

jenas

Journal of Environmental and Natural Studies

resilience



Volume 5 | Issue 1 | 2023

ISSN 2687-6450



KARADENİZ DOĞA ve ÇEVRE DERNEĞİ
BLACKSEA NATURE AND ENVIRONMENT ASSOCIATION

Adına Sahibi:

Çev. Müh. Filiz KURTULMUŞ

ICAM | Information, Communication, Art And Media Network Publication Group

Adına Genel Yayın Yönetmeni

Dr. Ahmet FİDAN

General Advisor

Prof. Dr. Kamuran ELBEYOĞLU

Our journal undertakes to comply with the professional principles of the press. All legal rights of the articles belong to our journal. It cannot be quoted partly or completely without the permission of our writers and without giving reference in anywhere. Publication Language: English and Turkish



Creative Commons Publication License:

Publication Type:

Scientific, International 3 Double Blind Peer Reviewed Indexed Journal

* * *

Publication Period of Journal: 15 April, 15, August and 15 December (3 Times a Year)



JOURNAL of NATURAL and ENVIRONMENTAL STUDIES

EDITORIAL BOARD LIST

(Alignment / Sorting: Alphabetically)

EDITORS

Ahmet FİDAN (Assist.Prof.Dr.)	Ordu University	Chief Editor Urbanization and Environmental Problems
Hasan Tezcan YILDIRIM (Assoc.Prof.Dr.)	İstanbul University - Cerrahpaşa	Editor Environmental Policies

ASSOCIATE EDITORS

Elif AKPINAR KÜLEKÇİ (Assoc.Prof.Dr.)	Ataturk University	eakpinar@atauni.edu.tr
Feran AŞUR (Assoc.Prof.Dr.)	Van Yüzüncü Yıl University	feranekasur@gmail.com

Dr. Ahmet FİDAN | Ordu Üniversitesi / ahmet@ahmetfidan.com
 Assoc.Prof.Dr. Hasan Tezcan YILDIRIM | İstanbul-Cerrahpaşa Üniversitesi / htezcan@istanbul.edu.tr
 Prof.Dr. Gülay ÇETİNKAYA ÇİFTÇİOĞLU Arkin Üniversitesi / Kıbrıs | gulay42@hotmail.com
 Assoc.Prof.Dr. Feran AŞUR / Van Yüzüncü Yıl University | feranekasur@gmail.com
 Assoc.Prof.Dr. Elif AKPINAR KÜLEKÇİ Ataturk University | eakpinar@atauni.edu.tr
 Assit.Prof.Dr. Üyesi Pelin KARAÇAR | İstanbul Medipol University | pkaracar@medipol.edu.tr
 Assit.Prof.Dr. Üyesi Başak SAVUN HEKİMOĞLU İstanbul Üniversitesi | basak.savun@istanbul.edu.tr

SECTION EDITORS (Volume 5, Issue 1)		
Fatma Olcay TOPAÇ (Prof.Dr.)	Bursa Uludağ University	olcaytopac@uludag.edu.tr
Emel KARAKAYA AYALP (Assist.Prof.Dr.)	İzmir Demokrasi University	emellkarakaya@gmail.com
Gizem ERDOĞAN AYDIN (Assoc.Prof.Dr.)	İzmir Democracy University	gizemerdogan@gmail.com
Kübra CİHANGİR ÇAMUR (Prof. Dr.)	Gazi University	ccamur@gazi.edu.tr
Nilgün ULUTAŞDEMİR (Assoc Prf. Dr.)	Gümüşhane University	nilgun.ulutasdemir@gumushane.edu.tr
LANGUAGE EDITORS		
Başak SAVUN HEKİMOĞLU (Assist.Prof.Dr.)	Istanbul University	basak.savun@istanbul.edu.tr
Dilek İŞLER HAYIRLI (Instructor)	Ankara Yıldırım Beyazıt University	dileksler@yahoo.com
Pınar CARTIER (Assist.Prof.Dr.)	Yeditepe University	pinaremail@gmail.com
ISSUE REVIEWER BOARD (Volume 5, Issue 1)		
(Listed in Alphabetical Order)		
Ahmet TOLUNAY	Isparta University of Applied Science	
Aşkın BİRGÜL	Bursa Technical University	
Aynur AYDIN	İstanbul University Cerrahpaşa	
Aysun Aygün OĞUR	Pamukkale University	
Ayşegül YÜCEL	İskenderun Technical-University	
Ebru ÖZTÜRK ÇOPUR	Kilis 7 Aralık University	
Hayriye SAĞIR	Selçuk University	
Hayriye ŞENGÜN	Bayburt-University	
Mustafa AKGÜL	İstanbul University Cerrahpaşa	
Mustafa ÖZUYSAL	Dokuz Eylül University	
Nadire DZİGE	Mersin University	
Nimet VELİOĞLU	İstanbul University Cerrahpaşa	
Okşan TANDOĞAN	Namık Kemal University	
Osman Devrim ELVAN	İstanbul University Cerrahpaşa	
Müge AYDIN	Manisa Metropolitan Municipality	
Mehmet ŞEREMET	Van Yüzüncü Yıl University	
Seda Senem ALPAYKUT BAYRAK	Mersin University	
Sevim İNANÇ	Artvin Çoruh University	
Şehnaz Şule KAPLAN BEKAROĞLU	Süleymen Demirel University	
SCIENCE ADVISORY BOARD		
(Listed in Alphabetical Order)		
Ahmet MUTLU (Prof.Dr.)	Ondokuz Mayıs University	
Alireza KHATAEE (Prof.Dr.)	Gebze Thecnical University	
Ayşe KALAYCI ÖNAÇ (Assist.Prof.Dr.)	İzmir Katip Çelebi University	
Alpay TIRIL (Assist.Prof.Dr.)	Sinop University	
Arzu MORKOYUNLU YÜCE (Assoc.Prof.Dr.)	Kocaeli University	
Asude HANEDAR (Assoc.Prof.Dr.)	Tekirdag Namık Kemal University	
Ayşin SEV (Prof.Dr.)	M. Sinan Güz. Sanatlar Univ.	
Aziz EFTEKHARI (Assist.Prof.Dr.)	Maragheh University	
Bahriye GÜLGÜN (Prof. Dr)	Ege University	
Berkan DEMİRAL (Prof.Dr.)	Trakya University	
Beyhan TAŞ (Prof.Dr.)	Ordu University	
Burçin HENDEN ŞOLT (Assoc.Prof.Dr.)	Zonguldak Bülent Ecevit University	
Can AYDIN (Assoc.Prof.Dr.)	Dokuz Eylül University	
Coşkun ERUZ (Assoc.Prof.Dr.)	Karadeniz Technical University	
Çiğdem ÇİFTÇİ (Prof. Dr.)	Necmettin Erbakan University	
Çiğdem KÜÇÜK (Prof.Dr.)	Harran University	
Çiğdem TUĞAÇ (Assist.Prof.Dr.)	Ministry of Environ. And Urb.	
Candan KUŞ ŞAHİN Assoc.Prof.Dr.)	Süleyman Demirel University	
Dicle AYDIN (Prof.Dr.)	Necmettin Erbakan University	

Dilek OZDEMİR DARBY (Prof.Dr.)	Yeditepe University
Ebru ERDÖNMEZ DİNÇER Assoc.Prof.Dr.)	Yıldız Teknik University
Elçin GÜNEŞ (Assoc.Prof.Dr.)	Tekirdağ Namık Kemal University
Elif AKPINAR KÜLEKÇİ (Assoc.Prof.Dr.)	Ataturk University
Emel KARAKAYA AYALP (Assoc.Prof.Dr.)	İzmir Demokrasi University
Enver Erdiñ DİNÇSOY (Assoc.Prof.Dr.)	Trakya University
Ender MAKİNECİ (Prof.Dr.)	İstanbul University – Cerrahpaşa
Erdoğan ATMIŞ (Prof.Dr.)	Bartın University
Ergun GÜRPINAR Assist.Prof.Dr.)	Haliç University
Evren TUNCA (Prof.Dr.)	Ordu University
Faruk BOJAXHI (Assist.Prof.Dr.)	Ukshin Hoti University
Feran AŞUR (Assit.Prof.Dr.)	Yüzüncü Yıl University
Gizem ERDOĞAN AYDIN Assoc.Prof.Dr.)	İzmir Democracy University
Gülşen TOZSİN DURMAZ (Assoc.Prof.Dr.)	Atatürk University
G. Firdevs YÜCEL CAYMAZ (Assoc.Prof.Dr.)	İstanbul Aydın University
Hakan OĞUZ (Prof.Dr.)	K.Maraş Sütçü İmam University
Hasibe KÖRBALTA (Dr.)	Milli Parklar Genel Müdürl.
Hülya BAYKAL (Prof.Dr.)	Marmara University
İlknur YURDAKUL (Assist.Prof.Dr.)	Chemical Engineer
İnanç Işıl YILDIRIM (Assoc.Prof.Dr.)	Beykent University
İsmail CERİTLİ (Prof.Dr.)	Antalya Bilim University
İsmail DUMAN (Prof.Dr.)	İstanbul Technical University
Jaume Juarez (Assoc.Prof.Dr.)	Universitat Politècnica de Catalunya (Spain)
Julide BOZOGLU (Assist.Prof.Dr.)	Illinois Institute of Technology
Kamuran ELBEYOĞLU (Prof.Dr.)	Toros University
Koray ÖZCAN (Prof. Dr.)	Pamukkale University
M. Tolga ESETLİLİ (Assoc.Prof.Dr.)	Ege University
Mehmet Ali KIRPIK (Prof.Dr.)	Kafkas University
Mehmet AYDIN (Assoc.Prof.Dr.)	Ordu University
Melayib BİLGİN (Assit.Prof.Dr.)	Aksaray University
Meltem YILMAZ (Prof.Dr.)	Hacettepe University
Mesut DOĞAN (Prof.Dr.)	İstanbul University
Mine HAŞHAŞ DEĞERTEKİN (Assoc.Prof.Dr.)	Kennesaw State University
Murat TÜRKEŞ (Prof. Dr.)	Boğaziçi University
Nilgün GÖRER TAMER (Prof. Dr.)	Gazi University
Osman Devrim ELVAN (Assoc.Prof.Dr.)	İstanbul University-Cerrahpaşa
Osman SİRKECİ (Assist.Prof.Dr.)	İzmir Büyükşehir Belediyesi
Oylum GÖKKURT BAKİ (Assist.Prof.Dr.)	Sinop University
Ömer ATABEYOĞLU (Assoc.Prof.Dr.)	Ordu University
Özgür EMİNAĞAOĞLU (Prof.Dr.)	Artvin Coruh University
Özkan ÖZDEN (Prof.Dr.)	İstanbul University
Pelin KARAÇAR (Assist.Prof.Dr.)	İst. Medipol University
Pelin Pınar GİRİTLİOĞLU (Assoc.Prof.Dr.)	İstanbul University
Pınar CARTIER (Assist.Prof.Dr.)	Yeditepe University
Pınar BAHCİ ALSAN (Dr.)	TGS Enstitüsü
Prachand Man PRADHAN (Prof.Dr.)	Kathmandu University
Ruşen KELEŞ (Prof.Dr.)	Ankara University
Sevim BUDAK (Assoc.Prof.Dr.)	İstanbul University
Sezen COŞKUN (Assist.Prof.Dr.)	Isparta Uyg. Bilimler University
Sibel POLAT (Assoc.Prof.Dr.)	Bursa Uludağ University
Yakup BULUT (Prof.Dr.)	Hatay Mustafa Kemal Univ.
Zerrin TOPRAK KARAMAN (Prof.Dr.)	Dokuz Eylül University
Zeynep EREN (Prof.Dr.)	Atatürk University

PAGE EDITORS

Dilek İŞLER HAYIRLI	Page Editor / Layout Editor / Proof Reader
Tekşah YEREBASMAZ	Layout Editor
Filiz KURTULMUŞ	Proof Reader

ETHICS COMMITTEE

Prof.Dr. Bahriye GÜLGÜN	Ege University
Prof.Dr. Cavit YAVUZ	Ordu University
Prof.Dr. Çiğdem ÇİFTÇİ	Necmettin Erbakan University
Prof.Dr. Kamuran ELBEYOĞLU	Toros University
Prof.Dr. Nilgün GÖRER TAMER	Gazi University
Assoc.Prof.Dr. Armağan ÖZTÜRK	Artvin Çoruh University
Assoc.Prof.Dr. Fevziye EKER	Ordu University
Assoc.Prof.Dr. Osman Devrim ELVAN	Istanbul University- Cerrahpaşa
Assit.Prof.Dr. Mustafa ÇAKIR	Kocaeli University

JENAS | JOURNAL OF ENVIRONMENTAL and NATURAL STUDIES (Çevre ve Doğa Çalışmaları Dergisi)

Journal Name Derginin Adı	JENAS Journal of Environmental and Natural Studies
Sub Titl of Journal (Derginin Kısa Adı)	JENAS Çevre ve Doğa Çalışmaları Dergisi
Abbreviated Name (Kısa Adı)	JEN
ISSN No (Basılı)	-----
ISSN No (Elektronik)	2687-6450
Year of Foundation (Kuruluş Yılı)	2019
Web of Journal (Derginin Web Adresi)	https://www.jenas.org/
Editorial Process Link (Derginin Süreç Yürütüm Adresi)	https://dergipark.org.tr/tr/pub/jenas
Publication Scale (Derginin Yayın Kapsamı)	International
Language of Journal (Derginin Yayın Dili)	English-Turkish
Primary Language of Journal (Derginin Birinci Dili)	English
Publication of Period (Derginin Yayın Periyodu)	April, August, December
Indexes (Derginin Kayıtlı Olduğu İndeksler) (According to Alphabet)	ASOS INDEX (2020-...) IDEAL ONLINE (2020-...) GOOGLE SCHOLAR (2021-...) Türk Eğitim İndeksi (2021-...) RESEARCH BIB (2021-...) CITE FACTOR (2021-...) OJOP Directory Platform (2021-...) Crossref DOI (2021-...) Scit (2021-...)
Platforms and Accreditations: (Derginin Dahil Olduğu Paltformlar ve Akreditasyonlar)	DOI: https://search.crossref.org/?q=2687-6450&from_ui=yes OJOP Journal Platform (2021-...) https://dergipark.org.tr/en/pub/jenas İThenticate (Current Citation Control System) 2019-... Creative Commons 2019-... COPE (Ethical Principles) 2019-...
Chief Editor of Journal (Derginin Baş Editörü)	Dr. Ahmet FİDAN
Licences of Journal (Yayın Lisansı)	Creative Commons (CC BY NC)
DOI Prefix	https://doi.org/10.53472/jenas

Plagiarism and Citation Policies (Benzerlik Politikası)	<p>1. Submission Similarity Rates: In the article submission process, articles with 20% less are published in the ITENTICATE, TURNITIN, İNTİHALNET similarity rate report, excluding the bibliography.</p> <p>2. Similarity Rates After Refereeing: For publication, I'THENTICATE similarity report is also obtained over the latest version. The similarity rate of each citation should not be more than 3% for 2022 and 1% for 2023. Necessary similarity rates are sought in the pre-admission for post-refereeing. However, post-review similarity rates are based on the iThenticate report only.</p>	
Fee Policies of Journal (Ücret Politikası)	For reader and for author free. The journal does not charge any fee for the process of application and publication of articles (Dergi, makalelerin başvuru ve yayınlanması sürecinde herhangi bir ücret talep etmez).	
Article Withdrawal Policy: (Makale Geri Çekme Politikası)	<p>1. The articles uploaded to our journal can be withdrawn until the end of the pre-control processes.</p> <p>2. Articles that have been taken into the refereeing process cannot be withdrawn. At the end of the refereeing process, the request to withdraw the article is asked again from the author and if the insistence on withdrawal continues, the article is returned to the author.</p> <p>3. After the article is accepted, the article cannot be withdrawn.</p>	
Refereeing Type and Technique (Hakemlik Türü ve Yapısı)	3 Double Blind Peer Reviewing (3 Reviewing Per Article) Üç Karşılıklı (Çift yönlü) Körleme Akran Hakemlik Sistemi	
Correction and Takedown Policy (Düzeltilme ve Yayımdan Kaldırma Politikası)	<p>1. Articles published in our journal can always be corrected. Correction is carried out in case of serious deprivation of rights of the author or authors regarding the grave errors that occur during the publication process of the article. Correction is done in the next issue at the earliest within the scope of DergiPark and TR Index principles.</p> <p>2. An article published in the journal can only be removed by a court decision. If our journal is paid in the future, no refund is possible. Other fee-related matters are reserved.</p>	
Acces Policies of Journal (Erişim Politikası)	Open Acces (Açık Erişim)	
Editorial Procees System (Editoryal Sürec Sistemi)	Turkey, ULAKBİM Dergi Systems	
Article Publication Categories (Makale Yayın Kategorileri)	Research Articles, Review Article. Other article categories are published on the portal page (jenas.org) with two referees. It is not included in the number integrity.	
Description of Journal (Dergi Kısa Bilgisi)		
<p>Our journal began to be published in 2019 and it has been included in the DergiPark System as an International, 3 Double Blind Peer Reviewing Journal.2020.</p> <p>JENAS published by Black Sea Nature and Environment Association (KADOÇED) has focused on Natural Sciences, Environmental Sciences, Environmental Problems and Urban Sciences such as Geography, Biology, Landscape, Urban Planning, Public Administration, Environmental Problems and Environment Engineering etc.</p> <p>Our journal is internationally 3 Double Blind Peer Reviewing (3 Reviewing Per Article) and the primary language of articles is English. Author guidelines and article templates can be found on the website of the journal.</p> <p>Publishing Period: April, August, December</p> <p>International Journal of Environmental and Natural Studies (JENAS) will start its publication life in December 2019 as a new journal where environmental problems and solution proposals will be discussed through related disciplines.</p>		
	INDEX	Pages
	Volume 5, Issue 1 Editorial Board and Index	I- VI
*	Index	V-VI
**	Editorial Letter: Urban, Health and Environment Editör	XII-XIII
*	ARTICLES MAKALELER	*
1	<p>Derleme Makalesi</p> <p>Anaerobik Parçalanma Prosesinin Zenginleştirilmesinde Katkı Maddesi Olarak Biyoçar Biochar as an Additive in Enrichment of the Anaerobic Digestion Process</p> <ul style="list-style-type: none"> Ceyda GÜNEÇ Cennet TEKER Zeynep KOBAC Fatih YILMAZ Nuriye PERENDECI 	001-027

2	Araştırma Makalesi İç Anadolu'da İklim Değişikliği Sürecinde Rüzgâr Erozyonu ve Rüzgâr Perdeleri Üzerine Değerlendirmeler ve Öneriler Evaluations and Suggestions on Wind Erosion and Windbreaks in the Process of Climate Change in Central Anatolia • Özlem YAVUZ	028-048
3	Araştırma Makalesi Yaya Yolu Ana Akslarının Belirlenmesinde Ulaşım Talebi Odaklı Çevresel Yaklaşım A Transportation Demand-Focused Environmental Approach On Determining The Main Axes Of Pedestrian Paths • Esmâ AKBAŞ Görkem GÜLHAN	049-067
4	Araştırma Makalesi Aktif Yeşil Alanların Niceliksel ve Niteliksel Analizi: Erzurum Adnan Menderes Mahallesi Örneği Quantitative and Qualitative Analysis of Active Green Spaces: Erzurum Adnan Menderes Neighbourhood Sample • Mustafa ÖZGERİŞ	068-084
5	Derleme Neoliberalleşme ve Küreselleşme Bağlamında Eski Sanayi Alanlarının Yenilenmesi: Londra Docklands ve Hamburg Hafencity Örnekleri Renewal of Old Industrial Areas in the Context of Neoliberalization and Globalization: Examples of London Docklands and Hamburg Hafencity • Semina AKYAPI	085-097
6	Araştırma Makalesi Türk Hukukunda Kuşların Korunmasına Dair Ulusal ve Uluslararası Mevzuatın İncelenmesi Analysis of National and International Legislation on the Protection of Birds in Turkish Law • Çağdan UYAR Osman Devrim ELVAN	098-106
***	Volume: 5, Issue: 1, 2023 Full Page	001-106

Publication and Technical Support E Mail: editor@jenas.org

Phone / Fax: +90 425 310 20 30 – WhatsApp Technical Support: +356 7706 6507

Our journal undertakes to comply with the professional principles of the press. All legal rights of the articles belong to our journal. It cannot be quoted partly or completely without the permission of our writers and without giving reference in anywhere. Publication Language: English and Turkish. Our journal accepted CCPL

ISSN: 2687-6450

Creative Commons Publication Licence:



Publication Type:

Scientific, International 3 Double Blind Peer Reviewed Indexed Journal

Publication Period:

JENAS | Journal of Environmental and Natural Studies is published triple / three times a year
(15 April, 15, September, and 15 December)



ICAM | Information, Communication, Art and Media Network Publication Group

Online Bilgi İletişim Sanat ve Medya Ağı Yayın Grubu

www.icamnetwork.net



JOURNAL of NATURAL AND ENVIRONMENTAL STUDIES FROM EDITOR



**Chief Editor;
Dr. Ahmet FİDAN**

Resilience! Dirençlilik!

Trying to control life without understanding nature eventually results in being defeated by nature. Yesterday it was fires and pandemics, today it is floods and earthquakes... However, organizing life according to its rules or principles by **FIRST UNDERSTANDING** them well is the basis of the continuity of civilization. Indeed, civilizations that did not take this into account have disappeared from history.

We know that the land we live on is only a thin, hard layer of a plasma sphere, similar in thickness to an eggshell, and that these layers have been constantly changing position with plate movements since the formation of the Earth. We also know that when rocks fail to move completely during these shifts, energy accumulates and cracks appear, resulting in earthquakes ranging from zero to magnitude 10. Knowing this, it is not an obligation but a necessity to make the places where we live **RESISTANT** to this movement. Despite this, human beings continue to turn a blind eye to this and even see it as divine, offering their pleas to God as a result of their mistakes. Unfortunately, those who experience this tragicomic situation are not even aware of the seriousness of their situation.

When we created this journal, we saw it as an opportunity to raise awareness of nature and the environment, free from commercial or social expectations, and to continuously elevate this level of awareness with your support and strength.

Doğayı anlamadan hayatı yönetmeye çalışmak, önünde sonunda doğaya mağlup olmakla sonuçlanır. Dün yangın, salgın, bugün sel, deprem... Oysaki onun kural veya ilkelerini **ÖNCELİKLE İYİ ANLAYARAK** ona göre hayatı organize etmek uygarlığın devamlılığının temelidir. Zaten bunu dikkate almayan uygarlıklar tarih sahnesinden yok olup gitmiştir.

Üzerinde yaşadığımız toprak parçasının bir plazma küresinin yumurtaya göre kabuğu kadar ince olan sert katmanından ibaret olduğunu bilmemiz ve bu katmanların yerkürenin oluşumundan buyana sürekli olarak levha hareketleri ile yer değiştirmekte olduğunu, yer değiştirirken kayalarda hareketini tamamlayamamanın verdiği enerji birikimi ile çatlamlar ortaya çıktığını bunun da sıfırdan 10 büyüklüğüne kadar sarsıntılar meydana getirdiğini biliyoruz. Bu bilgiye sahip olmamız, içinde yaşadığımız mekanların bu harekete **DİRENÇLİ** hale getirilmesi için bir mecburiyet değil mahkumiyettir. Böyle olmasına rağmen insanoğlu bile lades demeye devam etmekte, işin ilginç yanı da bunu tanrısal olarak görmekte ve hatalarının vaveylasını tanrıya yakarış olarak sunmaktadır. Üzülerek söyleyebiliriz ki, bu trajikomik durumu yaşayanlar, durumlarının vahametinin farkında bile değiller.

İşte biz, bu dergiyi oluştururken, ticari veya sosyal beklentilerden uzak olarak, doğaya ve çevreye olan farkındalığı biraz daha hissettirmek ve bu farkındalık düzeyini sürekli olarak yüksekte tutmak için bir vesile olarak gördük ve hep birlikte sizlerin de gücü ve ilgisi ile bu günlere kadar getirdik.

Dear Readers and Authors; Değerli Okurlarımız ve Yazarlarımız;

Our journal has now completed five years, constantly improving its publication quality through a minimum of three referees and has established its academic presence. **As of this issue, our journal is now included in the academic incentive system of the Turkish Higher Education Council.** We expect to see more interest and intensity in the articles that come with your support in the future.

In this issue, we present four research and two review articles. With the pride and happiness of being a five-year-old journal **and the support of our readers, we hope to have many effective and productive academic publications in the future.**

Dergimiz artık en az üç hakemli olarak yayın kalitesini her geçen gün artırarak beş yılını doldurmuş ve akademik varlığını ispat etmiş durumdadır. **Dergimiz, bu sayı itibarıyla Türk Yüksek Öğretim Kurulu sistemine göre, akademik teşvik kapsamına girmiş bulunmaktadır.** Bundan sonraki dönemde sizlerin de desteği ile gelen makalelerde daha fazla bir ilgi ve yoğunluk beklemekteyiz.

Bu sayımızda, 4 araştırma ve 2 derleme makale ile karşınızdayız. Beş yıllık bir dergi olmanın gururu ve mutluluğu **ve sizlerin desteğiyle etkin ve verimli nice akademik yayınlarda buluşmak ümidi ile.**



ICAM | Information, Communication, Art and Media Network Publication Group

Online Bilgi İletişim Sanat ve Medya Ağı Yayın Grubu

www.icamnetwork.net

Research Article

Submission Date

18 / 10 / 2022

Admission Date

14 / 04 / 2023



How to Cite:

Anaerobik Parçalanma Prosesinin Zenginleştirilmesinde Katkı Maddesi Olarak Biyoçar

Biochar as an Additive in Enrichment of the Anaerobic Digestion Process

Ceyda Güneç¹Cennet Teker²Zeynep Kobak³Fatih Yılmaz⁴N. Altınay Perendeci⁵Güneç , C., Teker, C., Kobak, Z., Yılmaz, F., Perendeci, N.A.. (2023). Biochar as an Additive in Enrichment of the Anaerobic Digestion Process. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 5 (1), 1-27.DOI: <https://doi.org/10.53472/jenas.1190980>**ABSTRACT:**

The diversification of energy sources to meet the world's energy needs has become a necessity. Biomass is one of the prominent options among these alternative energy sources. In order for biomass to be used as an energy source, it must be converted into a suitable material form. The pyrolysis method enables biomass conversion into value-added solid, liquid, and gaseous products. This study discusses the properties, usage areas and mechanisms of action of biochar, a solid product produced by pyrolysis technology, on the anaerobic decomposition process. It has been determined that biochars have many positive effects, such as the disposal of agricultural wastes, reduction of greenhouse gas emissions, water conservation, and improvement of soil quality. In addition, the use of biochar is one of the prominent applications in improving anaerobic degradation process conditions and efficiency. As a result of the study, it was determined that biochars' adsorption and immobilization properties improve the efficiency of the anaerobic decomposition process, prevent inhibition, increase system stability, and contribute to the C/N ratio of the system and increase biogas production. Furthermore, it has been seen that the effect of the specific properties of the used biochar on the process efficiency is essential, and optimizing the pyrolysis conditions is important.

KEYWORDS: *Adsorption, Anaerobic digestion, Biochar, Methane production, Interspecies electron transfer***Öz:**

Dünyanın enerji gereksinimini karşılayacak enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi bir ihtiyaç haline gelmiştir. Biyokütle bu alternatif enerji kaynakları arasında öne çıkan seçeneklerden biridir. Biyokütlenin enerji kaynağı olarak kullanılabilmesi için uygun madde formuna dönüştürülmesi gerekmektedir. Piroлиз yöntemi, biyokütlenin katı, sıvı ve gaz ürünlere dönüştürülmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada piroliz teknolojisi ile üretilen katı ürün olan biyoçarın özellikleri, kullanım alanları ve anaerobik parçalanma süreci üzerindeki etki mekanizmaları ele alınmıştır. Biyoçarların, tarımsal atıkların bertarafı, sera gazı emisyonlarının azaltılması, suların korunumu ve toprak kalitesinin iyileştirilmesi gibi pek çok olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca biyoçar kullanımı anaerobik parçalanma süreci koşullarının ve verimliliğinin iyileştirilmesinde öne çıkan uygulamalardan biridir. Yapılan

¹ Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 07070, Antalya, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4408-4317>

² Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 07070, Antalya, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0211-7969>

³ Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 07070, Antalya, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1371-6350>

⁴ **Corresponding Author Yetkili Yazar:** Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 07070, Antalya, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7660-2671>

⁵ Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 07070, Antalya, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6751-5151>



çalışma sonucunda biyoçarların adsorpsiyon ve immobilizasyon özelliklerinin anaerobik parçalanma prosesinin verimini iyileştirdiği, inhibisyonu engellediği, sistem kararlılığını arttırdığı, sistemin C/N oranının sağlanmasına katkı sağladığı ve biyogaz üretimini arttırdığı uygulamalar olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan biyoçarın spesifik özelliklerinin proses verimi üzerindeki etkisinin önemli olduğu ve piroliz koşullarının optimizasyonunun önemli olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Adsorbsiyon, Anaerobik parçalanma, Biyoçar, Metan üretimi, Türler arası elektron transferi

GİRİŞ:

Biyokütleden biyoçar üretimi, verimli ve çevre dostu bir biyokütle işleme ve geri kazanım yöntemidir. Hayvan gübreleri, tarım kaynaklı hasat atıkları, orman kalıntıları, endüstriyel biyo-atıklar, deniz ve su organizmaları gibi organik atıklar ve materyaller biyoçar üretimi için kullanılan ana hammaddelerdir (W. Yang et al., 2020). Biyoçar, yüksek spesifik yüzey alanı, karbonize olmayan bileşen içeriği, gözenekli yapısı ve yüzey fonksiyonel gruplarının yüksek değişkenliği gibi özellikleriyle aktif karbonun kullanım alanlarında potansiyeli olan umut verici bir alternatiftir (Rajec et al., 2016). Farklı biyokütleden hazırlanan biyoçarların fizikokimyasal özellikleri, elementel bileşimleri, mineral element içerikleri, spesifik yüzey alanları (SSA), gözeneklilikleri, kül içerikleri, karboksilik ester, aromatik ve alifatik zincir yapıları değişiklikler göstermektedir (Tripathi, Sahu, & Ganesan, 2016). Biyokütle kaynağı ve piroliz proses koşulları, üretilen biyoçarın yapısal özelliklerinde önemli bir rol oynamaktadır. Piroliz proses koşulları arasında sıcaklık, biyoçarın yapı özelliklerinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, maksimum verim elde etmek için piroliz prosesinde sıcaklığı ve diğer proses koşullarını optimize etmek önemlidir (Ling, Liu, Zhang, & Jiang, 2017; Son, Poo, Chang, & Chae, 2018).

Biyoçar kullanım alanları; biyoçarın pH'ı, kation değişim kapasitesi, yüzey alanı, gözenek hacmi vb. gibi fizikokimyasal özelliklerine büyük ölçüde bağlıdır (Laird, Brown, Amonette, & Lehmann, 2009). Çevre kirliliğindeki artış, yüksek yüzey alanı, yüksek gözeneklilik, düşük kül içeriği ve yüksek miktarda yüzey aktivitesi gibi özellikler, biyoçarı kirleticilerin giderilmesinde etkili bir araç haline getirmektedir (Balajii & Niju, 2019; Gopinath et al., 2021; Kosheleva, Mitropoulos, & Kyzas, 2019). Biyoçarın aktivasyonu, yüzey alanı ve gözeneklilik yapısı gibi yüzey özellikleri iyileştirebilmektedir. Biyoçarın, anaerobik parçalanma prosesinde doğrudan türler arası elektron transferini (DIET) destekleyen, biyogaz üretimini ve metan üretimini iyileştiren, tamponlama kapasitesini artıran, amonyak asit inhibisyonunu hafifleten, mikrobiyal zenginleştirme ve kolonizasyonu iyileştiren bir katkı maddesi olarak başarı ile kullanıldığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Cai, He, Wang, Shao, & Lü, 2016; Masebinu, Akinlabi, Muzenda, & Aboyade, 2019).

Bu derleme makalede, biyoçar üretiminde kullanılan hammaddeler, biyoçarın özellikleri, biyoçar üretim yöntemleri, biyoçar aktivasyon yöntemleri, biyoçarın kullanım alanları, biyoçarın arıtma proseslerindeki etki mekanizmaları ve özellikle enerji üretimi sağlayan anaerobik parçalanma prosesindeki katkıları ile rolü konusunda literatürde bulunan güncel bilgiler paylaşılmıştır.

1. BİYOÇAR

Biyoçar, organik maddelerin anoksik veya sınırlı oksijen kaynağı koşulları altında ve nispeten düşük sıcaklıklarda (<700°C) termal bozunmasıyla üretilen karbon bakımından zengin biyokütle ürünü olarak tanımlanmaktadır (Johanne Lehmann & Joseph, 2015).

1.1. Biyoçar Hammaddeleri

Hammadde türü biyoçarın özelliklerini belirleyen temel faktördür ve bu hammaddeler genellikle;

- Odunsu atıklar, bahçe atıkları ve tarımsal hasat atıkları dahil olmak üzere bitki bazlı biyokütle kaynakları ve,
- Hayvan gübreleri ve atık aktif çamur dahil olmak üzere bitki bazlı olmayan biyokütle kaynakları olarak sınıflandırılabilir.

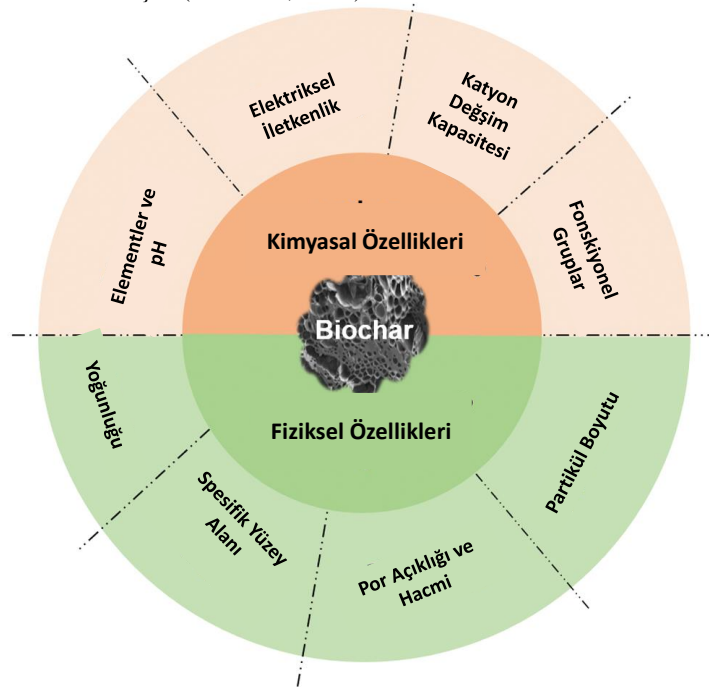
Biyoçar üretiminde kullanılan biyokütle kaynaklarının odunsu biyokütle, bitkisel biyokütle, insan ve hayvan atıkları ve arıtma çamurları olmak üzere dört sınıfta incelenmesi mümkündür (Çizelge 1) (Xie et al., 2022). Karbon bakımından zengin biyokütle kaynakları, özellikle bitki bazlı lignoselülozik maddeler daha yüksek biyoçar üretim verimine sahiptir (Yaashikaa, Senthil Kumar, Varjani, & Saravanan, 2019). Biyoçarın özellikleri açısından bitki ve hayvan bazlı hammaddeler karşılaştırıldığında; hayvan gübrelerinden elde edilen biyoçarın çok daha yüksek kül içeriği ile yüksek pH değerlerine ve daha düşük karbon içeriğine sahip olduğu gözlemlenmiştir (Ahmed & Hameed, 2020). Buna karşılık, yüksek organik içeriği nedeniyle bitki bazlı hammaddeler ile üretilen biyoçarın daha gözenekli bir yapıya sahip olduğu ve bu özelliğin de adsorpsiyon ve hareketsizleştirme kabiliyetini iyileştirdiği tespit edilmiştir (Hopkins & Hawboldt, 2020). Farklı biyokütle türlerinden hazırlanan biyoçar, mineral elementleri, elementel bileşimi, gözenekliliği, spesifik yüzey alanı, karboksilat, kül, aromatik zincir yapıları açısından farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir (Kambo & Dutta, 2015; J. Zhang et al., 2015).

Çizelge 1. Biyoçar üretiminde kullanılan biyokütle kaynakları (Xie et al., 2022).

Grup	Genel Hammadde
Odunsu biyokütle	Kök odun yongaları, talaş, kerestecilik kalıntıları, orman atıkları, dallar
Bitkisel biyokütle	Dallı darı, saman, koçan, saplar, otlar, bambo, palmiye yağı atıkları
İnsan ve hayvan atıkları	Kümes hayvanlarının atıkları, büyük baş hayvan atıkları, tavukçuluk atıkları, meyve ve sebze atıkları, kağıt endüstrisi atıkları
Aritma çamurları	Aritma çamurları, anaerobik çamurlar vb.

1.2. Biyoçarın Özellikleri

Yoğunluk, gözenek boyutu ve gözenek hacim dağılımı, spesifik yüzey alanı, pH, element bileşimi, yüzey fonksiyonel grupları, elektriksel iletkenlik ve katyon değişimi kapasitesi (CEC) gibi biyoçar'ın işlevselliği ve uygulamaları ile ilişkili olan fiziksel ve kimyasal özellikler Şekil 1'de sunulmuştur (Tang, Wang, Liu, Zhang, & Si, 2020). Biyoçarın genel özellikleri ise Çizelge 2'de özetlenmiştir (Xie et al., 2022).



Şekil 1. Biyoçar'ın fiziksel ve kimyasal özellikleri (Tang et al., 2020)

1.2.1. Spesifik Yüzey Alanı (SSA)

Biyoçar, geniş bir spesifik yüzey alanına ve yüksek katyon değişim kapasitesine sahiptir (Shareef & Zhao, 2017). Biyoçarın spesifik yüzey alanı genellikle 1.5–500 m²/g aralığındadır ve belirli bir aralıkta piroliz sıcaklığı arttıkça spesifik yüzey alanı artmaktadır (Al-Wabel, Al-Omran, El-Naggar, Nadeem, & Usman, 2013; Sobik-Szołtysek, Wystalska, Malińska, & Meers, 2021; Tomczyk, Sokołowska, & Boguta, 2020).

1.2.2. Gözenek Boyutu ve Gözenek Hacim Dağılımı

Biyoçar geniş bir yüzey alanına sahip olmasına rağmen, adsorbe etme yeteneği gözeneklerin boyutu ile sınırlıdır. Biyoçar gözenekleri çeşitli büyüklüktedir ve genel olarak mikro (0,0001–0,05 µm), orta (0,002–0,05 µm) ve büyük (0,05–1000 µm) gözenek olmak üzere üç grupta sınıflandırılmaktadır. Biyoçar gözenekleri, genel olarak mikro gözeneklerden oluşmaktadır ve artan proses sıcaklığı ile birlikte toplam gözenek hacmi artmaktadır. Partikül boyutu reaksiyon sıcaklığı ile ters orantılıdır (Weber & Quicker, 2018). Yani, yüksek proses sıcaklıkları daha küçük biyokütle parçacıkları üretirken, uzun proses süreleri ve düşük ısıtma hızları daha büyük biyoçar parçacıkları üretmektedir (Zhou et al., 2021).

1.2.3. Stabilite

Biyöçar yüksek stabilitesi ile karakterizedir. Biyöçarın stabilitesi, kullanılan hammadde türünden, piroliz yönteminden ve pH koşullarından büyük ölçüde etkilenmektedir. Piroliz sıcaklığının artırılması, yüksek stabiliteye sahip biyöçar üretilmesini sağlamaktadır. 600°C'de üretilen biyöçarın 250°C, 350°C ve 450°C sıcaklıklarda üretilenlere oranla daha kararlı olduğu bulunmuştur (Yan Yang et al., 2018).

1.2.4. Element Bileşimi

Biyöçar genellikle C, H, O, N, S, P, K, Ca, Mg, Na ve Si gibi elementleri içermektedir. C içeriği en yüksektir (genellikle %60'ın üzerinde) ve ardından H ile O gelmektedir (J. H. Yuan, Xu, & Zhang, 2011). Azot esas olarak biyöçarın yüzeyinde bulunmaktadır ve biyöçarda mevcut N içeriği çok düşüktür (Johannes Lehmann, Gaunt, & Rondon, 2006). Biyöçardaki P içeriği de nispeten düşüktür. P mevcudiyeti büyük ölçüde değişmektedir ve karbonizasyon sıcaklığı ile negatif ilişkilidir (Chan, Van Zwieten, Meszaros, Downie, & Joseph, 2007). Genel olarak, biyöçarın elementel bileşimi ve aktivitesi, hammaddeler, karbonizasyon prosesi koşulları ve pH ile ilgilidir (Chan et al., 2007).

1.2.5. Yüzey Fonksiyonel Grupları

Biyöçar, karboksil, karbonil ve hidroksil grupları gibi çok sayıda fonksiyonel grup içermektedir. Bu fonksiyonel grupların çoğu oksijen içermektedir veya alkalidir. Bu gruplar biyöçara yüksek adsorpsiyon kabiliyeti, hidrofilik veya hidrofobiklik, tamponlama ve iyon değiştirme kapasitesi sağlamaktadır. Biyöçarın yüzeyindeki fonksiyonel grupların sayısı karbonizasyon sıcaklığı ile yakından ilişkilidir (Antón-Herrero et al., 2018).

1.2.6. pH

Biyöçar genellikle alkalidir. Bu durum esas olarak karbonatlar ve fosfatlar gibi inorganik mineraller ve piroliz ile karbonizasyon sırasında oluşan kül ile ilgilidir (J. H. Yuan et al., 2011). Ayrıca hammadde ve piroliz sıcaklığı gibi faktörlerden de etkilenmektedir (Lenmann, 2007). Sıcaklık, biyöçar pH'ını etkileyen en kritik değişkenlerden biridir. Piroliz, biyöçarın bazı asidik fonksiyonel gruplarının karbonizasyon sürecinde erken ayrılmasına sebep olmakta ve sonuçta biyöçarın pH'ında bir artış neden olmaktadır (Li et al., 2018).

1.2.7. Katyon Değişim Kapasitesi

Biyöçarın katyon değişim kapasitesi (CEC), biyokütle tipi ve piroliz sıcaklığı ile ilgilidir (Suliman et al., 2016). Karbonizasyon işleminde, selülozun eksik ayrışması nedeniyle hidroksil, karboksil ve karbonil gibi bazı oksijen içeren fonksiyonel gruplar korunmakta ve biyöçarın katyon değişim kapasitesi artmaktadır (Lee et al., 2010). Ayrıca, biyöçar bekledikçe, yüzeydeki bazı fonksiyonel gruplar, oksidasyon reaksiyonları yoluyla daha fazla oksijen içeren fonksiyonel gruplar üretebilmekte, bu da biyöçarın O/C oranını ve katyon değişim kapasitesini artırabilmektedir (Atkinson, Fitzgerald, & Hipps, 2010; Clough & Condon, 2010).

1.2.8. Su Tutma Kapasitesi

Genel olarak proses sıcaklığı arttıkça, biyöçarın aromatisasyon derecesi ve hidrofobikliği artmakta, O ve N içeren fonksiyonel grupların sayısı azalmakta ve biyöçarın su tutma kapasitesi de azalmaktadır (Kinney et al., 2012; Moreno-Castilla, 2004; Shinogi & Kanri, 2003). Çalışmalar, 300°C'de samandan hazırlanan biyöçarın 13×10^{-4} ml.m⁻² su tutma kapasitesine sahip olduğunu, ancak karbonizasyon sıcaklığı 700°C'ye yükseltildiğinde su tutma kapasitesinin $4,1 \times 10^{-4}$ ml.m⁻²'e düştüğünü göstermiştir (Spokas, 2010).

Çizelge 2. Biyoçarın genel özellikleri (Xie et al., 2022).

Özellik	Tanımlama	Özellik
Kütle Verimi	Piroliz ürünün kütlelerinin ham biyokütle kütleyle oranı	Biyoçar üretim verimini göstermektedir
Yoğunluk	Maddenin kütlelerinin hacmine bölümü ifade etmektedir	Düşük yoğunluk ve yüksek porozite birim hacminde düşük ağırlığı göstermektedir. Bulk yoğunluğu biyoçarın taşınması ve transportunda önemlidir.
Spesifik Yüzey Alanı (SSA)	Bir birim kütle için toplam yüzey alanını ifade etmektedir.	Yüksek SSA, biyoçarın yüksek adsorbsiyon kapasitesini ve su tutma kapasitesini ifade etmektedir.
Porozite	Boşluk ya da por boşluklarının hacminin toplam hacme oranını ifade etmektedir.	Porozite ve SSA, biyoçarın adsorbent ve toprak şartlandırıcı olarak kullanılabilirliği ile belirli koşullar altında reaktivitesini göstermektedir.
Por Hacmi ve Por Büyüklüğü Dağılımı	Biyoçarda toplam por ve açıklık hacmidir. Por büyüklüğü dağılımı her bir por boyutunun relatif dağılımını vermektedir.	Por hacmi ve büyüklüğü dağılımı önemli oranda hidrofobisite, su tutma kapasitesi ve bileşiklere olan afiniteyi etkilemektedir.
Elektriksel İletkenlik	Elektrik akımını yaratacak ne kadar miktarda voltajın gerekli olduğunu ifade etmektedir.	Materyalin elektrik akımını ne kadar ilettiğini göstermektedir.
Elementel Kompozisyon	C, H, N ve S gibi element içeriği ile H/C mol oranı ve O/C mol oranını ifade etmektedir.	Karbonizasyon derecesini, stabilitesini, amorf karbon yapısını göstermektedir. Düşük O/C ve H/C mol oranı biyoçarın yüksek stabilitesini ifade etmektedir.
pH Değeri	$pH = -\log [H]^+$	Biyoçarın alkalitesi hakkında bilgi vermektedir.
Yüzey Fonksiyonel Grupları	Biyoçar yüzeyindeki aromatik ve heterosiklik yapıları göstermektedir.	Sulu çözeltide biyoçarın kirleticileri adsorbe etme kapasitesini, anaerobik parçalanma prosesi ve katalizör olarak performansını ifade etmektedir.
Isıtma Değeri/Enerji İçeriği	Bir birim kütle ya da bir birim hacimden üretilen ısı miktarıdır.	Tam yanmada ne kadar yüksek seviyede termal enerji üretilebileceğini ifade etmektedir.
Sabit Karbon İçeriği	Biyoçar numunesinden, nem, uçucu madde ve külü çıkardıktan sonra elde edilen değeri ifade etmektedir. $\%FC = (100 - (UM + Kül))$	Karbonizasyon derecesini ifade etmektedir. Aynı zamanda numunenin karbon miktarını da göstermektedir.
Uçucu Madde (Organik) İçeriği (UM)	Belirli koşullar altında ısıtıldığında biyoçardan ne kadar UM (örneğin gazlar) çıkarılabileceğini ifade etmektedir.	UM, biyoçarın kararsız fraksiyonunu yansıtmaktadır.
Kül İçeriği ve Kompozisyonu	Biyoçarın yanmayan inorganik veya mineral içeriğini ifade etmektedir.	Kül içeriği, biyoçarın kireçleme etkisi ile ilişkili olan alkali kimyasal bileşenlerini göstermektedir. Biyoçar içerisindeki K ve Ca gibi belirli inorganik elementler, toprağın gübrelenmesi ve toprak kalitesinin iyileştirilmesi gibi potansiyel agronomik ve çevresel faydaları açısından önemlidir.
Katyon Değiştirme Kapasitesi (CEC)	Biyoçarın ne kadar değiştirilebilir katyonu tutabileceğini ifade etmektedir.	Toprak verimliliğinde biyoçarın etkisinin göstergesidir.
Anyon Değiştirme Kapasitesi (AEC)	Biyoçarın ne kadar anyonu adsorbe edebileceğini göstermektedir.	Toprakta anyonik besinlerin sızmasını azaltmak için biyoçarın etkisini göstermektedir.
Hidrofobisite ve Su Tutma Kapasitesi	Biyoçarın, suya afinitesini ve ne kadar suyu tutma kapasitesi olduğunu ifade etmektedir.	Biyoçarın, toprakta ne kadar suyu tutma yeteneği olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca, suyun hareketini ve bitkilerin su stresini azaltmaktadır.
Stabilite	Abiyotik ve biyotik degradasyondan sonra kalan karbonu ifade etmektedir.	Biyoçarın farklı koşullar altında ve zaman skalasında bazı uygulamalara karşı (karbon tutma) dirençliğini göstermektedir.
Yüzey Fonksiyonel Grupları	Biyoçar yüzeyinde bulunan ve sorblama (emilim) özelliğini artıran karboksilik (-COOH), hidroksil (-OH), amine, amid ve laktonik gibi fonksiyonel grupları ifade etmektedir.	Biyoçarın, organik madde, ağır metal gibi kirleticileri absorplama kapasitesini ve katalitik performansını göstermektedir.

1.3. Biyoçar Üretim Yöntemleri

Biyoçar; piroliz, gazlaştırma ve hidrotermal karbonizasyon olmak üzere çeşitli termokimyasal proseslerle üretilmektedir (Manyà, 2012). Çizelge 3’de biyoçar üretme tekniklerinin genel koşulları verilmiştir (Kambo & Dutta, 2015; Khalid et al., 2021). Piroliz, biyoçar üretimi için en yaygın kullanılan yöntemdir. Piroliz, ısıtma hızına ve biyokütle kalma süresine bağlı olarak yavaş ve hızlı piroliz olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır (Ok, Tsang, Bolan, & Novak, 2018; Qian, Kumar, Zhang, Bellmer, & Huhnke, 2015). Piroliz ürününün bağlı verimi, reaksiyon süresi, reaksiyon sıcaklığı, ısıtma hızı vb. gibi proses parametrelerine bağlıdır. Yavaş piroliz işleminin özelliği, düşük sıcaklık (tipik olarak yaklaşık 300 C), uzun kalma süresi (yaklaşık 10-30 dakika veya 25-35 saat) ve düşük ısıtma hızıdır (0,1-0,8°C/sn). Hızlı piroliz de öncelikle biyo-yağ üretmekte ve proses yüksek ısıtma hızı ve daha düşük kalma süresi altında gerçekleştirilmektedir. Yavaş piroliz, hızlı pirolize göre daha yüksek biyoçar verimi sağlamaktadır (Jahirul, Rasul, Chowdhury, & Ashwath, 2012).

Çizelge 3. Biyoçar üretme tekniklerinin standart koşulları (Kambo & Dutta, 2015; Khalid et al., 2021).

Üretim Tekniği	Sıcaklık (°C)	Alıkonma Süresi	Isıtma Hızı (°C/dk.)	Tipik Ürün Verimi (%)		
				Katı	Sıvı	Gaz
Yavaş Piroliz	300-650	5 dk. – 12 saat	10-30	25-35	20-30	25-35
Gazlaştırma	600-900	10-20 sn	50-100	<10	<5	>85
Hidrotermal Karbonizasyon	180-260	5 dk. – 12 saat	5-10	45-70	5-25	2-5

1.4. Biyoçar Aktivasyon Metotları

Aktivasyon, biyoçarın fiziksel özelliklerini ve absorpsiyon kapasitesini arttırmaya yönelik bir tekniktir (Marsh & Rodríguez-Reinoso, 2006). Spesifik yüzey alanı ve gözenek yoğunluğunu artırma işlemine aktivasyon denilmektedir. Genel olarak, fiziksel ve kimyasal olmak üzere iki tür aktivasyon tekniği vardır (Sakhiya, Anand, & Kaushal, 2020). Fiziksel aktivasyonda biyoçar, 700°C'nin üzerinde gaz ajanları (CO₂, buhar veya karışım) akışına maruz bırakıldığında biyoçarın gözenekliliği ve yüzey alanı artmaktadır. Bu işlem sırasında yüksek reaktiviteye sahip karbon atomları (Cha et al., 2016; W. J. Liu, Jiang, & Yu, 2015). Kimyasal aktivasyon, karbonizasyon aktivatörlerin (alkali, metal-NaOH, KOH, asit-H₃PO₄) biyoçara eklenmesini içermektedir. Aktivasyon ajanları, adsorbanlar üzerinde etki eden ve böylece adsorpsiyon derecesini artıran maddelerdir. Bu nedenle adsorpsiyon derecesi, hem adsorbana hem de adsorbata bağlıdır. Adsorbanın, adsorbatlara uygun şekilde bağlanmasından sorumlu olan faktörler yüzey alanı, gözenek boyutu ve hacmi, pH ve çıkıntılı/bağlı kimyasal gruplar iken, adsorbat için dikkate alınması gereken faktörler; verilen yüzey alanına sığacak boyut, çözünürlüğünün doğası ve kimyasal grupların bağlanmasıdır (C. Zhao et al., 2018).

1.5. Biyoçarın Kullanım Alanları

Biyoçar, anaerobik parçalanma prosesi de dahil olmak üzere toprak iyileştiricisi ve organik gübre olarak, adsorban, katalizör, yakıt hücresi, aktif karbon, depolama materyali gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Glaser, Wiedner, Seelig, Schmidt, & Gerber, 2015). Biyoçarın kullanım alanlarının amaçları, avantaj ve dezavantajları Çizelge 4’de ve farklı uygulama alanına göre biyoçarın anahtar özellikleri Çizelge 5’de sunulmuştur.

Çizelge 4. Biyoçarın kullanım alanlarının amaçları, avantaj ve dezavantajları (Khalid et al., 2021).

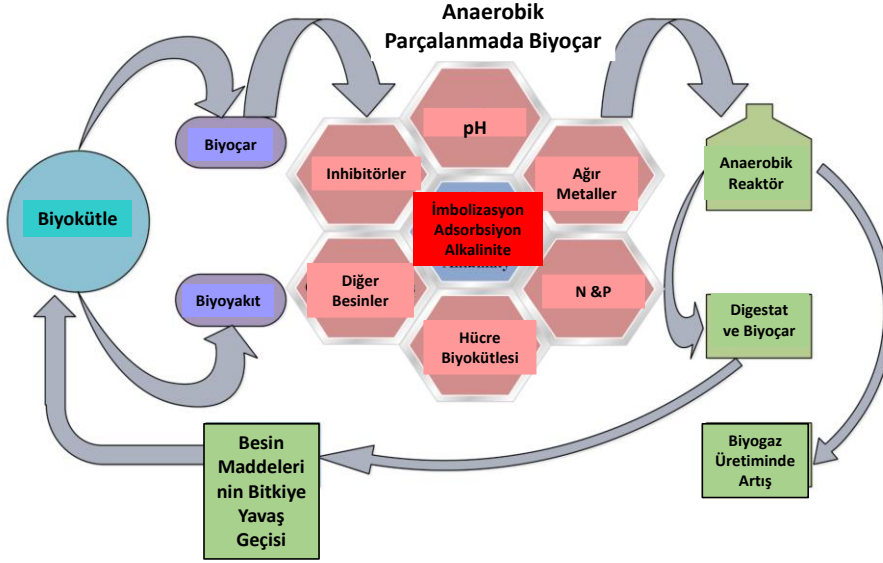
Kullanım Alanı	Kullanım Amacı	Avantajlar	Dezavantajlar
Katalizör	Sentez gazı ve biyodize verimi için temizleme	Güçlendirilmiş metal, ko-katalizör olarak geri kullanım kolaydır. Ayrıca, işlemden maliyet sağlar	Pazarlanabilir katalizör için düşük direce sahiptir ve göreceli düşük faydalıdır.
Toprak Şartlandırıcı	Toprak kalitesini iyileştirme ve karbon tutma	Düşük maliyet, uygulanabilir kaynak, su tutma kapasitesi, gübredeki besin tüketiminde azalma, sera gazı salımında azalma, besin kaybının engellenmesi	Muhtemel ağır metal kirleticiler
Adsorban	Suda ve topraktaki organik kirleticilerin ve ağır metallerin adsorbsiyonu	Düşük maliyet, yaygın ve sürdürülebilir kaynak, oksijenlenmiş gruplar vasıtasıyla biyoçar yüzeyinden adsorbsiyon	Organik ve inorganik kirleticilerin remediasyonundaki yeterliliği halen belirsiz
Yakıt Hücresi	Yakıt hücresi için yakıt	Yenilenebilir enerji kaynağı	Yüksek kül içeriği, düşük enerji içeriği ve voltaj verimi
Depolama Materyali	CO ₂ tutma ve H ₂ depolama	Düşük maliyetli, bol ve ekonomik kaynak ve yüksek geri dönüşüm	Yüzey temizliğine ihtiyaç duyulması
Aktif karbon	Aktif karbon üretiminde öncü	Düşük maliyetli, bol ve sürdürülebilir kaynak	Belirli öncül özelliklerde değişim, granüler veya yuvarlak aktif karbon veriminde değil
Anaerobik Parçalanma ve Kompostlama için Katkı Maddesi	Karbon mineralizasyonunu iyileştirme ve bakteriyel topluluğu değiştirmek	Yüksek partükül yüzey alanı ve geçirgenliğe sahiptir, sera gazları emisyonunu azaltmak için çok sayıda operasyonel grup içerir, yüksek azot alıkonması, ağır metallerde stabilizasyon	Organik kirleticiler ve ağır metaller toprağa zarar verebilir
Elektrokimyasal enerji depolama	Etkili elektrot materyali olarak kullanılabilir	Düşük maliyetli, yenilenebilir materyal, yüksek yüzey alanı, zengin geçirgenlik, biyokütlenin yeniden yapılandırılabilirliği	Muhtemel düşük performans

Çizelge 5. Farklı uygulama alanına göre biyoçar'ın anahtar özellikleri (Xie et al., 2022).

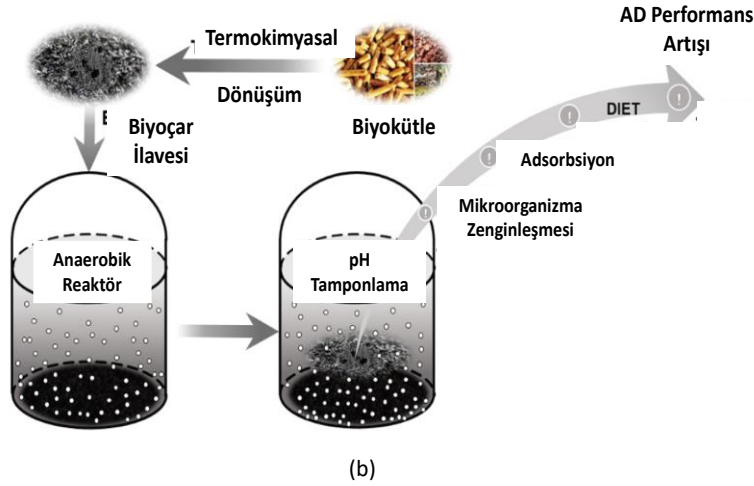
Uygulama	Amaç	Biyoçar'ın Anahtar Özellikleri	Gereksinimler
Atıksu Arıtma	Ağır Metal Giderimi	pH, Yüzey fonksiyonel grupları, Spesifik yüzey alanı	Asidik koşullarda yüksek spesifik yüzey alanı, yüksek pH ve oksijen içeren fonksiyonel gruplar
	Nutrient Giderimi	Yüzey fonksiyonel grupları, Spesifik yüzey alanı	Yüzeyde yüksek oksijen, asidik, phenolik ve karboksilik gruplar
	Organik Kirlenmelerin Giderimi	pH, Yüzey fonksiyonel grupları, Spesifik yüzey alanı, Hidrofobik yapı, H/C molar oran	Düşük pH, yüksek spesifik yüzey alanı ve yüzeyde istenilen spesifik fonksiyonel gruplar
Toprak Uygulaması	Gübre veya Nutrient Kullanım Verimliliğinde Artış	pH, , Spesifik yüzey alanı ve Katyon değişim kapasitesi ile porozite	Yüksek pH ve katyon değişim kapasitesi Geniş spesifik yüzey alanı ve porozite
	Toprakta Karbon Tutma	Verim ve karbon içeriği	Biyoçar ve karbon içeriğinde yüksek verim
	Toprak Şartlandırıcı	Biyoçar stabilitesi, yüksek spesifik yüzey alanı, porozite ve nutrient içeriği	Geniş spesifik yüzey alanı ve porozite ve nutrient elementlerinde yüksek içerik
Biyogaz Üretimi	Tampon olarak Biyoçar	pH, Biyoçarda Potasyum ve İz Elementler	Yüksek pH Yüksek konsantrasyonda potasyum
	Biyogaz Üretimini Artırmak için Sintrofik İşbirliği	Spesifik yüzey alanı	Geniş spesifik yüzey alanı
	NH ₃ ve NH ₄ ⁺ adsorbsiyonu	Spesifik yüzey alanı, por hacmi ve yüzeyi, fonksiyonel gruplar	Geniş spesifik yüzey alanı ve asidik fonksiyonel gruplar
	Mikroorganizmalar için Koruyucu Habitat	Por hacmi	Bakteri ile karşılaştırıldığında makro porlar büyüklüğü
Gaz Temizleme	NO _x Giderimi H ₂ S Giderimi	Spesifik yüzey alanı, por hacmi ve boyutu	Geniş spesifik yüzey alanı, Çok sayıda mikroporlar
Katalizör	Farklı Kimyasal Prosesler için Katalizör	Spesifik yüzey alanı, Porozite, Yüzey fonksiyonel grup içeriği ve katalitik inorganik elementlerin formu	Geniş spesifik yüzey alanı, Çok sayıda mikroporlar, Yüzey fonksiyonel grupları, Yüksek içerikli veya katalitik etkili inorganik elementler (ör: Alkali metaller)
Metal Üretimi	İndirgeyici olarak Biyoçar	Uçucu Madde Sabit karbon içeriği Spesifik yüzey alanı ve por hacmi Mekanik özellikleri Kül içeriği Reaktivite	Düşük uçucu madde içeriği Yüksek sabit karbon içeriği Düşük spesifik yüzey alanı ve por hacmi Yüksek mekanik dayanıma sahip biyoçar İndirgeyici olarak kullanım için yoğunluk Düşük kül içeriği ve bazı inorganik elementler (alkali metaller ve P) Metal üretim proses koşullarında gazlara, metal cevherlerine ve cürufa doğru düşük reaktivite
Elektrokimyasal Uygulamalar	Yakıt Olarak	Yüksek ısıtma değeri	Yüksek enerji yoğunluğu ile yüksek ısıtma değeri
	Elektrokatalist olarak	Spesifik yüzey alanı ve por hacmi	Yüksek spesifik yüzey alanı ve por hacmi Yüksek spesifik yüzey alanı ve yüksek karbon ve düşük kül içeriği
	Mikrobiyal Yakıt Hücresinde Elektrot olarak	Spesifik yüzey alanı ve karbon ve kül içeriği	
	Süper kapasitörlerde elektrot olarak	Spesifik yüzey alanı, por dağılımı, elektriksel iletkenlik, İslanabilirlik	Yüksek spesifik yüzey alanı, düşük ıslanabilirlik, yüksek elektriksel iletkenlik Yüksek spesifik yüzey alanı ve N içeriği
	Pillerde elektrot olarak	Spesifik yüzey alanı, por dağılımı ve N içeriği	

2. ANAEROBİK PARÇALANMA PROSESİNDE BİYOÇARIN ETKİ MEKANİZMASI

Anaerobik proseslere biyoçar ilave edilmesinin; inhibitörlerin sorpsiyonu, mikrobiyal hücrelerin immobilizasyon yeteneğinin ve sayısının artırılması ve prosesin tamponlama kapasitesinin artırılmasına pozitif etkileri bulunmaktadır. Biyoçarın anaerobik parçalanmada, besin maddelerinin korunması, karbon/azot oranının iyileştirilmesi ve digestat karışımının uygulanması sonrasında besinlerin filtrasyonunu azaltması gibi önemli katkıları da bulunmaktadır. Şekil 2’de biyoçarın anaerobik parçalanma ve digestat kalitesinin iyileştirilmesine olan katkıları (a) ve biyoçarın, anaerobik parçalanma prosesini zenginleştirme mekanizması için konsept öneri (b) sunulmuştur.



(a)



(b)

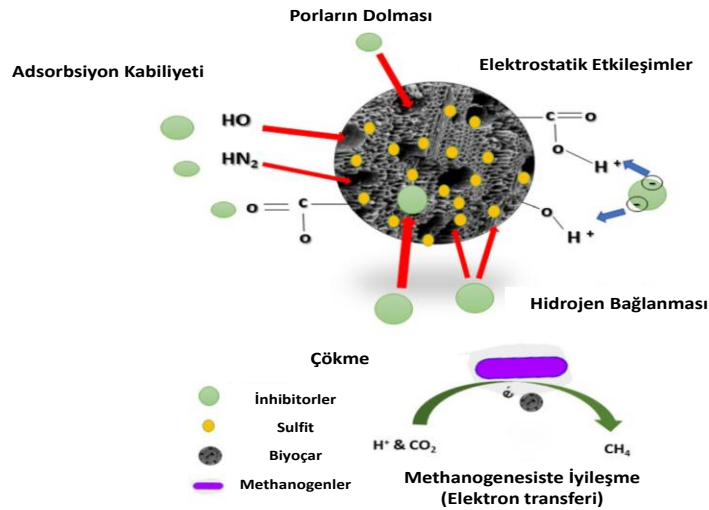
Şekil 2. Biyoçar’ın anaerobik parçalanma ve digestat kalitesinin iyileştirilmesine olan katkıları (a) (Khalid et al., 2021), Biyoçarın, anaerobik parçalanma prosesini zenginleştirme mekanizması için konsept öneri (b) (Tang et al., 2020)

2.1. Adsorpsiyon Yeteneği

Biyoçarın adsorpsiyon mekanizması; adsorbatın tuttuğu maddenin yüzeyine yerleştiği fiziksel adsorpsiyon, adsorbatın tuttuğu maddenin yüzeyinde oluşturduğu katmanlar ve adsorbatın tuttuğu maddenin gözenğinde yoğunlaştığı doldurma şeklinde gerçekleşmektedir (Fagbohunbe et al., 2017). Biyoçarın adsorpsiyon mekanizması tüm süreçte üç bölgeye sahiptir. Bunlar; adsorpsiyonun olmadığı temiz bölge, adsorpsiyonun olduğu kütle transfer bölgesi ve dengenin olduğu doymuş bölgedir. Süreçte temiz bölge ile doymuş bölge ters orantılıdır. Adsorbat konsantrasyonunun artması kütle transfer bölgesini etkilemektedir (Moreno-Castilla, 2004).

Yüksek spesifik yüzey alanı ve bol gözenekli yapısı biyoçara yüksek adsorpsiyon yeteneği kazandırmaktadır (W. Zhao, Yang, He, Zhao, & Wei, 2021). Biyoçar eldesinde kullanılan hammaddelerin ve piroliz parametrelerin değişiminin, biyoçarın yapısını, gözenek boyutlarını ve spesifik yüzey alanını önemli ölçüde etkilediği ve dolayısıyla adsorpsiyon ve immobilizasyon kapasitesini değiştirdiği görülmüştür (Cantrell, Hunt, Uchimiya, Novak, & Ro, 2012). Anaerobik sistemlerde biyoçarın adsorpsiyon yeteneği amonyak, ağır metaller ve metanojenler üzerinde inhibisyona sebep olan toksinlere karşı dirençliliğini arttırmıştır. Bu toksinler biyoçarın aromatik grupları, hidroksil bağı ve aminin toksin adsorpsiyonu sırasında kilit rol oynadığı çökeltme, iyon değişimi ve elektrostatik çekim yoluyla biyoçar yüzeyinde adsorplanabilmektedir (Amonette & Joseph, 2009).

Organik maddeler için adsorpsiyon mekanizmaları; hidrojen bağı, Vanderwaals kuvvetleri ve hidrofobik etkileşimler iken, metallerin adsorpsiyonu; elektrostatik çekim, çökeltme, iyon değişimi yollarıyla sağlanmaktadır (Amonette & Joseph, 2009). Biyoçarın güçlü immobilizasyon yeteneği mikroorganizmalara hayatta kalmaları için fayda sağlamaktadır (W. Zhao et al., 2021). Biyoçarın adsorpsiyon, çökme, bağlanma, elektrostatik çekimler, porların dolması gibi benzersiz özellikleri amonyum, sülfid gibi anaerobik parçalanma prosesine inhibisyon etkisi yapan maddelerin giderilmesinde etkili olmaktadır (Şekil 3). Tüm bu özellikler ve biyoçarın spesifik yüzey alanı, anaerobik parçalanma proseslerinde metan üretim verimine olumlu bir etki yaratmaktadır (Qin et al., 2020).



Şekil 3. Biyoçarın önemli özelliklerinin anaerobik parçalanma prosesine katkısı

2.2. Tamponlama Yeteneği

Biyoçar, yüksek miktarda asidik/alkali fonksiyonel gruplar ve metal iyonları varlığı sebebiyle anaerobik parçalanma sistemlerinde sıkça görülen asidik/alkali şoklara direnmek için yüksek bir tamponlama yeteneğine sahiptir. Bu yeteneğin ana kaynağı, piroliz işlemi sırasında pirolizden üretilen fenolik, karboksilik, amin grupları dahil olmak üzere fonksiyonel gruplardır (W. Zhao et al., 2021). Bu gruplar dışında da Na^+ , K^+ gibi alkali metallerin ve Ca^{+2} , Mg^{+2} gibi toprak alkali metal iyonlarının varlığı da tamponlama kapasitesine katkıda bulunmaktadır (W. Zhao et al., 2021). Biyoçar çoğunlukla bazik özellik sergilemesine rağmen, bazı asidik ürünlerden (talaş vb.) elde edilen biyoçarın asidik özellik gösterdiği de tespit edilmiştir (Nzediegwu, Arshad, Ulah, Naeth, & Chang, 2021). Bunun yanı sıra, piroliz sıcaklığı ile elde edilen biyoçarın pH ve alkalitesi doğrusal bir ilişki göstermiştir (Fidel, Laird, Thompson, & Lawrinenko, 2017). Yapılan birkaç çalışma, biyoçarın tamponlama yeteneğinin anaerobik sistemin pH'ını nötr bir koşulda koruduğu ve stabilitesini geliştirdiğini göstermiştir (H. Ma, Hu, Kobayashi, & Xu, 2020).

pH düşüşüne neden olan uçucu yağ asitlerinin inhibisyonunu azaltmak amacıyla biyoçar eklenerek anaerobik parçalanmada alkalinite ve tamponlama kabiliyetinin iyileştiği gözlemlenmiştir (Meng et al., 2020).

2.3. Elektron Transfer Yeteneği

Biyoçar, kinon, fenolik, piridin, fenazin gibi elektrokimyasal fonksiyonel grupların ve konjuge π -elektronun, yoğun aromatik yüzeyine dağılımı sebebiyle mükemmel elektron transfer yeteneğine sahiptir (C. Wang et al., 2018). Biyoçarın başlangıçta geleneksel olarak doğrudan türler arası elektron transferini geliştirdiği düşünülmüş (S. Chen et al., 2014) olsa da, son zamanlarda yapılan çalışmalarda

hidrokinon, kinon gibi fonksiyonel grupların elektron verici bakteriler ile elektron alıcı metanojenler arasındaki elektron transferini hızlandırdığı da görülmüştür (J. Wang, Zhao, & Zhang, 2021).

Hem biyoçarın elde edildiği hammadde türü, hem de piroliz sıcaklığı biyoçarın elektron transferi kabiliyetini önemli derecede etkilemektedir (W. Zhao et al., 2021). Genellikle piroliz sıcaklığının artmasıyla biyoçarın elektron transfer yeteneğinin artması doğrudan ilişkilidir ve bu özelliğin oluşumu iki yaklaşım ile açıklanabilmektedir; (W. Yang et al., 2020) Karbon tabakalarının gelişimi ve yüksek piroliz sıcaklığı altında, iletken grafit benzeri ağ elektron transferinde ve iletkenlikte kayda değer bir artışa yol açmaktadır (Chacón, Sánchez-Monedero, Lezama, & Cayuela, 2020). Biyoçar içeriğinde bulunan sabit karbon içeriğinin artması, elektriksel iletkenliğin de artışına yol açmaktadır (Gabhi, Kirk, & Jia, 2017). Yüksek piroliz sıcaklığında üretilen biyoçardan elektron transferinin iyileştirilmesi için yararlanılmış olsa da (He, Xiao, Tang, Chen, & Sun, 2019), oksijen içeren fonksiyonel grupların CO, CO₂ ve H₂O'ya ayrışması elektron transferini azaltmaktadır (B. Zhang, Zhou, Zhou, Wen, & Yuan, 2019). Sonuç olarak, biyoçardaki elektron transferinin hem fonksiyonel gruplardan, hem de grafitleştirilmiş yapılardan kaynaklandığı düşünüldüğünde, biyoçar eldesindeki piroliz sıcaklığının nasıl seçileceği, anaerobik parçalanma sisteminde elektron transferinin artırılmasında kritik öneme sahiptir (W. Zhao et al., 2021). Genellikle lignoselülozik saman, buğday samanı gibi saman bazlı biyoçar eldesi için yüksek piroliz sıcaklığı seçilirken, gübre peleti gibi lignoselülozik olmayan biyoçar eldesi için orta piroliz sıcaklığı, talaş kökenli biyoçar eldesi için ise düşük piroliz sıcaklıkları seçilmektedir (W. Zhao et al., 2021).

3. BİYOÇARIN ANAEROBİK PARÇALANMA PROSESİNDEKİ ETKİLERİ

Anaerobik parçalanma prosesine biyoçar ilavesinin metan üretim verimine, amonyak inhibisyonunun azaltılması ya da engellenmesine, uçucu organik asit birikiminin önlenmesine, mikrobiyal topluluğun çoğalması ve biyozenginleşmesine olanak tanınmasına ve türler arası elektron transferini sağlayarak anaerobik parçalanma prosesine pozitif yönde katkı sunmaktadır. Bununla birlikte, farklı kaynaklardan elde edilen biyoçarların anaerobik parçalanma prosesine olan negatif etkileri konusunda literatürde bulunan çalışmalar da bulunmaktadır. Çizelge 6'da anaerobik parçalanma prosesine biyoçar eklenmesi ile metan üretim potansiyelinin değişimini pozitif katkı sunan çalışmalar (Qiu, Deng, Wang, Davaritouchaee, & Yao, 2019) ve Çizelge 7'de biyoçar eklenmesinin anaerobik parçalanma prosesine negatif etkiler yarattığı çalışmalar (Khalid et al., 2021) sunulmuştur.

Çizelge 6. Anaerobik parçalanma prosesine biyoçar eklenmesi ile metan üretim potansiyelinin değişimini inceleyen örnek çalışmalar (Khalid et al., 2021; Qiu et al., 2019).

Biyoçar - Miktar	Piroliz Sıcaklığı	Substrat	Anaerobik Proses Sıcaklığı	Metan Üretim Verimliliği
Elma Ağacı Atıkları - %5	550°C	Tavuk gübresi	35°C	Biyogaz üretim verimi %45.24 arttı.
Meyve Ağacı - 10 mg/L	800°C	Glukoz	35°C	Metan üretim verimi %70.6 arttı.
Karışık Meyve Ağaçları - 1.25 gr	500°C	Yemek atıkları	20°C	Metan üretim hızı 5 kat arttı.
Odun Talaşı - %5	550°C	Tavuk gübresi	35°C	Metan üretim verimi %68.97 arttı
Odun - 1.25 gr	500°C	Yemek atığı	20°C	Metan üretim hızı 4.6 kat arttı.
Çam Ağacından Üretilen Biyoçar - 2.49 gr/gr	-	Aritma çamuru	55°C	Metanın hacimsel yüzdesi %47.80 arttı.
Ceviz Kabuğundan Üretilen Biyoçar - 0.83 gr	900°C	Yemek atığı	55°C	Metanın hacimsel yüzdesi %85.7 arttı, CO ₂ miktarı %6 azaldı.
Tavuk Gübresi %5	550°C	Tabuk gübresi	35°C	Metan üretim verimi %32.76 arttı.
Hindistan Cevizi	600 °C	İnek Gübresi	38°C	Kümülatif metan üretim verimi %11,48 arttı.
Sert Odun	55°C de Ön Çözme	İnek Gübresi	55°C	Metan üretimi kontrole göre 2 kat arttı.
Talaş	500°C	Susuzlaştırılmış aktif çamur ve yemek atığı	35°C	Metan üretimi zenginleşti, lag fazı kısaldı, biyoçar ilavesi ile yüksek organik yüklemelere ulaşıldı, tamponlama kapasitesi VFA birikiminden kaynaklı pH düşmesini engelledi.
Talaş	500°C	Yemek atıkları ve atık aktif çamur	55°C	Lag fazı kısaldı, metan üretimi arttı, bir kısıtlama olmadan yüksek organik yükleme, biyoçar ile pH değişimi yoluyla sağlanan yüksek VFA birikimine mikroorganizmaların adaptasyonu sağlandı, DIET prosesi zenginleşti.
Çam Talaşı	650 °C	Yemek atıkları	35°C	Biyoçar ilavesi metan ve hidrojen üretiminde artırdı. Hidroliz fazı kısaldı, biyoçar hidrojen üretim fazında VFA artışını ve metan üretim fazında ise VFA birikimini düzenledi.
Hindistan Cevizi Kabukları, Pirinç Kabuğu ve Odun	450°C	Limon kabukları	35°C	Lag fazı kısaldı, metan üretiminde az miktarda artış gözlemlendi, methanojenlerde artış.
Meyve Ağacı Odunu	800°C	Glukoz ve Maya Ekstraktı	35°C	Lag fazı kısaldı, metan üretimi arttı, kontrol grubuna göre Archea miktarı arttı, VFA parçalanmasında iyileşme ve biyoçar ilave edilen grupta faydalı mikroorganizmalarda iyileşme gözlemlendi.
Kurutulmuş Bira Tahıl Atıkları	300°C	Bira Tahıl Atıkları	37°C	Biyogaz üretim veriminde artış
Kanola Atığı,	400-900°C	Saf glukoz ve byoyağın su fazı	37°C	Biyometan üretiminde artış, lag fazında kısıtlama,

Çizelge 7. Biyoçar eklenmesinin anaerobik parçalanma prosesine negatif etkiler yarattığı çalışmalar (Khalid et al., 2021)

Piroliz Hammaddesi	Piroliz Sıcaklığı	Doz	Atık	Anaerobik Parçalanma Sıcaklığı	İnhibisyon Etkisi
Pirinç Kabuğu	600°C	%4	Büyükbaş hayvan atığı	38°C	Kümülatif metan üretimi azaldı ve fermantasyon döngüsünde gecikme gözlemlendi.
Sert Odun	550°C	5 mg	Sülfat içeren atık	35°C	VFA birikimi, kümülatif metan üretimini azalttı ve reaktör bozulmasına sebep oldu
Kurutulmuş Bira Tahıl Atıkları	300°C	%20-50	Bira Tahıl Atıkları	37°C	Reaksiyon hızında ve biyogaz üretiminde azalma

3.1. Amonyak İnhibisyonunun Önlenmesi

Anaerobik sistemlerde en çok bilinen problem amonyak birikiminden kaynaklanan inhibisyonudur (Yao et al., 2017). Amonyak inhibisyonunun kapsamı, substratta bulunan azot konsantrasyonunun yanında anaerobik parçalanma prosesinin pH'ına ve çalışma sıcaklığına bağlıdır (Rajagopal, Massé, & Singh, 2013). Biyogaz üretiminde mezbahane atıkları ve hayvan atıkları gibi yüksek azot içerikli malzemeler kullanılmaktadır (Hejnfelt & Angelidaki, 2009; Rajagopal et al., 2013; Yenigün & Demirel, 2013). Anaerobik parçalanma sistemine biyoçar eklenmesi ile amonyak konsantrasyonuna olan toleransın artabileceği gözlemlenmiştir. Biyoçarın, uçucu yağ asitlerinin parçalanmasında ve amonyum-N konsantrasyonunun azaltılması üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır (Giwa et al., 2019). Çizelge 8'de biyoçarın anaerobik parçalanma prosesinde amonyum üzerindeki adsorpsiyon etkisini inceleyen literatürdeki çalışmalar özetlenmiştir.

Çizelge 8. Biyoçarın anaerobik parçalanma prosesinde amonyum üzerindeki adsorpsiyon etkisini inceleyen literatürdeki çalışmalar (Khalid et al., 2021; Osman et al., 2022; Qiu et al., 2019).

Biyoçar Kaynağı	Piroliz Koşulları	Substrat	Amonyum Konsantrasyonu	Sonuç
Ağaç Kırıntıları	600°C - 10 saat	Domuz gübresi + NH ₄ Cl	1390 – 1450 mg/L	44.64 mg/g adsorbsiyon verimliliği
Pirinç Kabuğu	600°C - 10 saat	Domuz gübresi + NH ₄ Cl	1390 – 1450 mg/L	39.8 mg/g adsorbsiyon verimliliği
Biyogaz Artığı Domuz Gübresi	KOH eklenmiş -12 saat, 550°C - 2 saat	NH ₄ ⁺ - Domuz gübresi içeren bulamaç	855 mg/L	26.82 mg/g adsorbsiyon verimliliği
Buğday Kabuğu & Kağıt Çamuru	500°C - 20 dk.	CH ₆ N ₂ O ₂ CH ₅ NO ₃	500 mg N kg ⁻¹	Hafif amonyak inhibisyonu önlenmiştir.
Pirinç Kabuğu	500°C - 2 saat	Mısır koçanı ve tavuk gübresi	>6300 mg/L	Metan üretimi %28-96 zenginleşti
Macadam Fındığı Kabukları	350°C - 2 saat	Gıda atıkları	1500 mg/L	Biyoçar ilave edilen grupta kontrole göre %8 daha fazla KOİ giderimi. Genel olarak %90 KOİ giderimi
Meyve Ağacı	800-900°C	Glukoz çözeltisi	7000 mg/L	Pik metan üretim hızı %47.1
Buğday keğegi peleti	800°C	Buğday keğegi peleti	200-250 mg/L	VFA giderim hızında artış ve lag fazında kısalma. Biyoçarın NH ₄ adsorbsiyonu gözlenmedi
Buğday kabuğu	350-400-550°C	Tavuk gübresi	4480 mg/L	Kontrole göre toplam NH ₄ de %25 giderim sağlandı.

Biyoçarın yüzeyinde bulunan fonksiyonel gruplar, amonyak adsorpsiyon hızını etkilemektedirler (Koukouzas, Hämäläinen, Papanikolaou, Tourunen, & Jäntti, 2007). Amonyak inhibisyonunun azalması, mikroorganizmaların biyoçar yüzeyinde ve gözeneklerinde büyümesi ve biyofilmler oluşturabilmesi yoluyla askıda büyüyen serbest mikroorganizmalardan daha korunaklı

alandaki olmalarıyla açıklanmaktadır (Sossa, Alarcón, Aspé, & Urrutia, 2004). Yapılan araştırmaların sonucunda anaerobik ekosistemde *Methanoculleus* spp. *Bacteroidales*, *Lactobacillales* ve *Methanoregulaceae*'de mikroorganizmalarında artış görülürken *Syntrophomonas* spp.'de azalma gözlemlenmiştir (Su et al., 2019). Biyoçar malzemelerinin çeşitli nitrojen bileşikleriyle reaksiyona girerek azot mevcudiyetini etkileyebilecek belirli özelliklere (örneğin oksijen grupları, amonyum, OH⁻) sahip olduğu bulunmuştur (Bailey, Fansler, Smith, & Bolton, 2011). Kısacası biyoçarın yüzeyinde bulunan oksijen gruplarının adsorbe edilen amonyak ile reaksiyona girerek ortamda amin ve amit oluşumuna neden olduğu bilinmektedir (Seredych & Bandosz, 2007). Amonyak alkali bir madde olduğu için amonyağın adsorpsiyonu biyoçarın yüzeyindeki asidik grupların miktarı ile (Molina-Sabio, Goncalves, & Rodriguez-Reinoso, 2011; Taghizadeh-Toosi, Clough, Sherlock, & Condron, 2012). Ek olarak biyoçarın spesifik yüzey alanı yükseldikçe amonyak konsantrasyonunda da o kadar azalma gözlenmektedir (Zhai, Li, Xiong, Wang, & Fu, 2020). Şimdiye kadar çoğu kaynak anaerobik parçalanma sürecinin inhibisyonu ile amonyak konsantrasyonu arasındaki ilişkiyi göstermiştir (Hansen, Angelidaki, & Ahring, 1998; Nakakubo, Møller, Nielsen, & Matsuda, 2008; Procházka, Dolejš, MácA, & Dohányos, 2012). Anaerobik parçalanma süreçlerinde amonyak inhibisyonunu kontrol etmek amacıyla strüvit çöktürme (Nelson, Mikkelsen, & Hesterberg, 2003), zeolit kullanımı (Sasaki, Morita, Hirano, Ohmura, & Igarashi, 2011) gibi çeşitli iyileştirme teknikleri kullanılmaktadır. Fakat bu tekniklerin büyük çoğunluğu yüksek maliyetlidir. Biyoçar ise anaerobik parçalanma süreçlerinde amonyak inhibisyonunu azaltmak için başarıyla uygulanmıştır (Qiu et al., 2019).

3.2. Uçucu Organik Asit Birikiminin Önlenmesi

Anaerobik parçalanma sürecindeki asit inhibisyonu temel olarak uçucu yağ asitlerinin hızlı birikmesinden kaynaklanmaktadır. Özellikle, yüksek organik madde yükleme hızlarında metanojenlerin aktivitesini etkileyen düşük pH ile sonuçlanmaktadır (F. Shen et al., 2013). Uçucu yağ asitlerinin artışı, pH değerinde düşmeye ve metanojenlerin aktivitesinde azalmaya sebep olmaktadır. Bu da aside duyarlı enzimlerin aktivitesinde düşüşe neden olabilmektedir (Bouallagui, Touhami, Ben Cheikh, & Hamdi, 2005; Y. Deng, Dai, Xu, Liu, & Xu, 2018; Misi & Forster, 2001; Z. Xu et al., 2014). Diğer yandan metanojenler dış ortamdaki değişikliklere duyarlıdır ve büyüme hızları asit üreten bakterilerden daha yavaştır (Lopez, Higgins, Pagaling, Yan, & Cooney, 2014; Pandey, Ndegwa, Soupier, Alldredge, & Pitts, 2011). Anaerobik parçalanma sürecinde hidroliz, asidojenesis ve asetojenesis bakteriler tarafından, metanojenesis ise arkelerin belirli bir dalı tarafından tamamlanmaktadır (Stams & Plugge, 2009).

Günümüzde uçucu yağ asitlerinin metanojenesis üzerinde sebep olduğu inhibisyonu azaltmak için karbon/azot oranını ayarlama, metanojenlerin büyüme hızını arttırmak için iz elementler ekleme ve metanojenesis aşaması ile hidroliz ve asit oluşum aşamalarını birbirinden ayırarak iki ayrı reaktör kullanma ön plana çıkan uygulamalardır. Bahsedilen önlemlerin neredeyse tamamı uçucu yağ asitlerinin birikmesini önlemeye yöneliktir. Ancak, yüksek uçucu yağ asidi konsantrasyonunda metanojenlerin faaliyetlerinin desteklenmesine değinilmemiştir. Wang ve ark. (2019) yaptığı araştırmada yüksek organik yükleme hızında reaktöre biyoçar ilavesinin uçucu yağ asidi birikimini geciktireceğini göstermiştir (G. Wang, Li, Gao, & Wang, 2019).

Bazı biyoçar, anaerobik parçalanma sistemlerinde pH değerini düzenleme amacıyla kullanılmaktadır (D. Wang et al., 2017). Biyoçar alkalinitesi, biyoçarın elde edildiği hammaddenin özelliklerine göre belirlenmektedir (Cao & Pawłowski, 2012). Yapılan araştırmalarda elde edilen bulgular, biyoçar eldesinde piroliz sıcaklığındaki artışın biyoçarın alkaliliğini arttırdığını göstermiştir (J. H. Yuan et al., 2011). Anaerobik parçalanma prosesine biyoçar ilavesinin asidojenesis ve asit tamponlama kapasitesi üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar Çizelge 9'da sunulmuştur.

Çizelge 9. Anaerobik parçalanma prosesine biyoçar ilavesinin asidojenesis ve asit tamponlama kapasitesi üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar (Qiu et al., 2019).

Biyοçar Kaynağı	Piroliz Koşulları	Substrat	Biyοçar Dozu	Verim
Meyve Ağaçları	800°C	Glukoz	10 gr/L	Uçucu yağ asitlerinin birikimi ve bozulması, biyoçar ilavesi olmayan sisteme göre daha hızlı
Çam Talaşı	650°C - 20 dk.	Gıda atıkları & ekmek	8.3 gr/L	Bütirik tipi fermantasyon
Çam Talaşı	650°C - 20 dk.	Gıda atıkları & ekmek	16.6, 25.1, 33.3 g/L	Propiyonik tipi fermantasyon
Solucan Gübresi	500°C - 2 saat	Asetik, propiyonik, bütirik, valerik asit	5%	Asit tamponlama kapasitesi büyük ölçüde iyileşti.
Solucan Gübresi	500°C - 2 saat	Mutfak atıkları	5%	Asetik asit artışı gözlemlendi.
Solucan Gübresi	500°C - 2 saat	Tavuk gübresi	24 g/L	ç VFA >12000 mg/L. VFA, 10798 mg/L'den 3957 mg/L'ye düştü.
Talaş	500°C - 1.5 saat	Yemek atıkları, susuzlaştırılmış aktif çamur	15 gr/L	Bütirik oksidasyonu teşvik edildi.
Buğday Samanı	550°C	Yemek atıkları ve çamur	10 g/L	VFA >4000 mg/L Propiyonat 1460 mg/L'ye düştü, spesifik metan verimi %24 arttı
Aritma Çamuru	350°C	Meyve atıkları ve aktif çamur	0,5-1-1,5-2 g/L	VFA 2587 mg/L Toplam VFA sırasıyla 387, 1196, 1465 ve 1594 mg/L'ye düştü.
Talaş Atıkları	500°C - 1.5 saat	Yemek atıkları ve çamur	20 g/L	Butirat %70 oranında düştü ve metan içeriği %70 arttı.
Odun Talaşı	800°C	Gıda atıkları	5 g/L	VFA >3000 mg/L Metan üretimi %18 arttı.

Biyolojik atık bertarafı ve değerlendirilmesinde kullanılan anaerobik prosteşte uçucu organik asit tamponlamada biyoçarın önemli katkı sağlayabileceği konusu halen araştırılmaktadır (D. Wang et al., 2017).

3.3. Mikroorganizma Metabolizmasını ve Türler Arası Elektron Transferini İyileştirme

Anaerobik parçalanma sisteminde biyoçarın gözenekli yapısı kütle transferini ve mikroorganizma metabolizmasını etkileyebilir. Biyoçar, anaerobik parçalanma sürecinde mikrobiyal üremeyi artırma ve metabolizmayı iyileştirme potansiyeli de sağlamaktadır. Yapılan son çalışmalar, biyoçarın türler arası elektron transferi yoluyla anaerobik mikroorganizmaların metabolizmasını destekleme potansiyeli sunduğunu ortaya çıkartmıştır (Cai et al., 2016; De Vrieze, Devooğht, Walraedt, & Boon, 2016; Lü, Luo, Shao, & He, 2016).

3.3.1. Biyo-Zenginleştirme ve Mikrobiyal Topluluğun Üremesi

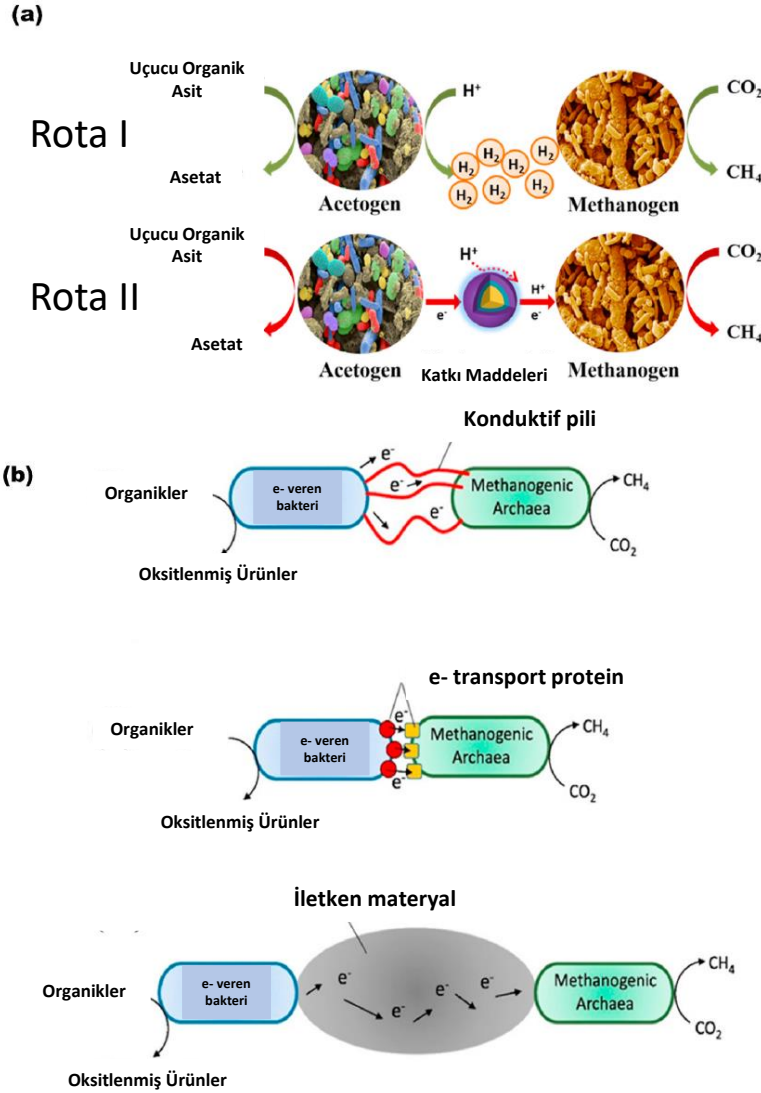
Anaerobik parçalanma sürecini stabilize etmenin bir yolu mikrobiyal topluluğun metabolizma dengesini güçlendirmektir (Luo, Lü, Shao, & He, 2015; Yingnan Yang et al., 2004). Biyoçar anaerobik parçalanma sisteminde biyofilm oluşumu için uygun bir taşıyıcı olarak kullanılmıştır ve biyoçarın hücre immobilizasyonunu ve mikrobiyal büyümeyi desteklediği tespit edilmiştir (Watanabe & Tanaka, 1999). Biyoçar, yüksek spesifik yüzey alanı ve gözenekli yapısı sayesinde asetojenik bakterilerin ve metanojenik arkelerin kolonileşmelerini desteklemektedir. Böylece, anaerobik parçalanma prosesi reaksiyon hızı ve toplam organik karbon giderimini artmaktadır (Cetin, Moghtaderi, Gupta, & Wall, 2004; Luo et al., 2015; Sharma & Melkania, 2017; S. Xu et al., 2015). Junting et al. (2016), farklı ortam sıcaklıklarında biyoçar eklenmiş anaerobik parçalanma sisteminin mikrobiyal yapısına bakıldığında mikrobiyal yapıyı optimize edebildiğini, *Methanosarcina* spp'nin %74,9'a kadar çoğaldığını ve bu yüzden biyoçar eklenmemiş anaerobik sistemden %17 daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca, sülfat indirgeyen bakterilerin belirgin şekilde azaldığı ve H₂S konsantrasyonun da önemli ölçüde azaldığı görülmüştür (JunTing, Ling, XiaoHui, & Gao, 2016). Biyoçar eklenen sistemde arkelerin biyoçara sıkı bir şekilde bağlandığı ve biyoçar eklenmeyen sisteme göre oranlarının daha fazla olduğu gözlenmiştir (Lü et al., 2016). Ek olarak, *Methanosaeata* spp'nin, biyoçarın dış yüzeyine tutunma eğiliminde olduğu belirlenmiştir (Luo et al., 2015). *Methanosaeataceae*, *Methanosarcinaceae* ve *Methanobacteriales*'in çokluğu metan üretimi için pozitif etki gösterirken, *Methanomicrobiales*'in çokluğu negatif etki göstermiştir. Yapılan çalışma metanojenlerin zenginleştirilmesi için taşıyıcı malzeme olarak biyoçarın kullanılmasının uygun olduğunu ortaya koymuştur (De Vrieze et al., 2016).

3.3.2. Türler Arası Elektron Transferi (IET)

Son zamanlarda, doğrudan türler arası elektron transferi (DIET), anaerobik parçalanma prosesinde yeni bir mekanizma olarak önerilmiştir (B, 1997; Dang et al., 2016; Lovley, 2017; Rotaru et al., 2014). Anaerobik parçalanma prosesinde mikrobiyomlar, substratların dönüşümü sırasında elektronları dönüştürmek için sentrofik bir ilişki kurmaktadır (Y. Yuan et al., 2017). Sentrofik elektron değişimi, dolaylı elektron transferlerinde hidrojen ve formatın ana bileşenler olarak hareket ettiği doğrudan veya dolaylı elektron transferi yoluyla gerçekleşmektedir (F. Liu et al., 2012). Genel olarak, dolaylı elektron transferi, elektron taşıyıcı olarak hidrojen veya formatı kullanan fermentatif bakteriler ve metanojenler arasında sentrofik bir ortaklık olduğunda meydana gelmektedir. Bununla birlikte, biyoçar gibi iletken malzemelerin sisteme dahil edilmesi mikrobiyal verimliliği artırarak kayıpları en aza indirebilme ve elektron taşıyıcı işlevi görebilme potansiyeli sunmaktadır (C. Deng et al., 2020). Biyolojik sistemlerdeki doğrudan türler arası elektron transferi (DIET) mekanizması, C-tipi sitokrom araçları veya iletken pili aracılığıyla gerçekleşmektedir. Sitokromlar elektronları hücre zarı üzerindeki alıcılara geçirirken, pili hücre ekleri aracılığıyla elektronları harekete geçirmektedir (Summers et al., 2010). Doğrudan türler arası elektron transferi (DIET) mekanizması Şekil 4'de şematize edilmiştir (Abbas et al., 2021).

Düşük maliyetli biyokütle kaynaklı biyoçarın eklenmesi direkt türler arası elektron transferini geliştirmekte ve böylece anaerobik fermantasyonun performansını hızlandırmaktadır (Y. Chen, Cheng, & Creamer, 2008; Y. Yuan et al., 2017). Ayrıca, biyolojik olmayan iletken malzemelerin kullanımı, hücre dışı iletken bağlantıların üretilmesini gerektirmediğinden, bakteri hücre enerjisini korumaktadır. Asetat ve etanol gibi ara metabolitler substrat olarak kullanılmaktadır. Genel olarak asetoklastik metanojenler asetatı kullanmakta ve hidrojenotrofik metanojenler CO₂ indirgemesi için H₂ kullanmaktadır (F. Liu et al., 2012). Biyoçar ilavesi DIET mekanizmasını desteklemekte ve iletken yapısı ile tamponlama yeteneği sayesinde proses verimliliğini artırmaktadır (Kumar et al., 2021).

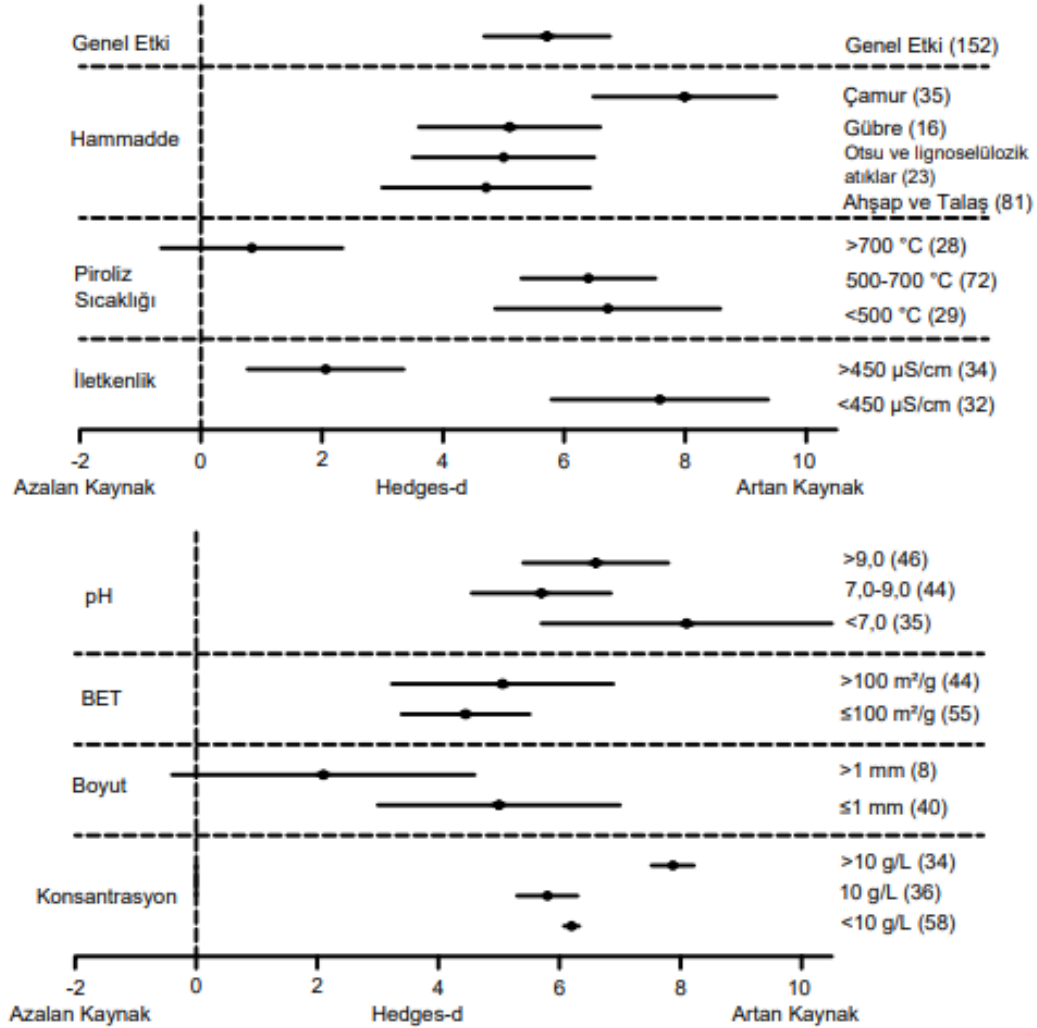
Biyoçar gibi iletkenlerin eklenmesi sadece mikroorganizmalar için alan sağlamakla kalmayıp, aynı anda elektrik kanalı işlevi de görmektedir. Anaerobik parçalanma prosesinde elektronlar için iletken olarak hizmet ederek metanojenleri hızlandırıp sentrofik asetojenler ve metanojenler arasında doğrudan türler arası elektron transferini desteklediği tahmin edilmektedir (S. Chen et al., 2014). Biyoçar ilavesi ayrıca elektro-aktif *Anaerolineaceae* ve *Methanosaeta* spp. florasını zenginleştirerek doğrudan türler arası elektron transferini teşvik edebilmektedir (G. Wang, Li, Gao, & Wang, 2018). Biyoçar eklenmiş anaerobik parçalanma prosesinde, eklenmeyenlere göre daha yüksek bir elektriksel iletkenlik tespit edilmiştir. Bunun sebebinin de biyoçarın yüksek derecede aromatik yapısından kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Bourke et al., 2007). Biyoçarın elektriksel iletkenliği granül aktif karbondan neredeyse 1000 kat az olmasına rağmen aktif redoks özelliği vardır (G. Wang et al., 2018). Bu sebeple bütirat oksitleyen mikroorganizmalar asetat oluşturduğunda, biyoçarda bulunan metanojenik arkenin metabolik durağanlığı sebebiyle geçici elektron alıcısı olarak görev yaptığı doğrudan türler arası elektron transferi gerçekleşmektedir (G. Wang et al., 2018). Biyoçarın elektriksel iletkenliği zayıf olmasına rağmen türler arası elektron transferini teşvik ederek etanolün ayrışma hızını da artırmaktadır (S. Chen et al., 2014).



Şekil 4. Anaerobik parçalanma sisteminde türler arası elektron transferi (a); Rota I: Asetojenler ve Metanojenler arasında H₂ elektron taşıyıcı, Rota II: Doğrudan türler arası elektron transferi (DIET), Organik madde oksitleyen bakteriler ve metanogenler arasındaki 3 farklı DIET mekanizması (b): Konduktif pili, Membrana bağlı elektron, İletken materyal (bioçar vb.) (Abbas et al., 2021)

3.4. Biyokütle Tipi, Piroлиз Sıcaklığı ve Biyoçar Özelliklerinin Metan Üretim Verimine Etkisi

Biyoçar ilavesinin anaerobik parçalanma prosesine etkisini tespit edebilmek amacıyla biyoçar eklenmemiş kontrol sistemleri ile karşılaştırılan 156 yayının sonuçları kullanılarak Hedges-d değeri hesaplanmıştır ve elde edilen sonuçlar Şekil 5’de sunulmuştur (Xiao, Lichtfouse, Kumar, Wang, & Liu, 2021).



Şekil 5. Hedge's-d değerleri

Sonuçlar, biyoçar varlığının büyük oranda istatistiksel olarak metan üretiminde artışa neden olduğunu anlatan 5.70 ± 1.04 'lük bir d değeri ile ifade edilmektedir. Bazı çalışmalarda ise biyoçarın inhibitör etkisinden ya da hiç etkisinin olmadığından bahsedilmektedir (Cheng, De Los Reyes, & Call, 2018; Y. Shen, Linville, Ignacio-de Leon, Schoene, & Urgun-Demirtas, 2016) Fakat bu çalışmalarda spesifik biyoçar özellikleri sağlanarak metan üretiminin artırılacağı ifade edilmiştir (Xiao et al., 2021). Gübre, çamur, otsu ve odunsu selülozik atıklar, odun ve talaş gibi hammadde türlerinden üretilen biyoçarın d değerinin $4,71 \pm 1,72$ - $7,99 \pm 1,51$ arasında olduğu ve metan üretimini iyileştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Değişik piroliz sıcaklıklarında üretilen biyoçarların d değerleri 500°C 'nin altında, $6,72 \pm 1,86$, 500 ve 700°C arasında, $6,40 \pm 1,11$ ve 700°C 'nin üzerinde $0,840 \pm 1,50$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen değerlere göre 700°C 'nin altında piroliz edilen biyoçarların metan üretimini desteklediği görülmüştür. $450 \mu\text{S/cm}$ 'nin altında düşük iletkenliğe sahip biyoçarların d değeri $7,58 \pm 1,79$ iken, yüksek iletkenliğe sahip biyoçarların d değerleri $2,06 \pm 1,29$ olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle düşük iletkenliğe sahip biyoçarların metan üretimini hızlandırmada daha etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Farklı pH değerlerine sahip biyoçarların metan üretimindeki etkileri incelenmiş ve pH'ı 9.0 'dan büyük, 7.0 - 9.0 arasında olan ve 7 'den küçük pH'a sahip olan biyoçarların fermantasyon oranlarını değiştirdiği bilinmesine rağmen, metan üretimi üzerinde istatistiksel farklılığa neden olmadığı tespit edilmiştir. Brunauer, Emmett ve Teller (BET) yüzey alanı $100 \text{ m}^2 / \text{g}$ 'nin üzerinde olan biyoçar için hesaplanan d değeri 5.06 ± 1.83 iken, yüzey alanı $100 \text{ m}^2 / \text{g}$ 'nin altında olan biyoçarın d değeri 4.45 ± 1.06 olarak hesaplanmıştır. pH ile benzer şekilde biyoçarın partikül boyutu metan oluşumunu değiştirmemektedir. Ancak 1 mm 'nin altında partikül boyutuna sahip biyoçar için daha yüksek d değeri hesaplanmıştır (Xiao et al., 2021). Biyoçar konsantrasyonun etkisi için yapılan hesaplamalarda ise maksimum d değeri 10 g/L 'yi aşan konsantrasyonlarda görülmüştür. 7.87 ± 0.35 olarak hesaplanan biyoçar konsantrasyonunun metan üretiminde güçlü bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle biyoçar konsantrasyonunun artırılmasının metanojenesisini geliştirmek için etkili bir yöntem olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak, biyoçarın spesifik özellikleri, metan üretim verimini

artırmada ve anaerobik parçalanma prosesinin stabilize edilmesinde yardımcı olmaktadır (Gao, Zhang, & Liu, 2020; Lim et al., 2020; J. Ma et al., 2021).

4. SONUÇ

Bu çalışmada biyoçarın özellikleri, piroliz yöntemi ile üretimi, etki mekanizması ve anaerobik parçalanma prosesine olan etkileri incelenmiştir. Çeşitli biyokütlelerden elde edilen biyoçarların laboratuvar, sera ve arazi çalışmalarında uygulanmasını konu eden araştırmalarda; biyoçarların bitkisel ve hayvansal kökenli atıkların güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi, sera gazları emisyonlarının azaltılması ile toprakta karbonun depolanması, azotlu gübrelerin kullanım etkinliklerinin iyileştirilmesi, yüzey ve yüzey altı sularının kirlenmesinin önlenmesi, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine olumlu katkı yaparak toprak kalitesinin korunması ve geliştirilmesi ile bitkisel üretimde verimliliğin sürdürülebilir bir şekilde artırılması gibi çok sayıda olumlu etkisi bulunmaktadır.

Bu genel katkıların yanında, biyoçarın anaerobik parçalanma proseslerinde kullanımının çeşitli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Biyoçarın anaerobik parçalanma prosesinde adsorpsiyon, immobilizasyon, tamponlama ve elektron transfer yeteneği olmak üzere dört temel etki vardır. Adsorpsiyon yeteneği ile ağır metal gibi toksik maddelerin etkisinin azaltılmasında, immobilizasyon yeteneği ile mikroorganizmaların sistemde kalmasında, tamponlama yeteneği ile sistemin pH'sının nötr koşulda tutulmasında ve uçucu yağ asitlerinin inhibisyonunun azaltılmasında önemli rol almaktadır. Bu yetenekler sayesinde anaerobik parçalanma prosesinin verimini iyileştirdiği, sistem kararlılığını artırdığı, istenen karbon/azot oranını koruduğu ve biyogaz üretim verimini artırdığı tespit edilmiştir. Kullanılan biyoçarın spesifik özelliklerinin de (üretilen hammadde, piroliz sıcaklığı, yüzey alanı, iletkenlik, parçacık büyüklüğü vb.) sistem üzerindeki etkileri değiştirdiği görülmüştür. Bu etkilerinin yanı sıra mikrobiyal topluluğun üremesi ve zenginleşmesi üzerinde de pozitif yönlü etkisi bulunmaktadır. Sonuç olarak biyoçar, metan üretimini artırarak, inhibitörleri adsorbe ederek, amonyak ve uçucu yağ asitlerinin inhibisyonunu hafifleterek ve proses stabilitesini koruyarak anaerobik parçalanmanın verimliliğini arttırmak amacıyla son yıllarda dikkat çeken bir uygulamadır.

KAYNAKÇA:

- Abbas, Y., Yun, S., Wang, Z., Zhang, Y., Zhang, X., & Wang, K. (2021). Recent advances in bio-based carbon materials for anaerobic digestion: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *135*, 110378. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2020.110378>
- Ahmed, M. J., & Hameed, B. H. (2020). Insight into the co-pyrolysis of different blended feedstocks to biochar for the adsorption of organic and inorganic pollutants: A review. *Journal of Cleaner Production*, *265*, 121762. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.121762>
- Al-Wabel, M. I., Al-Omran, A., El-Naggar, A. H., Nadeem, M., & Usman, A. R. A. (2013). Pyrolysis temperature induced changes in characteristics and chemical composition of biochar produced from conocarpus wastes. *Bioresource Technology*, *131*, 374–379. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2012.12.165>
- Amonette, J. E., & Joseph, S. D. (2009). Characteristics of biochar: Microchemical properties. *Biochar for Environmental Management*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/255216430_Characteristics_of_biochar_Microchemical_properties
- Antón-Herrero, R., García-Delgado, C., Alonso-Izquierdo, M., García-Rodríguez, G., Cuevas, J., & Eymar, E. (2018). Comparative adsorption of tetracyclines on biochars and stevensite: Looking for the most effective adsorbent. *Applied Clay Science*, *160*, 162–172. <https://doi.org/10.1016/J.CLAY.2017.12.023>
- Atkinson, C. J., Fitzgerald, J. D., & Higgs, N. A. (2010). Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: A review. *Plant and Soil*, *337*(1), 1–18. <https://doi.org/10.1007/S11104-010-0464-5>
- B, S. (1997). Energetics of syntrophic cooperation in methanogenic degradation. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* : *MMBR*, *61*(2), 262–280. <https://doi.org/10.1128/MMBR.61.2.262-280.1997>
- Bailey, V. L., Fansler, S. J., Smith, J. L., & Bolton, H. (2011). Reconciling apparent variability in effects of biochar amendment on soil enzyme activities by assay optimization. *Soil Biology and Biochemistry*, *43*(2), 296–301. <https://doi.org/10.1016/J.SOILBIO.2010.10.014>
- Balajii, M., & Niju, S. (2019). Biochar-derived heterogeneous catalysts for biodiesel production. *Environmental Chemistry Letters*, *17*(4), 1447–1469. <https://doi.org/10.1007/S10311-019-00885-X>

- Bouallagui, H., Touhami, Y., Ben Cheikh, R., & Hamdi, M. (2005). Bioreactor performance in anaerobic digestion of fruit and vegetable wastes. *Process Biochemistry*, 40(3–4), 989–995. <https://doi.org/10.1016/J.PROCBIO.2004.03.007>
- Bourke, J., Manley-Harris, M., Fushimi, C., Dowaki, K., Nunoura, T., & Antal, M. J. (2007). Do all carbonized charcoals have the same chemical structure? 2. A model of the chemical structure of carbonized charcoal. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 46(18), 5954–5967. <https://doi.org/10.1021/IE070415U>
- Cai, J., He, P., Wang, Y., Shao, L., & Lü, F. (2016). Effects and optimization of the use of biochar in anaerobic digestion of food wastes. *Waste Management and Research*, 34(5), 409–416. <https://doi.org/10.1177/0734242X16634196>
- Cantrell, K. B., Hunt, P. G., Uchimiya, M., Novak, J. M., & Ro, K. S. (2012). Impact of pyrolysis temperature and manure source on physicochemical characteristics of biochar. *Bioresource Technology*, 107, 419–428. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2011.11.084>
- Cao, Y., & Pawłowski, A. (2012). Sewage sludge-to-energy approaches based on anaerobic digestion and pyrolysis: Brief overview and energy efficiency assessment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(3), 1657–1665. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2011.12.014>
- Cetin, E., Moghtaderi, B., Gupta, R., & Wall, T. F. (2004). Influence of pyrolysis conditions on the structure and gasification reactivity of biomass chars. *Fuel*, 83(16), 2139–2150. <https://doi.org/10.1016/J.FUEL.2004.05.008>
- Cha, J. S., Park, S. H., Jung, S. C., Ryu, C., Jeon, J. K., Shin, M. C., & Park, Y. K. (2016). Production and utilization of biochar: A review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 40, 1–15. <https://doi.org/10.1016/J.JIEC.2016.06.002>
- Chacón, F. J., Sánchez-Monedero, M. A., Lezama, L., & Cayuela, M. L. (2020). Enhancing biochar redox properties through feedstock selection, metal preloading and post-pyrolysis treatments. *Chemical Engineering Journal*, 395, 125100. <https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2020.125100>
- Chan, K. Y., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A., & Joseph, S. (2007). Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. *Australian Journal of Soil Research*, 45(8), 629–634. <https://doi.org/10.1071/SR07109>
- Chen, S., Rotaru, A. E., Shrestha, P. M., Malvankar, N. S., Liu, F., Fan, W., ... Lovley, D. R. (2014). Promoting interspecies electron transfer with biochar. *Scientific Reports*, 4. <https://doi.org/10.1038/SREP05019>
- Chen, Y., Cheng, J. J., & Creamer, K. S. (2008). Inhibition of anaerobic digestion process: A review. *Bioresource Technology*, 99(10), 4044–4064. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2007.01.057>
- Cheng, Q., De Los Reyes, F. L., & Call, D. F. (2018). Amending anaerobic bioreactors with pyrogenic carbonaceous materials: the influence of material properties on methane generation. *Environmental Science: Water Research & Technology*, 4(11), 1794–1806. <https://doi.org/10.1039/C8EW00447A>
- Clough, T. J., & Condon, L. M. (2010). Biochar and the Nitrogen Cycle: Introduction. *Journal of Environmental Quality*, 39(4), 1218–1223. <https://doi.org/10.2134/JEQ2010.0204>
- Dang, Y., Holmes, D. E., Zhao, Z., Woodard, T. L., Zhang, Y., Sun, D., ... Lovley, D. R. (2016). Enhancing anaerobic digestion of complex organic waste with carbon-based conductive materials. *Bioresource Technology*, 220, 516–522. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2016.08.114>
- De Vrieze, J., Devooght, A., Walraedt, D., & Boon, N. (2016). Enrichment of Methanosaetaceae on carbon felt and biochar during anaerobic digestion of a potassium-rich molasses stream. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100(11), 5177–5187. <https://doi.org/10.1007/S00253-016-7503-Y>
- Deng, C., Lin, R., Kang, X., Wu, B., O’Shea, R., & Murphy, J. D. (2020). Improving gaseous biofuel yield from seaweed through a cascading circular bioenergy system integrating anaerobic digestion and pyrolysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 128, 109895. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2020.109895>
- Deng, Y., Dai, B., Xu, J., Liu, X., & Xu, J. (2018). Anaerobic co-digestion of rice straw and soybean straw to increase biogas production

- by pretreatment with trichoderma reesei RUT C30. *Environmental Progress and Sustainable Energy*, 37(3), 1050–1057. <https://doi.org/10.1002/EP.12782>
- Fagbohunbe, M. O., Herbert, B. M. J., Hurst, L., Ibetu, C. N., Li, H., Usmani, S. Q., & Semple, K. T. (2017). The challenges of anaerobic digestion and the role of biochar in optimizing anaerobic digestion. *Waste Management*, 61, 236–249. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2016.11.028>
- Fidel, R. B., Laird, D. A., Thompson, M. L., & Lawrinenko, M. (2017). Characterization and quantification of biochar alkalinity. *Chemosphere*, 167, 367–373. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2016.09.151>
- Gabhi, R. S., Kirk, D. W., & Jia, C. Q. (2017). Preliminary investigation of electrical conductivity of monolithic biochar. *Carbon*, 116, 435–442. <https://doi.org/10.1016/J.CARBON.2017.01.069>
- Gao, M., Zhang, L., & Liu, Y. (2020). High-loading food waste and blackwater anaerobic co-digestion: Maximizing bioenergy recovery. *Chemical Engineering Journal*, 394. <https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2020.124911>
- Giwa, A. S., Xu, H., Chang, F., Wu, J., Li, Y., Ali, N., ... Wang, K. (2019). Effect of biochar on reactor performance and methane generation during the anaerobic digestion of food waste treatment at long-run operations. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 7(4), 103067. <https://doi.org/10.1016/J.JECE.2019.103067>
- Glaser, B., Wiedner, K., Seelig, S., Schmidt, H. P., & Gerber, H. (2015). Biochar organic fertilizers from natural resources as substitute for mineral fertilizers. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(2), 667–678. <https://doi.org/10.1007/S13593-014-0251-4>
- Gopinath, K. P., Vo, D. V. N., Gnana Prakash, D., Adithya Joseph, A., Viswanathan, S., & Arun, J. (2021). Environmental applications of carbon-based materials: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 19(1), 557–582. <https://doi.org/10.1007/S10311-020-01084-9>
- Hansen, K. H., Angelidaki, I., & Ahring, B. K. (1998). Anaerobic digestion of swine manure : inhibition by ammonia. *Water Research*, 32(1), 5–12. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(97\)00201-7](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(97)00201-7)
- He, J., Xiao, Y., Tang, J., Chen, H., & Sun, H. (2019). Persulfate activation with sawdust biochar in aqueous solution by enhanced electron donor-transfer effect. *Science of The Total Environment*, 690, 768–777. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2019.07.043>
- Hejnfelt, A., & Angelidaki, I. (2009). Anaerobic digestion of slaughterhouse by-products. *Biomass and Bioenergy*, 33(8), 1046–1054. <https://doi.org/10.1016/J.BIOMBIOE.2009.03.004>
- Hopkins, D., & Hawboldt, K. (2020). Biochar for the removal of metals from solution: A review of lignocellulosic and novel marine feedstocks. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(4), 103975. <https://doi.org/10.1016/J.JECE.2020.103975>
- Jahirul, M. I., Rasul, M. G., Chowdhury, A. A., & Ashwath, N. (2012). Biofuels production through biomass pyrolysis- A technological review. *Energies*, 5(12), 4952–5001. <https://doi.org/10.3390/EN5124952>
- JunTing, P., JunYi, M., Ling, Q., XiaoHui, G., & Gao, T. (2016). The performance of biochar-mediated anaerobic digestion of chicken manure. *China Environmental Science*, 36(9), 2716–2721. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/309115088_The_performance_of_biochar-mediated_anaerobic_digestion_of_chicken_manure
- Kambo, H. S., & Dutta, A. (2015). A comparative review of biochar and hydrochar in terms of production, physico-chemical properties and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, 359–378. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2015.01.050>
- Khalid, Z. Bin, Siddique, M. N. I., Nayeem, A., Adyel, T. M., Ismail, S. Bin, & Ibrahim, M. Z. (2021). Biochar application as sustainable precursors for enhanced anaerobic digestion: A systematic review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(4), 105489. <https://doi.org/10.1016/J.JECE.2021.105489>
- Kinney, T. J., Masiello, C. A., Dugan, B., Hockaday, W. C., Dean, M. R., Zygourakis, K., & Barnes, R. T. (2012). Hydrologic properties of

- biochars produced at different temperatures. *Biomass and Bioenergy*, *41*, 34–43. <https://doi.org/10.1016/J.BIOMBIOE.2012.01.033>
- Kosheleva, R. I., Mitropoulos, A. C., & Kyzas, G. Z. (2019). Synthesis of activated carbon from food waste. *Environmental Chemistry Letters*, *17*(1), 429–438. <https://doi.org/10.1007/S10311-018-0817-5>
- Koukouzas, N., Hämäläinen, J., Papanikolaou, D., Tourunen, A., & Jäntti, T. (2007). Mineralogical and elemental composition of fly ash from pilot scale fluidised bed combustion of lignite, bituminous coal, wood chips and their blends. *Fuel*, *86*(14), 2186–2193. <https://doi.org/10.1016/J.FUEL.2007.03.036>
- Kumar, A. N., Dissanayake, P. D., Masek, O., Priya, A., Ki Lin, C. S., Ok, Y. S., & Kim, S. H. (2021). Recent trends in biochar integration with anaerobic fermentation: Win-win strategies in a closed-loop. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *149*, 111371. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2021.111371>
- Laird, D. A., Brown, R. C., Amonette, J. E., & Lehmann, J. (2009). Review of the pyrolysis platform for coproducing bio-oil and biochar. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, *3*(5), 547–562. <https://doi.org/10.1002/BBB.169>
- Lee, J. W., Kidder, M., Evans, B. R., Paik, S., Buchanan, A. C., Garten, C. T., & Brown, R. C. (2010). Characterization of biochars produced from cornstovers for soil amendment. *Environmental Science and Technology*, *44*(20), 7970–7974. <https://doi.org/10.1021/ES101337X>
- Lehmann, Johanne, & Joseph, S. (2015). Biochar for environmental management: an introduction. *Biochar for Environmental Management*, 1–13. <https://doi.org/10.4324/9780203762264-1>
- Lehmann, Johannes, Gaunt, J., & Rondon, M. (2006). Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems - A review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, *11*(2), 403–427. <https://doi.org/10.1007/S11027-005-9006-5>
- Lenmann, J. (2007). Bio-Energy in the Black. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 381–387. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/221899775_Bio-Energy_in_the_Black
- Li, R., Liang, W., Wang, J. J., Gaston, L. A., Huang, D., Huang, H., ... Zhang, Z. (2018). Facilitative capture of As(V), Pb(II) and methylene blue from aqueous solutions with MgO hybrid sponge-like carbonaceous composite derived from sugarcane leafy trash. *Journal of Environmental Management*, *212*, 77–87. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2017.12.034>
- Lim, E. Y., Tian, H., Chen, Y., Ni, K., Zhang, J., & Tong, Y. W. (2020). Methanogenic pathway and microbial succession during start-up and stabilization of thermophilic food waste anaerobic digestion with biochar. *Bioresource Technology*, *314*, 123751. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2020.123751>
- Ling, L. L., Liu, W. J., Zhang, S., & Jiang, H. (2017). Magnesium Oxide Embedded Nitrogen Self-Doped Biochar Composites: Fast and High-Efficiency Adsorption of Heavy Metals in an Aqueous Solution. *Environmental Science and Technology*, *51*(17), 10081–10089. https://doi.org/10.1021/ACS.EST.7B02382/SUPPL_FILE/ES7B02382_SI_001.PDF
- Liu, F., Rotaru, A. E., Shrestha, P. M., Malvankar, N. S., Nevin, K. P., & Lovley, D. R. (2012). Promoting direct interspecies electron transfer with activated carbon. *Energy and Environmental Science*, *5*(10), 8982–8989. <https://doi.org/10.1039/C2EE22459C>
- Liu, W. J., Jiang, H., & Yu, H. Q. (2015). Development of Biochar-Based Functional Materials: Toward a Sustainable Platform Carbon Material. *Chemical Reviews*, *115*(22), 12251–12285. <https://doi.org/10.1021/ACS.CHEMREV.5B00195>
- Lopez, R. J., Higgins, S. R., Pagaling, E., Yan, T., & Cooney, M. J. (2014). High rate anaerobic digestion of wastewater separated from grease trap waste. *Renewable Energy*, *62*, 234–242. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2013.06.047>
- Lovley, D. R. (2017). Syntrophy Goes Electric: Direct Interspecies Electron Transfer. *Annual Review of Microbiology*, *71*, 643–664. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-MICRO-030117-020420>
- Lü, F., Luo, C., Shao, L., & He, P. (2016). Biochar alleviates combined stress of ammonium and acids by firstly enriching Methanosaeta and then Methanosarcina. *Water Research*, *90*, 34–43. <https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2015.12.029>

- Luo, C., Lü, F., Shao, L., & He, P. (2015). Application of eco-compatible biochar in anaerobic digestion to relieve acid stress and promote the selective colonization of functional microbes. *Water Research*, *68*, 710–718. <https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2014.10.052>
- Ma, H., Hu, Y., Kobayashi, T., & Xu, K. Q. (2020). The role of rice husk biochar addition in anaerobic digestion for sweet sorghum under high loading condition. *Biotechnology Reports*, *27*, e00515–e00515. <https://doi.org/10.1016/J.BTRE.2020.E00515>
- Ma, J., Chen, F., Xue, S., Pan, J., Khoshnevisan, B., Yang, Y., ... Qiu, L. (2021). Improving anaerobic digestion of chicken manure under optimized biochar supplementation strategies. *Bioresource Technology*, *325*. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2021.124697>
- Manyà, J. J. (2012). Pyrolysis for biochar purposes: A review to establish current knowledge gaps and research needs. *Environmental Science and Technology*, *46*(15), 7939–7954. <https://doi.org/10.1021/ES301029G>
- Marsh, H., & Rodríguez-Reinoso, F. (2006). *Activated Carbon*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044463-5.X5013-4>
- Masebinu, S. O., Akinlabi, E. T., Muzenda, E., & Aboyade, A. O. (2019). A review of biochar properties and their roles in mitigating challenges with anaerobic digestion. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *103*, 291–307. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2018.12.048>
- Meng, L., Xie, L., Suenaga, T., Riya, S., Terada, A., & Hosomi, M. (2020). Eco-compatible biochar mitigates volatile fatty acids stress in high load thermophilic solid-state anaerobic reactors treating agricultural waste. *Bioresource Technology*, *309*. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2020.123366>
- Misi, S. N., & Forster, C. F. (2001). Batch co-digestion of multi-component agro-wastes. *Bioresource Technology*, *80*(1), 19–28. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00078-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00078-5)
- Molina-Sabio, M., Goncalves, M., & Rodríguez-Reinoso, F. (2011). Oxidation of activated carbon with aqueous solution of sodium dichloroisocyanurate: Effect on ammonia adsorption. *Microporous and Mesoporous Materials*, *142*(2–3), 577–584. <https://doi.org/10.1016/J.MICROMESO.2010.12.045>
- Moreno-Castilla, C. (2004). Adsorption of organic molecules from aqueous solutions on carbon materials. *Carbon*, *42*(1), 83–94. <https://doi.org/10.1016/J.CARBON.2003.09.022>
- Nakakubo, R., Møller, H. B., Nielsen, A. M., & Matsuda, J. (2008). Ammonia inhibition of methanogenesis and identification of process indicators during anaerobic digestion. *Environmental Engineering Science*, *25*(10), 1487–1496. <https://doi.org/10.1089/EES.2007.0282>
- Nelson, N. O., Mikkelsen, R. L., & Hesterberg, D. L. (2003). Struvite precipitation in anaerobic swine lagoon liquid: effect of pH and Mg:P ratio and determination of rate constant. *Bioresource Technology*, *89*(3), 229–236. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(03\)00076-2](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(03)00076-2)
- Nzediegwu, C., Arshad, M., Ulah, A., Naeth, M. A., & Chang, S. X. (2021). Fuel, thermal and surface properties of microwave-pyrolyzed biochars depend on feedstock type and pyrolysis temperature. *Bioresource Technology*, *320*, 124282. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2020.124282>
- Ok, Y. S., Tsang, D. C. W., Bolan, N., & Novak, J. M. (2018). Biochar from biomass and waste: Fundamentals and applications. *Biochar from Biomass and Waste: Fundamentals and Applications*, 1–462. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-01974-5>
- Osman, A. I., Fawzy, S., Farghali, M., El-Azazy, M., Elgarahy, A. M., Fahim, R. A., ... Rooney, D. W. (2022). Biochar for agronomy, animal farming, anaerobic digestion, composting, water treatment, soil remediation, construction, energy storage, and carbon sequestration: a review. *Environmental Chemistry Letters*, *20*(4), 2385–2485. <https://doi.org/10.1007/S10311-022-01424-X>
- Pandey, P. K., Ndegwa, P. M., Soupier, M. L., Alldredge, J. R., & Pitts, M. J. (2011). Efficacies of inocula on the startup of anaerobic reactors treating dairy manure under stirred and unstirred conditions. *Biomass and Bioenergy*, *35*(7), 2705–2720.

<https://doi.org/10.1016/J.BIOMBIOE.2011.03.017>

- Procházka, J., Dolejš, P., MácA, J., & Dohányos, M. (2012). Stability and inhibition of anaerobic processes caused by insufficiency or excess of ammonia nitrogen. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *93*(1), 439–447. <https://doi.org/10.1007/S00253-011-3625-4>
- Qian, K., Kumar, A., Zhang, H., Bellmer, D., & Huhnke, R. (2015). Recent advances in utilization of biochar. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *42*, 1055–1064. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2014.10.074>
- Qin, Y., Yin, X., Xu, X., Yan, X., Bi, F., & Wu, W. (2020). Specific surface area and electron donating capacity determine biochar's role in methane production during anaerobic digestion. *Bioresource Technology*, *303*, 122919. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2020.122919>
- Qiu, L., Deng, Y. F., Wang, F., Davaritouchaee, M., & Yao, Y. Q. (2019). A review on biochar-mediated anaerobic digestion with enhanced methane recovery. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *115*, 109373. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2019.109373>
- Rajagopal, R., Massé, D. I., & Singh, G. (2013). A critical review on inhibition of anaerobic digestion process by excess ammonia. *Bioresource Technology*, *143*, 632–641. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2013.06.030>
- Rajec, P., Roszkopfová, O., Galamboš, M., Frišták, V., Soja, G., Dafnomili, A., ... Matović, L. (2016). Sorption and desorption of pertechnetate on biochar under static batch and dynamic conditions. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, *310*(1), 253–261. <https://doi.org/10.1007/S10967-016-4811-8/METRICS>
- Rotaru, A. E., Shrestha, P. M., Liu, F., Shrestha, M., Shrestha, D., Embree, M., ... Lovley, D. R. (2014). A new model for electron flow during anaerobic digestion: Direct interspecies electron transfer to Methanosaeta for the reduction of carbon dioxide to methane. *Energy and Environmental Science*, *7*(1), 408–415. <https://doi.org/10.1039/C3EE42189A>
- Sakhiya, A. K., Anand, A., & Kaushal, P. (2020). Production, activation, and applications of biochar in recent times. *Biochar*, *2*(3), 253–285. <https://doi.org/10.1007/S42773-020-00047-1>
- Sasaki, K., Morita, M., Hirano, S. I., Ohmura, N., & Igarashi, Y. (2011). Decreasing ammonia inhibition in thermophilic methanogenic bioreactors using carbon fiber textiles. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *90*(4), 1555–1561. <https://doi.org/10.1007/S00253-011-3215-5>
- Seredych, M., & Bandosz, T. J. (2007). Mechanism of ammonia retention on graphite oxides: Role of surface chemistry and structure. *Journal of Physical Chemistry C*, *111*(43), 15596–15604. <https://doi.org/10.1021/JP0735785>
- Shareef, T. M. E., & Zhao, B. (2017). Review Paper: The Fundamentals of Biochar as a Soil Amendment Tool and Management in Agriculture Scope: An Overview for Farmers and Gardeners. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, *06*(01), 38–61. <https://doi.org/10.4236/JACEN.2017.61003>
- Sharma, P., & Melkania, U. (2017). Biochar-enhanced hydrogen production from organic fraction of municipal solid waste using co-culture of *Enterobacter aerogenes* and *E. coli*. *International Journal of Hydrogen Energy*, *42*(30), 18865–18874. <https://doi.org/10.1016/J.IJHYDENE.2017.06.171>
- Shen, F., Yuan, H., Pang, Y., Chen, S., Zhu, B., Zou, D., ... Li, X. (2013). Performances of anaerobic co-digestion of fruit & vegetable waste (FVW) and food waste (FW): Single-phase vs. two-phase. *Bioresource Technology*, *144*, 80–85. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2013.06.099>
- Shen, Y., Linville, J. L., Ignacio-de Leon, P. A. A., Schoene, R. P., & Urgun-Demirtas, M. (2016). Towards a sustainable paradigm of waste-to-energy process: Enhanced anaerobic digestion of sludge with woody biochar. *Journal of Cleaner Production*, *135*, 1054–1064. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.06.144>
- Shinogi, Y., & Kanri, Y. (2003). Pyrolysis of plant, animal and human waste: physical and chemical characterization of the pyrolytic products. *Bioresource Technology*, *90*(3), 241–247. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(03\)00147-0](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(03)00147-0)

- Sobik-Szofttysek, J., Wystalska, K., Malińska, K., & Meers, E. (2021). Influence of pyrolysis temperature on the heavy metal sorption capacity of biochar from poultry manure. *Materials*, *14*(21). <https://doi.org/10.3390/MA14216566>
- Son, E. B., Poo, K. M., Chang, J. S., & Chae, K. J. (2018). Heavy metal removal from aqueous solutions using engineered magnetic biochars derived from waste marine macro-algal biomass. *Science of the Total Environment*, *615*, 161–168. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2017.09.171>
- Sossa, K., Alarcón, M., Aspé, E., & Urrutia, H. (2004). Effect of ammonia on the methanogenic activity of methylaminotrophic methane producing Archaea enriched biofilm. *Anaerobe*, *10*(1), 13–18. <https://doi.org/10.1016/J.ANAEROBE.2003.10.004>
- Spokas, K. A. (2010). Review of the stability of biochar in soils: Predictability of O:C molar ratios. *Carbon Management*, *1*(2), 289–303. <https://doi.org/10.4155/CMT.10.32>
- Stams, A. J. M., & Plugge, C. M. (2009). Electron transfer in syntrophic communities of anaerobic bacteria and archaea. *Nature Reviews Microbiology*, *7*(8), 568–577. <https://doi.org/10.1038/NRMICRO2166>
- Su, C., Zhao, L., Liao, L., Qin, J., Lu, Y., Deng, Q., ... Huang, Z. (2019). Application of biochar in a CIC reactor to relieve ammonia nitrogen stress and promote microbial community during food waste treatment. *Journal of Cleaner Production*, *209*, 353–362. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.10.269>
- Suliman, W., Harsh, J. B., Abu-Lail, N. I., Fortuna, A. M., Dallmeyer, I., & Garcia-Perez, M. (2016). Influence of feedstock source and pyrolysis temperature on biochar bulk and surface properties. *Biomass and Bioenergy*, *84*, 37–48. <https://doi.org/10.1016/J.BIOMBIOE.2015.11.010>
- Summers, Z. M., Fogarty, H. E., Leang, C., Franks, A. E., Malvankar, N. S., & Lovley, D. R. (2010). Direct exchange of electrons within aggregates of an evolved syntrophic coculture of anaerobic bacteria. *Science*, *330*(6009), 1413–1415. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1196526>
- Taghizadeh-Toosi, A., Clough, T. J., Sherlock, R. R., & Condon, L. M. (2012). Biochar adsorbed ammonia is bioavailable. *Plant and Soil*, *350*(1–2), 57–69. <https://doi.org/10.1007/S11104-011-0870-3>
- Tang, S., Wang, Z., Liu, Z., Zhang, Y., & Si, B. (2020). The role of biochar to enhance anaerobic digestion: A review. *Journal of Renewable Materials*, *8*(9), 1033–1052. <https://doi.org/10.32604/JRM.2020.011887>
- Tomczyk, A., Sokółowska, Z., & Boguta, P. (2020). Biochar physicochemical properties: pyrolysis temperature and feedstock kind effects. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, *19*(1), 191–215. <https://doi.org/10.1007/S11157-020-09523-3/TABLES/3>
- Tripathi, M., Sahu, J. N., & Ganesan, P. (2016). Effect of process parameters on production of biochar from biomass waste through pyrolysis: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *55*, 467–481. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2015.10.122>
- Wang, C., Liu, Y., Gao, X., Chen, H., Xu, X., & Zhu, L. (2018). Role of biochar in the granulation of anaerobic sludge and improvement of electron transfer characteristics. *Bioresource Technology*, *268*, 28–35. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2018.07.116>
- Wang, D., Ai, J., Shen, F., Yang, G., Zhang, Y., Deng, S., ... Song, C. (2017). Improving anaerobic digestion of easy-acidification substrates by promoting buffering capacity using biochar derived from vermicompost. *Bioresource Technology*, *227*, 286–296. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2016.12.060>
- Wang, G., Li, Q., Gao, X., & Wang, X. C. (2018). Synergetic promotion of syntrophic methane production from anaerobic digestion of complex organic wastes by biochar: Performance and associated mechanisms. *Bioresource Technology*, *250*, 812–820. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2017.12.004>
- Wang, G., Li, Q., Gao, X., & Wang, X. C. (2019). Sawdust-Derived Biochar Much Mitigates VFAs Accumulation and Improves Microbial Activities to Enhance Methane Production in Thermophilic Anaerobic Digestion. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, *7*(2), 2141–2150. <https://doi.org/10.1021/ACSSUSCHEMENG.8B04789>
- Wang, J., Zhao, Z., & Zhang, Y. (2021). Enhancing anaerobic digestion of kitchen wastes with biochar: Link between different

- properties and critical mechanisms of promoting interspecies electron transfer. *Renewable Energy*, 167, 791–799. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2020.11.153>
- Watanabe, Y., & Tanaka, K. (1999). Innovative sludge handling through pelletization/thickening. *Water Research*, 33(15), 3245–3252. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(99\)00045-7](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(99)00045-7)
- Weber, K., & Quicker, P. (2018). Properties of biochar. *Fuel*, 217, 240–261. <https://doi.org/10.1016/J.FUEL.2017.12.054>
- Xiao, L., Lichtfouse, E., Kumar, P. S., Wang, Q., & Liu, F. (2021). Biochar promotes methane production during anaerobic digestion of organic waste. *Environmental Chemistry Letters*, 19(5), 3557–3564. <https://doi.org/10.1007/S10311-021-01251-6/METRICS>
- Xie, Y., Wang, L., Li, H., Westholm, L. J., Carvalho, L., Thorin, E., ... Skreiberg, Ø. (2022). A critical review on production, modification and utilization of biochar. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 161, 105405. <https://doi.org/10.1016/J.JAAP.2021.105405>
- Xu, S., He, C., Luo, L., Lü, F., He, P., & Cui, L. (2015). Comparing activated carbon of different particle sizes on enhancing methane generation in upflow anaerobic digester. *Bioresource Technology*, 196, 606–612. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2015.08.018>
- Xu, Z., Zhao, M., Miao, H., Huang, Z., Gao, S., & Ruan, W. (2014). In situ volatile fatty acids influence biogas generation from kitchen wastes by anaerobic digestion. *Bioresource Technology*, 163, 186–192. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2014.04.037>
- Yaashikaa, P. R., Senthil Kumar, P., Varjani, S. J., & Saravanan, A. (2019). Advances in production and application of biochar from lignocellulosic feedstocks for remediation of environmental pollutants. *Bioresource Technology*, 292, 122030. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2019.122030>
- Yang, W., Feng, G., Miles, D., Gao, L., Jia, Y., Li, C., & Qu, Z. (2020). Impact of biochar on greenhouse gas emissions and soil carbon sequestration in corn grown under drip irrigation with mulching. *Science of The Total Environment*, 729, 138752. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.138752>
- Yang, Yan, Sun, K., Han, L., Jin, J., Sun, H., Yang, Y., & Xing, B. (2018). Effect of minerals on the stability of biochar. *Chemosphere*, 204, 310–317. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2018.04.057>
- Yang, Yingnan, Tada, C., Miah, M. S., Tsukahara, K., Yagishita, T., & Sawayama, S. (2004). Influence of bed materials on methanogenic characteristics and immobilized microbes in anaerobic digester. *Materials Science and Engineering: C*, 24(3), 413–419. <https://doi.org/10.1016/J.MSEC.2003.11.005>
- Yao, Y., Yu, L., Ghogare, R., Dunsmoor, A., Davaritouchaee, M., & Chen, S. (2017). Simultaneous ammonia stripping and anaerobic digestion for efficient thermophilic conversion of dairy manure at high solids concentration. *Energy*, 141, 179–188. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2017.09.086>
- Yenigün, O., & Demirel, B. (2013). Ammonia inhibition in anaerobic digestion: A review. *Process Biochemistry*, 48(5–6), 901–911. <https://doi.org/10.1016/J.PROCBIO.2013.04.012>
- Yuan, J. H., Xu, R. K., & Zhang, H. (2011). The forms of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures. *Bioresource Technology*, 102(3), 3488–3497. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2010.11.018>
- Yuan, Y., Bolan, N., PrévotEAU, A., Vithanage, M., Biswas, J. K., Ok, Y. S., & Wang, H. (2017). Applications of biochar in redox-mediated reactions. *Bioresource Technology*, 246, 271–281. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2017.06.154>
- Zhai, S., Li, M., Xiong, Y., Wang, D., & Fu, S. (2020). Dual resource utilization for tannery sludge: Effects of sludge biochars (BCs) on volatile fatty acids (VFAs) production from sludge anaerobic digestion. *Bioresource Technology*, 316, 123903. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2020.123903>
- Zhang, B., Zhou, S., Zhou, L., Wen, J., & Yuan, Y. (2019). Pyrolysis temperature-dependent electron transfer capacities of dissolved organic matters derived from wheat straw biochar. *Science of The Total Environment*, 696, 133895. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2019.133895>

- Zhang, J., Lü, F., Zhang, H., Shao, L., Chen, D., & He, P. (2015). Multiscale visualization of the structural and characteristic changes of sewage sludge biochar oriented towards potential agronomic and environmental implication. *Scientific Reports* 2015 5:1, 5(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/srep09406>
- Zhao, C., Lv, P., Yang, L., Xing, S., Luo, W., & Wang, Z. (2018). Biodiesel synthesis over biochar-based catalyst from biomass waste pomelo peel. *Energy Conversion and Management*, 160, 477–485. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.01.059>
- Zhao, W., Yang, H., He, S., Zhao, Q., & Wei, L. (2021). A review of biochar in anaerobic digestion to improve biogas production: Performances, mechanisms and economic assessments. *Bioresource Technology*, 341, 125797. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125797>
- Zhou, Y., Qin, S., Verma, S., Sar, T., Sarsaiya, S., Ravindran, B., ... Awasthi, M. K. (2021). Production and beneficial impact of biochar for environmental application: A comprehensive review. *Bioresource Technology*, 337, 125451. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125451>


EXTENDED SUMMARY:

Due to global population growth, the pressure on the energy supply is also increasing. As a result, the diversification of energy resources to meet the world's energy needs has become a necessity. Biomass is one of the prominent options among these alternative energy sources. In order for biomass to be used as an energy source, it must be converted into a suitable material form. Biochar production from biomass is an efficient and environmentally friendly biomass processing and recovery method. Organic wastes and materials such as animal manure, agricultural harvest wastes, forest residues, industrial bio-wastes, marine and aquatic organisms are the primary raw materials used for biochar production. Biochar usage areas are highly dependent on its physicochemical properties such as pH of the biochar, cation exchange capacity, surface area, pore volume, etc. Features such as high surface area, high porosity, low ash content, and high surface activity make biochar an effective tool for removing pollutants. Biochar is a promising alternative to activated carbon with features such as high specific surface area, non-carbonized component content, porous structure, and high variability of surface functional groups. Biochar: It can be produced by various thermochemical processes such as pyrolysis, gasification, and hydrothermal carbonization. Pyrolysis is the most widely used method for biochar production. Pyrolysis is divided into two main categories, slow and fast pyrolysis, depending on the heating rate and the biomass retention time. The relative yield of pyrolysis product depends on process parameters such as reaction time, reaction temperature, heating rate, etc. The slow pyrolysis process is characterized by low temperature (typically around 300°C), long retention time (approximately 10-30 minutes or 25-35 hours), and low heating rate (0.1-0.8°C/sec). Rapid pyrolysis also produces primarily bio-oil, and the process is carried out under high heating rate and lower retention time. Slow pyrolysis provides higher biochar yield than fast pyrolysis. In this study, up-to-date information in the literature about the raw materials used in the production of biochar, the properties of biochar, biochar production methods, biochar activation methods, usage areas of biochar, the effect mechanisms of biochar in the treatment processes, and its contribution and role in the anaerobic digestion process, which provides energy production, are shared. It is reported that on the application of biochars obtained from various biomass in laboratory, greenhouse, and field studies have many positive contributions, such as; Safe disposal of plant and animal origin wastes of biochars, reduction of greenhouse gas emissions, and storage of carbon in the soil, improvement of the efficiency of use of nitrogen fertilizers, prevention of pollution of surface and subsurface waters, protection and improvement of soil quality, improving the physical, chemical and biological properties of the soil. It also has many positive effects, such as increasing productivity in crop production in a sustainable way. Biochar is used in many areas, such as soil improver and organic fertilizer, adsorbent, catalyst, fuel cell, activated carbon, storage material, including the anaerobic decomposition process. The use of biochar is one of the prominent applications in improving anaerobic digestion process conditions and efficiency. As a result of the study, it was determined that the adsorption and immobilization properties of biochars improve the efficiency of the anaerobic degradation process, prevent inhibition, increase system stability, contribute to the C/N ratio of the system, and increase biogas production. It has been seen that the effect of the specific properties of the used biochar on the process efficiency is essential, and the optimization of the pyrolysis conditions is important.

Research Article


Submission Date
10 / 04 / 2022


Admission Date
30 / 04 / 2023



İç Anadolu'da İklim Değişikliği Sürecinde Rüzgâr Erozyonu ve Rüzgâr Perdeleri Üzerine Değerlendirmeler ve Öneriler

Evaluations and Suggestions on Wind Erosion and Windbreaks in the Process of Climate Change in Central Anatolia

Özlem YAVUZ¹ 



How to Cite:

Yavuz, Ö. (2023). Evaluations and Suggestions on Wind Erosion and Windbreaks in the Process of Climate Change in Central Anatolia. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 5 (1), 28-48
DOI: <https://doi.org/10.53472/jenas>.

ABSTRACT:

Central Anatolia is situated between two mountainous regions and has no coastal access. This area experiences very little rainfall, with an average annual precipitation of 300-350mm, and is characterized by a typical steppe climate, featuring hot and dry summers and cold and dry winters. Due to the high population density in Central Anatolia since the time of the Hittites, deforestation has become widespread. Overgrazing in grasslands and forests has resulted in the degradation of vegetation to the point of destruction. Dry winds in the region have caused vegetation to wither and unprotected clay and dust soil to erode. Consequently, the remaining sand, along with agricultural, grassland, and forest areas, has gradually been covered with land dunes. Successful afforestation initiatives include the "dune prevention works" launched in Karapınar against land dunes in 1962 and "windbreaks" planted in two State Production Farms. These afforestation efforts have set an example for the establishment of protective forests in some village areas. Successful afforestation has also been carried out in mountainous areas, which ensures that precipitation seeps through the soil.

However, global climate change has caused a warming and drying process in Central Anatolia. The region has experienced a significant increase in average temperature, while the total annual precipitation remains inadequate due to already low precipitation levels and a lack of a significant increase in precipitation. The increasing frequency of drought and drier winds necessitates the establishment of windbreaks in low grasslands, rapid afforestation of degraded forest areas that have turned into sparse shrubs, and the installation of protective tree and shrub belts in agricultural areas.

KEYWORDS: *erosion, wind erosion, windbreaks, climate change, desertification*

Öz:

İç Anadolu kuzey ve güneyinde dağlık arazi arasında bulunmakta olup, deniz etkisine kapalı bölgemizdir. İç Anadolu Bölgesi'nde yağışlar çok az (300-350 mm/yıl) olup, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kurak olan tipik bir "Bozkır İklimi" etkilidir. Tarih boyunca Hitit'lerden beri yoğun bir alanı olan İç Anadolu'da nüfus yoğunluğu arttıkça orman tahribi de yaygınlaşmıştır. Kurak bölge ormanları kesilmiş, otlaklarda ve ormanlarda aşırı otlamalar bitki örtüsünü yok edecek ölçüde tahribine sebep olmuştur. Bölgede esen kuru ve kurutucu rüzgârların etkisi ile bitki örtüsü yok edilmiş ve korumasız kalmış olan toprakların ince bölümü (Kil ve toz) taşınmıştır. Geriye kalan kum bölümü ile tarım, otlak ve orman alanları giderek kara kumulları ile kaplanmıştır. Kara kumullarına karşı 1962 yılında Karapınar'da başlatılan "Kumul önleme çalışmaları" ve iki Devlet Üretim çiftliğinde yetiştirilen "Rüzgâr Perdeleri"

¹ **Corresponding Author:** Özlem YAVUZ, ozlemyavuz2021@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1963-8309

başarılı örnek ağaçlandırmalardır. Bu ağaçlandırmalar bazı köy çevrelerinde de koruyucu ormanların kurulmasına örnek olmuştur. Alçak arazide yapılan bu çalışmaların yanında, dağlık arazide de başarılı ağaçlandırmalar yapılmıştır. Böylece dağlık araziye düşen yağışların toprağa sızdırılması sağlanmıştır.

Ancak küresel iklim değişimi İç Anadolu'da "Isınma/kuraklaşma" süreci olarak etkisini göstermektedir. Ortalama sıcaklık değerlerinde belirgin bir artış vardır. Yıllık toplam yağışlar ise zaten çok az olduğu ve de pek az arttığı için yetersizdir. Artan kuraklık ve daha kuru esen rüzgârlar İç Anadolu Bölgesi'nde alçak arazideki otlaklarda rüzgâr perdelerinin kurulmasını, tahrip edilmiş, seyrek çalılıklara dönüştürülmüş orman alanlarının hızla ağaçlandırılmasını ve de tarım alanlarında koruyucu ağaç ve çalı perdelerinin yetiştirilmesini gerektirmektedir.

Anahtar Kelimeler: erozyon, rüzgar erozyonu, rüzgar perdesi, iklim değişikliği, çölleşme

GİRİŞ:

İç Anadolu tarım ve hayvancılık bakımından çok önemli bölgemizdir. Ancak "Küresel İklim Değişimi" sürecinde artan ısınma ve kuraklaşma etkisi tarım alanlarında daha fazla su kullanımını gerektirmiştir. Kuru ve kurutucu rüzgârların da etkisi ile sulama suyu hızla buharlaşmakta ve toprakların tuzlanmasına sebep olmaktadır. Giderek artan yeraltı suyu kullanımı ile obrukların oluşmaktadır. Öte yandan otlaklarda aşırı otlatma ile toprak yüzeyi açılmış, rüzgâr erozyonu ile ince bölüm taşınmış, kara kumulları oluşup, gelişmiştir. Bütün bu olumsuz gelişmeleri önlemek için rüzgâr perdeleri ve koruyucu ağaç + çalı sıraları yetiştirmek gerekmektedir. Ayrıca hayvancılığın gerilemesi ile tahrip edilmiş orman alanlarındaki ağaç ve çalı türleri de sürgün vermiştir. Önceleri otlak zannedilen bu alanların eski ormanlar oldukları ortaya çıkmıştır. Bu orman alanlarının da ağaçlandırılması gerekmektedir. Bu ağaçlandırma işlerinin yapılması için de fidanlıklar geliştirilmeli ve ağaçlandırma grupları kurulmalı, bir ağaçlandırma seferberliği başlatılmalıdır. İç Anadolu tarım ve otlak alanlarının kuraklıktan ve tuzlanmadan kurtarılması için kurutucu rüzgârların etkileri önlenmelidir.

Rüzgârın etkisiyle toprak parçacıklarının ayrışması, taşınması ve rüzgâr gücünün azaldığı yerde birikmesi olaylarına rüzgâr erozyonu denilir. Jeomorfologlar ve diğer yerbilim uzmanları genellikle rüzgâr erozyonunu, rüzgârla oluşan olayların (aeolian veya eolian) özel bir alt disiplini olarak düşünürler. Rüzgârla oluşan olaylar, rüzgâr gücü ile yüzey özelliklerinin etkileşimleri sonucu ortaya çıkan durumları kapsar (Karaoğlu, 2018). Diğer taraftan rüzgâr erozyonu, arazi yüzeyinin kuru ve bitki örtüsünün az olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde çok aktif bir şekilde kendini göstermektedir. Rüzgârlar yağışlı yerlerde fazla miktarda toprak materyalini naklederler. Bu gibi yerlerde topraklar çok değerli olduğundan, bu toprakların taşınmaları ile meydana gelen zararlar daha önemlidir (Stallings, J., Çelebi, 1972).

Rüzgâr erozyonu, dünyanın pek çok yerinde ciddi manada bir problem olup geçmiş jeolojik zamanlardaki yoğun rüzgârlar neticesiyle oluşan (aeolian) depozitler, bunun sadece günümüze ait bir olay olmadığını göstergesidir (Skidmore, 1988). Jaenicke (1979), yapmış olduğu çalışmada Sahara'nın yılda 260 milyon ton mineral tozun kaynağını oluşturduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte rüzgâr erozyonu, dünya çapında 500 milyon hektardan fazla araziye etkilemekte olup yılda 500-5000 Tg (Tera gram) kaçak toz oluşturan bir toprak ayrıştırma sürecidir (Grini ve diğ., 2003). Rüzgâr erozyonu ormanlardan çöllere kadar çok farklı alanlarda görülebilir ve topraktan verimli parçacıkları ayıklayarak verimi düşürür, hendeklerde ve suyollarında sediment biriktirir, havayı kirletir, görüş mesafesini düşürür ve mekanik aletlere zarar verir (Hagen ve ark., 2010).

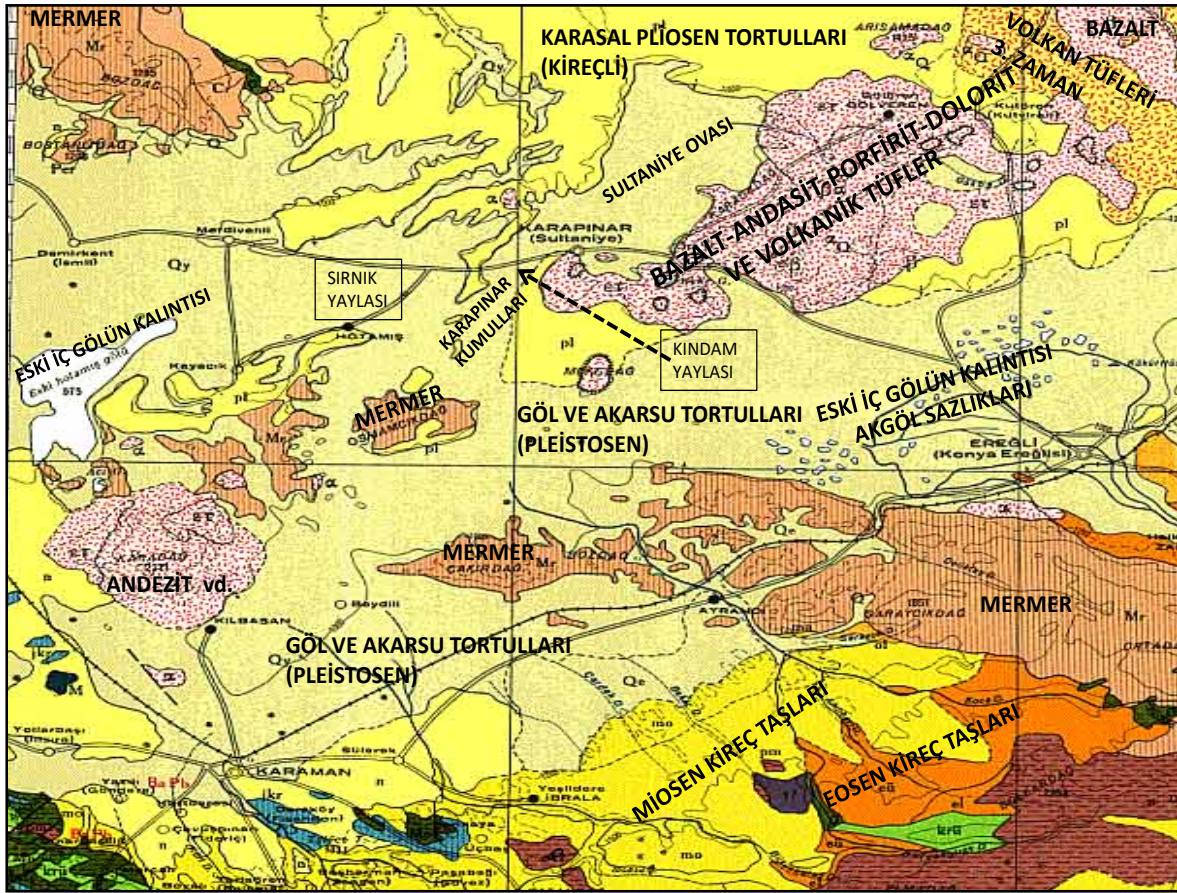
Ülkemizde en yaygın görülen erozyon türünün başında su erozyonu gelmekle birlikte rüzgâr erozyonu, görüldüğü bölgelerdeki ekosistemleri işlevsiz hale getirmesi açısından oldukça tehlikelidir (İnce, Şahin & Erpul, 2018:15). Ülkemizdeki rüzgâr erozyonu tehlikesi dünyanın birçok bölgesinde olduğu kadar yaygın olmasa bile, sebep olduğu problemler bölgeler itibarıyla farklılıklar göstermekte ve bazen ciddi sorunlara neden olmaktadır (Anılan, T., Yüksek, Ö., 2022).

1. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma materyali olarak Konya Havzası arazi kullanımı verileri ile bu verilerin zaman içinde değişimi incelenmiştir. İç Anadolu ve özellikle Konya, Karapınar, Konya Ereğlisi ortalama sıcaklık, toplam yağış, hava nemi oranları, rüzgâr yönleri ve açık su yüzeyi buharlaşma miktarları iklim verileri olarak değerlendirilmiştir. İklim verilerinin değerlendirilmesi yöntemi ilgili bölümde açıklanacaktır. Elde edilen bulgular bölgede rüzgâr perdeleri üzerine daha önce yapılmış araştırmalar da ele alınarak, iklim değişimi sürecinde yapılması gereken ağaçlandırma ve rüzgâr perdelerinin tesisi için öneriler oluşturulmuştur.

2. İç Anadolu'da Arazi Yapısı ve Arazi Kullanımındaki Değişim

İç Anadolu arazisi geniş düzlükler ve aradaki alçak dağlık kütleler ile belirlenmektedir. Düzluk arazideki alçak alanlarda siğ göller oluşmuştur. Ancak bu siğ göller de kuraklaşma sürecinde kurumuş (Hotamış Gölü) veya kurumaktadırlar (Tuz Gölü). Arazinin yapısı (Jeo-morfolojisi) jeolojik yapı ile ilişkilidir (Harita 1).



Harita 1. Karapınar-Ereğli ve çevresi jeolojik yapısı ve toprakların oluştuğu anakayalar ile anamateryaller (Kantarci, M. D. 2013'ten).

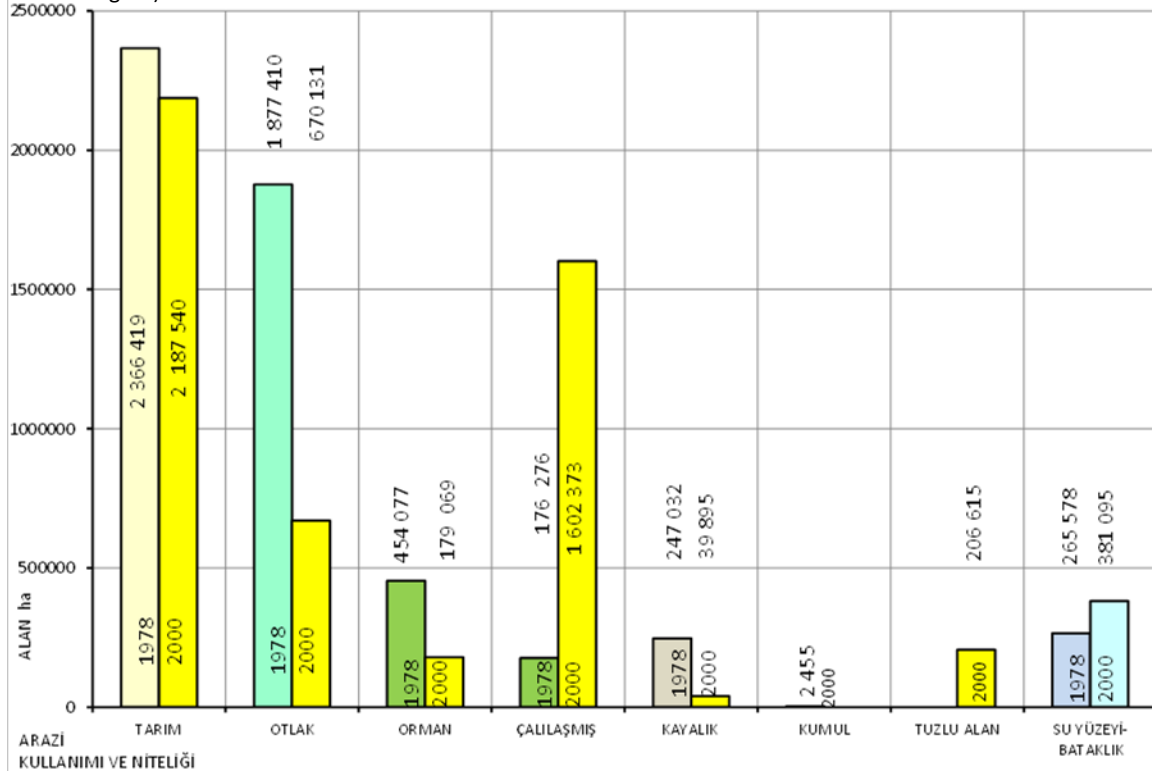
"Türkiye Arazi Sınıflandırması" (Toprak Su 1978) verilerine göre Konya Havzası arazi kullanımı ile daha sonra (2000) Corin Yöntemi ile belirlenen arazi kullanımı verileri arasında önemli farklar vardır. (Tablo 1, şekil 1). Tarım alanlarının daraldığı (-178 879,4 ha), 1978'de 164,30 ha olarak belirlenen tuzlu alanının 2000 yılında 206 450,66 ha artarak 206 614,96 ha'a ulaştığı belirtilmiştir. Orman alanı -275 008,2 ha azalmış, buna karşılık çalılışmış orman alanı 1 456 096,7 ha artmıştır. Çayır + mera alanındaki azalma -1 207 278,99 ha olup, azalan miktar çalılışmış orman alanına aktarılmıştır. Su yüzeylerindeki artış 115 516,71 ha olup, bu alan orman alanında yapılmış olan barajların su yüzeyidir.

Tuzlanmış tarım alanları sulamanın sonucudur. Ama bu sonuç aynı zamanda ısınma / kuraklaşma sürecinin etkisini de göstermektedir. Çalılışmış orman alanlarını artışı bölgede kuru ve kurutucu rüzgârların etkisini önleyecek ağaçlandırma alanlarını ortaya çıkarmıştır.

Tablo 1. Konya Havzası'nda arazi kullanımı (Corin sınıflarına göre) ve 1978 verilerine göre değişimi

KONYA HAVZASI ARAZİ KULLANIMI		CORİN SINIFLARINA GÖRE				1978'DEN FARK ha
		EROZYON YOK ha	EROZYON VAR ha	TOPLAM ha	ORAN %	
1. TARIM ALANI	TARIM		1 498 705,91			
	KARIŞIK TARIM		193 243,58			
	TOPLAM	495 590,10	1 691 949,49	2 187 539,60	41,21	-178 879,40
2. ÇAYIR VE MER'A	OTLAK		182 954,47			
	ÇIPLAK		170 137,34			
	TOPLAM	317 039,20	353 091,81	670 131,01	12,63	-1 207 278,99
3. ORMAN	ORMAN	158 090,50	20 978,30	179 068,80	3,37	-275 008,20
	ÇALILIŞMIŞ ORMAN	1 110 980,60	491 392,10	1 602 372,70	30,19	1 426 096,70
	TOPLAM	1 269 071,10	512 370,40	1 781 441,50	33,56	1151 088,50
4. DİĞER ARAZİ			39 894,64	39 894,64	0,75	39 894,64
	TUZLU ALAN	164,30	206 450,66	206 614,96	3,89	206 614,96
5. YERLEŞİM	YERLEŞİM		14 781,46	14 781,46		
	SANAYİ	14 826,70	3 277,19	18 103,89		
	TOPLAM	1 4826,7	18 058,65	32 885,35	0,62	-4 847,65
6. SU YÜZEYLERİ	MADEN ALANLARI	5686,10	2654,89	8340,99	0,16	
	SU YÜZEYİ		20 6264,74	20 6264,74		
	BATAKLIK		174 829,97	174 829,97		
	TOPLAM		38 1094,71	38 1094,71	7,18	115 516,71
TOPLAM	HAVZA TOPLAMI	210 2377,50	320 5565,25	530 7942,75		-11 9037,25
ORAN (%)	ORAN (%)	39,61	60,39	100,00	100,00	-2,24

Şekil 1. Konya Havzasında arazi kullanım şekli ve niteliklerinin karşılaştırılması (1978 Toprak Su ve 2000 Corin sınıflarına göre)



3. İklim Değişimi Sürecinde 3 Meteoroloji İstasyonunda Ölçülen Verilerin Değerlendirilmesi

İklim verilerinden; ortalama sıcaklık değerleri, aylık ve yıllık toplam yağış miktarları, havadaki nem oranları (Saat 7.00, 14.00 ve 21.00), açık su yüzeyinden buharlaşma miktarları ve yönlere göre rüzgâr esme sayıları incelenmiştir. İncelemede 1970 öncesi verileri ile 1970-2022 dönemi verileri karşılaştırılmıştır. 1970-2022 verileri de yanardağ püskürmelerine göre 4 döneme ayrılarak incelenmiştir. Yanardağlar çok güçlü püskürdüklerinde çıkan kül ve gazları Stratosfere ($\geq 10\ 000$ m) atmaktadırlar. Stratosferde hareketsiz kalan küller ve gazlar güneşten gelen ışınların Atmosfere ulaşmasını engelledikleri (Bir bölümünü emerler. Bir bölümünü de uzaya yansıtırlar), atmosfer sıcaklığının azalmasına sebep olmaktadır. Sıcaklık değerleri ile yanardağ püskürmeleri arasındaki ilişkiye göre ayırt edilen dönemler diğer iklim verilerinin değerlendirilmesi için de kullanılmıştır.

Ortalama sıcaklık değerleri Konya, Karapınar, Konya Ereğlisi doğrultusunda incelenmiştir.

Konya'da 1929-1970 döneminde ortalama yıllık sıcaklık, $11,5\ C^{\circ}$, 2007-2022 döneminde ise $13,7\ C^{\circ}$ olarak hesaplanmıştır. Aradaki fark $2,2\ C^{\circ}$ olup çok önemlidir. Aylık ortalama sıcaklık ilkbahar ve yaz ayları için $2,2 - 2,7\ C^{\circ}$, kış ayları için ise $1,6-1,8\ C^{\circ}$ artmıştır (Şekil 2). Bu sıcaklık artışları çok belirgin bir ısınma/kuraklaşma sürecinin göstergesidir. Konya'daki bu yüksek sıcaklık artışında kentin beton çölüne dönüştürülmesinin de etkisi vardır.

Karapınar'da 1953-1970 dönemine göre 2007-2022 döneminde yıllık ortalama sıcaklık artışı $0,8\ C^{\circ}$ olup, bunun yaz aylarına yansımaları $0,9-1,1\ C^{\circ}$ arasındadır (Şekil 3).

Konya Ereğlisi'nde 1944/50-1970 dönemine göre 2007-2022 dönemindeki yıllık ortalama sıcaklık artışı $1,9\ C^{\circ}$ olup, bunun ilkbahar ve ilk yaz aylarına yansımaları $1,2-1,7\ C^{\circ}$ 'dir. Şeker fabrikasının kampanya döneminde aylık ortalama sıcaklık farkı $3,7-5,0\ C^{\circ}$ 'ye yükselmektedir (Şekil 4).

Konya ve Ereğli'ye göre betonlaşma ve sanayi etkisinin pek olmadığı Karapınar'da yıllık ve aylık sıcaklık artışları İç Anadolu'da önemli bir ısınma/kuraklaşma süreci olduğunu göstermektedir.

Toplam yağış değerleri de Konya, Karapınar, Konya Ereğlisi doğrultusunda incelenmiştir.

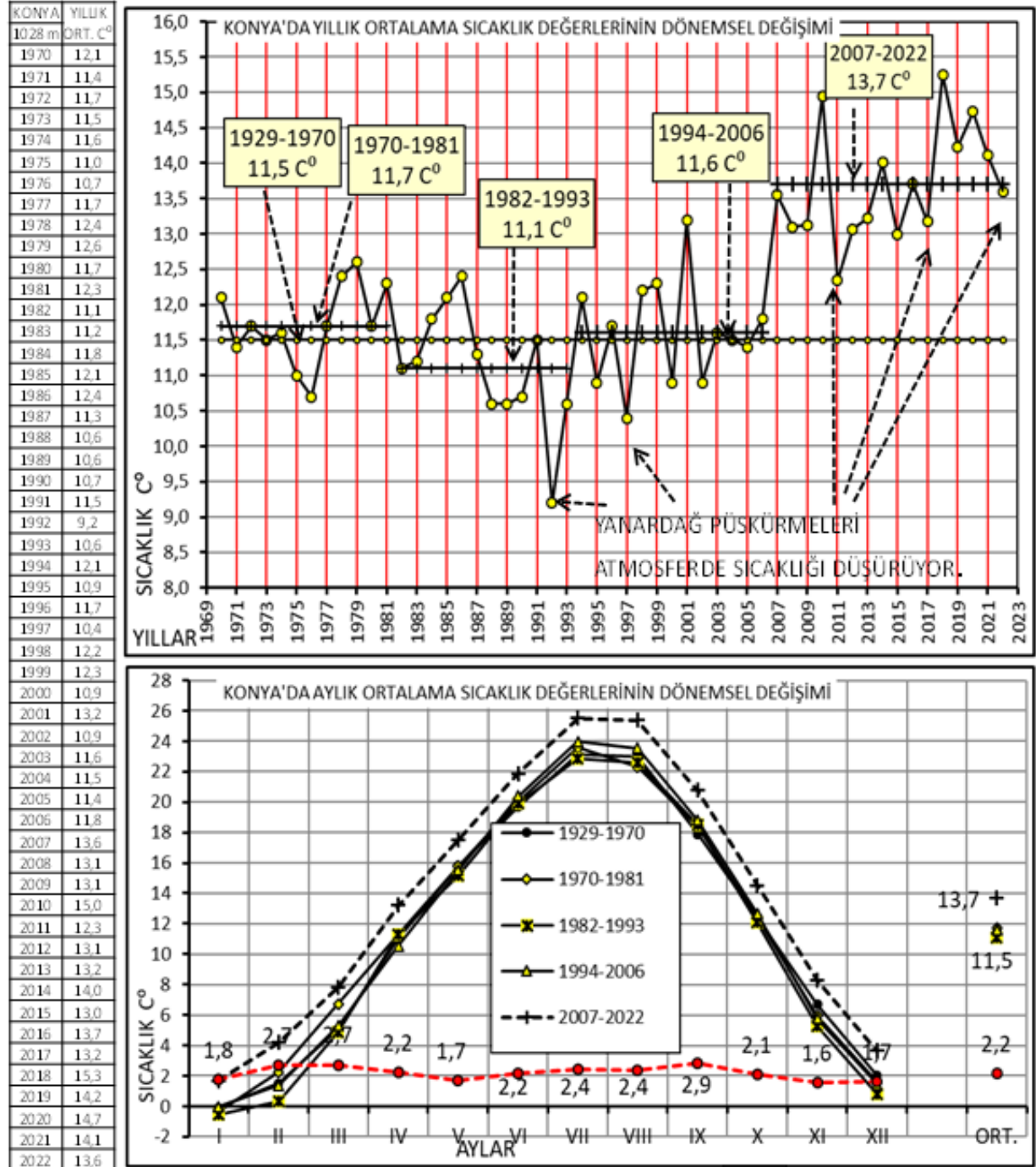
Konya'da yıllık toplam yağış 1929-1970 döneminde $323,9\ mm$, 2007-2022 döneminde ise $333,7\ mm$ 'dir. Aradaki fark $9,8\ mm$ olup önemsizdir. Aylık toplam yağış miktarları ilkbahar ve yaz aylarında önemsiz değişiklikler göstermektedir (Şekil 5).

Karapınar'da 1953-1970 dönemine göre 2007-2022 dönemindeki yıllık toplam yağış artışı $34,2\ mm$ olup, bunun yaz aylarına yansımaları önemsizdir (Şekil 6).

Konya Ereğlisi'nde 1944/50-1970 dönemine göre 2007-2022 dönemindeki yıllık toplam yağış artışı $23,3\ mm$ olup, bunun yıl boyunca aylara yansımaları önemsizdir (Şekil 7). Ereğli'de 1970-1981 döneminde IV. aydaki yüksek yağış dikkat çekicidir.

Aylık hava nemi oranları Karapınar verileri ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler İç Anadolu'nun diğer meteoroloji istasyonları için de yapılmıştır (Bkz. Kantarcı, M.D. 2013). Yer darlığından sadece Karapınar'daki hava nemi değerleri verilmiştir (Tablo 2, Şekil 8). Yaz aylarında sabah saat 7.00'de hava nemi % 72-73'e kadar yükselmektedir (Soğuma ve çiğlenme). Havanın nem oranı yaz aylarında saat 14.00'te % 25-30 arasına düşmektedir. Saat 21.00'de ise % 40-42 arasında bulunmaktadır (Tablo 2, şekil 8.2. ve 8.3.). Karapınar ve çevresindeki bozkırda bitki sıklığı az olduğu ve olan bitkilerin yapraklarında buharlaşacak su kalmadığı için gece atmosfere verilen su buharı da azdır. Havanın nem oranlarındaki azalma Bozkır iklimi için olağandır. Sıcaklık artışı ile havadaki nem oranlarının azalması arasında ilişki vardır. Sıcaklık artışına bağlı olarak da havadaki nem oranları önemli ölçüde azalmaktadır.

Şekil 2. Konya'da aylık- yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin dönemler itibariyle değişimi



KONYA'DA AYLIK SICAKLIK DEĞERLERİNİN DÖNEMSSEL DEĞİŞİMİ

DÖNEMLER	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	YILLIK
1929-1970	-0,1	1,5	5,1	11,0	15,8	19,7	23,1	23,0	17,9	12,4	6,7	2,0	11,5
1970-1981	-0,3	2,2	6,7	11,3	15,8	20,1	23,6	22,3	18,4	12,4	6,0	1,6	11,7
1982-1993	-0,6	0,4	4,9	11,3	15,2	19,9	22,9	22,6	18,5	12,1	5,2	0,8	11,1
1994-2006	0,0	1,4	5,3	10,6	15,5	20,4	24,0	23,6	18,8	12,7	5,8	1,4	11,6
2007-2022	1,7	4,2	7,8	13,2	17,5	21,9	25,5	25,4	20,8	14,5	8,3	3,7	13,7
FARK	1,8	2,7	2,7	2,2	1,7	2,2	2,4	2,4	2,9	2,1	1,6	1,7	2,2

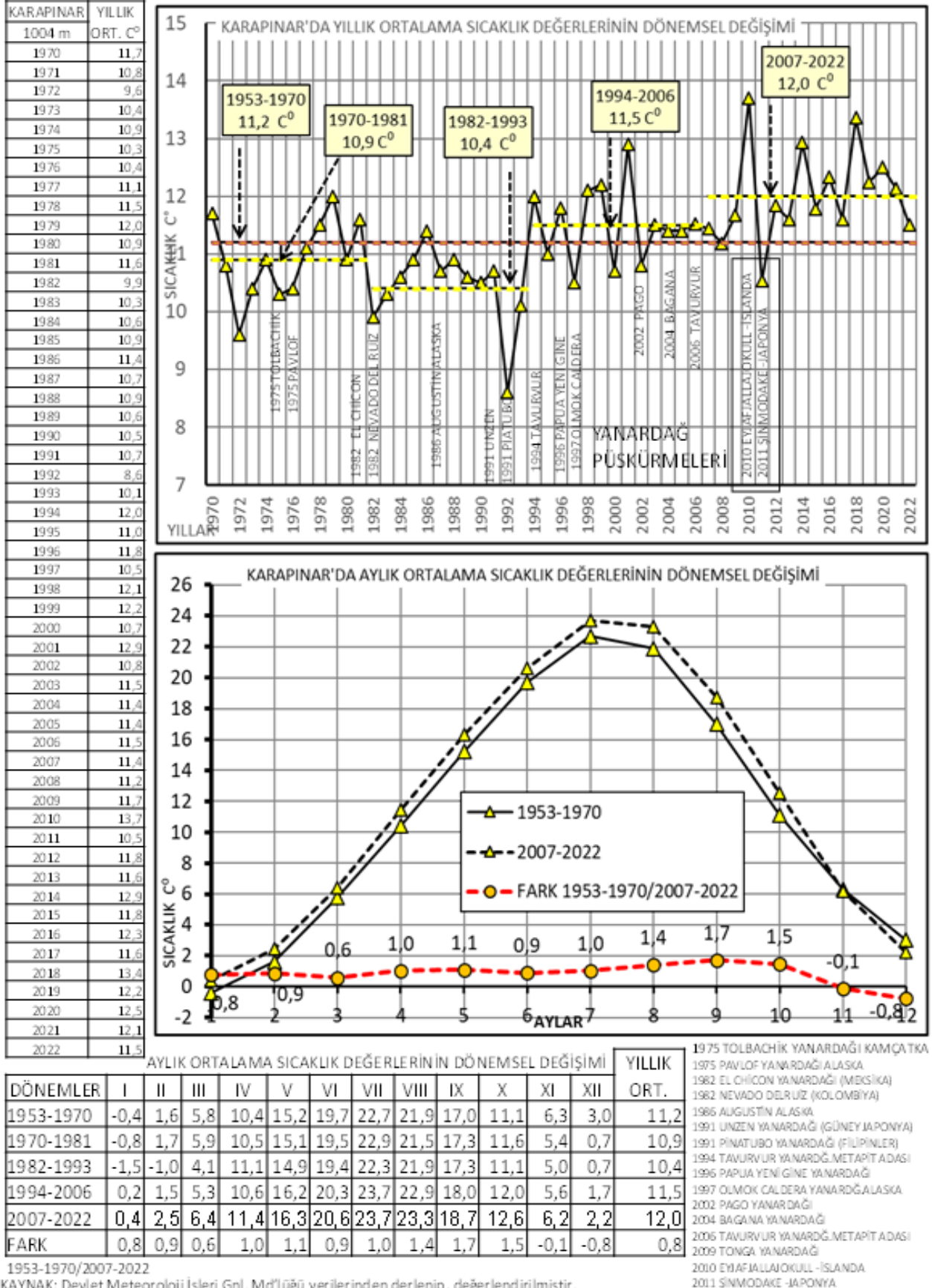
1929-1970/2007-2022

KAYNAK:Devlet Meteoroloji Gnl. Md'lüğü verilerinden derlenip, değerlendirilmiştir.

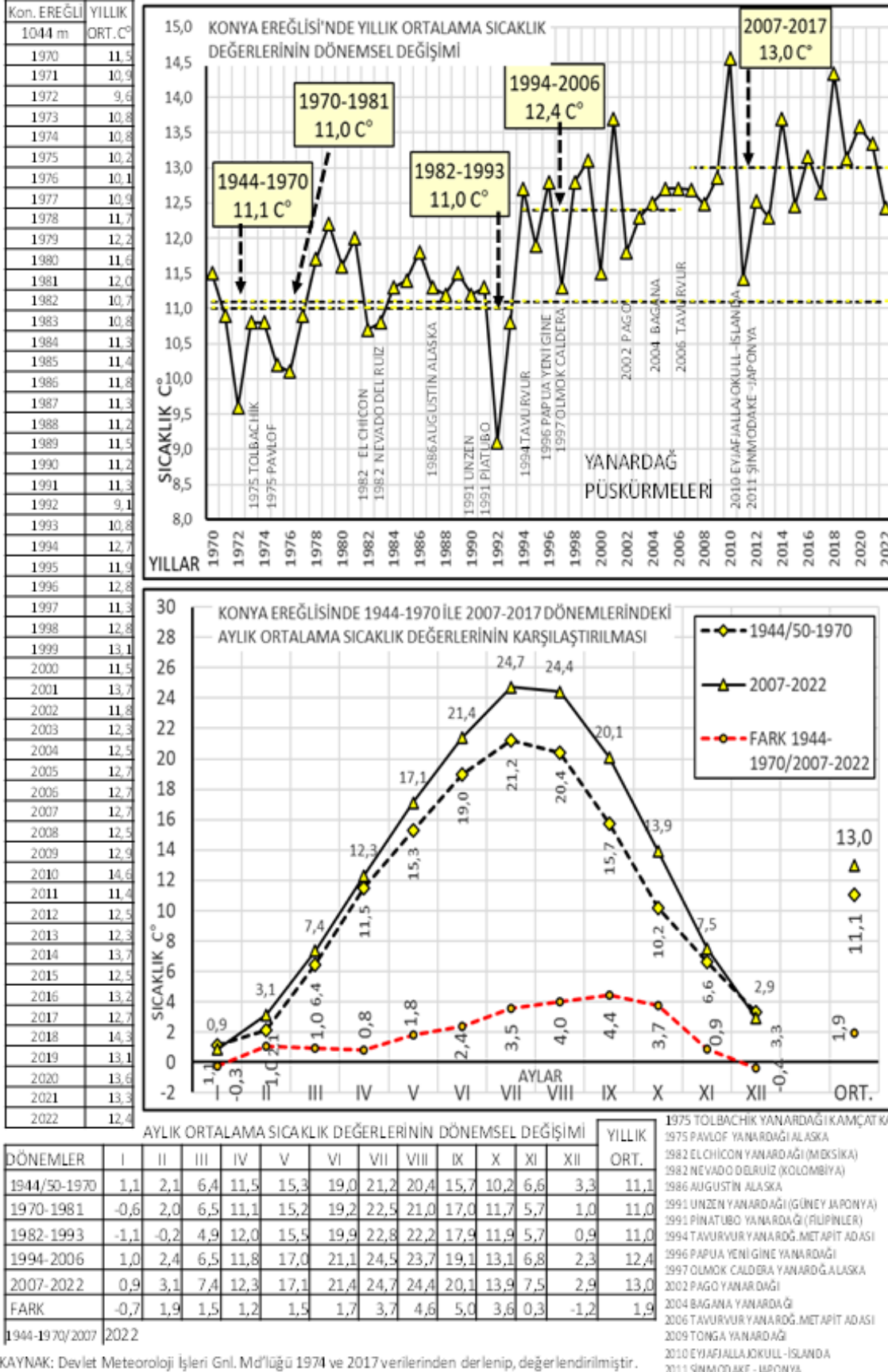
YILLIK

1975 TOLBACHİK YANARDAĞI KAMÇATKA
1975 PAVLOF YANARDAĞI ALASKA
1982 EL CHICÓN YANARDAĞI (MEXİKA)
1982 NEVADO DELRUZ (KOLOMBİYA)
1985 AUGUSTIN ALASKA
1991 UNZEN YANARDAĞI (GÜNEY JAPONYA)
1991 PINATUBO YANARDAĞI (FİLİPİNLER)
1994 TAVURVUR YANARDAĞI, METAPIT ADASI
1996 PAPUA YENİ GİNE YANARDAĞI
1997 OLMOK CALDERA YANARDAĞI, ALASKA
2002 PAGO YANARDAĞI
2004 BAGANA YANARDAĞI
2006 TAVURVUR YANARDAĞI, METAPIT ADASI
2009 TONGA YANARDAĞI
2010 EYAFIALLAJ OKULL - ISLANDA
2011 ŞINMODAKE - JAPONYA

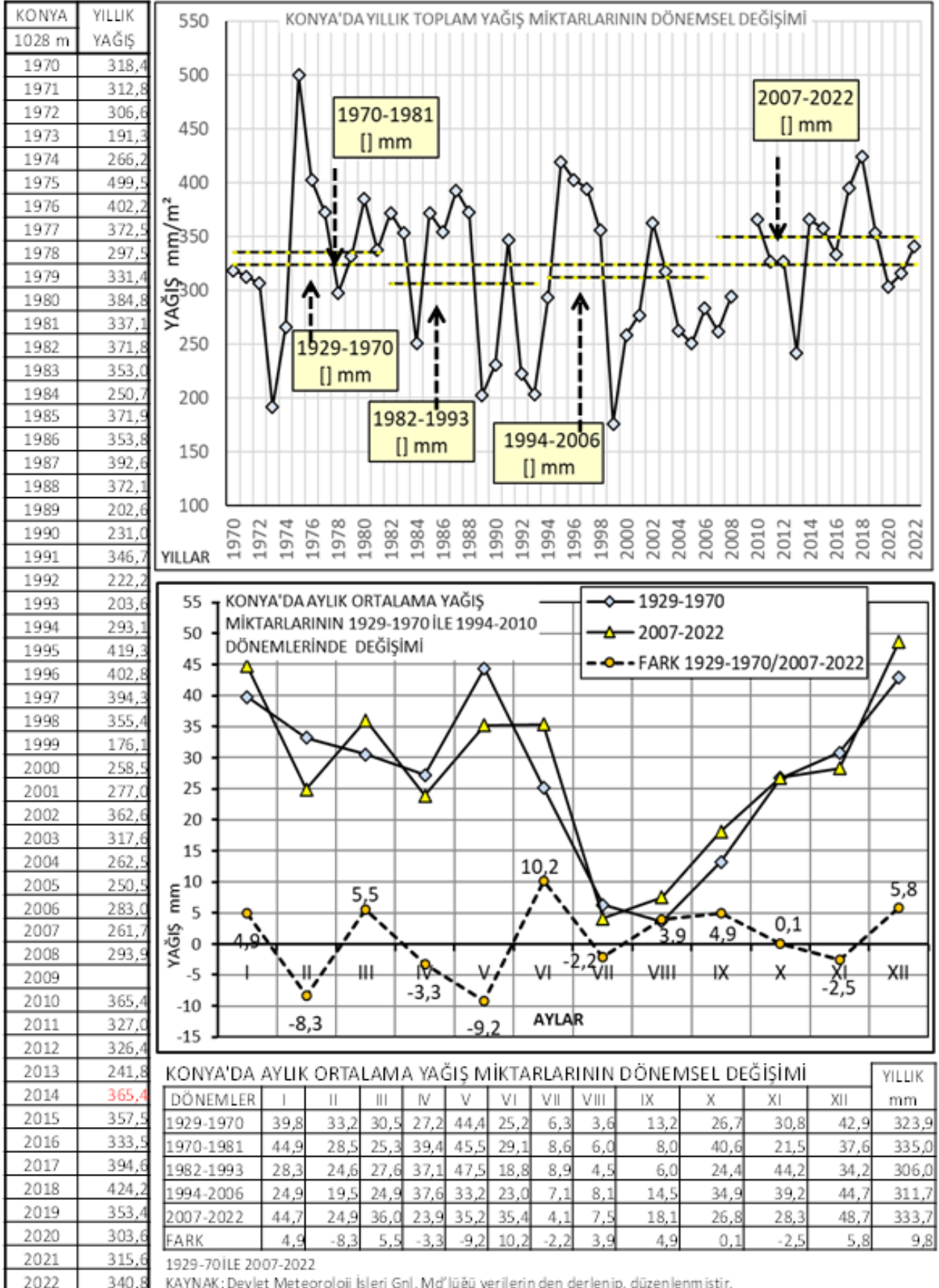
Şekil 3. Karapınar'da aylık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri dönemler itibarıyla değişimi ve yanardağların durumu



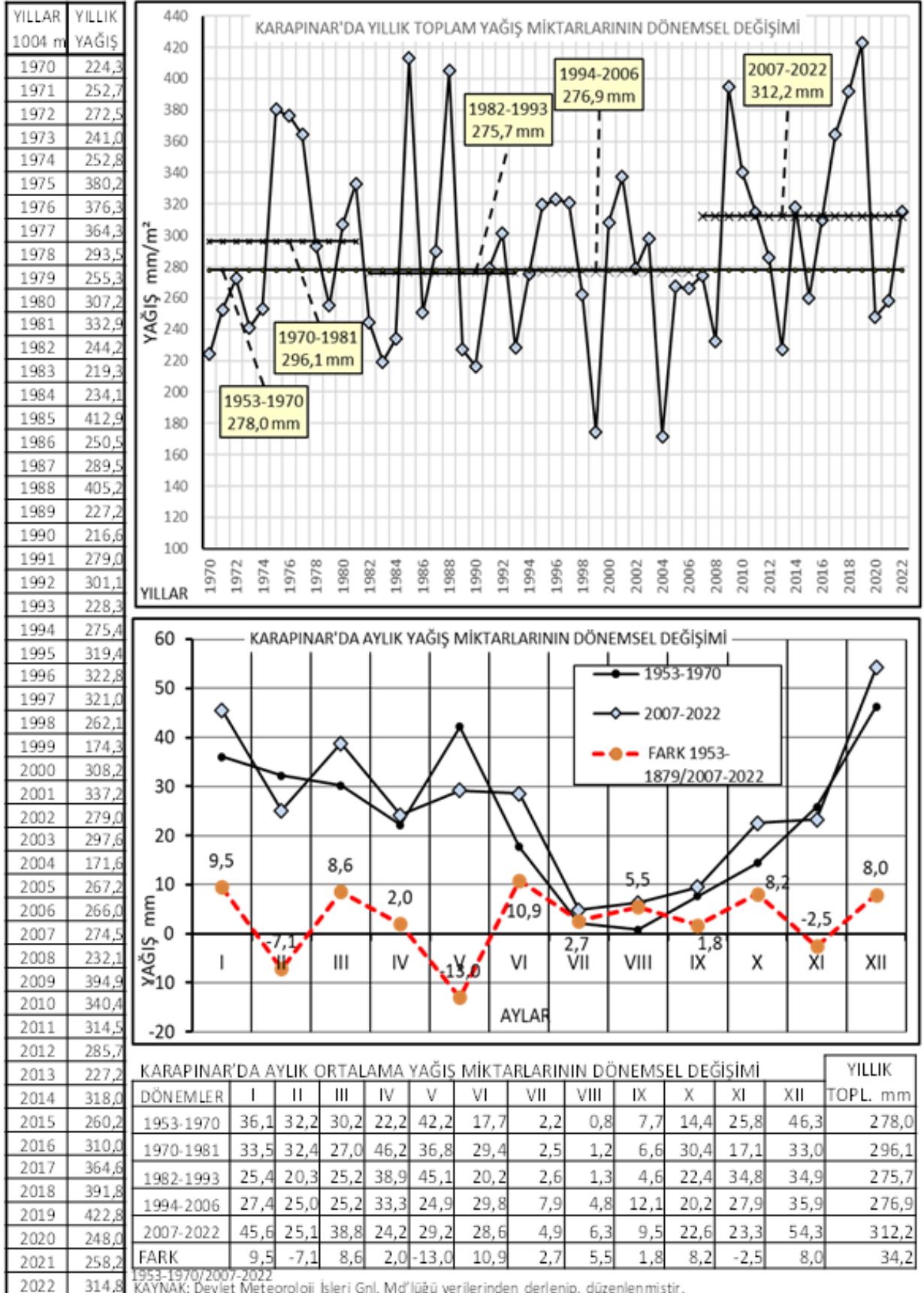
Şekil 4. Ereğli'de aylık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri dönemler itibariyle değişimi ve yanardağların durumu



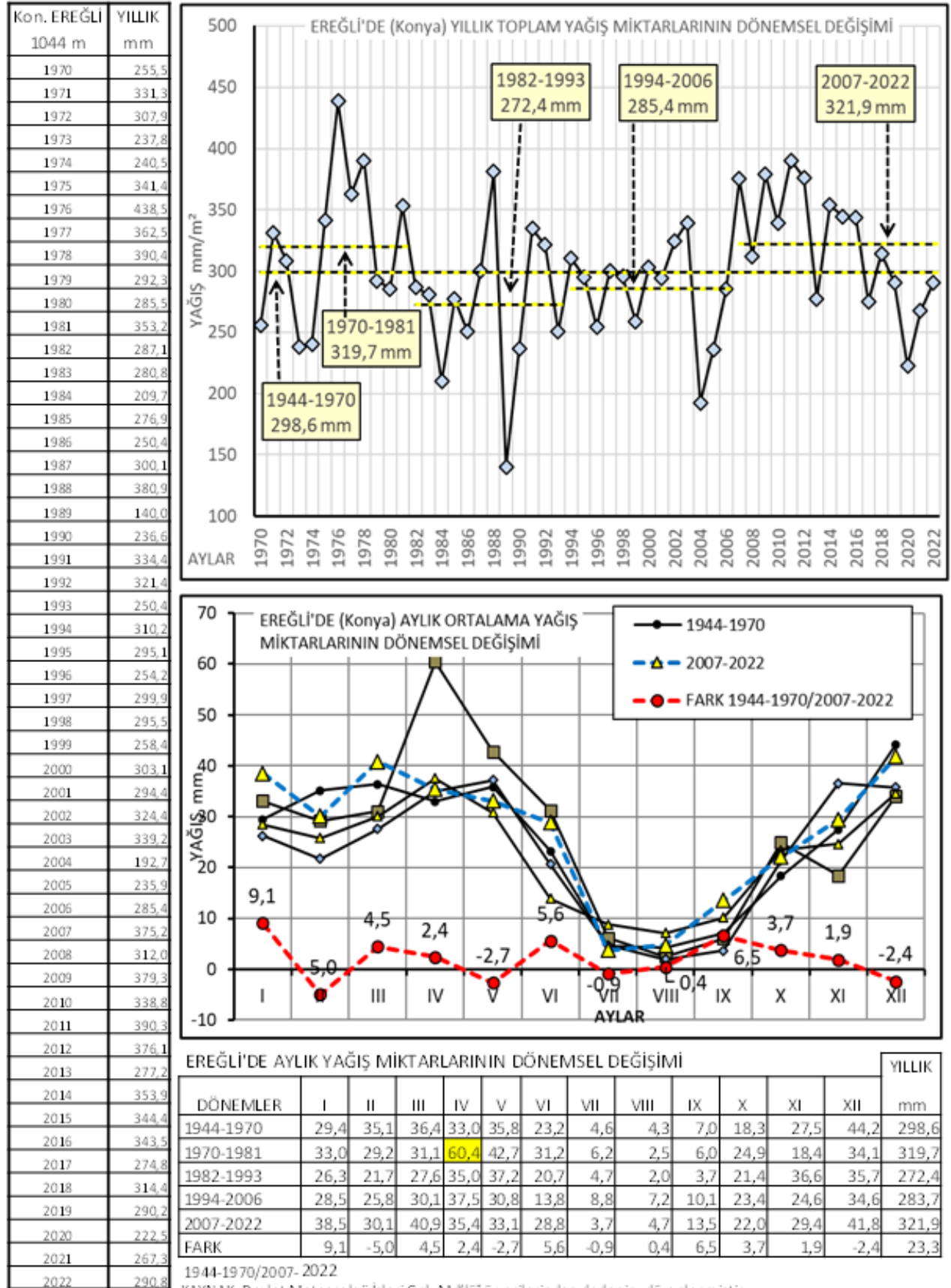
Şekil 5. Konya'da aylık ve yıllık yağış miktarlarının dönemler itibarıyla değişimi



Şekil 6. Karapınar'da aylık ort. ve yıllık toplam yağış miktarları dönemler itibariyle değişimi



Şekil 7. Ereğli’de aylık ve yıllık ortalama yağışların dönemsel değişimi



Tablo 2. Karapınar'da saat 700 , 1400 ve 2100'de hava nemi oranları

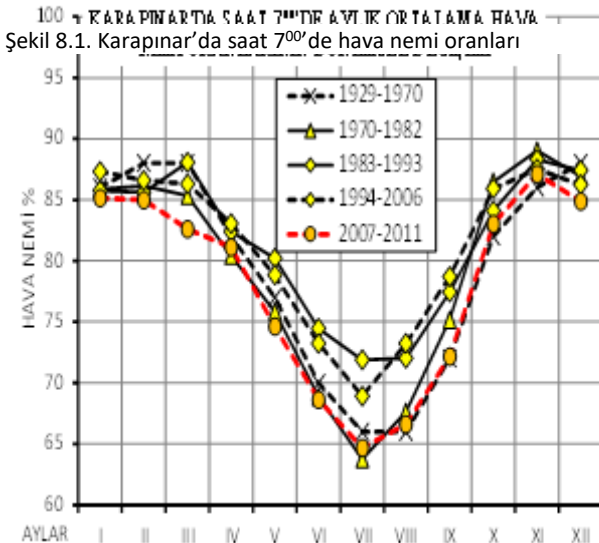
SAAT 7**	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1929-1970	86	88	88	82	77	70	66	66	72	82	86	88
1970-1982	85,9	86,1	86,3	80,4	75,9	68,9	63,8	67,6	75,2	86,5	89,0	86,9
1983-1993	85,7	85,6	88,1	82,4	80,2	74,9	71,9	72,0	77,4	84,1	88,3	87,4
1994-2006	87,3	86,6	86,3	83,0	78,8	73,2	68,9	73,2	78,7	85,9	87,5	86,2
2007-2011	85,1	85,0	82,6	81,1	74,6	68,6	64,7	66,6	72,2	83,0	87,1	84,9

SAAT 14**	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1929-1970	68	60	49	36	36	31	28	28	27	36	49	66
1970-1982	65,4	54,9	41,3	38,0	34,2	29,9	27,5	28,7	31,2	38,7	47,9	65,4
1983-1993	66,1	61,1	48,1	39,3	39,0	32,8	30,4	28,4	29,1	38,1	54,3	65,3
1994-2006	63,2	54,7	43,4	39,2	33,9	30,9	28,8	30,4	31,9	38,9	48,0	62,6
2007-2011	58,3	58,9	41,0	39,4	36,4	29,9	29,6	29,4	33,5	40,3	50,0	60,9

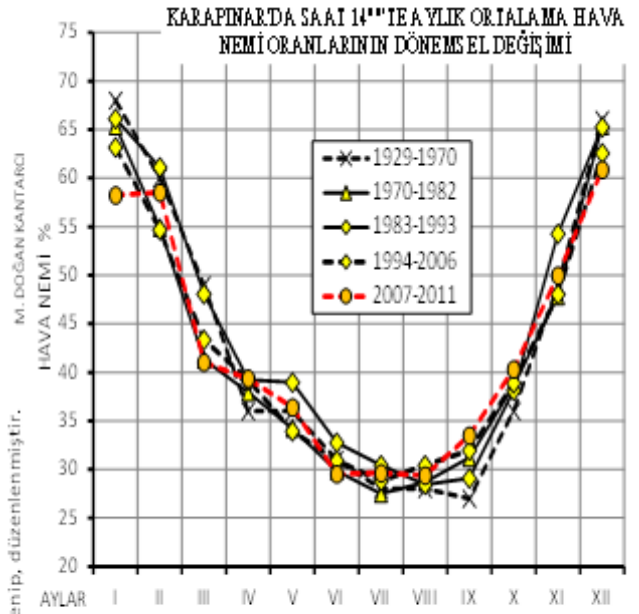
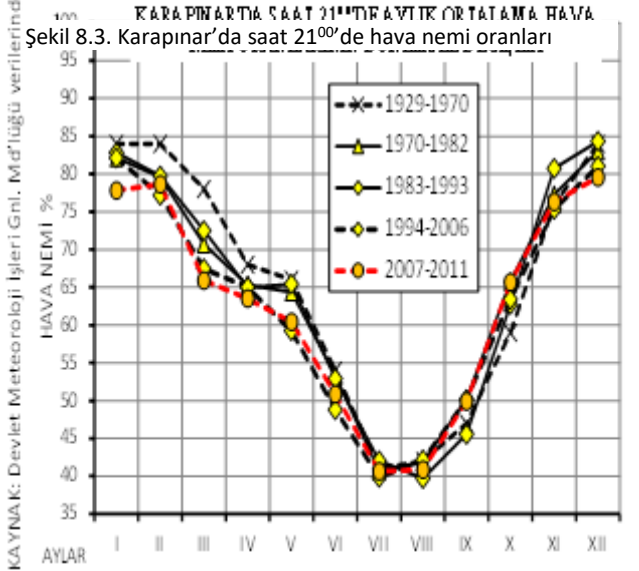
SAAT 21**	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1929-1970	84	84	78	68	66	54	41	42	47	59	76	84
1970-1982	82,1	79,6	70,7	65,3	64,4	53,4	40,7	41,8	50,3	65,7	77,3	83,0
1983-1993	82,8	79,8	72,5	65,0	65,4	52,9	42,0	39,7	45,6	62,7	80,7	84,3
1994-2006	82,1	77,2	67,3	65,0	59,2	48,8	39,9	42,2	50,2	63,4	75,3	81,1
2007-2011	77,8	78,6	66,9	63,5	60,4	50,9	40,7	40,9	49,9	65,7	76,3	79,6

AÇIKLAMA: Saat 14'teki hava nemi oranları mayıs-eylül ayları arasında % 40'ın altına inmekte ve akşam serinliğinde (saat 21) % 50 civarında kalmaktadır. Kuru rüzgârların etkisi ile toprakta ve bitki yapraklarında buharlaşacak su kalmamaktadır. Sabaha karşı çökelen çiğ ile hava nemi artmaktadır (Tipik bozkır).

Şekil 8.1. Karapınar'da saat 7⁰⁰'de hava nemi oranları

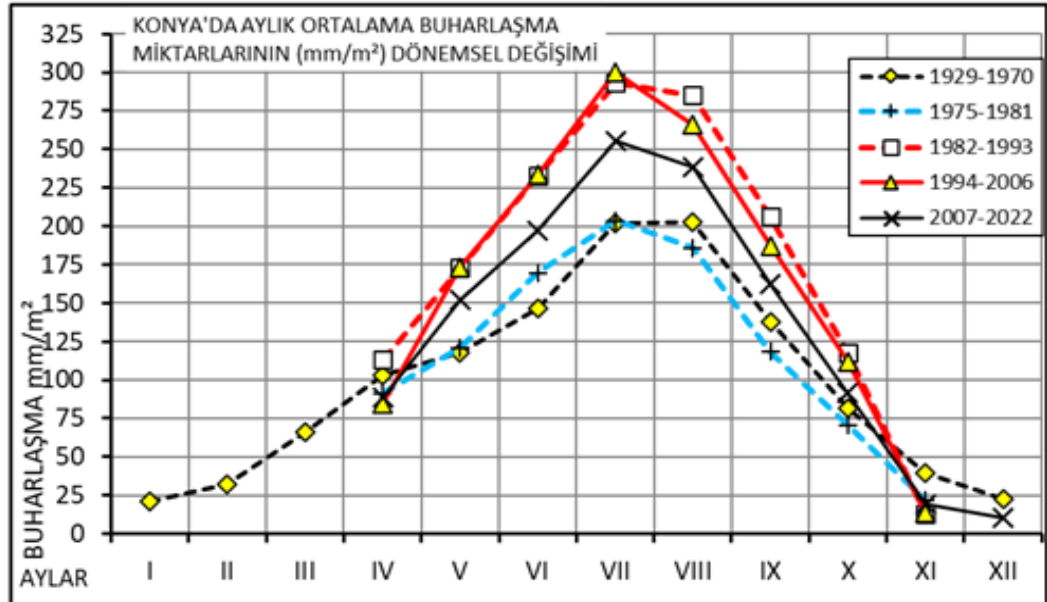
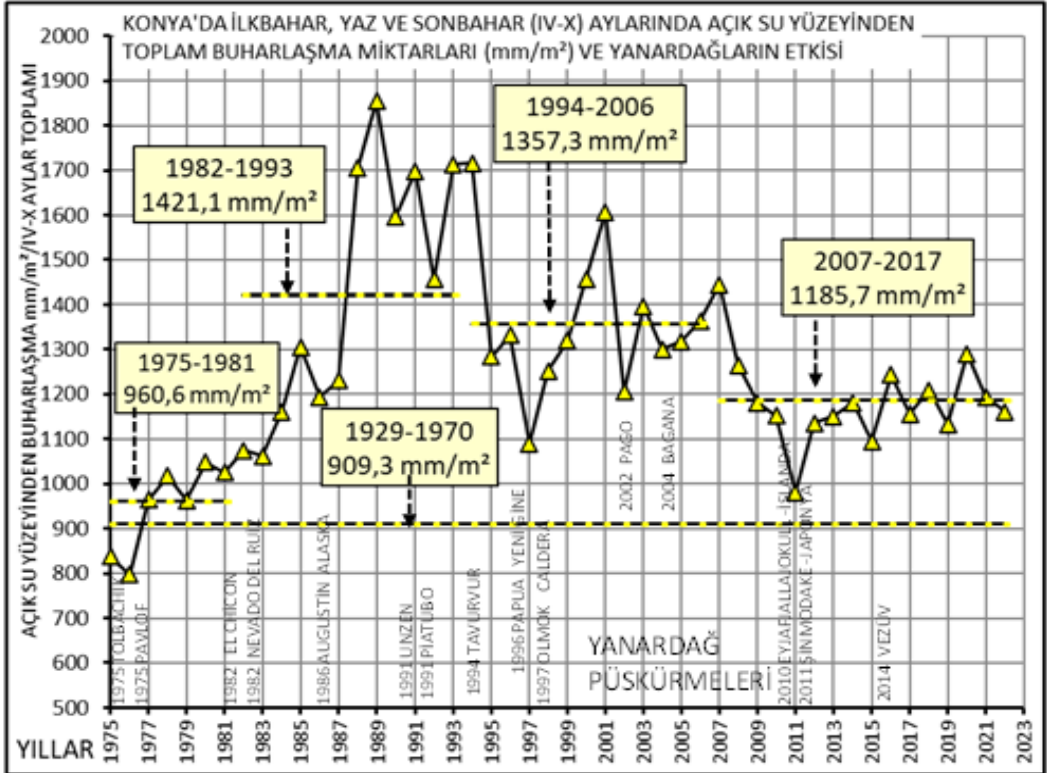


Açık su yüzeyinden buharlaşan su miktarları Konya verilerinden derlenip, düzenlenmiştir (Her istasyonda yapılmamaktadır). Konya'da IV. aydan X. aya kadar 7 aylık sürede açık su yüzeyindeki buharlaşma miktarı 1929-1970 döneminde ortalama 909,3 mm/m² seviyesindeyken, 1982-1993 dönemi için 1421,1 mm/m²'ye ulaşmıştır. Buharlaşan su miktarı 2007-2022 döneminde 1185,7 mm/m²'dir (Şekil 9). Açık su yüzeyinden (Gölgede olmasına rağmen) buharlaşan su miktarı çok yüksektir. Bu su miktarının 1/3'ünün toprak yüzeyinden buharlaşma, bitki yapraklarından terleme ile atmosfere verildiği (Evapotranspiration) kabul edilir. Bu verilere göre Bozkırdaki tarım alanlarında sulama suyu ihtiyacı çok yüksektir. Ancak sulu tarım (Şeker pancarı vb) yeraltı suyunun aşırı kullanılmasına (Obuklar) ve toprakların tuzlanmasına sebep olmuştur (Tablo 1, şekil 1).

Şekil 8.2. Karapınar'da saat 14⁰⁰'te hava nemi oranlarıŞekil 8.3. Karapınar'da saat 21⁰⁰'de hava nemi oranları

Şekil 9. Konya'da açık su yüzeyinden aylık ve iv-x aylarında ve yıllık toplam buharlaşma (mm/m²)

KONYA 1028 m	IV-X. AY TOPL. mm
1975	837,8
1976	797,4
1977	964,6
1978	1017,9
1979	963,2
1980	1048,5
1981	1025,0
1982	1075,2
1983	1062,1
1984	1160,9
1985	1305,6
1986	1193,8
1987	1230,0
1988	1706,2
1989	1854,4
1990	1597,0
1991	1698,1
1992	1456,7
1993	1713,7
1994	1716,2
1995	1284,2
1996	1332,4
1997	1090,4
1998	1252,5
1999	1319,4
2000	1457,7
2001	1606,7
2002	1204,9
2003	1396,9
2004	1300,4
2005	1318,0
2006	1364,1
2007	1444,4
2008	1264,5
2009	1180,7
2010	1151,7
2011	980,8
2012	1136,0
2013	1151,3
2014	1181,3
2015	1095,2
2016	1243,1
2017	1155,2
2018	1208,8
2019	1132,6
2020	1290,6
2021	1194,2
2022	1161,3



KONYA'DA AYLIK ORTALAMA BUHARLAŞMA (mm/m ²) MİKTARLARININ DÖNEMSSEL DEĞİŞİMİ												5 YAZ AYI TOPL.	YILLIK TOPL. mm	
DÖNEMLER	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1929-1970	21,4	32,0	66,1	103,2	117,5	146,3	201,8	202,5	138,0	81,9	39,5	22,9	909,3	1186,7
1975-1981				91,4	121,0	169,6	203,7	186,0	118,3	70,6	21,8		960,6	
1982-1993				113,0	172,8	232,8	293,4	285,1	206,1	117,9	12,9		1421,1	
1994-2006				84,7	173,4	234,0	299,9	266,0	187,3	112,0	13,9		1357,3	
2007-2022				88,8	151,9	197,3	255,6	238,3	162,4	91,5	19,4	10,1	1185,7	

KAYNAK: Devlet Meteoroloji İşleri Gn. Md'üğü verilerinden derlenip düzenlenmiştir.

M. DOĞAN KANTARCI

4. Rüzgârların Esmeye Yönleri ve Taşıma Güçleri

Yönlere göre rüzgârların esme sayıları kentleşmenin etkisinden kurtulmak için Karapınar verileri ile değerlendirilmiştir (Tablo 3, şekil 10). Esmeye sayılarına göre kuzey yön grubundan gelen rüzgâr sayısı ortalama 15 565 olup (Hâkim rüzgâr yönü), yaz aylarında daha fazladır. Burada rüzgârın hızı (Tane taşıma gücü) değil esme sayısı önemlidir. Çünkü İç Anadolu Bozkırından gelen rüzgârlar kuru oldukları için kurutucudurlar. Rüzgârların özellikle yaz aylarında kuzeyden esmeleri, ısınma ve kuraklaşma sürecinin daha etkili olmasına sebep olmaktadır.

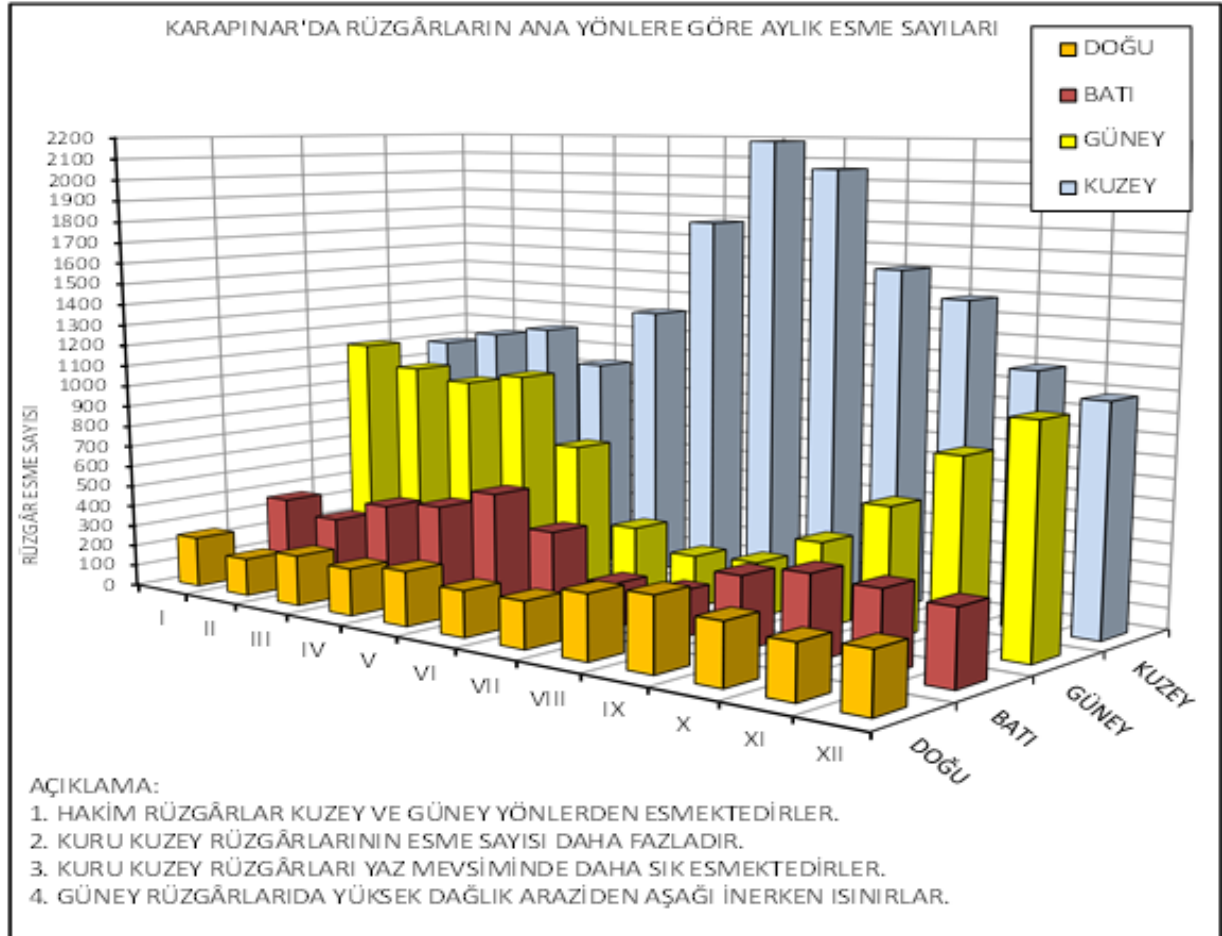
Kara kumullarının oluşmasında etkili olan rüzgâr hızı ve tane çaplarına göre taşıma gücü şekil 11’de verilmiştir. Piyade yürüyüş hızı olan 5 km/saat hızında esen rüzgâr ince kumları (\emptyset 0,075-0,10) taşıyabilmektedir. Rüzgâr hızı 0,5 m/sn olduğunda toz (\emptyset 0,01-0,05 mm) boyutundaki tanecikler taşınmaktadır. İnce çaplı toprak bölümü korumasız kaldığında bu rüzgâr hızlarında taşınmakta, kalan kum bölümü ile “Kara kumulları” oluşmaktadır. Bu hız ve taşıma ilişkisi tarım ve otlaklarda rüzgârın hızını azaltacak “Rüzgâr Perdeleri” ve “Koruyucu orman şeritleri” yetiştirilmesini gerektirmektedir.

Tablo 3. Karapınar’da ana yönlere göre aylık ve yıllık rüzgâr esme sayıları

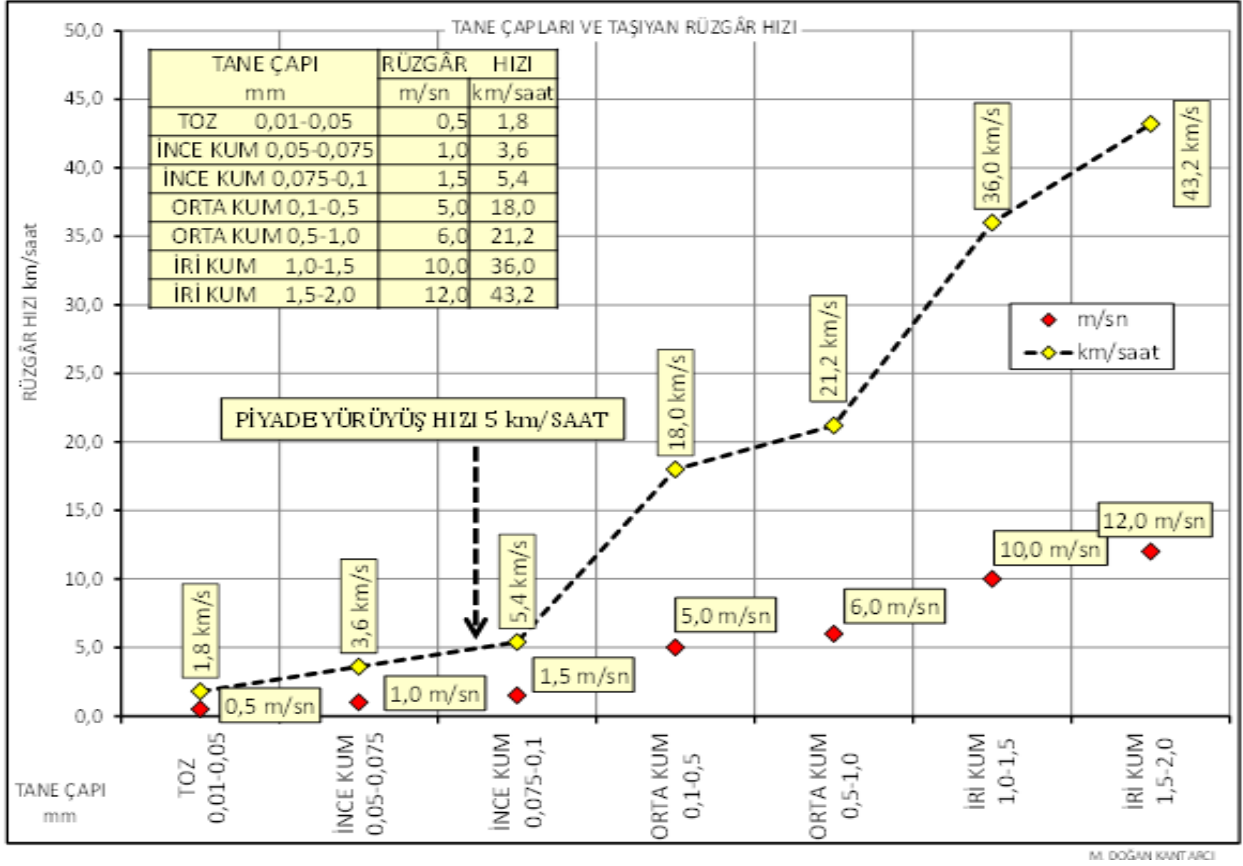
RÜZGÂR YÖNÜ	AYLIK ESME SAYISI												YILLIK ESME SAYISI	ORAN %
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
DOĞU	242	180	241	224	259	218	220	304	347	287	253	280	5154	15,58
BATI	359	297	405	442	544	403	205	215	339	396	379	351	4941	14,93
GÜNEY	1111	1015	970	1025	705	342	248	262	403	610	872	1060	7430	22,45
KUZEY	1083	1149	1196	1035	1323	1787	2184	2058	1605	1485	1190	1082	15565	47,04

KAYNAK: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 1975-2006 verilerinden derlenip, düzenlenmiştir.

Şekil 10. Karapınar’da ana yönlere göre rüzgâr esme sayılarının karşılaştırılması.



Şekil 11. Toz ve kum boyutları ile bunları taşıyan rüzgâr hızları



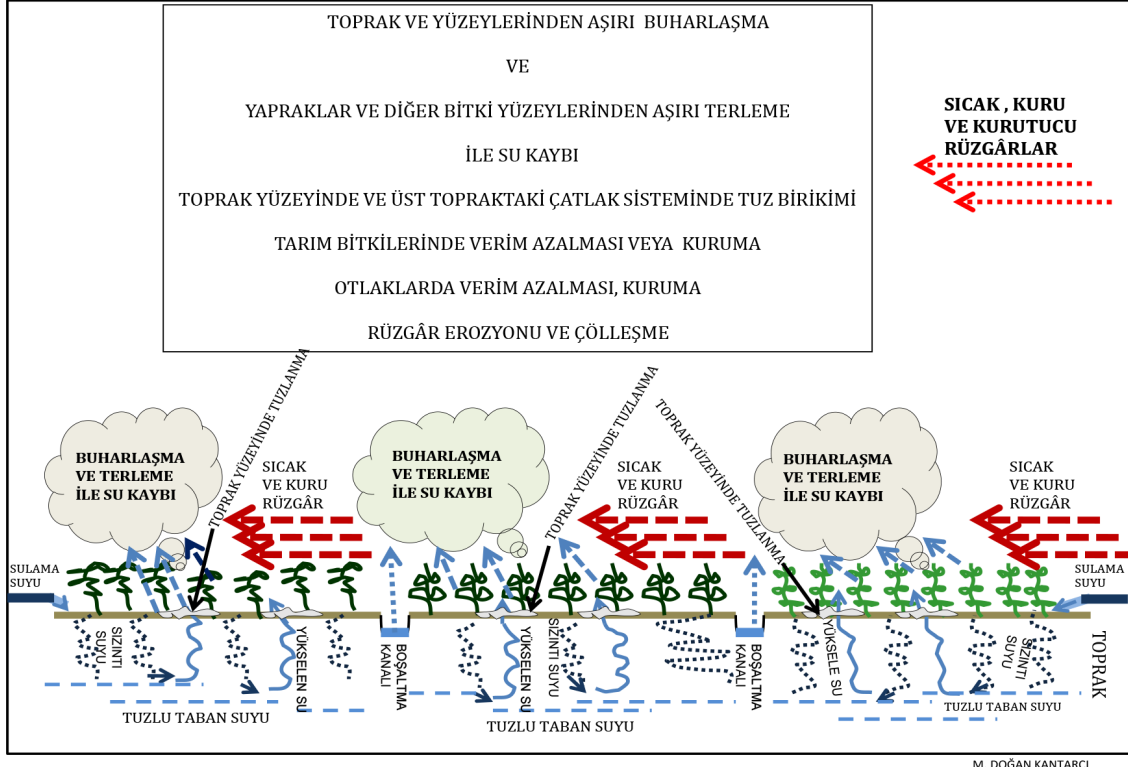
5. Rüzgâr Perdelerinin Etkisi ve Kuruluş Düzeni

Rüzgârın bir engelle rastlamadan estiği açık alanda toprağın nemi buharlaşır. Buharlaşan su içerdiği bileşikleri toprak yüzeyinde bırakır. Sulu tarım alanlarında ise buharlaşma çok daha yüksek miktarda olduğu için tuzlanma da daha hızlıdır (Şekil 12). Tarım alanlarında her yıl pulluk ile sürülen ve çapalanan toprak altüst edildiği için tuzlanma ilk yıllarda farkedilmez. Otlaklarda toprak işlenmediği için tuzlanma daha etkilidir.

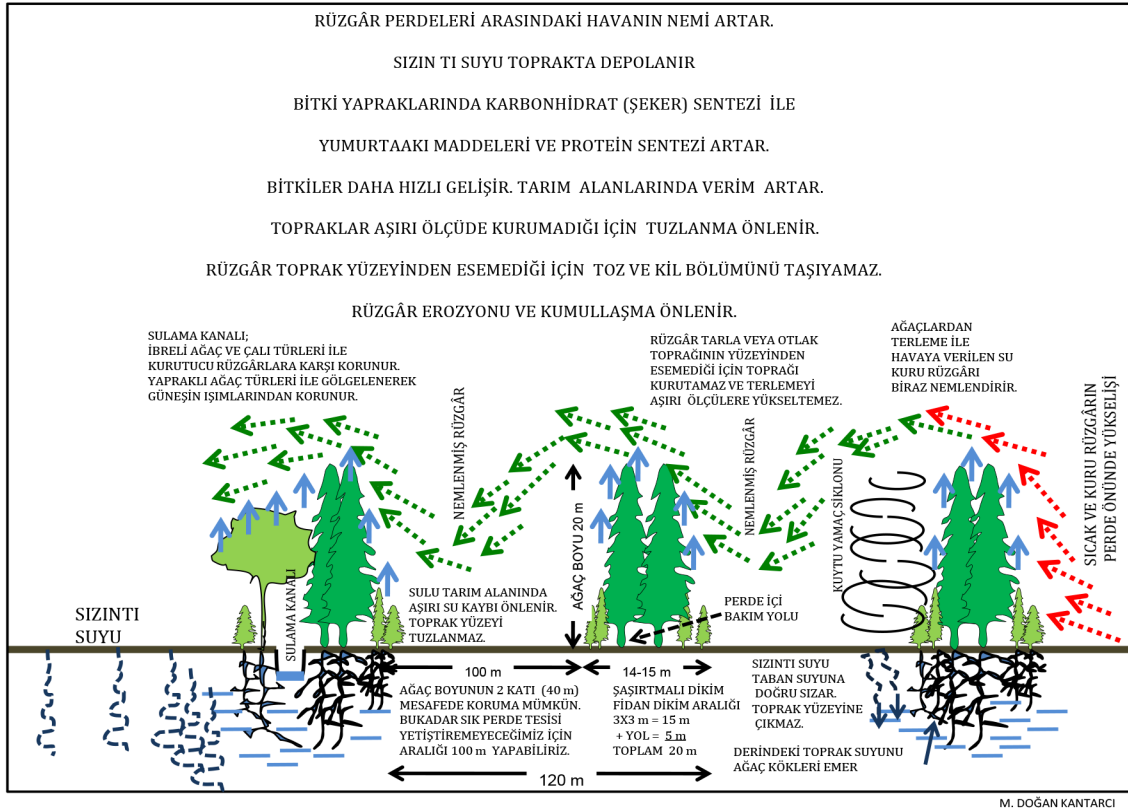
Kuru rüzgârların kurutucu etkilerini ve tuzlanmayı önlemek ancak koruyucu orman şeritleri veya rüzgâr perdeleri ile mümkündür (Şekil 13). Derin köklü ağaçlar toprağın derinliklerindeki suyu havaya pompalarlar ve kuru rüzgârların da bir ölçüde nemlenmesini sağlarlar. Ayrıca bu ormanlarda yuvalanan kuşlar tarım alanlarındaki zararlı böcekler ile kurtçukları, bunların larvalarını yeyip, yok ederler.

Rüzgâr perdelerinde ve koruyucu orman şeritlerinde ibrelili ağaç türleri ortada, yapraklı türler yanlarda kullanılmalıdır (Şekil 14). Yapraklı türler kış mevsiminde yaprak döktükleri için toprak yüzeyi korumasız kalmaktadır. Rüzgâr dökülen yaprakları savurmakta, üst toprağı taşımakta ve ağaç köklerini açığa çıkarmaktadır (Resim 1, 2).

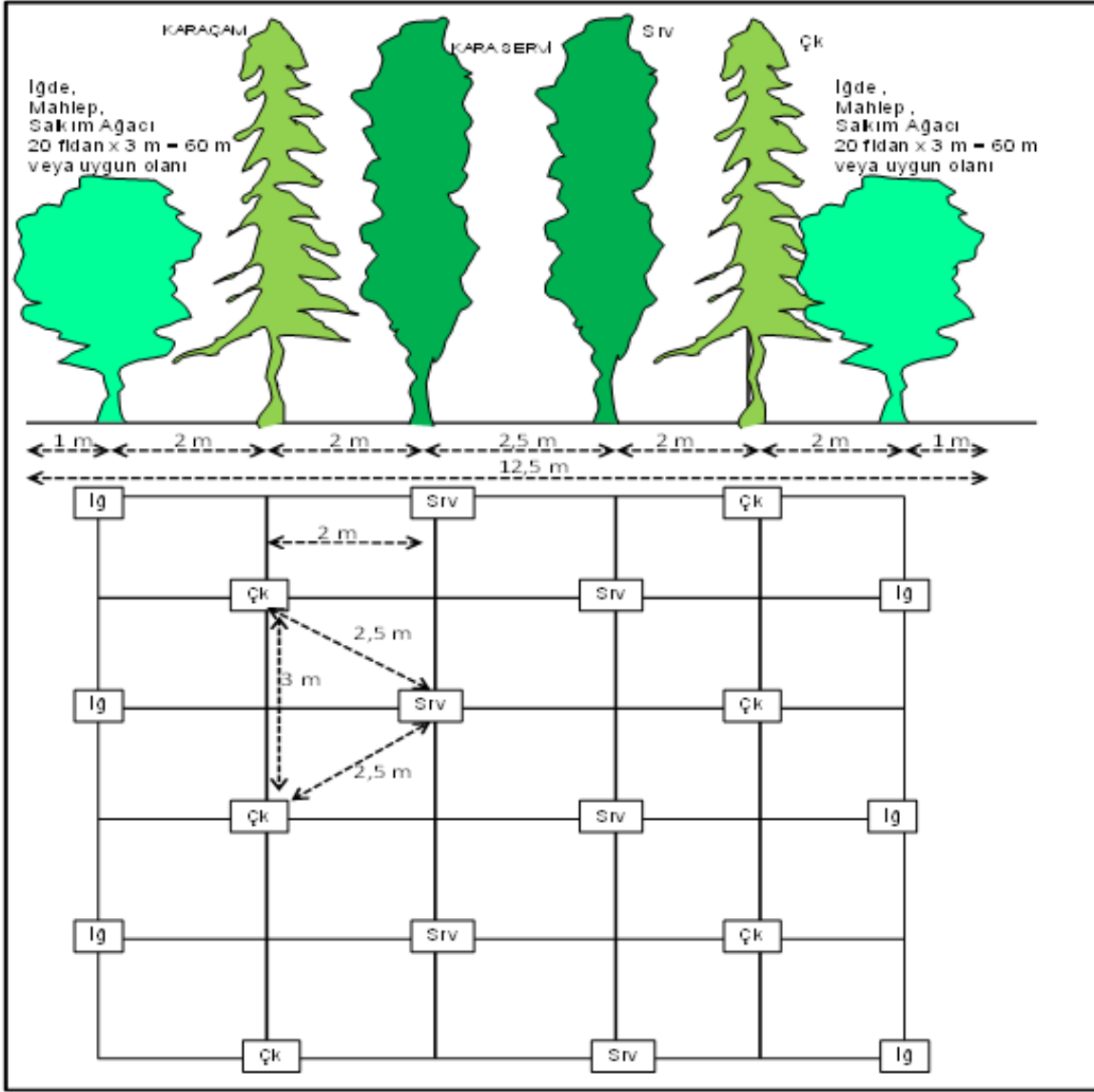
Şekil 12. Sıcak, kuru ve kurutucu rüzgârlara açık toprak yüzeyinden su kaybı, tuzlanma ve erozyon



Şekil 13. Kurak bölgelerde rüzgâr perdelerinin kuruluşu ve faydalı etkileri



Şekil 14. Rüzgâr perdelerinde sıra ve dikim aralıkları



M. DOĞAN KANTARCI

6. Kuraklaşma Etkisini Azaltmak ve Rüzgâr Erozyonunu Önlemek İçin Fidanlık/Ağaçlandırma Yapılanması

Konya Havzasında sadece otlak alanlarında rüzgâr perdeleri tesisi için bir fidanlık ile bir orman ağaçlandırma işletmesi gereklidir. Çalışmış ormanlarda toprak derinliği yeterli olan ağaçlandırılacak alanların belirlenmesi, projelendirilmesi ve toprak işleme, dikim, bakım ve korumanın yapılması için de ağaçlandırma işletmesi daha kurulmalıdır (Tablo 4). Bu iki yeni işletme için Konya Ereğlisi ve Konya fidanlıkları kullanılabilir.

Konya Havzasında otlak alanı 670 131 ha olup, ilk aşamada bu alanın % 20'sinde rüzgâr perdesi tesisi için 134 000 ha'da çalışmak gerekmektedir. Bir hektar alanın % 30'unda rüzgâr perdesi tesisi öngörüldüğüne göre, 134 000 ha'nın 40700 ha'ında rüzgâr perdesi tesisi gerekir. Bu çalışma; kurak bir bölgede orman ağacı ve çalı türleri ile fidanlık, toprak işleme, dikim, sulama, kültür bakımı, koruma konularını içeren ve uzmanlık gerektiren hızlı bir çalışma sürecidir.

Çalışmış ormanların ağaçlandırılması ile koruyucu orman şeritleri ve alanları oluşturmak mümkündür. Tarım alanlarının ve otlakların üretime kazanılması ve korunması için bozkırın ağaçlandırılması ve rüzgâr erozyonunun, tuzlanmanın, kurutucu rüzgârların önlenmesi gerekmektedir.

Resim 1. Rüzgâr erozyonu ile kökleri açığa çıkmış Akçağaç(Karapınar atış alanı)



Resim 2. Bozkırda yaşlanan ve genişleyen ağaç tepesini toprak suyu besleyemiyor. Yaşlanan ağaçlarda tepe ve yan dal kurumaları başlıyor. Bu ağaçların kesilip, kök ve kütük sürgünü ile canlandırılması gerekiyor.



Tablo 4. Konya Havzası'nda su ve rüzgâr erozyonunu önlemek için gerekli etüd-proje, ağaçlandırma, fidanlık teşkilâtı

KONYA HAVZASI ARAZİ KULLANIMI		CORİN SINIFLARINA GÖRE			
		EROZYON YOK ha	EROZYON VAR ha	TOPLAM ha	ORAN %
1. ÇAYIR VE MER'A	OTLAK		182 954,47		
	ÇIPLAK		170 137,34		
	TOPLAM	317 039,20	353 091,81	670 131,01	12,63
2. ORMAN	ORMAN	158 090,50	20 978,30	179 068,80	3,37
	ÇALIŞMIŞ ORMAN	1 110 980,60	491 392,10	1 602 372,70	30,19
	TOPLAM	1 269 071,10	512 370,40	1 781 441,50	33,56

1. KONYA HAVZASINDAKİ OTLAK ALANI 670 131 ha 'dır.

İLK AŞAMADA OTLAK ALANININ % 20 'SİNE RÜZGÂR PERDESİ TESİS EDEBİLMEK İÇİN 134 026 ha ALANDA ÇALIŞMAK GEREKİR.

1 ha ALANIN % 30'UNDA RÜZGÂR PERDESİ ÖNGÖRÜYORUZ (100 m'lık OTLAK ŞERİDİNDE 30 m RÜZGÂR PERDESİ).

134 026 ha ALANDA 40 702 ha RÜZGÂR PERDESİ YETİŞTİRİLMESİ GEREKİYOR.

40 702 ha RÜZGÂR PERDESİ ORMANI İÇİN FİDAN YETİŞTİRİLECEK, TOPRAK İŞLEMESİ YAPILACAK, FİDANLAR DİKİLECEK, SULAMASI VE KÜLTÜR BAKIMI YAPILACAK, DEVRİĞİ, KURUSU, AYIKLANACAK, MEŞCERE BAKIMI YAPILACAK, İDARE SÜRESİ DOLAN KESİLECEK, TOMRUKLARI-ODUNLARI SATILACAK, YENİDEN DİKİMİ YAPILACAK. BU BİR ORMAN İŞLETMESİDİR.

BU İŞLERİN YAPILABİLMESİ İÇİN;

(1) EREĞLİ ORMAN FİDANLIĞI GELİŞTİRİLMELİDİR (ÖZEL SAYMANI OLMALI),

(2) FİDANLIĞA BİR TOPRAK LABORATUVARI KURULMALIDIR (LABORATUVAR BİNASI VAR),

(3) RÜZGÂR PERDELERİ TESİSİ İÇİN HER BİRİ 4 MÜHENDİS + 1 BAŞ MÜHENDİSTEN OLUŞAN İKİ AĞAÇLANDIRMA BİRİMİ KURULMALIDIR (İTA YETKİLİ),

(4) RÜZGÂR PERDESİ YETİŞTİRİLEBİLECEK ALANLARI BELİRLEMEK İÇİN 1 ETÜD/PROJE BAŞ MÜHENDİSLİĞİ KURULMALIDIR.

2. KONYA HAVZASINDA ÇALIŞTIRILMIŞ OLAN ORMAN ALANI 1 602 372,70 ha'dır. BU ALANIN % 50 'Sİ AĞAÇLANDIRILABİLİR. BU TAKDİRDE 800 000 ha ALANDA ÇALIŞMAK GEREKİR.

BU İŞLERİN YAPILABİLMESİ İÇİN;

(1) KONYA ORMAN FİDANLIĞI VE BAĞLI FİDANLIKLAR GELİŞTİRİLMELİ (ÖZEL SAYMANI OLMALI),

(2) AĞAÇLANDIRMALAR İÇİN YETERLİ SAYIDA BAŞMÜHENDİSLİK KURULMALI (İTA YETKİLİ),

(3) EDÜT VE PROJELENDİRMELER İÇİN AYRICA YETERLİ BAŞMÜHENDİSLİK KURULMALIDIR (İTA YETKİLİ).

M.DOĞAN KANTARCI

7. Sonuç

Çalışma kapsamında, Konya Havzası arazi kullanımı verileri ile bu verilerin zaman içinde göstermiş olduğu değişim incelenerek değerlendirilme yapılmıştır. Elde edilen bulgular ile rüzgâr perdeleri konusunda önceden yapılan çalışmalar da değerlendirilerek, iklim değişimi sürecinde yapılması gereken ağaçlandırma ve rüzgâr perdelerinin tesisi için öneriler hazırlanmıştır.

Sonuç olarak;

- (1) İklim değişikliği İç Anadolu bozkırında bir ısınma/kuraklaşma süreci olarak etkilidir.
- (2) Deniz etkisine kapalı olan havzada rüzgârlar kuru olup, kurutucu etki yapmaktadırlar.
- (3) Kuru rüzgârlar toprak yüzeyindeki nemi buharlaştırdıkları için tuzlanmaya sebep olmaktadır. Sulu tarım alanlarında tuzlanma daha hızlı ve belirgindir.
- (4) Bitki örtüsü seyrelmiş ve kurumuş olan otlaklarda ve tarım alanlarında rüzgârlar toprağın ince bölümünü taşımakta, artakalan kum ise "Kara kumullarını" oluşturmaktadır.
- (5) Tarım alanlarında sulama ile fazla ürün alınabilmektedir. Ancak aşırı yeraltı suyu kullanımı bir yandan tuzlanmaya, öte yandan da obruklaşmaya sebep olmaktadır. Tarımda sulama yöntemini değiştirilmesi ve daha az su ile yetişen türlerin yetiştirilmesi gerekmektedir.
- (6) Hayvancılıktaki gerileme çalılışmış ve otlak sayılmış olan orman alanlarındaki ağaç ve çalı türlerinin yapraklanmasını sağlamıştır. Bu gelişme Corin Yöntemi ile yapılan arazi sınıflamasında ortaya konulmuştur.
- (7) Rüzgârın kurutucu ve taşıyıcı etkilerinin, tuzlanmanın önlenmesi, azaltılması için çalılışmış orman alanlarının ağaçlandırılması, otlaklarda rüzgâr perdelerinin tesisi ve tarım alanlarında koruyucu ağaç sıralarının yetiştirilmesi gerekmektedir. Bölgede bu konularda başarılı örnek çalışmalar da vardır.

KAYNAKLAR

- Afforestation of Altınapa Dam the Relationship between Development of Trees and Climate and Soil qualifications in Black Pine and Cedar Sample Areas.* Building Forest Landscapes Resilient to Global Changes in Drylands-Field Trip Notes (23-36)-FAO Toplantısı 28-31.6.2012- Konya/Türkiye. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü.
- Anılan, T., Yüksek, Ö., 2022, Konya İli Bölgesel Maksimum Rüzgâr Hızı Frekans Analizi, DSİ Teknik Bülteni Sayı: 139, ISSN: 1012 - 0726 (Baskı) ISSN: 1308 - 2477 (Online)
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 1974, Ortalama ve ekstrem kıymetler meteoroloji bülteni T.B.nu.448. Başbakanlık Basımevi – Ankara
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2008,Ortalama sıcaklık ve yağış verileri (CD)
- Eriç, S. 1963; İç Anadolu'da Karapınar çevresindeki kum reliefi hakkında. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi C. 7, Sayı 13 (113-129)-Baha Matbaası/İstanbul.
- Geological and Geomorphological structure of Central Anatolia and its Climate Conditions and Solutions for Water and Wind Erosion.* Building Forest Landscapes Resilient to Global Changes in Drylands-Field Trip Notes (6-20)-FAO Toplantısı 28-31.6.2012- Konya/Türkiye. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü.
- Grini, A., G. Myhre, C.S. Zender, J.K. Sundet, I.S.A. Isaksen, 2003, Model simulations of dust source and transport in the global troposphere: Effects of soil erodibility and wind speed variability. Institute Report Ser., 124. Dep. of Geosciences, Univ. of Oslo.
- Hagen, L.J., S. Van Pelt, , B. Sharratt, 2010. Estimating the saltation and suspension components from field wind erosion. Aeolian Research, 1, 147-153.
- İnce, K., Şahin, S., & Erpul, G. (2018). Yenilenmiş rüzgâr erozyonu eşitliği iklim faktörünün ulusal ölçekte belirlenmesi. Toprak Su Dergisi, 7(2), 12-20. <https://doi.org/10.21657/topraksu.460715>.
- Jaenicke, R., 1979. Monitoring and critical review of the estimated source strength of mineral dust from the sahara. Ed: Christer Morales, Saharan Dust. Mobilization, Transport, Deposition, John Wiley&Sons, New York, 233-242.
- Kantarci, M.D. ; Ergene, Y.; Çakıroğlu, İ. E.; Kaçar, B. 2010, *Derbent-Altınapa Barajı Havzası Bozdağ Karapınar ağaçlandırmalarında karaçam ile sedirin büyüme ilişkileri. (Growth Relationships of Pinus Nigra and Cedrus Libani for Afforestations of Derbent-*

- Altınapa dam basin - Boz Mountain and Karapınar Region.*) Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu 17-18.6.2010-Çorum. Bildiriler kitabı (318-331). Çevre ve Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü -Ankara.
- Kantarci, M.D. 2008, *Türkiye’de Çalılaştırılmış Ormanlar Sorununa (Maki, Frigana, Garig, Fundalıklar, Meşe çalılıkları vd.) Ekoloji Açısından Bakış.*Türkiye Ormancılar Derneği Yayını - Eğitim Dizisi 5 (V+47) ISBN : 978-9944-0048-1-7 Dönmez Ofset – Ankara
- Kantarci, M.D. 2009; *Isınma ve kuraklaşma sürecinde İç Anadolu’da iklim değişikliği ve ormanların, ağaçlandırmaların, rüzgâr perdelerinin önemi. (Climate Change in the Central Anatolia Region During the Warming and Drought Period and the Significance of Forests, Forestation activities, and Windbreaks.)* I. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu 16-18 Haziran 2009 (155-162)-Konya
- Kantarci, M.D. 2010, İç Anadolu’da ortalama sıcaklık ve yağış değerlerindeki dönemsel değişimlerin ekolojik değerlendirmesi. *An Ecological Assesment of Periodical Variation between Average Temprature and Precipitation for Central Anatolia Region.* Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu 17-18.6.2010-Çorum. Bildiriler kitabı (26-35). Çevre ve Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü -Ankara.
- Kantarci, M.D. 2010, *İç Anadolu’da tarım ve otlak alanlarının korunmasında rüzgâr perdelerinin önemi, kullanılabilecek ağaç ve çalı türleri ile uygulanabilecek yöntemler. (Importance of Windbreaks Protection of Pasture and Agricultural Lands in Central Anatolia and used methods and applications of trees and shrubs species).* Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu 17-18.6.2010-Çorum. Bildiriler kitabı (303-309). Çevre ve Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü -Ankara.
- Kantarci, M.D. 2010, İç Anadolu’da-Konya Havzasında arazi kullanımı sınıflandırmalarının karşılaştırılması ve yükselti / iklim kuşaklarına göre orman / otlak / tarım alanları ilişkisi üzerine bir değerlendirme. *A comparison of land use classification for Central Anatolia - in Konya Basin andan evaluation of relationships for forest /pasture/ agricultural lands by altitude/ climatic zones.* Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu 17-18.6.2010-Çorum. Bildiriler kitabı (14-19). Çevre ve Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü -Ankara.
- Kantarci, M.D. 2012-1, *İç Anadolu’nun jeolojik-jeomorfolojik yapısı ve iklim özellikleri ile su ve rüzgâr erozyonunu önlemek için çareler.* Kurak Alanlarda Küresel Değişimlere Karşı Orman Ekosistemlerinin Oluşturulması için FAO Toplantısı 28-31.6.2012 – Konya/Türkiye. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü – Arazi Gezisi Bilgi Notları (8-23).
- Kantarci, M.D. 2012-2, *Altınapa Barajı ağaçlandırması karaçam ve sedir örnek alanlarında ağaçların gelişimi ile iklim ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler.* Kurak Alanlarda Küresel Değişimlere Karşı Orman Ekosistemlerinin Oluşturulması için FAO Toplantısı 28-31.6.2012 – Konya/Türkiye. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü -Arazi Gezisi Bilgi Notları (23-36).
- Kantarci, M.D. 2012-3, *Karapınar kumul önleme/araştırma alanı karaçam-sedir ağaçlandırmalarında ağaçların boy / çap gelişimi ile iklim ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler.* Kurak Alanlarda Küresel Değişimlere Karşı Orman Ekosistemlerinin Oluşturulması için FAO Toplantısı 28-31.6.2012 – Konya/Türkiye. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü-Arazi Gezisi Bilgi Notları (48-61).
- Kantarci, M.D.-Özel, H.B.-Ertek, M.-Kırdar, E. 2011; Konya-Karapınar kara kumulu ağaçlandırmalarında kullanılan altı ağaç türünün bozkır yetişme ortamına uyumu konusunda bir değerlendirme. *An Assesment on the Adaptation of 6 Tree Species to Steppe Habitat During Konya-Karapınar Sand-Dune Afforestations* Bartın Orman Fakültesi Dergisi 2011, Cilt: 13, Sayı: 19,107-127 ISSN:1302-0943 EISSN:1308-5875
- Karaoğlu, M., 2018, Iğdır-Aralık'ta Rüzgar Erozyonu Çalışmaları. Journal of Agriculture, 1(2), 25-38.
- Karapınar Prevention of Dune / Survey Field the Relationship between Development of Trees Height/Diameter and Soil Qualifications in Black Pine-CedarAfforestation.* Field Trip Notes (48-61)-FAO Toplantısı 28-31.6.2012- Konya/Türkiye. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü.
- MTA 1962, Türkiye Jeoloji Haritası Adana Paftası (1/500 000). Derleyen: Zati Ternek. Harita Genel Müdürlüğü Matbaası-1962-Ankara
- Skidmore, E.L., 1988. Wind erosion, Soil Erosion Research Methods. Ed: R.Lal, U.S.A, 203-227.
- Stallings, J., Çelebi, 1972, H. Rüzgar Erozyonu, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(1), 225-233.
- Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı 2002, Corine Projesi-İç Anadolu Toprakları ve Arazi Kullanımı Haritası.
- Toprak Su Genel Müdürlüğü 1978, Konya Kapalı Havzası Toprakları. Toprak Su Genel Müdürlüğü yay. Nu 288. Toprak Etüdleri ve Haritalama Dairesi Fen Heyet Müdürlüğü Raporlar Serisi 72 (Havza nu.16)-Ankara

EXTENDED SUMMARY

Central Anatolia occupies the area between the two zones of the folded mountains, extending north and south, and has no contact with the sea. The Central Anatolia Region receives very low precipitation, an average of 300-350 mm of precipitation annually, and is dominated by the typical "steppe climate", with hot and dry summers and cold and dry winters. Forest degradation has become widespread with the increasing population density in Central Anatolia, which has been a dense area since the Hittites throughout history. Forests in arid regions have been cut down, and overgrazing in grasslands and forests has led to the degradation of the vegetation to the extent of destruction. Due to the dry winds present in the region, the vegetation has been destroyed and the thin part of the unprotected soil (clay and dust) has been transported. The remaining sand, along with agricultural, grassland, and forest areas, have been gradually covered with land dunes. Successful examples of afforestation include "dune prevention works" initiated in Karapınar against land dunes in 1962 and "windbreaks" grown in two State Production Farms. These afforestation works have set an example for the establishment of protective forests in some village areas. In addition to the works conducted on low land, successful afforestation has been practiced in mountainous land. Therefore, the precipitation falling in the mountainous land is ensured to seep through the soil.

However, global climate change shows itself as a "warming/drying" process in Central Anatolia. A significant increase in average temperature is observed. Total annual precipitation remains insufficient due to already low precipitation and lack of significant increase in precipitation levels. Increasing drought and drier winds require the establishment of windbreaks on low grasslands in the Central Anatolia Region, the rapid afforestation of degraded forest areas that have been transformed into sparse shrubs, and the installation of protective tree and shrub belts in agricultural areas.


Central Anatolia is a very important region in terms of agriculture and animal husbandry. However, the increasing warming and drying effect in the process of "Global Climate Change" has required more water use in agricultural areas. With the effect of dry and drying winds, irrigation water evaporates rapidly and causes salinization of soils. Sinkholes are formed with the increasing use of groundwater. On the other hand, the soil surface has been opened with overgrazing in pastures, the fine part has been carried away by wind erosion, and land dunes have formed and developed. In order to prevent all these negative developments, it is necessary to grow windbreaks and protective tree + shrub rows. In addition, tree and shrub species in forest areas that were destroyed due to the decline in animal husbandry have also given shoots. These areas, which were previously thought to be pastures, turned out to be old forests. These forest areas also need to be afforested. In order to carry out these afforestation works, nurseries should be developed, afforestation groups should be established and an afforestation mobilization should be initiated. The effects of drying winds should be prevented in order to save Central Anatolian agricultural and pasture areas from drought and salinization.


Konya Basin land use data and the change of these data over time were analyzed as research material. Central Anatolia and especially Konya, Karapınar, Konya Ereğli average temperature, total precipitation, air humidity rates, wind directions and open water surface evaporation amounts were evaluated as climate data. The findings obtained were taken into consideration with the previous researches on windbreaks in the region and recommendations were made for afforestation and windbreaks that should be done in the process of climate change.

As a result of the study, when an evaluation is made, it is seen that climate change causes a warming / drying process in the Central Anatolian steppe. In the basin, which is closed to sea influence, the winds are dry and have a drying effect. Dry winds cause salinization as they evaporate moisture from the soil surface. Salinization is faster and more pronounced in irrigated agricultural areas. In pastures and agricultural areas where the vegetation is thinned and dried up, winds carry the fine part of the soil and the remaining sand forms "land dunes". In agricultural areas, more crops can be obtained with irrigation. It is necessary to change the irrigation method in agriculture and to cultivate species that grow with less water. In order to prevent and reduce the drying and carrying effects of the wind and salinization, it is necessary to afforest the bushy forest areas, to establish wind curtains in pastures and to grow protective tree rows in agricultural areas. There are successful case studies on these issues in the region.

Research Article



Submission Date
07 / 02 / 2023
Admission Date
23 / 03 / 2023




How to Cite:

Yaya Yolu Ana Akslarının Belirlenmesinde Ulaşım Talebi Odaklı Çevresel Yaklaşım

A Transportation Demand-Focused Environmental Approach On Determining The Main Axes Of Pedestrian Paths

Esmâ Akbaş¹ 
Görkem Gülhan² 

Akbaş, E. & Gulhan, G. (2023). Yaya Yolu Ana Akslarının Belirlenmesinde Ulaşım Talebi Odaklı Bir Yaklaşım. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 5 (1), 49-67. <https://doi.org/10.53472/jenas.1248635>

ABSTRACT:

Pedestrian route planning is generally handled in areas where current pedestrian movements are concentrated. In addition, it is considered within the scope of accessing facilities with high land use attractiveness. Planning the main axes means actually planning the basic spine in the emergence of the pedestrian network. While determining the main axes, focusing on the elements with land use attractiveness or only the center with dense urban activity may not always give the right result. Instead, it may be preferable to prioritize urban transportation zonal demands. Thus, transitions from other modes of transport to pedestrian type may be encouraged more. To propose pedestrian axes in line with home-work and home-school demands or to reinforce them with social/physical infrastructure that may be preferred over other transportation modes will definitely encourage transitions between transportation modes. The policy of encouraging transitions from other modes by increasing the features such as comfort-aesthetics-functionality in the proposed routes should be adopted. In this study, it is aimed to generate the main pedestrian routes that will increase the transition to pedestrian mode. In this direction, a new approach has been generated in which the routes are determined by using the transportation master plan data. First, axes and zones with high urban access demand were identified. Walkable distances and transportation habits were evaluated. An approach has been developed that encourages pedestrian-mode.

KEYWORDS: *Pedestrian Path, Pedestrian Corridor, Pedestrian Axe, Denizli City Center.*

Öz:

Yaya yolu planlaması genellikle mevcut yaya hareketlerinin yoğunlaştığı bölgelerde ele alınmakta ya da arazi kullanım çekiciliği yüksek olan tesislere erişebilmek kapsamında ele alınmaktadır. Ana akslarının belirlenmesi, yaya ağının ortaya çıkmasında temel omurganın belirlenmesi anlamına gelmektedir. Ana akslar belirlenirken, arazi kullanım çekiciliği olan unsurlara veya sadece yoğun kentsel hareket içeren merkeze odaklanmak her zaman doğru sonuç vermeyebilir. Bunun yerine, kentsel ulaşım alışkanlıklarının/taleplerinin ön plana konulması tercih edilebilir. Böylece diğer ulaşım türlerinden yaya türüne geçişler daha fazla teşvik edilebilir. Yaya akslarının, ev-iş ve ev-okul talepleri doğrultusunda belirlenmesi veya başka ulaşım türleri yerine tercih edilebilecek kadar sosyal/fiziki altyapı olanakları ile donatılması/güçlendirilmesi, ulaşım türleri arasındaki geçişleri teşvik edecektir. Belirlenen rotalardaki konfor-estetik-işlevsellik gibi özelliklerinin artırılarak başka türlerden geçişlerin teşvik edilmesi politikası benimsenmelidir. Bu çalışmada, yaya türüne geçişlerin artırılmasını sağlayacak ana yaya rotalarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda ulaşım ana planı verilerinin kullanılarak rotaların belirlendiği yeni bir yaklaşım üretilmiştir. Öncelikle, kentsel erişim talebinin yüksek olduğu akslar ve mahalleler tespit edilmiştir. Yürünebilir mesafe ve ulaşım alışkanlıkları değerlendirilmiştir. Ana yaya aksları, yönler ve rotalarının belirlenmesi için türler arası geçişleri teşvik eden bir yaklaşım/model geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Yaya Yolları, Yaya Rotaları, Yaya Aksları, Denizli Kent Merkezi.*

¹ Denizli, m.esmaakbas@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5220-0245

² **Corresponding Author:** Pamukkale Üniversitesi, Denizli, ggulhan@pau.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2715-0984

GİRİŞ:

Yaya yolu ağ planlamasında, literatürde pek çok farklı planlama yaklaşımının bulunduğu bilinmektedir. Planlama sürecinde, önceliklerin neler olacağı ve nasıl bir model kurulacağıyla ilgili olarak literatürde kesin kurallar olmamakla birlikte genel olarak dikkate alınan parametreler benzerdir (Victoria Transport Policy Institute, 2009). Yaya yolları ağ planlaması genelde motorsuz ulaşım ekseninde bir şebeke planlama problemi olarak ele alınmaktadır (Tal ve Handy, 2012). Yaya yollarının, kentsel donatıları birbirine bağladığı, kent içerisindeki merkez bölgelerde yoğunlaştığı, turizm ve ticareti teşvik edici şekilde ele alındığı, toplu taşıma odaklı ve nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu yerlerde bölgeleri birbirine bağlayan koridorlar olarak planlandığı uygulamalar ve yaklaşımlar bulunmaktadır.

Günümüzde pek çok ülkede yaya ve sokak iyileştirmesine dönük proje ve yaklaşımlar geliştirilerek yaya ve bisiklet kullanımının yaygınlaştırılması sağlanmaya çalışılmaktadır (Hydén, 1999; Dilip, 2009; Mitchell, 2015; McDonald 2020). Perotte (2018), yaşam kalitesi, sera gazı emisyonlarının azaltılması, obezite salgını gibi aktif ulaşımın kronik hastalıklara yönelik faydaları incelemiştir. Aktif ulaşım türünün kaynakların korunması bakımından önemini vurgulayarak yürüyen insan sayısının artmasını hedeflemiştir. Dünyada yaya ulaşımı artık aktif ulaşım kapsamında, insan sağlığının korunması doğrultusunda, insan fiziksel gücüne dayanan ulaşım türlerinin bütüncül planlanması ile ele alınmaktadır (Saunders ve diğ., 2013; Larco ve diğ., 2012). Yaya yollarının planlamasında günümüzde sıklıkla dikkate alınan diğer bir kavram ise Toplu Taşıma Odaklı Gelişim- Transit Oriented Development (TOD) olarak nitelendirilebilir (Gaputra ve diğ., 2020). TOD, toplu taşımanın niteliğini maksimize etmeye, kamusal alanda erişilebilirliği arttırmaya, kentlilere toplu ulaşımında alternatifler sunmaya, özellikle kentsel tasarım ölçeğinde aktif ulaşım tabanlı modeller kurgulanması için çalışan yenilikçi bir yaklaşımdır (Aydemir ve diğ., 2018). Literatürde pek çok planlama aracı anılan stratejiler doğrultusunda yaya yollarının planlanması için kullanılmaktadır. Yaya yolları planlamasında pekiştirmeli öğrenme ve analitik hiyerarşi süreçleri sıklıkla kullanılmakta olan diğer yöntemlerdir (Sayyadi ve Awasthi, 2013; Kim ve Pineau, 2015; Trinh ve diğ., 2019; Azlan ve Naharudin, 2020; Adinarayana ve Mir, 2021). GIS tabanlı araçlar ise yaya yolları planlamasında verilerin bütüncül değerlendirilmesi kapsamında çalışılmaktadır (Aultman ve diğ., 1997; Terh ve Cao, 2018; Zazzi ve diğ., 2018). Yaya yolları planlamasında GPS izleri, Space Syntax analizi ve gerçek zamanlı Wi-fi/Bluetooth verileri ekseninde ağ planlama çalışmaları da gelişen alt alanlardır (Kasemsuppakorn&Karimi, 2013; Jabbari ve diğ., 2018; Lesani&Miranda-Moreno, 2018). Aynı zamanda ulaşım planları kapsamında da ele alınan yaya yolları genellikle eylem planları ile detaylandırılarak bu aşamalarda detayda ve daha alt ölçeklerde ele alınmaktadır (Lerman ve diğ., 2014; Chin ve Menon, 2015; Berg ve Newmark, 2020).

Yayaların rota seçim özelliğini ele alan pek çok yaklaşım bulunmaktadır. Özellikle faydanın maksimize edildiği yaya davranış teorileri gelişmektedir. Hoogendoorn ve Bovy (2004), rota seçimi, aktivite alanı seçimi ve aktivite programlama, farklı trafik koşulları ve belirsizlik seviyeleri için optimizasyonlar üretmişlerdir. Lillasathapornkit ve diğ. (2022) kentsel alanlardaki yaya trafiğinin tahmininin genellikle büyük ölçekli yaya yolu ağlarında ölçeklenebilirlik sorunlarından muzdarip olan yoğun hesaplamalı mikroskobik modellerle gerçekleştirildiğini söyleyerek; iki yönlü akışlarda temel mikroskobik özellikleri dikkate alan yaya ağları için yeni bir trafik atama problemi sunmuştur. Kent merkezi çevresinde günlük ulaşım hareketlerini özel araçlarıyla yapan ya da toplu taşıma sistemlerinden faydalanarak yapan kentlilerin Ev-iş ve Ev-okul yolculuklarını yürüterek yapmamalarında önemli bir etken arz eşitsizliğidir (Moore, 2017). Kent mobilyaları ile estetik biçimde donatılmış, ticari ve sosyal canlılığa sahip, her açıdan güvenli, yeşil süreklilik içeren ve nitelikli yol üst yapısı ile tasarlanmış yaya yolları, insanların iş ve okul yolculukları güzergahlarında tesis edilirse pek çok kentlinin mevcut ulaşım alışkanlığını değiştirerek yaya ulaşımını tercih etmesini sağlayabilir. Bu durum trafik açısından olumlu etkiler yaratacak olup türler arasındaki geçişin büyüklüğü oranında trafik hacimlerinde azalmalar yaratacaktır. Dolayısı ile yaya omurgaları kentsel ulaşım talebinin merkeze doğru en yüksek olduğu zonlar arasında planlanmalıdır.

Literatürde yaya talebini ele alan yaklaşımlar sıklıkla çalışılmıştır. Yaya talebinin modellenmesinde Desyllas ve diğ. (2003) regresyon analizlerini kullanmışlardır. Dhanani ve diğ. (2017) yapı çevre talebinden yaya talebini oluşturmak üzerine çalışmışlardır. Clifton ve diğ. (2015) varış bölgelerine göre yaya talebinin tahmin edildiği bir model geliştirmişlerdir. Bu tarz yaklaşımlar genelde yaya talebinin hesaplandığı ve atama ile tespit edildiği çalışmalardır. Literatürde yaya talebinin hesaplanmadığı durumlarda yaya yolları analitik yaklaşımlar yerine sezgisel ve analitik olmayan yaklaşımlarla belirlenmektedir. Anılan pozisyonlarda kullanılabilecek analitik bir yaklaşıma ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada, Denizli'de erişim talebinin yüksek seviyede olduğu mahalleler ve akslar belirlenmiştir. Yürünebilir mesafeler gözetilerek ana yaya omurgalarının planlanması için yeni bir strateji üretilmesi hedeflenmiştir. Üretilen taslak rotalardaki arazi kullanım çekiciliğinin artırılması için önerilerde bulunularak türler arası geçiş teşvik edilmiştir. Analizler mevcut durum ve 2030 projeksiyon yılları için Denizli Ulaşım Ana Planı (2010) verileri kapsamında kurgulanmıştır. İki farklı rotada toplam altı adet alt-alternatif rota belirlenmiştir. Bu rotalarda kapsamlı değerlendirmeler yapılmış olup yaya erişimi açısından geliştirme seçenekleri üretilmiştir. Yaya Literatürde pek çok benzer çalışma bulunmakla birlikte, doğrudan arzu hatlarını öncelikli olarak dikkate alıp buna bağlı taleplere göre rota oluşturan ve bu rotaların arazi kullanım çekiciliği açısından teşvik edilmesiyle türler arası geçişin teşvik edildiği bir yaklaşım bulunmamaktadır. Bu noktada kentsel ulaşım talebini dikkate alan pek çok optimizasyon çalışmasının, omurga rotaları trafik ataması ile, en kısa yol algoritmaları ve benzer sayısal yöntemler ile planladığı ama devamla talep ve türler arası geçişi

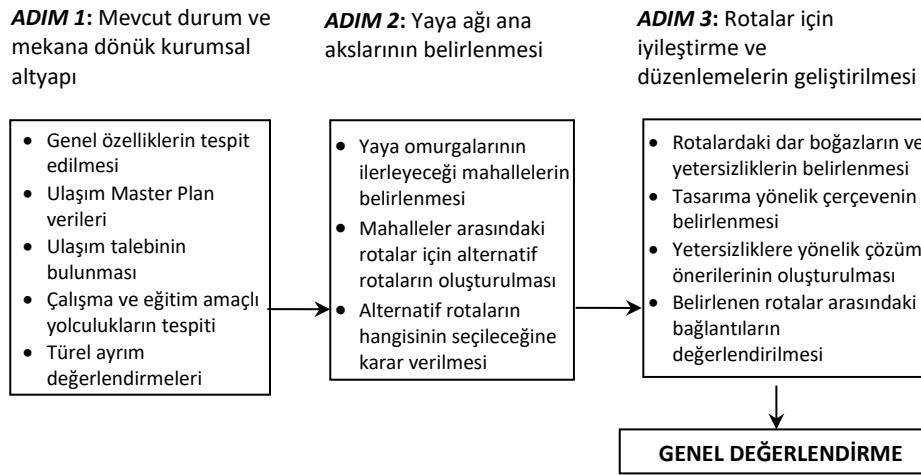
desteklemeye yönelik modellerin/çalışmaların olmadığı/kısıtlı olduğu anlaşılmaktadır. Çalışmanın bu yönü ile gerçekçi bir yaklaşıma sahip olduğu ve kentlerdeki yaya hareketliliğinin türel ayırım oranlarını yükseltici bir yapıya sahip olduğu değerlendirilmektedir.

1. Yöntem ve Çalışma Alanı

Bu çalışmada, kentlilerin ev-iş ve ev-okul yolculukları kapsamında kullanımlarının yoğunlaştığı mahallelerin, ana yaya aksı/omurgasının belirlenmesinde yürüme mesafeleri gözetilerek ana parametre olarak kullanılmasını sağlayan bir yaklaşım oluşturulmuştur. Çalışmanın kapsamı, yaya omurgalarının/akslarının, Denizli Merkez'de, anılan yaklaşım ile ulaşım ana planı verileri ile planlanmasıdır. Veri seti ise öncelikli olarak Denizli Ulaşım Ana Planı ve bu plan kapsamında belirlenen ev-iş yolculukları ile ev-okul yolculukları değerlerine dayanılarak oluşturulmuştur.

1.1. Yöntem

Çalışmada kurgulanan yaklaşım, veri toplama, rotaların üretilmesi ve rotalarda geliştirilecek önerilerin oluşturulması kapsamında üç adımlı bir akıştıdır. Şekil 1'de modelin akış şeması sunulmuştur.



Şekil 1: Akış Şeması

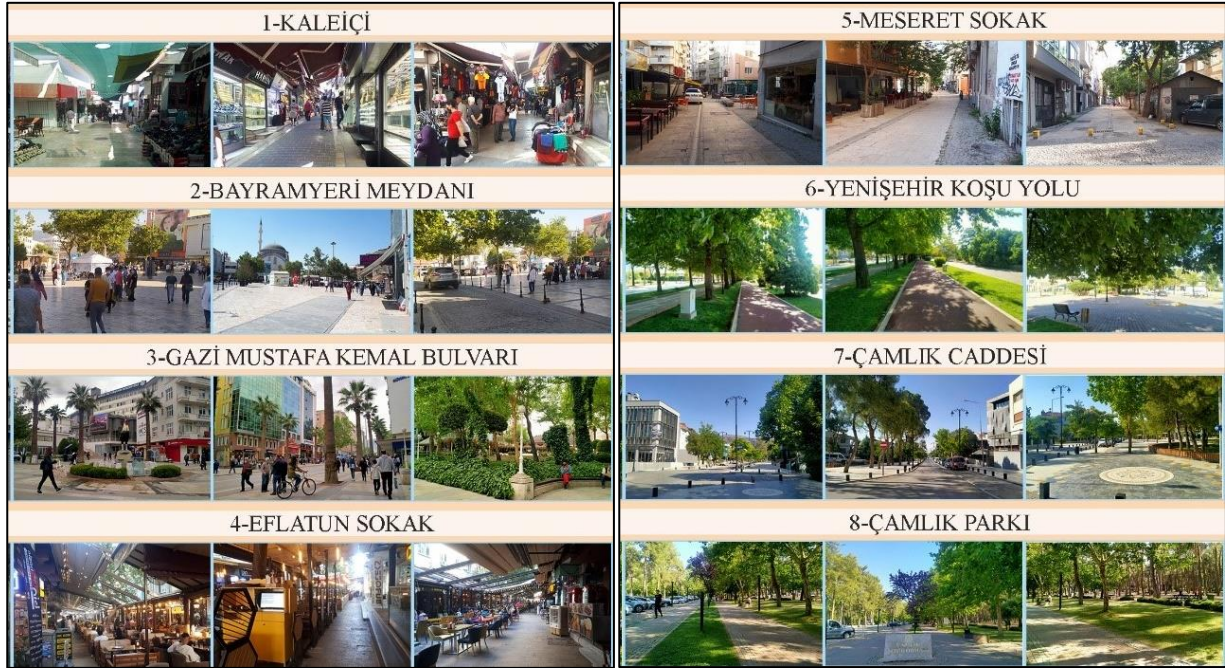
ADIM 1 – Veri toplama aşaması kapsamında, sosyo-ekonomik, fiziki ve mekânsal verilerin toplanılmasına odaklanılmıştır. Bu kapsamda Ulaşım Ana Planı verileri irdelenerek ulaşım talep ve türleri ile alışkanlıkları araştırılmıştır. Özellikle yürüme menzili dikkate alınarak yaya türü dışındaki türlerden yaya türüne geçiş potansiyeli taşıyan Ev-iş ve Ev-eğitim türü yolculuklarına odaklanılmıştır. **ADIM 2** – Merkez bölgede yer alan zonlardan yüksek oranda seyahat üreten ve çeken zonlar hem mevcut durum için hem de gelecek öngörüsü kapsamında tespit edilmiştir. Ticaret ve eğitim odaklı yolculukların yoğun olduğu zonlarda merkez ile olan etkileşim dikkate alınmıştır. Bu kapsamda yürüme menzili dikkate alınarak yaya omurgalarının anılan bölgelerden geçeceği ön görülmüştür. Bu doğrultuda taslak olarak yaya/ulaşım omurgaları alternatifleri belirlenmiştir. Belirlenen taslak güzergahlar, etrafındaki kentsel donatılar, arazi kullanım çekiciliğine sahip noktalar, ticaret olanakları, konfor ve benzeri özellikler değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda farklı alternatif güzergahlar üretilmiştir. **ADIM 3** – Üretilen güzergah alternatiflerinin hangilerinin yaya türünü tercih etmede daha verimli olacağı linkler özelinde değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda belirlenen güzergahlarda türler arası geçişi teşvik etmek amacı ile noktasal iyileştirmeler önerilmiştir.

1.2. Çalışma Alanı

Denizli 19 ilçeden oluşan, coğrafi konum olarak Ege Bölgesi'nde bulunan, 2019 il nüfusu 1.037.208 (TÜİK, 2019) olan, geçiş iklimine sahip, tekstil ve mermer sanayisi olan, tarım ve turizm sektörlerinde ön plana çıkan bir ildir. Özellikle tarihi kent merkezi olan Kaleiçi ve Bayramyeri bölgeleri günümüzde de kent merkezi özelliğini devam ettirmektedir. Günümüze kadar pek çok parçalı kentsel tasarım projesine ve ulaşım projelerine ev sahipliği yapmıştır (Gulhan ve Ceylan, 2016). Denizli, Antalya, Ankara ve İzmir yollarının oluşturduğu büyük bir bölgesel kavşağa sahip olup aynı zamanda demir yolu ulaşımına da sahiptir.

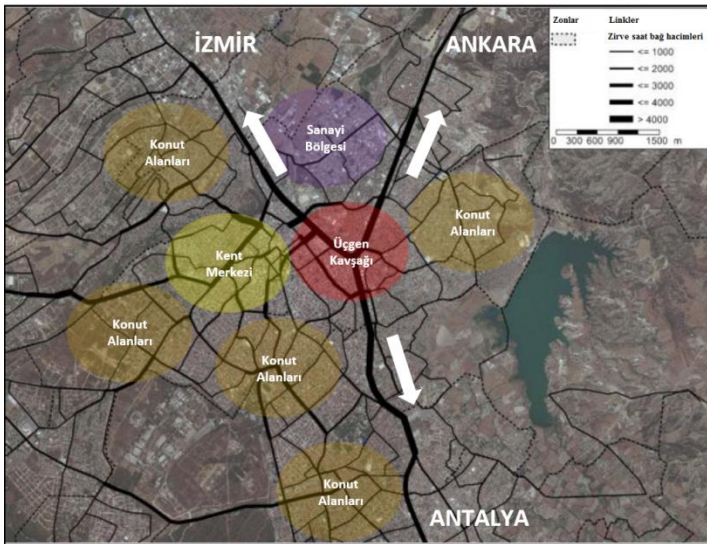
Denizli'nin hava koşulları yaya ulaşımına dört mevsim de çoğunlukla elverişlidir. Denizli mekânsal ve sosyo-ekonomik özelliklerinden dolayı yaya yollarının kullanılma potansiyeli yüksek bir kenttir. Hava durumunun ılıman olması ve halkın yürüme eğilimli olması etkin bir yaya planlamasının olumlu sonuçlar verme ihtimalini arttırmaktadır. Denizli'deki yaya akslarının sürekliliği ve konforu nitel ve nicel açılardan geliştirilirse kentlilerin yaya yollarını daha fazla kullanacakları öngörülmektedir. Denizli'de yaya yollarının entegre

planlanmaması ya da sadece parçacıl müdahalelerin olması, sistemin/ağın gelişmesinde önemli bir engeldir. Bu yaklaşım planlı büyümeyi engelleyen ve kentlilerin yaya türüne geçişlerini yeteri kadar teşvik etmeyen bir yapıya sahiptir. Şekil 2’de Denizli’deki parçacıl yayalaştırma uygulamalarından örnekler verilmiştir.



Şekil 2: Denizli Merkez İlçe Yaya Mekanlarının Görselleri

Denizli kenti, şehirlerarası hız yolu niteliğindeki karayolunun üç parçaya böldüğü, kuzeybatısında İzmir yolu, kuzeydoğusunda Afyon-Ankara yolu ve güneyinde Antalya yolu ile önemli yapay eşiklere sahip bir kenttir. Kent merkezi olarak tanımlanan bölge anılan üç güzergahın kesişmesi ile oluşan yüksek ölçekli şehirler arası bir kavşak olan Üçgen Kavşağı ile yan yanadır. Merkezi iş alanı özelliği gösteren kent merkezi dışındaki bölgeler ağırlıklı olarak konut alanları ile donatılmıştır. Denizli merkez zirve saat bağ hacimleri ve bölgesel konumlar ile ulaşım özellikleri Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3: Zirve Saat Bağ Hacimleri ve Bölgesel Tanımlama

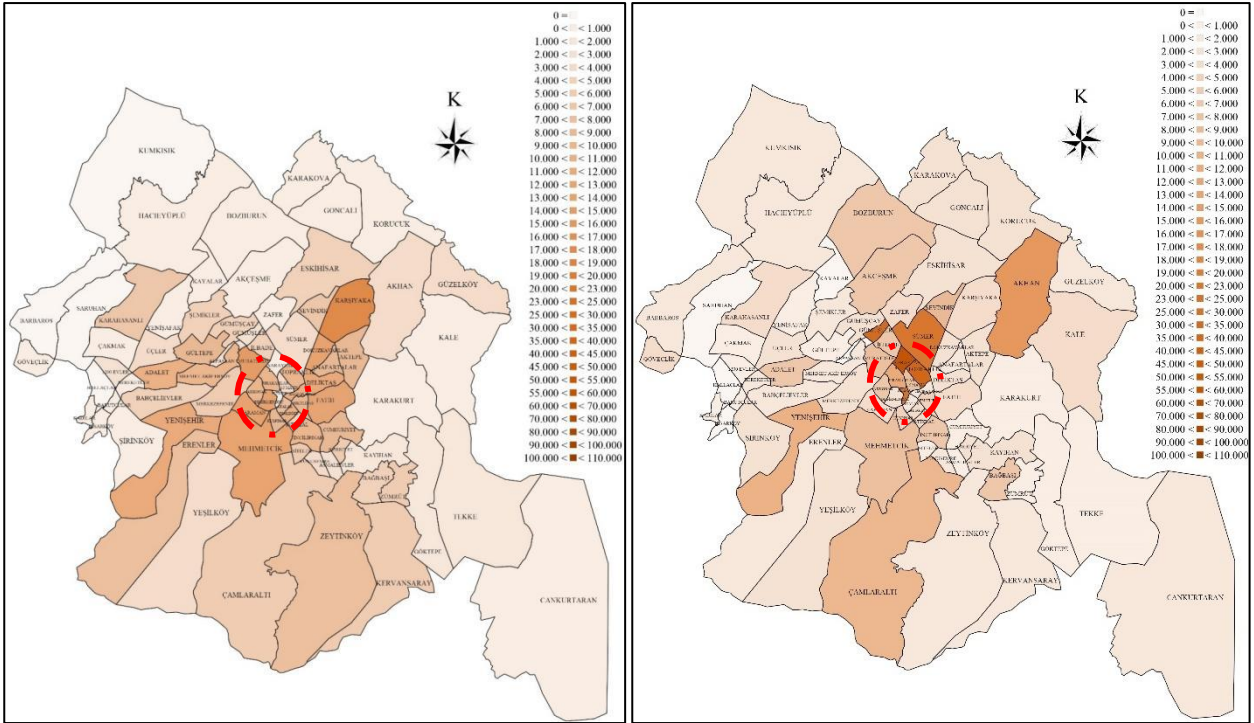
Kaynak: Denizli Ulaşım Ana Planı, 2010

2. Analiz

Güzergahların keskinleştirilmesi ve yaya ağı omurgalarının belirlenmesinde zonlar arasındaki yolculuk üretimlerinin ve çekimlerinin değerlendirildiği üç aşamalı bir analiz yapılmıştır. Öncelikle merkezde yürünebilir menzilde yolculuk talebi yüksek mahalleler tespit edilmiştir. Daha sonra anılan mahalleler arasındaki yaya yolu güzergahlarına karar verilmiştir. Son bölümde ise link bazında değerlendirmelerle noktasal iyileştirmeler yapılmıştır.

2.1. Yaya Yolu Ağının Belirlenmesi

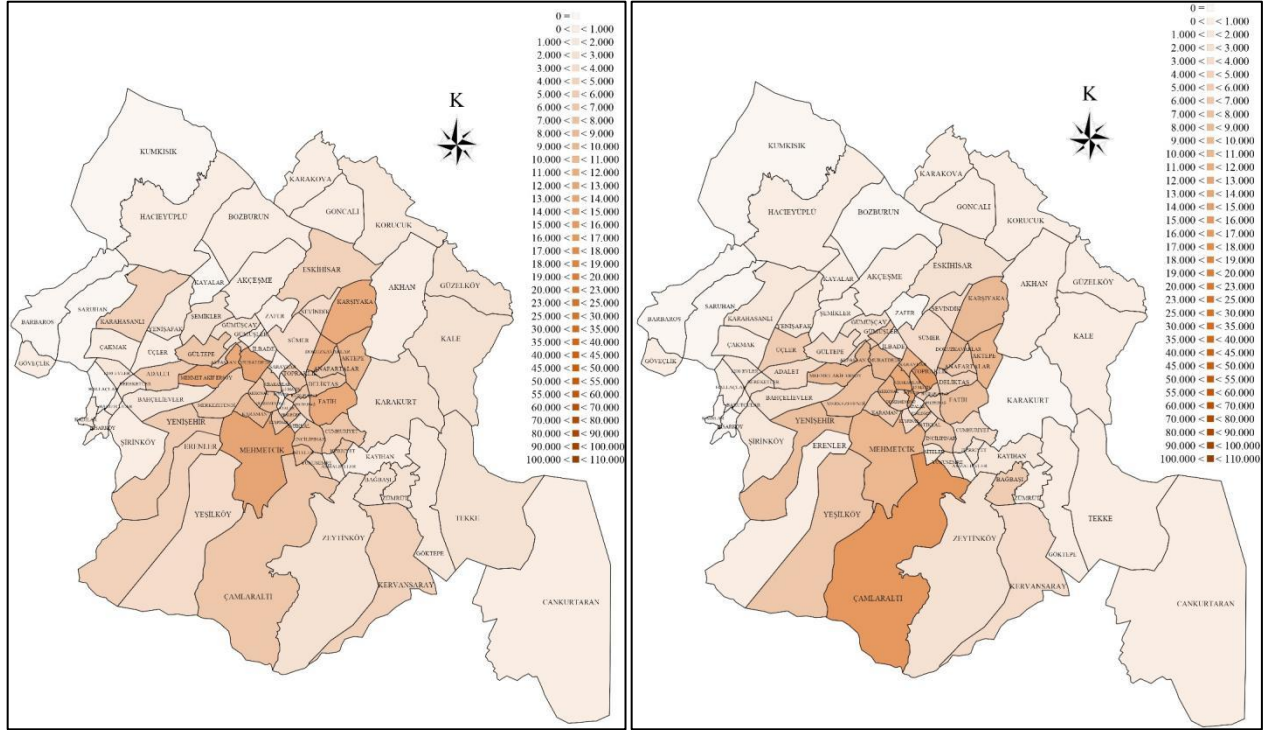
Genel olarak bütün mahalle/zon arası seyahatler genellikle bireysel erişim ve toplu ulaşım ile çalışma ve eğitim amaçları ile gerçekleşmektedir. Bu doğrultuda anılan ulaşım türleri yerine yaya ulaşımının tercih edilmesi için değerlendirilmesi gereken pek çok alt-parametre bulunmaktadır. Bu parametreler özellikle konfor, güven, iklimsel özellikler, eğim vs. gibi pek çok değişken etrafında yoğunlaşmaktadır. Bu kapsamda yaya yolunun kullanıcılar tarafından tercih edilmesinin önündeki zorlukları aşmak için bu parametreler kapsamında güçlendirmeler ve iyileştirmeler yapmak gerekmektedir. Böylelikle yaya yollarının çekiciliği artırılarak farklı türlerden yaya yolu türüne geçiş oranları artırılmalıdır. Yaya yolu ulaşımının bir ulaşım türü olarak tercih edilmesinin kentsel trafik üzerinde önemli derecede etkileri bulunmaktadır. Anılan seviyede bir fark yaratabilmek için özellikle ulaşım talebinin yoğun olduğu bölgelerde türler arası geçiş artırılmalıdır. Dolayısı ile yaya yollarının çekiciliklerinin artırılmasının yanı sıra bu artışın hangi zonlarda ve yönlerde arttırıldığı da önem kazanmaktadır. Ulaşım hacimlerinin yüksek olduğu zonlar dikkate alınarak planlama yapılırsa ulaşım türü olarak yürümek fikri çok daha tercih edilebilir. Bu yaklaşım ile birlikte öncelikle Denizli Ulaşım Ana Planı (2010) verileri baz alınarak hesaplanmış yolculuk oranları incelenmiştir (DUAP, 2010). Denizli Ulaşım Ana Planı verileri incelendiğinde %18 minibüs, %14 otobüs, %12 servis araçları ve %18 özel araç kullanımı göze çarpmaktadır. %44 oranında toplu taşıma yüksek bir değer ile dikkat çekmektedir. Yaya türü kullanımı ise %37 olup kentin yaya türü açısından aktif olduğunu göstermektedir. Bu durum kentte yaya yolları ile ilgili yapılacak olan planlama çalışmalarının potansiyel taşıdığı göstermektedir. Türler arası geçişin ve yaya ulaşımının artması trafiği ve toplu taşımayı rahatlatarak toplumsal faydayı yükseltmektedir. Türler arası geçişin gerçekleşmesi/artması arazi kullanım çekiciliğinin artırılması ile sağlanabilir bir husustur. Merkezefendi ve Pamukkale ilçeleri (Kentsel hareketin en yoğun olduğu merkez ilçe özelliği) kapsamında 2030 odaklı çalışma (ev/iş) odaklı yolculuk üretim ve yolculuk çekim miktarları Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 4: Merkez İlçe zonları / 2030 Ev-iş Yolculuk Üretim/Çekim Değerleri

Gümüşler, Sümer, Topraklık ve Saraylar zonlarının (mahalle sınırları) 2030 yılında diğer mahallelere göre daha yüksek değerlerde Ev-iş yolculukları çekecekleri izlenmektedir. Merkez bölgede bulunan bu dört zona hangi zonlardan seyahat talebi oluşacağını bilmesi önemlidir. Seyahat değerleri analiz edildiğinde en yüksek oranda seyahat üreten mahallelerin Muratdede Mah.-Karşıyaka

Mah.-Dokuzkavaklar Mah.-Deliktaş Mah.-Fatih Mah.-Değirmenönü Mah.-Topraklık Mah.-Fesleğen Mah.-Mehmetçik Mah.-Karaman Mah.-YenişehirMah.-Adalet mah.-Gültepe Mah.-Mehmet Akif Ersoy Mah. olduğu görülmektedir. Denizli’de yolculuk çekimi yüksek olan mahallelerin merkezde yer aldığı, yolculuk yaratımı üreten mahallelerinse dış sınırlara yönelimli olarak ilerlediği görülmektedir. Bu durum, çeperde yaşayanların iş nedeniyle merkeze bağımlı olmasının ve merkeze olan günlük hareketlerinin göstergesi olarak yorumlanabilir. Kent genelinde merkez bazında 2030 yılı için Ev-egitim yolculuk üretim ve çekim değerleri Şekil 5’te verilmiştir.



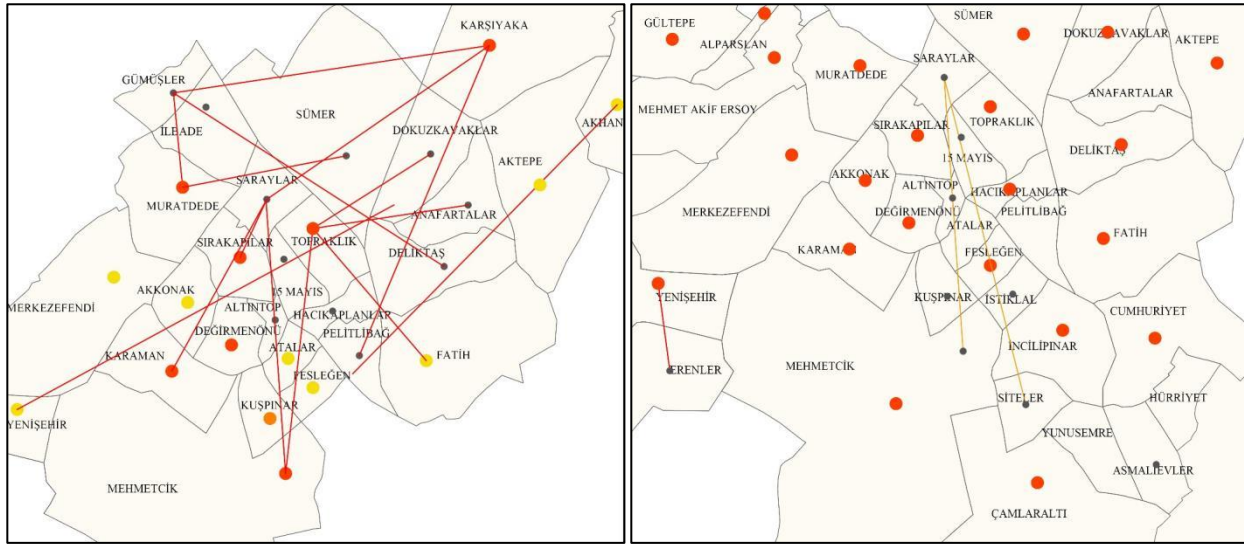
Şekil 5: Merkez Mahalleleri 2030 yılı Ev-egitim yolculuk Üretim il Çekim Değerleri

Mehmet Akif Ersoy Mah.-Muratdede Mah.-Karşıyaka Mah.-Dokuzkavaklar Mah.-Fatih Mah.-Mehmetçik mahalleleri eğitim amaçlı yolculuk üretiminin yüksek değerlerde olduğu mahallelerdir. Bu zonların en önemli ortak yönleri merkeze en yakın çeperde olmalarıdır. Yolculuk çekim değerlerinin eğitim kurumlarının konumlarına göre belirlendiği değerlendirilmektedir. Çamlaraltı Mahallesi dışında bahsi geçen mahalleler haricinde yüksek ev- okul seyahat üretim değerleri gözlenmemiştir.

Yolculuk oranlarının yüksek seviyelerde olması bu alanların türler arası geçiş açısından potansiyel taşıdığı gösterse de bu geçiş için başka koşulların da sağlanması gerekmektedir. Özellikle mahalleler arasındaki ulaşım alışkanlıkları bu konuda önemli bir parametredir. Kent merkezi ve etrafındaki ulaşım hareketlerinin bu geçiş için potansiyel taşıdığı görülmektedir.

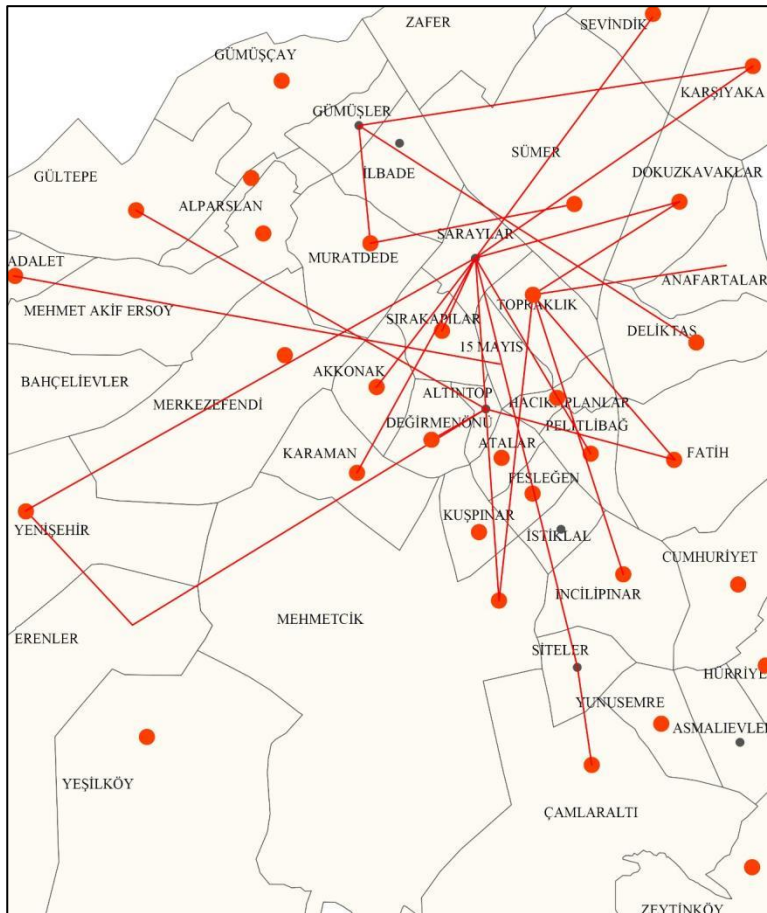
Hem çalışma amaçlı (ev-iş) hem eğitim amaçlı (ev-okul) yolculuklar birlikte değerlendirildiğinde yüksek oranda bir yaya talebi potansiyeli olduğu değerlendirilmektedir. Merkezin çevresindeki hareketliliğin anlaşılması seyahat taleplerinin daha iyi okunmasını sağlayacaktır. Ev-iş ile ev-egitim seyahatlerinin yüksek bulunduğu mahalleler aslında mekânsal etkileşimin yani seyahat talebinin yüksek olduğu mahallelerdir. Bu mahallelerin üretim ve çekim güçleri erişim potansiyelini de beraberinde getirmektedir. Bu yolculuklar, teorik olarak başka ulaşım türleri ile de yapılabilir.

Bu nedenle, bu mahalleler aslında güçlü birer başlangıç ve bitiş potansiyelleridir. Bunlar arasındaki etkileşimin güçlü olduğu noktalarda yapılacak doğru yatırımlar/yönlendirmeler/tesislerin pek çok insanın mevcut ulaşım türünden vazgeçerek yaya türünü tercih etmesini sağlayacağı değerlendirilmektedir. Mekânsal etkileşimi anlatan/gösteren seyahat etkileşim değerleri ise bu potansiyelin en fazla olduğu ilişkileri ve yerleri tanımlamaktadır. Bu doğrultuda istek hatları (arzu hatları/desire paths) merkezi bölge çeperinde biçimsel açıdan incelenmiştir. Şekil 6’da 2030 yılına ait Ev-iş ve Ev-egitim seyahatleri sunulmuştur.



Şekil 6: Ev tabanlı iş ve okul yolculukları etkileşim değerleri 2030 yılı için en yüksek olan mahalleler arası etkileşim (100-1500 arası sarı, 1500-2000 arası turuncu, 2000 ve üzeri kırmızı renk ile belirtilmiştir)

Mahalleler arası seyahatler, ulaşım modları açısından ayrılmadan değerlendirildiğinde elde edilen ilişki Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7: Toplam seyahat Üretim ve Çekim değerleri 2030 yılı için en yüksek olan mahalleler arası etkileşim (100- 1500 arası sarı, 1500-2000 arası turuncu, 2000 ve üzeri kırmızı renk ile belirtilmiştir)

Şekilde belirtilen zonlar arasında yaya yollarının planlaması, yatırımların artırılması ve planlama seçeneklerinin üretilerek güçlendirilmesi ile farklı ulaşım türlerinden geçişlerin olacağı değerlendirilmektedir.

Yapılan analizler sonunda ilk olarak bahsi geçen zonlar içinde yaya yollarının ve ağının planlaması/arttırılması gerektiği anlaşılmaktadır. Kamu sermayesinin ve olanaklarının öncelik olarak verimi yüksek seçenekler için kullanılması kaynakların dengeli kullanımını ilkesinin bir gereğidir. Bu nedenlerle, bahsi geçen mahalleler içinde yaya omurgası rotaları ilk önce üretilmelidir.

Ayrıca, ulaşım talebi olsa bile her mahalle aralığı yürünebilir mesafede de değildir. Yürünebilir mesafenin belirlenmesi ve omurgaların bu eşikler kapsamında planlanması gereklidir. Şekil 8'de kent ana odağı ve çevreindeki yürünebilir zon, ev tabanlı iş ve eğitim türlerine göre sunulmuştur.



Şekil 8: Ev tabanlı iş ve eğitim seyahatleri etkileşimi ve yürünür mesafeler

Yürünebilir mesafeler dört, üç ve iki kilometre yarıçaplı çemberler ile temsil edilmektedir. Buna göre, en fazla yolculuk türlerini içeren taleplerin dört km'lik çember içerisinde olduğu anlaşılmaktadır. Bir saatte yürünebilir mesafenin maksimum 5-6 km (Nazir ve diğ., 2014) olduğu değerlendirildiğinde 30-40 dakikalık bir yürüme mesafesinde en yüksek yolculuk taleplerinin görüldüğü söylenebilir.

3. Bulgular

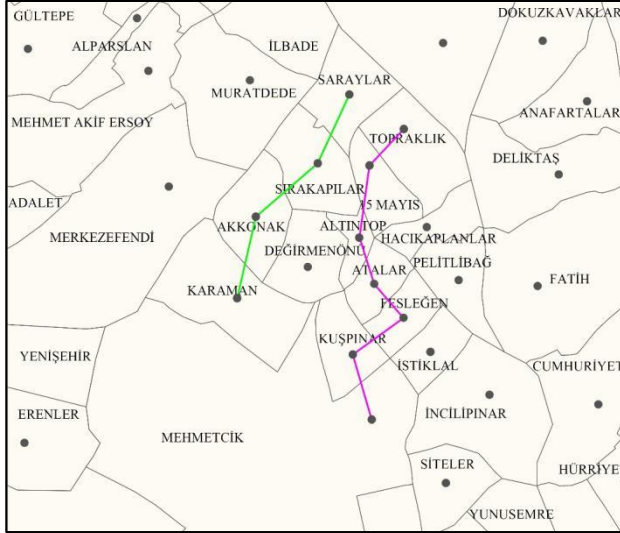
Denizli Ulaşım Ana Planı verilerinden elde edilen zonlar arası ulaşım taleplerinin analiz edilmesinden sonra bu bölümde ana yaya rotalarına ait alternatifler geliştirilmiştir. Daha sonra anılan alternatif güzergahlar arasından geliştirilen bir değerlendirme yöntemi ile seçim yapılmıştır. Seçim yapılan rota üzerinde yapılması gereken iyileştirmelere yönelik olarak sistematik bir yaklaşım geliştirilmiştir.

Yürünebilir menzil daraltıldığında, anılan mesafe üç kilometre yarıçapında çemberler ile 25 veya 30 dakika ve 2000 metrelik çemberler ile 15-20 dakika menzilli uzaklıklara düşmektedir. Bu durumda ilk önce yaya yolları rotaları belirlenmelidir. Bunun için bahsi geçen menzil türleri dikkate alınarak analiz yapılmalıdır. Bu perspektifte, mahallelerin birbirleri ile etkileşimleri dikkate alındığında, ilk önce erişim taleplerinin kabaca iki tane soyut rotada çalışılması gerektiği görülmektedir (Bkz. Şekil 9). Bu değerlendirme kent merkezine doğru zonlar arası talebin artışının ilenmesi ile yapılmıştır. Artan yolculuk taleplerinin yaya türüne daha fazla geçiş için potansiyel taşıdığı varsayımı yapılmıştır. Rotalara ait mahalleler, talebin merkeze doğru eğilimden dolayı gene merkeze doğru eklenik olarak hacmin artacağı varsayılarak üretilmiştir. Böylece anılan rotalar zonlar arasındaki talep doğrultusunda aşağıda gibi belirlenmiştir.

- Rota 1'in içerdiği mahalleler/zonlar: Karaman Mahalleri-Akkonak Mahallesi-Sırakapılar Mahallesi-Saraylar Mahallesi
- Rota 2'nin içerdiği mahalleler/zonlar: Mehmetçik Mahallesi-Kuşpınar Mahallesi-Fesleğen Mahallesi-Atalar Mahallesi-Altıntop Mahallesi-15 Mayıs Mahallesi-Topraklık Mahallesi.

Anılan mahaller nihai rotaların geçeceği mahalleleri göstermektedir. Rotanın geçtiği mahalleler bir diğer ifade ile yüksek yolculuk talebi olan ve yürünebilir mesafede olan mahallelerdir. Nitelikli planlanmış, arazi kullanım çekimi geliştirilmiş bir yaya yolu omurgası, anılan bölgelerde farklı türlerden yaya türüne geçişleri teşvik edecektir. Böyle bir pozisyonda, yatırımların öncelikli olarak bu rotaların planlamasına harcanması sürdürülebilirlik perspektifi bakımından önemlidir. Şekil 9'da bahsi geçen güzergahların taslakları ve kaba izleri verilmiştir.

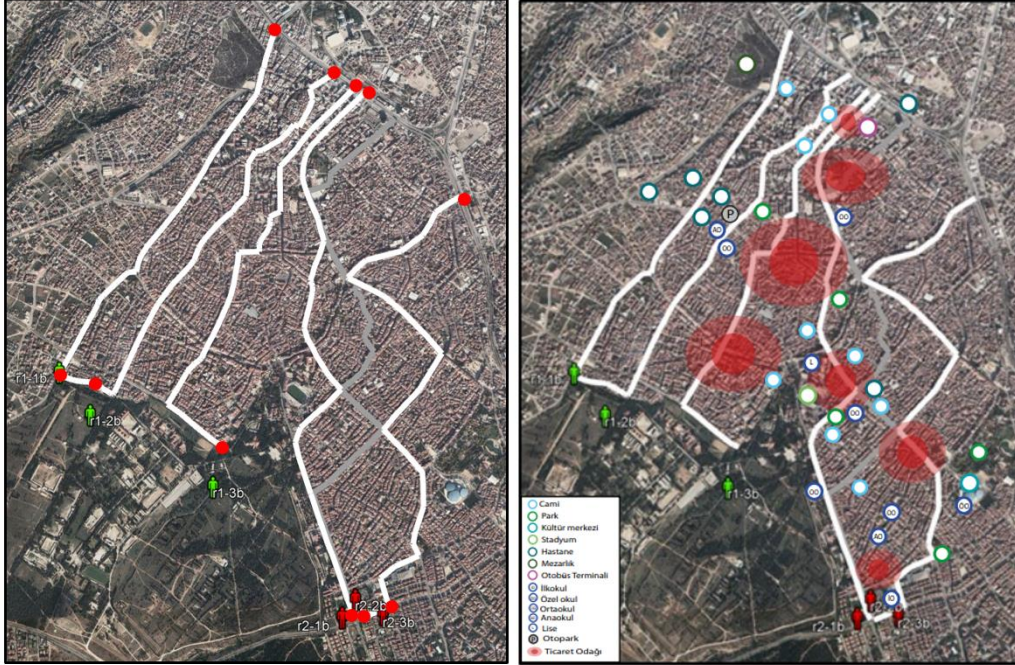
Yaya ağının planlamasında eğim/topografya faktörü öncelikli olarak dikkate alınması gereken bir parametredir ancak Denizli Merkez Bölge ve çevresinde yaya ulaşımını olumsuz yönde etkileyecek seviyede eğimli alanların bulunmaması (Bkz. Şekil 12-13-16) nedeni ile anılan parametre bu aşamada değerlendirme dışında bırakılmıştır.



Şekil 9: Rota 1 ve Rota 2'nin şematik/kesinleşmemiş izleri

3.1. Alternatif Güzergahların Geliştirilmesi

Öncelikle Güney- Kuzey yönlerinde kısa mesafeli rota seçenekleri oluşturulmuştur. Bu seçenekler, yolların enleri, toplu taşıma ile entegrasyon, kamusal alanlar, toplanma alanları, eğitim kurumları, ibadethaneler, yaya alanlar, AVM'ler, sağlık tesisleri, yeşil alanlar dikkate alınarak oluşturulmuştur. Sokakların tasarımında erişilebilirlik dikkate alınarak mesafenin kısaltılması açısından ara sokaklar da planlama sürecinde tercih edilmiştir. Bazı noktalarda yaya hareketleri incelenerek yayaların hangi rotaları tercih ettikleri dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda oluşturulan iki taslak rota ile toplamda alternatif altı rota seçeneği üretilmiştir. Şekil 10(a) ve 10(b)'de anılan güzergahlar ve etrafındaki hizmet alanları ve yoğunlukları verilmiştir.



Şekil 10: (a) Rota 1 ve Rota 2 için belirlenen alternatif güzergahlar (b) Alternatif rotalar etrafındaki hizmet alanları ve yoğunlukları

Rotalar etrafındaki gruplanmalar ve odaklanmalar incelendiğinde R-1 ekseninde hizmet odaklarının kuzeyde kümelendiği R-2 ekseninde ise orta ve güney bölgelerde yoğunlaştığı izlenmektedir. Özellikle R1-3b ve R2-1b bölgesinde yoğun bir ticari etkileşim kümelenmesi dikkat çekmektedir. Aynı zamanda ticaret odaları etrafında kentsel donatı bölgelerinin artış eğilimi sergilediği anlaşılmaktadır.

3.2. Güzergah Seçimi ve Güzergahın Geliştirilmesi

Taslak rotaların keskinleştirilmesi ve güzergahların belirlenmesi aşamasında yolların en kesitleri, yol üzerindeki ticari hareketlilik, gece aydınlatması, yeşil alanların yeterliliği, toplu taşıma ile entegrasyon, kamusal donatı alanlarının yoğunluğu, yaya yollarının varlığı, kentsel donatıların yoğunluğu, kent mobilyaları ve gölge alanlar, toplanma alanlarının konumları, işaretleme ve bilgilendirme olanakları, kültürel etkileşime uygun mekanların varlığı, ve benzer çekici unsurlar değerlendirilmiştir.

Değerlendirmeler Gültekin, (2007) ve Ünal Çilek, M., (2020)'de kullanılan benzer yaklaşımlardan üretilerek uyarlanmıştır. Uyarlamada kullanılan katsayılar Şekil 11'de sunulmuştur.

	yol genişlikleri (ortalama) (metre)	motorlu araç trafiği için kesişme (kavşak) sayısı	kırmızı ışık mevcudluğu	meydan ile kesişme	yeşil doku varlığı (yol üzerinde) (0<1<2<3)	yeşil alan park sayısı	alışveriş mekanı içerme (0<1<2<3)	hastahane/eczane varlığı (0<1<2<3)	okul yolu varlığı (0<1<2<3)	ışıklandırma yeterlilik düzeyi (1<2<3)	toplu taşıma geçiş noktalarının varlığı (0<1)	yayalaştırılmış ve ya kısmen yayalaştırılmış yolların varlığı	yol işaret ve levhaların yeterlilik düzeyi (0<1<2<3)	kültürel etkinliklerin sergilendiği mekanların varlığı	heykel çeşme ve sokak mobilyalarının varlığı
değerlendirme kat sayısı (-2 ile +5 aralığı)	1	-2	-1	5	5	5	4	4	4	2	3	5	3	5	5

Şekil 11. Güzergahların değerlendirme kriterlerinde kullanılan katsayıları

Değerlendirme sonucunda, Rota-1 alternatifler içinden 3. seçenek, Rota 2 alternatifleri arasından da 2. seçenek ön plana çıkmıştır. Kararlaştırılan güzergahların fiziksel özellikleri yayalar için uygun koşullarda olmadığı için anılan rotaların pek çok kesiminin yayalaştırılması gerekliliği anlaşılmıştır. Bu rotalar diğer rotalara göre daha ön plana çıkmış olup bu rotalarda tasarım önerileri ve fikirlerine yoğunlaşmıştır.

Kentteki sık ve yoğun yapılaşma koşulları, özellikle merkez bölgede bitişik nizam parseller ile yüksek katlı yoldan çekmesi olmayan yapılar dikkat çekmektedir. Denizli zaman içinde sıkışık, plansız, çarpık ve niteliksiz gelişmiştir. Sıklıkla değiştirilen yönetmelikler ve farklı siyasi yaklaşımlar Denizli'de nitelikli ve kalıcı bir konut kimliğinin oluşmasını engellemiştir (Coza, 2019). Merkeze yakın

kısımlarda kamusal yapılar, sağlık tesisleri, dükkanlar, ofisler sıkışık biçimde bulunmaktadır. Bu nedenle kentsel hareketlilik, merkez bölgede artmaktadır. Bu artış, trafik sorunlarına, gürültü ve hava kirliliği sorunlarına neden olmaktadır. Aynı zamanda kentlileri pek çok farklı açıdan olumsuz etkilemektedir. Anılan kesimlerde yıllardır parçacıl düzenlemeler ve iyileştirmeler yapılması bütüncül ve kalıcı bir çözüm oluşmasını engellemektedir (Ceylan ve Gulhan, 2017). Bu noktada alt ölçekli geçici müdahaleler yapılmaması ve bu anlayışa karşılık farklı ölçekte entegre bir planlama anlayışının geliştirilmesi gerekmektedir. Anılan yerlerde şehirselleştirme projeleri, yeni planlama düzenlemeleri, yoğunluk azaltma çalışmaları gibi planlama müdahaleleri önceliklendirilmelidir. Yol kademelerine göre yolların genişlikleri gözden geçirilmeli, kamusal alanlar ve toplum kullanımına dönük süregelen yeşil alanlar ve kentsel yutak alanları artırılmalıdır. Özellikle yaya öncelikli mekanların üretimi ile toplu taşıma entegrasyonu sağlanarak aktif ulaşımaya yönelik altyapı üretilmelidir. Yaya akışı ve kentsel yaşamı zorlayan otopark sorunları modern uygulamalar ve Park Yönetimi stratejileri ile çözümlenmelidir. Yaya yolları üzerinde yapılacak iyileştirmeler ile yaya türüne talep artırılrsa da türler arası geçişin sağlanması açısından bu yaklaşım tek başına yeterli bir çözüm olamaz. Kentin merkezde yaşam ritmini yeniden üretecek ve kalitesini yükseltecek müdahaleler ile bu hareket artırılmalıdır.

Bu doğrultuda bütün bağları (linkleri) analiz eden bir müdahale sistemi geliştirilmiştir. Hangi kentsel müdahalenin yapılacağına alanda gözlemlerle, eksikliklere bakarak ve ihtiyaçlar tespit edilerek karar verilmiştir. Tablo 1’de yaya yollarının iyileştirilmesine yönelik önerilen sistematik yaklaşım verilmiştir.

Tablo 1: İyileştirme önerilene yönelik sistematik yaklaşım

<i>Müdahale Biçim Kategorisi</i>	<i>Açıklama</i>
<i>Estetik İyileştirme</i>	Kentsel estetiğin nitelik olarak arttığı noktaların çekim gücü yüksektir. Bu nedenle fonksiyonun ötesinde estetik tasarımların gerçekleştirilmesi kentlilerin daha fazla çekilmesini sağlayabilir.
<i>Rekreasyonel İyileştirme</i>	Rekreasyon alanları içerisinde çeşitli kullanımları bulundurmaktadır. Bunlar eğlenme ve dinlenme alanları, piknik ihtiyaçlarının karşılanabileceği yerler, kahvehane/çay bahçesi/büfe ve otopark gibi kullanımlardır. Aynı zamanda tenis-yüzme-mini golf ve sportif faaliyetlerin de yer alabileceği alanlardır. Güzergâhlarda linklerde olmayan bu alanların yer yer eklenmesi ya da var olanların niteliklerinin yükseltilmesi önerilmiştir.
<i>Fonksiyonel (İşlevsel) İyileştirme</i>	Bir kentsel kullanım türünün iş görme yetisinin artırılması olarak ele alınmıştır.
<i>Konfor Seviyesinin Artırılması</i>	Kent mobilyaları, aydınlatma, güvenlik gibi ulaşımı zahmetsiz kılan, kolaylaştırıcı unsurların artırılması

Seçilen her rota linklere ayrılarak her link için bağımsız bir iyileştirme geliştirme çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, estetik, rekreasyonel, işlevsel ve konfor seviyesine dönük iyileştirme önerilerinden hangilerinin önerildiği her rota için gösterilmiştir. Anılan noktasal müdahaleler yeşil alan düzenlemeleri, aydınlatma önerileri, kent mobilyaları düzenlemeleri, sokak hayvanlarına yönelik öneriler, atık kutuları önerileri, toplu taşıma duraklarına yönelik öneriler, ortak internet kullanımı ile ilgili öneriler, yol üst yapısı önerileri, ağaçlandırma önerileri, otopark önerileri, yayalaştırma önerileri, kot farkı düzenlemeleri, trafik sirkülasyon önerileri ve cephe iyileştirme önerileri gibi pek çok farklı müdahale türünden oluşmaktadır. Tablo 2’de seçilmiş rotalara ait linklerin analizi ve geliştirilen öneriler kategorilere ayrılmıştır.

Geliştirilen iyileştirme çalışmaları her link-bağ için yapılmıştır. Bu kapsamda her bağdaki yaya hareketleri ve özellikleri bağımsız ve sistematik olarak ele alınmıştır. Makale kapsamında bu rotalardan bir tanesinde bulunan bap örnek olarak seçilmiştir. Anılan noktasal önerilerde her seferinde öncelikle mevcut durum tespiti yapılarak sorunlar ortaya konulmuştur.

Daha sonra çözüm alternatifleri sunulurken dünyadaki benzerleri üzerinden örnekleme yöntemi ile öneriler üretilmiştir. Aşağıda sadece örnek bir link için geliştirilen öneri seti verilmiştir. Örnek olarak seçilen 958 Sok./Emek Cad./925-1 Sok. arasındadır.

Öncelikle 958 sokakta hangi kategoride değişime ihtiyaç olduğuna karar verilmiştir. Anılan müdahale biçimleri estetik iyileştirme, rekreasyonel iyileştirme, fonksiyon iyileştirilme ve konfor seviyesinin yükseltilmesi türlerinde belirlenmiştir.

Daha sonra sokak analizi yapılmıştır. Sokaktaki genişlik 7 metre boyutlarındadır. Anılan aks geleneksel doku içerisinde bulunmakta olup fazla dönüştü bir güzergaha sahiptir. Esasen bir şerittir fakat bölgede çift tarafı bir trafik akımı vardır. Sokak üzerinde yeşil alan ve çocuk parkları bulunmaktadır. Şekil 12’de sokağın mevcut görünümü verilmiştir.

Tablo 2: Seçilmiş rotalara ait linklerin analizi ve geliştirilen öneriler (yeşil işaret seçim anlamına gelir)

linkler	noktasal müdahaleler	müdahale biçimi kategorisi				linkler	noktasal müdahaleler	müdahale biçimi kategorisi						
		estetik iyileştirme	rekreasyon iyileştirme	fonksiyon iyileştirme	konfor seviyesi artırma			estetik iyileştirme	rekreasyon iyileştirme	fonksiyon iyileştirme	konfor seviyesi artırma			
rota 1 - 3. güzergah	1493/4 Sokak	güvenlik amaçlı teki çitlerin yerine biki ile ayırılması				rota 2 - 2. güzergah	Çamlık Bulvarı	yeşil alan düzenlenmesi						
	1769 Sokak	yüksek duvarların iyileştirilmesi						aydınlama önerisi						
		üstü örtü düzenlenmesi						kent mobilyası önerisi						
		güvenlik amaçlı teki çitlerin yerine biki ile ayırılması						sokak hayvanları yaşamlarının iyileştirilmesi						
		aydınlama önerisi						atık kutuları önerisi						
		atık kutuları önerisi						toplu taşıma durakları iyileştirilmesi						
		yaya aksı düzenlenmesi ve genişletilmesi						wifi alanları önerisi						
		sokak hayvanları yaşamlarının iyileştirilmesi						atık kutuları önerisi						
		entegre scooter ve bisiklet uygulaması önerisi						toplu taşıma durakları iyileştirilmesi						
		spor alanları önerisi						wifi alanları önerisi						
	otopark önerisi					atık kutuları önerisi								
	çocuk parkı düzenlenmesi					toplu taşıma durakları iyileştirilmesi								
	ajaçlandırma çalışması					yaya aksı düzenlenmesi ve genişletilmesi								
	otopark önerisi					yer döşemesi iyileştirilmesi								
	aydınlama önerisi					ajaçlandırma çalışması								
	atık kutuları önerisi					ajaçlandırma çalışması								
	sokak hayvanları yaşamlarının iyileştirilmesi					atık kutuları önerisi								
	entegre scooter ve bisiklet uygulaması önerisi					kot farkı düzenlemeleri								
	kent mobilyası önerisi					sokak hayvanları yaşamlarının iyileştirilmesi								
	şarj üniteleri önerisi					toplu taşıma durakları iyileştirilmesi								
	wifi alanları önerisi					wifi alanları önerisi								
	trafo binalarının kullanımının çeşitlendirilmesi					aydınlama önerisi								
	yaya aksı düzenlenmesi ve genişletilmesi					kent mobilyası önerisi								
	kot farkı düzenlemeleri					toplu taşıma durakları iyileştirilmesi								
	kot farkı düzenlemeleri					toplu taşıma durakları iyileştirilmesi								
	yeşil alan düzenlenmesi					yeşil alan düzenlenmesi								
	kent mobilyası önerisi					otopark önerisi								
	aydınlama önerisi					yaya aksı düzenlenmesi ve genişletilmesi								
	sokak hayvanları yaşamlarının iyileştirilmesi					kentsel dönüşüm projeleri önerisi								
	halkın sıkıltıya kullandığı mekan girişlerinin düzenlenmesi					ajaçlandırma çalışması								
	kentsel dönüşüm projeleri önerisi					atık kutuları önerisi								
	yaya aksı düzenlenmesi ve genişletilmesi					sokak hayvanları yaşamlarının iyileştirilmesi								
	ajaçlandırma çalışması					wifi alanları önerisi								
	hücreli elemanların eklenmesi					aydınlama önerisi								
	toplu taşıma durakları iyileştirilmesi					kent mobilyası önerisi								
	wifi alanları önerisi					ajaçlandırma çalışması								
	aydınlama önerisi					ajaçlandırma çalışması								
	kafe önerisi					tamamen yayalaştırma								
	tuş önerisi					kot farkı düzenlemeleri								
	yeşil alan düzenlenmesi					sokak hayvanları yaşamlarının iyileştirilmesi								
	ajaçlandırma çalışması					yeşil alan düzenlenmesi								
	kent mobilyası önerisi					trafik akışı yavaşlatıcı ve düzenleyici öğeler								
	trafik akışı yavaşlatıcı ve düzenleyici öğeler					çocuk parkı düzenlenmesi								
	yaya aksı düzenlenmesi ve genişletilmesi					kent mobilyası önerisi								
	yeşil alan düzenlenmesi					kentsel dönüşüm projeleri önerisi								
	aydınlama önerisi					yüksek duvarların iyileştirilmesi								
	atık kutuları önerisi					trafo binalarının kullanımının çeşitlendirilmesi								
	atık kutuları önerisi					aydınlama önerisi								
	atık kutuları önerisi					otopark önerisi								
	atık kutuları önerisi					atık kutuları önerisi								
	atık kutuları önerisi					cephe düzenleme önerisi								
	atık kutuları önerisi					tamamen yayalaştırma								
	atık kutuları önerisi					aydınlama önerisi								
	atık kutuları önerisi					trafik akışı yavaşlatıcı ve düzenleyici öğeler								
	atık kutuları önerisi					sokak hayvanları yaşamlarının iyileştirilmesi								

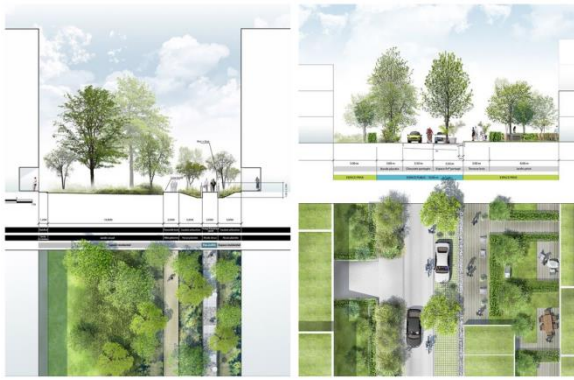
**Şekil 12:** 958 sokak mevcut görünüm

Bahsi geçen park alanı yaya yolu planlaması açısından önemli bir potansiyeldir. Park alanı, kaldırım ve tümseklerle nedeni il park alanında farklılaşmaktadır. Bahsi geçen 7 metrelik aks ile entegre hale getirilmesi ve sokağın tamamen yayalaştırılması ya da kasis-yol daraltması-döşeme farklılaştırılması gibi uygulamalarla yavaşlatılarak konforlu trafik akımı sağlanması devamlı yaya akımının parka entegre edilmesi önerilmiştir. Şekil 13'de yol ve park ayrımı gösterilmiştir.



Şekil 13. 958 sokak, yol ve park ayrımı

Mevcut durumdaki yeşil bölgenin daha nitelikli kullanılabilmesi için iyileştirilmesi, güvenli yürüyüş bölgesi oluşturulması, çeşitli tasarım alternatifleri ile çocukların/yetişkinlerin sosyal etkileşime dahil edilmesi önerilmiştir. Şekil 14'te parkla bütünleşen bir yaya aksı örneği sunulmuştur.



Şekil 14. Park ve güzergahların bütünleşmesi

Kaynak: <https://www.pinterest.fr/pin/569775790341074799/>

<https://www.arkitera.com/proje/kalamis-parki-kolektif-donusum-projesi/>

Devamla, mevcut yeşil alanın daha da aktif kullanılabilmesi için açık alan tasarımı yapılması önerilmektedir. Bu alandaki örnek yaklaşımlar Şekil 15'te sunulmuştur.

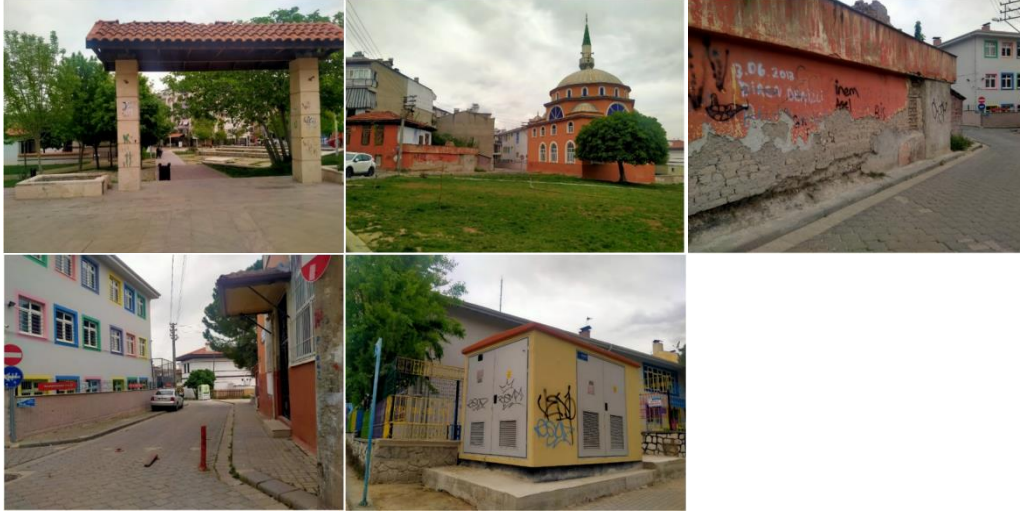


Şekil 15. Açık Alan Tasarım Örnekleri

Kaynak: <https://www.arkitera.com/proje/3-odul-cumhuriyet-meydani-ve-ataturk-caddesi-camlibel-kentsel-tasarim-yarismasi/>

<https://tr.pinterest.com/pin/223631937734317540/>

Park alanının girişinde park alanını tanımlayan bir giriş vardır. Ama bu keskinlik yerine sokak ile ortak çalışan daha bütüncül bir alan hareketine ihtiyaç duyulmaktadır. Anılan güzergahın yakınında Atalar Camii ve metruk olarak nitelendirilebilecek bir yapı bulunmaktadır. Bu alanda caminin özellikle cephe iyileştirmesine yönelik olan ihtiyacı dikkat çekmektedir. Bu noktada park bölgesinden bahçe kapısı veya benzeri bir uygulama ile cami ile parkın ve sokağın entegre bir duruma dönüştürülmesi önerilmektedir. Metruk olarak nitelendirilen yapının park alanına dönüştürülerek dahil edilmesi gerekmektedir. Bu noktada kentsel dönüşüm araçlarından yararlanılabilir. Özellikle bu binanın yarattığı çevre ve görsel açıdan zararlı bir konumda olduğu anlaşılmaktadır. Rotada ilelendiğinde Atalar Camii ve Saadetin Kıbrıslıoğlu okulu girişleri görülmektedir. Bu alanlarda sokak dar olup öğrenci çıkışlarında sorunlar yaşanmaktadır. Bu alanlarda yayalaştırma uygulamaları gerekmektedir. Civarda yapı kalitesi açısından nitelikli olmayan bir trafo mevcuttur. Dönüştürme uygulamalarından anılan bu trafoda dikkate alınmalıdır. Bahsi geçen yapılar Şekil 16'da verilmiştir.



Şekil 16. 958 Sokak üzerindeki yapısal unsurlar

Trafo binası üzerinde çeşitli görsel düzenlemeler yapılarak, bu bölgenin fotoğraf çekilebilecek duruma dönüştürülmesi gerekmektedir. Ya da bu yapının etrafında vakit geçirilebilmesi, sokak dokusunda olumlu bir etki oluşturacaktır. Bu bahsi geçen değişim yapıda grafiti ya da boyama ile gerçekleştirilmelidir. Şekil 17'de trafo binalarının görselleştirilmesine yönelik tasarım örnekleri sunulmuştur.



Şekil 17. Trafo binalarının görselleştirilmesine yönelik tasarım örnekleri

Kaynak: <https://tr.pinterest.com/pin/154177987238350244/>

<https://tr.pinterest.com/pin/637963103458672705/>

<https://tr.pinterest.com/pin/830351250032099671/>

<https://tr.pinterest.com/pin/830351250032099671/>

Şekil 18'de yaya yoluna ait kaldırım ve yol ilişkisini etrafındaki peyzaj öğeleri ve ölçüleri ile tarifleyen bir kesit geliştirilmiştir.



Şekil 18. Yaya yolu sürekliliğinde minimum dar bölgeler için öneri kesit

SONUÇ:

Bu çalışmada, temel olarak yaya yolları ana akslarının/yaya omurgalarının planlanması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda yaya ağı oluşturulmasına dönük teknik ve yöntemler araştırılarak Denizli için yeni ve özgün bir model/yaklaşım geliştirilmiştir. Ulaşım Ana Planlarındaki zonlar arası kentsel ulaşım talebinden yola çıkılarak ek bir yaya ataması yapılmadan yaya rotalarının belirlenebildiği bir yaklaşım üretilmiştir. Özellikle verilerin sınırlı olduğu durumlarda, yolculuk matrislerinden yola çıkılarak yaya omurgalarının belirlenebilmesine katkı koyan bir model önerilmiştir.

Yapılan analizler öncelikle kent merkezindeki yürünebilir mesafe bağlamında ele alınmıştır. Öncelikli olarak talep odaklı bir değerlendirme ile talebin en yüksek olduğu yönlerde iki tane taslak rota/iz/güzergah belirlenmiştir. Bu rotalar üzerinde kentsel donatı alanları ile etkileşim değerlendirilerek farklı alt-alternatifler oluşturulmuştur. Bu alternatiflerin seçiminde hangi kriterlerin kullanılması gerektiği kararlaştırılmıştır. Bu doğrultuda, yolların en kesitleri, kademeleri, ticari hareketlilik, aydınlatma ve kent mobilyaları, yeşil sürekliliği, kamusal yapıları ve kentsel donatılar, gölge alanlar, toplanma alanları, işaretleme ve bilgilendirme varlığı, kültürel etkileşim ve yüksek çekiciliği olan arazi kullanım türlerinin varlığı dikkate alınmıştır. Daha sonra belirlenen rotalar link bazında tek tek ele alınarak her birisi için iyileştirme önerileri geliştiren sistematik bir yaklaşım kurgulanmıştır.

Denizli'de şu an yaya ağı, yapılması planlanan ana yaya aksları/rotaları yeniden ele alınarak tekrar planlanmalı ve entegrasyon sağlanmalıdır. Çalışma kapsamında yapılan öneriler ulaşım ana planı kararları ile birbirini destekler niteliktedir. DUAP kapsamında yapılan öneriler yaya konforunun iyileştirilmesi üzerine kuruludur. Plan, yaya yolu sürekliliğinin sağlanmasını ve toplu taşıma ile olan entegrasyonun artırılmasını önermektedir. Planda yaya etütleri kapsamında kentsel sorun noktaları tespit edilerek çözüm önerileri ile desteklenmiştir.

Planlanan yaya yollarının kentsel aks üzerinde ana hatlar olması düşünülmüştür. Yapılan çalışmada geliştirilen iki yaya rotasının birbiri ile bütünleştirilmelidir. Üretilen yaya rotalarının birbiri ile entegrasyonu ve bağlanma noktaları ayrıca bir araştırma konusu olarak değerlendirilebilir.

ETİK STANDARTLAR:

Çıkar Çatışması: Bu makalede yazarlar veya üçüncü kişilerle olası çıkar çatışmaları bulunmamaktadır.

Etik Kurul İzni: Bu makalede etik kurul iznine gerek bulunmamaktadır.

Finansal Destek: Bu makalede finansal destek alınmamıştır.

Teşekkür: Bu makale birinci yazarın yüksek lisans tezinin analiz ve literatür kısımlarından üretilmiştir.

KAYNAKÇA:

- Adinarayana, B., & Mir, M. S. (2021). Modeling and application of AHP approach for development of pedestrian safety index (PSI) model for safety of pedestrian flows in urban areas of developing countries. *Innovative Infrastructure Solutions*, 6(3), 1-14.
- Aultman-Hall, L., Roorda, M., & Baetz, B. W. (1997). Using GIS for evaluation of neighborhood pedestrian accessibility. *Journal of urban planning and development*, 123(1), 10-17.
- Aydemir, P. K., Yılmazsoy, B. K., Akyüz, B., & Akdemir, Ç. (2018). Kentsel Ulaşımında Yaya Öncelikli Planlama/Tasarım Ve Transit Odaklı Gelişimin Metropol Kentlerdeki Deneyimi, İstanbul Örneği. *Kent Akademisi*, 11(4), 523-544.
- Berg, A., & Newmark, G. L. (2020). Incorporating equity into pedestrian master plans. *Transportation research record*, 2674(10), 764-780.
- Ceylan, H. & Gulhan, G., (2017). Denizli'nin Kentiçi Ulaşım Altyapısı, Ulaşımın Planlama Süreçleri ile Etkileşimi ve Geleceği. *Denizli Kent Ekonomisi*, Denizli Basımevi.
- Chin, K. K., & Menon, G. (2015, June). Transport accessibility and infrastructure in Singapore—pedestrian facilities. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Municipal Engineer* (Vol. 168, No. 2, pp. 133-139). Thomas Telford Ltd.
- Clifton, K., Singleton, P. A., Muhs, C. D., & Schneider, R. J. (2015). Development of a pedestrian demand estimation tool.
- Coza, H., (2019). Denizli’de Yönetmeliklerin Nitelikli ve Özgün Konut Tasarımına Etkisi. *Ege Mimarlık*, Mimarlar Odası İzmir Şubesi, 2019/2-103, 39-43.
- Desyllas, J., Duxbury, E., Ward, J., & Smith, A. (2003). Pedestrian demand modelling of large cities: an applied example from London
- Dhanani, A., Tarkhanyan, L., & Vaughan, L. (2017). Estimating pedestrian demand for active transport evaluation and planning. *Transportation research part A: policy and practice*, 103, 54-69.
- Dilip, A., ‘Complete street planning workbook’, The Institute for Transportation and Development Policy, Bundestag, (2009).
- DUAP, 2010. Denizli Ulaşım Ana Planı. Denizli Belediyesi.
- Gaputra, A. D., Widiastuti, I., & Estika, N. D. (2020, July). The Implementation of Transit-Oriented Development Concepts on Pedestrian Pathways in the City of Bandung. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 532, No. 1, p. 012019). IOP Publishing.
- Gulhan, G., & Ceylan, H. (2016). Relation Between Land Use and Transportation Planning in the Scope of Smart Growth Strategies: Case Study of Denizli, Turkey. *Sustainable Urbanization*. IntechOpen, ISBN: 978-953-51-2652-2. Chapter 14.
- Gültekin, B., “Kent İçi Yolların Yaya Kullanımına Yönelik Değerlendirilmesinde Çözümlemeli Bir Yaklaşım: Adana Örneği” Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, (2007).
- Hoogendoorn, S. P., & Bovy, P. H. (2004). Pedestrian route-choice and activity scheduling theory and models. *Transportation Research Part B: Methodological*, 38(2), 169-190.
- Hydén, C., ‘Walking’, Department of Traffic Planning and Engineering, Helsinki, (1999).
- Jabbari, M., Fonseca, F., & Ramos, R. (2018). Combining multi-criteria and space syntax analysis to assess a pedestrian network: The case of Oporto. *Journal of Urban Design*, 23(1), 23-41.
- Kasemsuppakorn, P., & Karimi, H. A. (2013). A pedestrian network construction algorithm based on multiple GPS traces. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 26, 285-300.
- Kim, B., & Pineau, J. (2016). Socially adaptive path planning in human environments using inverse reinforcement learning. *International Journal of Social Robotics*, 8(1), 51-66.
- Larco, N., Steiner, B., Stockard, J., & West, A. (2012). Pedestrian-friendly environments and active travel for residents of multifamily housing: The role of preferences and perceptions. *Environment and Behavior*, 44(3), 303-333.

- Lerman, Y., Rofè, Y., & Omer, I. (2014). Using space syntax to model pedestrian movement in urban transportation planning. *Geographical Analysis*, 46(4), 392-410.
- Lilasathapornkit, T., Rey, D., Liu, W., & Saberi, M. (2022). Traffic assignment problem for footpath networks with bidirectional links. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 144, 103905.
- McDonald K., *Walk&roll: Memphis region pedestrian and bicycle plan*, Memphis Urban Area Metropolitan Planning Organization, Florida, (2020).
- Mitchell K., 'Planning for walking', Chartered Institution of Highways & Transportation, London, (2015).
- Mohammad Azlan, A. I., & Naharudin, N. (2020). Measuring safety index for pedestrian path by using AHP-GIS. *Built Environment Journal (BEJ)*, 17(3), 67-75.
- Moore, R. L. (1953). Pedestrian choice and judgment. *Journal of the Operational Research Society*, 4(1), 3-10.
- Nazir M.I., Al Razi K.M.A, Hossain, Q.S., Adhikary, S.K. (2014). Proceedings of the 2nd International Conference on Civil Engineering for Sustainable Development (ICCESD-2014), 14~16 February 2014, KUET, Khulna, Bangladesh, ISBN: 978-984-33-6373-2
- Perotte, P., 'Bicycle and pedestrian master plan', California, (2018).
- Saunders, L. E., Green, J. M., Petticrew, M. P., Steinbach, R., & Roberts, H. (2013). What are the health benefits of active travel? A systematic review of trials and cohort studies. *PloS one*, 8(8), e69912.
- Sayyadi, G., & Awasthi, A. (2013). AHP-based approach for location planning of pedestrian zones: Application in Montréal, Canada. *Journal of transportation engineering*, 139(2), 239-246.
- Tal, G., & Handy, S. (2012). Measuring Non-motorized Accessibility and Connectivity in a Robust Pedestrian Network. *Transportation Research Record*, 2299(1), 48–56. <https://doi.org/10.3141/2299-06>
- Terh, S. H., & Cao, K. (2018). GIS-MCDA based cycling paths planning: a case study in Singapore. *Applied geography*, 94, 107-118.
- Trinh, T. T., Vu, D. M., & Kimura, M. (2020, March). A pedestrian path-planning model in accordance with obstacle's danger with reinforcement learning. In *Proceedings of the 2020 The 3rd International Conference on Information Science and System* (pp. 115-120).
- TÜİK, 2019. *Denizli İli Nüfus Verileri*.
- Ünal Çilek, M. (2020). Kamusal Alanlara Erişimde Optimum Yaya Güzergâhı Konforunu Belirlemeye Yönelik Kavramsal Bir Yaklaşım. *Megaron*, 15(3):490-507.
- Victoria Transport Institute. *Pedestrian and Bicycle Planning Guide to Best Practices*. 18 April 2009, Canada. Todd Litman, Robin Blair, Bill Demopoulos, Nils Eddy, Anne Fritzel, Danelle Laidlaw, Heath Maddox, Katherine Forster.
- Wang, Q., Liu, H., Gao, K., & Zhang, L. (2019). Improved multi-agent reinforcement learning for path planning-based crowd simulation. *IEEE Access*, 7, 73841-73855.
- Zazzi, M., Ventura, P., Caselli, B., & Carra, M. (2018). GIS-based monitoring and evaluation system as an urban planning tool to enhance the quality of pedestrian mobility in Parma. In *Town and Infrastructure Planning for Safety and Urban Quality* (pp. 87-93). CRC Press.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET:

There are many different planning approaches in the pedestrian network planning literature. There are no definite rules in the literature about what the priorities will be in the planning process. But in general the parameters considered are similar. There are applications and approaches where pedestrian roads connect urban equipment, concentrate in the central areas of the city, are handled in a way that encourages tourism and trade, are planned as corridors connecting regions in areas with a high population density and focused on public transportation.

Approaches dealing with pedestrian demand have been frequently studied in the literature. Different approaches in modeling pedestrian demand are generally studies in which pedestrian demand is determined by assignment. In the literature, in cases where pedestrian demand is not calculated, heuristic and non-analytical approaches are used instead of analytical approaches. It is thought that there is a requirement for an analytical approach that can be used in the aforementioned positions.

In this study, zones and axes with high access demand in Denizli were determined. A new strategy has been developed for the planning of the main pedestrian axes by considering the walkable distances. Crossing between modes was encouraged by making propositions to improve the land use attractiveness of the draft routes generated. The analyzes were designed within the scope of Denizli Transportation Master Plan (2010) data for the base case and 2030 projection years. A total of six sub-alternative routes were determined in two different routes. Criticisms and suggestions were developed for pedestrian transportation by making detailed analyzes on the routes. Although there are many similar studies in the literature, there is no approach that primarily takes into account the direct lines of desire, generates routes according to the related demands, and encourages crossing between modes by encouraging these routes in terms of land use attractiveness. At this point, it is understood that many optimization studies that take into account the urban transportation demand, plan backbone routes with traffic assignment, shortest path algorithms and similar numerical methods, but there are no/limited models/studies to support demand and transition between types. With this aspect of the study, it is evaluated that it has a realistic approach and that it has a structure that increases the type separation rates of pedestrian mobility in cities.

The approach designed in the study is in a three-step flow within the scope of data collection, production of routes and creation of suggestions to be developed on the routes. STEP 1 – Within the scope of data collection phase, the focus is on collecting socio-economic, physical and spatial data. In this context, transportation demand and types and habits were investigated by examining the Transportation Master Plan data. Especially considering the walking range, the focus is on Home-work and Home-school type journeys, which have the potential to transition from non-pedestrian types to pedestrian type. STEP 2 – Zones that generate and attract a high rate of travel from the zones in the central region have been determined both for the base case and within the scope of the future projection. The interaction with the center is taken into account in the zones where trade and education-oriented journeys are intense. In this context, it is foreseen that the pedestrian axes will pass through the aforementioned regions, taking into account the walking range. In this direction, pedestrian/transportation axe alternatives were determined as a draft. The determined draft routes, the urban equipment around, the points with land use attractiveness, trade opportunities, comfort and similar features were evaluated. As a result of this evaluation, different alternative routes were generated. STEP 3 – Which of the generated route alternatives will be more efficient in preferring pedestrian type has been evaluated specifically for the links. In this direction, point improvements have been proposed in order to encourage the transition between modes on the routes determined by taking into account environmental factors.

A three-stage analysis was conducted in which the journey generation and attraction between the zones were evaluated in the determination of the routes and the determination of the pedestrian network axes. First of all, neighborhoods with high travel demand in the walkable range in the center were determined. Later, pedestrian routes between the aforementioned zones were decided. In the last part, certain improvements were made with evaluations on the basis of links.

After analyzing the interzonal transportation demands obtained from the Denizli Transportation Master Plan data, alternatives for the main pedestrian routes have been developed in this section. Then, a selection was made with an evaluation method developed among the aforementioned alternative routes. A systematic approach has been developed for the improvements to be made on the chosen route.

Each selected route was divided into links and an independent improvement development study was carried out for each link. In this context, which of the improvement suggestions for aesthetic, recreational, functional and comfort level are suggested for each route is shown. The aforementioned point interventions include green space arrangements, lighting suggestions, urban furniture arrangements, suggestions for stray animals, suggestions for waste bins, suggestions for public transport stops, suggestions for common internet use, road superstructure suggestions, afforestation suggestions, parking suggestions, pedestrianization suggestions, etc. It consists of many different types of interventions such as level difference regulations, traffic circulation suggestions and facade improvement suggestions. In Table 2, the analysis of the links of the selected routes and the suggestions developed are divided into categories.

The proposed pedestrian routes are the routes that are considered to be the main backbone in the urban pedestrian road network. The two pedestrian routes developed in the study should be integrated with each other. The integration/connection point of the created pedestrian routes with each other can also be considered as a research topic.

Research Article

Submission Date

14 / 02 / 2023

Admission Date

30 / 04 / 2023



Aktif Yeşil Alanların Niceliksel ve Niteliksel Analizi: Erzurum Adnan Menderes Mahallesi Örneği

Quantitative and Qualitative Analysis of Active Green Spaces: Erzurum Adnan Menderes Neighbourhood Sample

Mustafa Özgeriş¹ 

How to Cite:

Aktif Yeşil Alanların Niceliksel ve Niteliksel Analizi: Erzurum Adnan Menderes Mahallesi Örneği. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 5 (1), 68-84. <https://doi.org/10.53472/jenas.1250924>**ABSTRACT:**

Today, a large part of the world's population lives in cities, which is expected to increase further in the next 30 years. With the increasing population of cities, the need for green space is also increasing. Green areas are the main production areas of urban ecosystem services with their social, economic, cultural, spatial, physical, and ecological functions in cities. Green area systems of cities consist of active and passive green areas. Active green areas include parks, children's playgrounds, sports fields, and recreation fields where people of all ages can perform activities such as resting, having fun, doing sports, walking and playing games. The ability of active green areas to serve users and fulfil urban ecosystem services is directly related to having some quantitative and qualitative characteristics. This study examines active green areas in the Adnan Menderes neighbourhood of Palandöken district of Erzurum province. The aim of the study is to evaluate the quantitative and qualitative adequacy of active green spaces at the neighbourhood scale. Within the scope of the study, the size of the active green areas in the neighbourhood was calculated and the amount of active green area per person was determined. In addition, a qualitative evaluation of active green areas was made in line with 28 criteria. Within the study, the amount of active green space in the neighbourhood was calculated as 5,09 m²/person. According to the qualitative analysis, the majority of the active green areas in the neighbourhood are of low quality and have a form that does not show continuity and integrity in terms of spatial distribution. As a result of the study, some suggestions were made for the qualitative and quantitative improvement of active green areas at the neighbourhood scale.

Keywords: Active Green Space, Adnan Menderes Neighbourhood, Erzurum, Qualitative Analysis, Quantitative Analysis

Öz:

Yeşil alanlar kentlerde; sosyal, ekonomik, kültürel, mekânsal, fiziksel ve ekolojik işlevleriyle, kentsel ekosistem hizmetlerinin ana üretim alanlarıdır. Kentlerin yeşil alan sistemleri, aktif ve pasif yeşil alanlardan oluşmaktadır. Aktif yeşil alanlar her yaşta kent insanının dinlenme, eğlenme, spor yapma, yürüme ve oyun oynama gibi aktiviteleri gerçekleştirebildikleri parklar, çocuk oyun alanları, spor alanları, rekreasyon alanları gibi alanların tamamıdır. Aktif yeşil alanların kullanıcılara hizmet edebilmesi ve kentsel ekosistem hizmetlerini yerine getirebilmesi, niceliksel ve niteliksel olarak bazı özelliklere sahip olmasıyla doğrudan ilişkilidir. Bu çalışmada Erzurum ili Palandöken ilçesi Adnan Menderes mahallesindeki aktif yeşil alanlar incelenmektedir. Çalışmanın amacı, mahalle ölçeğindeki aktif yeşil alanların niceliksel ve niteliksel olarak yeterliliğini değerlendirmektir. Çalışma kapsamında mahalledeki aktif yeşil alanların büyüklükleri hesaplanarak, kişi başı aktif yeşil alan miktarı belirlenmiştir. Bunun yanında aktif yeşil alanların 28 kriter doğrultusunda niteliksel değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışma ile mahalledeki aktif yeşil alan miktarı 5,09 m²/kişi olarak hesaplanmıştır. Niteliksel değerlendirmede ise mahalledeki aktif yeşil alanların büyük bir bölümünün düşük nitelikli olduğu saptanmıştır. Çalışmanın sonucunda mahalle ölçeğinde aktif yeşil alanların nitelik ve niceliksel olarak geliştirilmesine yönelik bazı öneriler getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aktif Yeşil Alan, Adnan Menderes Mahallesi, Erzurum, Niceliksel Değerlendirme, Niteliksel Değerlendirme

¹ **Corresponding Author:** Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Yakutiye/Erzurum, m.ozgeris@atauni.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1006-9303

GİRİŞ:

Dünya nüfusunun büyük bir bölümü kentsel mekânlarda yaşamaktadır ve bu nüfusun gün geçtikçe daha da artmaktadır. Kentlerin artan nüfusu için ihtiyaç duyulan yeni konut bölgeleri, ulaşım ağları, sağlık, eğitim ve ticaret alanları, yeni yapıların inşasını zorunlu kılmaktadır. Bu durumun kentlerde ortaya çıkardığı yoğun beton dokusu insanları fiziksel ve psikolojik yönden (Gül & Küçük, 2001) olumsuz etkileyerek, bir kaçış yeri olarak açık ve yeşil alan arayışına yönlendirmektedir.

Açık alanlar genel olarak, kent içerisindeki mimari yapı ve ulaşım alanları dışındaki açıklıklar olarak tanımlanmaktadır (Gül & Küçük, 2001). Yeşil alanlar ise yüzeyi bitkisel materyal ile kaplı olan açık alanları ifade etmektedir (Öztaş, 1968; Özbilen, 1991; Önder & Polat, 2012; Gül vd., 2020). 2014 yılında yayımlanan Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'nde açık ve yeşil alanlar sosyal altyapı alanları içerisinde değerlendirilerek, 'birey ve toplumun sosyo-kültürel ve rekreasyon ihtiyaçlarının karşılanması ve sağlıklı bir çevre ile yaşam kalitelerinin artırılması amacıyla kamu veya özel sektör tarafından yapılan park, çocuk bahçesi, oyun alanı, meydan, rekreasyon alanı gibi alanlar' olarak tanımlanmıştır (Resmi Gazete, 2014). Bir kent içerisindeki yeşil alanlar temel olarak 3 sınıfta ele alınabilmektedir. Bunlar; kamusal yeşil alanlar (toplumun tamamının yararlanabildiği kent ve mahalle parkları, millet bahçeleri, rekreasyonel alanlar, spor ve çocuk oyun alanları vb.), yarı özel yeşil alanlar (belirli bir kesimin yararlanabildiği okullar, kamu kurum ve kuruluşlar bahçeleri vb.) ve özel yeşil alanlardır (kişi veya kişilerin mülkiyetindeki bahçeler) (Önder, 1997; Gül & Küçük, 2001; Önder & Polat, 2012; Gül vd., 2020; Türker & Gül, 2022). Yeşil alanlar, insanların kullanımı bakımından aktif ve pasif yeşil alanlar olarak sınıflandırılmaktadır. Aktif yeşil alanlar; insanlar için rekreasyon imkânı tanıyan, halkın kullanımına açık olan parklar, çocuk oyun alanları, spor alanları gibi alanların tamamını tanımlamaktadır (Resmî Gazete, 1985). Pasif yeşil alanlar ise insanların kullanımına açık olmayan veya sınırlı olarak kullanılabilen yeşil alanlardır (Gül vd., 2020).

Açık ve yeşil alanlar, kent dokusu içerisinde birçok fonksiyonu yerine getirmektedir (Barbosa vd., 2007; Bulut vd., 2010). Geniş bir çerçeveden bakıldığında açık ve yeşil alanlar kent içerisinde tedarik, düzenleme, destekleme ve kültürel (UNEP, 2005) olmak üzere insanların da doğrudan ve dolaylı olarak yararlandığı ekosistem hizmetlerinin (Tülek & Ersoy Mirici, 2019) yerine getirilmesinde önemli pay sahibi olan alanlardır. Kentsel açık ve yeşil alanların fonksiyonları; Çepel (1988), Gül & Küçük (2001), Önder & Polat (2012), Kuşçu Şimşek & Şengezer (2012), Öztürk & Özdemir (2013), WHO (2017), Gül vd. (2020), Zhang vd. (2021) ve Türker & Gül (2022)'nin çalışmalarından derlenip geliştirilerek Çizelge 1'de verilmiştir:

Çizelge 1. Kentsel açık ve yeşil alanların işlevleri

Sosyal ve Kültürel Fonksiyonlar	<ul style="list-style-type: none"> • Çeşitli eğitim faaliyetlerine olanak sağlama • Kültürel faaliyetler için ortam oluşturma • Toplumsal suç oranını azaltma • Spor yapma, yürüme, kitap okuma, dinlenme vb. aktif ve pasif rekreasyon faaliyetleri için imkânı tanıma • Toplum sağlığını koruma • Toplumdaki bireylerin tanışmasına ve kaynaşmasına imkânı sağlama
Ekonomik Fonksiyonlar	<ul style="list-style-type: none"> • Konutlarda enerji tasarrufu sağlama • İstihdama katkıda bulunma • Konutların maddi değerini artırma • Çeşitli tarım ürünleriyle gıda üretimine imkânı tanıma
Çevresel Fonksiyonlar	<ul style="list-style-type: none"> • Havadaki partikülleri tutarak havayı filtre etme • Fotosentez yolu ile oksijen üreterek temiz hava sağlama • Sera gazlarını absorbe ederek sera etkisini azaltma • Rüzgarı keserek ısıyı ısı kontrolü sağlama • Termal radyasyonu engelleyerek serinlik etkisi sağlama • Hava nemini dengeleme • Yağmur suyunun toprağa filtre olmasını sağlayarak su erozyonunu, rüzgarı azaltarak ise rüzgar erozyonunu önleme • Yağmur suyunun akış hızını azaltarak kentsel mekânlardaki selleri önleme • Ekolojik restorasyonu sağlama • Diğer canlılar için habitat görevi görerek biyolojik çeşitliliği destekleme • Gürültü kirliliğini azaltma

	<ul style="list-style-type: none"> • Fazla ışığı engelleyerek ışık kirliliğini azaltma
Mekânsal Fonksiyonlar	<ul style="list-style-type: none"> • Kentsel içerisinde sirkülasyona katkıda bulunma • Çeşitli alan kullanımları arasında tampon görevi görme, birbirine bağlama ve birbirinden ayırma • Mekânlar arasında bağlantı sağlama • Kent içerisinde doku oluşturma • Kentlerde monoton mekânsal dizilimi kırma • Kentsel yapı ölçeğini küçülterek insan boyutuna indirgeme • Kent içerisinde doğal ve yapay yönlendirme sağlama • Kentsel korunan alanlar için koruma işlevi sağlama
Estetik Fonksiyonlar	<ul style="list-style-type: none"> • Kentsel mekânlardaki kötü görüntüleri gizleme • Kentsel mekânların karakter ve kimliğini oluşturma • Kent içerisindeki monoton renk etkisini kırarak renkli bir ortam sağlama • Kentsel mekânlara perspektif etkisi kazandırma • Kent içerisinde vurgu etkisi yapma • Kent içerisinde manzara etkisi oluşturma

Kentsel açık ve yeşil alanların Tablo 1’de verilen işlevleri aynı zamanda onların önemini de ortaya koymaktadır. Buna ek olarak dünya genelindeki iklim değişikliği, küresel ısınma, salgın hastalıklar, biyoçeşitlilik kaybı (Uslu & Shakouri, 2013; Karakaş, 2017; Pouya & Pouya, 2017; Bingül Türk & Doğan, 2018; Sezen & Toy, 2018) gibi küresel problemler açık ve yeşil alanların gelecekte kentler için daha da önemli hale geleceğine işaret etmektedir. Nitekim yapılan birçok çalışma açık ve yeşil alanların kentsel ısı adasının (Erdoğan vd., 2022), sellerin (Zimmerman vd., 2016), sera gazı emisyonlarının etkisinin azaltılmasındaki (Shadman vd., 2022) önemini ortaya koymuştur. Bunun yanında COVID 19 pandemisi süresince insanların açık ve yeşil alanlara duyduğu ihtiyacın ve ilginin artması (Aygün Oğur vd., 2022; Pouya & Majid, 2022) açık ve yeşil alanların gelecekte yaşanması muhtemel salgın hastalıklar bakımından da önemini göstermektedir. Yapılan çalışmalar insanların fiziksel ve zihinsel sağlığı ile açık ve yeşil alanlar arasında doğrudan ilişki olduğunu ortaya koymaktadır (Burnett vd., 2021; Lu vd., 2021; Şenik & Uzun, 2022).

Açık ve yeşil alanlar, kent ekosistemi içerisindeki alt sistemlerden biridir. Bununla birlikte yoğun yapılaşmış kent bölümleri arasında sıkışan, niceliksel ve niteliksel olarak yeterliliği olmayan açık ve yeşil alanlar, kent ekosistemi içerisindeki fonksiyonlarını yerine getirememektedir. Bu nedenle, kent ekosisteminde yer alan yapıyı, işlevleri ve süreçleri tanımlayan, kent ekosisteminin sürdürülebilirliğini destekleyen bir açık ve yeşil alan sistemi oluşturmak kentler için oldukça önemlidir (Şenik & Uzun, 2022).

Bu çalışma Erzurum ili Palandöken ilçesi Adnan Menderes Mahallesi’ndeki kamusal yeşil alanları oluşturan aktif yeşil alanları konu edinmektedir. Çalışmanın amacı, mahalle ölçeğindeki aktif yeşil alanları niceliksel ve niteliksel kriterler doğrultusunda değerlendirmektir. Çalışma aktif yeşil alanların niteliğini kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamanın yanında kent ekosisteminin gereksinimlerini yerine getirme bakımından da ele almaktadır. Bu nedenle çalışma literatüre sağlayacağı katkılar bakımından önemli görülmektedir.

1. Yeşil Alanların Standartları

1.1. Açık ve Yeşil Alanların Niceliksel Standartları

Türkiye’de kentlerdeki açık ve yeşil alanların niceliksel standartları ilgili kanun ve yönetmeliklerle belirlenmektedir. 1933 yılında kabul edilen 2290 sayılı ‘Belediyeler Yapı ve Yollar Kanunu’nun 4. maddesinde şehir planlarında 50 yıllık nüfus projeksiyonu için kişi başı 4 m² yeşil alan ayrılması vurgulanmıştır (Resmî Gazete, 1933). Daha sonra 1972 yılında 1605 sayılı ‘6785 sayılı İmar Kanununda Bazı Değişiklikler Yapılması Hakkında Kanun’un 28. maddesi ile kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarı 7 m² olarak belirlenmiştir (Resmî Gazete, 1972). 1985 yılında ise ‘İmar Planı Yapılması ve Değişikliklerine Ait Esaslara Dair Yönetmelik’in ekinde yer alan ‘Kentsel, Sosyal ve Teknik Alt Yapı’ standartları ile imar planlarında asgari standartlardaki kullanımlar zorunlu kılınarak, belediye ve mücavir alan sınırları içerisindeki planlamalarda aktif yeşil alan miktarı kişi başına 7 m², belediye ve mücavir alan sınırları dışındaki planlamalarda ise 14 m² olarak belirlenmiştir (Resmî Gazete, 1985). Bu yönetmelikteki aktif yeşil alan miktarı 1999 yılında ‘3030 Sayılı Kanun Kapsamı Dışında Kalan Belediyeler Tip İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik’ ile değiştirilerek imar planlarındaki aktif

yeşil alan miktarı 10 m²/kişi olarak belirlenmiştir (Resmî Gazete, 1999). 2014 yılında yayımlanan 'Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'nde ise, imar planlarındaki kişi başına 10 m²lik yeşil alan standardı korunmakla birlikte erişilebilirlik bakımından 500 m mesafedeki hizmet etki alanı kararı getirilmiştir (Resmî Gazete, 2014; Çabuk, 2019).

Dünyada ise yeşil alan niceliksel standartları Türkiye'nin üzerindedir. Günümüzde Birleşmiş Milletler kişi başına yeşil alan miktarının 30 m², Avrupa Birliği 26 m², ABD 18 m² olması gerektiğini belirtmektedir (Şenik & Uzun, 2022). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ise kentlerde minimum yeşil alan miktarını 9 m² olarak belirlemekle birlikte, optimum yeşil alan miktarının kişi başı 50 m² olması gerektiğini bildirmektedir (Pouya & Majid, 2022). Açık yeşil alanlara erişim etki alanı olarak ise Avrupa Çevre Ajansı yaklaşık 1000 m²lik bir erişim mesafesi öngörürken, Birleşik Krallık Doğa Ajansı maksimum 300 m erişim mesafesi vurgulamaktadır (Barbosa vd., 2007; Khalil, 2014).

1.2. Yeşil Alanların Niteliksel Standartları

Kentsel yeşil alanları standartları yönünden değerlendirirken, niceliksel özelliklerinin yanında niteliksel özelliklerinin de dikkate alınması gerekmektedir. Çünkü yeşil alanların fonksiyonlarının yerine getirebilmesi yeşil alan miktarı kadar yeşil alan kalitesiyle de ilgilidir. Türker & Gül (2022) yeşil alanların kalitesi, işlevselliği, erişilebilirliği, kent içerisindeki homojen dağılımı, bağlantılılığı gibi faktörlerin niteliği etkileyen unsurlar olduğunu belirtmektedir. Öztürk (2004) açık ve yeşil alanları mekânsal form bakımından ele alarak bir düzen barındırmayan ve birbirleriyle bağlantısız açık ve yeşil alanların uygun forma sahip olmadığını belirtmektedir. Kurdoğlu vd. (2014) birbirleriyle bütünlük oluşturmayan yeşil alan sistemlerinin kent ekosistemlerinin gereksinimlerini karşılayamayacağını, Yıldızcı (1982) ve Gül vd. (2020), kent içerisinde irili ufaklı ve dağınık haldeki açık ve yeşil alanların, plansız gelişen kentlere özgü bir durum olduğunu vurgulamaktadır. Yücesu vd. (2017) kent genelinden, en çekirdekdeki mahalle ve sokak ölçeğine inen bir yeşil alan sisteminin planlanmasının gerektiğini bildirmektedir. DSÖ (2017) de benzer şekilde kent içerisindeki yeşil alanların erişilebilir olmasını ve homojen dağılması gerektiğini belirtmektedir (WHO, 2017).

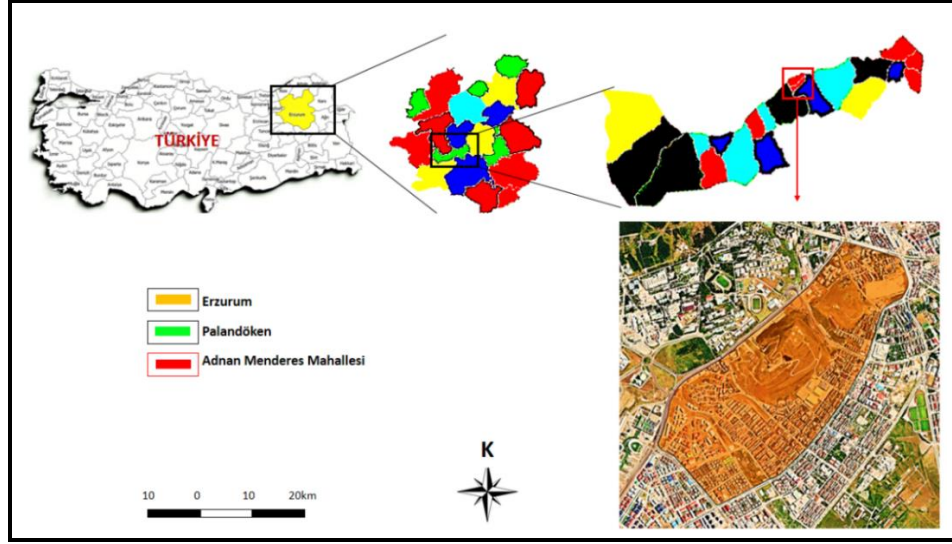
Yeşil alanların kent içerisindeki fonksiyonlarından biri kullanıcılara hizmet etmesidir. Dolayısıyla yeşil alanların niteliğini belirleyen unsurlardan birini, kullanıcıların ihtiyaçları ve özellikleri doğrultusunda şekillenen genel özellikleri oluşturmaktadır. Bu bağlamda kullanılan donatı elemanları, döşeme malzemeleri, engelli kullanıcı için uygunluğu, bakımlı olması, güvenlik gibi faktörler yeşil alanların genel niteliksel özelliklerini ortaya koymaktadır (Ünal & Uslu, 2018; Beyli & Yeşil, 2019; Zülkadıroğlu & Uslu, 2021; Türker & Gül, 2022).

Bunun yanında yeşil alanlar kent içerisinde bazı ekolojik işlevleri de yerine getirerek kent ekosistemine hizmet etmektedir. Bunlar arasında; kent içindeki fauna elemanları için habitat oluşturmak, biyolojik çeşitliliği desteklemek, su, karbon ve azot döngüsüne katkıda bulunmak sayılabilir. Bu durum yeşil alanların ekosistemin gereksinimlerini de karşılayacak nitelikte ve sürdürülebilir bir anlayışla ele alınmasını zorunlu kılmaktadır (Ostoić vd. 2020; Zhang vd. 2021). Kim & Kang (2022) çalışmalarında, kentsel yeşil alanlarda topraktan suyun buharlaşmasını azaltarak bitkilerin su ihtiyacını minimize etmesi sebebiyle, ağaç kanopisi ile ekosistem verimliliği arasında doğrudan bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Zhang vd. (2020) kentsel yeşil alanlarda sulama ve ilaçlamanın bir karbon emisyon kaynağı olduğunu ve bu emisyonun en fazla çim yüzeylerde en az ise büyük ağaçlarda olduğunu ifade etmiştir. Pinto vd. (2022) kentsel yeşil alanlar için geniş taç yapısına sahip ve bakım isteği az olan bitkilerin kullanımını sürdürülebilirlik bağlamında önermiştir. İgnatieva vd. (2020) kentsel yeşil alanlarda sürdürülebilir doğa temelli çözümlere dikkat çekerek, çim bitkisinin bir alternatifi olarak doğal vejetasyonda yer alan alternatif bitkilerin kullanımının yeşil alanların kalitesini etkilediğini tespit etmiştir. Zhang vd. (2011) kentsel yeşil alanlarda yağmur suyu hasadı uygulamalarının önemine dikkat çekerek, yeni kentsel yeşil alanların geliştirilmesinde bir kalite göstergesi olması gerektiğini vurgulamıştır. Knobel vd. (2021) ise yeşil alan niteliksel standartlarını ele alırken bitki ve hayvan biyoçeşitliliğine katkıda bulunma, bisiklet yolları gibi faktörlere dikkat çekmiştir. Bütün bu çalışmalarda ekosistem içerisinde bir takım görevleri yerine getirecek olan uygulamalar, nitelikli ve sürdürülebilir yeşil alanlar bağlamında önerilmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

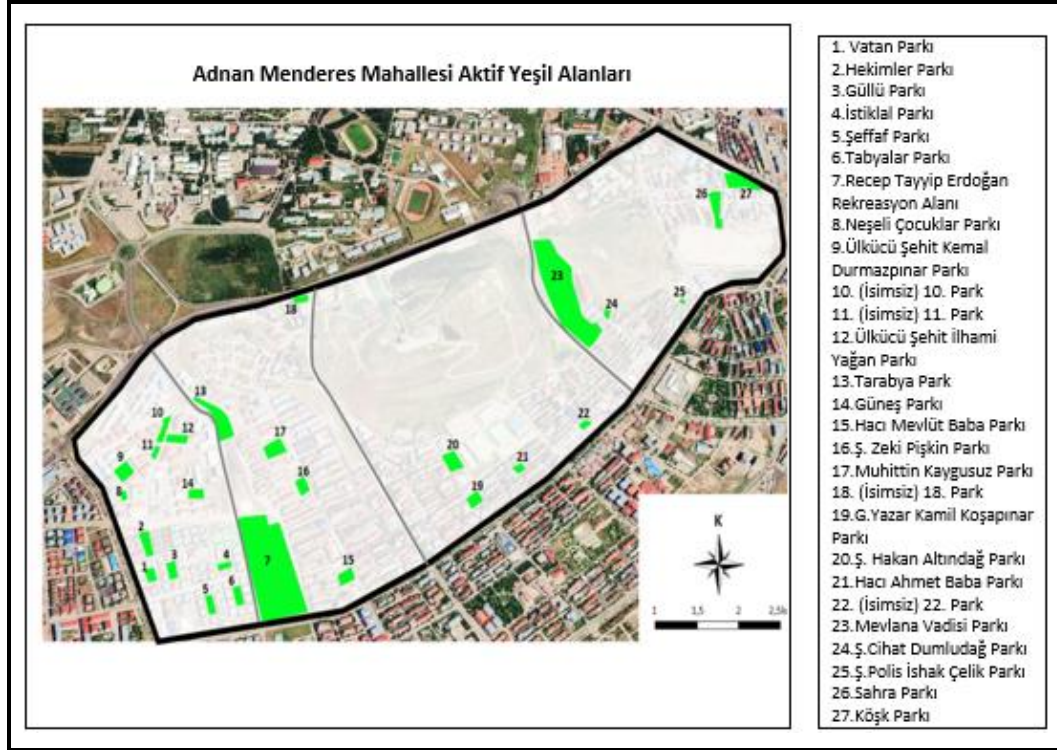
2.1. Materyal

Çalışma Erzurum ili Palandöken ilçesi Adnan Menderes mahallesinde yürütülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası (Atlasbig (2023)'ten yararlanılarak geliştirilmiştir)

Çalışmanın materyalini Adnan Menderes mahallesi'nin toplam yeşil alan varlığı içerisindeki aktif yeşil alan tanımı kapsamında değerlendirilen kamusal parklar, çocuk oyun alanları, spor alanları ve rekreasyon alanları oluşturmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Adnan Menderes Mahallesi aktif yeşil alanları

Erzurum ili, Türkiye'nin kuzeydoğusunda bulunmaktadır ve idari olarak Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır. Erzurum ilinin ikliminde yazlar kurak ve sıcak, kışlar ise soğuk ve kar yağışlı geçmektedir (EBŞB, 2023). Yıl içerisinde sıcaklık -16°C ile 27°C arasında değişiklik göstermektedir ve nadiren -25°C altında ve 30°C üzerinde olmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklık 6°C 'dir. Yıllık yağış ortalaması 460.5 mm olan Erzurum'da yıllık ortalama rüzgar hızı 11,9 kilometre/saat, nispi nem ise %60,3' tür (Weatherspark, 2023). Erzurum ili bitki coğrafyası bakımından İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde

yer almaktadır ve vejetasyon örtüsü alpin çayırlar, yaprak döken ve yer yer iğne yapraklı ormanlardan oluşmaktadır. Kentte 92 familyaya ait 1392 takson bulunmaktadır. Kentin endemik bitki varlığı ise 264'tür (TUBIVES, 2023).

Erzurum, yüzölçümü bakımından Türkiye'nin en büyük dördüncü ilidir ve 25.355 km²'lik bir alana yayılım göstermiştir. İlin 16 ilçesi bulunmaktadır. İlçeler içerisinde Yakutiye (187.249 kişi), Aziziye (65.133 kişi) ve Palandöken (175.920 kişi) merkez ilçelerdir. Erzurum'un merkez ilçelerinden biri olan ve bu çalışmanın da ana materyalini oluşturan Palandöken ilçesi, 2008 yılında 5747 sayılı kanunla ilçe statüsü kazanmıştır. Güneyindeki Palandöken Dağlarından adını alan ilçe, kış turizm sporlarının Türkiye'deki önemli merkezlerinden biridir. Palandöken ilçesi 5 merkez mahalle ve 21 köyden oluşmaktadır (Atlasbig, 2023).

Palandöken ilçesinde yer alan Adnan Menderes mahallesi, ilçenin en eski mahallelerinden biridir. Mahallenin yüzölçümü 3,057 km², 2022 yılı nüfusu ise 29.988'dir (TÜİK, 2023). Mahalle, ilçedeki yeşil alanların önemli bölümünü içerisinde barındırmaktadır ve ilçenin Atatürk Üniversitesi ile olan sınırını oluşturmaktadır. Bu nedenle ilçede kamuya ve özel sektöre ait birçok öğrenci yurdu bulunmaktadır. Bu yurtlarda 3500'e yakın öğrenci ikamet etmektedir. Adnan Menderes mahallesi ayrıca kamu idaresi tarafından yapımı gerçekleştirilen atlama kuleleri, buz pateni pisti ve yüzme havuzu gibi çevreleri sınırlı kullanıma sahip olmakla birlikte aktif yeşil alanlar için önemli bir potansiyele sahip olan pasif yeşil alanları içermektedir. Ayrıca mahalle yerel yönetim-kamu işbirliğiyle gerçekleştirilen her semte futbol sahası projesinin de yürütüldüğü bir mahalledir. Bu yönleri, Adnan Menderes mahallesini ilçedeki diğer mahallelerden farklılaştırmaktadır. Bu nedenle, Adnan Menderes mahallesindeki aktif yeşil alanlar, bu çalışmanın konusu ve materyali olarak belirlenmiştir.

2.2. Yöntem

Çalışmada yöntem olarak ön çalışma, veri toplama ve değerlendirmeye dayalı 3 aşamalı bir metod kullanılmıştır. Çalışmanın ön çalışma bölümünde ilçeye ait 1/1000 ölçekli uygulama imar planı temin edilerek, ilçedeki yeşil alanlar belirlenmiştir. Daha sonra yerinde gözlemlerle ilçedeki yeşil alanlar içerisindeki aktif yeşil alanlar tespit edilmiştir.

Veri toplama aşamasında çalışma kapsamındaki aktif yeşil alanlara ait 20.01.2023 tarihli uydu görüntüsü Google Earth Pro programından temin edilerek Arcmap 10.6 programına aktarılmıştır. Çalışma kapsamındaki aktif yeşil alanlar uydu görüntüsü üzerinde işaretlenmiştir ve alansal büyüklükleri hesaplanmıştır. Ayrıca aktif yeşil alanların alansal büyüklükleri arazi çalışması yapılarak Kocaman Pro adlı mobil uygulamanın GPS koordinatlamasına dayalı alan hesaplama özelliği ile teyit edilmiştir. Mahalledeki tüm aktif yeşil alanların büyüklükleri ölçüldükten sonra kişi başı aktif yeşil alan miktarı hesaplanmıştır. Aktif yeşil alanların hizmet etkisi analizi ise mahalle alanının kenar uzunluğu 500 m olan karelere ayrılmasıyla yapılmıştır. Bu yöntem mahalle genelindeki konutların 500 m erişim mesafesinde bir aktif yeşil alana erişim sağlayıp sağlayamadığını değerlendirme imkânı sağlamıştır.

Aktif yeşil alanların niteliksel değerlendirmesinde 'niteliksel değerlendirme aracı yöntemi' kullanılmıştır. Değerlendirme aracı yöntemi yeşil alanların farklı boyutlarıyla niteliksel değerlendirmesinde kullanılan bir yöntemdir. Literatürde Bedimo-Rung Değerlendirme Aracı (BRAT-DO) (Bedimo-Rung vd., 2006), Kamusal Açık Alan Aracı (POST) (Giles-Corti vd., 2005) ve Doğal Çevre Puanlama Aracı (NEST) (Gidlow vd., 2018) birincil ve önemli kaynaklar olarak bilinmektedir. Bu çalışmada ise Knobel vd. (2021) tarafından önceki yöntemleri ve Hoffmann vd. (2017), Wood vd. (2018), Knobel vd. (2019), Miralles-Guasch vd. (2019), Roberts vd. (2019), Groshong vd. (2020) ve Richardson vd. (2020)'nin çalışmalarını esas alarak geliştirilen RECITAL (urban green space quality Assessment tool) yöntemi kullanılmıştır. RECITAL yöntemi kentsel yeşil alanların niteliksel bakımdan değerlendirilmesi için 90 kriter ortaya koymaktadır. Bu yöntem kriterlerin miktar, kalite ve birleşik miktar/kalite bakımından Likert ölçeğine göre (Likert, 1932) puanlamasına dayanmaktadır.

Bu çalışmada RECITAL yöntemiyle ortaya konulan niteliksel kriterlere ek olarak Ünal & Uslu (2018), İgnatieva vd. (2020), Ostoić vd. (2020) ve Zhang vd. (2021)'in çalışmalarından da yararlanılarak, kullanıcıların ve ekosistemin gereksinimlerini içeren 28 kriter hazırlanmıştır (Çizelge 2). Bu kriterlere 1 (en düşük) ile 5 (en yüksek) arasında değişen bir puan verilmiştir. Puanlamada toplam puanı (TP) 28-53 arasında olan yeşil alanlar nitelik bakımından çok düşük, 53,1-72 arasında olanlar düşük, 72,1-95 orta, 95,1-117 arasında yüksek ve 117,1-140 arasında ise çok yüksek olduğu değerlendirilmiştir.

Niteliksel değerlendirme puanlaması; saha çalışması ile peyzaj mimarı (1'i akademisyen ve 2'si serbest çalışan), peyzaj teknikeri (yerel yönetim çalışanı) ve orman mühendisinden oluşan 5 kişi ile yapılmıştır.

Çizelge 2. Aktif yeşil alanlar için niteliksel değerlendirme kriterleri

	Kriterler	Açıklama	
1	Güvenlik	Geçirilen süre içerisinde güvenli bir ortam sunar.	
2	Konforlu aktivite ortamı	Yürüme, dinlenme ve eğlenme eylemleri için konforlu bir ortam sunar.	
3	Aydınlatma	Yeterince aydınlıktır ve akşamları da kullanılabilir.	
4	Gürültü	Gürültü engelleyici tasarıma sahiptir ve etrafına göre gürültü seviyesi düşüktür.	
5	Estetik	Yapısal ve bitkisel tasarımı, kullanılan objeler ve donatı elemanları bir bütün olarak güzel bir görünüm sunar.	
6	Dört mevsim renk etkisi	Alanın bitkilendirmesi yıl boyu renk etkisi yapabilmektedir.	
7	Spor alanları	Spor alanı vardır ve farklı spor aktivitelerini gerçekleştirmek için çeşitlilik gösterir.	
8	Kullanıcı Gereksinimleri	Modüler spor ekipmanları	Orta ve üst yaş grubun fiziksel aktiviteleri için modüler spor ekipmanları bulunmaktadır.
9		Çocuk oyun alanları	Çocuk oyun alanı vardır, uygun zemin malzemesi ve kuşatma elemanlarıyla çevrelenerek güvenli bir ortam sağlanmıştır.
10		Çocuk oyun ekipmanlarının çeşitliliği	Oyun ekipmanları çeşitlilik sunmaktadır.
11		Donatı elemanlarının yeterliliği	Çöp kutusu, yönlendirme levhası, aydınlatma elemanı, oturma bankı gibi donatı elemanları yeterince bulunmaktadır.
12		Engelsiz tasarım kriterleri bakımından uygunluğu	Engelli kullanımı için uygun yürüme yolu, rampa ve oturma birimlerine sahiptir.
13		Yürüme yollarının yeterliliği	Uygun genişlik ve uzunlukta, uygun döşeme malzemesi ile kaplanmış yürüme yollarına sahiptir.
14		Dört mevsim kullanabilme özelliği	Alan yıl boyunca kullanım sunabilecek mekânlara ve donatıya sahiptir.
15		Genel ihtiyaçlar için uygunluğu	Alan tuvalet, çeşme gibi genel ihtiyaçları karşılayabilecek niteliktedir.
16		Temizlik	Alan temiz bir ortam sunmaktadır.
17		Sokak bağlantısı ve erişim	Sokak bağlantısı vardır ve en uzak yerleşime 500 m uzaklıktadır.
18	Bakım	Bitkiler doğru bir şekilde budanmıştır ve diğer donatı elemanları, zemin kaplama malzemeleri bakımlıdır.	
19	Kent Ekosisteminin Gereksinimleri	Sert zemin/yeşil alan oranı	Yeşil alan miktarı sert zemin miktarından daha fazladır.
20		Bitki yoğunluğu	Bitkilendirme yoğun bir görüntü oluşturur.
21		Bitkisel kanopi (gölgeleme)	Kullanılan bitkiler kanopi oluşturabilmektedir.
22		Doğal türlerin kullanımı	Bitkilendirmede sulama ve bakım isteği az olan doğal türler kullanılmıştır.
23		Fauna elemanları için besin sağlayan türlerin kullanımı	Bitkilendirme içerisinde böcekleri cezbedici çiçekleri ve/veya kuşların beslenebileceği meyvesi olan türler kullanılmıştır.
24		Çim alternatifi uygulamalar	Geniş çim yüzeylerde su isteği daha az olan türler ve/veya doğal vejetasyondaki otsu bitkiler tercih edilmiştir.
25		Malçlama uygulaması	Cüruf, ağaç kabuğu gibi malzemelerle malçlama yapılmıştır ve topraktan suyun buharlaşması (evaporasyon) azaltılmıştır.
26		Verimli sulama uygulamaları	Yağmur suyu hasadı, damlama sulama gibi verimli sulama uygulamaları yer almaktadır.
27		Kent fauna elemanları için barınak sağlayan uygulamalar	Kuşlar için ağaç yuvaları, kediler ve köpekler için barınaklar vardır.
28		Bisiklet yolları	Alana erişim için veya alan içerisinde bisiklet yolları bulunur.

Çalışmanın değerlendirme aşamasında, incelenen aktif yeşil alanlara ait bulgulara ve literatürdeki diğer çalışmaların tespitlerine dayanarak aktif yeşil alanların geliştirilmesine yönelik öneriler getirilmiştir.

3. Bulgular

Çalışma kapsamında Adnan Menderes mahallesindeki yeşil alanlar içerisinde tespit edilen aktif yeşil alanların alan ölçümlerinden elde edilen bulgular Çizelge 3'te, görselleri ise Şekil 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Çalışma alanında tespit edilen aktif yeşil alanlar ve alan ölçüleri

Park No	Aktif Yeşil Alan Adı	Alan (m ²)	Park No	Aktif Yeşil Alan Adı	Alan (m ²)
P1	Vatan Parkı	1294	P15	Hacı Mevlüt Baba Parkı	2145
P2	Hekimler Parkı	2178	P16	Ş. Zeki Pişkin Parkı	2087
P3	Güllü Parkı	1397	P17	Muhittin Kaygusuz Parkı	3637
P4	İstiklal Parkı	1175	P18	(İsimsiz) 18. Park	1178
P5	Şeffaf Parkı	1474	P19	G.Yazar Kamil Koşapınar Parkı	1819
P6	Tabyalar Parkı	806	P20	Ş. Hakan Altındağ Parkı	3076
P7	Recep Tayyip Erdoğan Rekreasyon Alanı	61273	P21	Hacı Ahmet Baba Parkı	835
P8	Neşeli Çocuklar Parkı	465	P22	(İsimsiz) 22. Park	651
P9	Ülkücü Şehit Kemal Durmazpınar Parkı	2669	P23	Mevlana Vadisi Parkı	41028
P10	(İsimsiz) 10. Park	1510	P24	Ş.Cihat Dumludağ Parkı	677
P11	(İsimsiz) 11. Park	883	P25	Ş.Polis İshak Çelik Parkı	240
P12	Ülkücü Şehit İlhami Yağan Parkı	1770	P26	Sahra Parkı	4996
P13	Tarabya Park	7146	P27	Köşk Parkı	4941
P14	Güneş Parkı	1517	Toplam		152867

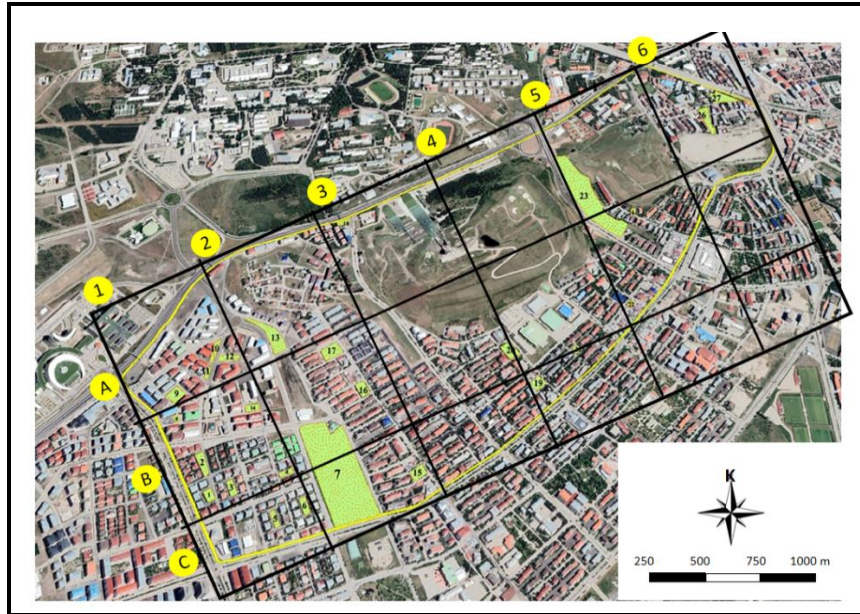
Mahalledeki toplam aktif yeşil alan varlığı 152.867 m² olarak belirlenmiştir. Aktif yeşil alanlar 3.057.000 m²lik mahalle yüzölçümünün yaklaşık olarak %5'ini oluşturmaktadır. Mahalledeki kişi başı düşen aktif yeşil alan miktarının ise 5,09 m² olduğu saptanmıştır.





Şekil 3. Çalışma alanı aktif yeşil alanlarının görselleri

Çalışma ile mahalle alanı ızgaralarla bölünerek 500 m kenar uzunluğuna sahip olacak şekilde karelere ayrılmıştır (Mahalle sınırlarından dolayı yataydaki C ızgarası 300 m, düşeydeki 6 numaralı ızgara ise 350 m'dir) (Şekil 4). Mahalle alanını karelere ayırmak, hizmet etkisi bakımından 500 m erişim mesafesini değerlendirme imkânı sağlamaktadır.



Şekil 4. Çalışma alanındaki aktif yeşil alanların dağılımı

Şekil 4 mahalle genelindeki tüm konut bölgelerinin 500 m yürüme mesafesinde bir aktif yeşil alana erişim sağlayabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte mahalledeki aktif yeşil alanlar A1-2, B1-2 ve C1-2 karelerinin yer aldığı batı bölümünde yoğunlaşmıştır. Karelerdeki nüfus yoğunluğuyla ilgili bir veri bulunmamaktadır. Ancak mahallede eski konut bölgesini oluşturan 3, 4 ve 5 düşey ızgaraları boyunca bodrum+zemin+4 kat imar uygulaması bulunmaktadır. Nispeten yeni konutların da bulunduğu 2 düşey ızgarası boyunca ve tümüyle yeni konutların bulunduğu A1 karesi ve B1 karesinin kuzeyinde bodrum+zemin+5 kat imar uygulaması vardır. B1 karesinin güneyi ve C1 karesi ise villalar bölgesidir. Dolayısıyla nüfusun mahalle boyunca yerleşimin olmadığı ya da seyrek olduğu A3-4-5 ve B3-4 kareleri ile villalar bölgesini oluşturan C1 ve B1 karesinin güneyi dışında sayı bakımından birbirine yakın olduğu söylenebilir. Bu durumda birbirine yakın nüfus verileri olmasına rağmen yeşil alanların mahallenin batı bölümündeki karelerde toplanması, mahalledeki aktif yeşil alanların homojen dağılmadığı anlamına gelmektedir.

Çalışma ile 28 kriter doğrultusunda niteliksel olarak değerlendirilen aktif yeşil alanların almış oldukları toplam puanlar Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Aktif yeşil alanların niteliksel değerlendirme bulguları

TP	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	
	66	59	66	54	67	70	99	62	72	60	59	63	92	65	73	69	71	73	74	73	65	61	99	58	57	71	78	
Nitelik Ölçeği ve Renk Sembolleri																												
	Çok Düşük					Düşük					Orta					Yüksek					Çok Yüksek							

Çalışma, Adnan Menderes mahallesindeki aktif yeşil alanların nitelik bakımından 19'unun düşük, 6'sının orta ve 2'sinin yüksek nitelikli olarak değerlendirildiğini göstermektedir. Değerlendirme kriterleri özelinde bakıldığında ise Adnan Menderes mahallesindeki aktif yeşil alanların genel olarak spor alanlarının yeterliliği, spor ve çocuk oyun ekipmanlarının çeşitliliği, donatı elemanlarının yeterliliği, dört mevsim kullanılabilme özelliği ve bakım kriterleri bakımından çok düşük ve düşük bir puanla değerlendirilmişlerdir. Ayrıca incelenen aktif yeşil alanların çoğunluğunun, çocuk oyun alanı olarak ele planlandığı; genç, orta yaş ve yaşlılara hizmet etme fonksiyonuna sahip olmadığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Bu çalışma ile kent içerisinde mahalle örneğinde değerlendirilen aktif yeşil alanların kent ekosisteminin gereksinimi olarak değerlendirilen kriterler bakımından da düşük puanlar aldığı görülmektedir. Daha özeldir ise verimli sulama/yağmur suyu hasadı gibi yeşil altyapı uygulamaları, geniş çim yüzeylerde çim bitkisinin alternatifi olarak kuraklığa dayanıklı yer örtücülerin kullanımı, topraktan suyun buharlaşmasını azaltmak amacıyla malçlama uygulaması ve kent faunasının bir parçası olan kuşlar, böcekler için barınak uygulamalarına incelenen aktif yeşil alanların hiçbirinde yer verilmemiştir. Gölgeleme özellikli ağaçlandırmanın (ağaç kanopisi) ise P1, P6, P7, P15, P16, P17, P19, P20, P22, P24, P25, P26 ve P27'de yer aldığı; ancak hatalı budama sebebiyle ağaçların taç yapılarının bozulduğu görülmüştür. İncelenen diğer yeşil alanlarda ise kullanılan bitkilerin kanopi (gölgelik) oluşturma özelliği olmayan sütun, piramit formlu ibreliler, tıjli bitkiler gibi egzotik türler ile yaprak döken çalılardan oluştuğu tespit edilmiştir.

4. Tartışma

Aktif yeşil alanların niceliksel değerlendirmesinde en temel gösterge, kişi başı düşen aktif yeşil alan miktarıdır (Vural, 2020). Kişi başı düşen aktif yeşil alan miktarının ulusal ve uluslararası standartlara uygunluğu, onların niceliksel yeterliliği hakkında bilgi vermektedir. Bu çalışma ile mahalle ölçeğinde (Adnan Menderes Mahallesi-Erzurum) incelenen aktif yeşil alanların kişi başı 5,09 m² olduğu belirlenmiştir. Bu oran mevzuattaki 10 m²/kişi standartının altında kalmaktadır. Bu nedenle mahalledeki aktif yeşil alan miktarı, niceliksel olarak yetersiz görülmektedir. Literatürde benzer çalışmalar birçok araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarı değişen oranlarda bulunmakla birlikte, 'Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğinde' belirtilen 10 m²/kişi (Resmî Gazete, 2014) standartının altındadır. Literatürde Gül ve Küçük (2001) Isparta kentinde yürüttükleri çalışmada kişi başı 3 m², Ülger ve Önder (2006) Kayseri kenti için kişi başı 5,83 m², Öztürk ve Özdemir (2013) Kastamonu kenti için 1,04 m², Manavoğlu ve Ortaçşeme (2015) Antalya kenti için 4,2 m², Adigüzel ve Doğan (2020) Çukurova ilçesi için kişi başı 7,47

m², Koçan ve İbiş (2020) Çankırı ili için kişi başı 4 m², Vural (2020) Bingöl kenti için kişi başı 1,55 m², Türker ve Gül (2022) Uşak kent merkezi için kişi başı 8,50 m² aktif yeşil alan hesaplamıştır. Dolayısıyla bu çalışma ile incelenen aktif yeşil alanlara ait bulgular, literatürdeki diğer çalışmaların sonuçlarıyla benzerdir ve ulusal mevzuattaki niceliksel standartlar bakımından yetersizdir. Bu nedenle Türkiye’de, kentlerdeki aktif yeşil alan miktarının yetersiz olduğu söylenebilir (Vural, 2020). Ulusal standartların yanında, incelenen aktif yeşil alanların DSÖ’nün kentler için önerdiği minimum yeşil alan miktarı olan 9 m²’nin ve farklı ülkelerde uygulanan uluslararası yeşil alan standartlarının da altında olduğu görülmektedir.

Aktif yeşil alanlar için kişi başı düşen miktarın yanında bir diğer önemli konu da hizmet etkisi bakımından uygun erişim mesafesinde olmalarıdır. Bu konuda ‘Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği’ aktif yeşil alanlar için 500 m’lik erişim koşulu getirmektedir. Bu çalışma ile mahalle içerisindeki tüm nüfusun 500 m erişim mesafesinde bir aktif yeşil alana erişebildiği ortaya konulmuştur. Bununla birlikte mahalle içerisinde aktif yeşil alanların homojen dağılmadığı saptanmıştır. DSÖ kent içerisindeki yeşil alanların homojen dağılması gerektiğini belirtmektedir (WHO, 2017). Yücesu vd. (2017) ise kentlerde çekirdek bölgelerden başlayarak bir yeşil alan planlamasının yapılması gerektiğini bildirmektedir. Türker & Gül (2022) Türkiye’de yeşil alanlar için mevzuatta ön görülen niceliksel değerlere odaklanıldığını; ancak kent içerisinde homojen ve dengeli dağılımının, yeşil alanlar arasında bağlantının ve erişilebilirliğin ihmal edildiğini bildirmektedir. Bu çalışma ile mahalle ölçeğinde incelenen aktif yeşil alanlara ait bulgular, Yücesu vd. (2017) ile Türker & Gül (2022)’nin çalışmalarıyla ortaya koyduğu sonuçları destekler niteliktedir. Aktif yeşil alanlar planlanırken kentlerin en küçük birimlerini oluşturan sokak ve mahalle ölçeğinde planlanması gerekmektedir. Aksi durumda niceliksel olarak mevzuat şartlarına ya da uluslararası standartlara uygun olsa bile homojen bir dağılım göstermediği için nitelikli olmayan yeşil alanlar ortaya çıkabilmektedir.

Çalışma ile gerçekleştirilen niteliksel değerlendirmede, incelenen aktif yeşil alanların büyük çoğunluğunun düşük nitelikli olduğu saptanmıştır. Bu duruma aktif yeşil alanların çocuk oyun alanı olarak ele alınmasının; genç, orta yaş ve yaşlılara hizmet etme fonksiyonuna sahip olmamasının neden olabileceği değerlendirilmiştir. Nitekim Vural (2020) çalışmasında kullanıcı ihtiyaçlarını karşılama gibi temel niteliksel özelliklerden uzak olan yeşil alanların kullanıcı memnuniyetini olumsuz etkileyerek, kullanıcılar tarafından yeterli görülmediğini belirtmiştir. Bu nedenle mahalle ölçeğinde aktif yeşil alanlar çocuklar, gençler, orta yaş ve orta yaş üstü olmak üzere her yaş grubundan kullanıcıların oyun oynama, dinlenme, eğlenme, spor ve yürüyüş yapma gibi fiziksel aktivite ihtiyaçlarını güvenli ve konforlu bir şekilde karşılamak durumundadır.

Yeşil alanlar kentlerde biyoçeşitliliği destekleyen ve kentsel ekosistem hizmetlerinin üretilmesine ev sahipliği yapan alanlardır (EEA, 2016). İçinde bulunduğumuz 21. yüzyılın küresel çevresel problemleriyle birlikte önemi gittikçe artan yeşil alanlar, daha fazla ekosistem hizmeti üretmek ve sürdürülebilir kentler elde etmek için ekosistem gereksinimlerini karşılayabilecek nitelikte tasarlanmalıdır (Pedersen Zari, 2018). Benzer şekilde aktif yeşil alanlar da kentlerde kullanıcıların gereksinim duyduğu niteliksel özelliklerin yanında, kent ekosisteminin de gereksinim duyduğu niteliksel özelliklere sahip olmalıdır. Bu çalışma ile kent içerisinde mahalle örneğinde değerlendirilen aktif yeşil alanların kent ekosisteminin gereksinimi olarak değerlendirilen kriterler bakımından düşük puanlar aldığı görülmektedir. Yeşil altyapı ve biyoçeşitliliği destekleyen tasarım uygulamaları, kurakçıl peyzaj düzenlemeleri, doğal vejetasyonda yer alan ve ağaç kanopisi oluşturan bitkilerin kullanımı, kent ekosisteminin gereksinim duyduğu nitelikli yeşil alan uygulamalarının bazılarıdır. Bu bağlamda geleceğin aktif yeşil alanlarının, mevcut aktif yeşil alanlardan çok daha farklı bir yaklaşımla ele alınması gerektiği değerlendirilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER:

Aktif yeşil alanlar öncelikli olarak halkın gereksinimlerini karşılamak üzere ayrılmış ve düzenlenmiş olan alanlardır. Bunun yanında aktif yeşil alanlar kent ekosisteminin de önemli bir parçasıdır ve ekosistem hizmetlerinin üretilmesine önemli katkılar sağlamaktadır.

Bu çalışma, mahalle ölçeğindeki aktif yeşil alanları nicelik ve nitelik bakımından değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Çalışma kapsamında Adnan Menderes mahallesindeki (Palandöken/Erzurum) 27 adet aktif yeşil alan incelenmiştir. Adnan Menderes mahallesinde kişi başı aktif yeşil miktarının 5,09 m² olduğu belirlenmiştir. Bu aktif yeşil alan miktarı ilgili mevzuatta imar planları için ön görülen 10 m²’lik aktif yeşil miktarının yarısı kadardır. Ayrıca mahalledeki aktif yeşil alanların (P7 ve P23 hariç) literatürde belirtilen mahalle parkı ve çocuk oyun alanı niceliksel değerlerinden de çok uzak

olduğu saptanmıştır. Aktif yeşil alanlar için yapılan erişilebilirlik analizi ise yeşil alanların mevzuatta belirtilen 500 m erişim mesafesi koşulunu yerine getirdiğini göstermektedir.

Aktif yeşil alanlar için yapılan niteliksel değerlendirmede ise mahalledeki aktif yeşil alanların çoğunun düşük nitelikli olduğu değerlendirilmiştir. Aktif yeşil alanlar, bir mahalle içerisindeki her yaş grubundan insanların gereksinim duyacağı oyun ve spor alanları, yürüme/oturma/dinlenme alanları gibi sosyal alanları ve bu sosyal alanlardaki aktif ve pasif katılımlı eylemler için ihtiyaç duyulan donatı elemanlarını barındırmalıdır. Çalışma ile yapılan değerlendirmede mahalle içerisindeki aktif yeşil alanların geçler, orta yaş ve yaşlılar için yeterli donatıya sahip olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Günümüz dünyasının çevresel sorunları ve artan kentsel nüfus kent içerisindeki yeşil alanların kent ekosisteminin de gereksinimlerini karşılama zorunluluğunu doğurmuştur. Çünkü yeşil alanlar kentsel ekosistem hizmetlerinin üretim yerleridir. Ancak kentsel ekosistem hizmetlerinin üretilmesi, yeşil alanların bazı niteliklere sahip olmasıyla doğrudan ilişkilidir. Bu çalışmada incelenen aktif yeşil alanlar örneğinde de görüldüğü gibi biyoçeşitliliği destekleme, verimli sulama uygulamalarını içermeye, geniş çim yüzeyler yerine doğal otsu türleri ve gölgeleme özelliği sunan odunsu türleri kullanma gibi kent ekosistemine hizmet edebilecek nitelikteki uygulamaların yer almadığı yeşil alanlar nitelikli olarak değerlendirilmemektedir.

Bu çalışmanın sonuçlarına ve literatürdeki diğer çalışmalarda bulgulara dayanarak kentsel mekânların önemli bileşenlerinden olan mahallelerdeki aktif yeşil alanlar için aşağıdaki öneriler getirilmektedir:

- Aktif yeşil alanlar mahallelerde ikamet etmekte olan çocuklar, gençler, orta yaş grubu bireyler ve yaşlı nüfusun gereksinimlerini karşılayacak nitelikte olmalıdır.
- Nicelik bakımından yetersiz alanlarda çok farklı kullanıcı grubuna hizmet eden yeşil alanları inşa etmek yerine daha az kullanıcı grubuna hizmet eden tematik ve nitelikli yeşil alanlar inşa edilmelidir.
- Aktif yeşil alanlarda kullanıcı konforunun ve sürekli kullanımın sağlanması bakımından gerekli niteliksel düzenlemeler yapılmalıdır.
- Yeşil alanların kent ekosistemine hizmet etmesini sağlayacak düzenlemeler yapılmalıdır.
- Uygun nicelikteki ve işlevsellikteki aktif yeşil alanlarda gölgeleme özelliğine sahip, bakım ve sulama isteği az olan bitki türleri kullanılmalıdır.
- Aktif yeşil alanların sürdürülebilirliği için verimli sulama sistemlerine sahip, çim alternatifi bitkilerin ve malçlama gibi kurakçıl peyzaj uygulamalarının yer aldığı tasarımlar yapılmalıdır.
- Diğer canlılar için habitat özelliği taşıyan yeşil alanlarda biyoçeşitliliği destekleyen uygulamalara yer verilmelidir.

ETİK STANDARTLAR:

Çıkar Çatışması: Herhangi bir kişi, kurum ve kuruluşla çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik Kurul İzni: Çalışma etik kurul onayı gerektirmemektedir

Finansal Destek: Çalışma kapsamında herhangi bir finansal destek kullanılmamıştır

Teşekkür: Çalışma kapsamındaki yeşil alanların, alan hesaplamalarında kullanılan Kocaman Pro mobil uygulamasının geliştiricileri olan Hakan KOCAMAN ve Ümit Tacettin AKGÖL'e teşekkür ederim.

KAYNAKÇA:

- Adıgüzel, F., & Doğan, M. (2020). Analysis of Sufficiency and Accessibility of Active Green Areas in Cukurova. *Journal of Engineering and Sciences*, 6 (2), 95-106.
- Atlasbig, (2023). <https://www.atlasbig.com/tr/erzurum-palandokenin-mahalleleri> (20.01.2023).
- Aygün Oğur, A., Özdede, S., & Hazar Kalonya, D. (2022). Post-pandemic urbanism from the perspective of healthy cities: Evaluation of urban green space sufficiency in Denizli. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 7 (1), 169-188.
- Barbosa, O., Tratalos, J.A., Armsworth, P.R., Davies, R.G., Fuller, R.A., Johnson, P., & Gaston, K.J. (2007). Who benefits from access to green space? A case study from Sheffield, UK. *Landscape and Urban Planning*, 83, 187–195.

- Bedimo-Rung, A., Gustat, J., Tompkins, B., Rice, J., & Thomson, J. (2006). Development of a direct observation instrument to measure environmental characteristics of parks for physical activity. *J. Phys. Act. Health*, 3 (s1), 176-189.
- Beyli, K.N., & Yeşil, M. (2019). Mahalle Parkları Özelinde Kalite Kriterleri ile Kullanım Potansiyeli Arasındaki İlişkinin İrdelenmesi. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 9(3), 485-497.
- Bingül Türk, M., & Doğan, S. (2018). Kentsel Çevrelerdeki Biyoçeşitlilik Çalışmaları. *International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences*, 71-77, Ankara, Türkiye.
- Bulut, Z., Kılıçaslan, Ç., Deniz, B., & Kara, B. (2010). Kentsel Ekosistemlerde Sürdürülebilirlik ve Açık-Yeşil Alanlar. III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Cilt: IV Sayfa: 1484-1493
- Burnett, H., Olsen, J.R., Nicholls, N., & Mitchell, R. (2021). Change in time spent visiting and experiences of green space following restrictions on movement during the COVID-19 pandemic: a nationally representative cross-sectional study of UK adults. *BMJ Open*, 11(3):e044067.
- Çabuk, S. (2019). Modern Türk Şehir Planlamasında Aktif Yeşil Alan Standardı: Kayseri Şehir Planlarında Zamansal Bir İnceleme. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 21(2), 280-291.
- Çepel, N. (1988). Peyzaj Ekolojisi. İ.Ü. Orman fakültesi Yayın No: 3510, İstanbul.
- EBŞB, (2023). https://www.erzurum.bel.tr/IcerikDetay-cograf_ozellikleri/1046/l.html (20.01.2023).
- EEA, (2016). European Environment Agency. <https://sdi.eea.europa.eu/catalogue/srv/eng/catalog.search#/metadata/98d63709-5a79-44a8-ac5b-fd9a08466bf1> (20.01.2023).
- Erdoğan, G., Simsar, S., Sakal, S.D., Kor, Ö., Kardoğan, G., Parıltı, C., Kaya, Y.D., & Gündoğdu, B. (2022). Dirençli Şehirler Tasarlamak: Uygulama Kılavuzu Arayışı İzmir-Torbalı Örneği. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 1 (2) , 165-202
- Gidlow, C., van Kempen, E., Smith, G., Triguero-Mas, M., Kruize, H., Gražulevičienė, R., & Nieuwenhuijsen, M. (2018). Development of the natural environment scoring tool (NEST). *Urban For. Urban Green.*, 29, 322-333.
- Giles-Corti, B., Broomhall, M.H., Knuiiman, M., Collins, C., Douglas, K., & Donovan K. Ng, R.J. (2005). Increasing walking: how important is distance to, attractiveness, and size of public open space? *Am. J. Prev. Med.*, 28 (2), 169-176.
- Gül, A., & Küçük, V. (2001). Kentsel açık-yeşil alanlar ve Isparta kenti örneğinde irdelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, ISSN: 1302-7085, 2: 27-48.
- Gül, A., Dinç, G., Akın, T., & Koçak, A. İ. (2020). Kentsel Açık ve Yeşil Alanların Mevcut Yasal Durumu ve Uygulamadaki Sorunlar. *Kent Araştırmaları Dergisi İdeal Kent*, 11 (2020-3), 1281-1312 DOI:10.31198/idealkent.650461
- Groshong, L., Wilhelm Stanis, S.A., Kaczynski, A.T., & Hipp, J.A. (2020). Attitudes about perceived park safety among residents in low-income and high minority Kansas City, Missouri, neighborhoods. *Environ. Behav.*, 52 (6), 639-665.
- Hoffmann, E., Barros, H., & Ribeiro, A. (2017). Socioeconomic Inequalities in Green Space Quality and Accessibility—Evidence from a Southern European City. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(8), 916. doi:10.3390/ijerph14080916
- Ignatieva, M., Haase, D., Dushkova, D., & Haase, A. (2020). Lawns in Cities: From a Globalised Urban Green Space Phenomenon to Sustainable Nature-Based Solutions. *Land*, 9(3), 73. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/land9030073>
- Karakaş, T. (2017). Hızlı kentsel değişimin doğala yakın habitatlara etkisinin değerlendirilmesi: Ankara ili Bağlıca ve Yapraklı mahallesi örneği. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 4 (1): 77-89.
- Khalil R (2014) Quantitative evaluation of distribution and accessibility of urban green spaces (case study: City of Jeddah). *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 4 (3), 526–535.
- Kim, J., & Kang, W. (2022). Assessing Green Roof Contributions to Tree Canopy Ecosystem Services and Connectivity in a Highly Urbanized Area. *Land*, 11(8), 1281. doi:10.3390/land11081281

- Knobel, P., Dadvand, P., Alonso, L., Costa, L., Español, M., & Maneja, R. (2021). Development of the urban green space quality assessment tool (RECITAL). *Urban Forestry & Urban Greening*, 57 (January), 126895. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126895>.
- Koçan, N., & İbiş, Ş. (2020). Çankırı İli Kentsel Açık Yeşil Alan Varlığının Belirlenmesi ve Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10 (2), 154-163.
- Kurdoğlu, B.Ç., Pirselimoglu Batman, Z., & Düzgüneş, E. (2014). Awareness of Nature: A Sample Study in Trabzon, Turkey, in: *The Science and Education at the Beginning of the 21 st Century in Turkey*, St. Kliment Ohridski University Press, Sofia, 79-92.
- Kuşçu Şimşek, Ç., & Şengezer, B. (2012). İstanbul Metropolitan Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi. *MEGARON*, 7(2), 116-128.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Arch. Psychol.*, 140, 1-55
- Lu, Y., Zhao, J., Wu, X., & Lo, S.M. (2021). Escaping to nature during a pandemic: a natural experiment in Asian cities during the COVID-19 pandemic with big social media data. *Sci Total Environ* 777, 146092.
- Manavoğlu, E., & Ortaçesme, V. (2015). Antalya kenti yeşil alanlarının çok ölçütlü analizi ve planlama stratejilerinin geliştirilmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 28:1, 11-19.
- Miralles-Guasch, C., Dopico, J., Delclòs- Alió, X., Knobel, P., Marquet, O., Maneja-Zaragoza, R., & Vich, G. (2019). Natural landscape, infrastructure, and health: the physical activity implications of urban green space composition among the elderly. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16 (20), 3986.
- Ostoić, S.K., Marin, A.M., Kičić, M., & Vuletić, D. (2020). Qualitative Exploration of Perception and Use of Cultural Ecosystem Services from Tree-Based Urban Green Space in the City of Zagreb (Croatia). *Forests*, 11 (876); doi:10.3390/f11080876
- Önder, S. (1997). Konya Kenti Açık ve Yeşil Alan Sisteminin Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Doktora Tezi. Ankara.
- Önder, S., & Polat, A.T. (2012). Kentsel Açık-Yeşil Alanların Kent Yaşamındaki Yeri ve Önemi. *Kentsel Peyzaj Alanlarının Oluşumu ve Bakım Esasları Semineri 19 Mayıs 2012 / Konya*.
- Önder, S., Polat, A.T., & Korucu, S. (2020). The evaluation of existing and proposed active green spaces in Konya Selçuklu District, Turkey. *African Journal of Agriculture* 7 (1), 1-10, ISSN 2375-1134
- Özbilen, A. (1991). Kentiçi Açık Alanlar ve Dağılımı, Tarihi Eserler ve Gelişen Yeni Yapılaşma. K.T.Ü. Orman Fakültesi, Genel Yayın No:155,F.Y.N: 17, Trabzon.
- Özdemir, Z., & Özkaynak, M. (2023). Kentsel Yeşil Alanları Sürdürülebilir Kentleşme Üzerinden Okumak: Amasya Kenti Örneği. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 2 (3), 270-292.
- Öztan, Y. (1968). Ankara şehri ve çevresi yeşil saha sisteminin peyzaj mimarisi prensipleri yönünden etüd ve tayini. Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara.
- Öztürk, B. (2004). Kentsel açık ve yeşil alan sistemi oluşturulması: Kayseri kent bütünü örneği. Yayımlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara.
- Öztürk, S., & Özdemir, Z. (2013). Kentsel Açık ve Yeşil Alanların Yaşam Kalitesine Etkisi: Kastamonu Örneği. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 109-116.
- Pedersen Zari, M. (2018). The importance of urban biodiversity – an ecosystem services approach. *Biodiversity International Journal*, 2 (4), 357-360.
- Pinto, L.V., Inácio, M., Ferreira, C.S.S., Ferreira, A.D., & Pereira, P. (2022). Ecosystem services and well-being dimensions related to urban green spaces – A systematic review. *Sustainable Cities and Society*, 85, art. no. 104072. http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/724360/description#description

- Pouya, S., & Pouya, S. (2017). Biyolojik çeşitliliğe ve ekosistem hizmetlerine katkı sağlayan kentsel projeler. Kent Akademisi. Kent Kültürü ve Yönetimi Hakemli Elektronik Dergi, 10 (3): 306- 322.
- Pouya, S., & Aghlmand, M. (2022). Evaluation of urban green space per capita with new remote sensing and geographic information system techniques and the importance of urban green space during the COVID-19 pandemic. Environ Monit Assess, 194 (633). <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10298-z>
- Resmî Gazete, (1933). Resmi Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/2433.pdf> (20.01.2023).
- Resmî Gazete, (1972). Resmi Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/14251.pdf> (20.01.2023).
- Resmî Gazete, (1985). Resmi Gazete. https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/18916_1.pdf (20.01.2023).
- Resmî Gazete, (1999). Resmi Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/23804.pdf> (20.01.2023).
- Resmî Gazete, (2014). Resmi Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/06/20140614-2.htm> (20.01.2023).
- Richardson, A.S., Ghosh-Dastidar, M., Collins, R.L., Hunter, G.P., Troxel, W.M., Colabianchi, N., & Dubowitz, T. (2020). Improved street walkability, incivilities, and esthetics are associated with greater park use in two low-income neighborhoods. J. Urban Health (2020), 1-9.
- Roberts, H., Kellar, I., Conner, M., Gidlow, C., Kelly, B., Nieuwenhuijsen, M., & McEachan, R. (2019). Associations between park features, park satisfaction and park use in a multi-ethnic deprived urban area. Urban For. Urban Green., 46, 126485
- Sezen, I., & Toy, I. (2018). Urban Biodiversity; General Situation and Design Approaches Across the World. Atlas International Referred Journal on Social Sciences, 4 (9), 290-300.
- Shadman, S., Khalid, P.A., Hanafiah, M.M., Koyande, A.K., Islam, M.A., Bhuiyan, S.A., Kok, S.W., & Show, P.L. (2022). The carbon sequestration potential of urban public parks of densely populated cities to improve environmental sustainability. Sustain. Energy Technol. Assess. 52, 102064.
- Şenik, B., & Uzun, O. (2022). A process approach to the open green space system planning. Landscape and Ecological Engineering, 18, 203-219.
- TUBIVES (2023). <http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=210&name=25> (20.01.2023).
- TÜİK, (2023). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tuik.gov.tr/> (20.01.2023).
- Tülek, B., & Ersoy Mirici, M. (2019). Kentsel Sistemlerde Yeşil Altyapı ve Ekosistem Hizmetleri. PEYZAJ-Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi, 1 (2), 1-11.
- Türker, B.H., & Gül, A.(2022). Kentsel Açık ve Yeşil Alanlarının Niceliksel Analizi ve İrdelenmesi: Uşak Kent Merkezi Örneği, Kent Akademisi Dergisi, 15(4):2088-2109. <https://doi.org/10.35674/kent.999451>
- UNEP, (2005). Ecosystems and Human Well-Being - Biodiversity Synthesis, Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, Washington DC. <https://www.unep.org/resources/report/ecosystem-and-human-well-being-framework-assessment> (20.01.2023).
- Uslu, A., & Shakouri, N. (2013). Kentsel peyzajda yeşil altyapı ve biyolojik çeşitliliği destekleyecek olanaklar. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6 (1): 46-50.
- Ülger, F.N., & Önder, S. (2006). Kayseri kenti açık-yeşil alanlarının nitelik ve nicelik açısından irdelenmesi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 20 (38), 108-118.
- Ünal, M., & Uslu, C. (2018). Evaluating and Optimizing Urban Green Spaces for Compact Urban Areas: Cukurova District in Adana, Turkey. International Journal of Geo-Information, 7(70), doi:10.3390/ijgi7020070
- Vural, H. (2020). Bingöl Halkının Yeşil Alan Kullanımı ve Kent Parkları Yeterliliklerinin Değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 22(1): 79-90.

- Weatherspark, (2023). <https://tr.weatherspark.com/y/102045/Erzurum-T%C3%BCrkiye-Ortalama-Hava-Durumu-Y%C4%B1l-Boyunca> (20.01.2023).
- WHO, (2017). Urban green spaces:a brief for action. p 11. <https://www.euro.who.int/en> (01.01.2023).
- Wood, E., Harsant, A., Dallimer, M., Cronin de Chavez, A., McEachan, R.R., & Hassall, C. (2018). Not all green space is created equal: biodiversity predicts psychological restorative benefits from urban green space. *Front. Psychol.*, 9, 2320.
- Yıldızcı, A.C., (1982). Kentsel yeşil alan planlaması ve İstanbul örneği. İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi. Doçentlik Tezi, İstanbul.
- Yavuz, A., & Eminağaoğlu, Z. (2007). Artvin Kentinde Yeşil Alanların Yeterlilik Bakımından İrdelenmesi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Trabzon.
- Yücesu, Ö., Korkut, A., & Kiper, T. (2017). Kırklareli Kent Merkezinin Açık ve Yeşil Alanların Analizi ve Bir Sistem Önerisi. *Artium*, 5 (2), 22-37.
- Zhang, B., Xie, G., Xue, K., Wang, J., Xiao, Y., & Zhang, C. (2011). Evaluation of rainwater runoff storage by urban green spaces in Beijing. *Shengtai Xuebao/ Acta Ecologica Sinica*. 31. 3839-3845.
- Zhang, L., Tan, P.Y., & Richards, D. (2021). Relative importance of quantitative and qualitative aspects of urban green spaces in promoting health. *Landscape and Urban Planning*, 213 (September 2021), 104-131. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104131>
- Zimmermann, E., Bracalenti, L., Piacentini, R., & Inostroza, L. (2016). Urban Flood Risk Reduction by Increasing Green Areas for Adaptation to Climate Change. *Procedia Engineering*, 161, 2241-2246.
- Zülkadiroğlu, D., & Uslu, C. (2021). Kahramanmaraş kenti aktif yeşil alanlarının niteliksel ve niceliksel analizi, *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 310-326.

EXTENDED SUMMARY

A large part of the world population lives in urban areas and this population is increasing day by day. New housing areas, transport networks, health, education, and trade areas needed for the increasing population of cities necessitate the construction of new buildings. The dense concrete texture that this situation creates in cities affects people physically and psychologically (Gül & Küçük, 2001) and leads them to search for open and green spaces as an escape.

Open and green areas are one of the subsystems within the urban ecosystem. However, open and green areas, which are squeezed between densely built-up urban areas and are not sufficient in terms of quantity and quality, cannot fulfil their functions in the urban ecosystem. Therefore, it is very important for cities to create an open and green space system that defines the structure, functions and processes in the urban ecosystem and supports the sustainability of the urban ecosystem (Şenik & Uzun, 2022).

This study focuses on the active green areas that make up the public green spaces in Adnan Menderes Neighbourhood of Palandöken district of Erzurum province. The aim of the study is to evaluate the active green areas at the neighbourhood scale in line with quantitative and qualitative criteria. The study addresses the quality of active green areas in terms of fulfilling the requirements of the urban ecosystem as well as meeting the needs of the users. For this reason, the study is considered important in terms of its contribution to the literature.

The quantitative standards of green areas in Turkey are determined as 10 m² per person according to the 'Spatial Plans Construction Regulation' published in 2014. In addition, in terms of accessibility for green areas, a service impact area within a distance of 500 m has been decided (Official Gazette, 2014; Çabuk, 2019).

Factors such as equipment elements used in urban green spaces, flooring materials, suitability for disabled use, well-maintained, and safety reveal the general qualitative characteristics of green spaces (Ünal & Uslu, 2018; Beyli & Yeşil, 2019; Zülkadiroğlu & Uslu, 2021; Türker & Gül, 2022). In addition, green areas should be handled with a sustainable approach that will meet the needs of the ecosystem (Ostoić et al. 2020; Zhang et al. 2021). Knobel et al. (2021), on the

other hand, drew attention to factors such as contributing to plant and animal biodiversity, bicycle paths, while addressing green space qualitative standards.

This study was conducted in Adnan Menderes neighbourhood of Palandöken district of Erzurum province. The material of the study consists of public parks, children's playgrounds, sports fields, and recreation areas, which are evaluated within the scope of the definition of active green space within the total green space asset of Adnan Menderes neighbourhood.

In the study, a 3-stage method based on observation, data collection and evaluation were used. After measuring the size of all active green areas in the neighbourhood, the amount of active green areas per person was calculated. The service impact analysis of active green areas was carried out by dividing the neighbourhood area into squares with a side length of 500 m. 'Qualitative assessment tool method' was used in the qualitative evaluation of active green areas. In this study, RECITAL (uRban grEen spaCe qualITy Assesment tooL) method developed by Knobel et al. (2021) was used. In this study, in addition to the qualitative criteria set out by the RECITAL method, 28 criteria including the requirements of users and the ecosystem were prepared by utilising the studies of Ünal & Uslu (2018), Ignatieva et al. (2020), Ostoić et al. (2020), and Zhang et al. (2021). These criteria were given a score ranging from 1 (lowest) to 5 (highest). In the scoring, green areas with a total score (TP) between 28-53 were considered to be very low in terms of quality, those between 53.1-72 were considered low, 72.1-95 were considered medium, 95.1-117 were considered high and 117.1-140 were considered very high. Qualitative assessment scoring was carried out by a team of 5 people consisting of landscape architect (1 academician and 2 freelancers), landscape technician (local government employee) and forest engineer. The total active green area in the neighbourhood is 152.867 m². Active green areas constitute approximately 5% of the neighbourhood area of 3.057.000 m². The amount of active green areas per person in the neighbourhood is 5.09 m²/person. It shows that all residential areas in the neighbourhood have access to an active green area within 500 m walking distance.

In the qualitative assessment of active green areas, it was evaluated that most of the active green areas in the neighbourhood are of low quality. Active green areas should include social areas such as playgrounds and sports areas, walking/living/resting areas that people of all age groups in a neighbourhood will need, and the equipment elements needed for active and passive participatory actions in these social areas. In the evaluation made by the study, it was concluded that the active green areas in the neighbourhood do not have sufficient equipment for the late, middle-aged and elderly.

The environmental problems of today's world and the increasing urban population have led to the necessity of green areas in the city to meet the needs of the urban ecosystem. Because green areas are the places of production of urban ecosystem services. However, the production of urban ecosystem services is directly related to the fact that green areas have some qualities. As can be seen in the example of active green areas examined in this study, green areas that do not include practices that can serve the urban ecosystem such as supporting biodiversity, including efficient irrigation practices, using natural herbaceous species and woody species that provide shading instead of large grass surfaces are not considered qualified.

Review Article

Submission Date

17 / 03 / 2023

Admission Date

01 / 05 / 2023



Neoliberalleşme ve Küreselleşme Bağlamında Eski Sanayi Alanlarının Yenilenmesi: Londra Docklands ve Hamburg Hafencity Örnekleri

Renewal of Old Industrial Areas in the Context of Neoliberalization and Globalization: Examples of London Docklands and Hamburg Hafencity

Semina Akyapı¹ 

How to Cite:

Akyapı, S. (2023). Neoliberalleşme ve Küreselleşme Bağlamında Eski Sanayi Alanlarının Yenilenmesi: Londra Docklands ve Hamburg Hafencity Örnekleri. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 5 (1), 85-97. DOI: <https://doi.org/10.53472/jenas.1266932>

ABSTRACT:

Towards the end of the 20th century, the city centers turned into the favorite spots of the service sector, and heavy industry moved from the city centers due to the change in the production system, environmental problems in the cities and the high wages of the workers. How to renew the emerging old industrial areas has become a new issue. Globalization, which grew with the neoliberal economic order, postfordist mode of production and new technologies in the 1980s, created global cities. Urban renewal, on the other hand, has entered a parallel line with this new global city approach. The aim of this study is to reveal the factors that caused the industrial areas, which were key places to become idle with the power they added to trade until the 1970s, and the policies in the renewal projects carried out in these industrial areas. In the study, first of all, what urban renewal is and the development process before 1980 is explained. Afterwards, the behind-the-scenes of the process that transformed urban renewal in a different direction after the 1980s and turned it into prestige projects for industrial areas with neoliberalization and globalization paradigms is explained. Docklands and Hafencity are two regions that have lost the old mission as a result of industrial decentralization. They were chosen because they are global and metropolitan cities, they are located in the European Continent where the development of 1970 was first affected, they have sufficient literature to be examined for the study. In particular, it has been an important criterion for London Docklands is considered one of the pioneers in old port-industry renovations. The Hafencity Project, on the other hand, is an important project in that it is located in Hamburg, which is considered the world's largest construction area.

KEYWORDS: *Urban Renewal, Port Area, Industrial Area, Globalization, Neoliberalism*

Öz:

20.yy'ın sonlarına doğru kent merkezleri hizmet sektörünün gözde noktalarına dönmüş, ağır sanayi ise üretim sisteminin değişimine, kentlerde yaşanan çevresel problemlere ve işçi maaşlarının yüksekliğine bağlı olarak kent merkezlerinden taşınmıştır. Ortaya çıkan eski sanayi alanlarının nasıl yenileneceği ise yeni bir uğraş konusu olmuştur. 1980'lerde neoliberal ekonomik düzenle, postfordist üretim tarzıyla ve yeni teknolojilerle büyüyen küreselleşme, küresel kentleri yaratmıştır. Kentsel yenileme ise bu yeni küresel kent yaklaşımıyla paralel bir minvale girmiştir. Bu çalışmanın amacı da 1970'lere kadar ticarete kattıkları güçle kilit yerler olan sanayi alanlarının atıl hale gelmesine etken olan faktörleri ve söz konusu bu sanayi alanlarında gerçekleştirilen yenileme projelerindeki politikaları ortaya koymaktır. Çalışmada öncelikle kentsel yenilemenin ne olduğu ve 1980 öncesine kadarki gelişim süreci

¹ **Corresponding Author Yetkili Yazar:** İstanbul Aydın Üniversitesi, Türkiye, seminaakyapi@stu.aydin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1804-6539

açıklanmıştır. Daha sonrasında ise kentsel yenilemeyi 1980'lerden sonra farklı bir yöne eviren, neoliberalleşme ve küreselleşme paradigmatlarıyla sanayi alanları için prestij projeleri haline getiren sürecin perde arkası açıklanmıştır. Docklands ve Hafencity alanları sanayi desantralizasyonu sonucu eski misyonunu kaybetmiş iki bölge olarak 1970 gelişmelerinin ilk tesiri ettiği yerlerden biri olan Avrupa Kıtasında yer almaları, küresel ve metropoliten kentler olmaları, çalışma için incelemeye tabi tutulmak adına yeterli bir literatüre sahip olmaları sebebiyle seçilmiştir. Özellikle Londra Docklands'ın eski liman-sanayi yenilemelerinde öncülerden biri olarak kabul edilmesi seçilmesi için önemli bir kriter olmuştur. Hafencity Projesi ise dünyanın en büyük imar alanı sayılan Hamburg'da yer alması açısından önemli bir projedir.

Anahtar Kelimeler: *Kentsel Yenileme, Liman Alanı, Sanayi Alanı, Küreselleşme, Neoliberalizm*

GİRİŞ:

Kentler, sosyo-kültürel, ekonomik, teknolojik ve coğrafi koşullara bağlı olarak değişen yerleşim yerleridir. Bu sebeptendir ki kentlerde; afet, savaş gibi dış etkenlerle ya da toplumun iç dinamiklerindeki farklılaşmalarla pek çok çöküntü bölgeleri oluşabilmektedir. İnsan ve kent birbirleriyle bağ kuran ve birbirini etkileyen ilişkisinin sonucunda kentlerde meydana gelen bu sorunlu alanlar yaşantıyı sektöre uğratabilen problemler yaratmaktadır. İnsanların yaşadıkları yerlerden zarar görmeye değil de fayda elde etmeye devam edebilmesi için çökme sürecine girmiş olan alanlarda bazı çalışmaların yapılması zorunlu hale gelmektedir. Çökmeye önlem olarak önceden ya da kentsel alanla bütünleşmenin sağlanması için çökmenin gerçekleşmesinden sonra yapılan bu çalışmalara kentsel yenileme adı verilmektedir.

İçinde bulunduğu zaman diliminin kente olan yansımalarının belirgin bir örneği olan Sanayi Devrimi ile kentsel yenilemeye yönelik faaliyetler başlamıştır. Ancak zaman ilerledikçe yalnızca kentler değil, yenileme çalışmaları da değişim sergilemiştir. Ortaya çıkışından itibaren, toplumsal gelişmelere bağlı olarak kentlerin yeni ihtiyaçlar kazanmasına ve daha önce yapılan yenilemelerdeki hatalardan ders çıkartılmasına bağlı olarak yenilemelerde farklı politikalar doğmuştur. Bu çalışmanın konusu bağlamında geniş ölçekte incelenen 1980'lerde de 1970'lerden beri süregelen gelişmelerle yepyeni politikalar sahne almış ve yenileme farklı bir yöne evrilmiştir.

Ekonomideki ve üretimdeki yeni paradigmlar hem kentlere olan bakış açısını değiştirmiş hem de Batı ülkelerinde uzun yıllar boyunca önemli bir gelir kaynağı olan sanayi alanları eski gücünü kaybettirmiştir. Kentlerin fiziksel ve işlevsel faktörlerinin ekonomiye olan katkısı, sanayi alanlarında yapılan yenileme projelerindeki tutumların referans noktasını oluşturmuştur. Bu çalışmanın amacı dünya tarihi için önemli değişikliklere sahne olan 1980'li yılların politikalarının akabinde kentlere olan yansımalarını saptamak ve etkinliğini kaybeden sanayi alanlarındaki yeni kullanımların belirlenmesinde etken olan faktörleri ortaya koymaktır. Çalışmada iki metropoliten kent olan Londra ve Hamburg, çöküntü bölgesi haline gelen, bu sebeple yeni işlevler ve imajlar kazandırılan Docklands ve Hafencity bölgeleriyle örnek proje alanları olarak seçilmiştir.

1. Kentsel Yenileme ve 1980'li Yıllara Kadar Yaşanan Süreç

Kentsel yenileme, niteliksel ve işlevsel kayıplar yaşayan ya da afet riskleri taşıyan kentsel alanlardaki problemlerin ortadan kaldırılmasına yönelik müdahaleleri içermektedir. Roberts (2000) kentsel yenilemeyi "kentsel sorunları çözmeyi ve değişime uğrayan veya iyileştirme fırsatları sunan bir alanın ekonomik, fiziksel, sosyal ve çevresel koşullarında kalıcı bir iyileştirme sağlamayı amaçlayan kapsamlı ve bütünlük vizyon ve eylem" şeklinde ifade etmiştir. Özden (2001) ise "genel bir çerçeve içinde, kentsel yenileme, farklı nedenlerden ötürü zaman süreci içinde eskimiş, köhnemiş, yıpranmış ya da kimi durumlarda terkedilmiş, vazgeçilmiş kentsel dokunun, günün sosyo-ekonomik ve fiziksel koşulları göz önünde tutularak değiştirilmesi, dönüştürülmesi, ıslah edilmesi ve yeniden canlandırılarak kente kazandırılması" ifadelerini kullanmıştır.

Kentsel yenileme ilk defa, sanayi devrimi sonucunda kontrolsüz büyümüş, kırsal yerlerden oldukça büyük göç almış ancak insan sayısının yoğun artışına karşı doğru planlanmamış kentlerin sorunlarına çözüm arayışıyla başlamıştır. Düşük maliyetli ve çok fazla kişinin bir arada yaşadığı işçi konutlarında yerleşim kurulması, ulaşımdaki-altyapıdaki eksiklikler ve fiziki çevredeki sıkışıklık; kirlilik ve salgın hastalıklar gibi insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen durumları meydana getirmiştir. Kentlere yeşil alanları getirme amacıyla gerçekleştirilen Park Hareketi ve Baron Housmann'ın öncülüğüyle başlayan geniş cadde ve bulvarların açılmasına yönelik çalışmalar yenilemeyle ilgili ilk eylemler olmuştur.

Tarihte bilinen ilk büyük çaplı yenileme hareketleri İkinci Dünya Savaşı ile başlamıştır. 1940'larda başlayan ve özellikle 1950'li yılları kapsayan süreç içerisinde, hükümetler tarafından, savaşın etkisiyle harabe olmuş kentsel alanlarda yeniden inşa (reconstruction) çalışmaları yapılmıştır. Sanayi devriminden kalma slum adı verilen işçi mahallelerinden da kurtulmanın hedeflendiği bu zaman diliminde, yeni yapılar için geniş alanları kapsayan yıkımlar gerçekleştirilmiştir. 1950 yılları Buldozer Dönemi olarak isimlendirilmiş, halkın sosyal ve ekonomik ihtiyaçları gözetenmiştir. Öyle ki insanlar yaşadığı ortamdan uzaklaştırılmış, tarihi doku korunmamış, halk karar verme sürecinde dışlanmış, düşük gelirli insanlar kendilerine lüks gelen yeni yaşantıya uyum sağlamakta güçlük çekmişlerdir (Erden, 2003).

1960'lı ve 1970'li yıllarda, yıkıp yenisini yapmanın karmaşıklığına nazaran, var olan üzerinde rehabilitasyon çalışmaları gerçekleştirilmenin, yerel halkın çıkarlarını çok daha gözetken, sosyal ve ekonomik kayıpların çok daha az olduğu bir yaklaşım olduğu kabul edilmiştir. 1960'lardan sonra fiziki ve sosyal alanın ilişkisi fark edilmiş, yenileme hareketlerinin sosyal problemlere de çözüm getirebileceği fikri doğmaya başlamıştır. 1970'lerde artık katılımcılık kavramı da kentsel yenilemede ele alınan konulardan biri olmuştur. Ayrıca bu dönemde tarihi mirasın korunmasına yönelik yasalar da çıkartılmaya başlanmıştır (Erden, 2003).

2. Küresel Kent Politikalarının Ortaya Çıkışı

20.yy. sonlarına doğru, teknolojiye yeni atılımlarla ve Batı ülkelerindeki mali sıkıntılarla kentler yeni bir döneme geçmiştir. 1970'lerden itibaren meydana gelen gelişmeler silsilesi ışığında üretimde ve ekonomide baş göstermiş olan yeni yapılanmalar topluma kadar tesir eden bir dönüşümle sonuçlanmış, pek çok alanda uluslararası etkileşimi içeren küreselleşme, 1980'lerden sonra yeni bir boyuta geçmiştir. Kentler ise küreselleşmenin fiziki mekâna yansımalarına dönüşmüştür.

Batı'da 1960 sonlarından itibaren ekonomik durum iyiye gitmezken, üzerine 1973 petrol krizinin etkileri baş göstermiştir. Yaşanan mali bunalım, devletin otorite kurabilmesine olanak tanıyan Keynesyen ekonomik sistemi çökertmiş, neoliberalizm adını alan yeni ekonomik sisteme geçilmiş ve serbest piyasanın egemenliğine girilmiştir. 1970'lerde ayrıca bilgi ve iletişimdeki yeni teknolojik gelişmeler üretimdeki yerlerini almaya başlamıştır. Bilgisayar-makine iletişiminin kurulması, üretimin müşteri istekleriyle çeşitlenebilen esnek bir yapıya bürünmesini ve makina bilgisine hâkim, uzmanlaşmış işgücünün üretimde yer almasını sağlamıştır. Böylelikle 1920'lerden itibaren Keynesyen sistemle birlikte işleyen standartlaşmaya ve kitlesel üretime dayalı fordist üretim modeli, yerini neoliberalizmle örtüşen ve enformasyon teknolojileriyle desteklenen post-fordist üretim modeline bırakmıştır (Dalbay, 2019). Serbest ekonomi özelleştirmeleri ve hizmet sektörünü ön plana çıkarmış olup, özel sektör yatırımcıları sermaye girdisini küresel ölçüğe çıkartmak için çabalamıştır. Postfordizmin ürün çeşitlenmesi reklam olgusunun değerini arttırmış (Şahin, 2020) markalar küresel çapta bir tanınırlık kazanmak istemiştir. Teknolojik gelişmelerin haberleşme-iletişim ağını genişletmesi özel sektörün söz konusu bu dışı açılma çabasını güçlendirmiştir. Ayrıca iletişim, bireyler arası kültür alışverişini de arttırmış, tüm bu gelişmelerle küreselleşme büyük bir ivme kazanmıştır. Bir anlamda 1980'lere bütünüyle tesir eden neoliberal sistem, postfordizm ve küreselleşme olguları birbiriyle eklenmiş ve birbirini yaygınlaştıran etmenler olmuştur.

Politik, iktisadi, ticari ve sosyo-kültürel unsurlarda küresel çapta bir yayılmayı ifade eden küreselleşmeyle; sermaye, ürünler, hizmetler ve teknolojik birikimler uluslararası bir dolaşım sağlamaktadır (Köse, 2003; Şenses, 2004). Kentler de söz konusu bu dolaşımın mekanları olarak pazarlama alanları haline gelmişlerdir. Serbest piyasanın ekonomik mücadelesinde hem girişimcilerine hem de bağlı oldukları ülkelere kazandırdıklarıyla bir gelir kaynağı olarak nitelendirilen kentler için artık "küresel kent" adında yeni bir kavram doğmuştur. Kentler, tüketimi toplayan ve arttıran bir faktör olarak değerlendirilmeye başlanmıştır.

Dünya ekonomisinde söz sahibi olan ve küresel sisteme hitap eden küresel kent düzeninde; eğitimde, ekonomide, kültürde, hizmette, eğlencede ve ticarete uluslararası bir kapsayıcılık mekân planlama stratejilerinin ana konusu olmuştur. Bu kapsamda AVM, spor salonu, stadyum, fuar ve kongre merkezi, konser salonu, sinema-tiyatro salonu gibi yapılar yapılmaya başlanmıştır. Sermaye akışını çeken finans merkezleri kurulmuştur. Turizm sektöründe değerlendirilmiş olan tarihi yapılar restore edilip yeni işlevler kazanmıştır. Konut ve çevre gelişimi orta ve üst gelirin ikametüne dönük yapılandırılmıştır. Yerli ve yabancı ziyaretçileri kazanma çabasında ulaşım sistemleri ve konaklama yapıları ayrıca önem arz etmiştir. İşlevsel gelişimin yanı sıra estetik görünüm ve imaj da kentlerin cazibe merkezlerine dönüşmesi için etken olarak değerlendirilmiş, pek çok yaratıcı tasarım gerçekleştirilmiştir (Geniş, 2011; Şahin, 2020; Tümtaş ve Ergün, 2016).

3. Sanayinin Desantralizasyonu ve Sanayi Alanlarının Yenilenmesi

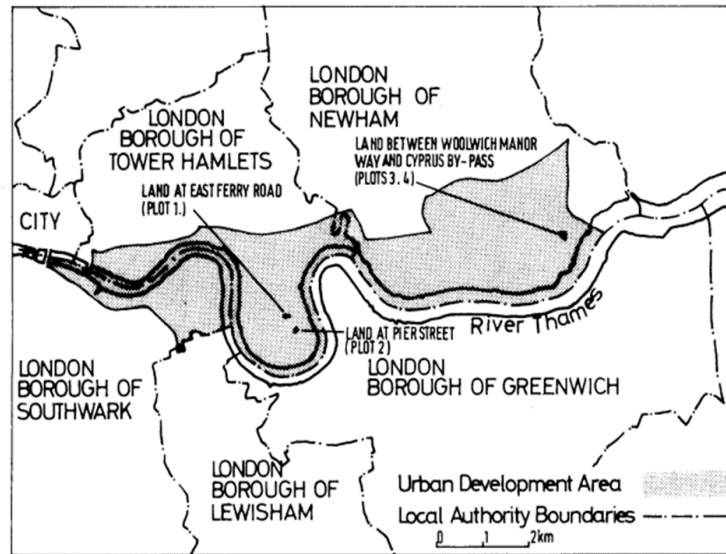
Neoliberal politikalar ve beraberindeki postfordist üretimin yarattığı etkiler Batı ülkelerinde sanayinin desantralizasyonu ile sonuçlanmıştır. Postfordizmin esnek üretim tarzı, fordizmdaki yüksek sayıdaki üretim zorunluluğunu ortadan kaldırmış, büyük üretim alanları yerlerini küçük işletmelere bırakmıştır. Hizmet ve finans sektörlerinin yükselişi, daha önce sanayi için yapılandırılan kentlere yeni bir soluk getirmiştir. Üretim alanlarını ve işçiler için düzenlenmiş konut, eğitim ve sağlık binalarını içeren kentler hizmete dönük yapılarla donatılmıştır. İşçi ağırlıklı kent merkezlerinin yerine yaratıcı-beyin takımı geçmiştir (Şahin, 2020). Ağır sanayiye sahip çok uluslu firmalar, ulaşım ve haberleşmedeki olanakların da artmasıyla, Batı'daki ekonomik krizden kurtulup daha ucuz hammadde bulabilecekleri ve işçi çalıştırabilecekleri üçüncü dünya ülkelerine kaymıştır.

Sanayi alanlarının düşüşünde çevresel faktörler de etkili olmuştur. Zamanın teknolojik olanaklarıyla taşımacılık için en iyi alternatifin deniz ulaşımı olmasından mütevellit, eski sanayi alanlarının konumlandığı araziler liman alanlarıdır. Ancak kent merkezlerine yakın olmaları tercih edildiği için pek çoğu nehir gibi dar su yollarında kalan liman tesisleri, ilerleyen yıllarda deniz yolculukları için üretilmiş yepyeni araçların ebatları için yetersiz kalmış, ek olarak havayolu ve demiryolu sistemleri de gelişme göstermiştir. Bunun yanı sıra etrafı konutlarla sarılmış olan üretim alanları için genişleyecek yer kalmamıştır. Kent merkezleri ise sanayinin getirdiği çevre kirliliği problemlerinden olumsuz etkilenmiştir.

Atıl duruma gelen sanayi alanları için yenileme çalışmaları 1980'lerden itibaren görülmeye başlanmış ve ağırlıklı olarak 1980-1990 kentsel yenileme politikalarının egemenliğinde gerçekleşmiştir. Geniş alanlara yayılan bu yenileme projeleriyle sermaye girdisi yüksek küresel kentler yaratılmaya çalışılmıştır. 1980'ler den önce kamu ağırlıklı projeler geliştirilirken, daha sonrasında ise neoliberal ekonomi politikalarının yaygınlaşmasıyla birlikte kademeli olarak kamu-özek sektör ortaklıkları ya da tamamen özel sektör ağırlıklı projeler görülmeye başlanmıştır (Köksüz ve Baz, 2019). Sermayeciye avantaj sağlayabilecek pek çok yasal düzenlemelere gidilmiştir. Diğer sektörlerde olduğu gibi inşaat sektörü de serbest piyasa eksenli bir hale gelmiş ve gayrimenkul odaklı mega-prestij projeleri meydana gelmeye başlamıştır. Ancak yatırımcıların ve üst gelir gruplarının ilgisini çekmeye ve kalıcı yerleşimlerini kazanmaya yönelik faaliyetlerle yerel halk göz ardı edilebilmiştir. Dolayısıyla bu uygulamalar bir yönüyle soylulaştırmaya da yol açmıştır. 1990'lardan neoliberal politikalar ve ekonomi canlandırma hedefleri devam etse de yenilemeler daha ılımlı bir hale bürünmüştür. Ekonomik, sosyal, fiziki ve toplumsal unsurlarıyla daha kalıcı bir gelişim yaklaşımı başlamıştır (Kuşçu, 2018). Özel sektörün yanı sıra pek çok sivil toplum kuruluşu ve yerel halk da proje ortakları arasına girmiştir. Ayrıca kültür mirası koruması ve sürdürülebilirlik gibi konulardan kentsel yenilemenin gündemine oturmuştur.

4. Londra Docklands Kentsel Yenileme Projesi

Londra Docklands Liman Alanı, İngiltere'nin başkenti Londra'da, Thames Nehri'nin çevresinde yer almaktadır. Güney tarafında Southwark, Greenwich, Lewisham kuzey tarafında ise Tower Hamlets ve Newham ilçelerine bağlı olan bölge, 1960'lı yıllar öncesinde dünyanın en büyük limanı olarak görülen (LDDC, 1997) yaklaşık 2 bin hektarlık bir alandır. Şekil 1'de Docklands'ın alanı ve bağlı bulunduğu ilçelerle olan ilişkisi görülmektedir.

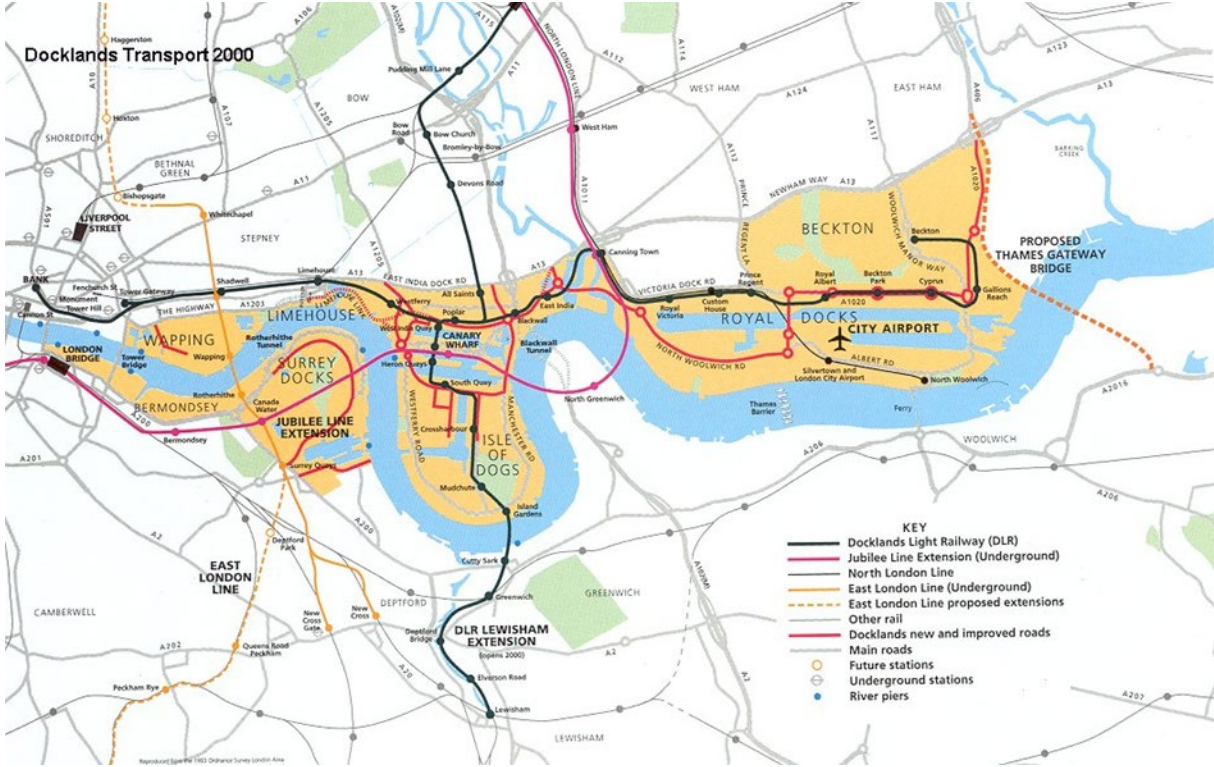


Şekil 1. Londra Docklands Alanı ve Bağlı Bulunduğu İlçeler (<https://www.legislation.gov.uk/ukxi/1989/1391/note/made>, t.y.)

1930 yıllarının ortasında, Londra'ya kattığı 100.000 kişilik istihdamla zirvededir. Ancak 1960'lı yıllardan itibaren imalat, ticaret gibi rihtımı etkileyen sektörlerin zayıflaması ve denizcilik teknolojisindeki konteynerleşme gibi gelişmelerin görülmesi sonucunda düşüşe geçmeye başlamıştır. 1960 yıllarının sonuna gelindiğinde Londra Liman Otoritesi [The Port of London Authority (PLA)] rihtımın yeterli geliri elde etmediğine karar vermiştir (Tanış, 2015). 1981 yılında kapatılmış ve yenileme sürecine girmiştir. Alanla ilgili verilere göre Docklands'ın nüfusu 1971 ve 1981 yılları arasında %20 azalmıştır. 1978 ve 1981 yılları arasındaki sürede 10.000 kişi işini kaybetmiştir. 1981 yılında işsizlik oranı %17,8 olarak hesaplanmış ve alanın %60'ı kullanım dışı kalmıştır (LDDC, 1998a).

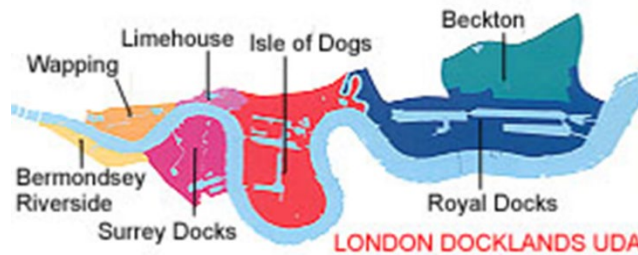
Alanın yenilemesine yönelik olarak 2 Temmuz 1981 yılında London Docklands Development Corporation (LDDC) kurulmuştur. LDDC'ye hükümetin desteğiyle Yerel Yönetim ve Arazi Planlama Yasası kapsamında bir dizi kontrol yetkisi ve sorumluluk verilmiştir. Devlet tarafından şirkete bir fon sağlanmış ve bölge arazileri için zorunlu satın alma hakkı tanınmıştır. LDDC ile hedeflenenler bölgenin barınma, iş, hizmet, sosyal faaliyet gibi koşullarının iyileştirilmesiyle yaşam standartlarının yükseltilmesi, ayrıca olanakları ve fiziksel görünümüyle yatırımcıları kendine çeken bir alanın yaratılmasıdır. Bu kapsamda LDDC; altyapı sistemlerinin kurulması, yeni ulaşım hatlarının kurulmasıyla kentin geri kalanıyla entegrasyonun sağlanması, yatırımcılara çeşitli mali teşviklerin uygulanması, estetik bir kentsel çevrenin oluşturulması ve bölgeye yaşam, eğitim, sağlık, eğlence gibi çeşitli fonksiyonların getirilmesi üzerine çalışmalar yapmıştır.

Rıhtımın ihtiyaç duymağı altyapı ve ulaşım sistemleri bölgenin planlanan yeni kullanımı için zorunlu ihtiyaç haline gelmiştir. Elektrik, su, gaz, drenaj, kanalizasyon şebekeleri oluşturulmuş (LDDC, 1998b), ulaşım sistemi için ise Docklands Hafif Raylı Sistemi kurulmuş, Jubilee Metro hattı uzatılmış, yeni otoyollar açılmış ve Londra Havalimanı yapılmıştır. 1987 yılında kullanımına başlanan Docklands Hafif Raylı Sistemi başlangıçta Isle of Dogs bölgesine kuzeyden ve doğudan bağlantılar sağlarken, zamanla batı ve güney uzatmaları da yapılmıştır. Öte yandan Jubilee hattı, Londra metro hattına 7 durak eklenmesiyle şehirden Docklands'a bir metro uzantısının getirilmesini olanak tanımıştır. Eklenen otoyol bağlantıları arasında ise en önemlisi 1993 yılında kullanıma açılan Limehouse Link Tüneli'dir. Tarihi yapı alanına müdahale edilmemesi için yeraltından geçirilmiş ve böylelikle bölge doğuya bağlanmıştır (Feriotto, 2015). Şekil 2 de Docklands'ın ulaşım sisteminin haritası görülmektedir.



Şekil 2. Docklands Ulaşım Sistemi (<http://www.lddc-history.org.uk/transport/1tran3.jpg>, 1997)

Geniş Docklands alanı Şekil 3'teki gibi bölgelere ayrılmıştır. Söz konusu bölgeler; Bermondsey Riverside, Surrey Docks, Wapping and Limehouse, Isle of Dogs, Royal Docks ve Beckton'dur. Bu bölgelerden Wapping and Limehouse ve Surrey Docks'da eski rıhtım yapıları, başta lüks konutlar ve sanatçılar için stüdyo alanlarını olmak üzere çeşitli yeni kullanımlara açılmıştır. Surrey Docks'da Lavender Pond, Stave Hill, Russia Dock Woodland ve Pearson Park ekoloji parklarıyla yeşil alan yatırım yapılmıştır. Ayrıca LDDC, bu bölgede ticaret ve istihdamın artması için Surrey Quays Alışveriş Merkezi'ni ve Canada Yard'da restoran, oyun, kulüp sinema gibi kullanımları içeren bir kompleksi inşa edilmiştir. En son tamamlanan Royal Docks'da ise Royal Business Park, Doğu Londra Üniversitesi Dockland Kampüsü, Thames Gateway Teknoloji Merkezi ve pek çok uluslararası organizasyonun gerçekleştiği Excel Sergi Alanı ön plana çıkmıştır (Feriotto, 2015).



Şekil 3. Docklands Taşımacılığı (<http://www.lddc-history.org.uk/transport/1tran3.jpg>, 1997)

Isle of Dogs projesinin esas odağını oluşturan bölgedir. Adeta bir finans-büro alanı olarak düşünülmüş ve Docklands Projesinin baskın fonksiyonunu oluşturmuştur. Öyle ki Isle of Dogs'taki toplam 482 dönümlük (195 hektar) alan, Hükümet tarafından Britanya'nın 11 Girişim Bölgesinden (EZ) biri olarak ilan edilmiş ve ilgili bölgede yatırımcıları çekmek amacıyla vergi muafiyetleri gösterilmiştir (LDDC, 1998b). Bölgedeki Canary Wharf adını alan gökdelen kümesinin bünyesinde Citigroup ve HSBC gibi dünyanın en büyük bankalarından bazıları yer almaktadır (Kollowe, 2015). Şekil 4'de Canary Wharf görülmektedir.



Şekil 4. Canary Wharf (<https://group.canarywharf.com/about-us/>, t.y.)

Yenilemede çevre düzenlemeleri de yapılmıştır. Rıhtımların doldurulması durdurulmuş, hatta bazı doldurulmuş yerler tekrardan açılmıştır. Yaya ve bisiklet yolları oluşturulmuştur. Ağaçlandırma çalışması yapılmıştır. Nehir sınırında marina, Surrey Docks Su Sporları Merkezi ve Millwall Yelken Merkezi yapılmıştır. Eski limanın yeşil alanları düzenlenmiş ve yeni donatılar eklenerek kent sakinleri için açık rekreasyon alanlarına dönüştürülmüştür. Bunun yanı sıra pek çok ekoloji parkları yapılmış ve Doğu Hindistan Rıhtım Havzası'nda bir yaban kuşları barınağı yaratılmıştır. Sosyal aktivitelere yönelik de Limehouse Gençlik Kulübü, St Andrew's Oyun Alanı, Docklands Binicilik Merkezi gibi daha pek çok tesis yapılmıştır (LDDC, 1998a). Şekil 5'deki Docklands Yelken ve Su Sporları Merkezi sosyal aktivite alanlarına örnektir.



Şekil 5. Docklands Yelken ve Su Sporları Merkezi (<https://isleofdogslife.wordpress.com/tag/docklands-sailing-and-watersports-centre/>, 2019)

Bölgenin tarihi mirası LDDC'nin gündem konularından biri olmuştur. İnşa yıllarının ve niteliklerinin referans alınmasıyla yıkılacak ya da korunacak olan yapılar belirlenmiştir. Ancak, koruma tam olarak sağlanamamıştır. Örneğin Queenhithe Dock rıhtımı, bir otel projesi için yıkılmıştır. Ayrıca binaların kütleleri koruma da cephelerde eski görünüşlerinden farklı tasarımlar yapılmıştır (Tanış, 2015). Tıpkı yeni inşaatlar gibi tarihi yapıların restorasyonu için de LDDC tarafından mali teşvikler gerçekleştirilmiştir. Böylelikle bölgenin tarihsel kimliği de kentsel tasarımın bir parçası haline getirilmiştir. Şekil 6'da Wapping'de yer alan bir bina tarihi yapılarla yüklenen yeni işlevlere örnektir.



Şekil 6. Wapping Bölgesi Lüks Konut Daireleri Olarak Kullanılan Eski Depo Binası (Jacqueline Banerjee, <https://victorianweb.org/art/architecture/industrial/10.html>, 2009)

Docklands 1980'lı yıllardan itibaren yaklaşık yirmi yılda Avrupa'nın en önemli finans merkezine dönüşmüştür (Yılmaz, 2015) LDDC'nin Mart 1998'de yayımladığı ve 1981-1998 yılları arasında karşılaştırdığı verilere göre, işsizlik oranları 1981'de %17.8 iken, Aralık 1997'de %7.2'dir. İstihdam sayısı 27.200'den, 85.000'e çıkmıştır. İstihdamın artmasıyla birlikte nüfus ikiye katlanmış, 39.400'den 83.000'e çıkmıştır. 24.000'den fazla yeni konut inşa edilmiş, 3 milyon metrekare yeni ticari bina tamamlanmış ve işletme sayısı 1.021'den 2.690'ye çıkmıştır (LDDC, 1998a). Nüfusu arttıran bir diğer etken ise ev sahibi olma oranının artmasıdır. Beckton'dan başlayan bir girişimin olumlu yanıt vermesiyle, bölge geneline yayılan ucuz konut inşası stratejisi sonucunda 1981 yılında %5 olan ev sahipliği oranı %45'e çıkmıştır (LDDC, 1998b). Ancak kentsel yenilemede bazı olumsuz sonuçlar da görülmüştür. Yerel makamların ve yerel halkın planlamada dışlandığına yönelik eleştiriler vardır. Ayrıca büyük çaplı bir yenileme çalışması olarak toplumsal değişime yol açmış, yerel halk nüfusundaki değişimle soylulaştırmayı beraberinde getirmiştir (Tanış, 2015). Şekil 7'de Docklands'ın yenileme öncesi hâli ve 1993'e kadarki gelişimi görülmektedir.



Şekil 7. Sol: Docklands Yenileme Öncesi (İ.B.B. Kentsel Dönüşüm Müdürlüğü, t.y.) Sağ: Docklands 1993 Yılı (<https://alondoninheritance.com/london-history/london-docklands-a-1976-strategic-plan/>, t.y.)

5. Hamburg Hafencity Kentsel Yenileme Projesi

Hafencity, Almanya'nın Hamburg ilçesinde yer almaktadır. Hamburg, Avrupa'nın ikinci büyük limanına sahip kenti olarak liman yenilenmesi projeleriyle de Avrupa'nın en büyük inşaat sahası ve en geniş çaplı imar projesi olarak değerlendirilmektedir (Haznedar, 2008). Hafencity Projesi alanı, Alster Gölü'nün ve Elbe Nehri'nin geçtiği bir alana konumlanmıştır. 157 hektarlık projenin yapımına 1997 yılında başlanmıştır. Şekil 8'de Hafencity'nin Hamburg'daki konumu görülmektedir.



Şekil 8. Hamburg ve Hafencity ilişkisi (<https://www.mapz.com/en/manual>, t.y.)

Uzun yıllar boyunca liman alanıyla ticari işlevini sürdürmüş olan Hamburg, 1800'lü yılların ikinci yarısında, demiryolu gibi ulaşım ağlarının geliştirilmesi ve ticaret faaliyetlerin artmasıyla büyük bir endüstriyel liman haline gelmiştir. Bulunduğu yer dolayısıyla pek çok saldırının merkezi konumu olan Hafencity bölgesi, özellikle 2. Dünya Savaşı sırasında büyük hasar almış ve pek çok yapısı yıkılmıştır. Savaş sonrası yapılaşmaya yönelik çalışmalarda düzelleme sürecine girse de diğer limanlar gibi o da sanayi desantralizasyonundan etkilenmiştir. Hâlâ küçük çaplı üretim ve taşımacılık faaliyetleri yapılsa da kent merkezinin diğer alanlarına nazaran çok durgun ve izole kalmıştır. Sonunda yenilenmesi gerektiğine yönelik karar alınmıştır.

Proje 1997 yılında o dönemin belediye başkanı Henning Voscherau tarafından ilan edilmiş, aynı yıl senato ve parlamentonun onayından geçmiştir (Bruns-Berentelg, 2014). Kent konseyi tarafından bir master plan 1998 yılında hazırlanmıştır. Ancak hazırlanan plan, kentle ilgili genel hedeflere yönelik olmakla beraber kapsamlı bir tasarım değildir. Bu bağlamda 1999 yılında bir master plan yarışması yapılmış ve yarışmayı Kees Christiann/ Astoc kazanmıştır. 2000 yılında kabul edilen master plan, 2006 yılında bir revizyon geçirmiştir. Şekil 9'da Hafencity için yapılan master plan görülmektedir.



Şekil 9. Hafencity 2006 Master Planı (<https://www.hafencity.com/ueberblick/masterplan>, t.y.)

Projede amaç, kent merkezinden kopmuş olan Hafencity'i bütünlüştürmek ve âtil durumdaki bölgeye hareketlilik getirip kültürel, sosyal, turistik ve ticari faaliyetleri hayata geçirmektir. Projenin kent merkezini %40 büyütmesi beklenmektedir. Proje içeriğinde, 15.000 kişinin barınması için 7.500 konut, 45.000 kişilik istihdam alanı, 10,5 km kıyı şeridi gezinti yolu, 26,5 ha kamusal açık alan (parklar, meydanlar, mesaireler) yer almaktadır. Bölge için hedeflenen alan kullanım yüzdelerinde, bina alanları %32'lik kısmı, kamusal mekanlar %24'lük kısmı, trafik alanı %23'lük kısmı, kamuya açık olan açık alanlar %14'lük kısmı, kamuya açık olmayan (özel) açık alanlar ise %7'lik kısmı kaplamaktadır. (Hafencity, 2021). Projenin tamamlanması için belirlenen tarih 2030 yılıdır (Astoc Architects and Planners, t.y.).

Proje için özel sektörün yatırımı yaklaşık olarak 8 milyar avrodur. Kamunun yatırımı ise 2,4 milyar avrodur ve bunun 1,5 milyarı kamuya ait olan arazilerin satışından elde edilmiştir (İ.B.B. Kentsel Dönüşüm Müdürlüğü, t.y.). Planlama çerçevesinde, su taşkınlarına önlem olarak önceden deniz seviyesinden 5 metre yükseltilmiş alana 3 metre yükseltme daha yapılmıştır. Ayrıca bina yüksekliklerinin de tarihi antrepo bölgesi olan Speicherstand'tı geçmemesi kararlaştırılmıştır. Proje 10 bölgeye ayrılmış ve inşası etaplı bir şekilde ilerlemiştir. Sözkonusu bölgeler; Sandtorkai, Strandkai, Sandtorpark Grasbrook, Überseequartier, Elbtour-quartier, Brooktorkai, Lohsepark, Oberhafen, Baakenhafen ve Elbbrücken'dir. Şekil 10'da Hafencity'nin bölgelerinin konumları görülmektedir.



Şekil 10. Hafencity Bölgeleri (Kuşçu, 2018)

Hafencity'de yaya-bisiklet yolları ve insanların vakit geçirebileceği açık kamusal alanlar geniş yer tutmuştur. Kamusal alanlarla limanı çevreleyen su ögesi arasında ilişki kurulmuştur. Nehir kenarlarında, yayalar için araç girişi olmayan gezinti yolları oluşturulmuştur. Yaya yollarının yakınına da insanların oturabileceği Magellan Terasları, Marco Polo Terası gibi pek çok kamusal alan yaratılmıştır (Kuşçu, 2018). Ayrıca yeşil parklar olarak da Loshe Park ve Am Sandtorpark yapılmıştır. Şekil 11'de Hafencity'nin açık kamusal alanları görülmektedir.



Şekil 11. Sol: Yürüme Yolu (<https://www.kcap.eu/projects/9/hafencity>, t.y) Sağ: Marco Polo Terası (Bruns-Berentelg, 2014)

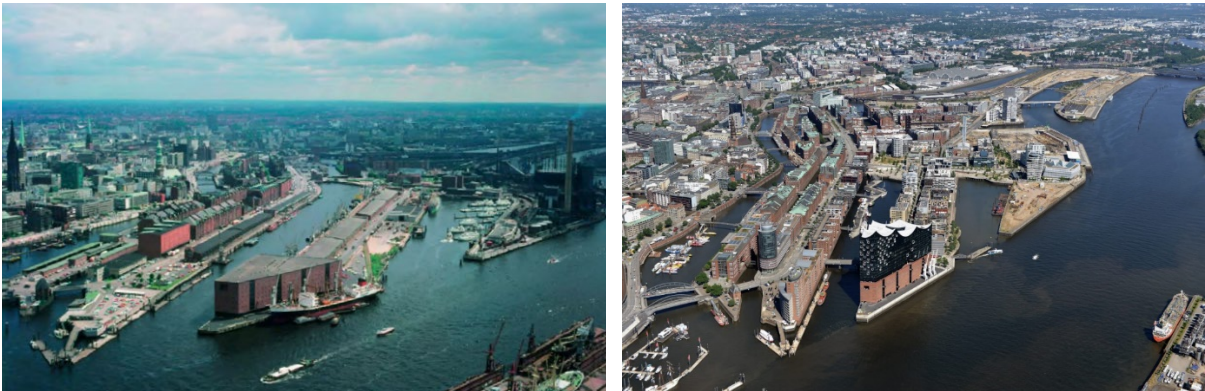
Sürdürülebilir tasarım prensipleri de projede ele alınan konulardan bir tanesidir. Hafencity’de, doğalgaza nazaran %27 daha az karbon emisyonu yapan termal enerjili ısıtma sistemi tercih edilmiştir. Ayrıca binaların da sürdürülebilir olması amacıyla, bir ödüllendirme sistemi geliştirilmiştir. Bu bağlamda altın, gümüş ve bronz kategorilerle, üç seviyelendirme yapılmıştır (Akyol, 2010).

Projede aile nüfusu, istihdam ve turist sayısının yanında öğrenci sayısı artışı da istenmiş, 5.000 öğrencinin Hamburg’a gelmesi hedeflenmiştir. HCU Hafencity Üniversitesi, KLU Kühne Lojistik Üniversitesi, Hamburg MSH Tıp Okulu, Uluslararası Yöneticilik Okulu şubesi, Frankfurt Finans ve Yönetim Okulu şubesi, gibi pek çok eğitim kurumu yapılmıştır (Hafencity, 2021). Bunun yanı sıra Elbphilharmonie (Elbe Filarmoni Konser Salonu), tarihi Kaispeicher B yapısından dönüştürülen Uluslararası Hamburg Denizcilik Müzesi ve Prototip Otomobil Müzesi gibi eğitici-kültürel yapılar da yapılmıştır. Özellikle Elbphilharmonie projenin en ilgi çekici yapısıdır. Limana ait bir ambar binasının üzerine modern bir ekleme yapılmasıyla bölge için bir adeta bir imge oluşturmuştur. Yanı sıra Marco Polo Tower, Unilever Haus, Der Spiegel, Erick van Egeraat’ın iki ayrı binası, Hafencity Üniversitesi (HCU), Massimiliano Fuksas’ın Cruise Merkezi gibi tasarımlar da bölgede dikkat çekmektedir. Şekil 12’de Elbphilharmonie, Unilever-Haus ve Marco Polo Tower Hafencity’nin farklı tasarımlarına örnek olarak görülmektedir.



Şekil 12. Sol: Elbphilharmonie (<https://www.arkitera.com/proje/elbphilharmonie/>, 2017) Sağ: Unilever-Haus ve Marco Polo Tower (Meyhöfer, 2014)

2021 yılına ait olan veriler incelendiğinde, Hafencity’de 3.600 konutun tamamlandığı yaklaşık 6.500 kişinin yaşadığı, 930 şirkette de 15.000 kişinin çalıştığı saptanmıştır (Hafencity, 2021). Ancak Hafencity iyi planlanmış bir proje olarak görülse de bazı eleştiriler de gündeme gelmiştir. Yenileme çalışmalarının kendilerine sorulmadan yapıldığını belirten sanatçılar, müzisyenler ve sosyal eylemcilerden oluşan bir grup soylulaştırmaya karşı çıkmak için 2009 yılında bir manifesto yayınlamıştır. Ayrıca Hamburg eyalet parlamentosu milletvekili ve Sol Parti’nin göçmenlik alanındaki sözcüsü Mehmet Yıldız tarafından da düşük gelirli kent halkının yaşam alanlarının kısıtlandığı, Hamburg’un yenilenmesinde çok uluslu şirketlerin ve yüksek gelire sahip kesimin çıkarlarına göre hareket edildiği ve proje kaynaklarının prestijli tasarım projelerine harcandığı, eğitim-sağlık gibi alanlarda kısıtlamaların yapıldığı belirtilmiştir (Akyol, 2010). Şekil 13’te Hafencity’nin yenileme öncesi hâli ve 2020’ye kadarki gelişimi görülmektedir.



Şekil 13. Sol: Yenileme Öncesi (Bruns-Berentelg, 2014) Sağ: Hafencity 2020 (<https://www.kcap.eu/projects/9/hafencity>, t.y.)

SONUÇ:

1980'ler pek çok alanda olduğu gibi kentsel yenilemede de kırılma noktalarından biridir. Daha öncesine kadar, bozulmaya uğrayan bölgelerin sorunlarına çözüm arayışına dönük olan yenileme faaliyetleri için ekonomik kazanç esas odağa dönüşmüştür. Bu durumun altında yatan en büyük etken, neoliberal ekonomi politikalarıyla beraber küresel ekonomide yer edinen kentlerin, rekabet piyasasının birer metaları haline gelmesidir. Bu dönem ağır sanayinin kent merkezlerini terk etmesiyle limanlarda işlevlerini yitiren sanayi tesislerinde uygulanan projelerle ön plana çıkmıştır.

Hem merkezîyetçi konumları hem de kıyı bölgelerinde yer almasıyla kent planlamaları için ayrı bir öneme sahip liman alanlarındaki yenileme projelerinde, gaye sadece insan yaşam standartlarının yükseltilmesinden ibaret görülmemiştir. Bu yenilemeler aynı zamanda ülkelerin kalkınma stratejilerinin de bir parçasına dönmüştür. Küreselleşmenin 1980'ler itibarıyla literatürde sıklıkla yer bulması, kentler için de küresel kent olgusunu ortaya çıkmıştır. Kentler için küresel eylemlerin merkezi olarak; sermayeyi, üst gelirli ve turistleri çekmek planlama kriterleri arasına girmiştir. Batıdaki ekonomik kriz ve neoliberal sisteme geçişle yenilemeler özel sektör fonunun ağırlığına girmiştir. Bu durumda yatırımcı lehine ve çıkar odaklı sonuçların doğmaya başlaması neoliberal politikaların yenilemeye kattığı bir olumsuz sonuç olarak değerlendirilebilmektedir.

Docklands, 1981 yılında başlanmıştır. Küresel kent kimliğini finans vurgusuyla kazanmış, merkez noktasında yer alan Canary Wharf gelişimiyle medya-hukuk-bankacılık sektöründeki yatırımcıları bünyesine çeşitli mali imtiyazlarla toplamıştır. Günümüzde dünyanın en büyük ikinci finans şehri olan Londra'da (Wardle and Mainelli, 2022) Canary Wharf önemli finans noktalardan biridir. Ayrıca küresel kentlerin özelliklerinden biri olarak nitelendirilen gökdelenler (Begeç, 2020) Canary Wharf kümesinde yapılarak kente prestijli bir imaj sağlamıştır. Docklands'da yüksek bir ödenek ayrılan ulaşım planlamasının da bölge gelişimine büyük bir etkisi olmuştur. Pek çok karayolu bağlantısı kentle olan ilişkileri güçlendirirken, London City Havalimanı da bölgeye uluslararası bağlantı kazandırmıştır.

Hafencity projesi ise 1997 yılında başlamış olup, daha ileri bir tarihte kalmış bir projedir. Eğitim ve kültür işleviyle ön plana çıkmaktadır. Yapılan pek çok eğitim- kültür binası ve beklenen öğrenci sayısı ile bir eğitim merkezi olarak değerlendirilebilmektedir. Hafencity' de tıpkı Docklands gibi modern mimari yapılarıyla kentin görsel niteliğine katkı sağlarken, Elbphilharmonie gibi yaratıcı tasarımlarla imaj yaratmıştır. Hafencity'in dikkat çeken özelliklerinden biri de sürdürülebilir tasarım kriterlerinin projenin pek çok yerinde uygulanmış olmasıdır. Kamusal açık alan-yeşil alan yüzdeleriyle, yaya ve bisiklet yollarına ayrılan yerlerle, termal ısıtma sistemi seçimiyle ve geliştirilen bina ödüllendirme sistemiyle 1990 sonrası kentsel yenileme politikalarının sürdürülebilirlik ilkesiyle örtüşmüştür.

Kentin yerli ve yabancı turist oranlarının ekonomiyi geliştirmesi açısından gezmeye ve vakit geçirmeye olanak tanınması bir kent bölgesi için gereklidir. Bu bağlamda liman-su ilişkisinin estetik değere katkısı açısından iki bölge de birer fırsat alanıdır. 1980 yılları sonrası nitelikli kamusal mekanların yatırım değerleri arttırdığı fark edilmiş olup (Ercan, 2016) rıhtım manzarası kamusal alan niteliğini arttırmaktadır. Bu durum Hafencity'deki açık kamusal alan tasarımına belirgin bir şekilde yansımıştır. Kapalı mekanların pek çoğuna da sosyal faaliyetleri arttıracak işlevler yükselmiştir. Tarihi miras söz konusu bu turizm geliştirme çabalarının da araçları olarak görülmüş ve her iki bölgede de atölye, müze alanı gibi yeni kullanımlara açılmıştır.

Nüfus, istihdam ve ticaretin geliştirilmesinin üzerinde durulmuş olsa da bu konuların ne derece yerel halk yararına olduğuyla ilgili iki bölgede de eleştiriler mevcut olmuştur. Neoliberal politikaların etkisiyle ve özel sektörün desteği alınarak gerçekleştirilen bu yenileme projelerinde yerel halkın dışlandığı ve soylulaştırma olduğu eleştiriler de vardır. Bu bağlamda son yıllarda kentsel yenilemede halk katılımının artırılmasına yönelik girişimler olumlu bir gelişme olarak değerlendirilebilmektedir.

Bu çalışmada eski sanayi alanları üzerinde yapılan yenileme uygulamaları 1980'lerden itibaren etkisini kent üzerinde hissettiren neoliberalleşme ve küreselleşme politikaları çerçevesinde incelenmiştir. Çalışmada yer alan iki bölgenin planlamasının ele alınış şekline bakıldığında, yenilemenin yalnızca alan özelinde görsel ve işlevsel bir değişime sahne olmadığı, kent hatta ulus boyutunda büyük çaplı ekonomik ve sosyal etkiler yaratabileceğinin kent planlamacıları tarafından fark edildiği görülmektedir. Docklands alanı gibi öncü projelerle başlayan bu uygulamalarla birlikte bölgeler için alınan kararların kentin küreselleşmesini ve dolayısıyla pek çok alanda ürün ve hizmet pazarlamasını doğrudan etkilediği anlaşılmıştır. Bu durum ülkemizdeki yer alan, özellikle İstanbul gibi küreselleşme düzeyi yüksek olan kentlerde yapılan yenilemelerde de master plandan, birim yapıların tasarımına kadar her faktörün çok yönlü olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir. Neoliberal sisteme sahip olan ülkemizde de yenilemelerde yerel halka karşı benzer hatalarla karşılaşılması adına Batı'da 1990'lardan itibaren gelişen katılımcılığa ve sürdürülebilirliğe dönük politikaların referans alınması gerekmektedir. Hafencity özellikle sürdürülebilir planlamalar için model olarak değerlendirilebilmektedir.

ETİK STANDARTLAR:

Çıkar Çatışması: Herhangi bir kişi, kurum veya kurumlarla çıkar çatışması yoktur.

Etik Kurul İzni: Etik kurul iznine gerek yoktur.

Finansal Destek: Herhangi bir finans destek yoktur.

KAYNAKÇA:

- Akyol, İ. (2010). *Kent İçerisinde Kullanım Dışı Kalmakta Olan Endüstriyel Alanlarda Kentsel Dönüşüm - Kartal Kentsel Dönüşüm Projesi ve Hamburg Hafencity Örneği*, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Lisans Bitirme Ödevi.
- Astoc Architects and Planners. *Masterplan Hafencity Hamburg*. <https://astoc.de/en/projects/urban-planning/masterplan-hafencity-hamburg> Erişim Tarihi: Aralık 2022.
- Begeç, H. (2020). Küresel Kentler ve Kentsel politikalar Bağlamında Gökdelenler. *Yapı Mimarlık Tasarım Kültür Sanat Dergisi*, <https://yapidergisi.com/kuresel-kentler-ve-kentsel-politikalar-baglaminda-qokdelenler/> Erişim Tarihi: Mart 2023.
- Bruns-Berentelg, J. (2014). Hafencity Hamburg-Identity, Sustainability And Urbanity. *Hafencity Discussion Paper*, 3, 1-34.
- Dalbay, S. (2019). Liberal Politikalardan Neoliberal Politikalara: Sosyal Devletin Dönüşümü. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, (74), 46-68.
- Ercan, M. A. (2016). Endüstri-Sonrası Kentlerin Değişen ve Dönüşen Kamusal Mekânları Changing and Transforming Public Spaces of Post-Industrial Cities. *Planlama*, 26(3), 193-203.
- Erden, Y. D. (2003). *Kentsel yenileşmede bir araç olarak dönüşüm projeleri* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.
- Geniş, Ş. (2011). Küreselleşme, kent ve kültür. *İdealKent*, 2(3), 48-61.
- Feriotto, M. (2015). *The Regeneration Of London's Docklands: New Riverside Renaissance Or Catalyst For Social Conflict?* [Unpublished Master's Thesis]. University of Padova.
- Hafencity (2021, October). *Daten & Fakten*. Erişim Adresi: https://www.hafencity.com/Resources/Persistent/6/d/3/4/6d344d06e9286ba43ec65cbc12715b41f66a8377/Hafencity_Daten%20und%20Fakten%20DE.pdf Erişim Tarihi: Aralık 2022.
- Haznedar, B. (2008). *Yenilenen Kentsel Kullanımlar Doğrultusunda Kent İçindeki Endüstri Alanlarının Dönüşüm Süreci-Ruhr Bölgesi ve Hafencity Hamburg Örnekleri* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- İ.B.B Kentsel Dönüşüm Müdürlüğü. *Hafencity Kentsel Yenileme Projesi*. http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/kurumsal/Birimler/KentselDonusumMd/Documents/hakkinda/Dunya_Ornekleri.pdf Erişim Tarihi: Aralık 2022.
- Kollewe, J. (2015, 28 January). *Canary Wharf Timeline: From The Thatcher Years To Qatari Control*. TheGuardian. <https://www.theguardian.com/business/2015/jan/28/canary-wharf-timeline-london-building-docklands-thatcher>
- Köksüz, Ü., & Baz, İ. (2019). Rotterdam, Kop Van Zuid Kentsel Dönüşüm Projesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 1(2), 41-48.
- Köse, H. Ö. (2004). Küreselleşme Sürecinde Devletin Yapısal ve İşlevsel Dönüşüm. *Sayıştay Dergisi*, (49), 3-46.
- Kuşçu, Ç. (2018). *Kentsel Rejenerasyon Projelerinde Kamusal Mekân Üretme Politikaları: Hamburg Hafencity Projesi Örneği*, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Lisans bitirme ödevi.
- LDDC (Londra Docklands Development Corporation) (1997, July). *LDDC Monograph: Initiating Urban Change*. <http://www.lddc-history.org.uk/beforelddc/index.html> Erişim Tarihi: Kasım 2022.
- LDDC (Londra Docklands Development Corporation) (1998a, March). *LDDC Publication: Regeneration Statement*. <http://www.lddc-history.org.uk/regenstat/index.html> Erişim Tarihi: Kasım 2022.
- LDDC (Londra Docklands Development Corporation) (1998b, March). *LDDC Monograph: Attracting investment - Creating Value Establishing a Property Market in London Docklands* <http://www.lddc-history.org.uk/property/index.html> Erişim Tarihi: Kasım 2022.
- Meyhöfer, D. (2014). *HafenCity Hamburg Waterfront*. Juniusverlag GmbH, Hamburg.
- Özden, P. P. (2001). Kentsel Yenileme Uygulamalarında Yerel Yönetimlerin Rolü Üzerine Düşünceler ve İstanbul Örneği. *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, (23-24), 255-270.
- Roberts, P. (2000). The Evolution, Definition And Purpose Of Urban Regeneration. In P. Roberts and H. Sykes (Eds.), *Urban Regeneration*, (p. 9-36). London, Sage Publications.
- Şahin, Ç. (2020). Kapitalizm-Mekân İlişkisi: Fordist 'Sanayi/İşçi' Kenti İle Post-Fordist 'Küresel/Hizmet' Kenti Karşılaştırması Üzerinden Bir Değerlendirme. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, (79), 237-275.
- Şenses, F. (2004). Neoliberal Küreselleşme Kalkınma İçin Bir Fırsat mı, Engel mi?. *Kalkınma ve Küreselleşme*, 1, 13-54.
- Tanış, F. (2015). *The Waterfront Regeneration Projects And Contemporary Design Approaches Of European Port Cities* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Istanbul Technical University.

- Tümtaş, S., & Ergun, C. (2016). Küreselleşme ve Kentlere Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (37), 135-150.
- Yılmaz, S. (2015). *Kentsel Dönüşüm Projelerinin Yaşam Kalitesine Etkisi İstanbul Karaköy Salıpazarı Örneği* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Wardle, M. & Mainelli, M. (2022). The Global Financial Centres Index 32. *The Global Finance Centres Index (GFCI)-Long Finance*.

EXTENDED SUMMARY:

The phenomenon of urban transformation started with the search for solutions to the negative consequences of the Industrial Revolution on cities. However, urban renewal also changes depending on the developments over time, just like cities. In this study, the state of urban renewal in the 1980s, depending on the factors that have occurred since the 1970s, has been the focus.

Since the 1970s, three concepts have emerged in Europe due to the negative situation in the economy and new digital technologies: neoliberalism, postfordism and globalization. With these three concepts, privatizations and the service sector came to the fore. The development of communication and transportation with digitalization has increased the interaction between individuals and globalization has gained momentum. As a result, a new era has started for cities with globalization. Adapting to globalization has been very important for cities that have become capital centres for the investors of the neoliberal economy. This globalization effort has given birth to a new concept called the global city. Since the 1980s, urban renewals have been adapted to the global city creation effort.

Neoliberalization and postfordism led to the decentralization of industry in the west. With the flexible production style of Postfordism, there is no need for large production areas. Facilities with heavy industry, on the other hand, found the opportunity to move to countries with cheaper labour due to new opportunities in transportation and communication. The service sector, which started to rise with neoliberalism, came to the fore in urban centres whose industry was weakening.

Global cities with high capital inflows were tried to be created in the renovation projects carried out in the old industrial zones. The construction industry, like other industries, has adapted to the free market. Prestigious mega-projects began to appear. Cities are aimed to be centres in many aspects such as tourism, finance, entertainment, service, education, and trade.

The aim of this study is to reveal the factors that caused the industrial areas, which were very important for trade until the 1970s, to lose their old effect and to reveal the main objectives of the renovations to be made in the old industrial areas. In the study, first of all, what urban renewal is explained. And then the developments in urban renewal until the 1980s are explained in order to better understand the change in the 1980s. Then, the 1980 period was explained in detail, the displacement of industry, the emergence of global cities and the renewals made in the axis of neoliberal policies were explained in detail.

In the study, two areas were examined as an example. One is the Docklands project in London, the capital city of England, and the other is the Hafencity project in Hamburg, Germany. London Docklands is one of the leading projects for old industrial port renovations. Hafencity, on the other hand, is an important project in that it is located in Hamburg, which is considered the largest renewal site in the world. The Docklands Project area is located around the river Thames. Docklands began to decline from 1960 onwards. It was closed in 1981 and renovation began. Developed for renewal, LDDC sought to bring investors together with various financial concessions and to make the region a centre for media, law and finance. The Hafencity Project started in 1997. The project area is located on the Elbe River. It has many creative designs. Education and culture are at the forefront. It has been determined that visual quality is given importance in both regions, it is tried to attract investors, the region is tried to be made into a service and activity place, and it is aimed to increase visits to the region.

Review Article

Submission Date

14 / 04 / 2023

Admission Date

30 / 04 / 2023



Türk Hukukunda Kuşların Korunmasına Dair Ulusal ve Uluslararası Mevzuatın İncelenmesi

Analysis of National and International Legislation on the Protection of Birds in Turkish Law

Çağdan UYAR¹
Osman Devrim ELVAN² 

How to Cite:

Uyar, Ç., Elvan, O.D., (2023). Analysis of National and International Legislation on the Protection of Birds in Turkish Law. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 5 (1), 98-106. DOI: <https://doi.org/10.53472/jenas.1283186>**ABSTRACT:**

There are legal regulations for the protection of birds at present, which are an important part of the ecosystem. In terms of Türkiye, it is seen that the effective legislation on bird conservation is the international conventions. Turkish domestic law contains effective regulations on hunting and trapping of birds, as well as secondary legislation on the protection and production of domestic birds. When the legislation is examined, it can be stated that there are inadequacies in the legislation, especially in the protection of urban wild birds. Within the scope of international conventions to which Türkiye is a party, there are regulations on the protection of migratory birds that also affect domestic law. Especially the protection of waterfowls and their habitats is carried out in the most effective way. Türkiye is a party to conventions such as RAMSAR, BERN, PARIS, CITES, which include the protection of wild and migratory birds. However, Türkiye is not a party to the BONN Convention, and related treaties such as AEWa and ACAP, to which many countries are parties for the protection of migratory birds. Being a party to the BONN Convention and related treaties is very important for bird conservation.

KEYWORDS: Bird, Migrant, Türkiye, Legislation, Convention**ÖZ:**

Ekosistemin önemli bir parçası olan kuşlar hakkında günümüzde koruma amaçlı yasal düzenlemeler bulunmaktadır. Türkiye açısından ise kuşların korunmasına dair etkin mevzuatın uluslararası kaynaklı sözleşmeler olduğu görülmektedir. Türk iç hukuku kuşlara dair avlanma ve avcılık konularında etkili düzenlemeler içermekte, bununla birlikte evcil kuşların korunması ve üretimine dair de ikincil mevzuat düzenlemeleri bulunmaktadır. Mevzuat incelendiğinde özellikle kent içi yabani kuşların korunması konusunda mevzuatta yetersizlikler olduğu ifade edilebilir. Taraf olunan uluslararası sözleşmeler kapsamında göçmen kuşların korunmasına dair iç hukuka da etki eden düzenlemeler vardır. Özellikle su kuşlarının ve yaşam alanlarının korunması en etkili şekilde yapılmaktadır. Türkiye yabani ve göçmen kuşların korunmasını içeren RAMSAR, BERN, PARİS, CITES gibi sözleşmelere taraftır. Ancak yine göçmen kuşların korunmasında birçok ülkenin taraf olduğu BONN sözleşmesi ve buna bağlı olan AEWa ve ACAP gibi antlaşmalara Türkiye taraf değildir. Başta BONN sözleşmesi ve bağlı antlaşmalara taraf olması kuşların korunması konusunda oldukça önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Kuş, Göçmen, Türkiye, Mevzuat, Sözleşme¹ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, cagdanuyar@iuc.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4813-2219² **Corresponding Author**, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, devrimelvan@iuc.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7751-5916

Giriş

Kuşlar doğanın önemli bir parçası olduğu gibi yaban hayatının ve dolayısıyla yaban hayatı mevzuatının da önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Türk hukukunda doğanın önemli bir parçası olan kuşlar ile ilgili yasal düzenlemeler Cumhuriyet'ten öncesine dayanmaktadır.

Öncelikle belirtmek gerekir ki, kuşlar eski Türklerde avcılığın önemli bir parçası olmuştur. Eski Türkler tazi, zağar ve yırtıcı kuşları kullanarak geleneksel avlanma yöntemlerini yaratmışlardır. Osmanlı Devleti'nde Yeniçeri ocağında av işlerine bakanlara ise "Hassa Avcıları" adı verilmiştir. Yırtıcı kuşların ava alıştırılarak kullanılması Hassa avcılarınca gerçekleştirilmiştir. Hassa avcıları uzmanlık alanlarına göre; Doğanca, Zağarcı, Sekban, Çaylak, Turnacı, Akbaba, Atmaca avcısı olarak adlandırılmışlardır (Huş,1974).

Avcılığın önemli bir parçası olan kuşları ilgilendiren hükümlere, Mecelle'nin avcılığa ilişkin hükümlerini düzenleyen Kitab-uş Şirket adını taşıyan 10. kitabın 4. babının yedinci faslında da görebilmekteyiz. Bu faslında yer alan 1292. madde; mızrak, tüfek gibi silahlarla veya ağ ve tuzak kurmak suretiyle ya da eğitilmiş köpek ve Doğan gibi yırtıcı kuşlarla av tutmanın caiz olduğunu hüküm altına almıştır (Berki, 1959; Velioğlu ve Elvan, 2021).

Cumhuriyet'in ilanından sonra 05.05.1937 tarihinde kabul edilen, 3167 sayılı Kara Avcılığı Kanunu'nun 2. maddesi av hayvanlarını 3 gruba ayırmıştır. Buna göre birinci grupta avlanabilen hayvanlar içinde "kargalar" her vakit avlanabilen kuşlar olarak hüküm altına alınmıştır. İkinci grupta yer alan belli zamanlarda avlanabilen hayvanlar arasında; keklik, yabani horoz, erkek sülün, tavus familyası, çil familyası, bildirgin familyası, yaban ördeği, sarıasma, yabankazı, kuğu, çulluk, turna, toy, kuzgun, bataklık kuşları sayılmıştır. Avlanması yasak olan türler olarak belirlenen üçüncü gruptaki kuşlar ise; turaç, ehli kumrular, kerkenez, çalığı, guguk, ağaçkakan, çobanaldatan, dişi sülün, yaban tavuğu, bülbül familyası, çekirge kuşu, kırlangıç, leylek, puhu, baykuş, sığırcık, şeklinde Kanun'da ifade edilmiştir (Elvan ve ark., 2020; Beşkardeş ve ark., 2012; Yücel ve Babuş, 2005; Keskin ve Saraç, 2008).

Yaban hayatını ve dolayısıyla kuşları ilgilendiren düzenlemeler içeren 3167 Sayılı Kanun 2003 yılına kadar yürürlükte kalmış ve sonrasında yürürlüğe giren ve günümüzde hala geçerliliğini koruyan 4915 sayılı Kara Avcılığı Kanunu, avcılığı, yaban hayatını ve kuşları ilgilendiren düzenlemeler getirmiştir.

1. Ulusal Mevzuatta Kuşların Konu Edildiği Yasal Düzenlemeler

Kuşlara ilişkin Türkiye Cumhuriyeti Anayasaları incelendiğinde, gerek 1924, gerek 1961 ve gerekse yürürlükte olan 1982 Anayasası'nda kuşlara dair bir hüküm bulunmadığı görülmektedir. Anayasa'nın 56/2. Maddesi; "çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir" hükmü ile çevrenin korunmasının devletin ve vatandaşın sorumluluğunda olduğunu ifade etmiştir (Elvan, 2018; Sommer, 2019; Coskun ve Gençay 2011; Güneş ve Coşkun 2005). Anayasa'nın ormanları koruyan 169. maddesi de; orman varlığını korumanın devletin görevi olduğunu hüküm altına almıştır.

2003 yılında yürürlüğe giren 4915 Sayılı Kara Avcılığı Kanunu ise, kuşların korunmasına dair açık hükümler içermektedir. Kanunun 2. maddesi yaban hayvanları tanımı arasında kuşları da saymıştır. Kanun 4. maddesi ise yaban hayvanlarının korunmasına dair düzenlemeler içermektedir. Bu madde, yaban hayvanlarının dolayısıyla kuşların üreme ve göç dönemlerinde rahatsız edilemeyeceğini, yavru ve yumurtalarının toplanamayacağını, yuvalarının dağıtılamayacağını hüküm altına alınmıştır. Kanun 4. maddesinin 4. fıkrasında; yaban hayvanlarının barınmasına, üremesine ve korunmasına imkân veren doğal yaşama ortamlarının zehirlenmeyeceğini, sulak alanların kirlenmeyeceğini, kurutulamayacağını ve bunların doğal yapılarının değiştirilemeyeceğini belirtmiştir (Elvan ve Birben, 2021).

Kanunun 5 ve 6. maddelerinde avlanmaya ilişkin usuller düzenlenmiş, göçmen türlerin korunması esasları belirtilmiştir. Kanunun 5. maddesinin birinci fıkrasında "Nesli tehlike altında olan, nadir, hassas ve benzeri statülerde yer alan türler ile endemik ve göçmen türlerin" korunması amacıyla gerekli koruma tedbirlerini alınması gerektiği ve bu konuda Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yetkili olduğu düzenlenmiştir.

Ayrıca 4915 Sayılı Kanun 4. Maddesinde, koruma altındaki türlerin yaşam ortamlarının "Yaban Hayatı Koruma ve Geliştirme Sahaları" (YHGS) olarak belirlenebileceği düzenlenmiştir (Coşkun ve ark., 2018; Uyar, 2018). Buna göre YHGS olarak ilan edilen sahalara zarar verecek faaliyetlere izin verilemeyeceği, buralarda mevcut planlamanın aksine tesis yapılamayacağı belirtilmiştir. Söz konusu yasaklara uymayanlar hakkında çeşitli oranlarda idari para cezaları ve ayrıca ekosistem zararının tazmini için tazminat davası açılacağı kanunda hüküm altına alınmıştır. Türkiye'de toplam 84 adet YHGS bulunmakta ve bunların 20 adedi göçmen kuşları ilgilendiren sahalara karşıdır. Bu alanlardan 16 tanesi su kuşları için ayrılmış sahalara olup, iki saha sülün türü için, bir saha kara akbaba ve bir saha da toy kuşu türü için ayrılmış sahalardır (Tablo 1) (Elvan ve Birben, 2021).

Tablo 1 : Kuşları Konu Eden Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları

Saha Adı	Hedef Tür	Alanı (Ha)	İlan Tarihi
Adana Akyatan Gölü YHGS	Su Kuşları	15291,11	16.10.2005
Adana Seyhan Baraj Gölü YHGS	Su Kuşları	11436,44	05.10.2006
Adana Tuzla Gölü YHGS	Su Kuşları	3974,09	16.10.2005
Afyon-Dinar Karakuyu Gölü YHGS	Su Kuşları	1374,12	05.10.2006
Ankara Nallıhan Davutoğlan YHGS	Su Kuşları	451,39	16.10.2005
Burdur-Burdur Gölü YHGS	Su Kuşları	26229,38	05.10.2006
Burdur-Karataş Gölü YHGS	Su Kuşları	4021,56	05.10.2006
Denizli Çardak Beylerli Gölü YHGS	Su Kuşları	918,52	16.10.2005
Düzce Gölyaka Efteni Gölü YHGS	Su Kuşları	763,83	16.10.2005
Eskişehir Sivrihisar Balıkdanı YHGS	Su Kuşları	1369,34	16.10.2005
Gaziantep Tahtaköprü Baraj Gölü YHGS	Su Kuşları	8035,86	16.10.2005
İzmir Selçuk Gebekirse Gölü	Su Kuşları	545,31	05.10.2006
Kars Kuyucuk Gölü YHGS	Su Kuşları	240,21	16.10.2005
Sakarya-Kaynarca-Acarlar Gölü YHGS	Su Kuşları	2751,73	05.10.2006
Samsun Bafra Kızılırmak Deltası YHGS	Su Kuşları	5172,97	16.10.2005
Şanlıurfa Birecik Fırat YHGS	Kelaynak	179,91	04.07.2011
Tokat-Kaz Gölü YHGS	Su Kuşları	1215,99	05.10.2006
Ankara Kara Akbaba YHGS	Kara Akbaba	1468,77	27.02.2014
Bursa Karacabey Karadağı - Ovakorusu YHGS	Sülün	28513,33	16.10.2005
Samsun Terme Gölardı Simenlik Gölü YHGS	Sülün	3348,71	16.10.2005
Kütahya Merkez Altıntaş YHGS	Toy	13679,11	16.10.2005

Yaban hayatı ve dolayısıyla kuşlar ile ilgili temel kanun 4915 Sayılı Kara Avcılığı Kanunu olmakla birlikte, kuşları konu eden diğer kanunlar ise aşağıdaki gibidir.

24.6.2004 tarihli ve 5199 Sayılı Hayvanları Koruma Kanunu; bu kanun, hayvanların rahat yaşamlarını ve hayvanlara iyi ve uygun muamele edilmesini temin etmek, hayvanların acı, ıstırap ve eziyet çekmelerine karşı en iyi şekilde korunmalarını, her türlü mağduriyetlerinin önlenmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Kanun öncelikle evcil hayvanları koruma altına almayı amaçlasa da, bununla birlikte tüm hayvanların korunması ve uygun şartlarda bakılmasını da sağlamak amacını taşımaktadır. Özellikle kuşlara dair açık bir hüküm içermese de genel olarak tüm hayvanları koruyan bir kanun olması sebebiyle, kuşların da bu Kanun kapsamında korunduğu ifade edilebilir.

11.06.2010 tarihli ve 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu; kanunun amacı gıda ve yem güvenilirliğini, halk sağlığı, bitki ve hayvan sağlığı ile hayvan ıslahı ve refahını, tüketici menfaatleri ile çevrenin korunması da dikkate alınarak korumak ve sağlamaktır. Kanun'un 2. maddesinde ev ve süs hayvanları tanımı içerisinde kuşlar da ifade edilmiştir. Kanun'un 13. maddesinde kuşlara dair; Bakanlıkça izin verilmiş süs kuşları satan işyerlerinde, veteriner biyolojik ürünler dışındaki sadece bu hayvanlara mahsus olan veteriner tıbbi ürünlerin satılabileceği ifade edilmiştir.

1924 yılında yürürlüğe giren 442 Sayılı Köy Kanunu, bu kanununun "köylünün mecburi işleri" başlıklı 13. maddesinin 25. bendi köylünün işleri arasında; ekine, mahsule, yemişli, yemişsiz ağaçlara, bağlara, bahçelere zarar veren kuşları, böcekleri, tırtılları öldürmek ve hangi tür kuşların öldürülebileceğinin de hükümetten sorulacağını düzenlemiştir.

Kuşlara dair ikincil mevzuat incelendiğinde ise aşağıdaki düzenlemelere ulaşılmıştır;

30.11.2004 tarih ve 25656 Resmî Gazete sayılı, Av ve Yaban Hayvanı Üretme Yeri ve İstasyonları İle Kurtarma Merkezlerinin Kuruluşu, Yönetimi ve Denetimi Hakkında Yönetmelik; yönetmeliğin 3. Maddesinde, yaban hayvanı tanımı içinde kuşlara da yer verilmiştir. Yönetmelikte halkalama tanımı yapılmış ve kuşların tanınmasını sağlamak amacıyla; tür, yaş ve cinsiyet gibi bilgilerin kaydedildikten sonra, halkanın kuşun bacağına takılması işleminin gerçekleştirileceğini ifade etmiştir. Yönetmeliğin av kuşları ile ilgili 14. maddesindeki düzenlemede, bir bireyin en fazla beş yaşını doldurana kadar damızlık olarak kullanılacağını damızlık özelliğini kaybetmiş bireylerin avlaklarda değerlendirileceğini düzenlemiştir. Damızlık kuşların sağlıklı, hareketli, iyi öten, tüyleri parlak ve senenin ilk palazlarından seçilen bireylerden oluşacağı belirtilmiştir.

14.04.2016 tarih ve 29684 sayılı Av Turizmi Kapsamında Avlanmalara İlişkin Usul Ve Esaslar Hakkında Yönetmelik, yönetmeliğin 49. maddesi kuş avında kullanılacak silahların özelliklerini belirlemiştir.

04.04.2014 tarihli ve 28962 Resmî Gazete Sayılı Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği, yönetmelik taraf olunan RAMSAR sözleşmesi hükümlerine göre, su kuşları ve yaşam ortamlarının korunmasına dair düzenlemeler içermektedir.

1959 yılında imzalanan ve ülkemizin 1995 yılında taraf olduğu Antarktika Antlaşması'na uygun olarak hazırlanan 13.06.2020 tarih ve 31154 Resmî Gazete sayılı Antarktika'da Çevre Koruma Protokolünün Uygulanmasına Dair Yönetmelik, bu yönetmeliğin, 10. maddesi; verilen bir izin bulunmuyorsa yerel olmayan bitki, hayvan, mikroorganizma ile köpeklerin, canlı kümes hayvanlarının ve canlı kuşların Antarktika Antlaşma Bölgesine götürülmesini yasaklamıştır.

12.05.2006 tarih ve 26166 Resmî Gazete Sayılı Hayvanların Korunmasına Dair Uygulama Yönetmeliği, yönetmeliğin amacının tanımlandığı 1. maddesinde; ev ve süs hayvanı bakımı konularında gerekli önlemlerin alınması hedeflenmiş, sahipli ev kuşlarına da mikroçip takılarak takip ve kontrolünün sağlanması amaçlanmıştır.

25.11.2017 tarihi ve 30251 Resmî Gazete Sayılı Tarıma Dayalı İhtisas Organize Sanayi Bölgeleri Yönetmeliği, yönetmeliğin 5/c maddesi; hayvansal üretim konulu TDİOSB (Tarıma Dayalı İhtisas Organize Sanayi Bölgeleri) alanlarının, göçmen kuşların konaklama güzergahları üzerinde ve beslenme bölgeleri içerisinde kurulamayacağını düzenlemiştir.

19.07.2012 tarih ve 28358 Resmî Gazete sayılı Korunan Alanların Tespit, Tescil ve Onayına İlişkin Usul ve Esaslara Dair Yönetmeliği, yönetmeliğin 13. maddesi; su kuşlarının yaşam alanı olan sulak alanların planlanması ve tesciline ilişkin hükümleri düzenlemiştir. Bu kapsamda tescilli yapılan sulak alanlarda su kuşlarının da korunması hedeflenmektedir.

27.12.2001 tarih ve 24623 Resmi Gazete Sayılı Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme'nin (CITES) Uygulanmasına Dair Yönetmelik; bu yönetmelik sözleşme kapsamında yer alan kuşların da dahil olduğu hayvan ve bitki türlerinin sürdürülebilir kullanımını sağlamak için, uluslararası ticaretinin kontrol altına alınmasına yönelik usul ve esasları düzenlemiştir. Bu bağlamda Yönetmeliğin 6. maddesi kuşlara dair CITES belgesi düzenlenmesi ve gerekli işlemlerin yapılması konusunda yetkili mercii olarak Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'ne yetki vermiştir.

24.10.2005 tarihli 25976 Resmi Gazete sayılı Av ve Yaban Hayvanlarının ve Yaşam Alanlarının Korunması, Zararlılarıyla Mücadele Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik; bu yönetmelik av ve yaban hayvanlarının ve yaşama ortamlarının korunması, türlerin yer değiştirilmesi, yerleştirilmeleri, koruma tedbirleri, doğadan toplanmaları ve yakalanmaları, yırtıcı türlerin yönetimi ile bunların zararlı olanları, hastalıkları ve zararlılarıyla mücadele edilmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemek amacı ile yürürlüğe konmuştur. Yönetmeliğin dayanağı; yaban hayatı ile ilgili ulusal mevzuat ve taraf olunan uluslararası sözleşmelerin yanı sıra "Yabani Kuşların Korunmasına İlişkin Avrupa Konseyi Direktifi (79/409/EEC)"nin olduğu da görülmektedir. Yönetmeliğin 51. maddesi yırtıcı kuşların diğer yaban hayvan türlerine zarar verecek olması halinde sorumlu idarenin yırtıcılarla mücadele edeceğini hüküm altına almıştır.

08.11.2004 tarihli ve 25637 sayılı Yaban Hayatı Koruma ve Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları İle İlgili Yönetmelik, yönetmeliğin 5. maddesi; Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları seçim kriterlerini belirlemiştir. Bu kriterler arasında göçmen türlerin göç yollarının güvence altına alınması da yer almıştır.

14.04.2016 tarih ve 29684 Sayılı Av Turizmi Kapsamında Avlanmalara İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik; yaban hayvanı tanımı içinde kuşları da belirtmiş olan yönetmeliğin 49. Maddesinde, kuş avında kullanılabilecek silahlar ve av yöntemleri tarif edilmiştir.

09.04.2021 tarih ve 31449 Resmî Gazete sayılı Merkez Av Komisyonu, İl ve İlçe Av Komisyonlarının Görevleri, Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik; bu yönetmelik, avcılığın düzenlenmesi av ve yaban hayatının korunması ve geliştirilmesi hususlarında karar alacak Merkez Av Komisyonu ile il ve ilçe av komisyonlarının görev, yetki ve sorumlulukları, üyelerinin belirlenmesi, çalışma usulleri, kararların alınması, kararlarının yaygın ve yayım esaslarını belirlemeyi amaçlamıştır. Söz konusu yönetmeliğin 22. maddesi; il ve ilçe av komisyonları Bakanlıkça (Tarım ve Orman Bakanlığı) tespit ve ilan edilen av hayvanları türleri listesinde bulunan kuşların sınıf ve türlerine göre eş tutma, üreme, yavru büyütme, erginleşme gibi yaşam evreleri ve popülasyon durumları göz önünde bulundurularak avlanmasına izin verilebileceğini hüküm altına almıştır.

08.10.2011 tarih ve 28078 Resmî Gazete sayılı Ev Hayvanlarının Üretim, Satış, Barınma ve Eğitim Yerleri Hakkında Yönetmelik; bu yönetmeliğin amacı, ev hayvanlarının üretildikleri, alınıp satıldıkları, barındırıldıkları ve eğitim gördükleri yerlerin gerekli teknik ve sağlık şartları ile açılma, çalışma ve denetlenmelerine ilişkin usul ve esaslarını düzenlemektir. Buna göre ev hayvanı sınıfındaki kuşların kuş üretim yerlerinde uyulması gereken şartlar madde 10'a göre şu şekilde sıralanmıştır: üretim yerlerinde; veteriner hekim odası, duş, depo, tuvalet, hayvan karantina ünitesi, üretim üniteleri, hayvanların yiyeceklerinin hazırlandığı bölüm ve temizlik ünitesi bulunmalı, üretim için kafesler zeminden ve tavandan 30 cm uzaklıkta ve kafes düzenekleri arasında koridor şeklinde en az 100 cm mesafe bulunmalıdır. Yönetmeliğin 12/h maddesi, yuvadan erken alınmış veya tüylenmesini tamamlamamış yavru kuşların satılmayacağını da hüküm altına almıştır.

08.01.2018 tarihli 30295 Resmî Gazete Sayılı Karayolu Taşıma Yönetmeliği, bu yönetmeliğin hayvanların taşınmasına ilişkin usulleri düzenlediği 38. maddesinde; evcil hayvan olarak tanımlanan saka, muhabbet kuşu veya kanarya gibi kuşların özel kafesleri kilitli olmak şartıyla bagaj taşımaya mahsus bölümün dışında hayvan sahibi yolcunun kucağında veya oturduğu koltuğun önünde de taşınabileceğini düzenlemiştir.

16.06.2005 tarih ve 25847 Resmî Gazete sayılı Av ve Yaban Hayvanları İle Bunlardan Elde Edilen Ürünlerin Bulundurulması, Üretimi ve Ticareti Hakkında Yönetmelik; bu yönetmelik av hayvanları üretimi ile ilgili düzenlemeler içermekte olup, avcılık için av hayvanı üretimi yapan tesislerin kuşlara ilişkin kayıt tutma zorunluluğunu 17. maddesinde hükme bağlamıştır.

Kuşlara dair yukarıda yazılı düzenlemelere ek olarak üniversitelerin bünyesinde kurulan araştırma merkezlerinin kuruluşlara dair mevzuat da aşağıdaki gibidir.

16.02.2005 tarihli Hacettepe Üniversitesi Çevre Eğitimi, Kuş Araştırma ve Halkalama Merkezi Yönetmeliği, bu yönetmeliğin amacı; "kuş araştırma ve halkalama çalışmalarının yürütülmesini sağlamak" üzere kurulan merkezin teşkilat, yönetim, çalışma usul ve esaslarını düzenlemektedir.

08.04.2011 tarihli Kafkas Üniversitesi Kuş Bilimi Uygulama ve Araştırma Merkezi Yönetmeliği; bu yönetmelik Kafkas Üniversitesi'ne bağlı olarak kurulan merkezin çalışma şekline ilişkin usul ve esasları düzenlemektedir.

06.04.2018 tarihli İğdır Üniversitesi Kuş Bilimi Uygulama ve Araştırma Merkezi Yönetmeliği; bu yönetmelik İğdır Üniversitesi'ne bağlı olarak kurulan araştırma merkezinin çalışma şekline ilişkin usul ve esasları düzenlemektedir.

Yukarıda yazılı ikincil mevzuata ilaveten, kuş göç yollarında inşa edilecek rüzgâr enerji santralleri ile ilgili olarak; Tabiat Varlıklarını Koruma Merkez Komisyonu'nun, Doğal Sit Alalarında Rüzgâr Enerjisi Santralleri (RES) Hakkında 25.01.2017 tarihli ilke kararına burada yer verilmesi gerekmektedir. İlke kararına göre; RES'lerin kuş göç yollarından en az 300 m uzaklıkta olması ya da üniversitelerin ilgili bölümlerince hazırlanacak bilimsel rapor doğrultusunda, Bölge Komisyonu'nca belirlenecek mesafede olması ve ayrıca bu alanlarda rüzgâr türbinlerine otomatik durdurucu radar sistemlerinin kurulması, koşulları getirilmiştir.

2. Uluslararası Mevzuat Açısından Kuşlar Hakkındaki Düzenlemeler

Uluslararası mevzuat açısından kuşlara dair Türk hukukunu da ilgilendiren düzenlemeler incelendiğinde bu düzenlemelerin uluslararası sözleşmeler şeklinde ve öncelikle göçmen kuşların korunması ile ilgili olduğu görülmektedir.

Türk hukukunda taraf olunan uluslararası sözleşmeler kanun hükmündedir. 1982 Anayasası'nın 90. maddesinin 5. Fıkrası; usulüne göre yürürlüğe konulmuş milletlerarası antlaşmaların kanun hükmünde olduğunu, bunlar hakkında Anayasa'ya aykırılık iddiası ile Anayasa Mahkemesi'ne başvurulamayacağını hüküm altına almıştır. Maddenin devamında; usulüne göre yürürlüğe konulmuş temel hak ve özgürlüklere ilişkin milletlerarası antlaşmalarla kanunların aynı konuda farklı hükümler içermesi nedeniyle çıkabilecek uyuşmazlıklarda, milletlerarası antlaşma hükümlerinin esas alınacağı belirtilmiştir. Anlaşılacağı üzere Türk hukukunda taraf olunan uluslararası sözleşmeler kanunlardan daha etkili yasal düzenlemelerdir (Tunç, 2000; Akkutay, 2007; Taze ve Güneş, 2012). Türkiye göçmen kuşların konu edildiği aşağıda açıklanan üç uluslararası sözleşmeye taraftır.

Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar Hakkında Sözleşme (RAMSAR), sözleşme 2 Şubat 1971 tarihinde imzaya açılmıştır (Moomaw ve ark. 2018; Davidson ve Finlayson, 2019). Türkiye, sözleşmenin 28 Aralık 1993 tarihli ve 3958 Sayılı Kanun ile onaylanmasını uygun bulmuştur. 15 Mart 1994 tarihli ve 94/5434 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararıyla sözleşmeyi onaylamış, 17 Mayıs 1994 tarih ve 21937 Sayılı Resmî Gazetede de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu sözleşmenin amacı, ekolojik olarak sulak alanlara bağımlı olan su kuşlarının ve yaşam alanlarının korunmasıdır. Türkiye'de 14 adet Ramsar Alanı bulunmaktadır (Tablo 2). (Elvan ve Birben, 2021).

Tablo 2: Ramsar Alanları

Bulunduğu İl	Adı	Alan (Ha)	İlan Tarihi
Balıkesir	Manyas (Kuş) Gölü	20.400	28.05.1994
İzmir	Gediz Deltası	14.900	15.04.1998
Bursa	Uluabat Gölü	19.900	15.04.1998
Konya	Kızören Obruğu	127	09.02.2005
Konya	Meke Maarı	202	09.02.2005
Burdur	Burdur Gölü	24.800	28.05.1994
Adana	Akyatan Lagünü	14.700	15.04.1998
Adana	Yumurtalık Lagünü	19.853	09.02.2005
Mersin	Göksu Deltası	15.000	28.05.1994
Kırşehir	Seyfe Gölü	10.700	28.05.1994
Kayseri	Sultansazlığı	17.200	28.05.1994
Samsun	Kızılırmak Deltası	21.700	15.04.1998
Kars	Kuyucuk Gölü	416	20.06.2009
Bitlis	Nemrut Gölü	4.589	31.01.2013

Kuşların da konu edildiği bir başka sözleşme ise 01 Haziran 1982 yılında yürürlüğe giren Avrupa'nın Yaban Hayatı ve Yaşama Ortamlarını Koruma Sözleşmesi'dir (BERN) (Diaz, 2010; Jen, 1999). Türkiye sözleşmeye 9 Haziran 1984 tarihinde taraf olmuştur ve 20 Şubat 1984 tarih ve 18318 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Sözleşme'nin amacı yabancı flora ve faunayı ve bunların yaşam ortamlarını muhafaza etmek, özellikle birden fazla devletin iş birliğini gerektirenlerin muhafazasını sağlamak ve bu iş birliğini geliştirmektir.

17 Ocak 1963 tarihinde yürürlüğe giren Kuşların Korunmasına Dair Milletlerarası Sözleşme (PARİS) ise, kuşların korunmasına dair en eski tarihli sözleşmedir (Ferrero-García,, 2013; De Klemm, 1972). Türkiye bu sözleşmeyi 1 Aralık 1966 tarihinde 797 sayılı Kanun ile onaylamıştır. Sözleşme 17 Aralık 1966 tarih ve 12480 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Sözleşmenin amacı yabancı halde yaşayan kuşların korunmasıdır. Sözleşme 6 ve 7. maddelerdeki istisnalar hariç göçmen kuşların üreme devrelerinde ve yuvalarının bulunduğu mahallere dönüşlerinde özellikle Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında korunması gerektiği imza altına alınmıştır. Ayrıca nesli tehlike altında olan türlerin de bütün sene boyunca koruma altına alınması gerektiği düzenlenmiştir.

17 Nisan 1975 tarihli ve 1886 sayılı Kanun ile onaylanması uygun bulunan, Hayvanların Uluslararası Nakliyat Sırasında Korunmasına Dair Avrupa Sözleşmesi ise, hayvanlara iyi muamele edilmesinin ve uluslararası hayvan nakliyatı gerekleri ile bağdaşacak şartlarda hayvanların sağlıklı bir şekilde nakillerini düzenlemiştir. Sözleşmenin 3. bölümü evcil kuşları, 4. bölümü diğer kuşların sağlıklı nakillerine dair hükümleri içermektedir.

3. Kuşlara Dair Türkiye'nin Taraf Olmadığı Uluslararası Sözleşmeler

Türkiye'nin göçmen kuşların korunmasını düzenleyen aşağıdaki sözleşmelere henüz taraf olmadığı tespit edilmiştir.

Yabancı Hayvanların Göçmen Türlerinin Korunmasına İlişkin Sözleşme (BONN -CMS); bu sözleşme 23 Haziran 1979 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Caddell, 2013; Lewis, Trouwborst, 2017). Göçmen türlerin korunması ve uluslararası iş birliğinin sağlanması konusunda en kapsamlı sözleşmedir. Göçmen tür tanımının yapıldığı sözleşmede korunması gereken türler de listelenmiştir. Göçmen kuş tür listesinin de bulunduğu sözleşmeye Türkiye henüz taraf değildir. Sözleşme koruma statüleri elverişsiz olan göçmen türlere özel önem vererek menzil devletlerin göçmen türleri ve yaşam alanlarını korumak konusunda iş birliği içinde hareket etmesi prensibine dayanmaktadır. Sözleşme (Convention) ayrıca tarafların sözleşme hükümlerine uygun olarak alt antlaşmalar düzenlenmesine de imkân tanımıştır.

Sözleşme hedefleri doğrultusunda 7 alt antlaşma imzaya açılmış olup bunlardan iki tanesi göçmen kuşlarla ilgilidir. Bunlar; Afrika-Avrasya Göçmen Su Kuşlarının Korunmasına İlişkin Anlaşma (AEWA) ve Albatros ve Petrel Kuşların Korunmasına İlişkin Anlaşma (ACAP)'dır. AEWA her ne kadar BONN Sözleşmesi'nin bir aracı olarak yürürlükte olsa da uygulama açısından aynı zamanda RAMSAR Sözleşmesi'nin de bir aracı olarak işlev görmektedir.

Yukarıda yazılı sözleşme ve antlaşmaların yanı sıra konuyla ilgili olarak 30 Kasım 2009 tarihli Avrupa Birliği Kuş Direktifi (Directive 2009/147/EC), Avrupa Birliği (AB) üyesi ülkeler için yürürlüktedir. Türkiye'nin AB'ye üyelik sürecinde ve mevzuat uyumu çalışmalarında çevre mevzuatının önemi, dolayısıyla kuş direktifinin iç mevzuata etkisi bulunmaktadır (Directive, 1979). Direktif, korunan göçmen kuş listesini içermekle birlikte, ayrıca tür listesini 2011 yılında BERN Sözleşmesi tür listesi ile uyumlaştırma çalışmasını gerçekleştirmiştir.

4. SONUÇ:

Çalışmada da gösterildiği üzere, Türk hukukunda kuşları konu eden ulusal ve uluslararası kaynaklı birçok yasal düzenleme mevcuttur. Ancak bu mevzuat kuşların korunması noktasında değerlendirilecek olursa, mevzuatı 3 temel kısma ayırmak mümkündür. Birincisi avcılık eksenindeki düzenlemeler, ikincisi göçmen kuşlara yönelik düzenlemeler, üçüncüsü ise evcil kuşları ilgilendiren düzenlemelerdir. Dolayısıyla başta kent içi alanlarda olmak üzere, doğada yaşayan göçmen türlerin dışındaki kuşların korunmasını doğrudan hedef alan etkili bir mevzuatın bulunmadığı görülmektedir. Yaban hayvanı sayılan kuşlara ilişkin iç hukukta yer alan mevzuat avcılık temelli olup, buradaki koruma amacı ise sürdürülebilir avcılıktır. Göçmen kuşların korunmasına dair mevzuatın dayanak noktası ise uluslararası sözleşmelerdir. Günümüzde göçmen kuşların korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasına yönelik etkili sözleşmeler bulunmaktadır. Türkiye göçmen kuşları koruyan hükümler içeren BERN, RAMSAR ve PARİS Sözleşmelerine taraftır. Türkiye'nin göçmen kuşlara ilişkin koruma stratejisini öncelikle yaşam alanlarının korunması oluşturmaktadır.

Taraf olunan sözleşmelerin özelinde bir değerlendirme yapılacak olunursa, RAMSAR Sözleşmesi'nin etkili bir şekilde uygulandığını ifade etmek mümkündür. Özellikle bu konuda idari yapılanmanın da güçlü olduğunun altı çizilmelidir. Diğer taraftan RAMSAR Sözleşmesi'ne taraf olan Türkiye'nin, bu Sözleşme'nin araçlarından ve özellikle tür listelerinin belirlenmesindeki önemli kaynaklarından olan AEWA ve ACAP gibi antlaşmalara taraf olmaması; su kuşlarının korunmasına dair uluslararası çabayı zayıflatabilmektedir. Söz konusu AEWA ve ACAP gibi antlaşmalara taraf olunmamasının sebebi ise; bu antlaşmaların temel dayanağı

olan BONN Sözleşmesi'ne taraf olunmamasıdır. Dolayısıyla etkili bir kuş koruma mevzuatının oluşturulabilmesi için Türkiye'nin BONN Sözleşmesine taraf olması gerekmektedir.

Diğer taraftan BERN Sözleşmesi konusunda ise; özellikle yaşam alanlarının korunması ve göç dönemlerinde kuşların rahatsız edilmemesine yönelik temel prensipler iç hukukta yer almaktadır. Bu konuda ikincil mevzuat da yürürlüktedir. Ancak burada da yine uluslararası iş birliği konusunda yetersiz kalan noktalar tespit edilmiştir. Çünkü Merkez Av Komisyonu (MAK) ve Bakanlığın (Tarım ve Orman Bakanlığı) BERN Sözleşmesi ekinde yer alan, koruma altındaki türlerin tamamını koruma altına almadığı görülmektedir. Bu konuda MAK ve Bakanlığın uluslararası sözleşmelerde koruma altına alınan türlere dair etkili ve yasaklayıcı kararların alınması ve takibinin yapılması hususunda güncellemeler yapması gereği anlaşılmaktadır.

Taraf olunan ancak etkili bir sekretaryası ve tür listesi bulunmayan PARİS Sözleşmesi'nin ise, göçmen kuşların korunması konusundaki etkili hükümlerinin de iç hukuka aktarılması gerektiği görülmektedir. PARİS Sözleşmesi'nin avcılığa dair kısıtlamaları 4915 sayılı kanunda etkili bir şekilde görülmesine rağmen; göçmen kuşlara dair hükümleri konusunda aynı etki görülmemektedir.

Diğer taraftan göçmen kuşların korunmasına dair BONN Sözleşmesi ve bağlı antlaşmalardan ACAP antlaşması ile AEWA antlaşmasına taraf olunması gerektiği görülmektedir.

Son olarak AB Kuş Direktifi, Türk mevzuatı için mutlaka etkin bir şekilde ele alınarak iç hukuka taşınması gereken yasal düzenlemedir. Direktifte, korunması gerekli olan yabancı kuş türlerine dair listeler düzenlenmiş ve etkin yöntemler belirlenmiştir. Bu bağlamda AB Kuş Direktifinin iç hukuka yansıtılması ve BONN Sözleşmesi'ne taraf olunması sayesinde, çok belirleyici ve etkin düzenlemelerle kuşların korunması sağlanmış olacaktır.

ETİK STANDARTLAR:

Çıkar Çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik Kurul İzni: Etik Kurul iznine gerek yoktur.

Finansal Destek: Yoktur.

KAYNAKÇA:

Akkutay, A. İ. (2007). Uluslararası Antlaşmaların Türk İç Hukukundaki Konumu ve Etkileri. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 11(1), 415-448.

Berki, A. H., 1982. Açıklamalı Mecelle (Mecelle-i Ahkam-i Adliyye), Üçüncü Baskı

Caddell, R. (2013). C. Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (CMS). *Yearbook of International Environmental Law*, 24(1), 313-321.

Coşkun, A. A., Gençay, G. (2011). Kyoto Protocol and "deforestation": A legal analysis on Turkish environment and forest legislation. *Forest Policy and Economics*, 13(5), 366-377.

Davidson, N. C., Finlayson, C. M. (2019). Updating global coastal wetland areas presented in Davidson and Finlayson (2018). *Marine and Freshwater Research*, 70(8), 1195-1200.

De Klemm, C. (1972). The conservation of migratory animals through international law. *Natural Resources Journal*, 12(2), 271-277.

Diaz, C. L. (2010). The Bern Convention: 30 years of nature conservation in Europe. *Review of European Community & International Environmental Law*, 19(2), 185-196.

Elvan, O. D. (2018). Analysis of environmental impact assessment practices and legislation in Turkey. *Environmental Science & Policy*, 84, 1-6.

Elvan, O. D., Birben, Ü. (2021). Analysis of the Ramsar Convention's Effectiveness on the Turkish Legislation and Judicial Decisions. *Wetlands*, 41(3), 1-11.

Elvan, O. D., Birben, Ü., Ünal, H. E. (2020). The effectiveness of the Bern Convention on wildlife legislation and judicial decisions in Turkey. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 1-17.

- Ferrero-García, J. J. (2013). The international convention for the protection of birds (1902): a missed opportunity for wildlife conservation?. *Ardeola*, 60(2), 385-396.
- Güneş, Y., Coşkun, A. A. (2005). Legal structure of public participation in environmental issues in Turkey. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 7(03), 543-568.
- Huş, S., 1974. *Av Hayvanları ve Avcılık*. İstanbul Üniversitesi.
- Jen, S. (1999). The convention on the conservation of European wildlife and natural habitats (Bern, 1979): Procedures of application in practice.
- Keskin, A. T., Saraç, B. (2008) Doğa Koruma ve Planlama. *Journal of the Chamber of City Planners*, ISSN 1300-7319 Sayı42/ 73-87
- Konuk Sommer, B. (2019). The Protection of the Right to Environment through Individual Application in Turkish Law. *YBHD*, 169.
- Lewis, M., Trouwborst, A. (2017). Bonn convention on the conservation of migratory species of wild animals 1979. In *Elgar Encyclopedia of Environmental Law* (pp. 25-34). Edward Elgar Publishing Limited.
- Moomaw, W. R., Chmura, G., Davies, G. T., Finlayson, C., Middleton, B. A., Natali, S. M., ve ark. (2018). Wetlands in a changing climate: science, policy and management. *Wetlands*, 38(2), 183-205.
- Taze, F., Güneş, Y. (2012). Türkiye'de Çevre ve Doğal Kaynaklar Konusunda İmzalanan Uluslararası Sözleşmelerin İç Hukuka Uygulanmasında Karşılaşılan Sorunlar Ve Çözüm Önerileri. *Journal of Istanbul University Law Faculty*, 70(1), 69-81.
- Tunç, H. (2000). Milletlerarası Sözleşmelerin Türk İç Hukukuna Etkisi ve Avrupa İnsan Hakları Mahkemesinin Türkiye İle İlgili Örnek Karar İncelemesi. *Anayasa Yargısı Dergisi*, cilt, (17), 174-193.
- Uyar, Ç., (2018). Antalya Bölgesi Yaban Hayatı Geliştirme Sahalarında Envanter Çalışmaları. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Velioglu, N., Elvan, O. D. (2021). Protection Of Wildlife: Analysis Of Legislative Periods In Turkey. *JENAS Journal of Environmental and Natural Studies*, 3(2), 168-181.
- Yücel, M., Babuş, D. (2005). Doğa Korumanın Tarihçesi ve Türkiye'deki Gelişmeler. *Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü DOA Dergisi*, 11, 151-175.

EXTENDED ABSTRACT

Turkish domestic law contains effective regulations on hunting and hunting of birds, and there are also secondary legislation on the protection and production of domestic birds. When the legislation is examined, it can be stated that there are deficiencies in the legislation, especially regarding the protection of wild birds in the city.

As shown in the study, there are many national and international legal regulations on birds in Turkish law. However, if this legislation is evaluated in terms of bird protection, it is possible to divide the legislation into 3 basic parts. The first is the regulations on hunting, the second is the regulations for migratory birds, and the third is the regulations concerning domestic birds. Therefore, it is seen that there is no effective legislation directly targeting the protection of non-migratory birds living in nature, especially in urban areas. The legislation in the domestic law regarding the birds considered as wild animals is hunting-based, and the purpose of protection here is sustainable hunting. The mainstay of the legislation on the protection of migratory birds is international conventions. Today, there are effective conventions for the protection and sustainability of migratory birds. Turkey is a party to the BERN, RAMSAR and PARIS Conventions, which contain provisions protecting migratory birds. The protection strategy of Turkey regarding migratory birds primarily consists of the protection of their habitats.

If an evaluation is made specifically for the contracts to which it is a party, it is possible to state that the RAMSAR Convention is effectively implemented. In particular, it should be underlined that the administrative structure is strong in this regard. On the other hand, Turkey, which is a party to the RAMSAR Convention, is not a party to agreements such as AEW and ACAP, which are sub-agreements of this Convention; can weaken international efforts to protect waterfowl. The reason for not being a party to agreements such as AEW and ACAP is, is not to be a party to the BONN Convention, which is the main basis of these agreements. Therefore, in order to create an effective bird protection legislation, Turkey must be a party to the BONN Convention.

On the other hand, regarding the BERN Convention; The basic principles of protecting the habitats and not disturbing the birds during migration periods are included in the domestic law. Secondary legislation is also in force in this regard. However, here again, insufficient points regarding international cooperation have been identified. Because it is seen that the Central Hunting Commission (MAK) and the Ministry (Ministry of Agriculture and Forestry) do not take all the protected species in the annex of the BERN Convention under protection. In this regard, it is understood that MAK and the Ministry need to make updates on taking and following up effective and prohibitive decisions on species protected in international conventions. It is seen that the effective provisions of the PARIS Convention, which is a party but does not have an effective secretariat and a list of species, on the protection of migratory birds should also be transposed into domestic law. Although the restrictions of the PARIS Convention on hunting are effectively seen in Law No. 4915; The same effect is not seen on the provisions regarding migratory birds.

On the other hand, it is seen that it is necessary to become a party to the BONN Convention on the protection of migratory birds and the ACAP treaty and AEWA treaty among the related treaties.

Finally, the EU Bird Directive is a legal regulation that must be effectively handled and brought into domestic law for Turkish legislation. In the Directive, lists of wild bird species that need to be protected have been prepared and effective methods have been determined. In this context, as a result of the adaptation of the EU Bird Directive to domestic law and becoming a party to the BONN Convention, the protection of birds will be ensured with very decisive and effective regulations.

www.jenas.org

JENAS | Journal of Environmental and Natural Studies | Çevre ve Doğa Araştırmaları Dergisi



Blacksea Nature and Environment Association Publication | Karadeniz Doğa ve Çevre Derneği
Adress: Ahmet Ermin Fidan Culture and Research Center Evkaf Mah. Evkaf Sok. No: 34 Fatsa ORDU
Phone: +90 425 310 20 30 | Corporate GSM: +90532 486 45 03
Web (Portal): <https://www.jenas.org> | Web: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jenas> | E-Mail: editor@jenas.org

