hikâyede önemli bir yere sahip olan merdiven imgesi yapay zekâ görselinde de prompta tanımlanarak görselin merkezine yerleştirilmiştir. İlk kolajda olduğu gibi görselin sol tarafındaki yapılar siyah beyaz sağ tarafındaki yapılar renkli olarak oluşturulmuş bu sayede hikâyedeki zaman değişimi vurgulanmıştır. Ancak yapay zekâ ile oluşturulan kolajda yapıların zamanla değişimini vurgulayabilmek için sağ taraftaki yapıların daha modern Ankara yapıları olması sağlanamamıştır. Yapay zekâ ile üretilen görselde hikâyedeki gibi Ankara’nın zamanla kalabalıklaşması ve insanların değişmesi durumu yansıtılamamıştır. Görselin iki tarafında da kalabalık insan grupları imgeleri bulunmaktadır. İlk oluşturulan kolaj görselinde ana karakter merdivenleri çıkarak görselin üst kısmına, yapay zeka ile oluşturulan görseldeki karakter ise merdivenleri inerek görselin aşağısına ulaşmaktadır. Kolonya dükkânı, sobacılar çarşısı ve pembe ev hikâyede günümüzle ilişki kurmaktadır. Gemini’a bu durumu vurgulayan prompt girildiğinde bu imgeleri renkli olarak oluşturmuştur. Bu durumda kolajın anlatım gücünü ve hikâyeyi görselleştirebilme potansiyelini arttırmıştır. Yapay zeka aracı Gemini kullanılarak sözel bir anlatım olan hikaye bir kolaj çalışmasına dönüştürülerek hikayenin görselleştirilmesi ve bir dijital temsile dönüşebilmesi sağlanmıştır.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3



Görsel 3. Hikâyeden Dijital Temsile Zaman Gezileri Hikâyesi Yapay Zekâ Görseli

4.SONUÇ

Bu çalışma, edebî anlatıdan yola çıkarak kentsel mekânın ekfrastik yöntemler ve farklı temsil araçları aracılığıyla nasıl yeniden üretilebileceğini ortaya koymuştur. *Kafamda Bir Tuhaflık* romanından ilhamla yazılan hikâyeler, kolaj ve yapay zekâ destekli görselleştirme süreçleriyle sözel, görsel ve dijital katmanlar arasında çok aşamalı bir dönüşüm sürecine girmiştir. Anafartalar Caddesi örneğinde yürütülen bu süreç, kentsel deneyimin yalnızca fiziksel değil, duyusal, duygusal ve anlatısal boyutlarıyla da temsil edilebileceğini göstermiştir. Elde edilen bulgular, ekfrasisin mimari ve kentsel temsilde hem yaratıcı hem de eleştirel bir araç olarak kullanılabileceğini; yapay zekânın ise bu süreçte alternatif bir tasarım ve yorumlama yöntemi sunduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak çalışma, mimarlık ve tasarım eğitiminde anlatı temelli, deneyim odaklı ve dijital araçlarla desteklenen üretim süreçlerinin öğrencilerin mekân algısını zenginleştiren önemli bir potansiyel taşıdığını göstermektedir.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

KAYNAKÇA

[1] Somer M. P., Erdem A., Mimari Temsilde Ekfrasis: Danteum ve Masumiyet Müzesi Üzerine, 2015

[2] Şimşek M., Edebiyatta Görsel Temsilden Söze Dönüşüm: Ekfrasis, 2022

[3] Kılıçoğlu B., Kolaj Tekniğinin Medya Teknolojileriyle Dönüşümü Bağlamında Bir İnceleme, 2024

[4] İstif G., Orhan Pamuk'un Masumiyet Müzesi Romanında Ekfrasis

[5] Somer P. M., *Metinden Görsele Mimaride Ekfrasis,* Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2015

[6] Gemini (t.y.), Erişim adresi: https://gemini.google.com/app?hl=tr

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

UNUTULMUŞ KİTAPLAR MEZARLIĞI ÜZERİNDEN EKFRASTİK VE DİJİTAL KOLAJ TEMELLİ BİR MEKÂNSAL TÜRETME SÜRECİ

Aleyna AGALAR[1], Prof.Dr., Arzu ÖZEN YAVUZ[2]

[1]Gazi Üniversitesi, Fen Bilimler Ensititüsü, Mimarlık Anabilim Dalı,

25831101401@gazi.edu.tr- 0009-0000-5118-5728

[2] Gazi Üniversitesi, Fen Bilimler Ensititüsü, Mimarlık Anabilim Dalı,arzuozengazi.edu.tr-

0000-0002-7197-289X

Özet

Bu çalışma, Carlos Ruiz Zafon'un Rüzgarın Gölgesi romanın ele alarak, kitapta bulunuan bölümlerden esinlenerek oluşturulmuştur. Bu romanının seçilme nedeni içinde bulundurduğu labirent kurgu, gizemli atmosfer, gotik detaylar ve dramatik mekânlardır. Seçilen bölümlerin mekânlarını, ekfrasis ve dijital kolaj yöntemleri ile mimari biçimine dönüştürme sürecini anlatmaktadır. Çalışma sürecinde edebi bir anlatım ile atmosferi, mekânsal ipuçlarını ve duygusal yoğunluğunu mimari bir temsil diline aktarılmıştır. Bu süreç için metin bir tasarım verisi olarak ele alınmıştır. Çalışma kapsamında yoğunlaşılması ve kolajların oluşturulması için "Unutulmuş Kitaplar Mezarlığı" bölümü seçilmiştir. Bölüm sembolik ve güçlü mekânsal betimlemerim yoğunluğundan dolayı çalışmaya uygun görülmüştür. Öncellikle bölüm anltı dilli, atmosfer, ışık ve duygusal etkiler açılarından analiz edilmiştir. Bu analiz süreci, edebi metnin yalnızca bir anlatı değil, aynı zamanda tasarıma yön veren bir veri kaynağı olarak ele alınmasını sağlamıştır. Seçilmiş olan bu bölüm metinsel çözümleme yolu ile analiz edilmiş ve kitapta kullanılan anlatım dilli göz önünde bulundurulmuştur. Analiz sonrasında elde edilen veriler ile kitabın anlatım dilline uygun metinler yazılmıştır. Metinler ile birlike ekfrasis ve dijital kolaj ile görseller oluşturulmuştur. Dijital kolajla oluşturulan görseller, edebi imgelerin mimari bir dile aktarılmasını sağlamıştır. Çalışma, mimari tasarım sürecinde edebiyat temelli yaklaşımlarının sezgisel ve yaratıcı olduğunu ortaya koymaktadır. Ekfrasisin ise düşünce derinliğini gözle görürlür biçimde artıran önemli bir yöntem olduğunuu göstermektedir. Bu bağlamda çalışma, mimarlık ve edebiyat alanlarının aralarında oluşan etkileşimi ve sürecine yeni bakış açıları sunduğu göstermektedir. Metinlerin görsel karşılıklarınının oluşturulması, sezgisel düşünceleri güçlendirmektedir. Bu durum disiplinlerarası anlatı temelli üretimlerin potansiyelini ortaya koymaktadır. Bu yaklaşımla çalışma, mimari üretim alanında süreç boyunca anlatısal ve deneysel gibi yöntemlerinin önemini açıklayan bir bakış açısı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Oda, Ekfrasis, Görsel Anlatım, Dijital Kolaj

1. GİRİŞ

Ekfrasis, görüntülerin kelimelerle tanımlanması veya ifade edilmesi anlamına gelir. Antik Yunan'dan köken alan ekfrasis, Yunanca "ek" veya "ec" ile "phrazein" kelimelerinin

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

birleşmesiyle oluşmuştur. "Ek" veya "ec" kelimesi "dışarı," "dışında," "dışarı çıkmak" anlamına gelirken, "phrazein" "söylemek, açıklamak, duyurmak, konuşmak" anlamına gelir. (Toprak, 2020: 7).

Dijital kolajlar, dijital araçlarla tasarlanan kolajlardır. Dijital kolaj gelişimi ve kökenleri, çağdaş çağın teknolojik ilerlemesinde sanatsal ifadeyi etkileyen ana faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu zanaat, kolajlanmış sanat formları, geleneksel kolajın ana özelliklerini dijital teknolojinin faydalarıyla birleştirerek doğmuştur. Dijital teknolojilerin ilerlemesi ve bireysel bilgisayar erişimi ile birlikte, bu sanat formu dijital platformlara taşınmıştır. Dijital kolaj, Adobe Photoshop, Adobe Illustrator ve Canva gibi dijital platformlar ve programların kullanımıyla ortaya çıkmıştır. Dijital kolajlar, internet sayesinde sanatı daha fazla insana erişilebilir kılar; geniş bir kitleye kolayca ulaşabilirler. Böylece daha fazla insan sanattan keyif alabilir ve sanatçılar daha geniş bir kitleye ulaşabilir. (Gerdan 2024:59-60)

Rüzgarın Gölgesi gibi edebi kitaplar, yanlızca anlatı içermezler, aynı zamanda okuarlar için mekânsal imgeler, atmoferler gibi düşünme alanı oluştururlar. Romanda anlatılan mekânlar, yanlızca birer arka plan olmaktan öte, anlatılmaya çalışan duygu ve zaman derinliğini taşıyan birer etkenlerdir. Bu durumda edebiyat, mimarlık için tasatım verisi olarak ele alınabilir. Metinden mekâna dönüşüm için ekfrasis alternatif bir yöntem sunmaktadır.Carlos Ruiz Zafón'un *Rüzgarın Gölgesi* adlı romanında yer alan Unutulmuş Kitaplar Mezarlığı, sadece bir mekânı değil, gizem, zaman, kaybolmuşluk kavramları gibi güçlü bir atmosfer alana olarak kurgulanmıştır. Bu mekân, okurda yoğun bir duygusal ve mekânsal imge üretir. Bu çalışma, söz konusu edebi mekânın mimarlık disiplini içerisinde ekfrasis yoluyla yeniden yorumlanmasını ve bu yorumun dijital kolaj tekniği aracılığıyla mekân çağrıştıran temsillere dönüştürülmesini konu almaktadır.

Ekfrasis, bu çalışmada bir betimleme tekniği olarak ele alımıştır. Çalışma boyunca ekfrasis metin atmosferini, duygusal yoğunluğunu ve anlatısal yapısını mimari biçime dönüştüren yatıcı bir çeviri süreci olarak kullanılmıştır. Dijital kolaj ise bu dönüşümün temel üretim aracı olarak kullanılmıştır. Kolajlar yalnızca birer görsel temsil değil, aynı zamanda düşünme, parçalama, yeniden kurma ve çoğaltma yöntemi olarak değerlendirilmiştir. Bu durumda kitap, tasarımın başlangıç noktası, ekfrasis dönüşüm aracı, kolaj ise mekânsal üretimin aktif bileşeni haline gelmiştir.

Bu çalışmanın amacı, *Unutulmuş Kitaplar Mezarlığı* sahnesinden yola çıkarak, edebi bir mekânın farklı anlatım dilleri üzerinden nasıl mimari temsillere dönüştürülebileceğini ortaya koymak ve ekfrasis–kolaj birlikteliğinin bireysel tasarım üretimindeki potansiyelini tartışmaktır. Böylece mimari biçimin, yalnızca fiziksel veriler değil; anlatılar, imgeler üzerinden de üretilebileceği gösterilmektedir.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

1.LİTERATÜR TARAMASI

1.1 Ekfrasis

Her sanat dalı gelişim sürecindeyken farklı sanatlarla etkileşime girer ve gelişim süresi boyunca bu etkileşim devam eder. Edebiyat ve görsel sanatlar da kendi gelişim süreleri boyunca birbirleri ile etkileşime girmiş iki sanat dalıdır. Bazen bir şiirden etkilenerek resimler çizilmiş, heykeller yapılmış bazense bir resimden etkilenerek romanlar, şiirler yazılmıştır. Bu sanatların etkileşimleri sonucunda orataya ekfrasis sanatı çıkmıştır. Görsellerin sözcüklerle anlatılması, ifade edilmesi anlamına gelen ekfrasis kavramı edebi eserlerda kullanılması üzerine uzun zamandır çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. (Şimşek, 2022:43)

Resim ve edebiyat arasındaki ilişki çok eski zamanlardan beri tartışma konusu olmuştur. Antik çağdan bu yana süren tartışmaya filozoflar da katılmıştır. Her filozof kendine özgün düşüncesini savunmuş. Platon Devler adlı eserinde her iki sanatı de doğanın bir taklidi olarak görüp küçümsemiştir. Bu nedenle de ideal devlette ressam ve şairlerin yer almasına karşı çıkmıştır. Buna karşı ise Aristoteles ve Sokrates tam tersine yararlı iki sanat olarak görmüştürler. Romalı şair Horatius ise Ars Poetika'sında kullandığı: "Resim gibi şiir, şiir gibi resim" (Kaya: 2016: 18). ile iki sanatın da birbirinden üstün olmadığını ifade etmiştir. Buna benzer Şair Simonides, "Şiir konuşan resim, resim dilsiz şiirdir." (Özgül, 1997: 12) diyerek iki sanatın tanımı yapmıştır, bu tanımla iki sanatın da birbirlerini tanımlayan özelliklerde olduğunu ifade eder. Leonardo da Vinci ise "…Resim dilsiz bir şiir, şiir de kör bir resimdir…" (Vinci, 2007: 52) diyerek iki sanat arasındaki ilişkide resim sanatını akılda daha kolay kladığını söyleyerek şiirden daha üstün olduğunu dile getirmiştir.

Bütün bu tartışmalar sonucu olarak, iki sanat arasındaki ilişkiden ekfrasis kavramı orataya çıkar. Ekfrasis kavramı etimolojik olarak şöyle açıklanmaktadır:

Kökeni Antik Yunan'a kadar götürülebilen "ekphrasis" yahut "ecphrasis" Yunancada "ek" veya "ec" kelimesi ile "phrazein" kelimelerinin bir araya gelmesiyle oluşmuştur. "ek" veya "ec" kelimesi, "dışarı", "-den dışarı", "dışarıda", "-den çıkma" "phrazein" ise "söylemek, açıklamak, duyurmak, konuşmak" anlamlarını belirtir.(Toprak, 2020: 7).

1.2 Batı Edebiyatında Ekfrasis

Batı kültür ve edebiyatında, edebiyat ile görsel sanat arasındaki ilişki köklü bir geçmişe sahiptir. En çok şiir ve resim arasındaki ilişki dikkat çeker. Ekphrasis'in tarihi MÖ 6. yüzyıla kadar uzanır. Uzun tarihine rağmen, ilk örnek olarak Achilles'in kalkanının tasviri kabul edilir. Bu kalkan tam olarak 130 satırda anlatılır. Yazar, kalkanın okuyucunun gözünde canlanmasını sağlar ve okuyucu bu tasviri okurken gerçekten kalkanı görüyormuş gibi hisseder. Homer bu tasviri yazdığında, henüz bir kalkan üretilmemişti. Kalkanın üretimi bu tasvirden sonra görülür. Aynı zamanda, Homer'in tasvirinden sonra Batılı ressamların eserlerini yaratmak için şiirlerden ilham aldıkları gözlemlenir. Hermos'un bu tasviri ekfrasis kullanarak eselerini yapmak isteyenler için önemli bir örnek ve ışık olmuştur. (Şimşek, 2022:43-44)

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

1.3Türk Edebiyatında Ekfrasis

Modern şiirde görselliğe verilen önemin artmasıyla birliklte okuyucuya verilmek istenen mesajın görsellerle daha kolay iletileceği düşüncesi hakimiyeti arttırdığı görülmektedir. Bu düşünce ile birlikte ekfrasis sanatının önemini artmaya başlamıştır. Öneminin artmasıyla birlikte kullanım alanlarını genişletirmiştir. Türk edebiyatında şiirde yenileşme hareketlerinin başladığı görülmüştür, bununla birlikte şiirin diğer sanatlarla ilişki bakımında bir etkileşimi başlar. Bu durumda belirli poetikalarla yazılanmış olan metinler artık yeni nitelikler kazanmış oluyor. Ekfrasis de edebiyattaki bu yeni niteliklerden biridir. Ekfrasisin Türk edebiyatındaki ilk öreneği olarak Hüseyin Haşim tarfafından 1884 yazılan "Kocakarı ve Kedi" adlı şiiri kabul edilir. Tanzimat Dönemi'nde, Samipaşazade Sezai, pitoresk duyguya sahip ilk yazar olarak tanınmaktadır. Recaizade Mahmut Ekrem, Muallim Naci, Tevfik Fikret ve Cenap Şehabeddin gibi isimlerin de ekfrastik şiir örnekleri oluşturduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca, Cumhuriyet Dönemi'nde resim sanatından ilham alan Yahya Kemal, Nazım Hikmet ve Ahmet Hamdi Tanpınar gibi şairler de bu geleneği devam ettiren şairler arasında yer almaktadır. (Ağıl, 2012: 48).

Tevfik Fikret'in "portre altı şiirleri" ekfrasis yöntemiyle yazılan siirler arasında yer almaktadır. Fikret, şiirde olduğu kadar resim çizmekte de başarılı olan bir şairdir. Bu başarısını portre altı şiirlerle ortaya koymuştur. (Şimşek, 2022:44-47)

Fikret'in "Bir Timsal" şiirinde genç bir kızın ekfrasis tavsiri yapıldığı görülmektedir.

Bu güzel hangi işvezârındır,
Bu çiçek hangi nev-bahârındır?
'Roma'nın belki 'Paris'in;-bilemem-
Dolu eşkâl-i hüsn ile âlem!
…
Âdetâ bir musavvir-i üstâd Arz için bir nümûne-i îcâd
Onu halk eylemiş hayâlinde, Süslemiş dâr-ı iştigalinde!

Görsel 1: "Bir Timsal" (Çakır, 2009: 211,136)

Melih Cevdet Anday Türk edebiyatında ekfrasis kullanan yazarlardan biridir. Bruegel'in yaptığı resimden etkilenerek "İkaros'un Ölümü" adlı şiirini yazmıştır. "İkaros'un Ölümü" adlı şiiri görme yetisinin ve ekfrastik yapının başat kılındığı önemli bir şiirdir" (Soylu, 2020: 917).

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Görsel 2: Pieter Bruegel İkaros'un Düşüşü Sırasında Bir Manzara" (2016: 509-510)

Herkes işinde gücündeydi
Yok, olmuş damlar ki unuttum
(…)
Çift sürüyordu bir köylü iki büklüm
Kalkmak üzereydi ak bir gemi limandan
Denize düşeni kimse görmedi.
Herkes işinde gücündeydi
Ve acı çekmeği unuttum.
(…)
Ölmeden bütün sabahlarımı unuttum
Denize düşeni kimse görmedi.
Gökten indiğimi kimse görmedi.
Akbir gemi kalkıyordu limandan
Görmediklerini unuttum.
Bölünmemişti tarihsiz gün
Varlığın kanatsız adı yalnızlık
Sudan dışarda kalmış ayaktı yalnızlık
(…) (Anday, 2016: 509-510).

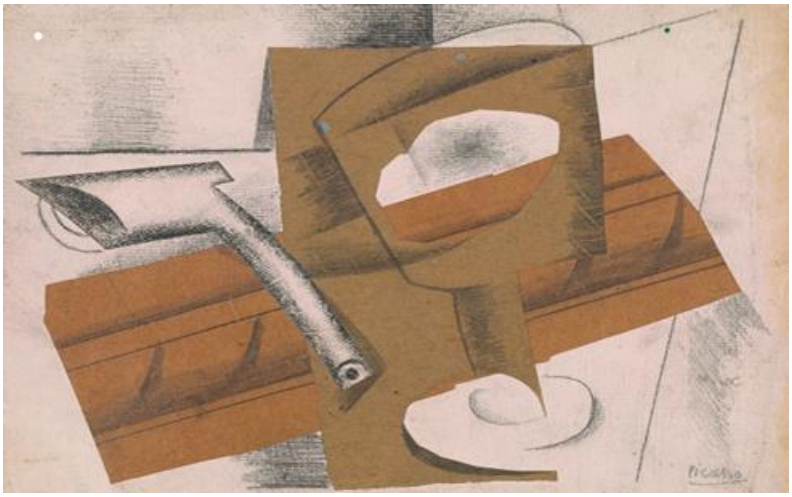
2.Kolaj

Kolajın ilk kullanımı 1910'lara dayanmaktadır. Oxford English Dictionary'nin kolaj hakkında en eski kanıtı, sanatçı ve yazar olan Wyndham Lewis'in 1919'da yazdığı eselerde bulunmaktadır. Kolaj terimi, Fransızca dilinden alınmış ödünç bir kelimedir. (Oxford English Dictionary). Kolaj, bir sanat formu olarak görülmektedir. Bu sanat, yeni bir bütün oluşturulması, simgeler ve sanatsal ifadeler için farklı öğeleri bir araya getirir. (Gerdan 2024:52)

Kolaj, kâğıt parçalarının, fotoğrafların, kumaşların ve diğer geçici eşyaların düzenlenip destekleyici bir yüzeye yapıştırıldığı hem tekniği hem de ortaya çıkan sanat eserini anlatmaktadır. Bu sanat biçimi, çeşitli materyallerin birleştirilmesiyle yeni kompozisyonların oluşturulmasını olanak sağlamaktadır. Kolajların amacı, estetik ifade, mesaj iletimi veya duygusal anlam taşımaktır. Sanatçılar, bu tekniği kullanarak farklı konuları, düşünceleri veya hisslerini ifade edebilmektedirler. Kolaj, sanatçılara geniş bir yataıcı ifade özgürlüğü sunar ve kulandıkları farklı materyallerin çeşitliliği ile öne çıkarmaktadır (Gerdan 2024:52)

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Kolajın başlangıcı olarak fotoğrafın yaygınlaşmadan önce, özellikle plak ve karton kapaklı kitap kapakları gibi yeni alanlarda, kolajı görüntü oluşturmanın uygun ve ilgi çekici bir yöntemini geliştiren grafik tasarımcıları bulunmaktaydı. Kolaj tarihsel olarak incelendiğinde, fotomontaj terimine de yer vermek gerekmektedir (Inglis, 2023: 164).Picasso, malzemeleri ve şekilleri resmetmekle kalmayıp aynı zamanda kolaj çalışmaları da yapmıştır.



Görsel 3: Pablo Picasso - Pipo ve Şarap Kadehi. Pablo Picasso. Pipo ve Şarap Kadehi. (1914) Kesilmiş ve yapıştırılmış dokuma kağıt ve yerleştirilmiş kağıtlar ve grafit kağıt üzerine, 17.9 × 24 cm, The Morgan Library & Museum, New York, Thaw Koleksiyonu. Morgan Kütüphanesi ve Müzesi, New York. (URL 2)

Hint Dansçısı adlı eserinde Höch, kolaj tekniğini kullanarak Orta Afrika heykellerine, ev yaşamına ve Jeanne d'Arc'ın Tutkusu filmine referanslar ekleyerek modern kadınlığın karmaşık yönlerini araştırıyor. Hannah, yazılı bir parçada eserlerinin türünü "fotomontajlı kolaj" olarak tanımlamıştır. (URL 1).

Görsel 4: Hannah Höch, Indian Dancer, 1930, From an Ethnographic Museum (Indische Tänzerin: Aus einem ethnographischen Museum). MoMA. The Museum of Modern Art.

3.Dijital Kolaj

Bugün, geleneksel kolaj hala sanat dünyasında kullanılmaktadır. Kolaj geliştirilen bir teknik olarak varlığını sürdürmeye devam etmektedir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte günümüzde dijital alanlarda gerçekleştirilebilen bir kolaj tekniği daha bulunmaktadır. Dijital araçlarla

tasarlanan kolajlara dijital kolaj denmektedir. Dijital kolajın ortaya çıkması ve nedenleri, modern çağın teknolojik gelişmelerinin sanatsal ifadeyi etkileyen temel faktörlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu sanat türü, geleneksel kolajın temel özellikleriyle dijital teknolojinin faydalarını birleştirilmesinin sonucudur. Dijital teknolojilerin gelişmesi ve bilgisayarların bireysel kullanıma açılması ile birlikte, bu sanat formu dijital platformlara taşınmış ve Adobe Photoshop, Adobe Illusturator, Canva gibi dijital platform ve programlar kullanıcıları sayesinde dijital kolaj doğmuştur. Dijital kolajlar, interner sayesinde geniş bir kitleye kolayca ulaşılabilir olması nedeniyle sanat erişilebilirliğini artırmaktadır. Bu sayede, daha çok insan sanatı deneyebilir ve sanatçılar daha fazla izleyiciye ulaşabilmektedir. (Gerdan 2024:59-60)

Dijital kolajın ortaya çıkmasının bir başka nedeni de geleneksel kolajın ifadeye katkısının dijital teknolojide de devam etmesi ve gelişmesi isteiğidir. Kolaj farklı görselleri bir araya getirerek yaratıcığı ve özgün bir ifade biçimi sağladığı bilinmektedir. Dijital kolaj,bu süreci hızlandırmakla birlikte çok daha geniş bir yaratıcı alanı sunmaktadır.(Gerdan 2024:59-60)

Dijital kolaj, sanat dünyasında önemli bir etkiye sahiptir. Bu sanat formu, sanatçılara geniş bir yaratıcılık alanı sunmaktadır aynı zamanda klasik sanat formlarını dönüştürerek sınırları genişletmektedir.Dijital kolajlar çeşitli medya, görüntüler ve malzemeleri birbirine paralel olarak kullanarak sanatın geçmişte olanlardan geleceğe doğru evrimsel bir süreç olduğunu kanıtlar. Ayrıca, sosyal ve politik meseleleri temsil etmek için iyi bir model olarak da hizmet edebilirler. Sanatçılar, farklı kaynaklardan gelen çeşitli medyalar arasında bağlantı kuran güçlü imgeleri iletmede çok etkili olabilirler. Dijital kolajlar, dijital teknolojilere uygun bir sanat formu olarak ortaya çıkar ve bu yolla bir sanatçı, dijital medyayı kullanarak kendi sanat eserlerini yaratma özgürlüğüne sahiptir. Ayrıca, dijital kolajlar, dijital platformlarda paylaşılabilir, bu da sanatın daha fazla insan tarafından ulaşılabilir olmasını kolaylaştırıyor. (Gerdan 2024:60)

5.Yöntem-Alan Çalışması

Bu çalışma, nitel araştırma yöntemlerinden sanatsal araştırma ve uygulama temelli araştırma kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma süreci: bir kitaptan esinlenerek ekfrasis üretimi, dijital kolajla görsel üretme aşamalarını içermektedir.

Çalışmanın başlangıc noktası ve esin kaynağı Carlos Ruiz Zafón'un *Rüzgârın Gölgesi* adlı romanında bulunan "Unutulmuş Kitaplar Mezarlığı" bölümü seçilmiştir. Bu bölüm, atmosferik ve mekânsal anlamda güçlü bir imgesel alan sunmaktadır. Bundan ötürü ekfrastik ve görsel yorumlamaya uygun olmuştur.

5.1 Ekfrastik Okuma Ve Kolaj Üretimi

Çalışmanın ilk aşaması seçilen romanın bölümü detaylı bir okuma sürecidir. Bu süreçte romanın anlatım dilli, mekânsal betimleri, ışık-gölge ilişkileri, atmosfer, nesneler ve duyglar üzerinden değerlendirilmiştir. Okuma boyunca öne çıkan anahtar kelimeler, imgeller ve semboller belirlenmiştir. Elde edilen verilerle ilk olarak bir dijital kolaj oluşturulmuştur. Kolajın

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

üretiminde metinde türetilen, raflar, kitap, toz, karanlık, mimari gotik detaylar gibi görseller kullanılmıştır. Farklı görseller bir araya getirilerek metine uygun bir mekân oluşturulmuştur. Bu aşamada, seçilen bölümün görsel bir ekfrastik karşılığını üretmeyi amaçlamıştır.

İlk olarak bölümden esinlerek bir metin yazılmıştır. Metinda en çok etkileyen kısımlar, bölümde anlatılan mekânların detayları ve kolaj üretim sürecinde göz önünde bulundurlan kısımlar yer almaktadır. Ardından metine dayalı dijital kolaj kolaj oluşturulmuştur.

Metin:

Carlos Ruiz Zafón'un "Rüzgarın Gölgesi" romanında beni en çok etikleyen kısım büyüleyici ve gizemli atmosferdi. Romanın ilk bölümü "Unutulmuş Kitaplar Mezarlığı" benda ayrı bir etki, gizem yarattı. O bölümde anlatılan, labirent gibi uzanan rafların arasaında yürüyen Daniel'in yaşadığı şaşakınlığı ve merak duygusunu hayal etmeye çalışıyordum. Kolajda yer verdiğim yüksek kemerli pencereler, loş ışık ve tavandan süzülen tozlu ışık huzmeleri, bu gizemli kütüphanenin ruhunu yansıtıyor. Rafların sonsuza uzanıyor gibi görünmesi, kitapların içinde saklı olan binlerce hikâyenin ağırlığını temsil ediyor. Kitapta, ışık karanlıkla aydınlık arasında bir geçiş anının temsil ediyor. Zafón'un hikâyesinde kitaplar hem unutulmuş hem de yeniden doğmayı bekleyen anılardır; benim kolajımda da ışık, gölgelere sızarak bu umudu sembolize ediyor. Alt kımında yer alan insan figürü Daniel'i temsil ediyor. Elinde tuttuğu lambayla karanlık rafların arasında yürürken, sadece kitapların değil, kendi kimliğinin de izini sürüyor. Bu kolajı oluştururken Zafón'un Barselona'sını o taş sokakları, gotik binaları ve melankolik atmosferi zihnimde canlandırdım. Kütüphane mekânı, şehirle aynı ruhu taşıyor: Sessiz ama derin, karanlık ama büyüleyici. Kolajımda yer alan mimari detaylar yüksek kemerli pencereler, taş sütunlar, göğe uzanan raflar ve renkli vitraylar Rüzgarın Gölgesi'nin gotik dünyasından esinlendi.Zafón'un Barselona'sı, sadece bir şehir değil, aynı zamanda geçmişin yankılarını taşıyan karanlık bir labirent gibidir. Sokaklar dar, binalar yüksektir; taş duvarlar sessizliğe gömülmüş ama her biri sanki bir hikâye fısıldar.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Görsel 5. "Unutulmuş Kitaplar Mezarlığı" bölümünden esinlenerek luşturulan dijital kolaj.

5.2 Mekânsal Kurgulama

Çalışmanın ikinci aşamasında, 5 x 4 metre ölçülerinde hayali bir oda çalışılmıştır. Bu oda, Unutulmuş Kitaplar Mezarlığı atmosferinden esinlenerek kurgulanmış ve yeniden yorumlanmıştır. Mekânın kurgulanmasından önce romandaki betimlemeler ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Görsel referanslar olarak, karanlık, loş ışık, çoçuk ve gotik detaylar belirlenmiştir. Yukardaki kolajda olduğu gibi oda kolajında da ilk önce bölümün anlatım diliyle fakat bölümden bağımsız bir şekilde metin yazılmıştır. Bu bağlamda oda, doğrudan roman mekânının birebir temsili olmayıp, metnin atmosferik etkilerinden yola çıkılarak yeniden yorumlanan bir iç mekân olarak tasarlanmıştır.

Metin: Ben, bu odanın bir köşesinde yıllardır sessizce bekleyen bir kitabım. Cildim tozla kaplı, sayfalarım birbirine yapışmış, ismim unutulmuş. bu kucuk oda, benim dünyam. Tavanı alçak, duvarları solgun, ışığı cılız. Yalnızca küçük bir pencere var — dışarıdaki şehrin gürültüsünü değil, rüzgârın solgun nefesini içeri taşır. Her gün aynı döngü tekrarlanır. Toz, havada ağır ağır döner; ışık, rafların arasında sızacak bir yol arar. Benim için zaman, o toz zerrelerinin hızı kadardır. Rüzgâr bazen gelir, bazen unutulur. Ama her gelişinde gölgesini getirir; duvar boyunca süzülen o karanlık leke, bana dünyanın hâlâ döndüğünü hatırlatır. Bir zamanlar, bu odanın rafları dolup taşardı. Her kitap kendi hikâyesini fısıldar, sayfalar birbiriyle konuşurdu. Kimi, aşkı anlatırdı; kimi şehirlerin kayıp sokaklarını, kimi savaşların sessizliğini. Ben ise sadece

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

beklerdim. Çünkü her kitabın kaderi okunmak değil, bazen unutulmak olur. Bir sabah, sessizliği bozan bir ses duydum: kapının gıcırdayarak açılışı. Toz havalandı, ışık duvarlara çarptı. İçeri bir çocuk girdi — ince, meraklı bir yüz, ellerinde küçük bir defter. Adımları ürkekti; sanki geçmişin üzerine basıyordu. Gözleri raflardan yukarıya, bana kadar ulaştı. Yıllardır kimse bu kadar dikkatle bakmamıştı bana. Çocuk bir süre durdu, sonra bir kitabın sırtına dokundu. Parmaklarının ucuyla üzerindeki tozu sildiğinde, odanın içi nefes aldı sanki. Rüzgâr dışarıda hafifçe uğuldadı; pencerenin kenarından içeri bir gölge girdi, kitapların arasından geçti. O an, hatırlamanın ne kadar sessiz bir şey olduğunu anladım. Masanın üstünde yarım kalmış bir defter, yanında solmuş bir dolma kalem vardı. Sayfalarda mürekkep izleri, yarım kalmış cümleler... Belki bir zamanlar biri burada yazmış, sonra bir daha dönmemişti. Çocuk o deftere baktı, sonra gözleri pencereye kaydı. Dışarıda şehir vardı — rüzgârın taşıdığı uzak seslerle dolu, ama burada zaman durmuştu. Benim için o çocuk, yıllardır beklenen bir yankı gibiydi. Belki o da kendi hikâyesini arıyordu. Belki beni bulduğunda, aslında kendini bulacaktı. Çünkü biz kitaplar, bazen insanları anlatırız; bazen de insanlar bizi. Rüzgâr yeniden esti. Pencere aralığından giren ışık, sayfalarımın kenarına vurdu. Gölgesi, harflerin üzerine düştü. O an, yıllardır kimsenin görmediği kelimeler yeniden parladı. “Unutulmak,” diye yazmıştım bir yerinde, “bazen hatırlamanın en sessiz biçimidir.” Çocuk sandalye çekti, oturdu, beni eline aldı. Parmaklarının sıcaklığını hissettim. Cildimdeki tozlar havaya karıştı, sayfalarımın arasında rüzgâr gezindi. O an, odanın sınırları kalktı. Dört metre beş metreye sığan o dünya, birden sonsuzlaştı. Çünkü bir kitap açıldığında, mekânın ölçüsü artık sayfa sayısı kadar olur. Belki beni bitirmeyecekti, belki yarım bırakacaktı — ama önemli olan o değildi. Artık hatırlanmıştım. Rüzgârın gölgesi yeniden üzerimden geçti, ışık azaldı, çocuk ayağa kalktı. Kapı yavaşça kapandı. Toz tekrar çöktü, sessizlik geri döndü. Ama ben artık o eski kitap değildim. Çünkü bir hikâye, bir kez yeniden okunursa, yeniden doğar. Ve o çocuğun dokunduğu yerden itibaren, ben yeniden yaşamaya başladım.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Görsel 6: 5 x 4 hayali odanın Unutulmuş Kitaplar Mezarlığı esinlenerek oluşturulan kolaj

6.Sonuç

Bu çalışma, Unutulmuş Kitaplar Mezarlığı bölümünden yola çıkarak ekfrastik okuma, dijital kolaj ve mekânsal üretimi bir araya getiren bir yöntem sunmuştur. Eserdey söz edilen atmofer, mekânsal belirsizlik ve imgelerle kurulan yoğun ilişki, dijital üretimle yeniden yorumlanarak bir tasarım sürecine dönüştürülmüştür. Bu durumda çalışma, edebiyat-mekân ilişkisinin tasarım araştırmalarında nasıl üretken bir araca dönüşebileceğini ortaya koymaktadır.

Üretilen dijital kolajlar, metnin mekânsal boşluklarını görünür kılmıştır. Aynı zamanda tasarım süresi boyunca sezgisel yorumu güçlendiren birer yaratıcı arayüz görevi görmüştür. Bu yönüyle çalışma, edebi kaynakların tasarımsal düşünceyi zenginleştirme ve alternatif mekânsal üretme kapasitesini somut biçimde göstermektedir.

Çalışmanın avantajları, edebiyat, dijital sanat ve mekân kurmanın bir araya getirerek özgün bir tasarım araştıma modeli sunmaktadır. Ekfrasis, metni doğrudan görsele dönüştürmekten öte, atmosferik detayları da sürece dahil ederek farklı bir yorum üretirir.

Sonuç olarak, çalışma hem yöntemsel hem de kavramsal açıdan özgün bir yaklaşım sunmaktadır. Edebiyat temelli mekânsal türetmenin dijital araçlarla nasıl zenginleştirilebileceğine dair uygulanabilir bir örnek sunmaktadır.

Kaynakça:

Ağıl, N. (2015). *Ekfrasis*. İstanbul: Simurg Yayınları.

Anday, M. C. (2016). *Bütün şiirleri*. İstanbul: Everest Yayınları.

Çakır, Ö. (2009). Servet-i Fünun Edebiyatı'nın öğretiminde görsel materyal kullanımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(6), 211–236.

Da Vinci, L. (2007). *Paragone: Sanatların karşılaştırılması*. İstanbul: Notos Kitap Yayınevi.

Inglis, T. (2023). *The Graphic Design Bible*. Ilex. s. 164.

Kaya, N. (2016). *Evliyâ Çelebi'nin Seyahatname'sinde görsel sanat eserlerinin tasviri: Ekfrastik bir yaklaşım*. Ekonomi ve Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi. İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi.

Oxford English Dictionary. (s.d.). *Collage, n. meanings, etymology and more*. Oxford.

Özgül, M. K. (1997). *Resmin gölgesi şiire düştü: Türk edebiyatında tablo altı şiirleri*. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.

Soylu, H. (2020). Melih Cevdet Anday'ın "İkaros'un Ölümü" adlı şiirinde göstergelerarası etkileşim ve ekfrasis. *Folklor Edebiyat Dergisi*, 26(4), 907–918. http://doi.org/10.22559/folklor.1204

Şimşek, M. (2022). *Edebiyatta görsel temsilden söze dönüşüm: Ekfrasis*. Araştırma makalesi.

Ünal Gerdan, S. (2022). *Feminine/Masculine: The collages of Picasso* (Çev. G. Ünal Gerdan).

Ünal Gerdan, S. (2024). *Sanat ve teknolojinin buluşmasından doğan bir teknik: Dijital kolaj*.

URL 1: https://www.moma.org/collection/works/37360 Hannah Höch. *Indian Dancer: From an Ethnographic Museum (Indische ...)* (Erişim tarihi: 09.12.2025)

URL 2: https://www.metmuseum.org/perspectives/feminine-masculine-cubist-collage Crowling E., Çev: Ünal Gerdan S. (2022) Feminine/Masculine: The Collages of Picasso (17.12.2025)

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

KENTSEL MEKÂNA GÖSTERGELERARASI BİR YAKLAŞIM: ANAFARTALAR CADDESİ ÖRNEĞİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, MUSA BOZKURT [1], Prof. Dr. ARZU ÖZEN YAVUZ [2]

[1] Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 25831101047@gazi.edu.tr - 0009-0007-2297-2416

[2] Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, arzuozen@gazi.edu.tr - 0000-0002-7197-289X

ÖZET

Yapılan çalışmada kentsel bir mekân olarak Ankara'nın Ulus semtindeki Anafartalar Caddesi örneği üzerinden, kentsel mekânın niceliksel ve fiziksel özelliklerinden ziyade, deneyim, gözlem ve algısal bir yaklaşım tercih edilmiştir. Bu yaklaşımda çok aşamalı ve adım adım tasarlanan bir anlatı kurulumu benimsenerek mekânsal deneyimleme esnasında dikkat çeken imge ve göstergeler temelinde üretimler gerçekleştirilmiştir. Böylelikle Anafartalar Caddesi, bütüncül, sabit ve tekdüze bir anlatım yerine, her aşamasında mekâna dair göstergelerin yeniden görünür kılındığı bir anlatı haline gelmiştir. Çalışma, Anafartalar Caddesi'nde gerçekleştirilen mekânsal deneyim sırasında dikkat çeken göstergelerin ayrıştırılmasıyla başlamış, bu göstergelerin farklı ifade biçimleri aracılığıyla dönüştürülmesi üzerinden aktarılmıştır. Mekânsal deneyimde öne çıkarılan göstergeler anlatının kurulması sürecinde yeniden üretilmiş ve farklı ifade teknikleri arasında gerçekleşen göstergelerarası bir geçişi örneklemiştir. Çalışma, kentsel mekânın kimliğindeki imgeler ve göstergeleri yeniden işleyen anlatı sürecinde göstergelerarası ilişkilerle birbirine bağlı üretim aşamaları olan hikâye yazımı, dijital kolaj ve üretken yapay zekâ görselleştirmesi ile bu üretimlerin süreçte araç olarak kullanılabileceğini ileri sürmektedir. Bu çok aşamalı temsil süreçlerinde İtalo Calvino'nun *Görünmez Kentler* isimli kitabındaki bakış açısı ve yoğun göstergeli anlatım dili yakınsanmış, Calvino'nun bu kitaptaki üslubu çalışmanın tamamında referans bir yaklaşım olma özelliği taşımıştır. Ayrıca çalışmada benimsenen çok katmanlı anlatı kurgusu, Anafartalar Caddesi'nin geçmişten günümüze kurulan çok katmanlı kentsel mekân anlatısıyla ve Calvino'nun Görünmez Kentler'deki kent anlatımlarında kullandığı çok katmanlı anlatı diliyle örtüşmektedir. Çalışmanın anlatısında öne çıkarılan göstergeler, benimsenen yöntemde gerçekleştirilen mekânsal deneyim, gözlem ve fotoğraflama işlemi, hikâye yazımı, dijital kola çalışması ve üretken yapay zekâ destekli görselleştirme çalışmalarıyla her adımda farklı bir ifade biçiminde yeniden tahayyül edilmiştir. Bu özelliğiyle çalışma, tüm üretim aşamaları sırasında gerçekleştirilen göstergelerarası geçişlerle kurulan bir anlatı olma özelliğine sahiptir.

Anahtar Kelimeler: İmge, gösterge, göstergelerarasılık, hikâye, dijital kolaj, yapay zekâ ile görselleştirme, Görünmez Kentler

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

1. GİRİŞ

Sanattaki uğraş alanlarının sayısı geçmişten günümüze medeniyetin gelişimiyle paralel bir gelişme göstermiştir. İnsanlığın basit resimlemeler yaparak başladığı sanatsal aktiviteler, medeniyetlerin birbiri ile olan ilişkileriyle siyasal, sosyal ve toplumsal ihtiyaçlar doğrultusunda değişim ve gelişim göstermiştir. Her bir sanatsal eser biçim değiştirerek farklı bir sanat alanında tezahür edildiğinde eserin anlatmak istediği ana fikir temelde değişmemiş, sadece ifade biçimi değişmiştir. Bu biçim değişimi esnasında sanat eserindeki imgesel ve göstergesel anlatım kendine farklı bir anlatım dilinde yer bulmaktadır. Sanat eserlerindeki bu dönüşümlülük günümüzde metinlerarasılık, göstergelerarasılık, resimlerarasılık vb. olarak isimlendirilmiştir. Yapıtlararası gerçekleşen bu uygulamalar ile eserlere sanatsal değer kazandıran imgesel ve göstergesel anlatımların insanların zihinlerinde uyanan karşılıkları farklı ifade biçimleriyle ortaya çıkmaktadır.

Çalışmada edebi bir eserdeki göstergeli anlatım dili yakınsanarak Ankara'nın Ulus semtinde yer alan Anafartalar Caddesi'nin deneyimsel ve algısal katmanları görünür kılınmıştır. Kentin özellikle bu gölgesindeki farklı dönemlere ait mimari izler, simgesel anlamlar, yoğun günlük kullanım ve ticari aktivitenin getirdiği çok katmanlı kentsel mekân kurgusu üzerine yoğunlaşılmıştır. Mekânın kimliğinde yer alan bu çok katmanlı kentsel anlatı, belirli zihinsel ve algısal deneyimlere dayanan göstergeler ve imgeler aracılığıyla yeniden üretilmiştir. Bu üretimler yapılırken İtalo Calvino tarafından kaleme alınan *"Görünmez Kentler"* kitabında kent anlatımlarındaki yoğun imgeli ve göstergeli anlatım dili yakınsanmıştır. Calvino'nun edebi anlatım dili çözümlenerek kent anlatımlarından biri olan *"Zenobia"daki* imgeli ve göstergeli anlatım örneklenmiştir.

Çalışmanın başlangıcında Anafartalar Caddesi'nde bir yürüyüş gerçekleştirilerek kentsel mekân deneyimlenmiş, algısal süzgeçlerden geçirilmiş ve fotoğraflar ile bu mekân kurgusunun anlatımı kaydedilmiştir. Bu gözlem, deneyim ve kaydetme sürecinin ardından Calvino'nun Görünmez Kentler'deki anlatım dili yakınsanarak bir hikâye yazımı gerçekleştirilmiştir. Yazılan hikâye metninde kentsel mekâna dair deneyimler ve gözlemlere dayanan göstergeler yeniden üretilmiştir. Hikâye yazımı çalışmanın temel referans noktası olarak kurgulanmış ve bir sonraki aşamada bu hikâyeden türetilen bir dijital kolaj çalışması yapılmıştır. Kolaj çalışmasında, hikâye anlatısındaki mekânsal karşılıklar çeşitli göstergelerin tahayyülü ile yeniden üretilmiştir. Bir sonraki aşamada ise gerçekleştirilen hikâye yazımı ve dijital kolaj çalışmaları referans alınarak üretken yapay zekâ modelleri kullanılarak görselleştirme yapılmıştır. Bu görselleştirme hikâye ve kolaj çalışmalarında anlatılan gösterge ve imgeleri farklı bir temsil aracı ile aktarımını sağlamıştır. Böylelikle çok katmanlı kentsel mekân kurgusunda öne çıkarılan göstergeler ile göstergelerarası bir anlatı kurgusu gerçekleştirilmiştir.

2. YAPITLARARASI İLİŞKİLER, DİJİTAL KOLAJ, YAPAY ZEKÂ

2.1. Metinlerarasılık, Göstergelerarasılık ve Resimlerarasılık

Sanatsal değer taşıyan her eser (ister edebi ister resimsel olsun) birbiriyle sürekli etkileşim halindedir. Çünkü sanat eserleri insanların düşünsel birikiminin sonucunda ortaya

konulmaktadır. Dil üretici bir işlev gerçekleştirir; dil yoluyla, metin gösterenleri yan yana ekler, onları bir bağlamdan alarak yeni bir bağlam içerisine dönüştürerek sokar, böylelikle karşılıklı ilişkiler içerisinde belli değişiklikler yaratır. Bu ilişkiler metinlerarası ilişkilerdir (Aktulum, 2000). Metinlerarasılık kavramının ortaya çıkışını Şengül (2012) açıklamaktadır:

> Metinlerarasılık 1960 yılında Julia Kristeva tarafından ortaya atılan bir kavram olarak görülse de, kavramın özü Rus kuramcı Mihail Bakhtin'e dayanmaktadır. Kristeva'nın Fransız yazınına *metinlerarasılık* olarak tanıttığı kavram, Bakhtin'in *söyleşimcilik (dialogisme)* olgusuna dayanmaktadır. Bakhtin'e göre metin, sözceler ve söylemler örgüsüdür. Onun söyleşimciliğinde bir sözce başka sözcelerle ilişki halinde olmadan, birbirlerini etkilemeden var olamaz (s.43).

Metinlerarası kavramını içerisinde yaşadığımız çağın düşünsel ve ekinsel tarihine de bağlı olduğunu söyleyen Aktulum (2000), günümüzde metinlerarasılığın yalnızca romanda değil, genelde tüm sanat alanlarında -resim, yontu, sinema, mimari vb.- artık var olan bir olgu olduğunu söylemiştir. Metinlerarasılık sadece yazınsal sanatta karşımıza çıkmaz, görsel ve işitsel eserlerin de kendi içlerinde veya birbirlerinden alıntılar yaptığı görülür, bu ise literatürde etkilenmenin başka bir biçimi olan "göstergelerarasılık" kavramıyla açıklanır (Evlioğlu Gezer, 2021).

En az iki yazınsal metin arasındaki alışverişleri belirtmek için kullanılan metinlerarasılık kavramını yeni adlandırmalarla sanatın diğer biçimlerine uyarlanabileceğini söyleyen Aktulum (2021), metinlerarasılık yanında resimlerarasılık, medyalararasılık, müziklerarasılık, sinemalararasılık, fotoğraflararasılık vb. adlandırmaların günümüzde yazın dışında başka alanlarda sıklıkla kullanılmakta olduğunu dile getirmiştir. Her eser bir diğerinden esinlenme taşımaktadır ve bu, sanatta yüzyıllardır süregelen bir kullanım biçimidir. Göstergelerarasılık veya resimlerarasılıkta başkasının inşa ettiği biçim alıntılanarak, alıntılanan bu biçim öteki bir bağlama taşınarak sanatsal dolayım yapılmak üzere bir dönüştürülme yapılır (Mollaoğlu, 2023). Göstergelerarasılık ile resimlerarasılık arasında bir fark olduğuna değinen Aktulum (2021) iki kavramın farkını açıklamaktadır:

> Resimlerin kendi aralarındaki alışverişlerine göre bağlamın değişmesi dolayımın (fr. médium) değişmesine olanak sağlamasa da, göstergelerarası bir bağlam değiştirmede dolayımın değiştiği, dolayısıyla, örneğin resimsel unsurların fotoğrafın, müziğin, yazınsalın, sinemasalın vb. alanlarına aktarımında alıntılama biçimlerinin doğalarının dönüştüğü, yapıtlardaki alışveriş biçimlerinin farklılaştığı görülür. Kısacası, resimlerarası aktarım ile göstergelerarası aktarımın işleyişlerinin birbirlerinden ayrı olduklarını gözden uzak bulundurmamak gerekir (s.668).

2.2. Kolaj ve Dijital Kolaj

Sanat eserlerinin birbirleriyle etkileşim halinde olmalarını ve geçmişten bugüne olan birikimden yararlanılarak oluşturulmasını yalnızca eserlerin birbirinden esinlenmesi veya ilham alması ile açıklamak güçtür. Dolayısıyla eserler sadece birbirleriyle etkileşmekle kalmaz, farklı biçimlerde bir araya gelerek yeni sanat dalları ve teknikler de meydana getirir. Kolaj tekniği bu

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

şekilde kullanılarak ortaya çıkan bir olgudur. Kolaj, ister sanat eseri ister gündelik yaşamdaki bir eşyayı farklı bir bağlamda bir araya getirilerek tek bir düzlemde ifade edilmesi temeline dayanmaktadır. Kolajın ilk defa Picasso ve Braque tarafından kullanıldığına değinen Tire (2022), bu ifade biçiminin kapsamını açıklamaktadır:

> Dış gerçekliğin yansıtılmasından uzaklaşan resim yeni malzeme ve teknolojilerle kendine özgür bir yaratım alanı bulmaya başlamıştır. Kelime anlamı olarak yapıştırma anlamına gelen kolaj, asamblaj ve montaj resmin teknik olarak özgürleşmesinde önemli bir dönüm noktası olmuştur. Kumaş parçaları, eski gazeteler, tel, mukavva gibi sıradan günlük nesneleri çalışmalarında ilk kullanan sanatçılar Picasso ve Braque'tır. (s.29)

Pablo Picasso, *"Hazeranlı Natürmort"* isimli kolaj çalışmasında (Görsel 1) hasır desenli muşamba ve halat gibi nesneleri yağlıboğa tekniğiyle bir arada kullanmıştır. Sanatçı bu çalışmasıyla sanat eserlerinin ifade biçimlerine yeni bir bakış açısı getirmiştir. Günlük hayattaki objeleri kendi bağlamından ayrılarak yeni bir biçimde birleştirildiği çalışmasında Picasso, objelerin kalıplaşmış kullanımına ve sınırlandırılmış işlevlerini eleştirerek farklı kullanım senaryolarıyla yeniden bir araya getirilebileceğini göstermiştir.

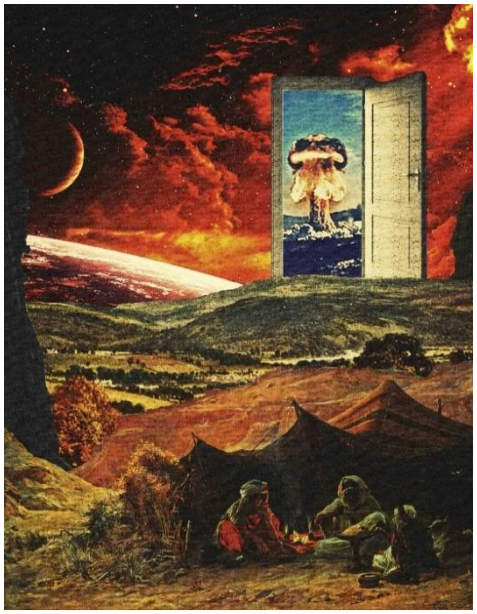
Görsel 1. *Hazeranlı Natürmort,* Pablo Picasso, 1912

Yaşanan teknolojik gelişmeler ve bilgisayarların kullanıma girmesi ile birlikte her sanat dalı gibi kolaj da etkilenmiştir. Geleneksel kolaj çalışmalarındaki yapıştırıcı, gazete, fotoğraf, kitap-dergi sayfaları vb. yerine dijital teknolojinin getirisiyle çeşitli bilgisayar programlarında birkaç komut aynı işlevleri yerine getirmeye başlamıştır. Resim ve kolajın üretim biçimindeki bu değişimleri Tire (2022), dijital resmin bilgisayarla olan ilişkisi üzerinden açıklamaktadır:

> Dijital resim sanatında yazılımlar, çizim ve boyamanın yanı sıra geleneksel resim yöntemlerini kullanmak istemeyen sanatçılar için de farklı deneysel yaklaşımlar geliştirebilecekleri çok sayıda uygulamayı da kullanma fırsatı vermektedir. Bu tekniklerin en yaygın kullanılanları arasında kübizmle birlikte resim sanatına giren kolaj ve fotomontaj gelmektedir. Bilgisayar yazılımları ve çeşitli uygulamalar sayesinde görüntüleri kesip yapıştırarak yeni görsel birleşimler yaratılabilmektedir. Özellikle katmanların (layers) kullanıldığı programlarla kesme yapıştırma ve üst üste bindirmeler kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir (s.33).

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Dijital teknolojilerin ve araçların kullanımı ile oluşturulan dijital kolaj sanatçıların kendilerini ifade etmesine yeni bir olanak sağlamıştır (Görsel 2 ve 3). Sanatçıların dijital kolajlarını oluştururken esnekliklerini ve düşünsel özgürlüklerini kullanabildiklerini dile getiren Ünal Gerdan (2024), dijital kolajın geleneksel sanatın temel özelliklerini korurken dijital dünyanın olanaklarını kullanarak yeni bir ifade biçimi sunduğunu, sanatçıların bu eserlerle klasik estetik anlayışının sınırlarını zorladığını ve çağdaş sanatın dönüşümüne katkıda bulunduğunu ifade etmiştir. Bu anlamda dijital kolaj, çağın getirdiği olanaklardan yararlanılarak geleneksel sanatın uygulama biçimlerinin teknolojiyle birlikte dönüştüğünün bir göstergesidir.



Görsel 2. *Rajaz-The Bedouin's Life,* Ayham Jabr, 2018
Görsel 3. *Maker,* Eugenia Loli, 2014

2.3. Yapay Zekâ ve Üretken Yapay Zekâ Modellerinin Sanattaki Yeri

Dijital teknoloji ve bilgisayar sistemlerinin gelişimi sanattaki üretme dilini dönüştürmüştür. Bu dönüşüm sanat eserlerini doğrudan etkilemiştir. Sanatçılar her daim çağın getirdiği yenilikleri sanat eserlerinin uygulanmasına entegre ederek sanatsal üretimlerin güncelliğini korumuşlardır. Günümüzde geliştirilen bilgisayar sistemleri ile geleneksel sanat uygulamalarının dışına çıkılmaya başlanmıştır. Bilgisayar programları ve araçları kullanılarak sanatsal üretimler yapılmaktadır. Sanat eserlerinin üretiminde kullanılan program ve araçlar çeşitli yapay zekâ modelleri ile donatılmıştır. Bu yapay zekâ modelleri bilgisayar ortamında insanların zihinlerindeki imgeleri ifade etmesini kolaylaştırarak zamandan tasarruf sağlarken sanat eserlerinin üretim pratiğini değiştirmiştir. Yapay zekâ, günümüzde, sanat ve tasarım alanlarında bir yaratım aracı olarak kullanılmaya başlandığı görülür. Hatta yaratım sürecini etkileyerek sanat ve tasarımda yeni bir estetik anlayışı ve yeni bir aktarım dili geliştirir, makine-sanatçı / tasarımcı işbirlikçisi olarak önemli rol oynar (Deveci, 2022).

Sanatsal üretimlerde araç olarak kullanılan yapay zekâ, teknolojik gelişmelerle birlikte doğrudan sanatsal üretim yapabilir hale gelmiştir. Günümüze kadar sanat, çağının teknolojik şartlarını kendini ifade etmekte araç olarak sonuna kadar kullanmıştır. Ancak geldiğimiz noktada teknolojinin kullanımı araç düzeyinden öznenin kendisi haline gelen yapay zekâ

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

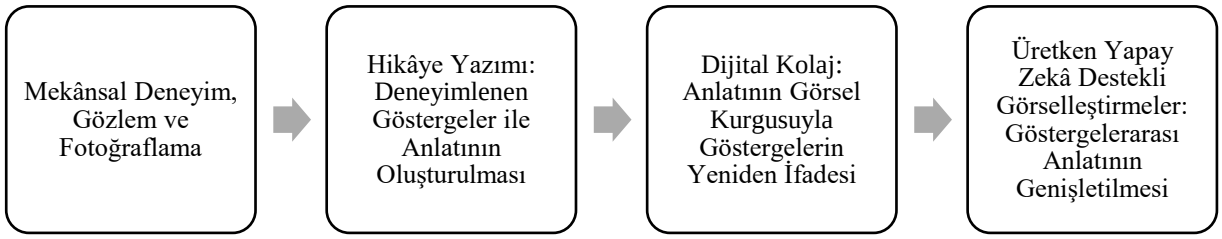
üretimi haline gelmiştir (Erten ve Göktepeliler, 2022). Bu durumda, insanlık tarafından geliştirilen yapay zekâ, insanın kendisiyle mücadelesinde birebir yer almaya başlamıştır. Yapay zekânın geldiği bu noktada, yapay zekâyı insanların evrimsel süreçte yaşam şansını artırmak için kullandığı alet icat etme özelliğinin gelişmiş olduğu son nokta olarak tanımlayan Erten ve Göktepeliler (2022), yapay zekânın mevcut durumda insanlığın kendi vasatlığını aşması için önemli bir yardımcı haline geldiğine değinmiştir. Yapay zekâ üzerinde yapılan çalışmalar ile farklı yapay zekâ modelleri geliştirilmiştir. Üretken yapay zekâ modelleri *(GenAI)* bunlardan biridir. Üretken yapay zekâ araçları kullanılarak birçok işlemin gerçekleştirilebileceğini söyleyen Coşkun (2024), bu kullanım çeşitlerini açıklamaktadır:

> Sanat ve tasarım alanında üretken yapay zekâ algoritmasını kullanılarak birçok çeşitli işlem yapılabilmektedir. Bunlardan bazıları; düşük çözünürlüğe sahip görüntülerin çözünürlük kalitesinin artırılması, metin verilerek bir görüntü oluşturulmasının istenilmesi, sisteme bir görüntünün tanıtılarak başka bir görüntüye çevrilmesi, çeşitli fotoğraf düzenlemelerinin yapılması, çizgi film karakterlerinin oluşturulması, 3 boyutlu nesnelerin oluşturulabilmesi ve video montajı yapabilmek gibi aşamalar olarak bahsedilebilir (s.478).

Üretken yapay zekâ modelleri adından da anlaşılacağı gibi herhangi bir konuda çıktı üretebilen yapay zekâ modelleridir. Bu çıktılar metin, görsel, müzik, video, oyun, gerçekçi fotoğraflar vb. gibi çeşitlenmiştir. Üretken yapay zekâ araçlarının çalışma prensibinde söz konusu yapay zekâ modeline bir istem komutu *(prompt)* verilmesi ve ondan bir üretim bekleme söz konusudur. Diğer yapay zekâ modellerinden ayrıştığı kısım tam olarak bu noktadır. Bu çalışmanın yöntemindeki yapay zekâ destekli görselleştirme aşamalarında *Google* temelli altyapıya sahip *Gemini* üretken yapay zekâ modelinden yararlanılarak görselleştirme çalışmaları yapılmıştır.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada kentsel bir mekânın çok katmanlı kimliğindeki imgeler ve göstergeler üzerinden göstergelerarası bir aktarım yöntemi tercih edilmiştir. Bu kapsamda, yapılan çalışmada Ankara'nın Ulus semtinde yer alan Anafartalar Caddesi ele alınmıştır. Bu cadde özelinde farklı dönemlere ait mimari izler, simgesel anlamlar, mekân kullanımındaki yoğun günlük kullanım ve bölgedeki ticari aktivite olguları algısal ve deneyimsel yaklaşımlara dayanan imgeler ve göstergeler aracılığıyla yeniden üretilmiştir. Bu bağlamda, yapılan çalışmada dört aşamalı bir yöntem takip edilmiştir (Görsel 4).



Görsel 4. Çalışmanın yöntem şeması

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

1. Mekânsal Deneyim, Gözlem ve Fotoğraflama

Çalışmanın ilk aşamasında Ankara'nın Ulus semtindeki Anafartalar Caddesi'nde bir yürüyüş gerçekleştirilmiştir. Bu yürüyüş, mekânın deneyim ve gözlemlerine dayanarak gündelik kullanımlar, tekrar eden imgeler ve dikkat çeken göstergelerin tespit edilmesi ve bu tespitlerin fotoğraflarla kaydedilmesi biçiminde gerçekleştirilmiştir.

2. Hikâye Yazımı: Deneyimlenen Göstergeler ile Anlatının Oluşturulması

Gerçekleştirilen yürüyüş, gözlemler ve deneyimlere dayanarak mekânsal kurguda öne çıkan unsurlar irdelenmiş ve Anafartalar Caddesi'ndeki imgesel ve göstergesel anlamlar hikâye türünde kaleme alınmıştır. Söz konusu hikâye metninde İtalo Calvino'nun Görünmez Kentler'deki göstergeli anlatım dili yakınsanarak bir anlatım gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu hikâye üretimi, diğer aşamalardaki üretimleri besleyen bir referans noktası olma özelliğine sahiptir.

3. Dijital Kolaj: Anlatının Görsel Kurgusuyla Göstergelerin Yeniden İfadesi

Yapılan dijital kolaj çalışmasında önceki adımlarda gerçekleştirilen mekânsal deneyim, gözlem, fotoğraflamalar ve hikâye yazımı temel alınmıştır. Bu dijital kolaj çalışmasının uygulamasında mekan deneyimler esnasında kaydedilen gerçek fotoğraflardan, tekrar eden imgelerden ve dikkat çeken göstergelerden yararlanılarak yeniden bir üretim gerçekleştirilmiştir.

4. Üretken Yapay Zekâ Destekli Görselleştirmeler: Göstergelerarası Anlatının Genişletilmesi

Çalışmanın son aşamasında, hikâye metni ve dijital kolaj çalışmaları referans alınarak üretken yapay zeka modelleri aracılığıyla görselleştirmeler yapılmıştır. Bu görselleştirmeler, hikâye ve dijital kolaj çalışmasında yeniden ortaya çıkarılan imge ve göstergelerin dijital çağın modern görsel üretim araçları ile temsil edilebileceğini gösterme niteliği taşımaktadır. Üretken yapay zekâ modellerinden biri olan Gemini kullanılarak oluşturulan görselleştirmeler ile önceki adımlarda gerçekleştirilen hikâye ve dijital kolaj çalışmasında ele alınan imgesel ve göstergesel anlamların anlatımı genişletilmiştir.

Yapılan çalışmada gerçekleştirilen deneyimleme, gözlemleme ve fotoğraflama, hikâye, dijital kolaj ve yapay zekâ görselleştirmesi, birbirinden bağımsız üretimler olarak değil; ardışık ve birbirini besleyen adımlar olarak ele alınmıştır. Her aşama, bir önceki aşamadaki uygulamayı dönüştürmüş ve yeniden ortaya çıkarmıştır. Bu kapsamda yöntem aşamaları, Anafartalar Caddesi'ndeki imge ve göstergeleri çoklu anlatılar üzerinden okunabilir kılmak amacıyla kurgulanmıştır.

4. GÖSTERGELERARASI ANLATININ OKUMASI

Çalışmanın bu bölümünde yöntem kısmındaki üretimlerin kurgusu ve oluşturulma biçimleri detaylı bir şekilde aktarılmış ve bu üretimler esnasında ortaya konulan durumlara değinilmiştir. Mekânsal deneyim, gözlem ve fotoğraflamalarla yola çıkılarak başlanan çalışmada, yazılan hikaye metni, bu hikaye metni referans alınarak üretilen dijital kolaj çalışması ve üretken yapay

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

zekâ modelleriyle yapılan görselleştirmeler ele alınmıştır. Bu kapsamda, yapılan üretimler sonucunda elde edilen veriler ve bu verilerin analiziyle ulaşılan çıkarımlara yer verilmiştir.

4.1. Mekânsal Deneyimden Göstergelerin Ayrıştırılması

Anafartalar Caddesi'nde gerçekleştirilen mekânsal deneyim ve gözlemlere dayanarak bu cadde üzerinde belirli göstergeler diğerlerinden ayrıştırılarak öne çıkarılmıştır. Mekânsal deneyim sırasında ayrıştırılan bu göstergeler, caddenin kendine özgü kimliğini tanımlayan bir gösterge ağı olarak değerlendirilmiş ve çalışmanın çıkış noktasını oluşturmuştur. Ayrıca söz konusu göstergeler, çalışmanın üretim dilinde referans noktası olma özelliği taşıyan Calvino'nun Görünmez Kentler'deki İnce Kentler başlığındaki kent anlatımlarında hafiflik ve incelik temaları gözetilerek ayrıştırılmıştır.

Anafartalar Caddesi'nin mimari kimliğinde 1940-1960 arasında inşa edilen konut ve kamu yapılarının varlığı dikkat çekmektedir. Caddede genel olarak bu dönemlerde inşa edilmiş yapılar yoğunluktadır. Bu yapıların getirisi olarak Ankara kentinin diğer yerleşim bölgelerine kıyasla yoğun ve karmaşık kullanım senaryolarından sıyrılan, insan ölçeğine çok daha yakın ve kaotik şehir düzeninden uzak bir yapıya sahip olan bir kentsel mekân kurgusu öne çıkmaktadır.

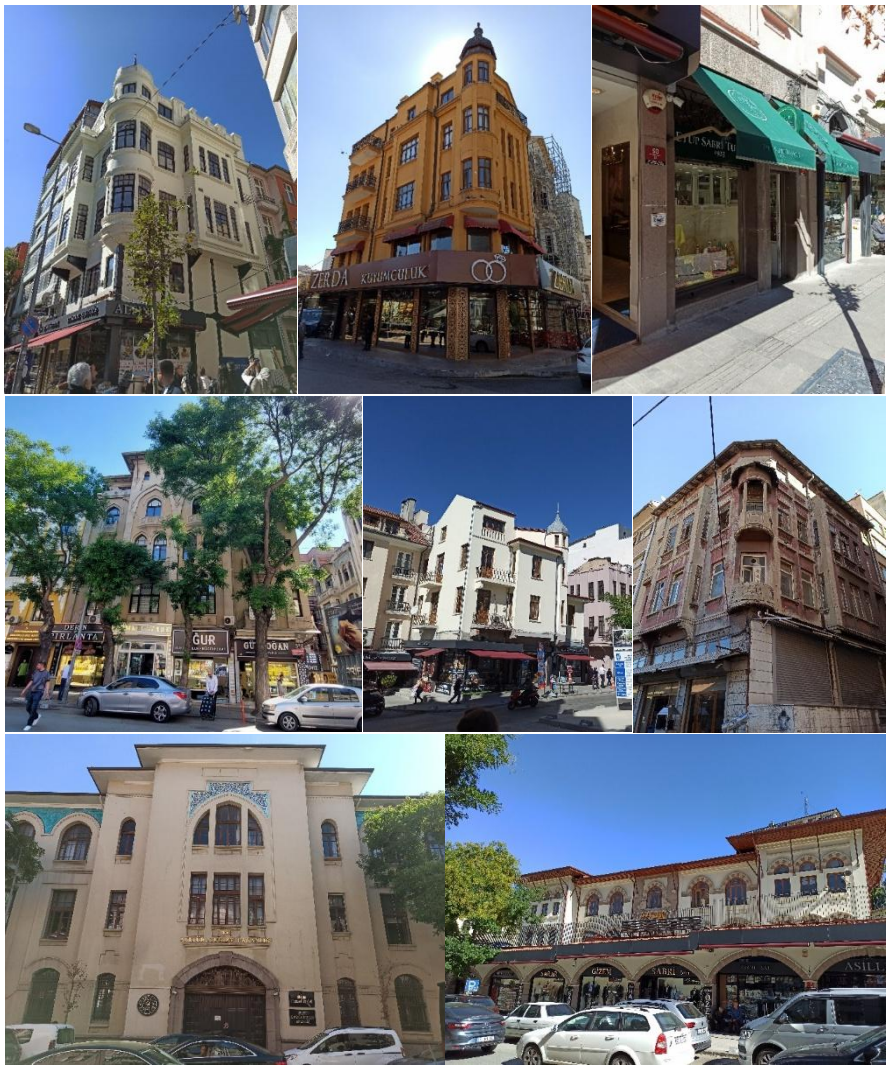
Anafartalar Caddesi'nin mimari dokusunda Ulusal Mimarlık Akımı'nın izleri yoğunlukla görülmektedir. Bu kapsamda konut yapıları özelinde dairesel köşe çıkmaları, soğan kubbe kullanımı, detaylandırılmış cephe işçilikleri, iç mekân kurgusuna göre özelleşmiş pencere düzenleri, çıkma altlarında işlemeli destekler gibi unsurlar öne çıkmaktadır. Kamu yapıları özelinde ise payandalarla desteklenmiş geniş saçaklar, cephede kemerli pencere yerleşimleri, pencere etrafında taş ve sıva işlemeleri vb. gibi detaylar dikkat çekmektedir. Ayrıca, günümüzde Kültür Ve Turizm Bakanlığı tarafından kullanılmakta olan kamusal yapının karşısında yer alan ve 1923'ten beri orijinalliğiyle bilinen *"Eyüp Sabri Tuncer"* isimli koku ve kozmetik dükkânı bulunmaktadır. Bu dükkânın yıllardır süregelen varlığı ve orijinal kokuları caddede dikkat çeken göstergeler arasındadır. Anafartalar Caddesi'nin belirli bir kısmında özellikle konut yapılarının zemin katlarında bulunan çok sayıda kuyumcu dükkânı belirgin bir şekilde varlık sahibidir. Caddenin bu kesimindeki kuyumcu dükkânı yoğunluğu ve vitrinlerindeki altın ışıltıları, mekânsal deneyim ve algısal kırılmalar ile ayrıştırılan göstergeler arasındadır. Ayrıştırılan ve ilerleyen aşamalardaki üretimlere ilham kaynağı olan göstergeler sıralanmıştır:

- İnsan ölçeği
- Dairesel köşe çıkmaları
- Soğan kubbeler
- Eyüp Sabri Tuncer
- Koku
- Kuyumcu dükkânları
- Altın ışıltısı

Deneyim ve gözlemlere dayanarak karşılaşılan bu göstergeler, Anafartalar Caddesi'nin çok katmanlı yapısını çözümlemeye yardımcı olmaktadır. Ayrıca, caddenin deneyimlenmesi esnasında öne çıkarılan göstergeler fotoğraflar ile görünür kılınmıştır (Görsel 5). Çekilen

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

fotoğraflar kentsel mekânın belgelenmesi amacıyla değil, göstergeleri ifade etmeye yarayan görsel notlar olması amacıyla kaydedilmiştir.



Görsel 5. Anafartalar Caddesi'ne ait fotoğraflar

4.2. Göstergelerarası Geçişler ve Anlatının Kurulması

Yapılan çalışma kapsamında Anafartalar Caddesi'nin mekânsal deneyimi ve gözlemleri sonucunda dikkat çeken göstergeler metinsel ve görsel üretimlerle yeniden ifade edilmiştir. Bu üretimler yapılırken gerçekleştirilen göstergelerarası geçişlerde anlatı, göstergelerin bir ifade biçiminden diğerine aktarılırken geçirdiği dönüşümler aracılığıyla kurulmuştur. Böylece anlatı, ilerleyen aşamalardaki üretimlerde gerçekleştirilen göstergelerarası geçişler sırasında ortaya çıkan ilişkisel bir bütünlük olarak okunabilmektedir. Anlatı, kurgulanan bu işlem mekanizması sayesinde Anafartalar Caddesi'nin çok katmanlı yapısıyla benzeşerek, parçalı ve çok katmanlı bir yapıda ele alınmıştır.

4.3. Farklı İfade Biçimleriyle Mekân Kimliğinin Açılması

Bu çalışma, belirlenen göstergelerin farklı ifade biçimleriyle ifade edilirken gerçekleşen göstergelerarası geçişler sırasında oluşturulan anlatı üzerine kurulmuştur. Bu anlatı

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

oluşturulurken deneyim ve gözlemlere dayanan göstergelerin farklı bir biçimde ifade edildiği ilk üretim hikâye yazımıdır. Hikâye yazımı sırasında daha önceden öne çıkarılan göstergeler, İtalo Calvino tarafından kaleme alınan Görünmez Kentler kitabındaki anlatım dili yakınsanarak yeniden üretilmiştir. Calvino bu kitabında bahsettiği 52 adet kent anlatımını, benimsediği yoğun imgeli ve göstergeli anlatım diliyle ele almıştır. Görünmez Kentler'deki genel kurgu, Tatar Hanı Kubilay Han ve gezgin Marco Polo arasındaki diyalogların arasındaki kent anlatımlarından oluşmaktadır. Bu kurguda, bir noktada imparatorluğunun kalabalık ve sıkışık kentlerinden sıkılan Kubilay Han'ın, artık rüzgârda uçuşacak kadar hafif kentlerin hayalini kurmaya başladığı anlatılmaktadır. Calvino'nun Görünmez Kentler'de yaptığı kent sınıflandırmalarından biri olan *İnce Kentler* başlığı altında yer alan kentler adeta Kubilay Han'ın bu isteğini karşılar bir nitelikte ele alınmıştır. İnce Kentler'de genel olarak hafiflik ve incelik temaları benimsenmiştir. Söz konusu İnce Kentler'den biri olan Zenobia kenti, Görünmez Kentler'in Işıl Saatçıoğlu tarafından yapılan Türkçe çeviri kitabından alıntılanarak anlatılmaktadır:

> *İnce kentler 2*
>
> Şimdi Zenobia'dan ve onun olağanüstü bir özelliğinden söz edeceğim: kuru toprak üstünde kurulmuş olmasına karşın Zenobia upuzun kazıklar üzerinde yükseliyor; evler bambu ve çinkodan, hepsinin birçok balkonu ve terası var, farklı yüksekliklerde, birbiri üstüne binen sırıklar üzerine kurulmuş, seyyar merdivenler ve asma kaldırımlarla birbirine bağlanmış. Her birinin üzerinde konik çatılı birer cam köşk, su varilleri, rüzgârgülleri var, makaralar, olta kamışları ve palangalar sarkıyor damlarından.
>
> Hangi gereksinim, hangi buyruk ya da hangi arzu, Zenobia'nın kurucularını, kentlerine bu biçimi vermeye yönlendirmiş bunu hatırlayan kimse yok; bu yüzden, bir olasılık, bugün anlaşılması olanaksız o ilk plandan başlayarak birbirini örte örte büyüyen katmanlar üzerinde gelişip büyüyen kentin, bugünkü durumuyla o gereksinimin, o buyruğun ya da o arzunun hoşuna gidip gitmediği bilinmiyor. Ama kesin olan şu ki, Zenobia'da oturan birine mutlu bir yaşamın onca ne olduğu sorulsa, kazıkları ve boşluktaki merdivenleriyle, hep Zenobia gibi bir kent hayal eder; bayrakları ve şeritleriyle rüzgârda uçuşan bambaşka bir Zenobia'dır belki de bu; ama hep o ilk modelin parçalarından oluşan, o modelden türemiş bir Zenobia.
>
> Bütün bunlardan sonra, Zenobia mutlu ya da mutsuz kentlerden biri mi, bunu düşünmenin bir anlamı yok. Kentleri bu iki grupta toplamak yanlış, başka türlü ayırmalıyız onları: kentler vardır, yıllarla ve değişerek arzulan biçimlemeyi sürdürürler; kentler vardır, ya arzularca silinir ya da arzuları siler, yok ederler.

Calvino bu kent anlatımında, kenti detaylı bir şekilde tasvir etmekten ziyade, kente dair belirli imgeler ve göstergeler üzerinden bir anlatım dili benimsemiştir. Toprak üzerinde kurulmasına rağmen kazıklar üzerinde yükselen Zenobia'nın bu özelliği aktarılırken bile bazı imgeler zihinde uyanmaya başlamaktadır. Çünkü kentin bu şekilde kurulma sebebine değinilmeyerek okuyucunun zihninde bir hareketlenme meydana getirilmiştir. Kazıklar üzerinde kurgulanan kentteki yapılar bambu, çinko, cam gibi materyal örnekleri verilerek aktarılmıştır. Bu anlatım

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

detayı seviyesinde kalarak farklı yükseklikler deki sırıklar üzerinde yer alan yapıların birbirlerine asma köprüler ve merdivenlerle bağlandığına, yapıların çatılarında su varilleri, rüzgârgülleri bulunduğuna ve damlarından makaralar, olta kamışları ve palangalar sarktığına değinilmiştir. Verilen tüm bu anlatım detaylarından da anlaşılacağı gibi Calvino'nun üslubunda Zenobia hakkında niceliksel açıklamalardan uzak kalınarak değinilen bu göstergeler aracılığıyla kent anlatımı tercih edilmiştir.

Calvino'nun Görünmez Kentler kitabı ve kitaptaki Zenobia kenti üzerinden gerçekleştirilen çıkarımlar ve çözümlemeler sonucunda Anafartalar Caddesi, mekânsal deneyim ve gözlemlere dayanan göstergeler ile Calvino'nun göstergeli anlatım dili yakınsanarak edebi bir tür olan hikâye türünde ele alınmıştır:

> Akşamüzeridir, artık günün aktivitesi sona ermiş güneşin ışık oyunlarının vakti gelmiştir. Binalardan ve sağdan soldan yansıyan ışıklar insanın gözünü kamaştırır. Ortam göz kamaştırıcı bir hal almıştır. Bu vakitlerde kentin bu bölgesinde yürümek insanda farklı bir algı yaratır. Çünkü diğer bölgelerden ayrışmıştır burası, ne yüzlerce insanın bir arada olmasını gerektirecek ve buna imkân sağlayacak yüksek gökdelenler ne de insanı ezer nitelikte devasa büyüklükte yapılar yoktur burada. Adeta sıkış tepiş kaotik şehir hayatının zıttını temsil eden, insana değer atfeden bir havaya sahiptir. Bölgedeki meşhur bir caddede yürürken yolun iki tarafında bazıları süslemeli detaylarıyla, bazıları rasyonel hatlarıyla dikkat çeken görebileceğiniz her yapının bir hikâyesi, her yapıda bir yaşanmışlık vardır. Geçmişten bugüne ulaşmış, adeta kimseye zararı olmaması amaçlanarak inşa edilmiş gibi görünen narin yapılar zarif hatlarıyla hafifçe yükselir, binaların köşelerindeki dairesel çıkmalar bir kraliçenin taç takmasına benzer şekilde soğan kubbeleriyle taçlanır.
>
> Yürürken vakit geçmiş güneş artık batmıştır. Etraf batan güneşin etkisiyle hala hafif aydınlıktır. Biraz ileriden kaynağının farklı olduğu belli olan kokular insanı kendine çeker. Kokunun kaynağında yeşil tenteli küçük bir dükkân, küçüklüğünün aksine büyük kokular barındırmaktadır. Aromaların ve esansların ortama kattığı etkileyici ambiyans, insana kalan dünyayı unutturur, yüklerinden arındırır. Dükkândan çıkıp ilerleyince artık güneşin gökyüzündeki aydınlığı da son bulmuş ve yerini gecenin karanlığına bırakmıştır. Fakat bu karanlık başka sarı ışıklarla bölünmektedir. Artık adeta güneşin hiç batmadığı kısma gelinmiştir. Gözün görebildiği tüm binaların zemininde bir kuyumcu ve onlardan etrafa saçılan mücevher ışıltıları vardır. Bu ışıltı insanı büyüler, her şeyi unutturup yalnızca kendine odaklandırır. Caddede yürürken atılan her adımında farklı bir dokunuş, farklı bir detay dikkati üzerine çeker. Böyle bir yerdir burası, kaotik büyükşehirden ayrışmıştır, kendine hastır.

Anafartalar Caddesi'nin deneyim ve gözlemleri sırasında karşılaşılan göstergeler, bu hikâye yazımında kentsel mekânın fiziksel ve niceliksel özelliklerini doğrudan aktarmak yerine caddede bir yürüyüş yapma edasıyla anlatılmıştır. Hikâyede ele alınan göstergelerin aktarımında;

- Akşamüzeri yapılan bir yürüyüş esnasında binalardan ve çevreden yansıyan ışıklardan,

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

- İnsan ölçeğine yakın mimari dokudan,
- Binaların köşelerindeki dairesel çıkmalardan ve bu çıkmaların soğan kubbeleriyle taçlandığından,
- Yeşil tenteli bir dükkândan etrafa saçılan etkileyici kokulardan,
- Gece vakti geldiğinde caddenin bir kısmında bulunan kuyumcuların yoğunluğundan,
- Kuyumcu vitrinlerinden etrafa saçılan altın ışıltılarından bahsedilmiştir.

Dikkat çeken bir nokta olarak değinilmelidir ki hikâye yazımında bir şehir, semt, cadde vb. gibi konum bildiren bir açıklama yapılmamıştır. Calvino'nun Zenobia anlatımında bazı noktalar okuyucunun zihnini harekete geçirmek amacıyla çok detaylandırılmamıştır. Böylece anlatının deneyimlenmesi esnasında zihin sürekli bir arayış ve sorgulama halindedir. Hikâye metninde bu yaklaşım benimsenerek deneyimlemelere dayanan göstergeler yeni bir ifade biçimiyle aktarılmış fakat doğrudan bir yer bilgisine ve betimlemelere yer verilmemiştir. Aynı sebeple, gerçekte *Eyüp Sabri Tuncer* adıyla bilinen koku ve kozmetik dükkânı hikâye yazımında yeşil tenteli küçük bir dükkân olarak anlatılmış, dükkândan etrafa saçılan kokuların büyüklüğünden söz edilmiştir. Gerçek deneyim, gözlem ve fotoğraflamalara dayanan göstergeler, hikâye yazımıyla yeni bir ifade biçimiyle yeniden üretilerek, anlatının kurulması esnasındaki göstergelerarası geçişlerden ilk temsil aşaması gerçekleştirilmiştir.

Farklı ifade biçimlerinin birlikte kullanımı, mekânsal deneyimin yalnızca metinsel ya da görsel bir temsile indirgenmesini engelleyerek, mekânın imgesel, göstergesel, algısal ve ilişkisel boyutlarını eş zamanlı olarak görünür kılmıştır. Böylece Anafartalar Caddesi'nin anlatısı tek bir ifade biçimi içerisinde sıkışmış bir anlatı olmaktan çıkarak farklı ifade biçimlerinin bir arada kullanılabildiği açık bir okuma alanı haline gelmiştir. Bu kapsamda kentsel mekânda karşılaşılan göstergeler ve hikâye yazımı referans alınarak dijital kolaj çalışması yapılmıştır (Görsel 6). Hikâye yazımıyla kurulmaya başlanan anlatı dijital kolaj çalışmasına geçiş esnasındaki göstergelerarası yaklaşımla kolaj çalışması yapılarak devam ettirilmiştir.

Görsel 6. Dijital kolaj çalışması

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Yapılan dijital kolaj çalışmasında başlangıçta mekân deneyimlerinde öne çıkan göstergeler ve bu göstergelerin yeniden ifade edildiği hikâye metni referans alınmıştır. Çok katmanlı anlatı sürecinde deneyimlenen, fotoğraflanan ve hikâye anlatımında yer alan göstergeler, farklı bir ifade biçimiyle aktarılmış ve göstergelerarası bir geçiş sağlanmıştır. Dijital kolaj çalışmasında materyal olarak, kentsel mekânın deneyimlenmesi sırasında çekilen fotoğraflardan ve göstergelerin ifadesini sağlayan görsellerden yararlanılmıştır. Kolaj çalışmasında, hikâye kurgusunun doğrudan görselleştirmesi yerine göstergeler açığa çıkarılmıştır, Kolajda,

- Akşam vaktindeki göz kamaşmalarına,
- Kentin kalabalık ve yüksek yapılarının bulunduğu Çukurambar semti görseli kullanılarak Anafartalar Caddesi ile arasındaki insan ölçeği kıyaslamasına,
- Dairesel köşe çıkmalı ve soğan kubbeli yapılara,
- Eyüp Sabri Tuncer dükkânından etrafa yayılan etkileyici kokulara,
- Kuyumcular ve vitrinlerindeki altınların ışıltısına değinilmiştir.

Yapılan dijital kolaj çalışması ile mekânsal deneyim ve hikaye yazımında ele alınan göstergelerin görsel bir kompozisyon şeklinde tahayyül edilebileceği ve bu tahayyüllerde dijital kolaj tekniğinin araç olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Farklı teknikler kullanılarak gerçekleştirilen anlatı kurgusunda tüm aşamalarda ele alınan göstergeler, dijital kolaj çalışmasının ardından üretken yapay zekâ modeli olan Gemini kullanılarak oluşturulan görselleştirme ile görünür kılınmıştır (Çizelge 1). Bu yapay zekâ görselleştirmesinde diğer adımlardan farklı olarak hem bir istem komutu (prompt) yazımı hem de görsel üretimi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu istem komutunda hikâye metnindeki gibi edebi bir anlatım dili yerine, üretken yapay zekânın anlayarak görsel üretimi yapabileceği biçimde çok daha rasyonel ve doğrusal bir görsel betimlemesi yapılmıştır. Diğer adımlarda yeniden üretilen göstergelerin anlatımları bu istem komutunda doğrudan açıklanarak aktarılmıştır. Ayrıca mekânsal deneyim, gözlem ve fotoğraflama esnasında çekilen fotoğraflardan birkaç tanesi üretken yapay zekâ görselleştirmesi için referans görsel olarak verilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Çizelge 1. Üretken Yapay Zekâ (Gemini) Görselleştirmesi

Referans Fotoğraflar	
İstem Komutu (Prompt)	Ankara ya dair bu görsel referansları kullanarak bir görsel üretmeni istiyorum. Görselin anlatımında akşamüzeri vaktinden gece vaktine kadar olan bir süreci ele aldığımız için gökyüzünü gittikçe kararan bir şekilde oluşturmanı istiyorum. Fakat ayrı ayrı görseller olarak değil, tek bir görsel içerisinde bu gökyüzü geçişini yapmanı istiyorum. Bu caddede soğan kubbeli 1940-1950 yapımı yapılar var. Bu yapılardan gün ışığının yansıması ve göz kamaştırmasını anlatmanı istiyorum. Caddenin devamında bir yapının zemin katında yeşil tenteli bir koku dükkanı var ve kokuları çok etkili kokular. Bu kokuların etkileyici olmasını görsele işlemeni istiyorum. Caddenin ilerleyen kısımlarında, tüm binaların zemin katlarında bulunan kuyumcular bulunuyor. Kuyumcuların vitrinlerindeki mücevherlerin ışıltılarını görsele göz alıcı bir şekilde işlemeni istiyorum. Şimdi sana görseldeki yerleşim detaylarını anlatıyorum. Görselin sol kısmında ve arka plan olarak kaotik bir kent anlatımı olarak Ankara'nın gökdelenleri ve devasa yapılarının yer aldığı kaotik hayatı göstermeni istiyorum. Sağ tarafta ve ön planda ise sana anlattığım bu caddenin anlatımın olmasını istiyorum.
Görselleştirme	

Üretken yapay zekâ modeli olan Gemini kullanılarak oluşturulan görselleştirme, göstergelerarası anlatı kurgusunu genişletmek amacıyla oluşturulmuştur. Bu amaçla gerçekleştirilen görsel üretiminde, dijital kolaj çalışması yapımındaki göstergeli anlatım korunabilmiştir. Böylece yapılan çalışmadaki göstergelerarası anlatıda kentsel mekânın kimliğini tekil ya da bütüncül temsiller aracılığıyla anlatmak yerine farklı ifade teknikleri arasında kurulan göstergelerarası ilişkiler yoluyla aktarılabileceği gösterilmiştir.

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bu çalışmanın temel yaklaşımı, kentsel mekânın kimliğinin, doğrudan ve niceliksel bir temsil yoluyla aktarılması yerine, farklı ifade biçimleri arasında kurulan göstergelerarası ilişkiler aracılığıyla açılabileceği savına dayanmaktadır. Bu düşünce, Ankara Ulus'taki Anafartalar Caddesi üzerinden, deneyimlenen, gözlemlenen ve algılanan göstergelerin farklı üretim biçimleriyle aktarılmasıyla deneyselleştirilmiştir. Söz konusu göstergelerin farklı ifade teknikleri arasında aktarımıyla anlatı kurgusu, belirli bir üretim aşamasında tamamlanan kapalı

bir yapıdan ziyade, her göstergelerarası geçişte yeniden kurulan açık uçlu bir süreç olarak ortaya çıkarılmıştır. Böylece anlatı, mekânın tekil bir temsili olmaktan çıkarak çok katmanlı bir okuma alanı haline getirilmiştir. Çalışmada benimsenen bu çok katmanlı okuma biçimi, hem Calvino'nun Görünmez Kentler'deki çok katmanlı, göstergeli ve zihni harekete geçiren anlatım diliyle hem de Anafartalar Caddesi'nin çok katmanlı mekânsal kimliğiyle birebir örtüşmektedir. Bu yönüyle çalışmanın ele alınma biçimi tekil ve bütüncül bir anlatı olmaktan çıkarak mekân kimliğiyle uyum sağlayan bir yaklaşım sergilemektedir.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen fotoğraf, hikâye yazımı, dijital kolaj ve yapay zekâ destekli görselleştirme çalışmalarının, mekânsal deneyim sırasında ortaya çıkan göstergelerin farklı biçimlerde yeniden ifade edilmesini sağlayan anlatı katmanları olarak kurgulanabileceği ortaya konulmuştur. Ayrıca bu çalışma, Anafartalar Caddesi özelinde geliştirilen anlatı temelli yaklaşımın, kentsel mekân okuma ve öne çıkarılan göstergelerin ifade biçimleri için alternatif bir yöntem sunduğunu ortaya çıkarmıştır. Böylece Anafartalar Caddesi'nin, sabit ve tekdüze bir kimlik taşıyan bir olgu olarak değil; birbirine dönüşen göstergeler aracılığıyla sürekli yeniden kurulan dinamik bir anlatı kurgusu olarak ele alınabileceği ortaya konulmuştur.

KAYNAKÇA

Aktulum, K. (2000). *Metinlerarası İlişkiler* (2. Baskı). Ankara: Öteki Yayınevi.

Aktulum, K. (2021). Bir Çözümleme Yöntemi Olarak Sanatta Göstergelerarasılık, *Folklor/Edebiyat,* 27(107), 661-686. doi.org/10.22559/folklor.1850

Calvino, I. (2003). *Görünmez Kentler* (7. Baskı). (I. Saatçıoğlu, Çev.) İstanbul: Yapı Kredi Yayınları. (Orijinal eserin basım tarihi 1972)

Coşkun, C. (2024). Sanat ve Tasarım Alanında Üretken Yapay Zeka Sistemleri. *Art-e Sanat Dergisi*, *17*(33), 470–486. https://doi.org/10.21602/SDUARTE.1480840

Deveci, M. (2022). Yapay Zekâ Uygulamalarının Sanat ve Tasarım Alanlarına Yansıması. *Vankulu Sosyal Araştırmalar Dergisi,* (9), 118-140. https://doi.org/10.55089/yyuvasad.1115961

Erten, O. ve Göktepeliler, Ö. (2022). Yapay zekâ, makine ve sanat. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 13(2), 145-153.

Evlioğlu Gezer, E. (2021). Kendinden Önceki Metinleri Bir Arşiv Olarak Kullanan Postmodern Anlatılar: Metinlerarasılık, Göstergelerarasılık, Resimlerarasılık. *İstanbul Aydın Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi,* 7(14), 141-154.

Mollaoğlu, S. (2023). Göstergelerarasılık: Pieta Örneği. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 25, 204-219. https://doi.org/10.29029/busbed.1205118

Şengül, Ş. (2012). *Metinlerarası Anlam Aktarımında Bir Yöntem olarak Ekfrasis: Şiir-Roman ve Sinemada Kullanımı* (Yayın No. 306420) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi

Tire, S. (2022). Resim sanatında dijital kolaj ve sanal gerçeklik. *Çukurova Araştırmaları Dergisi,* 8(1), 29-33. http://dx.doi.org/10.29228/cukar.57515

Ünal Gerdan, S. (2024). Sanat ve Teknolojinin Buluşması: Dijital Kolaj. *International Journal of Cultural and Social Studies (IntJCSS),* 10(1), 51-69. https://doi.org/10.46442/intjcss.1446715

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

ANKARA ANAFARTALAR CADDESİ ÜZERİNDEN EKFRASTİK OKUMA YAPILMASI: SÜRREAL KOLAJ VE YAPAY ZEKA GÖRSELLEŞTİRMELERİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Zeynep Eda SERT [1], Prof. Dr. Arzu ÖZEN YAVUZ [2]
[1]Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı,
25831101013@gazi.edu.tr /z.eda.sert@gmail.com- ORCID ID: 0009-0009-1747-1566
[2]Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı,
arzuozen@gazi.edu.tr- ORCID ID: 0000-0002-7197-289X

ÖZET

Sanatların birbirine dönüşümü olan ekfrasis kavramı günümüz teknolojisinin gelişmesi ve imkanlarıyla beraber dijital kolaj, yapay zeka gibi farklı yöntemler kullanılarak gerçekleşebilmektedir. Bu çalışmada ekfrastik anlatım üzerine üç aşamalı bir çalışma yapılmaktadır. İlk aşamada şehir fantezisi türündeki Neil Gaiman'ın Yokyer kitabının ekfrastik anlatımı incelenip kentsel bir kurguda yorumlanarak soyut ve özgün bir şekilde yeniden hikayeleştirilmektedir. Hikâye gerçek bir mekân olan Ankara'nın Anafartalar Caddesinde bulunan Tarihi Avizeciler Çarşısı üzerine işlenerek kurgulanmaktadır. İkinci aşamada oluşturulan yeni hikayenin üzerinden sürreal tarzda bir kolaj üretimi gerçekleştirilmiştir. Kolaj; gerçeklik katmanı, duyusal katman ve duygusal katman olmak üzere üç katmandan oluşturulmaktadır. Sonrasında üçüncü aşamada da yapay zeka araçlarından biri olan Gemini kullanılarak ve adım adım ilerleyerek farklı anlatım dilleriyle farklı tarzda görseller oluşturulmuştur. Yapay zeka görselleri, hikayeyi fotoroman tarzında sıralı görseller şeklinde üretmiştir. Bu üç aşamayla birlikte; metinden metine, metinden görsele ve görselden görsele geçişin ekfrastik anlatım ve ifade teknikleriyle nasıl yapılabileceğinin denenmesi amaçlanmaktadır ve bu geçişin nasıl üretilebileceği incelenmektedir. Bunun için sürreal kolaj ve yapay zeka kullanarak, araçların değiştirilmesiyle yapılan görsellerde farklı üretimlerin neler olabileceği araştırılmaktadır. Bu şekilde ekfrastik anlatım üç farklı yolla ve farklı görsel anlatımlar üzerinden gözlemlenmektedir. Sonuç olarak farklı anlatım dillerinin aynı metnin farklı temsillerde üretimiyle ekfrastik algının değişimi gözlemlenmiştir. Ekfrasisin tekil değil çoklu anlatıma sahip olduğu anlaşılmaktadır. Yapay zeka ile oluşturulan görsellerde ekfrastik anlatımın değiştiği ve metinden aldığı unsurların bazılarının metinle uyuşurken bazılarının uyuşmadığı gözlemlenmiştir. Son olarak sürreal kolaj çalışması ile yapay zeka üretimleri kıyaslandığında yapılan sürreal kolaj çalışmasında duyular ve duygular gibi hikayede vurgulanan kısımlar net bir şekilde ifade edilirken, yapay zeka temsillerinde ise daha fazla olay akışı ön planda olduğu görülmektedir. Böylece ekfrasisin, disiplinler arası bir anlatım olduğu ortaya konmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ekfrasis, Kolaj, Yapay Zeka, Farklı Anlatım Dilleri, Mimari Temsil

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

1.GİRİŞ

Antik Yunandan günümüze kadar evrilerek gelen ekfrasis kavramı dışarı ve konuşmak anlamlarına gelen 'ek' ve 'phrasis' kelimelerinin bir araya gelmesiyle ortaya çıkmaktadır. İlk kullanım şekli görsel sanatlardan metinsel tasvirlerdir. Zamanla kullanım alanı genişlemektedir ve görsel sanatlardan metinsel tasvire, edebi sanatlardan görsel temsillere, aynı tür içinde yeniden üretim ya da daha farklı türlere de dönüşüm olarak tanımlanabilmektedir. Bu yeniden üretim ve dönüşümler artık sadece insan eliyle üretim ile kısıtlı kalmamaktadır. Artık yapay zeka araçlarının hızlı gelişimi sayesinde bu dönüşüm ve üretimler yapay zeka araçları üzerinden yapılabilmektedir. Hem de aynı şeyi dönüştürürken farklı anlatım dillerinde ve hatta metin, görsel, video, ses gibi farklı türlere de dönüştürülebilmektedir. Böylece aynı ürünü birçok farklı temsilini hızlıca bu araçlar üzerinden üretilebilmektedir. Bu da yapay zeka araçlarının kullanımın hayal gücümüzü geliştirebilen, ufkumuzu genişletebilen ve hızlı sonuçlar alabileceğimiz bir yardımcı araç olarak görülebilmektedir.

Mimari temsilde ekfrasis ile ilişkilidir. Mimari temsilde de bir fikir; çizimler, modeller, görselleştirmeler, maketler, diyagramlar, kolajlar, sözel ve yazılı anlatımlar yoluyla ifade edilmekte ve gösterilmektedir. Günümüzde insanların her şeyi hızlı tüketmesiyle beraber temsil de daha çok görsel ve imaj üretimleri üzerine yoğunlaşmaktadır. Ekfrasiste de durum böyledir, yeniden üretimler daha çok görsel odaklıdır. Mimari temsilde de hızlı ve farklı sonuçlar almak için yapay zeka araçları etkili olmaktadır. İkisinde de bir şey farklı bir düzlemde ifade edilmektedir. İkisi de bir olgunun farklı şekillerde temsil edilmesidir.

Bu çalışmada ekfrasisin metinden metine, metinden görsele ve görselden görsele dönüşümleri üzerinde durulmaktadır ve bu durum üç katmanda incelenmektedir. İlk aşamada Neil Gaiman'ın kitabı olan 'Yokyer' kitabı yorumlanarak, Ankara Anafartalar Caddesinde bulunan Tarihi Avizeciler Çarşısı üzerine konumlandırılmaktadır. Bu aşamada ekfrastik görseller üretmek için özgün kısa bir hikaye oluşturulmaktadır. İkinci aşamada hikayenin duyusal yoğunluğundan dolayı sürreal tarzda bir kolaj çalışması yapılarak görsel ekfrastik anlatım gerçekleştirilmektedir. Son aşamada ise hikayeyi Gemini yapay zeka aracı kullanarak farklı anlatım dillerinde ekfrastik görselleştirmeler gerçekleştirilmiştir. Böylelikle üç aşamada ekfrastik anlatımın nasıl katmanlaşarak dönüştüğü araştırılmaktadır.

2.KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1.EKFRASİS

Arnheim (2007) sözcüklerin görsel olarak algılandığını şu sözlerle ifade etmektedir: *''Görsel ortamın başlıca meziyeti, şekilleri iki boyutlu ve üç boyutlu uzamda temsil etmesidir. Oysa sözel dilde dizilim tek boyutludur. Bu çok boyutlu uzam fiziksel nesneler ya da olaylarla ilgili iyi düşünme modelleri getirmekle kalmaz, aynı zamanda kuramsal akıl yürütme için gerekli boyutları da izomorfik olarak temsil eder."*

Ayrıca algılama işleminin gerçekleşmesi için dile ihtiyaç duyulduğunu söylemektedir. Kavramların bağlamlar sayesinde birbiri arasında ilişki kurduğunu ve imgelerin kitlesel

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

çağrışımlara sebep olduğunu söylemektedir. Bu bakımdan sözel temsillerin, görsel temsillerden farksız olduğunu ve birbirleriyle bağlantılı olduğunu belirtmektedir. Şu sözlere yer vermektedir: *'' Düşünme imgeleri gerektirir, imgeler de düşünce içerir. Bu yüzden görsel sanatlar, görsel düşünmenin yuvasıdır. ''* (*Arnheim 2007)*

Heffernan (1991) ekfrasisi, görsel unsurun yeniden kurulması olarak tanımlamaktadır. Ekfrasisi yalnızca betimleme olarak değil söz ile görsel arasında bağlantı olarak görmektedir. Ayrıca ekfrasisin sadece estetik olmadığını aynı zamanda kültürel ve ideolojik bir temsil olduğunu da ifade etmektedir.

Goldhill (2007) ekfrasisi retorik bir strateji olarak ifade etmektedir. Yani ekfrastik ürünü okuyan kişinin hayal gücü harekete geçirilmekte ve deneyimsel bir yolculuk sunmaktadır. Goldhill de Hefferman gibi ekfrasisin kültürel ve ideolojik mesajlar içerdiğini savunmaktadır. Ayrıca görsel ve sözel ilişkinin her zaman uyumlu olmadığını bazen de birbirleriyle çatıştığını ifade etmektedir.

Hartmann (2015) dijital çağ ile imgelerin çoğaltılabildiğini, manipüle edilebildiğini söylemektedir. Artık ekfrasisin de sanal imgeler ve dijital ekranlar ile de gerçekleştiğini ifade etmektedir ve bu durumun ekfrasisi kompleksleştirdiğini savunmaktadır. Görsellerin artık tekil nesne değil sürekli yeniden üretilebilir olduğunu ve imgelerin farklı biçimlerde bir araya gelebileceğini vurgulamaktadır.

2.2.MİMARİ TEMSİL

Somer (2015) mimarlığın giderek imaj üretimi üzerinde temsil edildiğini söylemektedir. Ekfrasis ve mimari temsili de bu açıdan ele alarak Danteum anıtını incelemektedir. Danteum anıtı, Dante'nin İlahi Komedya eserindeki ekfrastik anlatımın yorumlanmasıyla tasarlanmış ama inşa edilememiş bir yapıdır. Eserdeki cennet, araf ve cehennem katmanları anıtta da ayrı bölümler olarak tasarlanmaktadır. Aynı zamanda anıttaki bölümlerin güzergahı da kitaptaki yolculuğa göre kurgulanmaktadır. Danteum anıtının edebiyatın mimariye dönüşümünde ve ekfrastik temsil bağlamında önemli bir örnek olduğunu belirtmektedir. Ayrıca ekfarstik anlatımda duyguların anlatımının, betimlemeler kadar önemli olduğunu şu sözlere ifade etmektedir: *''Danteum'u tam anlamıyla ekfrastik bir çalışma haline getiren ise Terragni'nin kullandığı metafor dilidir. Sadece duygusal anlamda değil aynı zamanda ritim ve üslupta da bir denklik gözetilir ''*

Aynı şekilde Italo Calvino'nun 'Görünmez Kentler' kitabını da ekfrasis üzerinden inceleyen Somer (2015), kitabın metinden mekân üretimi için önemli bir örnek olduğunu söylemektedir. Kitaptaki betimlenen hayali kent tasvirlerinin zihnimizde canlanmakta olduğunu, zihnimizde mekânsal deneyim sunmakta olduğunu belirtmektedir. Böylece mimari anlam üretmek de temsillerin oluşmasını sağlamaktadır. Bu anlamda temsil ve ekfrasis birbirleriyle bağlantılı olduğunu ifade etmektedir.

2.3.MİMARİ KOLAJ

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Kolaj kelimesi, Fransızca yapıştırmak anlamına gelen 'collage' kelimesinden türemiştir. Kolaj birçok nesneni kesilip aynı bağlam üzerinde bir araya getirilmesiyle oluşturulan resmetme tekniği olarak tanımlanabilmektedir. Zamanla gelişen teknolojiyle beraber yeni bir kolaj türü olan dijital kolaj terimi de ortaya çıkmıştır. Dijital kolaj, bilgisayar programları gibi teknolojik ortamlarda dijital görüntülerin üst üste bindirilmesiyle yapılmaktadır.

Kolaj ilk olarak 19. Yüzyılda kadınlar tarafından dekoratif amaçla kullanılmıştır. 20. Yüzyılda Picasso gibi Kübist ressamlar tarafından kullanılmaya başlamıştır. Daha sonrasında Sürrealistler ve Dadaistler de kolajı kullanmaya başlamışlardır. Bu tekniği kullanmalarının nedeni estetik kaygı değildir. Bunun aksine sıradan nesneleri bir araya getirerek yeni dünyalar kurmak için kullanmışlardır ve bunu da irrasyonel yan yana getirme yöntemiyle yapmaktadırlar. (Cramer & Grant, t.y.)

Bu çalışmada tercih edilen kolaj türü olan Sürreal kolaj türü, kolaj tekniğini sürreal akımın prensipleriyle bir araya getiren bir kolaj türüdür. Normal kolaja kıyasla sürreal kolajda gerçekdışı, rüyamsı imgeler bulunmaktadır. Ayrıca soyutlamalar, mantık dışı bir araya getirmeler, görünmeyen şeyleri gösterme gibi durumları da vardır.

Birer ve Kaya (2019) mekanı tanımlamak ve deneyimlemek için birden fazla temsil biçimi olduğunu ve kolajın da bunlardan biri olduğunu ifade etmektedirler. Kolaj duyuların kullanılması ile algımızı yönlendirdiğini ve kolajın önemli bir temsil aracı olduğunu öne sürmektedirler. Kolajda duyuların önemini şu sözlerle açıklamaktadırlar: '' Tüm duyularımızla algıladığımız, ölçtüğümüz ve şekillendirdiğimiz mekân aslında mekân değil, çok boyutlu bir kavramdır. Bu nedenle günümüzde sıklıkla kullanılan mimari ifade ve görselleştirmeler bu çok boyutlu mekân tanımını anlatmakta zayıf kalmıştır. Bir maket, model, fotoğraf veya çizimler bize bir mekânı tarif eder. Fakat bu içinde herhangi bir ses, koku, doku, tat, sıcaklık, nem olmayan, zamanda donmuş ve hayattan iz taşımayan bir mekândır. Mekânı her yönü ile anlamlandırmanın yolu bütün bu duyu ve duygu katmanlarını bir araya getirmektir. ''

Ayrıca Birer ve Kaya (2019) kolajın parçaları bir araya getiren yapısı ve oluşturulan kompozisyonlar mekanı anlatmak için kullanılan bir ifade tekniği olduğunu ifade etmektedirler. Duyusal kolaj ise yaşanmış malzemelerin, ses, doku, koku gibi duyuların bir araya geldiği kolaj tekniği olarak tanımlamaktadırlar ve şu sözlere yer vermektedirler: '' Duyusal kolajda nesne, görüntü biçimini bir tarafa atar, malzemeler çeşitli birleşimlerden ortaya çıkan bir oyun içgüdüsüyle nesnelerin bir araya gelerek oluşturdukları yeni bir anlayışla bize dokunur, koklanır, işitilir ve görünür bir biçime bürünür. Bu oyun bizi üzerinde gündelik kullanım nesnelerinin izlerini taşıyan sayısız örtü, astar, kılıf, mendil, perde, kaşık, kilim… vb. gibi ikamet edenin izlerini mekâna taşır ve biz de bir izleyici olarak hiç tanıklık etmediğimiz bu mekâna, tüm duyularımızla dahil olmaya başlarız. ''

2.4.MİMARLIKTA PALİMPSEST KAVRAMI

Yıldırım (2009) çalışmasında Palimpsest kavramını incelemektedir. Palimpsest kavramı kısaca yeniden yazılmış parşömen olarak tanımlanabilir. Eski dönemde kağıt bulma sorunundan dolayı kullanılan bir parşömenin kazılmasıyla yeniden kullanılması denilebilir. Bu açıdan bakıldığında

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Palimpsest kavramı eski ve yeniyi bir araya getiren katmanlı bir yapı olarak görülebilir. Edebiyatta Palimpsest kavramı metnin farklı anlam katmanlarının olması yani alt metin içermesi olarak gözlemlenmektedir. Ayrıca bu kavram sinemada da görülmektedir. Yıldırım (2009), Palimpsest filminden şu şekilde bahsetmektedir: *''Yönetmenliğini Konrad Niewolski'nin yaptığı 2006 yapımı 'Palimpsest' filmi gerçek ve hayal arasındaki sınırları irdeleyen, gerçeklik ve fantazmagoria (düşteki gibi görülen tutarsız hayaller) nın anlamını sorgulayan bir yapımdır. Filmin kurgusu bu iki anlam doğrultusunda gerçek ve psikolojik duyguların oluşturduğu iki ayrı şemanın birbirine geçmişliğine dayanmaktadır. ''*

Devamında Yıldırım (2009) Palimpsest kavramının birçok alanda karşımıza çıktığını ifade etmektedir. Bu alanlara mimarlık örnek verilebilir. Palimpsest kavramıyla mekana ve şehre yönelik yeni anlamlar üretildiğini belirtmektedir. Mekanın yeni, eski, tarihsel ve kültürel olarak çok katmalı olduğunu söylemektedir. Ayrıca palimpsest, mekanın duygusal boyutlarını da ele alarak yeni işlev ürettiğini ifade etmektedir.

Bu açıdan bakıldığında katmanlı yapısı ve farklı anlamları bir araya getirmesi ile palimpsest kavramı, çok katmanlılık ve yeniden yorumlama bağlamında kolaj tekniğiyle ilişkilendirilebilir.

2.5.YAPAY ZEKA İLE METİNDEN GÖRSEL OLUŞTURMA

Başçı (2025) ekfrasisin sadece betimleme üzerine bir temsil olmadığını bununla beraber duyuların anlatımının da dahil olduğunu söylemektedir. Çalışmasında sanat eserleri üzerinden mekân üretimini incelemektedir. Öğrenciler ile belirli sanat eserlerinin ekfrastik anlatımından yola çıkarak üretilmesi istenilen mekâna göre bir anlatı türetilmektedir. Bunun devamında türetilen anlatılar farklı yapay zeka araçlarına verilerek görseller oluşturulmaktadır. Sanat eserleri tema ve sembolleriyle üretilen mekanlar üzerinde bağlamsal ve duygusal olarak etki gösterdiğini belirtmektedir. Sonuç olarak yapay zekanın ekfrastik anlatımda bir araç olduğunu ve farklı alternatifler üretmekte yaratıcı ortak gibi çalıştığını ifade etmektedir.

Cenk ve Arslan Selçuk (2024) yaptıkları çalışmada Italo Calvino'nun görünmez kentler kitabındaki Bauci kentini yapay zeka üzerinden mimari temsillerini oluşturmuşlardır. Üretken yapay zeka araçlarının tasarımda yaratıcı sonuçlar üretebileceğini ama bunun için kullanıcının prompt (istem) yazarken istenileni doğru şekilde yazması gerektiğini yani prompt mühendisliğinin önemli olduğunu vurgulamaktadırlar. Ayrıca geleneksel temsil yöntemlerinin yani eskiz, model vs. yapay zekaya referans verilerek ortaklaşa kullanılmasında yaratıcılığı arttırmakta olduğunu söylemektedirler. Gelecekte yapay zekanın mimari temsilde önemli bir araç haline geleceğini ifade etmektedirler.

3.YÖNTEM VE BULGULAR

Çalışma üç aşamada gerçekleştirilmektedir. İlk aşamada Yokyer romanından ilhamla bir kent hikayesi yazılmaktadır. Bu hikaye Ankara Anafartalar caddesinde bulunan Tarihi Avizeciler Çarşı içerisine kurgulanmaktadır. İkinci aşamada bu kentsel, imgesel ve duyusal anlatıdan yola çıkılarak sürreal kolaj dilinde görselleştirilmektedir. Üçüncü aşamada ise oluşturulan hikaye,

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

yapay zeka aracı olan Gemini kullanılarak farklı anlatım dilleriyle yeniden görselleri üretilmektedir. Son olarak bu üretimler analiz edilmektedir.

Görsel 1. Yöntem Şeması

3.1. SEÇİLEN ROMANDAN KISA HİKAYE OLUŞTURMA

İlk aşamada ekfrasisin metinden başka bir metne dönüşümü gerçekleştirilmektedir. Neil Gaiman'ın şehir fantezisi türündeki 'Yokyer' kitabı bu dönüşüm için seçilmiş ve incelenmiştir. Kitap alt ve üst şehrin olduğu görülmektedir. Üst şehir normal bilindik bir şehirken, alt şehir ise üst şehrin karanlık ve tehlikeli bir tezahürü gibidir. Ana karakter üst şehirde hayatını oldukça normal bir şekilde geçirmektedir. İşe gidip gelmekte, arkadaşlarıyla vakit geçirmektedir. Oldukça sıradan bir yaşantısı vardır. Bir gün akşam vakti yolda yürürken aniden orda olduğunu dahi görmediği bir kapı açılır ve içerisinden yaralı bir kızın çıktığını görür. Bu duruma kayıtsız kalamaz ve kıza yardım eder. Böylece alt şehirle ilk teması gerçekleştirmiş olur. Sonrasında kız ile yolları ayrılır ama artık hiçbir şey eskisi gibi değildir. Üst şehirde arkadaşları onun varlığını unutmakta ve insanlar artık onu görmemektedir. Bunun sonucunda o da her şeyi eski haline döndürmek için karanlık ve tehlikeli alt şehre gitmek zorunda kalır. Hikayede üst şehir renkli ve normal bir şehir gibi anlatılmaktadır. Alt şehir ise karanlık kasvetli bir yapıdadır. Yer altı salonları, aşağısı gözükmeyen devasa köprüler, her yeri aynalarla dolu ürkütücü ve heybetli bir mekan, sürekli yerinin değiştiği tuhaf eşyaların satıldığı pazar mekanı, tüneller, koridorlar ve metro hatları olan labirentvari bir ortamdır. Kitapta alt şehir kaybolmuşların şehri olarak da geçmektedir ve üst şehirde yaşayanlar alt şehirden habersizdir. Bir de alt şehrin üste açıldığı arada kalan geçiş mekanlarından söz edilebilir. Bu geçiş mekanları kapılar, metro istasyonları, kanalizasyon gibi yerlerdir ve buradan alt şehrin karanlık havası üst şehre sızmaktadır.

Kitap incelendiğinde oldukça fazla imge ve metafora sahip olduğu gözlemlenmektedir. Böylece ilk olarak kitap ekfrastik olarak çözümlenmektedir. Devamında kitabın imgelerinden ve dilinden ilham alarak özgün bir hikaye oluşturtulmaktadır. Ayrıca bu yeni hikaye Ankara'nın Anafartalar caddesinde bulunan Tarihi Avizeciler Çarşısı üzerine entegre edilerek kurgulanmaktadır. Burada da kitapta olduğu gibi zıtlıklar, karanlık aydınlık çakışması, tedirginlik hissi, yalnızlaşma durumu, geçiş mekanı gibi unsurlar kullanılmaktadır. Fakat ortaya çok daha farklı bir anlatı çıkmaktadır. Hikayede bu unsurların kullanılmasının yansıra duyusal durumlar ön planda tutulmaktadır böylece hikayeye farklı bir bakış açısı sunulmaktadır. Oluşturulan özgün hikaye şöyledir:

''Anafartalar caddesi üzerinden Avizeciler Çarşısına doğru ilerliyordu. Sabahın soluk ışığı avizelerin kristallerine değiyordu. Çarşının giriş kapısından içeriye doğru adımını attı. Birden

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

tuhaf bir şey fark etti. Kristallere vuran ışık yansımayı bırakmıştı. Sanki kristaller kendilerine vuran ışığı içine çekip bir yere saklıyordu. Arkasına döndü ve avizeciler çarşısının karşısındaki kuyumcular çarşısına doğru baktı ve kepenklerinin parıldadığını gördü. Ne olduğuna anlam veremedi, herhâlde gözlerim kamaştı diye düşündü. Daha fazla bu olaya takılmamaya karar verdi ve her zaman gidip gezdiği köşedeki avize dükkanına doğru ilerledi. Dükkâna yaklaştığında kapısının kazara açılmış gibi hafif aralık olduğunu gördü. İçeri girmek için kapıya dokundu ve onu ittirdi. Dokunur dokunmaz beklenmedik bir şekilde yerin sarsıldığını hissetti. Sonra kristallerin birdenbire bir müzik oluşturur gibi tıngırdadığını duydu. Gökyüzüne doğru baktı. Üstünde bir sürü kuşun bir şeylerden kaçıyormuş gibi uçtuklarını gördü ve gökyüzü sanki ışıklarını kaybetmiş gibi soluklaştı. Ne olup bittiğini kavrayamadı. Etrafına bakındı ama kimsecikler yoktu. Ardından dükkânın içinden anlamsız bir fısıltı duydu. İçerde birileri vardır umuduyla sese doğru yürüdü. İçerisi çok karanlıktı ve burnunu acıtacak kadar yoğun bir şekilde küf ve çürük kokuyordu. Kimse var mı diye seslendi. Cevap gelmedi. Sonra tam çıkmayı düşünürken bir fısıltı daha duydu. İçeri doğru ilerlemeye ve oradaki kişiye ulaşmaya karar verdi. Duvarlara tutunarak ilerledi. Her yerde kristaller vardı ve sivri uçları ellerine batıyordu. Bir müddet ilerledikten sonra eline değen kristallerden biri elini fena yaraladı. Daha fazla dayanamayıp içerdeki kişiye ulaşmaktan vazgeçti ve arkasını döndü. Sanki hiç ilerlememiş gibi hala kapının önünde olduğunu fark etti. Ne olduğunu bilmiyordu ama tedirgin olmuş bir şekilde kendini dışarı attı. Tam kapıdan çıkarken kristallerin yine tuhaf bir şekilde tındırmamasını duydu ve birden sokak sanki yerine otururmuş gibi yerin sarsılması durdu. Kuşlar da az önce burada hiç yokmuşçasına kayboldular ve güneş ışıkları da tıpkı kristallerdeki yansıma gibi tekrar yerlerine dönmüştü. Temiz havayı içine çekti, hayal mi gördüm acaba diye düşündü. Ama ellerine baktı ve yara bere içerisinde olduğunu gördü."

3.2.SÜRREAL KOLAJ ÇALIŞMASI

İkinci aşamada metinden görsele ekfrastik dönüşüm gerçekleştirilmektedir. Bu aşamada kolaj, hikayenin duyusal ve duygusal yoğunluğu göz önüne alınarak sürreal kolaj tekniğiyle oluşturtulmaktadır. Nesnelerin gerçeklikten çarpıtılarak bir araya gelmesiyle sürreal tarzda kolaj üretimi yapılmaktadır. Görsel unsurlar da dahil olmak üzere koklama, dokunma, duyma gibi diğer duyusal durumlarda gözle görülebilir hale getirilmiştir.

İlk aşamada kolajın arka planını oluşturmak üzere tarihi avizeciler çarşısından bir kare yerleştirilmektedir. Kolajda arka planını oluşturan dükkanlar siyah beyaz ifade edilmektedir ve gökyüzünde de solgun renkler tercih edilmektedir, bunun nedeni hikayede kişinin dükkanın kapısını açmasıyla beraber kentin bozulmaya başlaması, renksiz ve tedirgin edici bir ortama dönüşmesinden dolayıdır. Ayrıca kapıya dokunmasıyla berber gökyüzünde kaçışan kuşlarda kolaja eklenmiştir. Kolajın merkezine yakın bir konuma bir insan figürü konulmuştur ve gerçekliği çarpıtmak üzere ve kişinin değil olayın önemini vurgulamak adına kişinin kafasının yarısı kesilmiştir. Böylece gökyüzünde kaçışan kuşlar sanki kişinin kafasından dışarı doğru çıkıyormuş gibi gösterilmiştir. Bu da olayın gerçekte mi yaşanıyor yoksa kişinin kafasının içerisinde mi yaşanıyor algısını düşündürterek gerçeklik algısının belirsizliğini vurgular niteliktedir.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Devamında her yere avizeleri sembolize edecek şekilde kristaller yerleştirilmiştir. Kristallerin tıngırdamasını ve orada bulunan kişinin yine gerçeklikte mi yoksa hayal aleminde mi olduğu belirsizliği vermek üzere kristallerin bazılarını çift görülecek şekilde çarpıtılmış, diğerleri de bozuluyormuş gibi piksel olarak ifade edilmiştir. Kristallerin tıngırdamasının bu şekilde ifade edilmesiyle de duyma duyusu görsel olarak belirtilmektedir. Ayrıca dükkanın önünde, içeriye doğru tehlikenin arttığını belirtmek üzere kristaller yoğun bir şekilde yerleştirilmiştir. Kişinin içeride ilerleme çalıştıkça zorlanması ve ellerine kristallerin batmasını göstermek amacıyla dükkana yakın kristallere kan akması efekti verilmiştir. Kan akma imgesinin rengi oldukça canlı ve gerçekçi seçilmiştir. Bu da kolajın dramatikliğini vurgulamaktadır. Böylece kristaller ve kan unsuru ile dokunma duyusu görsel olarak ifade edilmektedir.

Sonrasında kişinin, dükkanın içerisinde ilerlemesine rağmen hiç ilerlememiş gibi olmasını ve içerinin karanlığını anlatmak üzere dükkanın içerisini ilerleme efektini belli edecek şekilde spirallerle uzanan karanlık tünelvari bir görsel yerleştirilmiştir. İçerden gelen fısıltıların ve oradaki kişiye ulaşılamamasından dolayı içeriye silüet şeklinde belli belirsiz bir insan figürü konulmuştur. Son olarak dükkanın içerisinde hissedilen küf ve çürük kokusu da dükkanın altından sızan ve yeşil renkli birbirine karışan çizgilerle ifade edilmiştir. Böylece koku duyusu da görselleştirilmektedir.

Sonuç olarak hikaye; gerçeklik algısın bozulduğu, hikayenin içerisinde bulunan kötü duyguların kolajda renksizlikle veya solgun renklerle ifade edildiği, duyuların renkler kullanılarak ön plana çıkartıldığı ve görülebilir hale getirildiği, mantık dışı birleşimlerin olduğu, rüyamsı ve bilinçdışı bir estetikle sürreal kolaj olarak ifade edilmektedir. Kolaj, Palimpsest kavramı üzerinden değerlendirilecek olursa üç katmandan oluştuğu söylenebilir. İlk katman gerçeklik katmanı, bu katmanda avizeciler çarşısı gibi gerçek unsurlar bulunmaktadır. İkinci katman duygusal katmandır, hikayenin duygusal akışı renksizlik veya soluk renklerle ifade edilmektedir. Üçüncü ve son katman ise duyusal katmandır, bu katmanda renklerin kullanımıyla kolaja eklenmektedir.

Görsel 2. Sürreal Kolaj Çalışması

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

3.3.YAPAY ZEKA GÖRSELLEŞTİRMELERİ

Üçüncü aşamada ise yapay zeka üzerinden aynı metinden çoklu temsillerin üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu aşamada yapay zeka araçlarından olan Gemini kullanılmıştır. Hikaye kısaltılarak prompt (istem) haline getirilmiş ve Gemini'a gönderilmiştir. Kısaltılarak anlatılan ve görselleştirilmesi beklenen istem şu şekildedir:

'' Ankara Anafartalar caddesinde, kuyumcular çarşısından avizeciler çarsısına doğru ilerleyen birini düşün. Çarşının içine girmeden öncesinde avizelerin kristalleri parlıyor. Ama tarihi avizeciler çarşının kapısından içeri girince kristaller parlamayı bırakıyor. İki taraftara avize dükkânları var. Her zaman gittiği avize dükkanına doğru ilerliyor. Dükkanın kapısı aralık. Kapıya dokunuyor. Kristaller birden tıngırdıyor ve yer sarsılıyor. Gökyüzünde kuşlar uçuşuyor ve gökyüzünün rengi soluklaşıyor. Etrafta kimse yok. Dükkânın içinden fısıltı duyuyor. İçeri giriyor. İçerisi çok karanlık ve yoğun bir küf ve çürük kokusu var. Sese doğru ilerliyor. Karanlıkta yolunu duvarlara dokunarak bulmaya çalışıyor. Her yerde avizelerin kristalleri var ve ellerine batıyor. Ellerini yaralıyor. Bir müddet ilerledikten sonra vazgeçip arkasını dönüyor ve hiç ilerlememiş gibi kapının önünde olduğunu fark ediyor. Dışarı çıkıyor. Kristaller yine tıngırdıyor. Yerin sarsılması kesiliyor. Kuşlar kayboluyor. Gökyüzünün renkleri geri geliyor. Ama elleri hala yara bere içerisinde."

Görsel 3. Yapay Zeka (Gemini) ile Oluşturulan Görsel

Hikaye farklı anlatım dili kullanılmadan ve gerçekçi şekilde anlatıldığında, yapay zeka tarafından oluşturulan ilk görsel yukarıda gözükmektedir *(Görsel 3)*. İlerideki görsellerde de görülebileceği üzere yapay zeka hikayeyi tek bir görselde değil sıralı şekilde altı adet görseli birleştirerek anlatmayı tercih ettiği gözlemlenmektedir. Bu açıdan bakıldığında hikayeyi bir fotoroman ya da çizgi roman gibi farklı sahnelerinden ele aldığı görülmektedir. Hikaye farklı görselleri ilk satırı soldan sağa inceledikten sonra ikinci satırda da aynı şeyi yaparak, altı adımda ve sahnelerin okunmasıyla görselleştirildiği anlaşılmaktadır. Bu görsel dizini, hikaye ile karşılaştıracak olursak, ortamı yani Ankara Anafartalar caddesinde bulunan tarihi avizeciler çarşısına ilk satırdaki ikinci ve üçüncü görsel haricinde benzediği görülmektedir. Dükkanların

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

tarihi dokusu okunabilmektedir hatta ilk görselin merkezine Ankara kalesini yerleştirdiği de gözükmektedir. Tarihi avizeciler çarşısının kapısı ve iç mekanlar, gerçeğe tam uymamaktadır. Onun dışında görseller hikaye açısından incelendiğinde, sıralama olarak doğru görselleştirildiği görülmektedir. Ekfrastik anlatım dili, gerçekçi ve fiziksel dünyaya uygun olduğu gözlemlenmedir. Gösterilenler ölçülü perspektif ve orantıyla ifade edilmiştir. Anlatılan ile gösterilenler arasında şeffaflık vardır.

Palimpsest kavramı ve kolajda belirlenen üç katman üzerinden değerlendirilirse eğer, ilk katman olan gerçeklik katmanı net bir şekilde gözükmektedir. Görsel dizin içerisinde, gerçek unsurlar, gerçek insan figürü ve diğer nesnelerde gerçekte olması gerektiği gibi bulunmaktadır. İkinci katman olan duygusal katman görsel içerisinde net anlaşılmamaktadır hatta karakterin ifadesi bile her görselde aynıdır. Son katman olan duyusal katman ise çoğunlukla görme üzerinedir, sadece ikinci satırın ikinci görseli dokunma duyusu üzerine bir görsel olarak değerlendirilebilir. Onun dışında geriye kalan koklama ve duyma duygusuna rastlanmamaktadır. Bu görsel dizinde, üç katmandan gerçeklik katmanı ağır basmaktadır.

Görsel 4. Yapay Zeka (Gemini) ile Oluşturulan Görsel

Gerçekçi anlatım dilinde oluşturulan görselden *(Görsel 3)* sonra, Gemini'a bunun üzerinden devam etmesi ama istenilen farklı anlatım dili üzerinden görseli tekrar kurgulaması istenmiştir. Bunun üzerine yeni oluşturulan görsel için yapay zekaya rol verilmiştir. Verilen rol *''Sen kübist bir sanatçısın."* şeklindedir. Yeni rolüne uygun aynı metni görselleştirmesi istendiğinde Görsel 4'ü oluşturmuştur. Bu sefer oluşturulan görselin daha çizimsel yapıda olduğu görülmektedir. Kübizm akımının parçalı yapısı (yapısal kırılma unsuru) göze çarpmaktadır, ki bu yapı hikayede geçen keskin uçlu kristaller imgelerine ve kentin bozulması, parçalanması durumuna başarılı bir şekilde uyumlanmaktadır. Ayrıca kübizm sanatının çoklu perspektifi, az sayıda renk kullanımı, nesnelerin geometrik parçalı gösterimi de fark edilmektedir. Görseller hikayeye sıralama olarak uygun yerleştirilmiştir. Son görselde kentin normale dönmesi durumu renklerin canlı kullanılmasıyla net bir şekilde ifade edilmektedir. Gösterilenlerin yapısallığı ön plandandır.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Üç katman üzerinden değerlendirilince, gerçeklik katmanının çarpıtıldığı ve parçalandığı görülmektedir. Duygusal katman ilk görsel dizine oranla daha anlaşılır ifade edilmiştir. Çarşı içerisinde renkler soluk tercih edilmiştir. Bu durum kentin bozulmaya başlamasını ve ortamın tedirgin ediciliğini vurgulamaktadır. Dükkanın içerisi, çarşı görsellerine kıyasla daha karanlık tanımlanmıştır, bu da korku, kaygı, huzursuzluk gibi duyguları ifade edebilir. Son görsel ise çarşının görsellerinden bile daha aydınlık ve canlı gözükmektedir. Bu da artık o kötü hissettiren belirsiz durumun geçmesiyle rahatlama duygusunun ön plana çıktığı şeklinde yorumlanabilir. Duyusal katmanda ise yine görme duyusu baskın olarak, dokunma duyusu ise ikincil olarak yer almaktadır. Diğer duyulardan söz edilememektedir.

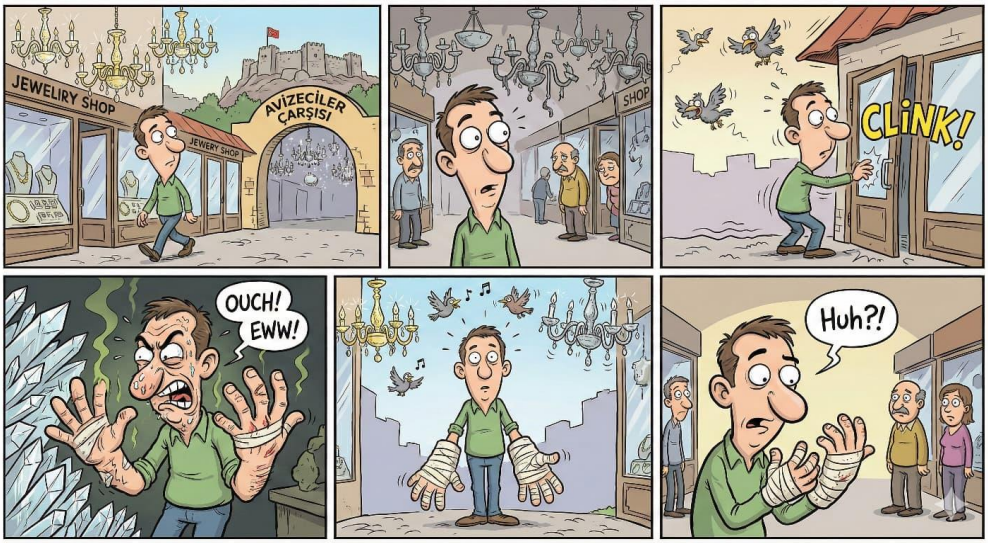
Görsel 5. Yapay Zeka (Gemini) ile Oluşturulan Görsel

Devamında yeni görsel dizin oluşturmak amacıyla Gemini'a yeni bir rol verilmiştir: *''Sürrealist bir sanatçısın. Hikayeyi tekrar kurgula".* Yapay zeka yeni rolüne göre hikayeyi bu sefer çok farklı unsurlar barındırarak yeniden kurgulamıştır. Uçan kale, Salvador Dali'nin akan saatleri, yürüyebilen bacaklı avizeler, göz ve ağız şekillerinde kapılar, saat kafalı adamlar, göğüs kafesi görünümünde dükkan pencereleri gibi gerçek dışı unsurlar göze çarpmaktadır. Oluşturulan sürreal kolaj çalışmasından *(Görsel 2)* oldukça farklı görselleştirme yapılmıştır. Her ikisi de stil olarak sürrealizm sanat akımı üzerine kurgulanmış olsa da kolaj çalışmasında hikayenin duyusal ve duygusal yoğunluğu, gerçek bir düzlemin üzerine yerleştirilerek katmanlı bir anlatım içermektedir. Yapay zekanın oluşturduğu sürreal tarzdaki bu görsel *(Görsel 5)* ise daha çok gerçekliğin çarpıtılması ve sürreal sanatçıların eserlerindeki unsurların kullanılması üzere kurgulanmıştır. Her iki görselde de gerçek dışı unsurlar ve hayal gücünün oluşturabileceği unsurlar bulunmaktadır. Anlam sabit değildir, akışkan durumdadır.

Gerçeklik durumu oldukça çarpıtılmış hatta neredeyse yok denecek kadar azdır. Bu yüzden gerçeklik katmanının geri planda kaldığı söylenilebilir. İlk görselin çaresizlik duygusunu göstermek üzere karakterin su akıntısı içerisinde ilerlediği söylenilebilir. Üçüncü görselde karakterin etrafındaki tuhaf görünümlü dükkanlar ve gökyüzü ortasında durması ve etrafa bakar konumda olması kafa karışıklığı duygusu olarak yorumlanabilir. Dördüncü ve beşinci görsellerde ağız figürü ve el figürleri karakteri yakalama çalışır gibi gözükmektedir. Bu durumda tehlikeli bir ortamda hissedilebilecek olan kaygı ve korku duygularını çağrıştırabilir.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Yine son görselin daha canlı tasvir edilmesi de rahatlama ve duygusal iyileşme olarak okunabilir. Bu açıdan duygusal katman yoruma açık olarak değerlendirilebilir. Duyusal katmanda yoruma açıktır. İkinci görselde yürüyen avizeler duyma duyusuyla, dördüncü ve beşinci görsel dokunma duyusuyla bağdaştırılabilir.



Görsel 6. Yapay Zeka (Gemini) ile Oluşturulan Görsel

Bu görsel dizinde *(Görsel 6)* ise yapay zekaya karikatürist olma rolü verilmiştir. Anlatım dili çizimsel ve abartılıdır. Önceki görsel dizinlerde hikayenin öznesi olan kişi genelde elleri dışında gözükmezken bu görsel dizinin her görselinde de kişi oldukça belirgin durumdadır. Kişinin ifadeleri görsellerde dikkat çekmektedir, jest ve mimikleri net okunabilmektedir. Bu sayede hikayenin akışı güçlenmiştir. Ayrıca hikayenin geçtiği ortam bu görsel dizinde fazlasıyla gerçeğe uygun şekilde ifade edilmiştir.

Bu görsel dizinde çizimsel ifade edilmesine rağmen oldukça gerçeğe uygun olmasından dolayı hatta yapay zekaya hiçbir rol vermeden oluşturulan ilk görsel dizine *(Görsel 3)* kıyasla ortamı yani Anafartalar Caddesi Tarihi Avizeciler Çarşısını görselleştirmekte oldukça başarılı olduğu görülmektedir. Bu bağlamda ilk katman olan gerçeklik katmanından söz etmek mümkündür. İkinci katman olan duygusal katman ise karakterin jest ve mimikleriyle ortaya konmaktadır. Son katman olan duyusal katmanda da duyma, dokunma, koklama ve görme duyularının hepsi de bulunmaktadır. İkinci, üçüncü ve beşinci görsellerde duyma duyusu, avizenin yan yatması, karakterin ifadesi, kapının açılmasıyla duyulan sesin ifade baloncuğuyla gösterilmesi ve kuşlar aracılığıyla belirtilmiştir. Dokunma duyusu karakterin ellerinin etrafındaki çizgiler ve dördüncü görseldeki gibi elinin yaralanmasına verdiği tepkiyle ifade edilmiştir. Koklama duyusu da yine dördüncü görselde karakterin arkasına geçen kıvrımlı imgelerle gösterilmiştir. Sonuç olarak belirlenen ve kolajda da işlenen üç katman ilk defa yapay zeka görsellerinde de tam anlamıyla gözlemlenmektedir.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Görsel 7. Yapay Zeka (Gemini) ile Oluşturulan Görsel

Bu görselde *(Görsel 7)* yapay zekaya yeni bir rol değil görev verilerek oluşturulmuştur. Verilen görev hikayenin Studio Ghibli tarzında oluşturulması yönündedir. Studio Ghibli, Japonya'da kurulan bir animasyon stüdyosudur. Kendine özgü görselleştirme tarzı vardır. Yumuşak renkler, doğa ile iç içe olma, duygu yoğunluğu gibi unsurları barındıran şiirsel bir tarza sahiptir. Studio Ghibli tarzında oluşturulan görsel dizin bu sefer altı görselden değil dört görselden oluşmaktadır. Hikayenin ortamına uygunluğu pek gözlemlenememektedir. Karakterin duygu yoğunluğu net olarak algılanmaktadır.

Üç katman açısından değerlendirmeye alınırsa, görsel dizin gerçeklik katmanına tam anlamıyla uygunluk göstermemektedir. Ankara Anafartalar Caddesindeki Tarihi Avizeciler Çarşısının mimari dokusuna uyulmamıştır. Hatta uçan tramvaylar gibi gerçek üstü unsurlar da bulunmaktadır. Duygusal katman karakterin duruşuyla ve yüz ifadeleriyle gözlemlenebilmektedir. Duyusal katman ise yine sadece görme ve dokunma ile sınırlı kalmaktadır.

Görsel 8. Yapay Zeka (Gemini) ile Oluşturulan Görsel

Görsel 8 ise yapay zekaya yine yeni bir rol ataması yapılmasıyla oluşturulmuştur. Yapay zekanın yeni rolü bu sefer Pop art sanatçısı olmaktır. Görsel dizinde parlak renk kullanımı, ifade ve durum baloncukları gibi unsurlar reklam afişi veya çizgi roman estetiğinde bir araya

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

getirildiği gözlemlenmektedir. Gösterge burada yüzeyseldir ama bu durum onun eksik bir anlatıya sahip olduğunu göstermemektedir.

Katmanları incelendiğinde, gerçeklik katmanına dair bir durum gözlemlenmemektedir. Duygusal katman karakterin jest ve mimiklerinde ve de renk geçişleriyle gösterilmiştir. Duyusal katmana bakıldığında ise koku duyusu haricindeki duyma, görme ve dokunma duyuları ifade baloncukları ile belirtilmiştir.

Görsel 9. Yapay Zeka (Gemini) ile Oluşturulan Görsel

Bu görsel temsilde ise üretim şekli bilim kurgu stilindedir. Hikayenin akışı düzgün sıralanmıştır. Ancak ortam tamamen farklı bir tarzdadır. İleri teknolojinin estetiği göze çarpmaktadır. kapılar portal gibi gösterilmiştir, ki bu durum hikayedeki geçişlere uyum sağlamıştır. Bunun dışında teknolojik formlar ile spekülatif temsil dili dikkat çekmektedir. Ekfrastik anlatım dili olmayanı görünür kılmak üzerinedir.

Görsel dizinin gerçeklik katmanından söz etmek mümkün değildir. Çünkü tamamen spekülatif bir yaklaşımla görselleştirilmiştir. Duygusal katmandan da söz etmek pek mümkün değildir, çünkü ne renk geçişleri ne karakterde jest ve mimik ne de başka şekilde duygusal duruma değinilmemiştir. Duyusal olarak görme ve dokunma odaklı olduğu gözlemlenmektedir. Duyma ve koklama duyularından bahsedilmemiştir. Bu açıdan bakıldığında duyusal katmanı yarım kalmıştır. Böylece üç katmanın ikisinin olmayışı ve diğer katmanında yarım kalması sebebiyle hikayenin katmansal anlatısında başarısız olduğu görülmektedir.

Görsel 10. Yapay Zeka (Gemini) ile Oluşturulan Görsel

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Hikayenin oluşturulan son yapay zeka temsili ise yine yapay zekaya bir rol verilerek üretilmesi istenmiştir. Yapay zekaya verilen yeni rol çocuk kitabı çizeri olmak olarak belirlenmiştir. Bu görsel dizin, çocuk kitabı görsellerinin yumuşak tonlu renk kullanımı ve sadeleştirme yöntemi ve karakterin ifadelerine yer vererek masalsı bir anlatımda oluşturulmuştur.

Bu yapay zeka görselinde de gerçeklik katmanı sade ama gerçeğe oldukça yakın olarak yer almaktadır. Duygusal katmanı karakterin hareketlerinden ve yüz ifadelerinden oldukça net bir şekilde görülmektedir. Duyusal katmanında ise koklama duyusu haricindekiler gözlemlenebilmektedir. Duyma duyusu kuşların çevresinde bulunan çizgilerle ve metinsel ifadelerle gösterilmiştir. Dokunuma duyusu karakterin kristallerle olan temasıyla ifade edilmiştir. Görme duyusu ise zaten bütün yapay zeka temsillerinde olduğu gibi baskın konumdadır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çizelge 1. Kolaj Görselin Katmanlarının İncelenmesi

Kolaj Görsel	İfade Biçimi	Gerçeklik Katmanı	Duygusal Katman	Duyusal Katman
	Süreal Kolaj	Anafartalar Caddesindeki Tarihi Avizeciler Çarşısı'nın gerçek görseli, kolajın arka planı olarak kullanılmıştır.	Renksizlik ve solgun renklerin kullanımıyla tedirgin olma, huzursuzluk ve belirsizlik hissi gibi duygular ifade edilmiştir.	Her bir duyu renklerin kullanımıyla görsel olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 2. Yapay Zeka Görsellerinin Katmanlarının İncelenmesi

Yapay Zeka Görselleri	İfade Biçimi	Gerçeklik Katmanı	Duygusal Katman	Duyusal Katman
	Gerçekçi	Gerçek ortam ile tam uyum göstermese de oldukça yakın şekilde ifade edilmiştir.	Duygusal unsurlar tespit edilmemiştir.	Sadece görme ve dokunma duyusu belirlenmiştir.
	Kübist	Gerçeklik katmanı parçalı ve geometrik formlar kullanılarak aktarılmıştır.	Renklerin geçişi ile ifade edilmiştir.	Sadece görme ve dokunma duyusu belirlenmiştir.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

	Sürrealist	Gerçeklik çarpıtılmıştır.	Çaresizlik, kafa karışıklığı, kaygı ve korku duygularının varlığı çıkarım yapılabilir.	Koklama duyusu haricindeki duyma, görme ve dokunma duyuları görülmektedir.
	Karikatür	Çizimsel olarak ama gerçeğe uygun ifade edilmiştir.	Karakterin jest ve mimikleriyle verilmiştir.	Hikayedeki tüm duyulara rastlanmaktadır. Duyma, görme, koklama ve dokunma duyuları görülmektedir.
	Studio Ghibli	Ortam gerçekliğe uygun değildir.	Karakterin jest ve mimikleriyle verilmiştir.	Sadece görme ve dokunma duyusu belirlenmiştir.
	Pop art	Gerçeklik katmanından pek söz edilemez.	Duygusal katman karakterin jest mimikleriyle ve renk geçişleriyle verilmiştir.	Koklama duyusu haricindeki duyma, görme ve dokunma duyuları ifade baloncukları ile gösterilmiştir.
	Bilim kurgu	Spekülatif bir yaklaşım baskındır bu yüzden gerçeklik katmanından pek söz edilemez.	Duygusal unsurlar tespit edilmemiştir.	Sadece görme ve dokunma duyusu belirlenmiştir.
	Çocuk kitabı	Çizimsel olarak ama oldukça gerçeğe uygun ifade edilmiştir.	Duygusal katman karakterin jest ve mimikleriyle verilmiştir.	Koklama haricindeki duyma, dokunma ve görme duyuları görülmektedir.

Ekfrasis kavramı üç aşamalı bir süreçte incelenmiştir. İlk aşamada Neil Gaiman'ın Yokyer isimli romanının ekfrastik anlatımı çözümlenmekte ve devamında kitabın diline uygun ama tamamen farklı anlatıya sahip yeni ve özgün bir hikaye kurgulanmaktadır. Hikaye gerçek bir mekan olan Ankara Anafartalar Caddesindeki Tarihi Avizeciler Çarsısı üzerine işlenmiştir. İkinci aşamada, hikayenin gerçeklik, duygusal ve duyusal olmak üzere üç katmanı olduğu saptanmış ve bu katmanları içeren kolaj çalışması yapılmıştır. Hikayenin bu katmanlı yapısı Palimpsest kavramının katmanlı yapısı ile benzeşmektedir. Kolajın üç katmanını en iyi sürreal kolaj tarzında gösterebileceği düşünülerek sürreal kolaj şeklinde yapılmıştır. Sonra üçüncü aşamada da hikaye, istem (prompt) haline getirilip yapay zeka üzerinden fotoroman tarzında sıralı görsellerden oluşan görsel dizinler oluşturulmuştur. Bu görsel dizinlerin hepsi farklı anlatım diline göre görselleştirilmiştir. Ardından görsel dizinler ifade biçimi ve üç katman üzerinden analiz edilmiştir.

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

Yapılan analizlerin sonuçları şunlardır:

- Ekfrasisin tekil bir temsil ile sınırlı olmadığını, farklı anlatım dillerine sahip çoklu temsillerinin olabildiği gözlemlenmiştir. Aynı metnin farklı anlatım dilleriyle oluşturulan görsel temsillerinin aynı imgeleri farklı biçimlerde görselleştirmesiyle, aynı anlatımın nasıl farklılaşabileceği ve böylece çoklu temsillerin nasıl oluşabileceği ortaya konmuştur.
- Ayrıca ekfarsisin sadece tek bir dönüşümü içermediği, birden fazla dönüşüme sahip olduğu saptanmıştır. Hatta bu dönüşümler aynı türde olabileceği gibi farklı türlere de dönüşümü kapsamaktadır. Çalışmada ilk önce metinden metine bir dönüşüm, devamında metinden görsele dönüşüm ve sonrasında yine metinden görsele dönüşüm incelenmektedir. Ayrıca oluşturulan sürreal kolajdan, yapay zeka görsellerine geçiş de incelenerek görselden görsele dönüşüm de ele alınmıştır.
- Yapay zekanın kullanıcıya ortak olarak tasarım sürecine yaratıcı bir etkisi olabileceği anlaşılmıştır. Yapay zekadan aynı metnin farklı diller üzerinden üretimlerinde, bazı unsurların metin ile tutarlı olduğu görülürken bazılarının tutarsız olduğu görülmüştür.
- Sürreal kolajda; gerçeklik, duygusal ve duyusal katmanlar net bir şekilde hissedilebilmekteyken, yapay zeka görsellerinin katmansal yapıdan çok olay işleyişini ele aldığı tespit edilmiştir.
- Ekfrasis kavramı, palimpsest kavramı üzerinden incelenmiş ve hikayede saptanan üç katmanlı yapının görsel temsillerde bulunması ile ekfratik algıyı güçlendireceği anlaşılmıştır.
- Sonuç olarak ekfrasisin; bir kitabın farklı şekilde hikayeleştirilmesi, hikayenin gerçek bir mekan üzerine işlenmesi, palimpsest kavramı, sürreal kolaj çalışması ve yapay zekanın çoklu temsilleriyle beraber disiplinler arası bir yapıya sahip olduğu net bir şekilde ortaya konmuştur.

KAYNAKÇA

[1] Heffernan, J. A. W. (1991). Ekphrasis and Representation. New Literary History, 22(2), 297–316.

[2] Goldhill, S. (2007). What Is Ekphrasis For? Classical Philology, 102(1), 1–19. https://doi.org/10.1086/521129

[3] Arnheim, R. (2007). Görsel düşünme (Çev. R. Öğdül). Metis Yayınları. (Orijinal eser 1969'da yayımlandı.)

[4] Hartmann, J. (2015). Ekphrasis in the Age of Digital Reproduction. In G. Rippl (Ed.), Handbook of Intermediality: Literature–Image–Sound–Music (pp. 113–??). De Gruyter.

[5] Somer, P. M. (2015). Metinden görsele mimaride ekfrasis (Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü). İstanbul Teknik Üniversitesi. http://hdl.handle.net/11527/14087

[6] Birer, E., & Kaya, S. (2019). Duyusal Kolaj ve Mekân. Sanat ve Tasarım Dergisi, (24), 111–125

[7] Cramer, C., & Grant, K. (t.y.). Surrealist techniques: Collage. Smarthistory, Khan Academy. https://www.khanacademy.org/humanities/art-1010/dada-and-surrealism/xdc974a79:surrealism/a/surrealist-techniques-collage

[8] Yıldırım, G. (2009). Mekânların dönüşüm potansiyeli ve mimarlıkta 'palimpsest' kavramı (Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü). İstanbul Teknik Üniversitesi POLEN Akademik Arşiv. https://polen.itu.edu.tr/server/api/core/bitstreams/4febd145-f1bc-4415-933d-c6b40c8f5450/content

[9] Başçı, S. (2025). From visual art to fictional space through the ekphrasis method: An AI-supported design process [Ekfrasis yöntemiyle görsel sanattan kurgusal mekâna: yapay zekâ destekli bir tasarım süreci]. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 34(Uygarlığın Dönüşümü: Yapay Zekâ), 377–395. https://doi.org/10.35379/cusosbil.1679229

[10] Cenk, Z. K., & Arslan Selçuk, S. (2024). Artificial intelligence in architectural representation generation: The invisible cities Bauci experiment / Mimari temsil üretiminde yapay zekâ: Görünmez kentler Bauci denemesi. Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.

[11] Google. (2023). Gemini: Google's multimodal AI model. Google AI. https://ai.googleblog.com/2023/12/introducing-gemini.html

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

EPIDEMIOLOGICAL INVESTIGATION OF BRUCELLOSIS IN DAIRY CATTLE HERDS ACROSS NORTHERN IRAN

Prof. Dr. Mohammad Rezaei, Sara Ahmadi, Ali Jafari

Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Iran

Abstract

Brucellosis remains a persistent zoonotic threat in Iran's extensive dairy industry, compromising animal health and public safety. This comprehensive field study surveyed 1,200 cattle across 45 farms in Mazandaran and Golestan provinces, employing serological testing alongside molecular diagnostics to map prevalence patterns. Risk factors including unpasteurized milk consumption by farm workers and inadequate quarantine protocols emerged as primary transmission drivers. Spatial analysis revealed clustering around shared grazing pastures contaminated by infected wildlife reservoirs. Vaccination compliance gaps correlated strongly with recurrent abortions and reduced milk yields affecting economic viability. Intervention strategies incorporating strain-specific vaccines and biosecure fencing demonstrated substantial containment success in pilot herds. Milk pasteurization enforcement alongside occupational health monitoring for herders addresses dual human-animal transmission cycles. Policy frameworks integrating veterinary extension services with agricultural cooperatives promise sustainable eradication pathways. Long-term surveillance networks leveraging GIS mapping enhance early detection capabilities nationwide.

Keywords: brucellosis, dairy cattle, epidemiology, Iran

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

THERAPEUTIC EFFICACY OF HERBAL NANOPARTICLES AGAINST MASTITIS IN IRANIAN SHEEP FLOCKS

Assoc. Prof. Dr. Fatemeh Karimi, Hassan Tavakoli

Department of Veterinary Pathology, Shiraz University, Iran

Abstract

Mastitis devastates Iran's sheep milk production critical for rural livelihoods. This clinical trial evaluated thymol-loaded chitosan nanoparticles as mastitis therapeutics versus conventional antibiotics across 320 ewes. Herbal formulations achieved superior bacterial clearance through biofilm disruption while minimizing antimicrobial resistance development. Milk somatic cell counts normalized within seven days post-treatment, restoring lactation productivity. Histopathological examinations confirmed reduced glandular inflammation and faster tissue regeneration compared to control groups. Nanoparticle stability in rumen environments ensured targeted udder delivery, overcoming bioavailability challenges of traditional phytotherapeutics. Economic modeling projected 35% treatment cost reductions benefiting smallholder operations. Farmer training programs disseminated scalable protocols integrating herbal cultivation with nanoparticle synthesis using locally available equipment. Regulatory approval pathways for veterinary nanomedicines accelerated through university-industry collaborations. Sustainable mastitis management emerges through agro-pharmaceutical innovation preserving cultural ethnoveterinary knowledge while enhancing flock welfare standards.

Keywords: mastitis, herbal nanoparticles, sheep, nanomedicine

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

PARASITOLOGICAL SURVEY OF GASTROINTESTINAL NEMATODES IN CAMELS UNDER INTENSIVE FARMING

Dr. Leila Hosseini, Nima Bahrami, Zahra Mahmoudi

Faculty of Veterinary Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Abstract
Intensified camelid farming in eastern Iran faces emerging helminth challenges threatening meat and milk security. Fecal egg counts from 650 dromedaries across Sistan-Baluchestan revealed predominant Haemonchus and Trichostrongylus infections exacerbated by overstocking and contaminated irrigation channels. Anthelmintic resistance patterns necessitated rotation protocols combining ivermectin with botanical vermifuges. Pasture management reforms including rotational grazing reduced larval contamination by 68%. Nutritional supplementation enhanced host immunity, lowering establishment rates of incoming infective larvae. Molecular genotyping traced zoonotic potential through ribosomal DNA sequencing of recovered worms. Participatory disease surveillance empowered Bedouin communities through smartphone apps reporting clinical cases. Economic impact assessments quantified milk yield losses motivating compliance with integrated parasite management. Research establishes baseline data supporting national camel health strategies while preserving cultural pastoralism. Future vaccine development targets conserved nematode antigens for pan-cameline protection.

Keywords: camel parasitology, nematodes, anthelmintic resistance, Iran

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

VACCINE DEVELOPMENT FOR NEWCASTLE DISEASE VIRUS IN BACKYARD POULTRY SYSTEMS

Reza Jalali, Prof. Dr. Mina Sharifi

Department of Veterinary Microbiology, Tarbiat Modares University, Iran

Abstract
Newcastle disease cripples Iran's backyard poultry constituting vital protein sources for rural households. Recombinant lentogenic vaccine strains expressing local velogenic isolates' F protein achieved robust mucosal immunity through spray administration. Field trials across 2,500 birds demonstrated 94% protection surpassing inactivated oil emulsions while eliminating injection stress. Maternal antibody interference minimized through age-staggered dosing schedules. Virus shedding reduced by three logs post-challenge, breaking transmission chains within villages. Cold chain-independent thermostable formulations suit remote highland regions. Dual protection against infectious bronchitis through co-expression expanded spectrum coverage. Cost-benefit analyses confirmed affordability for smallholders earning below poverty thresholds. Extension workers delivered training-the-trainer programs scaling immunization nationwide. Surveillance networks integrating participatory epidemiology sustain post-vaccination monitoring. Innovations bridge intensive-commercial and traditional backyard production paradigms ensuring equitable avian influenza preparedness.

Keywords: Newcastle disease, recombinant vaccines, backyard poultry, Iran

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

ANTIMICROBIAL STEWARDSHIP PROGRAMS FOR SWINE RESPIRATORY DISEASES IN PHILIPPINE FARMS

Assoc. Prof. Dr. Maria Santos, Dr. Jose Rizalino

College of Veterinary Medicine, University of the Philippines Los Baños, Philippines

Abstract

Antibiotic overuse threatens Philippine swine production amid rising export demands. Participatory action research across 35 hog farms implemented stewardship protocols emphasizing diagnostics-driven therapy. Mycoplasma hyopneumoniae predominated alongside secondary Pasteurella infections confirmed through PCR panels guiding targeted florfenicol usage. Treatment success reached 87% versus 62% empirical regimens, preserving colistin efficacy for human medicine. Biosecurity audits identified rodent vectors necessitating integrated pest management. Probiotic supplementation reduced clinical incidence during weaning stress. Farm record digitization enabled real-time resistance surveillance uploaded to national veterinary databases. Economic incentives through premium pricing motivated compliance among contract growers. Public-private partnerships funded mobile diagnostic labs serving archipelago provinces. Capacity building empowered paravets delivering farmgate services bridging urban-rural divides. Sustainable intensification emerges balancing intensification with antimicrobial preservation safeguarding global supply chains.

Keywords: antimicrobial stewardship, swine respiratory, diagnostics, Philippines

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

ZOONOTIC LEPTOSPIROSIS TRANSMISSION DYNAMICS IN URBAN-RURAL INTERFACE COMMUNITIES

Luzviminda Cruz, Roberto Villanueva, Assis. Prof. Dr. Ana Reyes

Institute of Animal Science, University of the Philippines Diliman, Philippines

Abstract
Leptospirosis epidemics plague Philippine flood-prone slums adjacent to livestock markets. Seroprevalence studies across 450 humans and sympatric dogs/rats revealed 28% canine carriage driving seasonal human spikes. Environmental sampling from canals identified Leptospira interrogans serovar Bataviae dominance. One Health interventions combining canine sterilization campaigns with rodent baiting reduced environmental contamination. Community education shifted waste management preventing stagnant water reservoirs. Rapid diagnostic kits enabled early case detection facilitating contact tracing. Vaccine trials for high-risk dog populations showed cross-protection against prevalent serovars. Economic valuations quantified averted DALYs justifying municipal budget allocations. Interdisciplinary teams integrated social scientists addressing behavioral barriers to intervention uptake. Surveillance platforms linking human-animal-environmental data inform national elimination roadmaps. Urban planning reforms incorporate zoonotic risk mapping into resettlement designs safeguarding vulnerable informal settlers.

Keywords: leptospirosis, zoonoses, One Health, Philippines

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

NUTRITIONAL MANAGEMENT OF FOOT-AND-MOUTH DISEASE RECOVERY IN CARABAO DAIRY HERDS

Dr. Elena Garcia, Mark Torres

Faculty of Veterinary and Animal Sciences, Visayas State University, Philippines

Abstract

Foot-and-mouth disease outbreaks cripple carabao dairy productivity vital for rural Philippines. Post-infection nutritional rehabilitation protocols accelerated lesion healing through rumen-protected methionine supplementation enhancing keratinocyte proliferation. Body condition scoring improvements paralleled milk yield recovery surpassing 90% pre-outbreak levels within 60 days. Mineral profiling identified selenium-vitamin E deficiencies predisposing epithelial vulnerability. Hydroponic fodder systems provided consistent green forage during quarantine periods. Farmer cooperatives bulk-procured bypass protein concentrates optimizing cost-effectiveness. Vaccine matching studies refined serotype-specific boosters preventing recrudescence. Participatory demonstration farms showcased scalable recovery models influencing national extension curricula. Economic resilience analysis confirmed rapid ROI through preserved lactation cycles. Climate-resilient forages mitigated El Niño feed shortages compounding disease impacts. Integrated herd health programs positioned water buffaloes as sustainable dual-purpose enterprises supporting food security amid population growth.

Keywords: foot-and-mouth disease, carabao nutrition, dairy recovery, Philippines

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

THERMAL STRESS MITIGATION STRATEGIES FOR DAIRY GOATS IN OMAN'S ARID ENVIRONMENTS

Prof. Dr. Ahmed Al-Maskari, Fatima Said

College of Agricultural and Marine Sciences, Sultan Qaboos University, Oman

Abstract
Climate change intensifies heat stress compromising Omani goat dairy viability. evaporative cooling barns combined with potassium-enriched drinking water reduced rectal temperatures by 1.2°C sustaining milk production during summer peaks. Shade net house modifications optimized light spectrum minimizing photooxidative damage. Ruminal propionate precursors alleviated negative energy balance. Behavioral thermography tracked shade utilization patterns informing facility redesigns. Genetic selection pressures favoring heat tolerance genotypes preserved productivity traits. Hydroponics supplied consistent green fodder circumventing seasonal shortages. Economic modeling justified infrastructure investments through sustained lactation persistency. Bedouin cooperatives adopted solar-powered misting systems suiting nomadic patterns. National breeding programs prioritized thermo-tolerant lines. Veterinary extension integrated heat abatement within routine herd health protocols positioning Omani caprines for climate resilience while meeting Gulf export standards.

Keywords: heat stress, dairy goats, evaporative cooling, Oman

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

DEVELOPMENT OF COST-EFFECTIVE SOLAR-POWERED IRRIGATION SYSTEMS FOR PAKISTANI AGRICULTURAL COMMUNITIES

Prof. Dr. Ahmed Raza Khan, Dr. Sara Iqbal, Bilal Hassan

Department of Mechanical Engineering, University of Engineering and Technology Lahore, Pakistan

Abstract
Pakistan's agricultural sector faces chronic water scarcity exacerbated by unreliable grid electricity in rural areas. This research presents an innovative solar-powered drip irrigation prototype designed specifically for smallholder farmers in Punjab province. The system integrates photovoltaic panels with IoT-enabled soil moisture sensors and automated valve controls, optimizing water usage while minimizing energy costs. Field trials across 25 farms demonstrate substantial reductions in water consumption through precise delivery matching crop evapotranspiration rates. Local fabrication using readily available materials ensures affordability and maintenance simplicity by village technicians. Integration with mobile apps allows remote monitoring via basic smartphones, empowering women farmers traditionally excluded from irrigation decisions. Economic analysis confirms payback periods under two years through enhanced crop yields and diesel pump elimination. Scalability potential aligns with national solar initiatives, addressing energy poverty while building climate resilience. Community training programs foster technology ownership, bridging engineering innovation with indigenous farming knowledge for sustainable rural development.

Keywords: solar irrigation, precision agriculture, rural Pakistan, IoT engineering

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

STRUCTURAL OPTIMIZATION OF EARTHQUAKE-RESISTANT BRIDGE DESIGNS USING PAKISTANI LOCAL MATERIALS

Assoc. Prof. Dr. Fatima Zahra, Khalid Mehmood, Dr. Imran Malik

Faculty of Civil Engineering, NED University of Engineering and Technology, Pakistan

Abstract

Frequent seismic activity in northern Pakistan demands resilient infrastructure incorporating indigenous resources. This study develops finite element models optimizing steel-free RCC bridge girders reinforced with bamboo composites and fly ash concrete. Experimental testing on scaled prototypes validates enhanced ductility and load-bearing capacity surpassing conventional designs under simulated Himalayan quakes. Material substitutions reduce costs by leveraging agricultural waste while maintaining BS 8110 compliance. Parametric studies identify optimal fiber configurations balancing strength and flexibility for varying soil conditions. Lifecycle assessments confirm superior durability in corrosive monsoon environments. Design guidelines disseminated through open-access manuals empower local engineers confronting import dependencies. Retrofit strategies for existing structures extend applicability nationwide. The approach exemplifies sustainable engineering harmonizing environmental imperatives with economic realities, positioning Pakistan as regional leader in disaster-resilient transportation networks serving remote mountain communities.

Keywords: earthquake engineering, bamboo composites, bridge design, seismic resilience

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

ADVANCES IN LOW-COST WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGIES FOR INDUSTRIAL ZONES IN KARACHI

Dr. Nadeem Akhtar, Ayesha Siddiqui, Assis. Prof. Dr. Zubair Khan

Institute of Environmental Engineering, Mehran University of Engineering and Technology, Pakistan

Abstract
Karachi's textile industry generates massive untreated effluents threatening marine ecosystems and public health. This engineering solution deploys hybrid constructed wetlands combined with electrochemical oxidation units treating high-COD discharges effectively. Pilot implementation at SITE industrial area achieves 92% color removal and heavy metal precipitation using locally sourced electrode materials. Modular design facilitates scalability across cluster-based SMEs lacking individual treatment infrastructure. Energy recovery through biogas digesters offsets operational costs while nutrient-rich sludge supports urban agriculture. Regulatory compliance monitoring integrates blockchain for transparent discharge verification. Community engagement ensures sludge safety through farmer cooperatives. Technology transfer workshops build capacity among cluster associations confronting effluent charges. The integrated approach transforms wastewater from liability to resource, exemplifying circular economy principles within Pakistan's resource-constrained industrial landscape while protecting coastal biodiversity essential for national food security.

Keywords: wastewater treatment, constructed wetlands, industrial pollution, Karachi

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

AERODYNAMIC ENHANCEMENTS FOR SMALL-SCALE WIND TURBINES IN PAKISTANI OFF-GRID COMMUNITIES

Prof. Dr. Hassan Rauf, Mariam Shah, Tariq Javed

Department of Electrical Engineering, NUST Institute of Peace and Conflict Studies, Pakistan

Abstract
Pakistan's wind potential remains untapped in remote Balochistan communities lacking grid connectivity. This research optimizes vertical axis wind turbine blades through computational fluid dynamics incorporating local dust storm profiles and low wind regimes. 3D-printed prototypes with biomimetic designs inspired by date palm structures achieve 35% higher efficiency than commercial models. Hybrid battery-storage systems ensure reliable household power despite seasonal variations. Community manufacturing hubs train youth in composite fabrication, creating green employment. Microfinance models facilitate ownership transfer from NGO pilots to households. Performance data shared via open repositories accelerate national deployment. Integration with solar hybrids addresses intermittency while empowering women through energy literacy programs. The innovation bridges engineering excellence with social equity, illuminating off-grid futures across South Asia's energy access frontier.

Keywords: wind turbine design, rural electrification, aerodynamic optimization, Pakistan

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

SMART BUILDING ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS FOR DUBAI'S HIGH-RISE COMMERCIAL DEVELOPMENTS

Dr. Omar Al-Fahim, Layla Hassan, Assoc. Prof. Dr. Khalid Nasser

Department of Mechanical Engineering, American University in Dubai, UAE

Abstract
Dubai's skyscrapers consume massive energy amid extreme climate demands. This project deploys AI-driven building management systems integrating occupancy sensors, predictive cooling algorithms, and renewable facades across JLT commercial towers. Real-time optimization reduces HVAC loads through behavioral analytics adapting to prayer times and fasting patterns. Phase-change materials in curtain walls store daytime heat for nighttime release, slashing peak demands. Blockchain-enabled energy trading among tenants incentivizes conservation. Post-occupancy evaluations confirm substantial utility savings alongside improved thermal comfort. Retrofitting protocols extend benefits to legacy structures. Developer partnerships accelerate adoption aligning with Dubai Clean Energy Strategy 2050. The framework positions UAE engineering as global benchmark for smart cities balancing opulence with sustainability in hyper-arid environments.

Keywords: smart buildings, energy optimization, Dubai skyscrapers, AI engineering

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

DESIGN OF SUSTAINABLE DESALINATION PLANTS UTILIZING WASTE HEAT RECOVERY IN DUBAI

Prof. Dr. Fatima Al-Suwaidi, Ahmed Khalil

Faculty of Engineering, University of Dubai, UAE

Abstract
Dubai confronts water scarcity despite abundant seawater through energy-intensive desalination. This innovation couples low-temperature multi-effect distillation with cogeneration plants capturing industrial waste heat. Membrane pre-treatment advances reduce scaling while nano-enhanced working fluids boost thermal efficiency. Modular 50MGD units facilitate distributed deployment serving free zones. Economic modeling confirms levelized costs competitive with imported water under rising energy prices. Environmental impact assessments verify brine dispersion minimizing Red Sea ecosystems damage. Public-private partnerships fund technology validation at Jebel Ali. Capacity building trains Emirati engineers in advanced thermodynamics. The breakthrough transforms desalination economics, securing water sovereignty while reducing carbon footprint essential for UAE's sustained growth trajectory.

Keywords: desalination technology, waste heat recovery, sustainable water, Dubai

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

3D PRINTING APPLICATIONS IN CUSTOM PROSTHETICS FOR DUBAI'S DIVERSE EXPATRIATE POPULATION

Dr. Mariam Rashid, Salim Al-Mansoori, Assis. Prof. Dr. Noor Khan

Biomedical Engineering Department, Rochester Institute of Technology Dubai, UAE

Abstract
Dubai's multicultural workforce requires personalized prosthetics accommodating varied anatomies and occupations. This research develops open-source 3D scanning protocols integrated with generative design algorithms producing functional limbs within 48 hours. Carbon-fiber infills optimize strength-to-weight ratios for construction workers and hospitality staff. Socket customization prevents pressure sores common in off-the-shelf imports. Tele-rehabilitation platforms enable remote fitting adjustments across GCC. Cost reductions enable subsidized distribution through corporate social responsibility programs. Clinical trials confirm comparable functionality to imported devices alongside superior satisfaction. Intellectual property frameworks encourage local manufacturing hubs. The innovation exemplifies Industry 4.0 applications enhancing human capabilities within Dubai's knowledge economy while fostering inclusive design philosophies.

Keywords: 3D printing, prosthetics design, biomedical engineering, Dubai healthcare

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

GEOTHERMAL ENERGY EXPLORATION AND WELL DESIGN METHODOLOGIES FOR KENYAN RIFT VALLEY

Prof. Dr. James Mwangi, Dr. Esther Njoroge, Kevin Otieno

Department of Mechanical Engineering, University of Nairobi, Kenya

Abstract

Kenya's geothermal potential offers baseload renewable power but faces drilling challenges in active volcanic zones. This comprehensive study develops fracture prediction models integrating seismic data with machine learning for optimal well trajectories at Olkaria fields. Supercritical fluid dynamics simulations guide casing designs withstanding high-temperature gradients. Indigenous material composites enhance corrosion resistance against aggressive brines. Community benefit-sharing models secure land access through royalty trusts funding schools and clinics. Capacity building trains Kenyan geoscientists reducing expatriate dependency. Economic viability confirmed through 25-year levelized cost analyses competitive with diesel generation. Environmental monitoring protocols protect Hell's Gate biodiversity. The engineering advances position Kenya as African geothermal leader powering Vision 2030 industrialization while creating thousands of green jobs.

Keywords: geothermal engineering, Rift Valley, well design, renewable energy Kenya

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

CLIMATICALLY RESPONSIVE MOSQUE ARCHITECTURE INCORPORATING INDIGENOUS VERNACULAR ELEMENTS IN PAKISTANI PUNJAB

Prof. Dr. Ahmed Zubair, Dr. Sara Khan, Bilal Ahmed

Department of Architecture, National University of Sciences and Technology, Pakistan

Abstract

Pakistan's Punjab region faces extreme thermal variations challenging traditional mosque design principles. This research investigates vernacular strategies from Mughal-era structures adapting courtyards, jali screens, and evaporative cooling systems to contemporary climatic demands. Case studies of Lahore's Wazir Khan Mosque and rural imambargahs reveal sophisticated passive techniques achieving thermal comfort without mechanical systems. Parametric modeling simulates airflow patterns through geometric latticework, demonstrating temperature reductions through natural ventilation corridors. Material investigations revive lime plaster with date palm fibers enhancing hygroscopic properties suited to monsoon cycles. Community workshops co-design prototypes blending religious symbolism with sustainability imperatives. Urban densification pressures necessitate vertical mosque typologies incorporating sky courts and green roofs. The framework addresses cultural continuity amid globalization, positioning Pakistani Islamic architecture as climate-adaptive model for Muslim world contexts. Implementation guidelines integrate heritage conservation authorities with modern building codes, fostering resilient sacred spaces responsive to ecological crises while honoring spiritual spatial traditions.

Keywords: mosque architecture, vernacular cooling, climatic adaptation, Punjab Pakistan

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

EARTHQUAKE-RESILIENT MUD BRICK CONSTRUCTION TECHNIQUES FOR HERITAGE CONSERVATION IN NORTHERN PAKISTAN

Assoc. Prof. Dr. Fatima Rehman, Omar Siddiqui

Faculty of Architecture, University of Engineering and Technology Lahore, Pakistan

Abstract

Northern Pakistan's seismic vulnerability threatens invaluable Kalash and Buddhist heritage structures built from rammed earth. This interdisciplinary study documents traditional shoring techniques from Chitral valleys, combining archaeological surveys with material science testing. Bamboo reinforcement grids embedded within mud walls enhance ductility while preserving aesthetic integrity. Hydrophobic additives derived from local resins improve monsoon resistance without chemical interventions. Full-scale prototype testing validates hybrid systems achieving enhanced lateral resistance compared to unreinforced masonry. Community masons trained through apprenticeships ensure technique transmission across generations. Policy recommendations advocate heritage legislation incorporating living construction knowledge over static preservation. The methodology bridges indigenous wisdom with engineering rigor, offering scalable solutions for earthen architecture worldwide facing climate-induced deterioration. Digital fabrication templates facilitate pattern standardization while honoring artisanal variation essential to cultural identity.

Keywords: rammed earth, seismic retrofitting, heritage conservation, Northern Pakistan

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

URBAN INFILL HOUSING MODELS ADDRESSING LAND SCARCITY IN KARACHI'S INFORMAL SETTLEMENTS

Dr. Nadia Gul, Hassan Malik, Ayesha Tariq

Department of Architecture and Planning, NED University of Engineering and Technology, Pakistan

Abstract
Karachi's explosive urbanization confronts acute housing shortages within historic cores. This design research proposes courtyard infill typologies incrementally upgrading katchi abadis through participatory processes. Vertical stacking preserves street-level commerce while introducing rooftop agriculture and communal terraces. Structural bamboo frames facilitate flexible partitioning accommodating extended family cycles. Passive shading devices inspired by truck art motifs integrate cultural expression with environmental performance. Microfinance models link construction phases to household income generation, ensuring affordability. Legal frameworks advocated include land titling reforms recognizing incremental tenure security. Longitudinal monitoring documents spatial evolution reflecting resident agency over imposed masterplans. The approach challenges top-down slum clearance paradigms, demonstrating bottom-up resilience potential within dense South Asian megacities confronting climate migration pressures. Community cooperatives sustain maintenance through rental income from ground-floor shops, institutionalizing self-reliance.

Keywords: infill housing, informal settlements, participatory design, Karachi urbanization

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

SUSTAINABLE MARKET ARCHITECTURE REVITALIZING TRADITIONAL BAZAARS IN PESHAWAR'S OLD CITY

Assis. Prof. Dr. Imran Khan, Zainab Noor

School of Architecture, CECOS University of IT and Emerging Sciences, Pakistan

Abstract
Peshawar's Qissa Khwani Bazaar faces functional obsolescence amid modern retail competition. Adaptive reuse strategies preserve vaulted masonry arcades while introducing climate-responsive modifications. Retractable fabric canopies modulate sunlight penetration according to seasonal prayer timings. Underground cool storage chambers revive traditional zer-zamin techniques for perishable goods. Pedestrian priority redesigns incorporate tactile paving for visually impaired traders honoring Islamic equity principles. Solar-powered lanterns maintain nocturnal vibrancy essential to bazaar culture. Economic impact assessments project revitalized commerce sustaining artisan guilds threatened by globalization. Heritage tourism circuits integrate bazaars within cultural trails generating conservation revenue. The framework positions historic markets as living laboratories for sustainable urbanism, balancing preservation imperatives with economic viability crucial for Pakistani old cities confronting development pressures.

Keywords: bazaar revitalization, adaptive reuse, sustainable markets, Peshawar heritage

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

POST-COLONIAL HOUSING MORPHOLOGIES BLENDING OTTOMAN AND FRENCH ARCHITECTURAL LEGACIES IN ALGIERS

Prof. Dr. Karim Belkacem, Dr. Nadia Cherif, Samir Lounis

Faculty of Architecture, University of Algiers 1, Algeria

Abstract
Algiers' Casbah exemplifies hybrid spatial cultures emerging from Ottoman deys' rule overlaid by French colonial imposition. This morphological analysis decodes courtyard house evolutions accommodating extended families within dense urban fabric. Triple-height light wells facilitate cross-ventilation while mashrabiya screens maintain visual privacy fundamental to Maghrebi domesticity. Post-independence modifications reveal tensions between national reclamation and functional modernization. Material palettes transition from tadelakt plaster to concrete block compromises reflecting economic constraints. Contemporary infill pressures threaten courtyard typologies essential for social cohesion. Parametric studies propose respectful densification maintaining solar access and communal spaces. Community mapping workshops document oral spatial histories enriching formal documentation. The research advocates heritage-led urban regeneration prioritizing lived experience over monumental preservation, offering blueprint for North African cities navigating globalization while honoring layered architectural identities forged through centuries of cultural encounter.

Keywords: hybrid architecture, courtyard housing, Casbah Algiers, post-colonial morphology

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

SAHARAN VERNACULAR STRATEGIES FOR CONTEMPORARY DESERT ARCHITECTURE IN SOUTHERN ALGERIA

Assoc. Prof. Dr. Fatima Zohra, Yacine Hadji

Department of Architecture, University of Ghardaïa, Algeria

Abstract
Ghardaïa's M'Zab valley ksour demonstrate masterful desert adaptation through palm trunk framing and limestone vaults. Contemporary interpretations revive badgir windcatchers scaled for community facilities serving eco-tourism circuits. Earthen brick stabilized with prickly pear mucilage resists seismic activity prevalent across Sahara. Underground water channels inform sustainable landscape strategies linking architecture with hydraulic heritage. Solar geometry governs orientation optimizing diurnal thermal cycles essential for prayer space comfort. Craft guilds trained in prototype construction ensure technique continuity amid urbanization. The methodology integrates UNESCO cultural landscape criteria with performance simulation, validating vernacular superiority over imported mechanical systems. Economic models demonstrate lifecycle cost advantages positioning M'Zab as global prototype for arid architecture confronting climate change. Educational modules disseminate knowledge through international workshops fostering South-South cooperation.

Keywords: desert architecture, M'Zab ksour, vernacular sustainability, Saharan adaptation

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

PUBLIC SPACE RECONFIGURATION STRATEGIES FOR POST-WAR URBAN RECOVERY IN ORAN'S MEDINA

Dr. Mehdi Bouziane, Amina Bouzid

Faculty of Earth Sciences and Architecture, University of Oran 1, Algeria

Abstract
Oran's medina reconstruction confronts war-induced fragmentation requiring sensitive public realm interventions. Tactical urbanism installs modular pavilions reactivating underused plazas through temporary markets and cultural programming. Rammed earth benches incorporate Sufi geometric motifs resonating with spiritual landscape traditions. Participatory design charrettes prioritize women's safety through strategic lighting and sightlines. Flood-resilient paving systems channel stormwater into heritage fountains doubling as cooling features. Economic activation links architecture students with local artisans producing ceramic inserts. Longitudinal monitoring documents evolving appropriation patterns informing permanent interventions. The framework challenges masterplan dominance advocating incrementalism rooted in Algerian revolutionary spatial practices. Scalability potential extends to other Mediterranean war recovery contexts balancing memory preservation with forward-looking optimism essential for social cohesion.

Keywords: medina regeneration, tactical urbanism, post-war recovery, Oran public space

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

BYZANTINE INFLUENCES IN SERBIAN ORTHODOX MONASTERY ARCHITECTURE AND SPATIAL ORGANIZATION

Prof. Dr. Milan Petrovic, Dr. Ana Jovanovic, Nikola Radovic

Faculty of Architecture, University of Belgrade, Serbia

Abstract
Serbia's medieval monasteries synthesize Byzantine dome construction with local karst stone carving traditions. Studenica Monastery's triconch plans adapt Constantinopolitan models to rugged topography through terraced approaches and cave integrations. Fresco programs spatially choreograph liturgical processions guiding pilgrims through salvation narratives. Seismic retrofitting preserves delicate vault geometries using traditional lime mortar injections. Acoustic modeling reveals deliberate resonance enhancing choral liturgies fundamental to Orthodox worship. Landscape strategies incorporate sacred groves maintaining spiritual isolation crucial for hesychastic contemplation. Digital reconstructions visualize pre-earthquake configurations informing conservation philosophy prioritizing experiential authenticity over material purism. The research positions Serbian monasteries as Eurasian synthesis exemplars bridging East-West architectural dialogues, offering contemporary lessons in sustainable stone construction and spiritual spatiality confronting secularization pressures.

Keywords: Byzantine architecture, Serbian monasteries, liturgical space, Studenica heritage

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

FORMULATION AND EVALUATION OF HERBAL NANOPARTICLES FOR ENHANCED ANTI-DIABETIC ACTIVITY IN INDIAN TRADITIONAL MEDICINE

Prof. Dr. Rajesh Kumar Singh

Faculty of Pharmacy, Banaras Hindu University, India

Abstract

Traditional Indian herbs like Gymnema sylvestre and Momordica charantia hold promise for diabetes management, yet poor bioavailability limits efficacy. This research develops polymeric nanoparticles encapsulating standardized herbal extracts to improve targeted delivery and sustained release. Phytochemical profiling confirms high gymnemic acid content, while dynamic light scattering verifies uniform particle size under 200 nm with positive zeta potential ensuring stability. In vitro release studies demonstrate controlled diffusion over 48 hours in simulated gastrointestinal conditions. Cytotoxicity assays on pancreatic beta cells confirm biocompatibility, while antidiabetic activity in streptozotocin-induced diabetic rats shows significant fasting blood glucose reduction alongside improved insulin sensitivity. Histopathological examination reveals pancreatic islet regeneration absent in untreated controls. The nanoformulation enhances oral bioavailability threefold compared to crude extracts, addressing first-pass metabolism challenges inherent in ayurvedic formulations. Stability testing confirms six-month shelf life under accelerated conditions. Regulatory pathways for herbal nanomedicines require harmonization with CDSCO guidelines incorporating nanomaterial safety data. Clinical translation potential positions this approach as bridge between traditional wisdom and modern pharmaceutics, offering affordable diabetes solutions for India's burgeoning patient population while preserving cultural healing heritage.

Keywords: herbal nanoparticles, antidiabetic activity, ayurvedic nanomedicine, bioavailability enhancement

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

PHARMACOKINETIC OPTIMIZATION OF CURCUMIN-LOADED LIPOSOMES FOR NEUROPROTECTIVE EFFECTS IN ALZHEIMER'S MODELS

Assoc. Prof. Dr. Meera Desai, Vikram Gupta, Neha Kapoor

Department of Pharmaceutics, University of Delhi, India

Abstract

Curcumin's neuroprotective potential against Alzheimer's disease remains constrained by poor blood-brain barrier penetration and rapid metabolism. This investigation engineers pegylated liposomes encapsulating curcumin for enhanced brain delivery via intranasal administration. Formulation optimization yields high entrapment efficiency with spherical morphology confirmed by TEM imaging. In vitro BBB model demonstrates tenfold permeability improvement over free drug. Pharmacokinetic studies in Wistar rats reveal sustained plasma levels and superior brain biodistribution, with Cmax threefold higher in targeted regions. Behavioral assessments in scopolamine-induced amnesia models show dose-dependent memory restoration through maze navigation tasks. Biochemical analysis confirms reduced acetylcholinesterase activity and attenuated oxidative stress markers in hippocampal tissues. Neuroinflammation suppression evidenced by downregulated TNF-α and IL-6 levels correlates with amyloid plaque reduction observed histologically. Stability under refrigerated storage exceeds 90 days with minimal aggregation. The approach circumvents hepatic first-pass metabolism while leveraging olfactory pathway advantages for direct CNS access. Intellectual property protection strategies include novel pegylation-ligand conjugation enhancing specificity. This platform technology extends applications to Parkinson's and stroke recovery, positioning liposomal curcumin as viable nutraceutical-pharmaceutical hybrid for India's aging population confronting neurodegenerative epidemic.

Keywords: curcumin liposomes, Alzheimer's therapy, brain delivery, neuroprotection

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

DEVELOPMENT OF SUSTAINED-RELEASE MATRIX TABLETS CONTAINING METFORMIN HYDROCHLORIDE USING NATURAL POLYMERS

Dr. Sanjay Rao, Anjali Verma, Rohit Jain

Institute of Pharmaceutical Sciences, Jamia Hamdard University, India

Abstract

Metformin hydrochloride's frequent dosing regimen compromises patient adherence in type 2 diabetes management. This study formulates gastroretentive matrix tablets utilizing indigenous natural polymers like xanthan gum and guar gum for prolonged drug release. Direct compression yields robust tablets exhibiting excellent compressibility and content uniformity. Dissolution profiling in simulated gastric fluid demonstrates zero-order kinetics over 12 hours, with f2 similarity factor confirming bioequivalence to innovator products. Swelling index measurements reveal optimal hydrogel formation balancing erosion and diffusion mechanisms. In vivo gamma scintigraphy in human volunteers confirms gastric retention exceeding eight hours, correlating with enhanced bioavailability evidenced by pharmacokinetic parameters. Stability studies under ICH guidelines affirm one-year shelf life with minimal degradation. Excipients sourced locally reduce production costs by 40%, enhancing accessibility in rural pharmacies. Regulatory dossiers incorporate QbD principles with design space delineation ensuring batch-to-batch consistency. The platform accommodates dose adjustments for renal impairment patients while maintaining therapeutic window. Comparative evaluation against commercial sustained-release formulations confirms superior performance metrics. This indigenous technology supports Make in India pharmaceutical self-reliance while addressing chronic disease management challenges through patient-centric delivery innovations.

Keywords: sustained-release tablets, metformin, natural polymers, gastroretention

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

ANTIMICROBIAL EFFICACY OF SILVER NANOPARTICLES SYNTHESIZED FROM NEEM LEAF EXTRACT AGAINST MULTIDRUG-RESISTANT BACTERIA

Assis. Prof. Dr. Kavita Sharma, Deepak Mishra

Faculty of Pharmacy, Panjab University, India

Abstract
Antibiotic resistance crisis necessitates green synthesis alternatives for antimicrobial agents. This research employs Azadirachta indica leaf extract for silver nanoparticle biosynthesis exhibiting characteristic SPR peak at 420 nm. XRD confirms crystalline structure with average size 25 nm determined by TEM analysis. FTIR spectroscopy elucidates phytochemical capping agents stabilizing nanoparticles against aggregation. MIC determination reveals potent activity against MRSA and carbapenem-resistant Pseudomonas aeruginosa, outperforming conventional antibiotics. Time-kill kinetics demonstrate bactericidal effects within four hours through membrane disruption confirmed by SEM imaging. Synergy testing with ciprofloxacin shows fractional inhibitory concentration indices indicating additive interactions. Cytotoxicity profiling establishes therapeutic index exceeding 100 on human keratinocytes. Wound healing models in diabetic rats demonstrate accelerated closure rates with reduced bacterial load and inflammatory markers. Scaffold integration enhances burn wound dressings incorporating sustained silver release. Regulatory toxicology demonstrates safety for topical applications per OECD guidelines. Scalable biosynthesis protocol utilizes agricultural waste, supporting circular economy principles. Intellectual property secured through novel capping mechanism enhances market differentiation. This platform addresses India's antimicrobial resistance burden while validating ethnopharmacological wisdom through rigorous scientific validation suitable for clinical translation.

Keywords: green synthesis, silver nanoparticles, antimicrobial resistance, wound healing

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

FORMULATION OF ORAL FLOATING MICROSPHERES FOR ERADICATION OF HELICOBACTER PYLORI IN EGYPTIAN PATIENTS

Prof. Dr. Ahmed Hassan, Dr. Fatima Mahmoud

Faculty of Pharmacy, Cairo University, Egypt

Abstract

Helicobacter pylori infection affects over 80% Egyptian population requiring improved eradication therapies. This investigation develops calcium alginate-chitosan floating microspheres encapsulating triple therapy drugs for gastric retention. Emulsification technique yields spherical particles with optimal buoyancy exceeding 12 hours in simulated gastric fluid. Drug entrapment efficiency surpasses 85% with controlled pulsatile release synchronizing acid suppression, antimicrobial action, and mucosal protection. In vitro anti-adhesive studies confirm mucoadhesion to H. pylori colonized regions. Gamma scintigraphy in healthy volunteers demonstrates prolonged gastric residence facilitating direct pathogen contact. Clinical trial phase II in 120 dyspeptic patients achieves 92% eradication rate versus 68% conventional therapy, confirmed by urea breath test. Adverse effects profile reveals superior tolerability eliminating metallic taste complaints. Cost analysis confirms 35% savings supporting national health insurance integration. Stability data supports two-year shelf life under tropical conditions. Regulatory approval pathway leverages orphan drug designation for resistant strains. Technology transfer partnerships established with local manufacturers ensuring supply chain sustainability. Population-specific pharmacogenomics guides dosage optimization accounting CYP2C19 polymorphisms prevalent in Egyptian cohorts. This indigenous solution addresses public health priority while establishing Egypt as regional pharmaceutical innovation hub.

Keywords: H. pylori eradication, floating microspheres, gastric retention, triple therapy

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

PHARMACEUTICAL EVALUATION OF EGYPTIAN MEDICINAL PLANTS FOR ANTI-INFLAMMATORY DRUG DISCOVERY

Assoc. Prof. Dr. Mohamed Salem, Nour El-Din

Department of Pharmacognosy, Alexandria University, Egypt

Abstract

Egypt's rich floral biodiversity offers untapped pharmacognosy resources for inflammatory disorders. This systematic screening evaluates 45 native plants using carrageenan-induced paw edema model. Sequential extraction yields bioactive fractions from Nigella sativa, Calendula officinalis, and Cassia senna demonstrating dose-dependent inhibition comparable to diclofenac. HPLC-DAD profiling identifies quercetin derivatives and thymoquinone as principal actives. Molecular docking simulations predict COX-2 selectivity reducing gastrointestinal toxicity risks. Ultra-performance LC-MS/MS quantification establishes marker-based standardization protocols. Acute toxicity studies confirm LD50 exceeding 2000 mg/kg qualifying GRAS status. Chronic administration in adjuvant arthritis model reveals disease-modifying effects through cytokine modulation evidenced by ELISA profiling. Histopathological scoring confirms synovial protection. Ex vivo studies demonstrate neutrophil migration inhibition preserving immune competence. Clinical phase I recruitment targets rheumatoid arthritis patients unresponsive to DMARDs. Intellectual property portfolio includes extraction methodology and fingerprint chromatograms enabling global commercialization. Good Agricultural Practices implemented for source plant cultivation ensuring supply chain integrity. This discovery pipeline validates Bedouin traditional knowledge through contemporary validation paradigms positioning Egyptian pharmacognosy research within global natural products renaissance.

Keywords: anti-inflammatory plants, pharmacognosy, Egyptian medicinal plants, standardization

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

DEVELOPMENT OF TOPICAL EMULSION GEL FOR PSORIASIS TREATMENT USING EGYPTIAN CASTOR OIL DERIVATIVES

Dr. Sara Ahmed, Khaled Osman, Assis. Prof. Dr. Reem Hassan

Faculty of Pharmacy, Mansoura University, Egypt

Abstract

Psoriasis affects 2-3% Egyptian population requiring cosmetically elegant delivery systems. This research formulates nanoemulsion gels incorporating ricinoleic acid-rich Egyptian castor oil derivatives for enhanced skin permeation. High-shear homogenization produces thermodynamically stable droplets under 100 nm with prolonged creaming stability. Rheological profiling confirms spreadability suitable for scalp application. Franz diffusion cell studies demonstrate threefold flux enhancement across porcine skin versus market creams. Anti-proliferative effects confirmed in HaCaT keratinocyte cultures through MTT assay correlating with NF-κB pathway inhibition. Clinical evaluation in 60 moderate plaque patients shows PASI score reduction with excellent tolerability. Patient-reported outcomes highlight fragrance-free formulation preference eliminating steroid phobia. Photostability testing confirms active retention under Egyptian sunlight exposure. Manufacturing scalability validated through pilot batch production adhering GMP standards. Regulatory dossiers incorporate QTPP with critical quality attributes delineation. Cost-effectiveness analysis supports inclusion in Essential Medicines List. Technology licensing negotiations advance with multinational partners. Vertical integration from castor cultivation to finished product establishes sustainable agro-pharmaceutical enterprise model benefiting Nile Delta farming communities while addressing dermatology unmet needs through validated natural actives.

Keywords: nanoemulsion gel, psoriasis treatment, castor oil, topical delivery

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

ECO-FRIENDLY MATERIALS IN SUSTAINABLE INTERIOR DESIGN

Prof. Dr. Chinedu Okeke
Department of Architecture, University of Lagos, Nigeria

Dr. Ifeoma Nwosu
Department of Environmental Design, University of Nigeria Nsukka, Nigeria

Adaobi Eze
Department of Interior Architecture, Federal University of Technology Owerri, Nigeria

ABSTRACT
This paper investigates the role of eco-friendly materials in advancing sustainable interior design, focusing on their environmental performance, user health benefits and aesthetic potential in contemporary African contexts. The study reviews key categories of sustainable materials, including rapidly renewable resources, low-VOC finishes, recycled and upcycled components, as well as regionally sourced products that reduce embodied energy. Through a combination of literature analysis, life-cycle assessment data and case studies from residential and commercial projects in major Nigerian cities, the research evaluates how material choices affect indoor environmental quality, carbon footprint and long-term maintenance demands. Findings indicate that interiors incorporating natural fibers, responsibly harvested timber, lime- and clay-based plasters and recycled composites achieve measurable reductions in embodied emissions while enhancing thermal comfort and acoustic performance. However, adoption is constrained by cost perceptions, limited supplier networks and insufficient knowledge among designers and clients. The paper highlights the importance of integrating material education into design curricula and professional guidelines, emphasizing performance metrics alongside visual qualities. It also discusses how culturally resonant materials can strengthen users' sense of place and support narratives of environmental responsibility. The study concludes that eco-friendly materials are not simply technical solutions but central elements in a holistic sustainable design strategy that links ecological, social and cultural dimensions of interior space.

Key words: sustainable interior design, eco-friendly materials, life-cycle assessment, indoor environmental quality

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

THE IMPACT OF NATURAL VENTILATION ON INDOOR AIR QUALITY IN URBAN BUILDINGS

Ibrahim Musa
Department of Mechanical Engineering, Ahmadu Bello University, Nigeria

Assoc. Prof. Dr. Amina Abdullahi
Department of Architecture, Bayero University Kano, Nigeria

ABSTRACT
This paper examines the impact of natural ventilation strategies on indoor air quality in dense urban buildings exposed to traffic emissions, heat stress and intermittent power supply. The study focuses on multi-storey residential blocks and mixed-use buildings in a major West African metropolis, where reliance on mechanical cooling is increasingly unsustainable. Using on-site measurements of air temperature, relative humidity, CO_2 concentration and particulate matter, combined with occupant surveys and computational airflow simulations, the research compares naturally ventilated layouts with mechanically conditioned equivalents. Results show that well-designed cross-ventilation, stack-effect openings and shaded courtyards can significantly reduce indoor CO_2 levels and improve perceived freshness during shoulder seasons, while decreasing dependence on energy-intensive air-conditioning. However, in areas with high outdoor pollution, unfiltered natural ventilation may introduce fine particulates and noise, undermining overall comfort. The paper identifies key design variables—including window-to-wall ratios, opening geometry, orientation and the use of green buffers—that mediate the trade-off between fresh-air supply and pollutant ingress. It argues that natural ventilation should be integrated into a hybrid strategy that combines architectural form, controllable openings and simple filtration devices. The study concludes with design recommendations and policy implications for building codes, suggesting performance-based ventilation criteria that reflect climatic and urban realities rather than imported standards.

Key words: natural ventilation, indoor air quality, urban buildings, hybrid cooling strategies

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

SMART WATER MANAGEMENT SYSTEMS FOR URBAN ENVIRONMENTS

Alikhan Baimuratov
Department of Civil and Environmental Engineering, Satbayev University, Kazakhstan

Assis. Prof. Dr. Dana Zhussupova
Department of Smart Technologies, Nazarbayev University, Kazakhstan

Murat Kulmanov
Department of Urban Infrastructure, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Yasmina Serikova
Department of Environmental Management, KIMEP University, Kazakhstan

ABSTRACT
This paper explores the potential of smart water management systems to address growing pressures on urban water supply, distribution and wastewater infrastructure in rapidly developing cities. The study conceptualizes “smartness” as the integration of sensor networks, real-time monitoring, automated control and data-driven decision support within existing hydraulic systems. Drawing on case studies from Central Asian urban contexts, the research evaluates pilot projects involving smart metering, pressure-management valves, leak-detection algorithms and demand-forecasting tools. Quantitative analysis of operational data shows that advanced metering infrastructure can significantly reduce non-revenue water by identifying illegal connections and hidden leaks, while dynamic pressure control minimizes bursts and extends pipe lifespan. At the consumer level, feedback interfaces and pricing schemes informed by real-time data encourage conservation and behavioral change. The paper also highlights institutional and technical challenges, including data interoperability, cybersecurity concerns and the need for specialized skills among utility staff. A socio-technical perspective is adopted to examine how governance structures, regulatory frameworks and public trust shape system performance. The study concludes that smart water management systems can substantially enhance resilience and efficiency if implemented through phased strategies that align technological innovation with capacity building, transparent communication and inclusive planning.

Key words: smart water management, urban infrastructure, sensor networks, non-revenue water

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

GREEN INFRASTRUCTURE STRATEGIES IN CITY PLANNING: A CASE STUDY

Dr. Saltanat Kenzhegulova
Department of Urban Planning, Nazarbayev University, Kazakhstan

Jamilya Umirzakova
Department of Architecture, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan

ABSTRACT
This paper investigates the integration of green infrastructure strategies into contemporary city planning through a detailed case study of a fast-growing Central Asian city. Green infrastructure is understood as an interconnected network of parks, greenways, urban forests, blue corridors and nature-based solutions that provide ecological services and social benefits. The research combines spatial analysis of planning documents and GIS mapping with stakeholder interviews involving planners, municipal officials and community representatives. Results indicate that recent master plans increasingly reference climate adaptation, stormwater management and biodiversity, but concrete implementation remains fragmented and project-based. Green elements are often treated as aesthetic add-ons rather than structural components of urban form. The case study highlights successful pilot interventions, such as multifunctional linear parks along drainage channels and retrofitted green roofs, which demonstrate tangible reductions in surface runoff and improvements in microclimate and public space quality. However, institutional silos, land-use conflicts and short-term investment cycles limit scaling. The paper argues for a shift toward landscape-led planning, where green infrastructure is used to guide urban expansion, connect peripheral neighborhoods and prioritize corridors for active mobility. It concludes with a set of planning principles and governance recommendations aimed at embedding green infrastructure in statutory plans, budgeting processes and cross-departmental collaboration.

Key words: green infrastructure, city planning, nature-based solutions, urban resilience

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

BIODIVERSITY AND URBAN LANDSCAPE INTEGRATION IN SPAIN

Assoc. Prof. Dr. Marta Sanchez
Department of Landscape Architecture, Polytechnic University of Madrid, Spain

Dr. Luis Fernandez
Department of Ecology, University of Barcelona, Spain

ABSTRACT
This paper analyzes strategies for integrating biodiversity into Spanish urban landscapes, focusing on how cities can reconcile dense development with ecological connectivity. Using case studies from Madrid, Barcelona and several medium-sized towns, the research evaluates planning instruments, design interventions and citizen-led initiatives that aim to support native species within highly modified environments. Methods include field surveys of selected green spaces, biodiversity indices derived from bird and insect counts, and document analysis of municipal biodiversity plans. Results show that multifunctional green corridors along rivers and railways, pollinator-friendly planting schemes, and the restoration of peri-urban agricultural mosaics significantly enhance habitat availability and stepping-stone connectivity. The study highlights that small-scale interventions—such as green walls, pocket parks and community gardens—can cumulatively contribute to urban ecological networks when strategically located. Nonetheless, challenges persist, including fragmentation caused by transport infrastructure, dominance of ornamental non-native species and maintenance regimes that conflict with ecological objectives. The paper argues that successful integration of biodiversity requires long-term coordination between ecologists, planners, designers and maintenance staff, as well as public engagement that reframes “messiness” as ecological richness. It concludes by proposing indicators and design guidelines that can be incorporated into Spanish planning standards to mainstream biodiversity in everyday urban development.

Key words: urban biodiversity, landscape integration, green corridors, Spanish cities

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

ADVANCED WASTE RECOVERY TECHNIQUES IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING

Josep Martinez
Department of Environmental Engineering, Polytechnic University of Catalonia, Spain

Clara Gomez
Department of Chemical Engineering, University of Valencia, Spain

Prof. Dr. Elena Ruiz
School of Civil and Environmental Engineering, University of Granada, Spain

Miguel Ortega
Department of Industrial Ecology, University of Zaragoza, Spain

Sara Diaz
Department of Environmental Sciences, University of Seville, Spain

ABSTRACT
This paper reviews and evaluates advanced waste recovery techniques that are reshaping environmental engineering practice in European contexts. Moving beyond conventional recycling, the study focuses on high-value material recovery, waste-to-energy processes and circular-economy-oriented industrial symbiosis. Through literature synthesis and analysis of operational facilities in Spain, the research examines technologies such as anaerobic digestion with biogas upgrading, plasma gasification, advanced mechanical-biological treatment, and solvent-based polymer recovery. Performance indicators—including recovery rates, energy balance, greenhouse-gas emissions and economic viability—are compared across systems. The findings demonstrate that integrated facilities combining material and energy recovery can substantially reduce landfill dependency and net emissions, provided that feedstock quality and market demand for secondary materials are maintained. The paper also discusses emerging digital tools for optimizing collection logistics and process control, alongside policy instruments such as extended producer responsibility and landfill taxes that create incentives for innovation. Social acceptance and risk perception are identified as critical factors influencing technology deployment, especially for thermal treatment options. The study concludes that advanced waste recovery must be assessed within broader circular-economy strategies, emphasizing system-wide design, stakeholder collaboration and transparent communication.

Key words: waste recovery, circular economy, environmental engineering, waste-to-energy

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

ENERGY-EFFICIENT HVAC SYSTEMS FOR COMMERCIAL BUILDINGS IN DUBAI

Dr. Saeed Al Mansouri
Department of Mechanical Engineering, Khalifa University, United Arab Emirates

Assis. Prof. Dr. Fatima Khalid
Department of Architectural Engineering, United Arab Emirates University, United Arab Emirates

ABSTRACT
This paper investigates energy-efficient heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) strategies for commercial buildings in Dubai, where extreme climatic conditions and high cooling loads drive substantial electricity consumption. The study combines building-energy simulations with field data from selected office and retail buildings to compare conventional constant-air-volume systems with advanced configurations, including variable-refrigerant-flow units, demand-controlled ventilation and chilled-water plants with thermal-energy storage. Results indicate that optimized system selection, coupled with proper commissioning and building-management-system integration, can achieve energy savings of 25–40 percent relative to baseline designs, while maintaining or improving thermal comfort. The research highlights the importance of envelope performance, solar shading and internal load management as prerequisites for HVAC efficiency. It also examines the potential of integrating rooftop photovoltaics and waste-heat recovery to further reduce net energy use. Barriers to adoption—such as higher initial costs, fragmented responsibilities between developers and operators, and limited expertise in performance-based design—are critically assessed. The paper concludes with recommendations for updated local regulations, incentive schemes and training programs that support the transition toward low-carbon commercial building stock in Dubai and similar hot-humid regions.

Key words: HVAC systems, energy efficiency, commercial buildings, hot-climate design

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

SUSTAINABLE URBAN WATER RESOURCES MANAGEMENT AND PLANNING

Mohammed Al Falasi
Department of Civil Engineering, University of Sharjah, United Arab Emirates

Prof. Dr. Layla Ibrahim
Department of Environmental Engineering, Khalifa University, United Arab Emirates

Youssef Nasser
Department of Urban Planning, United Arab Emirates University, United Arab Emirates

Hana Saeed
Department of Water Resources, American University of Ras Al Khaimah, United Arab Emirates

Dr. Khalid Ahmed
Department of Infrastructure and Environment, Zayed University, United Arab Emirates

ABSTRACT
This paper addresses sustainable urban water resources management in rapidly growing arid-region cities, with a focus on integrated planning approaches that link supply, demand and reuse. The study develops a conceptual framework combining water-sensitive urban design, non-conventional resources and adaptive demand management. Using a coastal city in the United Arab Emirates as a case study, the research applies hydrological modelling, scenario analysis and stakeholder workshops to evaluate portfolios that include desalination, treated wastewater reuse, aquifer recharge and rainwater harvesting. Results show that diversification of sources, when combined with leakage control and tiered pricing structures, can significantly reduce vulnerability to climate variability and population growth. The paper emphasizes the role of urban form—street layout, open-space networks and land-use patterns—in facilitating decentralized solutions such as bio-retention areas and permeable surfaces. Institutional fragmentation and public perceptions of recycled water are identified as major obstacles, underlining the need for cross-sector governance and targeted communication strategies. The study concludes that sustainable urban water management requires moving beyond single-project engineering solutions towards integrated planning that aligns infrastructure investments, land-use decisions and behavioral incentives.

Key words: urban water management, arid cities, integrated planning, water reuse

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

BIOSYNTHETIC APPROACHES FOR PRODUCTION OF NOVEL ANTIBIOTICS FROM MACEDONIAN SOIL MICROBIOMES

Prof. Dr. Nikola Petrovski, Dr. Elena Risteska

Faculty of Pharmacy, Ss. Cyril and Methodius University, North Macedonia

Abstract
Antimicrobial discovery drought necessitates exploration of underexploited microbial diversity. This bioprospecting expedition screens 500 Macedonian soil actinomycetes yielding three novel polyketide scaffolds with activity against vancomycin-resistant Enterococci. Genome mining identifies cryptic biosynthetic gene clusters activated through promoter engineering. Fermentation optimization in 14L bioreactors achieves 1.2 g/L titers with >95% purity post-preparative HPLC. Structure elucidation by NMR and HRMS confirms unprecedented carbon skeletons incorporating chlorinated indole moieties. MIC profiling demonstrates broad-spectrum Gram-positive coverage including MRSA with low resistance development potential. Synergy with beta-lactams enhances outer membrane permeabilization. ADMET profiling reveals favorable drug-like properties qualifying lead optimization candidacy. In vivo efficacy in neutropenic mouse models confirms therapeutic index supporting clinical advancement. Intellectual property secured through composition of matter claims. Technology transfer partnerships established with European biotech firms. Regulatory toxicology package includes genotoxicity and 28-day repeat dose studies per ICH M3(R2). Strain deposition in public culture collections ensures research continuity. This discovery validates small nation contributions to global antibiotic pipeline while establishing national bioprospecting infrastructure supporting pharmaceutical sovereignty and regional CAR-T cell therapy manufacturing ambitions.

Keywords: actinomycete bioprospecting, novel antibiotics, genome mining, Macedonian microbiomes

ISBN NR: 978-625-5694-71-3

ISBN NR: 978-625-5694-71-3