

jemas

Journal of Environmental and Natural Studies

Willful Ignorance:

Climate Change!



Volume 4 | Issue 2 | 2022

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 Licence:****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
Zeynep EREN (Prof.Dr.)	Ataturk University	Editor Environmental Engineering
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
---------------------------------------	--------------------	--

SECTION EDITORS (Volume 4, Issue 2)

Ahmet FİDAN (Assist.Prof.Dr.)	Ordu University	ahmet@ahmetfidan.com
Ayşe KALAYCI ÖNAÇ (Assoc.Prof.Dr.)	Ataturk University	ayse.kalayci.onac@ikc.edu.tr
Hasan Tezcan YILDIRIM (Assoc.Prof.Dr.)	İstanbul University	htezcan@iuc.edu.tr
Gökçen BAYRAK (Assist.Prof.Dr.)	Trakya University	gokcenbayrak@trakya.edu.tr
Pelin KARAÇAR (Assist.Prof.Dr.)	İstanbul Medipol University	pkaracar@medipol.edu.tr
Yeşim Dağlıoğlu (Assoc.Prof.Dr.)	Ordu University	yesimdaglioglu@odu.edu.tr

LANGUAGE EDITORS

Başak SAVUN HEKİMOĞLU (Assist.Prof.Dr.)	İstanbul 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 4, Issue 2)	
Süleyman TOY	Atatürk University
Telat YANIK	Atatürk University
Hüdaverdi GÜRKAN	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Tevfik Denizhan MÜFTÜOĞLU	İstanbul Aydın University
Sedat YALÇINKAYA	Marmara University
Ahmet KUMANLIOĞLU	Manisa Celal Bayar University
Mesut DOĞAN	İstanbul University
Servet KARABAĞ	Gazi University
Günay KAYA	Atatürk Üniversitesi
İkbal Ece POSTALCI	Mimar Sinan Güzel Sanatlar University
Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ	Aydın University
Bengi KORGAVUŞ	Yeditepe University
Gökçen Firdevs YÜCEL CAYMAZ	İstanbul Aydın University
Esra BAYIR	Medipol University
Candan ZÜLFİKAR	İstanbul University
Sevda TÜRKİŞ	Ordu University
Serdar GÖZÜTOK	Bolu Abant İzzet Baysal University
Tolga KANKILIÇ	Aksaray University
SCIENCE ADVISORY BOARD	
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 Erdinç 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 ESETLİ (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 BAHÇECİ ALSAN (Dr.)	TGS Enstitüsü
Prachand Man PRADHAN (Assoc.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
Ecem Serra CANİK	Page Editor / 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	İstanbul 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 iThenticate (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)	1. Submission Similarity Rates: In the article submission process, articles with 20% less are published in the iThenticate, TURNITIN, İNTİHALNET similarity rate report, excluding the bibliography. 2. Similarity Rates After Refereeing: For publication, iThenticate 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.
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)	1. The articles uploaded to our journal can be withdrawn until the end of the pre-control processes. 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. 3. After the article is accepted, the article cannot be withdrawn.
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 Yayından Kaldırma Politikası)	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. 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.
Acces Policies of Journal (Erişim Politikası)	Open Acces (Açık Erişim)
Editorial Proce System (Editorial 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 4, Issue 1, Editorial Board and Index	I- VI
*	Index	V-VI
**	Editorial Letter: Urban, Health and Environment Editör	XII-XIII
*	RESEARCH ARTICLE ARAŞTIRMA MAKALELERİ	*
1	İklim Değişikliğinin Türkiye Denizlerine ve Su Ürünleri Yetiştiriciliğine Etkisi Climate Change's Impact on Turkish Seas' Temperature and Aquaculture • Mesut DEMİRCAN	96-108
2	Forecasting Precipitation by Machine Learning Algorithms to Adapt Climate Change İklim Değişikliği Uyumu için Makina Öğrenmesi Algoritmaları ile Yağış Tahmini • Erman ÜLKER	109-118
3	İklim Değişikliğinin Malatya İlinde Kayısı Rekoltesi ve Coğrafi Dağılımına Etkileri Effects of Climate Change on Apricot Harvest and Geographical Distribution in Malatya Province • Yunus Emre BALCIOĞLU Coşkun KAYA Mesut DEMİRCAN	119-146
4	Pazarların Çevresel Mekân Tasarım Ölçütleri Bağlamında Kadıköy Salı Pazarının Değerlendirilmesi Evaluation of Kadıköy Salı Bazaar in terms of Environmental Space Design Criteria of Bazaars • Pelin KARAÇAR	147-157
5	Positioning Of Buildings According To The Optimal Benefit From The Sun In The Sustainable Design Of Housing Areas Konut Alanlarının Sürdürülebilir Tasarımında Yapıların Güneşten Optimum Yararlanmasına Göre Konumlandırılması • Sema KARAGÜLER Birsen STERLER	158-173
	REVIEW ARTICLE	PAGES
6	İklim Değişikliğinin Yarasalar Üzerine Olası Etkileri Possible Effects of Climate Change on Bats • Mina Cansu KARAER Tarkan YORULMAZ Çağatay TAVŞANOĞLU	174-189
***	Volume: 4, Issue: 2, 2022 Full Page	001-095

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**

Willful Ignorance: Climate Change!

Sincerity is not only important in people's private lives, but also important in our individual and social behavior in corporate and social events. As in Turkey, environmental awareness and ownership and awareness of environmental problems are the best examples of these issues.

Unfortunately, environmental problems are one of the most abused issues in terms of bringing the world to the agenda and processing it. If we list the opportunist and populist policies of states rather than individuals on this subject, we will have to write articles in encyclopedias.

Although it is known that the populist and manipulative policies of the world states towards environmental problems play a dominant role in **GLOBAL CLIMATE CHANGE**, while mass pollutants and pollution are overlooked, individual pollutants and pollutions are highlighted. The so-called sensitive and essentially insensitivity of both states, (public and private sector) organizations and individuals have brought all humanity to this position.

In this issue, we, as JENAS, brought up the issue of CLIMATE CHANGE, but we were saddened by the lack of sufficient academic participation, even though we announced it two issues ago. However, technically, there are other articles on climate change in our journal, and since the refereeing processes of these articles are ongoing, we could not reach this issue. However, although we expect little interest in such a vital issue as climate change, we consider it a human duty to contribute to academic awareness on the subject, even with a single article.

Bile Bile Lades: İklim Değişikliği!

Samimiyet, sadece insanların özel yaşamlarında önemli değildir. Aynı zamanda kurumsal ve toplumsal olaylardaki bireysel ve toplumsal davranışlarımızda da önemlidir. Türkiye'de olduğu gibi bütün dünyada da çevreye duyarlılık ve çevre sorunlarına yönelik sahiplenme ve farkındalık bu konuların en güzel örneğidir.

Çevre sorunları maalesef dünyanın gündeme getirilmesi ve işlenmesi bakımından en çok suistimal edilen konuların başında gelmektedir. Bu konuda bireylerden daha çok devletlerin konuya ilişkin oportünist ve popülist politikalarını sıralasak ansiklopedilerce madde yazmamız gerekecektir.

Dünya devletlerinin çevre sorunlarına yönelik popülist ve manipülatif politikalarının **KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNDE** başat rol oynadığı bilinmesine rağmen, kitlesel kirleticiler ve kirlilikler gözden kaçırılırken, bireysel kirleticiler ve kirlilikler ön plana çıkarılmaktadır. Bu konuna hem devletlerin, hem (kamu özel sektör) kurumların hem de bireylerin genelleme olarak sözde duyarlılıkları, özde duyarlılıkları tüm insanlığı bu günlere getirmiştir.

Biz de bu sayımızda JENAS olarak İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ konusunu gündeme taşıdık, ancak, iki sayı öncesinden duyurmamıza rağmen, yeterli bir akademik katılımın olmaması bizleri üzmüştür. Ancak teknik anlamda dergimizde iklim değişikliğine ilişkin başkaca makaleler süreçte bulunmakta, bu makalelerimizin hakemlik süreçleri devam etmekte olduğundan bu sayıya yetiştiremedik. Ancak yine de iklim değişikliği gibi hayati bir konuya beklediğimiz ilgi az olsa da, bu konuya ilişkin akademik farkındalığa tek bir makaleyle bile katkı sunmayı insanlık görevi sayarız.

In this context, finally, we wish all the people of the world a more sincere awareness of climate change.

Dear Readers and Authors;

Time is running fast. **Our journal is completing its 4th year this year and as of 2023, it will be included in the scope of a valid journal in the YÖK ACADEMIC INCENTIVE system in Turkey.**

Extended abstracts in English will be made mandatory for Turkish articles in our next issues. Apart from this, we will not have any other current changes.

Dear Scientists;

As we said in our previous issues that, our primary demand and wish from you is that you introduce our journal, especially in the scientific community outside of the country. You met us, now you are both our ambassador and our stakeholder. Let's try to bring together valuable works and names on **NATURE and ENVIRONMENT** as a publishing company of this country in the land of civilizations and distinguished Anatolian lands.

With our best wishes!

Bu bağlamda, son olarak, tüm dünya insanlarına, iklim değişikliğine ilişkin daha samimi farkındalıklar diliyoruz.

Değerli Okurlarımız ve Yazarlarımız;

Zaman hızla akmaktadır. **Dergimiz bu sene 4. Yılı tamamlamakta ve 2023 ten itibaren Türkiye'deki YÖK AKADEMİK TEŞVİK sisteminde geçerli bir dergi kapsamına girecektir.**

Bundan sonraki sayılarımızda Türkçe makaleler için, İngilizce genişletilmiş özet zorunlu hala getirilecektir. Bunun dışında başkaca güncel bir değişikliğimiz olmayacaktır.

Değerli Bilim İnsanları;

Geçen sayılarımızda da söylediğimiz gibi, sizlerden en öncelikli talebimiz ve temennimiz, dergimizi özellikle ülke dışındaki bilim camiasında tanıtmamızdır. Bizimle tanıştınız, artık hem elçimiz hem paydaşımızsınız. Güzide Anadolu topraklarında bu ülkenin bir yayın kuruluşu olarak **DOĞA ve ÇEVREYE dair** birbirinden kıymetli eserleri ve isimleri Mümkün olduğunca dergimizde bir araya getirmeye çalışalım.

Esenlik dileklerimizle.



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
01 / 04 / 2022

Admission Date
01 / 06 / 2022



Climate Change's Impact on Turkish Seas' Temperature and Aquaculture

İklim Değişikliğinin Türkiye Denizlerinin Sıcaklığına ve Su Ürünlerine Etkileri

Mesut Demircan¹ 



How to Cite:

Demircan, M. (2022). Climate Change's Impact on Turkish Seas' Temperature and Aquaculture. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 4 (2), 96-108. <https://doi.org/10.53472/jenas.1096917>

ABSTRACT:

Climate is one of the most important elements that play a role in shaping the habitats, lifestyles and physical characteristics of all living things in the Biosphere. Sea creatures are a part of the biosphere. Climate change is an important threat not only to our entire planet but also to oceans, seas and sea creatures. Turkey is surrounded by seas with different ecology and climate, namely the Mediterranean, Aegean, Marmara and Black Seas. Aquaculture and fishing are important sources of income in Turkey's seas and freshwaters. In addition, transportation, tourism, sports, etc. activities are socio-economic activities carried out in its seas and waters. The increase in temperature in the seas of Turkey, especially in the Mediterranean, transforms the seas into tropical seas and invader species migrate to the region from tropical seas. In this study, the temperature increase in Turkish seas will be tried to be revealed. In the light of this change, possible changes in Turkish seas and the effects of climate change on seas and fishery products will be discussed. The data obtained from the measurements of the marine meteorology observation systems of the Turkish State Meteorological Service between the years 1970-2021 were analyzed for the Mediterranean, Aegean Sea, Marmara and Black Sea. Sea surface temperatures (SST) in the seas surrounding Turkey have increased by about 0.4 - 1.4 °C in the last two decades, and it has been determined that the maximum increases are between about 2.3 - 3.5 °C in this period. According to Mann-Kendall Slope Analysis, the increases in DSSs are at a significant level $\alpha: 0.001$. The highest increase in SSTs was detected in the Black Sea.

KEYWORDS: *Climate Change, Mediterranean, Black Sea, Aegean Sea, Sea Surface Temperature (SST)*

Öz:

İklim, Biyosferdeki (Canlı-kürenin) tüm canlıların yaşam alanlarını, yaşam şekillerini ve canlıların fiziksel özelliklerinin şekillenmesinde rol oynayan en önemli unsurdan bir tanesidir. Canlı-kürenin bir parçasını da deniz canlıları oluşturmaktadır. İklim değişikliği, tüm gezegenimiz için olduğu kadar, denizler ve deniz canlıları için de önemli bir tehdittir. Türkiye; Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz olmak üzere ekoloji ve iklim özellikleri apayrı denizlerle çevrilidir. Türkiye'de su ürünleri yetiştiriciliği ile avcılığı, denizlerinde ve tatlı sularında yürütülen önemli bir geçim kaynağıdır. Ayrıca, taşımacılık, turizm, spor vb. faaliyetler denizlerinde ve sularında yapılan sosyo-ekonomik faaliyetlerdir. Türkiye denizlerindeki sıcaklık artışı, özellikle Akdeniz'deki sıcaklık artışı, denizleri tropik denizlere dönüştürmekte ve tropik denizlerden istilacı türler bölgeye göç etmektedir. Bu çalışmada, Türkiye denizlerindeki sıcaklık artışı ortaya konmaya çalışılacaktır. Bu değişim ışığında Türkiye denizlerinde olası değişimler ve iklim değişikliğinin denizlere ve su ürünlerine etkileri tartışılacaktır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün deniz meteoroloji gözlem sistemlerine ait, 1970-2021 yılları arasındaki ölçümlerinden alınan veriler ile Karadeniz, Marmara Denizi, Ege Denizi ve Akdeniz için analiz edilmiştir. Türkiye'yi çevreleyen denizlerdeki deniz suyu sıcaklarında (DSS), son yirmi yılda yaklaşık 0,4 – 1,4°C artış gerçekleşmiş olup bu dönem içinde

¹ **Corresponding Author:** Meteoroloji 16. Bölge Müdürlüğü, demircanm@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5334-7898

maksimum artışların yaklaşık 2,3 – 3,5°C arasında olduğu da tespit edilmiştir. DSS’lerdeki artışlar Mann-Kendall Eğim Analizine göre $\alpha: 0.001$ anlamlı seviyededir. En fazla artış Karadeniz’de tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Akdeniz, Karadeniz, Ege Denizi, Deniz Suyu Sıcaklığı.

GİRİŞ:

İklim, Dünyayı oluşturan fiziksel sistemlerden biri olan canlı-küredeki (Biyosfer) tüm canlıların yaşam alanlarını, yaşam şekillerini ve canlıların fiziksel özelliklerinin şekillenmesinde rol oynayan en önemli unsurlardan bir tanesidir. Buna ek olarak, Dünyanın sisteminde cansızların oluşturduğu diğer kürelerin Su-küre (Hidrosfer), Kara-küre (Litosfer), Buz-küre (Kriosfer) ve Nefes-kürenin (Atmosfer) de şekillenmesinde ve bu kürelerdeki olayların gelişmesinde önemli bir rol üstlenmektedir. İklimde meydana gelen değişimler bu kürelerde de değişime yol açmaktadır. Bazı küreler, iklimde meydana gelen değişimlere ya da salınlara hızlı tepki verirken, bazı kürelerde tepki süresi daha uzun sürmektedir.

Demircan doktora tezinde (2019, a), bu kürelerin içindeki dinamik süreçlerde oluşan değişimler ile bu değişimlerin diğer kürelerle karşılıklı olarak etkileşimleri sonucu oluşan salınlara bağlı olarak, iklimin sürekli bir değişim gösterdiğini ifade etmiştir. Canlılar Dünya üzerinde iklim ile uyumlu olarak gelişmiş ve dağılım göstermişlerdir. İklimdeki değişim süreçlerinde, uyum sağlayan canlılar, diğer bir anlatımla değişim ile değişebilen canlılar yaşamlarını ettirmişler, bunu sağlayamayanlar ise yok olmuşlardır. Canlıların Dünyadaki dağılımlarını ve türlerindeki çeşitliliklerini anlamak için yaşadıkları bölgelerin iklimini ve sınıflarını bilmek gerekir. Bunun en güzel örneği belirli coğrafik bir bölgede ve özel iklim koşullarında ortaya çıkan endemik türlerdir.

Denizlerde yaşayan canlılar da iklimde meydana gelen değişimler nedeniyle deniz sularının ısınması ve fiziksel özelliklerindeki değişimler sonucunda farklı bölgelere yayılmaya başlamışlardır.

Yeryüzünde okyanuslar, denizler, göller, nehirler ve buzullar; su ve su kaynaklarını oluşturmaktadır. Su kaynakları canlıların ve insanların Dünya üzerindeki dağılımlarını etkilemekte olup insanlar geçmişten günümüze yerleşim yerlerini, su kaynakları çevresine kurmaktadır. Ayrıca, deniz kıyıları çevresinde kurulan medeniyetlerin sosyo-ekonomik faaliyetleri deniz ticareti, su ürünleri, balıkçılık ve benzeri iş kolları üzerinde gelişmiş olup bu durum deniz kenarında yaşayan toplumların kültürlerini de şekillendirmiştir.

İnsan neslinin yol açtığı, günümüzde etkilerini görmeye başladığımız ve önlemlerin alınmadığı durumda gelecekte de etkilerini görmeye devam edeceğimiz iklim değişikliği bu günlerde ulusal ve uluslararası ortamlarda tartışılan en önemli çevre sorunlarından bir tanesidir.

İklim, paleo-klimatoloji çalışmalarından anlaşıldığı üzere Dünyanın oluşumundan beri sıcak ve soğuk dönemler halinde sürekli bir değişim göstermektedir. İklimde görülen “sıcak/soğuk”, “ıslak/kuru” dönemler (yıllar) arasındaki döngüden oluşan bu değişime “iklim salınları” ya da “iklim değişebilirliği” denilmektedir.

İklim değişikliği veya diğer ifadesi ile küresel ısınma ise doğal iklim salınımı dışında; tarih sürecinde özellikle “Sanayi Devrimi” sonrasında başlamış karbon kaynaklarının kullanımıyla, insanların yürüttüğü sosyo-ekonomik faaliyetlerinin yol açtığı çevre ve atmosfer kirliliği/tahribi sonucu oluşan ve insan kaynaklı etkiyle iklimde oluşan değişikliktir. Sanayi, arazi kullanım değişimi, yeşil alanlardan şehirlere geçiş, orman ve anız yangınları, tarım, hayvancılık, çevre kirliliği vb. insan faaliyetlerinden kaynaklanan bu etkiler, atmosferde bulunan doğal sera etkisini güçlendirmektedir. Güçlenen sera etkisi daha fazla enerjinin yeryüzünde kalmasına neden olmakta, böylelikle küresel ortalama sıcaklık yükselmektedir. Son yıllarda sıcaklıkların, küresel sıcaklık normallerinden yaklaşık 0,5 ila 1,2°C daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

İklim değişikliği; Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’nde (UNFCCC, 1992) “karşılaştırılabilir zaman dönemlerinde gözlenen doğal iklim değişkenliğine ek olarak, insan faaliyetlerinin doğrudan ya da dolaylı olarak atmosfer bileşimini etkilemesi sonucu iklimde meydana gelen değişiklik” olarak tanımlanmaktadır.

Hidrosferde (Su Küreyi) bulunan su miktarı, su döngüsü (hidrolojik döngüsü) şeklinde sürekli yenilenen, bununla birlikte zamana ve bölgeye bağlı olarak değişen, kısıtlı bir kaynağa sahiptir. Su döngüsü ile Dünyamızda dolaşan suyun miktarı ise yaklaşık olarak 1,39 milyon km³ olduğu öngörülmektedir. Dünyanın üçte ikisini okyanus, deniz ve göl suları oluşturmaktadır. Okyanus ve denizlerin oluşturan tuzlu sular; toplam su miktarının yaklaşık %97,5’ini, göl ve nehirler oluşturan tatlı sular ise Dünya su bütçesinin yaklaşık %2,5’ini oluşturmaktadır.

Türkiye; Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz olmak üzere; ekolojisi ve iklimi ayrı özellikler gösteren denizler ile çevrilidir. Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliği ve avcılığı hem denizlerinde, hem de tatlı sularında önemli bir geçim kaynağıdır. Ayrıca, taşımacılık, turizm, spor vb. faaliyetler denizlerimizde ve sularımızda yapılan sosyo-ekonomik faaliyetlerdir.

Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü tarafından yayımlanan “Ürün Raporu, Su Ürünleri” raporunda su ürünleri üretiminin; avcılık ve yetiştiricilik olmak üzere iki üretim şekli bulunmaktadır. Ülkemizin denizleri, balıkçılık sektörünün en önemli bölümünü oluşturmaktadır. Toplam kıyı uzunluğu 8.333 km olan denizlerimizin sıcaklık ve tuzluluğu güneyden kuzeye apayrı özelliklerdedir. Denizlerimizin ayrımlı özellikleri, avcılık ve yetiştiricilik yapılmasını olanaklı kılmıştır. İç sularımız; 200 civarında doğal göl, 300’den fazla baraj gölü, yaklaşık 750 gölet ve 33 büyük akarsu avcılık ve yetiştiricilik açısından önemli alanlardır. Türkiye’de ekonomik olarak yaklaşık yüz adet deniz canlısı türü öne çıkmaktadır. Su ürünleri sektörü geçtiğimiz elli yılda hızlı bir gelişme göstermiştir. Sektör, uluslararası ticaretteki payı ile küresel balıkçılıktaki yerini almış, küresel ekonomide de kendini göstermiştir. Birçok ülkenin ekonomisinde, balık ve balık ürünleri ihracatı dikkat çeken bir yer tutmaktadır. Dünya su ürünleri üretimi yıllara sarıh incelendiğinde avlanma ilişkili su ürünleri miktarları dalgalanırken, yetiştiriciliğe bağlı üretim miktarı artan bir ivme göstermektedir. Türkiye’nin su ürünleri üretimi, geçmişte avcılığa dayanırken, yetiştiricilik payında yıllar içinde artış görülmektedir. Türkiye denizleri içerisinde en fazla avcılık Karadeniz’de olup 2019 yılı Türkiye avcılık miktarındaki payı %80’dir. Karadeniz’i sırasıyla; Marmara Denizi, Ege Denizi ve Akdeniz izlemektedir. 2019 yılı rakamlarına göre su ürünlerinin avcılık şekli bir önceki yıla göre %47,5 artış göstermiş olup 463 bin 168 ton hasılat gözlemlenmiştir. Su ürünleri avcılığı bir önceki yıla kıyasla, denizde %52, iç sularda ise %4,8 artmıştır. Türkiye denizlerinde avlanılan en önemli balık türü “Hamsi” balığıdır. Hamsinin av sezonu miktarındaki değişimi, su ürünleri üretim miktarını önemli ölçüde değiştirmektedir. Çaç, ülkemizde tüketim alışkanlığı olmamakla birlikte, balık unu ve yağı hammadde olarak en fazla avlanılan ikinci balık türüdür. Beyaz Kum Midyesi ve Deniz Salyangozu, denizlerde balıklar dışında avı yapılan iki önemli tür olmakla birlikte, ülkemizde tüketimi bulunmamakla birlikte yurt dışına ihraç edilmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde denizlerde Levrek ve Çupra; iç sularda ise Alabalık miktar olarak öne geçmekte ve ekonomik katkısı fazladır. Ülkemizde, tüm Dünya benzer şekilde, avlanabilecek ürünlerin varlık büyüklüğüne erişilmiştir ve avcılık yaparak üretimi artırma olanağı bulunmamaktadır. Avcılık konusunda politikalar yapılırken, denizler ve iç suların her çeşit kirlenme ve bozulmaya karşı korunması, ilk öncelik olarak dikkat edilmesi gerekmektedir. 2020’nin ilk aylarında tüm Dünyayı etkisi altına alan Covid-19’un su ürünleri üretimini de etkilemiştir. Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliğinde, 2020 yılının ilk aylarında hava şartlarının uygunluğu ve balık hasadının planlı tarihten önce yapılması sayesinde Covid-19’un üretim miktarına etkisi önlenmiştir (Çöteli, F.T., 2020).

Bilgüven ve Can (2018) çalışmalarında son yıllarda Türkiye’deki yetiştiricilik sistemlerinde meydana gelen dikkat çeken gelişmeler olduğunu; deniz balık çiftliklerinde yeni teknikler kullanılarak açık ve derin sulara uyumlu hale getirildiğini, Dünya standartlarının üzerinde bir teknolojiyle kafes boyut ve yapılarında, kullanılan ağ ile yemleme sistemlerinde iyileştirmeler yapıldığını ifade etmişlerdir.

Türkiye İstatistik Kurumunun “Su Ürünleri” bülteninde, 2020 yılı su ürünleri üretiminin 2019 yılına göre %6,1 azaldığı ve 785.811 ton gerçekleştiği belirtilmiştir. Bu miktarın %37,1’ini deniz balıkları ile %5’ini diğer deniz ürünleri avcılığı ve %53,6’sını iç su yetiştiriciliği ile %4,2’ini iç su avcılığı ürünleri oluşturmuştur. Deniz balıkları avcılığı ürünleri miktarı 291.910 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu balık türlerinden en yüksek miktarda Hamsi balığı 171.253 ton, Çaç 26.804 ton ve Palamut-Torik ise 22.743 ton olmuştur. 2020 yılında yetiştiricilik üretiminin 293.175 tonu denizlerde ve 128.236 tonu iç sularda yapılmıştır. Türle göre yetiştiricilik ürünlerin miktarları; iç sularda Alabalık 127.905 ton, denizlerde ise Levrek 148.907 ton ve Çipura 109.749 ton olarak gerçekleştiği ifade edilmektedir (TUİK, 2020).

Denizcilik Genel Müdürlüğü’nün (2020), “Deniz Ticareti İstatistikleri Bülteni”ne göre, 2020 yılında Türkiye limanlarında işlem gören yük miktarı 2019 yılına göre %2,6 arttığı ve 496.642.652 ton olarak gerçekleştiği açıklanmaktadır. 2020 yılı Mart itibarı ile başlayan Covid-19 tedbirleri, 2020 yılının ikinci çeyreğinde kısmî düşüşe neden olmuş, ancak bununla birlikte bir önceki yıla göre toplamda yaklaşık 12.5 milyon ton artarak rekor yenilemiştir. 2020 yılında işlem gören konteyner miktarının da 2019 yılına göre %0,3 arttığı ve 11.626.650 TEU olarak gerçekleştiği ifade edilmiştir (DGM, 2020).

Dünyada ve Türkiye’de deniz ticareti, balıkçılık, su ürünleri yetiştiriciliği sektörlerindeki ekonomik pazar büyümektedir. Küresel sıcaklıklardaki artışlar nedeniyle kutuplar ve dağlarda buzullar erimektedir. Buzullardaki bu erime deniz seviyelerinde artışlara, tuzluluk seviyelerinde azalışlara yol açmaktadır. Deniz seviyelerindeki yükselmeler, nehirlerin denize ulaştığı havza ağzlarında ve deltalarda tatlı suların tuzlanmasına neden olmaktadır. İklim değişikliğine bağlı deniz suyu sıcaklıklarındaki artışlar, deniz canlılarını ve denizcilik faaliyetlerini oldukça olumsuz etkilemektedir. Türkiye denizlerindeki sıcaklık artışı, özellikle Akdeniz’deki sıcaklık artışı, denizlerimizi tropik denizlere dönüştürmekte ve tropik denizlerden istilacı türler bölgemize göç etmektedir. Ayrıca, küresel olarak kara ve denizlerdeki sıcaklık artışı meteorolojik kaynaklı afetlerin sayı ile şiddetlerinde artışa ve tekrar sürelerinde azalmaya yol açmaktadır. Özellikle, meteorolojik karakterli afetler, denizlerde biriken enerji nedeniyle kıyı bölgelerde daha da şiddetli bir şekilde meydana gelmekte, ekonomik kayıplara yol açmakta ve çevre ile sektörler için tehdit oluşturmaktadır.

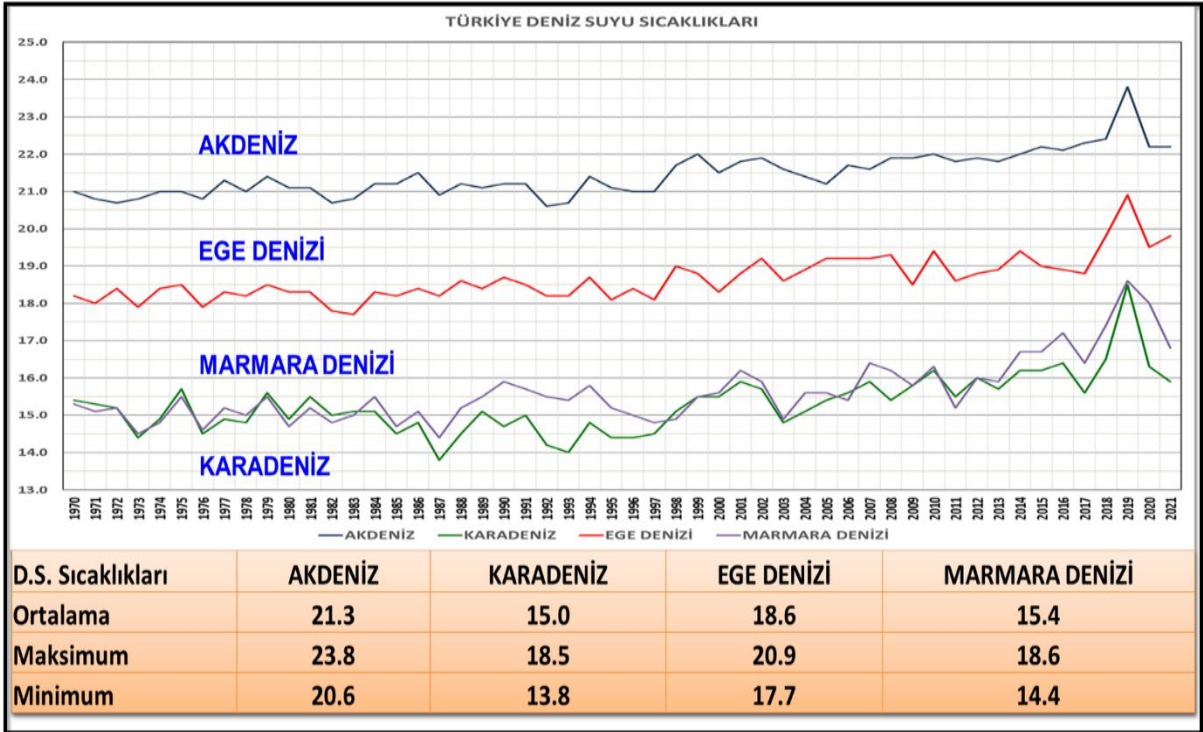
Bu çalışmada, Türkiye denizlerindeki sıcaklık artışı ortaya konmaya çalışılacaktır. Bu değişim ışığında Türkiye denizlerinde olası değişimler, iklim değişikliğinin denizlere ve su ürünlerine etkileri tartışılacaktır.

1. Method:

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün deniz meteoroloji gözlem sistemlerinden 1970-2021 yılları arasındaki ölçümlerinden alınan veriler Akdeniz, Ege Denizi, Marmara ve Karadeniz için analiz edilmiştir. Veri analizlerinde karşılaştırma dönemi için Dünya Meteoroloji Organizasyonunun tavsiye ettiği normallerden 1981-2010 dönemi normal olarak kullanılmıştır.

Verilerdeki uzun yıllar eğilimini belirlemek için "MAKESENS", Excel makro yazılım paketi kullanılmıştır. Salmi, T. vd. (2002), MAKESENS yazılımı, atmosferdeki konsantrasyonların ve yağış verilerinin uzun yıllık değerlerine ait zaman serilerinin trendlerini belirlemek ve tahmin etmek için geliştirmiştir. MAKESENS ile iki tür istatistiksel yöntem kullanılmaktadır; parametrik olmayan Mann-Kendall istatistiksel yöntemi ile tekdüze bir artış veya azalma trendinin varlığı araştırılabilirken; ayrıca, Sen's istatistiksel yöntemi ile doğrusal bir trendin eğimi tahmin edilebilmektedir.

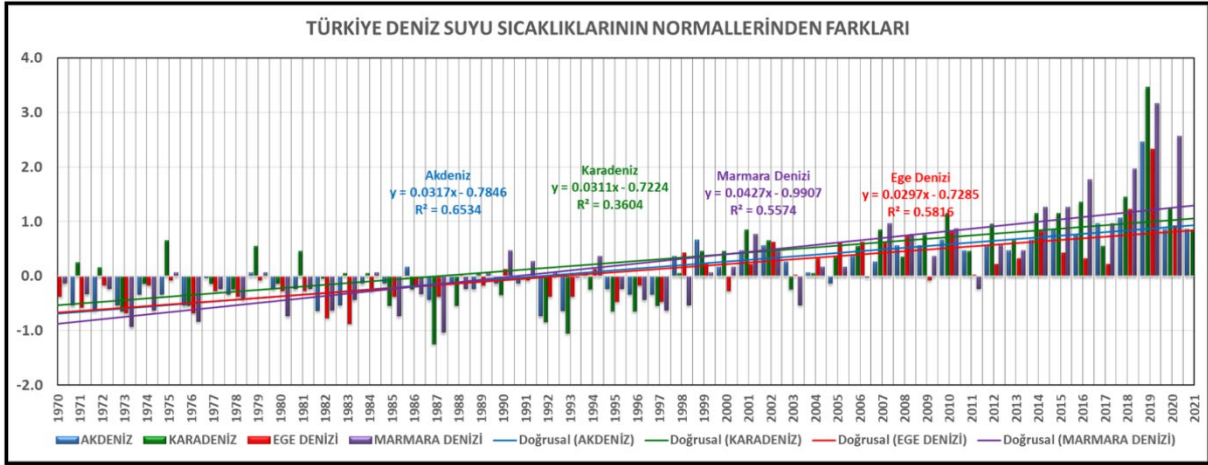
Denizlerin kıyısında sürekli ölçüm ve gözlemler yapılırken, karadan uzak bölgelerde ancak gemi seyirleri sırasında ya da uydu gözlemleri ile veri üretilmektedir. Bu veriler, modeller aracılığıyla kalite kontrol ve doğrulama işlemleri ile beraber noktasal (gridli) küresel veri setlerine dönüştürülmektedir. Modeller geçmişe doğru çalıştırıldığında veri setlerinin ismi tekrar analiz veri setleri olmaktadır. Çalışmaya konu denizlerdeki sıcaklık değişimlerini alansal olarak ortaya koymak için ERA-5 tekrar analiz veri setlerinde yer alan deniz suyu sıcaklıkları (Sea Surface Temperature - SST) ve climate-reanalyzer (<https://climatereanalyzer.org/>) ara yüzü kullanılmıştır.



Şekil 1. Karadeniz, Marmara Denizi, Ege Denizi ve Akdeniz'in 1970 ile 2021 yılları arasında yıllık ortalama deniz suyu sıcaklıkları (DSS) grafiği. 1970-2021 dönemi maksimum ile minimum ve 1981-2010 dönemi normal (ortalama) değerleri.

Türkiye'yi çevreleyen denizlerinin deniz suyu sıcaklıklarının (DSS) 1981-2010 dönemi normal; Akdeniz'de 21,3°C, Ege Denizi'nde 18,6°C, Marmara Denizi'nde 15,4°C ve Karadeniz'de 15,0°C'dir. Maksimum DSS'ler; Akdeniz'de 23,8°C, Ege Denizi'nde 20,9°C, Marmara Denizi'nde 18,6°C ve Karadeniz'de 18,5°C'dir. Minimum DSS'ler; Akdeniz'de 20,6°C, Ege Denizi'nde 13,8°C, Marmara Denizi'nde 14,4°C ve Karadeniz'de 13,8°C'dir (Şekil 1).

Türkiye denizlerinin DSS'leri 1997 yılından itibaren, Dünyadaki sıcaklıkların artışına benzer şekilde artış göstermektedir (Şekil 2). Karadeniz, Marmara Denizi, Ege Denizi ve Akdeniz'de ortaya çıkan sıcaklık artışlarının α : 0.001 güvenilirlik seviyesinde anlamlı olduğu görülmektedir (Tablo 1). En yüksek artışların 2019 yılında Karadeniz'de 3,5°C, Marmara Denizinde 3,2°C, Akdeniz'de 2,5°C ve Marmara Denizinde 2,3°C olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2. Karadeniz, Marmara Denizi, Ege Denizi ve Akdeniz'in 1970 ile 2021 yılları arasında yıllık ortalama DSS'lerin normallerinden (1981-2010) farkları.

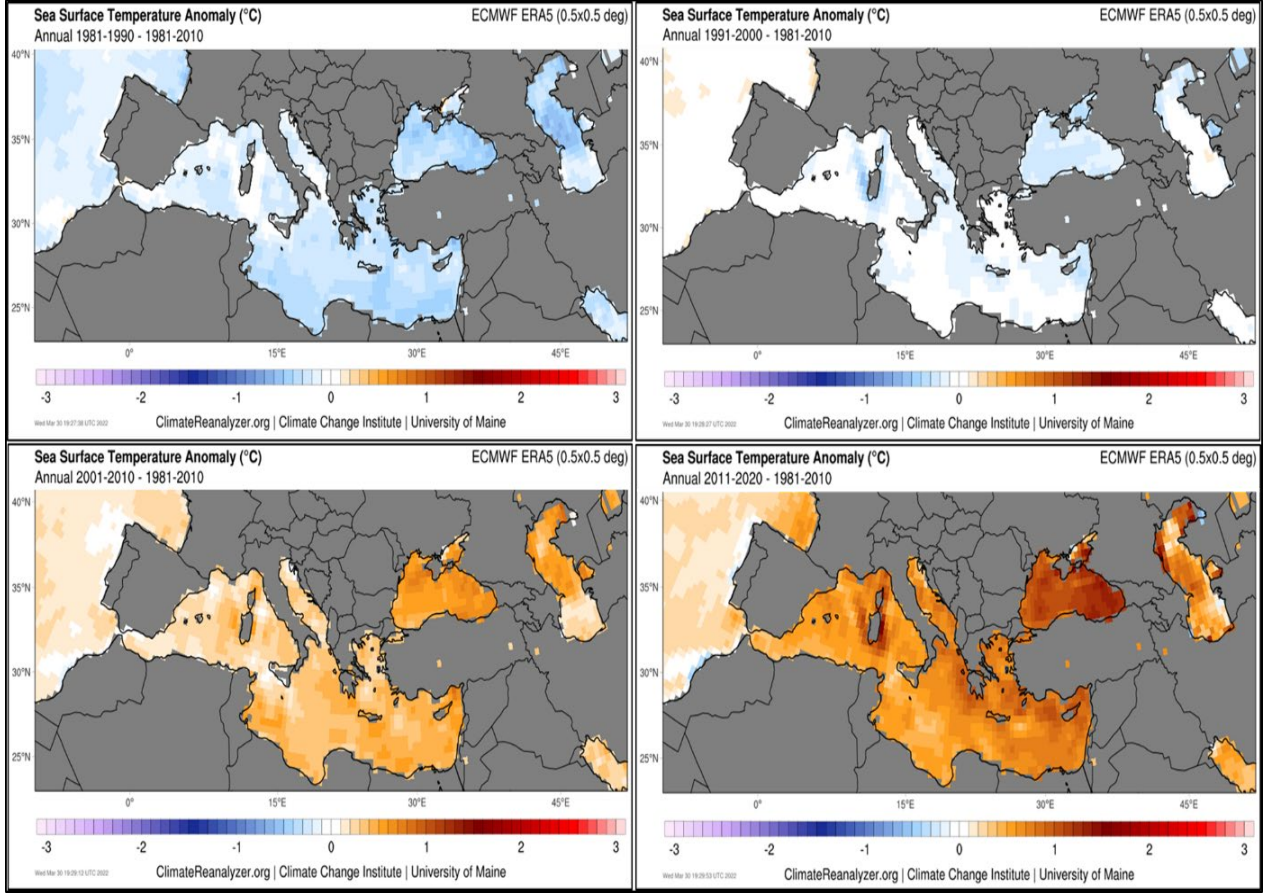
Tablo 1. Akdeniz, Ege Denizi, Marmara Denizi ve Karadeniz'in 1970 – 2021 yılları yıllık ortalama DSS değerlerinin Mann-Kendall Eğim Analizi (MGM gözlem verilerinden). (Mann-Kendall güvenilirlik (anlamlılık) seviyeleri; ***= α : 0.001, **= α : 0.01 güvenilirlik seviyesinde, * α : 0.05 ve + α : 0.1 güvenilirlik seviyesini gösterir.)

Mann-Kendall Eğim (Trend) Analizi					
Zaman Serisi / Denizler	İlk Yıl	Son Yıl	n	Test Z	Güvenilirlik Seviyesi
AKDENİZ	1970	2021	52	6.8797	***
KARADENİZ	1970	2021	52	4.5472	***
EGE DENİZİ	1970	2021	52	6.1112	***
MARMARA DENİZİ	1970	2021	52	5.9092	***

Tablo 2. Akdeniz, Ege Denizi, Marmara Denizi ve Karadeniz'in onar yıllık dönemlerdeki ortalama DSS değerlerinin normallerinden (1981-2010) farkları ve dönem içindeki maksimum değerleri (MGM gözlem verilerinden).

Dönem		AKDENİZ	KARADENİZ	EGE DENİZİ	MARMARA DENİZİ
1981-1990	Ortalama	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3
	Maksimum	0,2	0,5	0,1	0,5
1991-2000	Ortalama	-0,1	-0,3	-0,1	-0,1
	Maksimum	0,7	0,5	0,4	0,4
2001-2010	Ortalama	0,4	0,5	0,5	0,4
	Maksimum	0,7	1,2	0,8	1,0
2011-2020	Ortalama	0,9	1,2	0,7	1,4
	Maksimum	2,5	3,5	2,3	3,2

Akdeniz, Ege Denizi, Marmara Denizi ve Karadeniz'in 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010 ile 2011-2021 dönemleri için ortalama deniz suyu sıcaklıklarının değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlerin normallerinden (1981-2010) farkları hesaplanarak elde edilen değerlerin dağılımları incelendiğinde üçüncü dönemden itibaren DSS'lerde artışların olduğu görülmektedir (Şekil 3, Tablo 2). Günümüzü ifade eden son dönemdeki artışların Akdeniz ile Ege Denizi'nde 0,5 - 1,5°C ve Marmara Denizi ile Karadeniz'de 1,0 - 1,5°C artışlar görülmektedir. Türkiye'nin en büyük iki gölü olan Tuz Gölü ve Van Gölü'nde de artışlar benzer şekildedir (Şekil 3). ERA-5 veri seti ile MGM gözlem verileri de uyuşmaktadır (Tablo 2). Ayrıca, 2011-2020 dönemindeki en yüksek artışın Ege Denizi'nde 2,3°C, Akdeniz'de 2,5°C, Marmara Denizi'nde 3,2°C ve Karadeniz'de 3,5°C olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3. Karadeniz, Marmara Denizi, Ege Denizi ve Akdeniz'in 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010 ile 2011-2021 dönemleri ortalama deniz suyu sıcaklıklarının normallerinden (1981-2010) farkları dağılımları (ECMWF ERA-5 re-analiz verilerinden).

2. Bulgular ve Tartışma

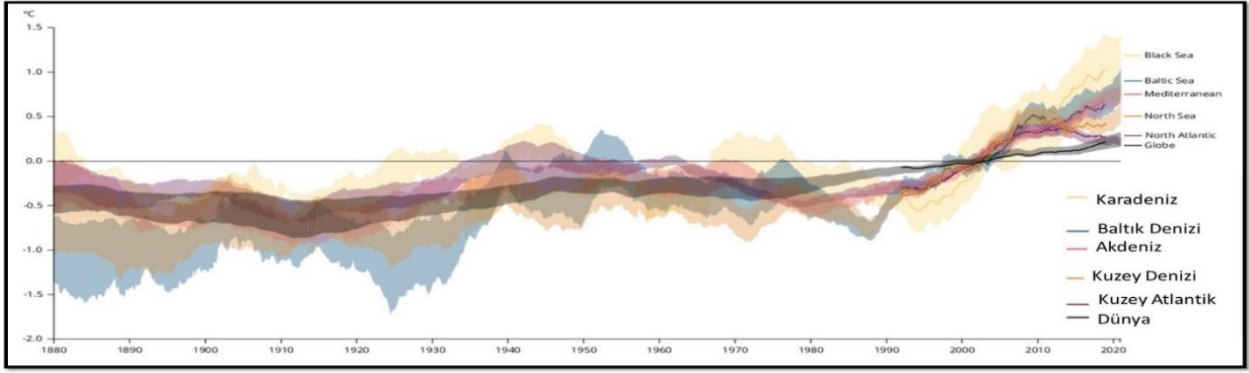
Dünyamızda ve benzer şekilde Türkiye'de kara ve deniz suyu sıcaklıkları, iklim değişikliğinin etkilerine bağlı olarak artmaktadır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü "2021 Yılı İklim Değerlendirmesi" raporunda Türkiye ortalama sıcaklığının 2021 yılında 14,9°C olduğunu, bu değer Türkiye ortalama sıcaklık normalinden (1981–2010 normali 13,5°C) 1,4°C daha sıcak olduğu ifade edilmektedir. Türkiye ortalama sıcaklıkları serisinde 1998'den itibaren normalinden sıcak yıllar görüldüğü ve en sıcak yılın 15,5°C ortalama sıcaklık değeriyle 2010 yılı; 2021 yılı ortalama sıcaklığının ise en sıcak 4. yıl olduğu belirtilmektedir (MGM, 2022, a).

Demircan vd. (2015) çalışmalarında deniz suyu sıcaklıklarındaki (DSS) aylık, mevsimlik ve yıllık değişimlerin hava sıcaklıklarının da değişimine yol açtığını önermişlerdir. Akdeniz DSS'lerindeki 1993 yılında ve 1997 yılında ortaya çıkan kırılmaların, Türkiye ortalama sıcaklıklarındaki türdeşlik kırılmalarıyla örtüştüğünü ifade etmişlerdir. Demircan (2019) tezinde Türkiye'deki sıcaklık artışlarının 1993 yılında Anadolu'nun karasal kesimlerinde ve 1997 yılında kıyı kesimlerinde başladığı, illerdeki ortalama sıcaklık artışlarının 1998 yılından itibaren süreklilik kazandığı önermiştir.

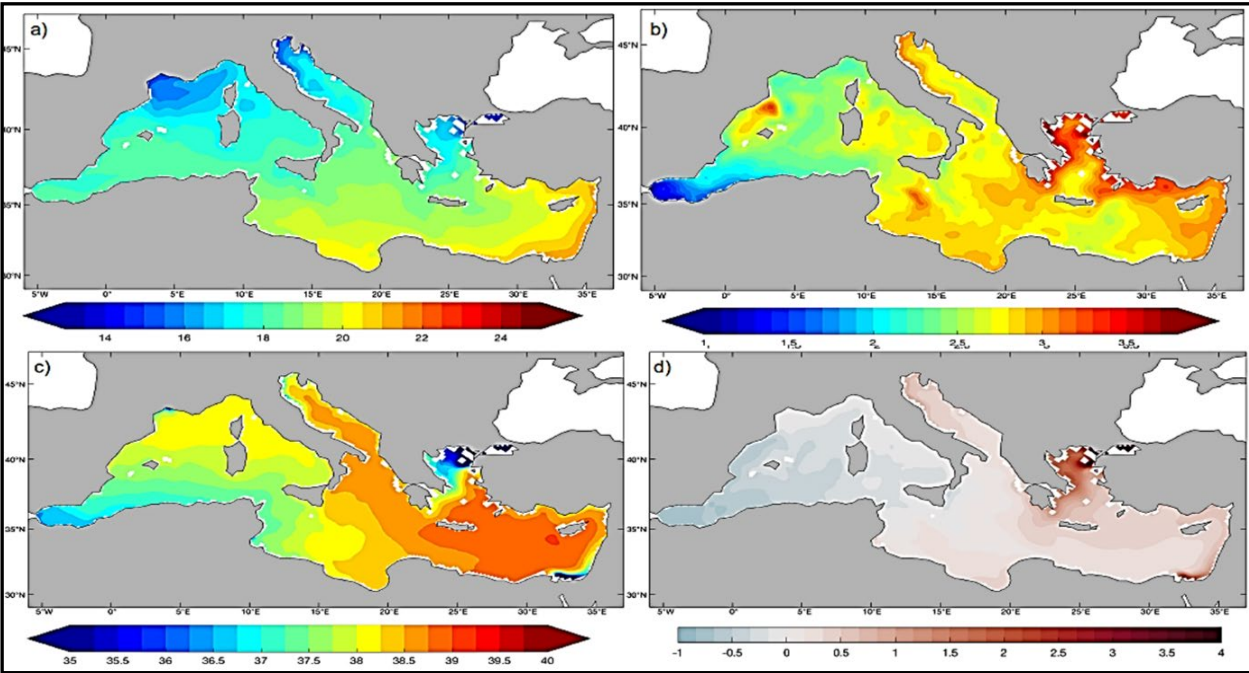
Türkiye İklim Değişikliği 7. Ulusal Bildirimi (2018) raporunda iklim değişikliğinin mevcut durumu, geleceği ve sektörlere etkisi detaylı şekilde irdelenmiştir. Denizlerimizdeki DSS artışlarının ve deniz suyu seviyesi yükselmelerinin denizcilik ve su ürünlerine etkisine dikkat çekilmektedir.

Avrupa Çevre Ajansı (2022) tarafından, iklim değişikliğinin etkilerinden biri deniz suyu sıcaklığındaki (DSS) artış olduğu ifade edilmektedir. Beş Avrupa denizinin tamamının 1870'ten, özellikle de 1970'lerin sonundan beri önemli ölçüde ısındığını ve 1982 ile 2018 arasında, DSS'lerin Kuzey Atlantik'te on yılda yaklaşık 0,3°C ve Karadeniz'de on yılda yaklaşık 0,6°C arttığı belirtilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Farklı Avrupa denizlerinde deniz suyu sıcaklıkları anomalisi (Avrupa Çevre Ajansı, 2022)

Türkiye iklim değişikliği öngörülerinin (projeksiyon) çıktılarını özetle, Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklıklarında 2016-2040 döneminde 1,0 – 2,0°C; 2041–2070 döneminde 1,5 – 4,0°C ve 2071 – 2099 döneminde 1,5 – 5°C arasında artışlar öngörüldüğünü belirtilmiştir. Yağış öngörülerinde ise tüm dönemlerde genel olarak kış mevsiminde yağış miktarında artışlar olacağı; ilkbahar mevsiminde Türkiye'nin kıyı ve kuzeydoğu bölümleri dışında kalan bölgelerde yağış miktarında azalışlar olacağı; yaz mevsiminde ülkenin batı kıyıları ve kuzeydoğu bölümleri dışında yağış miktarında azalışlar olacağı ve sonbahar mevsiminde genel olarak yağış miktarında bir azalma olacağı ifade edilmektedir. Yaz mevsiminde oluşacak yağışların özellikle Türkiye'nin batı ve kuzey bölgelerinde sellere neden olabileceği belirtilmiştir. Ayrıca sıcaklıklardaki artışlar ekstrem meteorolojik olayların (fırtına, dolu ve hortum vb.) sayısında, şiddetinde ve tekrar sıklığında artışa yol açabileceğini önermektedirler. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün (İDSKEP, 2016) projesinde de 2015-2100 döneminde Marmara ve Karadeniz bölgelerinde aşırı yağış ve sel baskını olasılıklarının artabileceği sonucuna varılmıştır (Demircan vd. 2017, Demircan 2019).

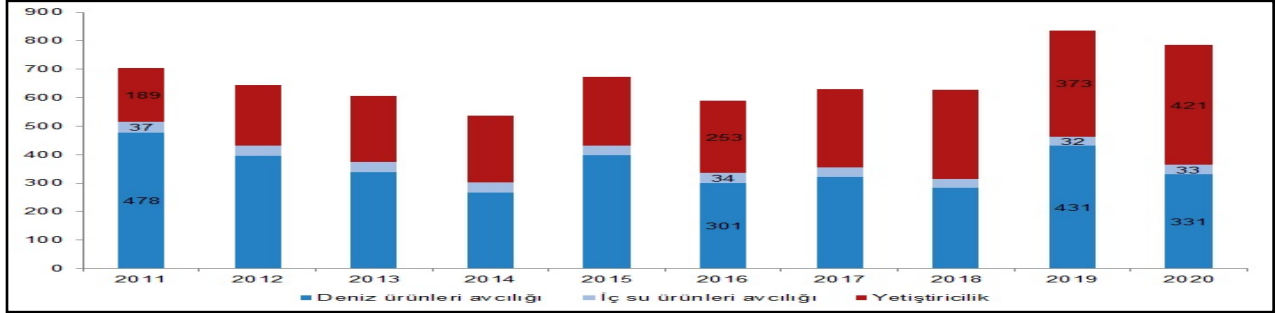


Şekil 5. a) Ortalama DSS (°C, 1976–2005 dönemi) ile b) RCP8.5 projeksiyonuna göre referans dönem ortalama DSS'den farkı (°C, 2070–2099 dönemi); c) Deniz yüzey tuzluluğu (DYT) (psu, 1976–2005 dönemi) ile d) RCP8.5 projeksiyonuna göre referans dönem DYT'den farkı (psu, 2070–2099 dönemi) (Parras-Berrocal vd. 2020).

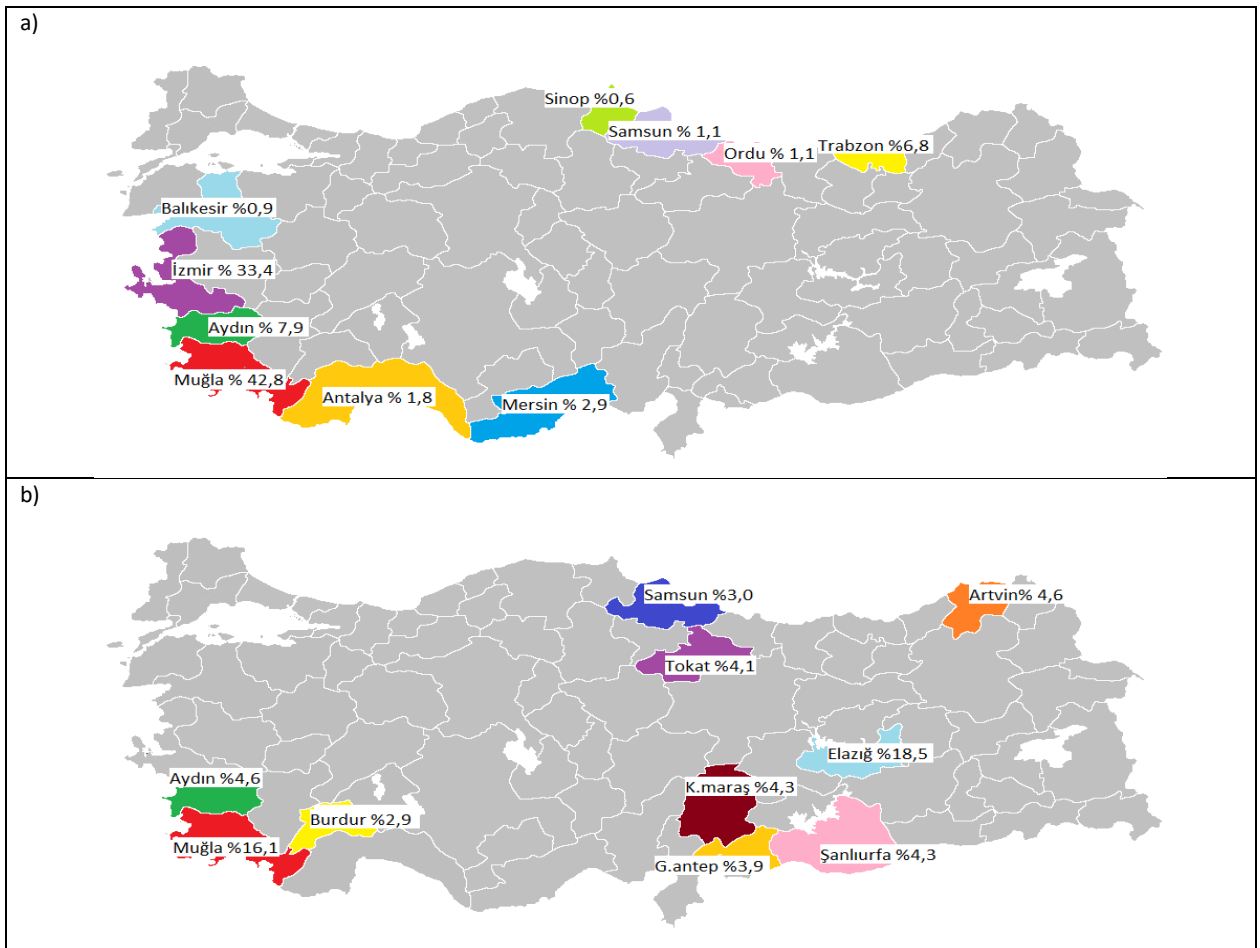
Parras-Berrocal vd. (2020) çalışmalarında iklim değişikliği Temsili Konsantrasyon Rotalarının RCP8.5 senaryolarına göre, 21. yüzyılın sonunda Akdeniz'in havzanın çoğunda daha sıcak ve daha tuzlu olacağını ve 2070–2099 döneminde DSS'nin, 1976–2005 dönemine kıyasla 2,7°C ve ortalama tuzluluk oranının 0,2 psu artacağını önermişlerdir (Şekil 5).

Sakallı (2017), çalışmasında ve araştırmalarda Akdeniz DSS'lerinin 0,4°C/10yıl artış olduğunu ve 1986-2015 referans dönemine göre 2100 yılına kadar 5,8°C artış olabileceğini önermiştir.

Darmaraki vd. (2019) çalışmalarında Akdeniz DSS'lerinin 1976-2005 dönemine göre yüz yılın sonuna kadar yaklaşık 1 – 3,6°C (RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryolarına göre) artış olabileceğini önermektedirler.



Şekil 6. Su ürünleri üretimi, 2011-2020 (Ölçek: x1000 ton) (TUİK, 2020).



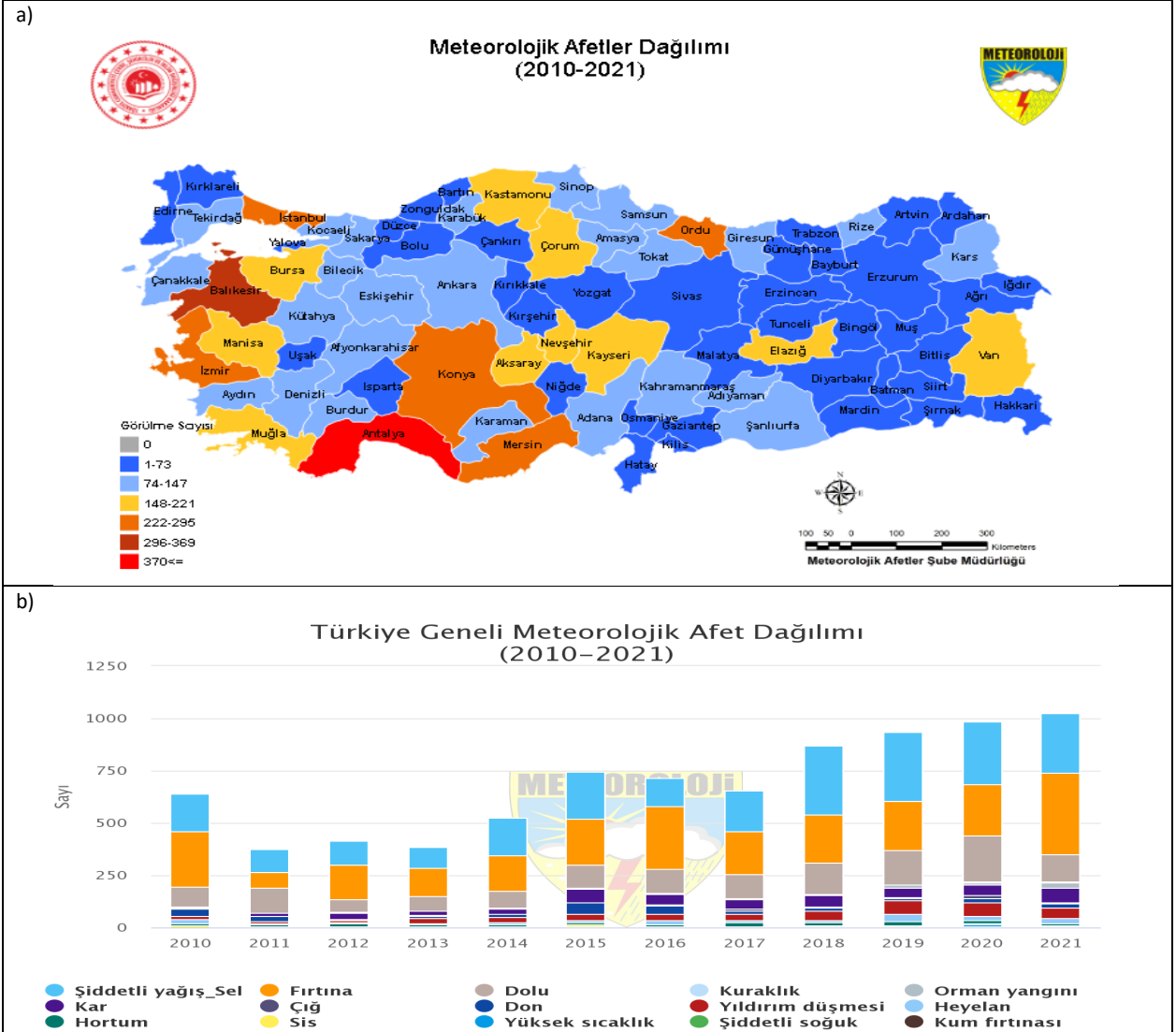
Şekil 7. a) Denizlerde su ürünleri yetiştiriciliği yapılan illerimizden önemlileri, b) İç sularda su ürünleri yetiştiriciliği yapılan illerimizden önemlileri (Çöteli, F.T., 2020).

Türkiye’de su ürünleri üreticiliği (avcılık ve yetiştiricilik) giderek artmaktadır; 2019 yılında 836 bin ton ve 2020 yılında pandemiye rağmen 785 bin ton olarak gerçekleşmiştir (Şekil 6) (TUİK, 2020). Türkiye denizlerinde yetiştiricilik yapılan önemli iller; Muğla %42,8, İzmir %33,4 Aydın %7,9 ve Trabzon %6,8 Deniz yetiştiriciliği genelde Ege Denizinde bulunmaktadır. Türkiye iç sularında yetiştiricilik yapılan önemli iller; Elazığ %18,5, Muğla %16,1 ve Aydın ile Artvin’de %4,6’dır (Şekil 7) (Çöteli, F.T., 2020).

Deniz seviyesindeki meydana gelebilecek yükselmeler (özellikle 2050 yılından sonra) yeraltı suları, kıyı kesimi, nehirlerin denize döküldüğü nehir ağızı, delta ve ovalarda; nehir sularının ve toprakların tuzlanmasına yol açabilecektir. İklim değişikliği nedeniyle

ortaya çıkan deniz kıyısı, göl ve nehir yataklarındaki değişimler; kıyı kesimleri altyapısını, balık ve deniz ürünleri yetiştiriciliği yapılan alanları ve bunların ulaşım yollarını etkileyebilecektir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü “Türkiye Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi (2010-2021)” raporunda meteorolojik afetlerin yıllık veri sayıları serisinde, en yüksek meteorolojik afetin 2021 yılında gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 8). Türkiye’de özellikle 2018 yılından sonra meteorolojik afetlerin yıllık sayılarında göze çarpan bir artış olduğu ifade edilmektedir. Her yıl fırtına, şiddetli yağış/sel ve dolu afetlerinin görüldüğü belirtilmektedir. Belirtilen dönem için Türkiye’yi etkileyen meteorolojik afetler içinde ilk üç sırayı; % 32 ile fırtına, % 30 şiddetli yağış/sel ve dolu afeti % 17,2 ifade edilmektedir (MGM, 2022, b).



Şekil 8. a) Meteorolojik afetlerin Türkiye dağılımı (2010-2021), b) Meteorolojik afetlerin yıllara göre dağılımı (2010-2021) (MGM, 2022, b).

DSS artışları, deniz suyundaki buharlaşma miktarını artırabileceği; bu durum tuzluluk oranında ve şiddetli yağış/sel olaylarının artmasına neden olabilecektir. Bu hadiseler ise başta kıyı şeritleri ve beslenme alanlarının bozulmasına, denizlerde ve su kaynaklarında kirliliğe neden olabilecektir. Ayrıca, DSS artışları ve denizlerde biriken enerji, rüzgâr, fırtına ve hortumların şiddetini de artırabilecektir. 2018 yılında Akdeniz’de gözlemlenen Medicana (Tropikal siklon benzeri (sub)tropikal Akdeniz fırtınaları) ve son yıllarda görülen hortumların sayısının artması da bu nedenledir. Üretim alanlarında, şiddetli rüzgâr/fırtına/hortumlarda ve şiddetli yağış/sellerdeki artış su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan kafes ve platform gibi yapılara zarar verebilecektir. Çötel’i’nin (2020) çalışmasında gösterdiği üretim yapılan iller ile MGM’nin (2022) raporunda en çok meteorolojik kaynaklı afet sayıları dikkate alındığında bu konuda tedbirlerin geliştirilmesinin önemi daha iyi anlaşılacaktır. Bilgüven ve Can (2018) çalışmalarında kafes ve ağ sistemlerinin Dünya standartlarında olduğunu ifade etmektedir. Bununla birlikte bu planlamalarda meteorolojik kaynaklı afetlerin şiddetlerindeki artışlar ve gelecekte olası şiddet artışları da dikkate alınmalıdır. Hava sıcaklıklarındaki artış depolama ve soğutma

sistemlerinin aşırı çalışmasına ve elektrik tüketimine yol açabilecektir. Ayrıca, özellikle yaz dönemlerinde deniz turizmi için sahil kentlerimize gelen turistlerin nüfusu artırması, konforlu bir tatil için iklimlendirme sistemlerinin aşırı kullanılması da buna eklenecektir. Bu durumda elektrik ihtiyacı artacak ve elektrik iletim hatlarında riskler ortaya çıkabilecektir.

Sıcaklık değişimleri, belirli bir konum için belirli türlerin yaşam koşullarının uygunluğu üzerinde farklı etkilere neden olacaktır. Sıcaklıkta gerçekleşen değişimler aynı zamanda oksijen seviyesinde düşüş, toksik alg çoğalmaları, zararlılar/hastalıklarda ve istilacı balıkların yaygınlığında artışa neden olabilecektir. Oksijen seviyesinde düşüş ile toksik alg çoğalmaları açısından en fazla risk altında olan denizimiz; kapalı bir sisteme sahip olması nedeniyle Karadeniz'dir. Diğer taraftan sanayi bölgeleri ile çevrili olan Marmara Denizi için de benzer risk söz konusudur. Ilıman bölgelerde artan sıcaklıklar, sıcak su seven türler ile bu türlerin üremelerinde artış, büyüme oranlarında hızlanma ve daha uzun olgunlaşma dönemleri sağlayabilecektir. Soğuk su seven türler ise soğuk bölgelere doğru göç edecektir.

DSS'lerdeki artış ve deniz suyundaki kirlenmeler, ayrıca denizlerin atmosferik karbondioksit için yutak alanı olması, denizlerdeki oksijen seviyesinin azalmasına ve asitleşmesine neden olabilecektir. Deniz suyu sıcaklığındaki değişimler besin kaynaklarının azalmasına neden olabilecektir. Ayrıca, Türkiye denizlerine özgü endemik türlerin yok olmasına neden olabileceklerdir. Deniz, göl ve nehir sularındaki sıcaklık, hastalık/zararlılarının artması, denizlerdeki zehirli alglerin ve asitleşmesinin artışı, oksijen seviyesinde azalmalar balıkların ölmesine yol açabilecektir.

Hali hazırda Akdeniz DSS'nin artmasıyla birlikte, Hint Okyanusunda yaşayan balık türleri, Akdeniz'e ve buradan diğer denizlere göç etmeye başlamışlardır. Bu türler, Akdeniz havzasında yaşayan balık türlerine ve deniz turizmi yapan insanlara zarar vermeye başlamıştır.

Denizel ve kıyı alanlarında yerleşik halk, meteorolojik ekstrem olayların yol açacağı afetler, deniz suyu yükselmesinden kaynaklı riskler vb. nedeniyle sağlık açısından; deniz ve su ürünleri ile ilgili üretim faaliyetlerinde oluşabilecek verim azalışı ve maliyet artışından ekonomik olarak risk altında olacaktır. Toplam yağışlarda azalış ve şiddetli yağışlardaki artış; su kıtlığı, su kirliliği ve su kaynaklarına ulaşımdaki sıkıntılara neden olabilecektir. Su sıkıntıları halk sağlığı ve özellikle yaz aylarında gelen turistlerin sağlığı konusunda tehditler oluşturabilecektir. Ayrıca su kıtlığı ve kirliliği denizel ve iç sulardaki su ürünleri yetiştiriciliğini etkileyecektir. Son zamanlarda örnekleri görüldüğü gibi göllerin kurumasına neden olabilecektir.

Su ve deniz ürünleri ile geçimini sağlayan toplumun balıkçılık faaliyetleri; balıkçılık mevsimindeki değişim, balıkların gelişmemesi ve balık göçleri nedeni ile baskı altında olacaktır. İklim değişikliğinin deniz suyu tuzluluğu ve asidik özelliğinde değişimlere yol açması; deniz canlılarının yumurta bırakma zamanı, üreme özelliklerinde ve üreme ortamında tehditlere ve değişimlere neden olabilecektir. Aynı zamanda bu olay balıkların sağlıklı bir şekilde büyümesini, yetişmesini ve ürün kalitesini etkileyebilecektir.

McCauley ve Beitinger (1992) çalışmalarında deniz suyu sıcaklığındaki gerçekleşen her 1°C'lik artış için Kanal Yayın Balığının optimum yetiştirme alanının yaklaşık 240km kuzeye kayacağı öngörüsünde bulunmuşlardır (Cochrane vd. 2009). Kanal yayın balığı yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilen yetiştiricilik göz önünde bulundurulduğunda maliyetler ve sıcaklık artışının bazı faydalarının anlaşılması açısından çok iyi bir örnek niteliğindedir.

Sıcak su seven balıklarda birim alan başına üretim artışı, ortalama su sıcaklığının yükselmesi ile artabilecektir. Bununla birlikte 30°C üzerindeki sıcaklıklarda besleme ve büyüme oranlarında azalma gözlemlenebilmektedir. Ancak soğuk su seven balıklar için daha serin alanlarda verim artarken sıcak alanlarda da bu verim düşebilecektir. Soğuk/serin suda yetişen su ve deniz ürünleri türleri, artan deniz suyu sıcaklıkları nedeniyle daha serin bölgelere göç edebilecektir. Bölgede kalan türler ise gelişimini ve yağlanmasını tamamlayamayacaktır.

SONUÇ:

Tüm Dünyada ve Türkiye'de denizcilik ve su ürünleri sektörü ekonomik olarak gelişen sektörlerdendir. Türkiye, üç yanı denizler ile çevrili olup hâlihazırda Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz'de başta balıkçılık, su ürünleri yetiştiriciliği, taşımacılık, turizm olmak üzere denizcilik ile ilgili tüm sektörler deniz suyu sıcaklıklarındaki (DSS) artışlardan etkilenmektedir. Ayrıca, DSS'lerdeki artışlar meteorolojik/iklim kaynaklı afetlerin şiddetlerini ve meydana gelme sıklıklarını da artırmaktadır.

Türkiye'yi çevreleyen denizlerdeki DSS'de son yirmi yılda yaklaşık 0,4 – 1,4°C artış gerçekleşmiş olup bu dönem içinde maksimum artışların yaklaşık 2,3 – 3,5°C arasında olduğu da tespit edilmiştir. DSS'lerdeki en fazla artış Karadeniz'de tespit edilmiştir. DSS'lerde yüz yılın sonuna (2100 yılına) kadar 2 – 5°C artış olacağı öngörülmektedir.

Türkiye'nin denizleri iklim değişikliği yanında kirlilik tehlikesiyle de karşı karşıya bulunmaktadır. 2021 yılında Marmara Denzinde yaşanan deniz salyası (müsila) sorunu bunun ilk işaretlerindedir. Deniz salyasının oluşmasının etmenlerinden iki tanesi olan sıcaklık artışı ve oksijensizleşmenin etkileri iklim değişikliği ile birlikte güçlenecektir.

Sonuç olarak, iklim değişikliği tüm canlıların yaşam koşullarını ve tüm sektörleri etkileyecektir. Bu etkinin zararlarını en aza indirmek için uyum çalışmaları yapılmalı ve stratejiler belirlenmelidir. Türkiye'de denizlerin sıcaklık, tuzluluk, kimyasal içerik değişimleri ve bunların gelecekteki öngörülmesi üzerine yapılan çalışmalar yeterli sayıya ulaşmamıştır. Bu durum aslında Türkiye'de denizcilik ve denizcilik faaliyetlerine verilen önemle de ilişkilidir. Türkiye denizleri için yapılacak uyum çalışmalarının bilimsel altlığı oluşturmak ve doğru stratejileri belirleyebilmek için denizlerde gözlem ağı kurulmalı/geliştirilmeli, toplanan veriler ve modellemeler ile bilimsel çalışmalara önem verilmelidir.

İklim değişikliğini su ürünleri üzerine etkisini doğru bir şekilde belirleyebilmek için iklim ve su ürünleri (Bu durum; tarım ürünleri, hayvancılık, diğer sektörler içinde geçerlidir.) ilişkisinin iyi belirlenmesi gerekir. Bunu sağlamak için su ürünleri (ve sayılan diğer konular) üretimine ilişkin verilerin tutulması gerekir. Ayrıca bu verilerin doğru ve yapay etkilerden arındırılmış (destekleme, ürün fiyat ve talep artışı vb.) olması doğru ilişki kurmak için gereklidir. Tanımlanan bu ürün verileri ile iklim arasında ortaya çıkarılacak ilişki, hem iklim değişikliği etkisini doğru bir şekilde ortaya koymak için, hem de iklimsel tahminler ile kısa/orta dönemler için gelecek planlarında kullanılabilir.

ETİK STANDARTLAR:

Çıkar Çatışması: Yazar ve üçüncü kişilerle olası çıkar çatışması yoktur.

Etik Kurul İzni: Araştırma için Etik Kurul kararına gerek yoktur.

Finansal Destek: Finansal bir destek yoktur.

KAYNAKÇA:

- Avrupa Çevre Ajansı (2022). <https://www.eea.europa.eu/ims/european-sea-surface-temperature>, Erişim tarihi, 30.03.2022
- Bilgüven M., Can G., 2018.Balık Yemlerinde Balık Unu Yerine Tavuk Ununun Kullanılma Olanakları, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt:32 Sayı:2 Sayfa: 189-200
- Climate Re-Analyzer (2022). the Climate Change Institute at the University of Maine ve the National Science Foundation, <https://climatereanalyzer.org/>. Erişim Tarihi: 30.03.2022
- Cochrane, K., De Young, C., ve Bahri, T., (2009).Climate change implications for fisheries and aquaculture, Overview of current scientific knowledge, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- Demircan, M., Çiçek, İ., Türkoğlu, N., Ekici, M., Arabacı, H. ve Akçakaya, A., (2015). Ortalama Sıcaklıklardaki Türdeşlik Kırılmalarının İklim Göstergeleriyle İlişkisi, VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 28-30 Nisan 2015
- Demircan, M., Arabacı, H., Gürkan, H., Eskioğlu, O., Coşkun, M., (2017). Climate Change Projections for Turkey: Three Models and Two Scenarios, Türkiye Su Bilimi ve Yönetimi Dergisi (Turkish Journal Of Water Science & Management), ISSN:2536 474X Publication number:6777, Volume: 1 Issue: 1, Ankara
- Demircan, M., Türkoğlu, N., Çiçek, İ., (2017). Climate Change: From Model to Sectoral Applications, International Congress on 75th Anniversary of Turkish Geography Society (TGS 75th Year), 8-10 November 2017, Ankara, Turkey
- Demircan, M., (2019). Sıcaklık Verilerindeki Kırılma Tarihleriyle İklim İndekslerinin İlişkisi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Fiziki Coğrafya Bilim Dalı, Ankara, (a)
- Demircan, M.,(2019). İklim Değişikliği: Sektörel İklim Ürünleri ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS). TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara (b)
- Denizcilik Genel Müdürlüğü (DGM), (2020). İstatistik Bülteni, Deniz Ticareti İstatistikleri, 2 Şubat 2021, <https://denizcilik.uab.gov.tr/uploads/pages/yayinlar/denizcilik-istatistikleri-bulteni-2020-02-02-2021-6114cee0349da.pdf>, Erişim tarihi: 04.04.2022
- ERA-5, Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezinin (the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts - ECMWF) tekrar analiz model verileri, <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5>, Erişim tarihi: 04.04.2022
- McCauley, R., ve Beitinger, T., (1992). Predicted effects of climate warming on the commercial culture of the channel catfish, *Ictalurus punctatus* . *GeoJournal* 28, 61–66 (1992). <https://doi.org/10.1007/BF00216407>
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)(2022). 2021 Yılı İklim Değerlendirmesi Raporu, Ankara (a)
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)(2022). Türkiye Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi (2010-2021) Raporu, Ankara (b)
- Parras-Berrocal, I. M., Vazquez, R., Cabos, W., Sein, D., Mañanes, R., Perez-Sanz, J., ve Izquierdo, A., (2020). The climate change signal in the Mediterranean Sea in a regionally coupled atmosphere-ocean model, *June 2020 Ocean Science* 16(3):743-765, DOI: 10.5194/os-16-743-2020

- Sakallı, A., (2017). Sea Surface Temperature Change In The Mediterranean Sea Under Climate Change: A Linear Model For Simulation Of The Sea Surface Temperature Up To 2100, *Applied Ecology And Environmental Research*, 15(1): 707-716. ISSN 1589 1623 (Print), ISSN 1785 0037 (Online), DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1501_707716
- Darmaraki, S., Somot, S., Sevault, F. et al. (2019). Future evolution of Marine Heatwaves in the Mediterranean Sea. *Clim Dyn* 53, 1371–1392 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00382-019-04661-z>
- Çöteli, F.T., (2020). Ürün Raporu Su Ürünleri 2020, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Tepge Yayın No: 317, ISBN: 978-605-7599-43-8
- TUİK, (2020). Su Ürünleri, Türkiye İstatistik Kurumu, Sayı: 37252, 04 Haziran 2021, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2020-37252>, Erişim tarihi: 04.04.2022
- Türkiye İklim Değişikliği 5. Bildirimi (TİDBB) (2013). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, Türkiye
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM), (2016). İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi (İDSKEP), Ankara
- Türkiye İklim Değişikliği 7. Ulusal Bildirimi (TİDYUB), (2018). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, Türkiye
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (1992). <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>

EXTENDED SUMMARY:

Climate is one of the most important elements that play a role in shaping the habitats, lifestyles and physical characteristics of all living things in the Biosphere. Sea creatures are a part of the biosphere. Climate change is an important threat not only to our entire planet but also to oceans, seas and sea creatures. Turkey is surrounded by seas with different ecology and climate, namely the Mediterranean, Aegean, Marmara and Black Seas. Aquaculture and fishing are important sources of income in Turkey's seas and freshwaters. In addition, transportation, tourism, sports, etc. activities are socio-economic activities carried out in its seas and waters. The increase in temperature in the seas of Turkey, especially in the Mediterranean, transforms the seas into tropical seas and invader species migrate to the region from tropical seas. In this study, the temperature increase in Turkish seas will be tried to be revealed. In the light of this change, possible changes in Turkish seas and the effects of climate change on seas and fishery products will be discussed. The data obtained from the measurements of the marine meteorology observation systems of the Turkish State Meteorological Service between the years 1970-2021 were analysed for the Mediterranean, Aegean Sea, Marmara and Black Sea. Sea surface temperatures (SST) in the seas surrounding Turkey have increased by about 0.4 - 1.4 °C in the last two decades, and it has been determined that the maximum increases are between about 2.3 - 3.5 °C in this period. According to Mann-Kendall Slope Analysis, the increases in DSSs are at a significant level α : 0.001. The highest increase in SSTs was detected in the Black Sea.

Changes in Sea Surface Temperature (SST) may also result in decreased oxygen levels, toxic algal blooms, increased pests/diseases and the prevalence of invasive fish. Due to its closed system, the Black Sea is at a lot of risks in terms of toxic algae growth with a decrease in oxygen level. On the other hand, there is a similar risk for the Marmara Sea, which is surrounded by industrial zones. Increasing temperatures in temperate climatic regions will lead to an increase in the reproduction of marine species growing in warm water, an acceleration in growth rates and longer maturation periods. Marine species that grow in cold water will migrate toward cold regions. An increase in SSTs and pollution in seawater may cause the extinction of endemic species of Turkish seas. Residents in marine and coastal areas will be at risk in terms of health disasters caused by meteorological extreme events and risks arising from seawater rise, etc. and they will be at risk economically due to the decrease in efficiency and cost increase that may occur in production activities related to marine and aquaculture products. Decrease in total precipitation and increase in heavy precipitation; water scarcity and water pollution may cause problems in accessing water resources. Water shortages may pose threats to public health and the health of tourists, especially in summer. Fishing activities of the community that makes a living with water and seafood; will be under pressure due to the change in the fishing season, underdeveloped fish and fish migration.

Turkey's seas face the danger of pollution as well as climate change. The sea saliva (mucilage) problem in the Marmara Sea in 2021 is one of the first signs of this. The effects of temperature increase and deoxygenation, which are two of the factors in the formation of sea saliva, will be strengthened with climate change.


As a result, climate change will affect the living conditions of all living things and all sectors. In order to minimize the damages of this effect, adaptation studies should be carried out and strategies should be determined. Studies on temperature, salinity, and chemical content changes of the seas in Turkey and their future predictions have not reached sufficient numbers. This situation is actually related to the importance given to maritime and maritime activities in Turkey. In order to form the scientific basis of adaptation studies for Turkish seas and to determine the right strategies, observation networks should be established/developed in the seas and it should be given importance to the collected data, modelling and scientific studies.

In order to accurately determine the impact of climate change on fishery products, the relationship between climate and fishery products (This is valid for agricultural products, livestock, and other sectors) must be well defined. In order to achieve this, it is necessary to keep data on the production of fishery products (and other issues listed). In addition, it is necessary to establish a correct relationship that these data are accurate and free from artificial effects (an increase in production support, product price and demand, etc.). The relationship to be revealed between these defined product data and climate can be used both to accurately reveal the impact of climate change and to make climatic forecasts and future plans for short/medium terms.

Research Article


Submission Date
29 / 07 / 2022


Admission Date
11 / 08 / 2022



Forecasting Precipitation by Machine Learning Algorithms to Adapt Climate Change

İklim Değişikliği Uyumu için Makina Öğrenmesi Algoritmaları ile Yağış Tahmini

Erman Ulker ¹ 



How to Cite:

Ulker E., (2022). Forecasting of Precipitation by Machine Learning Algorithms to Adapt Climate Change. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 4 (2), 109-118. DOI: <https://doi.org/10.53472/jenas.1150975>

ABSTRACT:

Throughout history, water has been the main factor to choose settlement for living beings and civilizations. Indeed, there are many advantages of being closer to water basins such as needing fewer transportation, having wealthy crops, and saving energy for water delivery. However, there are some disadvantages as well such as flooding, and erosions. Therefore, it has been understood that predicting precipitation accurately to be able to take necessary measures before any hazardous events must be an utmost aim. In this study, precipitation prediction is investigated by implementing several machine learning algorithms in Python. The data used in this study is taken from two distinct cities in Turkey. The results show that the random forest regression algorithm performs more accurately than other regression models used in this study. Additionally, the prediction for the next 4 years illustrates that it should be expected more rainfall and should be stored in either ground by directing the rainfall to the green areas or harvesting the rainfall for dry seasons. While the climate change occurs dramatically and changes dry and wet seasons duration, the prediction of precipitation amount will help us to adapt to the change more gently.

KEYWORDS: Precipitation, Climate Change, Forecasting, Python, Regression

Öz:

Tarih boyunca su, canlılar ve uygarlıklar için yerleşim yeri seçiminde en önemli etken olmuştur. Gerçekten de su havzalarına yakın olmanın daha az ulaşım ihtiyacı, zengin mahsul, su dağıtımında enerji tasarrufu gibi birçok avantajı olduğu açıktır. Ancak sel, erozyon gibi dezavantajları da göz önünde bulundurulması gerektiği yaşanan doğal felaketlerle tarih boyunca hissedilmiştir. Bu nedenle, insanoğlu için herhangi bir doğal afetten önce gerekli önlemlerin alınması için yağışların doğru tahmin edilmesi önemli bir amaç olmuştur. Bu çalışmada, Python'da makine öğrenmesi algoritmaları uygulanarak yağış tahmini incelenmiştir. Bu çalışmada kullanılan veriler Türkiye'nin iki ilinden elde edilmiştir. Sonuçlar, Rastal Orman regresyon algoritmasının bu çalışmada kullanılan diğer regresyon modellerinden daha iyi performans gösterdiğini göstermektedir. Ayrıca gelecek 4 yılın öngörüsü, daha fazla yağış beklenmesi ve yağışların yeşil alanlara yönlendirilmesi ile toprakta depolanması veya kurak mevsimler için hasat edilmesi gerektiğini gösterilmektedir. İklim değişikliği dramatik bir şekilde meydana gelip kuru ve yağışlı mevsimlerin süresini değiştirirken, yağış miktarının tahmini, değişime daha yumuşak bir şekilde uyum sağlamamıza yardımcı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yağış, İklim Değişikliği, Tahmin, Python, Regresyo

¹ **Corresponding Author** : Izmir Katip Celebi University, erman.ulker@ikc.edu.tr ORCID: 0000-0001-9279-7288

INTRODUCTION:

During the last half of the twentieth century, climate change problems have become the focus of researchers, engineers, and scientists. The population growth, rising living standards, and industrial developments have been the main reasons for climate change problems. The change of duration of wet and dry seasons is one of the most remarkable effects that occur nowadays. While the duration of the seasons' changes, society starts to struggle to face either drought or flood due to the current planning of the cities. Therefore, accurate prediction of precipitation for consecutive years is significant for us to adapt ourselves to climate change.

According to the 1st National Declaration of Climate Change (2007), Turkey is marked as a region with drought risk, which will be caused by the increase in temperature values together with the irregular precipitation and intensity values that are thought to continue decreasing. Many studies have been carried out on the distribution of precipitation throughout the year and the trends of change between years. It has been proven by the studies that the differences between the rainfall distribution regions have emerged and it has been revealed that it has undergone great changes in time. Especially precipitation, one of the climatic elements, is one of the most important indicators of change or difference in the climate of a region. For this reason, studies on precipitation have gained importance in every period. In literature, analyzes were carried out according to daily, monthly, and annual rainfall data. (Turkes, 1996, 2007; Cicek, 2001a, 2001b).

Climate change is now a trending topic among various scientific branches. In the literature, it can be seen many studies from different fields in climate change effects our understanding its diverse impact of it. Recently, Bayrak and Kup (2021) studies green infrastructures and Bioretention soil for precipitation impurities. Gursoy – Haksevenler et al. (2021) studied hazardous substances in water. Yuçel (2022) stated that global climate change in recent years has caused sudden rainfalls and changed the precipitation regime. O'Gorman (2015) wrote a report on precipitation extremes under climate change and a detailed explanation is given. Using machine learning for the prediction of complex tasks has become common in literature. When the task has many parameters and it is hard to find the trend or the solution to the problem, statistical approaches play a role to give a hint to overcome the problem, at least temporarily. Tosunoglu et al. (2021) used a machine learning algorithm to evaluate trend topics in academic research. Furthermore, Saygin and Baykara (2021) used a machine learning algorithm to detect medical illness by using a machine learning algorithm. Yalcinkaya and Uzer (2022) used GIS-based machine learning to plan waste management for municipalities. Indeed, precipitation is also a complex task to forecast. That is why there are many studies for predicting precipitation by using machine learning algorithms as well. Recently, Sachindra et al. (2018) used statistical downscaling to construct a model by using machine learning techniques for precipitation. Ahmed et al. (2020) also used machine learning algorithms to predict precipitation as well as temperature.

Nowadays, the authorities and governments through incentives focus on sustainable cities (Campisano et al., 2017). Thus, the regulations of water infrastructures become a trend topic among the parliaments and the United Nations. Rainwater harvesting is thought to be an alternative water resource that can be stored and used for variable utilities such as irrigation, flushing toilets, and drinking (Helmreich and Horn, 2009). Spreading the rainwater harvesting systems among the communities leads to increase in self-sufficient locations, which postpones needing for new water infrastructure construction and energy consumption (Steffen et al., 2013; Morales-Pinzón et al., 2014; Devkota et al., 2015). The effective usage of rainwater harvesting, and water infrastructure significantly depends on optimized tank capacity according to precipitation amount (Gardner and Vieritz, 2010; Domènech and Saurí, 2011). To obtain this optimized tank capacity, one should know the precipitation amount versus the demand of the community. In another Word, it is a must to know precipitation to construct viable rainwater harvesting systems.

In this study, two different climatic regions' precipitation data is utilized to perform in the five most popular regression model algorithms in Python. 30 years of precipitation data of two cities are performed and the best model is checked to obtain the best prediction of previous years' rainfall. With the proposed model, the precipitation in the coming years can be foreseen, measures can be taken and adopt the cities to the coming climate change impacts.

METHODOLOGY:**1. Machine Learning in Python**

Python is seen as a more advantageous and correct choice among other programming languages, including libraries such as TensorFlow, Keras, Pytorch, and Scikit-learn in engineering and many scientific branches. Python is a dynamic programming language that developers declare variable types, meanwhile it verifies types and errors at compile time when source code is converted to machine code. This provides less code, faster development, and more flexibility.

Machine Learning is programmed through libraries in Python language to improve performance or reduce error according to a criterion. Many approaches to machine learning have been studied using sample data or experience, and most of these approaches can predict, classify, and reduce error. With this acquired ability, we can predict the solution of that problem within a meaningful error by creating sample data or experience sets for complex tasks, which is shown in Figure 1.

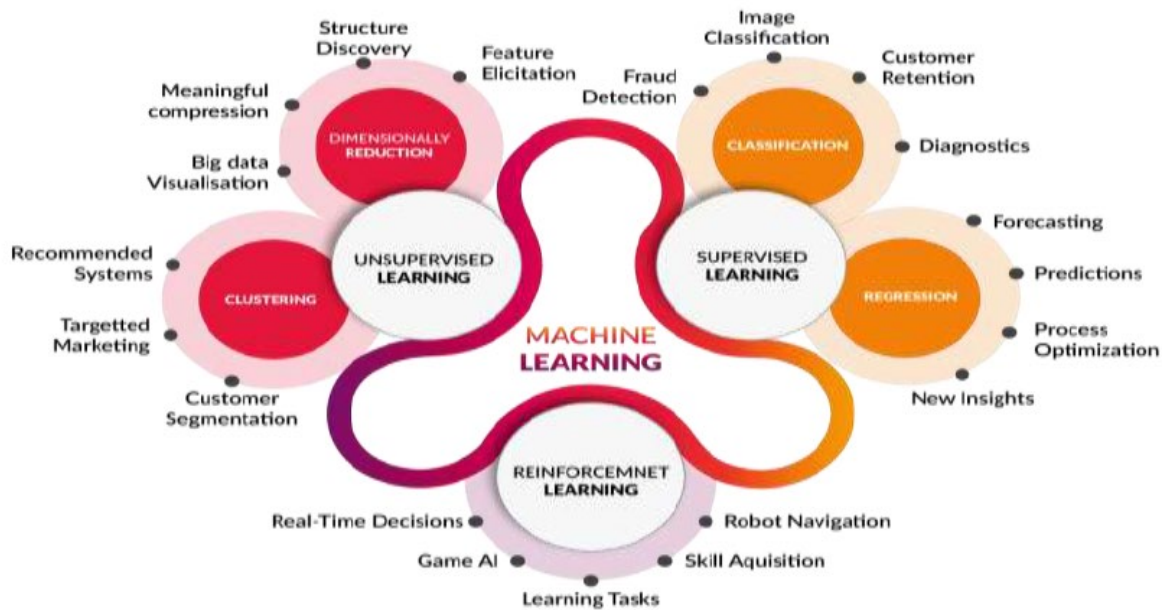


Figure 1 Schematic Representation of Machine Learning Library in Python (Image Source: <http://www.cognub.com/index.php/cognitive-platform/>)

In supervised learning, machine learning techniques are utilized to obtain regression analysis for predicting continuous solutions based on single or multivariable inputs. For regression analysis, dependent and independent variables are divided into linear and non-linear variables. Generally, linear models are used in studies and all parameters in this model are simple, that is, first-order models. In this study, as regression methods are:

- Linear Regression
- Polynomial Regression

- Decision Tree Regression
- Random Forest Regression
- Support Vector Regression

2. Dataset Preparation

The dataset used in the present study were gathered from Turkish Meteorology General Directorate (TMGD). The dataset for two distinct cities is obtained. Namely, the precipitation dataset from 1970 to 2011 is obtained from TMGD for Aydın Province. The other dataset is from 1990 to 2020 for Diyarbakır Province. Both datasets are divided into subsets such as input(s) and output. It is preprocessed as to check how many years it needs to be known to predict the best approximation with chosen machine learning algorithm. Therefore, the datasets are divided from 1 to 5 previous years precipitation to train the machine. The table 1 illustrates the schematic representation of dataset for 3 previous annual precipitation as an input to obtain current year's precipitation amount.

Table 1 Sample Illustration of Three Consecutive Years as an Input to Train Machine Learning Algorithm

<u>Input 1</u>	<u>Input 2</u>	<u>Input 3</u>	<u>Output</u>
<u>Precipitation amount in 1990</u>	<u>Precipitation amount in 1991</u>	<u>Precipitation amount in 1992</u>	<u>Precipitation amount in 1993</u>
<u>Precipitation amount in 1991</u>	<u>Precipitation amount in 1992</u>	<u>Precipitation amount in 1993</u>	<u>Precipitation amount in 1994</u>
<u>Precipitation amount in 1992</u>	<u>Precipitation amount in 1993</u>	<u>Precipitation amount in 1994</u>	<u>Precipitation amount in 1995</u>

3. Precipitation Distribution in Study Areas

The variations of annual precipitation in Aydın, where the precipitation is the second highest in the Aegean Region, is significantly high. Annual average rainfall for Aydın is 500 mm. However, the amount of precipitation reaches 1000 mm due to factors such as movement of pressure systems (atmospheric circulation), changes in the air masses and facade systems affecting the region during the year, namely planetary factors, urbanization, change of topographic structure. On the other hand, it drops below 300 mm as well. The reason may be that the hot fronts formed by the maritime tropical air masses, which are effective over the Middle Mediterranean during the winter period, are effective in the form of frontal-orographic precipitation depending on the orography.

A harsh continental climate prevails in Diyarbakır Province, particularly summers are very hot. On the other hand, the winter cold is not as severe as in Eastern Anatolia. The main reason for this is that the Southeastern Taurus arc cuts the cold winds from the North. According to the observations of the meteorology station in the city center, the average of the hottest month is 31 degrees, and the average of the coldest month is 1.8 degrees. The highest temperature ever measured was 46.2 degrees on July 21, 1937, and the lowest temperature was -24.2 degrees on January 11, 1933. Only about 2 percent of the annual average precipitation amount of 496 millimeters falls during the summer months. As it is gone towards the foothills of the mountains in the North, the precipitation increases.

As observed from Figure 2, the variation of precipitation all over Turkiye shows great differences. Diyarbakır Province faces severe variations of precipitation between 2021 and 2020. It is obvious to expect to have a deeper variation while the climate change prevails its impact on Earth.



Figure 2 Aerial Precipitation Comparison between 2020 and 2021 (Image Source: <https://public.wmo.int/en/media/news-from-members/june-2020-precipitation-assessment-turkey>)

RESULT AND DISCUSSION:

As it is stated before, two distinct climatic regions are studied in this study. Also, these two provinces have different annual average precipitation amount. Aydın Province is located in the West Region of Turkiye and average of 647 mm annual rainfall is observed. On the other hand, Diyarbakır Province is in the Southeast of Turkiye and average of 496 mm annual rainfall is observed. Leading the climatic change, Diyarbakır Province has change from semi-arid to arid region occasionally. Therefore, the importance and necessity of utilizing rainfall is obvious. The effectiveness of utilizing the rainfall can lead to accurate prediction of rainfall.

In this study, Aydın and Diyarbakır Provinces' annual rainfall amount is gathered and trained in machine learning algorithm. The reason why two different climatic regions data was used in this study is to cross check the outcomes. In the light of these data, regression models were implemented into the machine learning codes created in Python, and the data from 1 to 5 years were analyzed one by one, respectively. Table 2 shows training data for Diyarbakır Province for past 5 years' precipitation amount as input and current year as an output. There may be variations between models. For example, changing the degree of polynomial, changing the number of samples in the Random Forest model. To obtain better results, all the variables are checked for limited numbers.

Table 2 Training Data for Diyarbakır Province for 5 Years Input

	A	B	C	D	E	F	G
1	YEAR	ANNUAL PRECIPITATION (mm)	YEAR -1	YEAR -2	YEAR -3	YEAR -4	YEAR -5
2	1990	369.9	569.6	428.5	516.8	577.1	411.6
3	1991	569.6	428.5	516.8	577.1	411.6	663.1
4	1992	428.5	516.8	577.1	411.6	663.1	426.9
5	1993	516.8	577.1	411.6	663.1	426.9	442.7
6	1994	577.1	411.6	663.1	426.9	442.7	260.2
7	1995	411.6	663.1	426.9	442.7	260.2	387.7
8	1996	663.1	426.9	442.7	260.2	387.7	605.3
9	1997	426.9	442.7	260.2	387.7	605.3	383.4
10	1998	442.7	260.2	387.7	605.3	383.4	598.7
11	1999	260.2	387.7	605.3	383.4	598.7	476.5
12	2000	387.7	605.3	383.4	598.7	476.5	408.2
13	2001	605.3	383.4	598.7	476.5	408.2	592.5
14	2002	383.4	598.7	476.5	408.2	592.5	397.1
15	2003	598.7	476.5	408.2	592.5	397.1	371.3
16	2004	476.5	408.2	592.5	397.1	371.3	456.7
17	2005	408.2	592.5	397.1	371.3	456.7	398.9
18	2006	592.5	397.1	371.3	456.7	398.9	574
19	2007	397.1	371.3	456.7	398.9	574	625.7
20	2008	371.3	456.7	398.9	574	625.7	429
21	2009	456.7	398.9	574	625.7	429	484.5
22	2010	398.9	574	625.7	429	484.5	472.3
23	2011	574	625.7	429	484.5	472.3	497.6
24	2012	625.7	429	484.5	472.3	497.6	302.6
25	2013	429	484.5	472.3	497.6	302.6	768.6
26	2014	484.5	472.3	497.6	302.6	768.6	726.4
27	2015	472.3	497.6	302.6	768.6	726.4	417.6
28	2016	497.6	302.6	768.6	726.4	417.6	179.1
29	2017	302.6	768.6	726.4	417.6	179.1	
30	2018	768.6	726.4	417.6	179.1		
31	2019	726.4	417.6	179.1			
32	2020	417.6	179.1				
33	2021	179.1					

For the performance criteria, both dataset is constructed and checked in terms of their coefficient of determination (R^2). Decision Tree algorithm is given the best R^2 value as it is seen in Figure 3. However, the maximum value of the

coefficient of determination also indicates that developed model is not predicting but rather giving the result of the memorized data. For this reason, random forest algorithm is seen as a better option to predict. The detailed quantitative results for Aydın Province can be found in Ulker (2022). It was observed that the best solution was given by random forest and with 5 years and the model is predicted next 5 years with 16% error margin. After cross checking the algorithm, it is now possible to utilize the same algorithm for Diyarbakır Province to predict the precipitation for the next several years. The Figure 4 shows the trend of the previous years and coming next year's precipitation prediction for Diyarbakır Province.

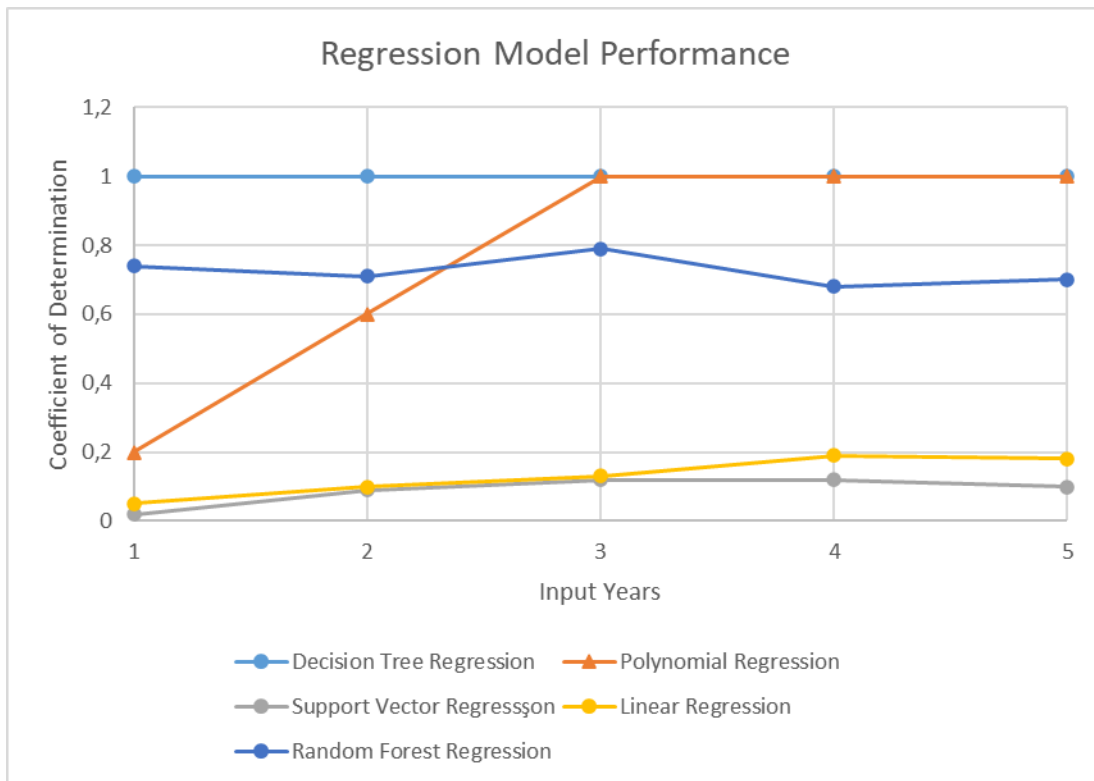


Figure 3 Regression Model Performance Comparison for Diyarbakır Province

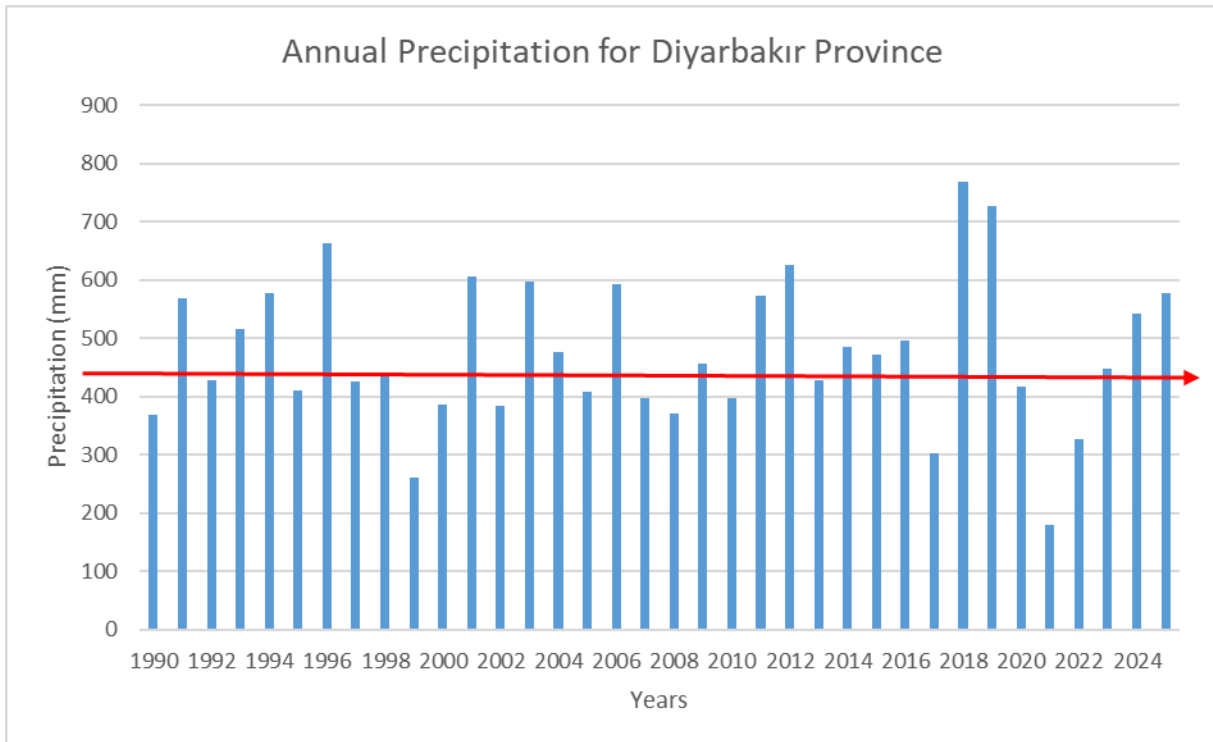


Figure 4 Annual Precipitation for Diyarbakır Province

As we face the climate change and its impact shows destructive consequences in arid regions, Diyarbakır Province should be taken into serious considerations. When it is observed in Figure 2, last year (2021) is the driest season. The machine learning algorithm is compared to its performance by checking Mean Absolute Average Error. It is calculated that the model is predicting the precipitation of that region within 16% error margin. The proposed model gives the prediction of next four years from 2022 to 2025. It shows that the following year annual precipitation is again below the average. However, rising above the average when it reaches to 2025. It is obvious that it is going to be seen great deflection year by year. However, it can be predicted, and necessary measures can be taken while the technological knowledge is becoming more and more advanced. With this information, the rainfall is directed and harvested with respect to utilization and saved for driest years. Hence, the impact of climate change is less destructive for civilizations.

CONCLUSION:

Planning and designing water resources which play a very important role for civilizations faces climate change. Therefore, modeling studies are significant for the future generations to carry sufficient water resources. In this study, annual precipitation amounts were forecasted by python machine learning.

The results show that the best machine learning algorithm used in this study are random forest regression. It shows that the algorithm forecasts the annual precipitation of a location within a 16% error margin. With this knowledge, Diyarbakır province which faces converting the arid region is analyzed. The result shows that the annual precipitation of Diyarbakır is expected below the average again. But there is a rising trend next 4 years. It is important to divert and harvest the rainfall during these years for coming next driest period since last years' precipitation amount was very scarce. With enhancing technology and software libraries, it is relatively easy to predict precipitation and use this knowledge to take necessary measures, particularly for authorities and governments.

KAYNAKÇA:

- Ahmed, K., Sachindra, D. A., Shahid, S., Iqbal, Z., Nawaz, N., & Khan, N. (2020). Multi-model ensemble predictions of precipitation and temperature using machine learning algorithms. *Atmospheric Research*, 236, 104806.
- Bayrak, G., & Cansu, K. Ü. P. Yeşil Altyapı Uygulamaları Kapsamında Biyotutma Sistemlerinin Yağmur Suyu Kirlenici Giderim Verimlerinin Değerlendirilmesi. *Kent Akademisi*, 14(3), 853-866.
- Campisano, A., Butler, D., Ward, S., Burns, M. J., Friedler, E., DeBusk, K., ... & Han, M. (2017). Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives. *Water research*, 115, 195-209.
- Cicek, İ. (2001a). Türkiye'de günlük yağış şiddetleri ve frekansları. *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 8, 27-48.
- Cicek, İ. (2001b). Türkiye'de mevsimlere göre yağış şiddetleri ve sıklıkları. *Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 5, 8, 1-26.
- Devkota, J., Schlachter, H., & Apul, D. (2015). Life cycle-based evaluation of harvested rainwater use in toilets and for irrigation. *Journal of cleaner Production*, 95, 311-321.
- Domènech, L., & Saurí, D. (2011). A comparative appraisal of the use of rainwater harvesting in single and multi-family buildings of the Metropolitan Area of Barcelona (Spain): social experience, drinking water savings and economic costs. *Journal of Cleaner production*, 19(6-7), 598-608.
- Gardner, T., & Vieritz, A. (2010). The role of rainwater tanks in Australia in the twenty first century. *Architectural Science Review*, 53(1), 107-125.
- Gursoy-Haksevenler, B. H., Atasoy-Aytis, E., Dilaver, M., Yalcinkaya, S., Findik-Cinar, N., Kucuk, E., ... & Yetis, U. (2021). A strategy for the implementation of water-quality-based discharge limits for the regulation of hazardous substances. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(19), 24706-24720.
- Helmreich, B., & Horn, H. (2009). Opportunities in rainwater harvesting. *Desalination*, 248(1-3), 118-124.
- Morales-Pinzón, T., Lurueña, R., Gabarrell, X., Gasol, C. M., & Rieradevall, J. (2014). Financial and environmental modelling of water hardness—Implications for utilising harvested rainwater in washing machines. *Science of the Total Environment*, 470, 1257-1271.
- O'Gorman, P. A. (2015). Precipitation extremes under climate change. *Current climate change reports*, 1(2), 49-59.
- Sachindra, D. A., Ahmed, K., Rashid, M. M., Shahid, S., & Perera, B. J. C. (2018). Statistical downscaling of precipitation using machine learning techniques. *Atmospheric research*, 212, 240-258.
- Saygın E., & Baykara, M. (2021). Karaciğer Yetmezliği Teşhisinde Özellik Seçimi Kullanarak Makine Öğrenmesi Yöntemlerinin Başarılarının Ölçülmesi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 33(2), 367-377.
- Steffen, J., Jensen, M., Pomeroy, C. A., & Burian, S. J. (2013). Water supply and stormwater management benefits of residential rainwater harvesting in US cities. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 49(4), 810-824.
- Tosunoglu, E., Yilmaz, R., Ozeren, E., & Saglam, Z. (2021). Eğitimde makine öğrenmesi: Araştırmalardaki güncel eğilimler üzerine inceleme. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 178-199.

Turkes, M. (1996). Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 16(9), 1057-1076.

Turkes, M., Telat, K. O. C., & Saris, F. (2007). Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5(1), 57-73.

Ulker, E. (2022). Investigation of Precipitation Potential of Aydın Province by Using Python with Regression Analysis Methods. *2nd International Antalya Scientific Research and Innovation Studies Congress, March 17-21*, 526-531.

Yucel, G. (2022). Risk Altındaki Kültürel Miras: Karadeniz Bölgesi'ndeki Geleneksel Ahşap Yığma (Çantı) Camiler için Değerlendirme. *Kent Akademisi*, 15(2), 481-505.

Yalcinkaya, S., & Uzer, S. (2022). A GIS-based multi-criteria decision support model for planning municipal solid waste collection points: A case study of Çağdaş Neighbourhood, Çiğli District, Izmir, Turkey. *Waste Management & Research*, 40(8), 1297-1310.

Research Article

Submission Date

27 / 06 / 2022

Admission Date

03 / 09 / 2022



İklim Değişikliğinin Malatya İlinde Kayısı Rekoltesi ve Coğrafi Dağılışına Etkileri

Effects of Climate Change on Apricot Harvest and Geographical Distribution in Malatya Province

Yunus Emre Balcıoğlu¹ Coşkun Kaya² Mesut Demircan³ 

How to Cite:

Balcıoğlu, Y. E., Kaya, C., Demircan, M. (2022). İklim Değişikliğinin Malatya İlinde Kayısı Rekoltesi ve Coğrafi Dağılışına Etkileri. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 4 (2), 119-146.<https://doi.org/10.53472/jenas.1136337>**öz:**

İçinde bulunduğumuz yüzyılda, iklim değişikliğinin çevresel etkileri giderek yaygınlaşmakla beraber tarım ürünleri üzerindeki etkisi de önemli derecede hissedilmektedir. Bu nedenle iklim değişikliğinin ve jeomorfolojik yapının kayısı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, dünya kayısı üretiminin en yoğun olarak yapıldığı Malatya ili seçilmiştir. Araştırmada, arazi gözlemleri, anket çalışması ile birtakım meteorolojik ve tarımsal verilerinden yararlanılmıştır. Fenolojik dönemin başlangıçlarını belirlemek için büyüme sezonu başlangıcını tayin eden 6 ardışık gün metodu kullanılmıştır. Sıcaklık ve don parametrelerinde görülen değişimler için Mann Kendall sıralı istatistik metodu ile doğrusal trend analizi yöntemlerinden yararlanılmıştır. Anket sonuçlarına göre özellikle 2000 yılından sonra verimde bir düşüş ve kayısıya zarar veren olaylarda bir artış olduğu görülmüştür. 1980-2020 yıllarını kapsayan dönemde yıllık sıcaklık ortalamalarında doğrusal trend analizine göre toplam 2,4 °C ve aynı dönemin ortalama sıcaklığına göre 1.3 °C'lik bir artış olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte kayısı fenolojik safhasının başlamasında 20.2 günlük bir erkene kayma olduğu ortaya çıkarılmıştır. Öte yandan ilkbahar geç donlarının sıklık ve sürekliliklerinde bir artış olduğu ve bu hadiselerinin kayısı rekoltesi üzerindeki etkisinin önemli olduğu görülmüştür. Bunun haricinde iklimde meydana gelen ısınma, yüksek plato sahalarında susuz kayısı yetiştiriciliğinin ortaya çıkmasına imkân sağlamıştır. Sonuç olarak iklimde görülen değişimin, kayısı ürününün rekoltesi ve coğrafi dağılışı üzerinde görülen birtakım etkileri farklı açılardan ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Kayısı, Malatya**ABSTRACT:**

In the 21st century, the environmental effects of climate change are gradually becoming prevalent and its impact on agriculture production is felt substantially. For this reason, in this study, Malatya which has the most intense apricot production in the world was selected and the influence of climate change as well as geomorphological structure on apricot was investigated. In the research, field observations, a questionnaire, and several meteorological and agricultural data sets were utilized. So as to determine the onset of the phenological season, the method of 6 consecutive days was used to define the launching of the growing period. For determining changes in temperature and frost parameters, Mann Kendall sequential statistical and linear trend analyses were used. According to questionnaire results, a decrease in yield and an increase in events that are detrimental to apricot, especially after the 2000s were determined. Regarding the linear trend analysis, it was observed that the annual average temperature totally increased by 2.4 °C between 1980 and 2020. Besides, in respect of the average temperature of the same period, the temperature increased at

¹ **Corresponding Author:** İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, balciogluyunusemre@gmail.com,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9873-9687>

² Iğdır Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, coskun.kaya@igdir.edu.tr,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2399-6181>

³ Meteoroloji Bölge Müdürlüğü (Iğdır), mdemircan@mgm.gov.tr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5334-7898>



1.3 °C was calculated. Meanwhile, it was found that the beginning of the apricot phenological stage moved by 20.2 days to an earlier time. In addition, it was detected that the late spring frost's occurring frequency numbers and duration increased and its effect was found to be vital to the apricot crop. In addition to these results, warming in climate allowed non-irrigated apricot cultivation in upland areas. As a result of, climate changes, several effects on the yield and geographical distributions of apricot products have been tried to reveal from different perspectives.

Keywords: Climate change, Apricot, Malatya

GİRİŞ:

Dünya, üzerinde yaşamın olması nedeniyle Güneş sistemindeki diğer gezegenlerden ayrılmaktadır. İklim, Dünya üzerinde canlıların var olması, yaşamlarını sürdürebilmeleri ve gerekli olan uygun yaşam ortamlarının dağılımını belirleyen olgulardan bir tanesidir. İklim, canlı türlerinin farklılıklarını ve dünyadaki dağılımı ve türler arasındaki farklılıkları belirlemede olup bu konu doğrudan iklim kuşakları aracılığıyla da ortaya konabilmektedir. Dünyadaki her bir canlı türü belirli iklim koşullarında; diğer bir anlatımla sıcaklık, yağış, nem vb. parametrelerin değer aralığında yaşayabilmektedir; bu koşullar her bir canlı için iklimsel (klimatik) yaşam alanlarını tanımlamamıza yardımcı olmaktadır. Ayrıca, insan faaliyetleri ile oluşan sektörler için de sektör faaliyetleri kapsamında iklimsel eşik değerleri belirlenebilir. İklim, insanların sosyal ve ekonomik faaliyetlerini yapmış olduğu olumlu/olumsuz etkilerle dolaylı/direkt etkilemekte ve belirlemektedir (Demircan, vd., 2017).

Dünya, günümüzde bir takım çevre sorunları ile karşı karşıya kalmış olup iklim değişikliği bu sorunların en önemlisi olmakla birlikte en kapsamlı şekilde ele alınanıdır. Türkiye'nin içinde olduğu Akdeniz Havzası, iklim değişikliği ve buna bağlı olarak sıcaklık artışı, su kıskısı, kuraklık vb. nedenlerle en fazla etkilenecek bölgelerden bir tanesidir. Bu durum, bölgede yaşayan insan/canlılar ile sosyo-ekonomik sektörleri ve özellikle çalışmanın konusu olan tarım sektörünü de etkileyecektir.

Türkiye'de 2006 yılından bu yana iklimdeki gelecek değişimleri ve iklim değişikliğinin Türkiye'ye etkilerini ortaya koymak için bölgesel iklim modelleme çalışmaları yapılmış ve geleceğe ait sıcaklık, yağış, nem, buharlaşma vb. iklim öngörülleri (projeksiyonları) üretilmiştir. Bu öngörüller üzerinde ülkemiz su pontansiyeli başta olmak üzere, tarım, ormancılık, şehircilik, afetler vb. konularda etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır. Sektörlere olan etkiler ışığında uyum planları geliştirilmektedir (Demircan, vd., 2017).

Meteoroloji Genel Müdürlüğünün 2021 Yılı İklim Değerlendirmesi raporunda; 2021 yılı Türkiye ortalama sıcaklığının 14.9 °C ile 1981–2010 ortalaması olan 13.5 °C'nin 1.4 °C üzerinde gerçekleştiği belirtilmektedir. Ayrıca, en sıcak yılın 15.5 °C değeri ile 2010 yılı olduğu, 2021 yılının ise 14.9 °C ile en sıcak 4. yıl olduğu ifade edilmektedir. Raporda Türkiye ortalama sıcaklıklarında 1998 yılından bu yana (2011 yılı hariç) pozitif sıcaklık farkları olduğu, diğer bir anlatımla son yirmi iki yılın normalerinden sıcak geçtiği vurgulanmaktadır (MGM, 2022). Dünya Meteoroloji Organizasyonu (WMO, 2021) raporuna göre, 2021 yılında küresel ortalama sıcaklık, 1850–1900 ortalamasının 1.11 ± 0.13 °C üzerinde gerçekleşmiştir. Analizde kullanılan altı veri setlerine göre, 2021'i küresel olarak kaydedilen en sıcak altıncı yıl olmuştur ve 2015 ile 2021 yılları arasındaki yılların kaydedilen en sıcak yedi yıl olduğu ifade edilmektedir (WMO, 2022).

Su Yönetimi Genel Müdürlüğünün (SYGM) yapmış olduğu İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesinin sonuçlarına göre; Türkiye üzerinde özellikle 2091-2100 yılları arasında iyi ve kötü senaryoya göre sıcaklık artışlarının 2 °C ile 5,9 °C arasında olabileceğinin öngörüldüğü ifade edilmektedir (SYGM, 2016). Ayrıca raporda, Fırat Dicle Havzası üzerinde yaz aylarındaki beklenen sıcaklık artışlarının diğer mevsimlere göre daha yüksek ve diğer bölgelere göre ise daha hızlı olduğu belirtilmektedir. Sıcaklık artışlarının 2100'lere doğru, özellikle Türkiye'nin doğu ve güneydoğusunda 4-6 °C'ye ulaşacağına beklendiği vurgulanmaktadır.

Türkiye özelinde yapılan iklim öngörü çalışmalarının sonuçlarına göre, aylık, mevsimlik ve yıllık ortalama sıcaklıklarda artış olacağı ve bu artışların; 2040 yılına kadar 1 - 2 °C arasında; 2070 yılına kadar 2 - 4 °C arasında ve 2099 yılına kadar 5 °C ulaşabileceği öngörülmektedir. Bazı model ve senaryolarda ise 2099 yılına kadar bu artışların kış mevsiminde 3 °C ve yaz mevsiminde 8 °C'ye ulaşabileceği de ifade edilmektedir. Türkiye'nin yağışlarında; genelde kış mevsimi artışlar, ilkbahar ve yaz mevsiminde genelde Türkiye'nin kıyı ve kuzeydoğu kesimleri dışında azalışlar ve sonbahar mevsiminde genel olarak azalışlar olacağı öngörülmektedir. Bu çalışmalarda Türkiye'nin yağış rejimindeki düzensizlik en önemli çıktıdır. İklim değişikliğinin Türkiye yağışlarına etkileri bağlamında, genel olarak nehir havzalarındaki yağış miktarındaki azalışlar; kış yağışında yağış cinsi değişiklikleri ve şiddetli yağışlarda artışlar öngörülmektedir (Demircan, vd., 2017 a,b).

Tarım sektörü ve özellikle meyvecilik alanı önemli bir derecede iklime bağlı bir husustur. Yetiştirilen meyve ağaçlarının dinlenmesi, çiçeklenmesi ve meyve süreci, uygun sıcaklık, yağış, nem, rüzgâr vb. parametrelere sahip olmadığı takdirde verimde bir düşüş yaşanabilmektedir. Bu durum başta üretici olmak üzere birçok sektörü ve ülke ekonomisini etkileyebilmektedir. Günümüz iklim

koşulları da göz önüne alınırsa sıcaklık ve yağışlarda görülen değişiklik ve değişkenlik, tarım ve meyvecilik sektörünü daha şiddetli bir şekilde etkileyeceği düşünülebilir.

Tarım sektörü kapsamında bitki türlerinin iklimik yaşam alanlarının değişimi, mevcut tarımı yapılan bitkilerin kuzeydoğuya ve yükseklerle doğru kayışı, sulama ihtiyaçlarının artışı, bitki zararlı ve hastalık bölgelerinin değişimi ve genişlemesi ile yenilerinin ortaya çıkabileceği öngörüler arasında olduğu ifade edilmektedir. Yeni iklim koşullarının tarım sektörüne olan zararını en aza indirmek için her bitki ve her zararlı/hastalık özelinde uyum çalışmaları geliştirilmelidir Demircan, vd., 2017 a).

Kayısının anavatanı Orta Asya, Batı Çin ve İran-Kafkasya ve Türkiye ile başta Akdeniz ülkeleri olmak üzere Dünyada birçok ülke tarafından ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan önemli bir meyve türü olduğu ifade edilmektedir. Dünyada kayısı çeşidi ve melezi yaklaşık 1750'nin üzerinde olup Türkiye ve diğer ülkelerde ekonomik yetiştiriciliği yapılan kayısı çeşidi sayısı yaklaşık beş ila on tane dir. Kayısı; sofralık ve kurutmalık olarak iki tür halinde üretilmektedir. Türkiye'de neredeyse kurutmalık kayısının tamamı Malatya'da üretilmekte olup bununla birlikte Elazığ, Erzincan ve Sivas'ta da önemli miktarda üretimi mevcuttur. Malatya'nın en önemli kurutmalık kayısı çeşitleri; Hacihaliloğlu, Kabaası, Çataloğlu, Cöloğlu ve en önemli sofralık kayısı çeşitleri; Hasanbey, Aprikoz, Şekerpare, Alyanak kayısılarıdır. Kayısı, iklim istekleri bakımından, kış mevsimlerinin genellikle soğuk, yaz mevsimlerinin sıcak olduğu bölgelerde yetişmektedir. Bununla birlikte, kayısı meyvelerinin kaliteli olabilmesi için havanın neminin de uygun seviyede olması gerekir. Hava neminin çok düşük olması, meyve dökümü fazla olmasına; yüksek olması ve yağışın normalinin üzerinde olması durumunda da ise çil ve manolya gibi hastalıkların etkisini artırmaktadır. Kayısı gelişmesini (türüne göre değişmekle birlikte) normal şekilde devam ettirmesi için belirli bir sıcaklığın toplam değerine gereksinimleri vardır. Yıllık sıcaklık toplamının, belirli bir türün o bölgede yetiştirilebilmesi için en küçük sınır değer olarak tespit edilmiş sıcaklık derecesinin üstünde geçen saatler toplamı olarak hesaplanmıştır. Gerekli sıcaklık toplamının karşılandığı sürede meyve olgunlaşması gerçekleşir. Kayısının düşük nem ve yüksek sıcaklık isteğine karşılık; sıcaklıklardaki ani ve fazla artması, yaprak ve meyvede güneş yanığına, meyvelerin büyümemesine, meyve çekirdeğinde çatlama ve çürüme gibi zararlar ortaya çıkmaktadır. Kayısı üretimine zarar veren en önemli iklim olayı ilkbaharda meydana gelen geç donlardır. Çiçek ve meyvenin küçük olduğu zamanda ortaya çıkan bu donlar, üründe büyük kayıplara neden sebep olabilmekte, hatta bazı yıllarda hiç ürün alınmamaktadır Kurutmalık kayısı türleri; sofralık ve turfanda türlerine göre daha uzun soğuklama sürelerine gereksinimleri vardır (MEB, 2011).

Fırat Kalkınma Ajansı tarafından "Kayısı Araştırma Raporu" 2010 yılında hazırlanmıştır. Bu raporda ekstrem iklim koşullarının yaşandığı 1936, 1941, 1944 ve 1951 yıllarında meydana gelen şiddetli kış veya ilkbahar donları nedeniyle kayısı ağaçlarının zarar gördüğü ve Malatya kayısısı üretiminin olumsuz yönde etkilendiği ifade edilmektedir. 1960'lı yılların başında dondan zarar gören çiftçilerin kayısı ağaçlarını söktüğünü ve yerine elma fidanı diktiğini veya sebze yetiştiriciliğine döndüğünü; 1970'li yıllardan itibaren kuru kayısı ihracatının ve ekonomik öneminin artması sonucunda yeniden kayısı üreticiliğine yönelişin başladığı belirtilmektedir. Raporda, kayısı üretimi ile ilgili birçok soruna değinilirken; iklim değişikliğinin kayısı üretimi ve ekonomisine olan etkisinden bahsedilmemiştir (FKA, 2010).

Bartolini vd. (2019) tarafından yapılan "Forty-year investigations on apricot blooming: Evidences of climate change effects" adlı çalışmada sıcaklıklar trend analize göre 1973-2016 yılında sert bir şekilde artmış ve özellikle bu artışların aylık olarak kasım ayında 1.9 °C ve ocak ayında 3 °C olarak arttığı tespit edilmiştir. Kayısının soğuklama ihtiyacı süresinde ise aynı dönemde aşırı şekilde bir düşüş olmuş ve bu düşüş %40 oranına yakın bir değer kazanmıştır. Çiçeklenme şiddet indeksinde ise özellikle 1990'lı yıllardan itibaren bir düşüş gözlenmiş ve gözlenen aynı dönem aralığında toplam %50 oranında bir düşüş gerçekleşmiştir.

Gunduz, Ceyhan, Bayramoglu (2011) tarafından ele alınan "Influence of Climatic Factors on Apricot (Prunus armeniaca L.) Yield in the Malatya Province of Turkey" adlı çalışmada ise sıcaklık ve yağış elemanlarının kayısı verimine etkileri değerlendirilmiştir. Buna göre, çiçeklenme dönemindeki yağışların kayısı verimine etkisi pozitif olurken nem ve minimum sıcaklıkların negatif bir etkisi olduğu gözlenmiştir. Dikim zamanındaki yüksek sıcaklıkların da yine verime etkisi negatif yödedir.

Güser vd. (2017) yılında yaptıkları "Don Afetinin İklim Değişikli Projeksiyonlarına Göre İncelenmesi" çalışmalarında minimum sıcaklıklarda ortaya çıkacak artışlara bağlı olarak donlu gün ve don afeti sayılarında azalış olacağını öngörüsünü ortaya koymaktadırlar.

T.C. Gıda Tarım Hayvancılık Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü tarafından yapılan Ulusal Kayısı Çalıştayında (2014) "İklim Değişikliklerinin Kayısı Yetiştiriciliğine Etkileri" tartışılmış ancak sigorta, ilkbahar erken donları uyarı sistemleri vb. mevcut duruma göre çözüm önerileri getirmişlerdir.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü tarafından "İklim Değişikliği ve Tarım Değerlendirme Raporu" 2021 yılında hazırlanmıştır. Raporda kayısı ile ilgili özet şekilde, iklim değişikliği konusunda kamu spotları, uyum için bölgesel eylem planları oluşturulması, sigorta desteği ve erken uyarı sistemlerinin yaygınlaştırılması vb. önerilerde bulunulmuştur.

Bu çalışmada, daha önceki yapılan çalışmalar da göz önüne alınarak Malatya ilinde jeomorfolojik yapı ve iklim parametrelerinin birleşerek kayısı tarımı üzerindeki etkisinin istatistiksel, gezi-gözlem ve anket görüşmeleri kapsamında geniş bir çerçevede değerlendirilmediği görülmüştür. Bu nedenle çalışma, Malatya'da kayısının yetiştirme alanlarının jeomorfolojik-fiziksel yapısı, iklimi, iklimdeki değişimin belirlenmesi, çiftçilerin davranışı ve iklim değişikliği bağlamında kayısı tarımı ve üretimi incelenerek öneriler getirmeyi amaçlanmıştır.

2. Veri ve Yöntem

Küresel iklim değişikliği ve jeomorfolojik yapının kayısı rekoltesi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu çalışma, literatür taraması, arazi çalışması ve ofis çalışması olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan 1980-2020 yılları arasındaki meteorolojik veriler, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır. Çalışma sırasında iklim değişikliğini ortaya koymak ve etkilerini belirleyebilmek için fiziki ve sosyal analizler yapılmış olup; bu nedenle çalışma için gerekli her bir ürün (grafik, harita, tablo vb.) ve analizin ruhuna uygun yöntemler kullanılmıştır.

İklim değişikliği çalışmalarının en temel ürünleri mevcut iklimi ve iklimdeki değişimleri ortaya koyan iklim harita ve grafikleridir. Sıcaklık ve yağış (1981-2010 dönemi) normallerinin haritalarını yapmak için yükseklikle sıcaklık ve yağış değerlerinin azalış/artış ilişkisi kullanılmıştır (Demircan vd., 2011). Aylık ortalama sıcaklık normalleri için yükseklik/sıcaklık (Lapse Rate) azalış değerinin 0.5 °C olduğunu önermişlerdir. Bu önerme çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır (Demircan vd., 2013; Demircan vd., 2014; Yıldırım vd., 2016; Demircan, vd., 2017 a). Sıcaklık verileri bu yöntemle 1km çözünürlüklü yükseklik (SRTM) verileri ve Coğrafi bilgi sistemlerinde Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Tekniği (Inverse Distance Weighted – IDW) kullanılarak modellenmiştir. Yağış verileri için Schreiber'e atfedilen (Ardel ve ark., 1969) formül, 1km çözünürlüklü yükseklik verileri ve IDW kullanılarak yağış modellenmiştir.

İstatistik çalışmalar için özellikle veri setinin eksik olmadığı Malatya Meteoroloji İstasyonu'ndan günlük ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri ile günlük minimum sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Verilerin kalite kontrolü ve homojenlik testi için R programlama (R programming) yazılımının 3.6.2. sürümü kullanılmıştır. Homojenlik testlerinde ise Malatya İstasyonu'nun yıllık ortalama ve günlük minimum sıcaklıklarında sadece 1989 yılında bir kırılma tespit edilmiştir. Bu durumu verilerin güvenilirliğini doğrulamaktadır. Yıllık ortalama sıcaklığın trend analizi için MakeSens programı kullanılmış ve Mann Kendall trend analizi ile yıllara göre anlamlı bir sıcaklık değişimi olup olmadığı tayin edilmiştir.

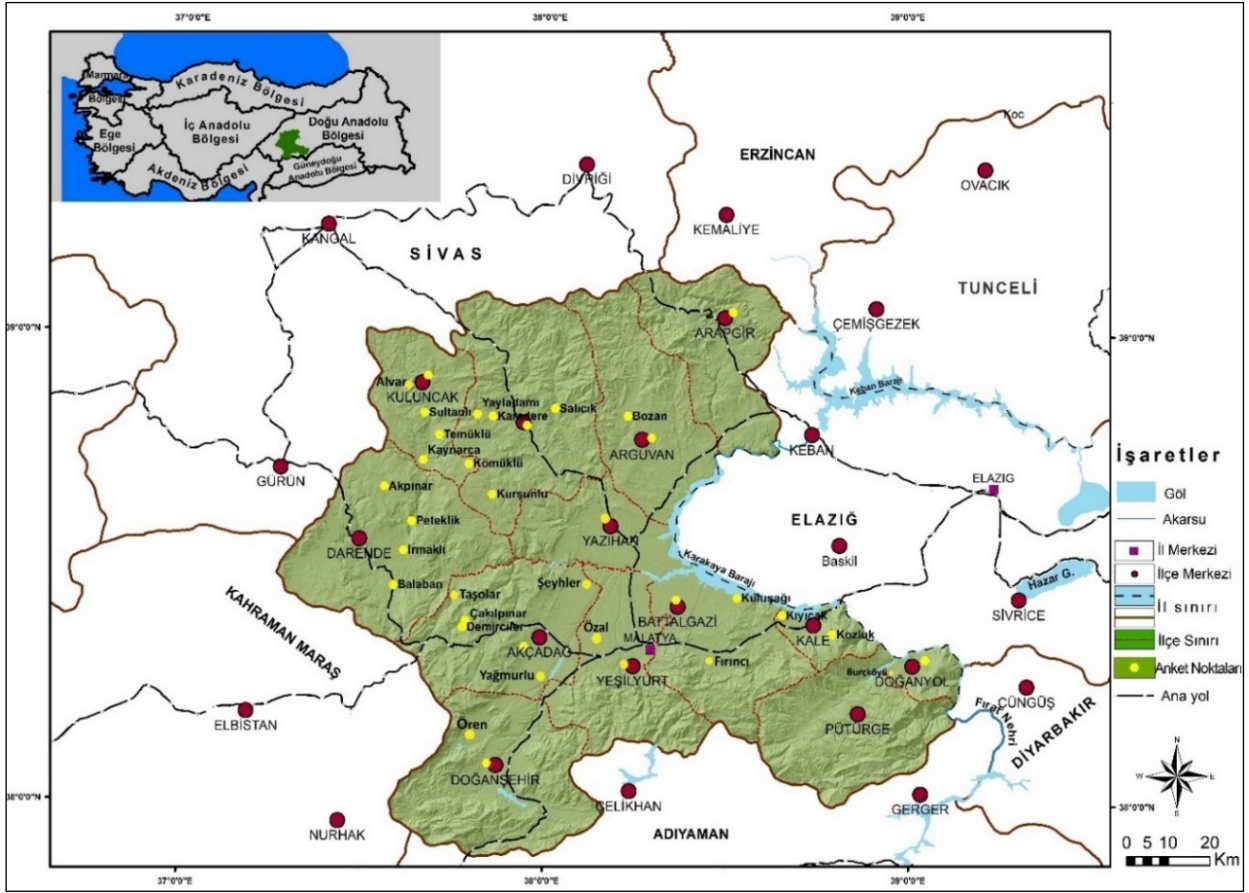
Ayrıca meteorolojik veriler ile TÜİK'den elde edilen ağaç başına kayısı rekoltesi verisi karşılaştırma yapıp yıllara göre ilkbahar geç donları ile kayısı rekoltesi arasındaki ilişkiye odaklanarak ve kayısı fenolojik safhanın başlangıç tarihleri ile bu bağıntı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Buna göre İklim Değişikliği Belirleme, Gözleme ve İndis Uzman Grubu (ETCCDMI) tarafından uygulanan, büyüme sezonu uzunluğunun başlangıcı olarak kabul edilen 6 ardışık gün yöntemi kabul edilmiştir. (Alexander & Herold, 2016). Sıcaklık derecesi olarak ise kayısının fenolojik döneminin başlangıcı olarak kabul edilen (Asma, 2011) 6.5-7 °C günlük ortalama sıcaklığı baz alınmıştır.

Çalışmada ayrıca 12,5 metre çözünürlüklü sayısal yükselti modeli üzerinden CBS ortamında çeşitli haritalar üretilmiştir. Bu haritalardan, çalışmada ele alınan potansiyel susuz kayısı sahaları yükselti, toprak, sıcaklık, yağış gibi parametreler dikkate alınarak susuz kayısı yetiştiriciliği için uygun olan alanlar tespit edilmiş ve çalışma tamamlanmıştır.

Çalışma da kullanılan bir diğer veri setini, yüz yüze veya ulaşılamayan pilot noktalar için internet ortamında (online olarak) yapılan anket çalışması sonuçları oluşturmaktadır. Anket çalışması için Etik Kurul izni, İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu Başkanlığı onayınca 17.01.2022 tarihinde alınmıştır. Anket sonuçlarının değerlendirilmesi için ise SPSS (Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi) programından yararlanılmıştır. Bu programda, anket sorularının niteliğine göre ortalama veya yüzde hesaplamaları yapılmıştır.

2.1. Çalışma Alanı

Doğu Anadolu Bölgesi, Yukarı Fırat Bölümü'nde yer alan Malatya, coğrafi koordinat sistemlerine göre 37°52'-39°09' kuzey enlemleri ile 37°16'-39°09' doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Türkiye il idari (mülki) taksimata göre 12,313 km²lik alan kaplayan Malatya; doğuda Elâzığ, güneydoğuda Diyarbakır, güneyde Adıyaman, kuzeyde Erzincan ve Sivas, batıda ise Kahramanmaraş ve Sivas il toprakları ile çevrilidir.



Şekil 1. Malatya İli Lokasyon Haritası

2.2. Malatya'nın Fiziki Coğrafyası

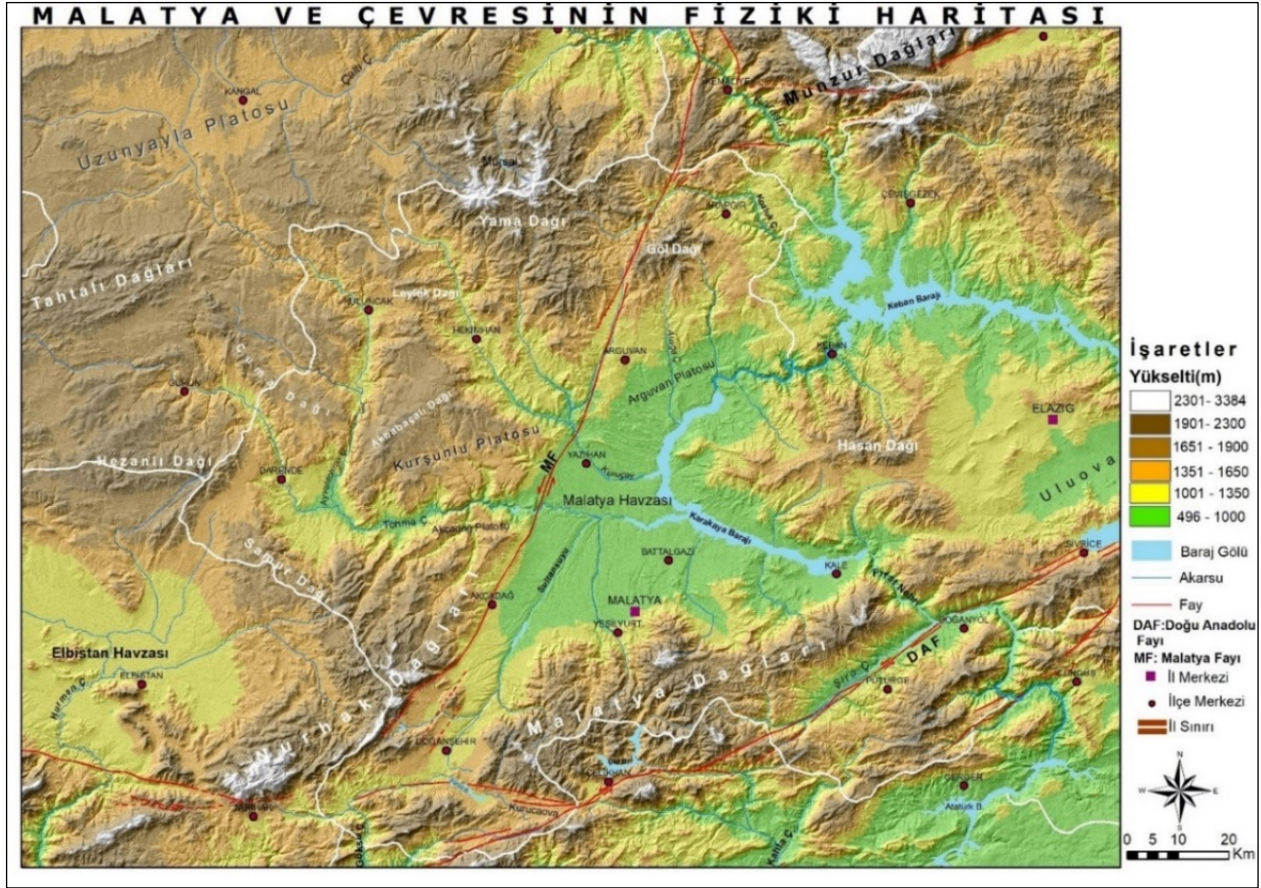
Türkiye'nin doğusu oldukça yüksek ve dağlık bir coğrafi yapıya sahiptir. Bu özellikleri ile bölge sınırları çizilen Doğu Anadolu Bölgesi, ülkenin oldukça iç kesimlerinde bulunan Kayseri (Sarız) ili topraklarına kadar uzanır. Bölge'nin dağlık bir yapıya sahip olması, Alpin Orojenik özelliği taşıyan Doğu Toros dağ kuşağının bölgeyi doğu-batı istikametinde kat etmesinin sonucudur. Doğu Toroslar batıda Zamantı Irmağı Vadisi ile başlar, Kahraman Maraş dolaylarında çatallanıp doğuya doğru kuzey ve güney olmak üzere iki kol hâlinde uzanarak Doğu Anadolu Bölgesi'nin dağlık sistemini oluşturur. Doğu Toroslar'ın kuzey kanadına İç veya Antitoros, güney kanadına Dış ya da Güneydoğu Toros dağ silsilesi olarak isimlendirilir (Darkot, 1943; İzbırak, 1983). Bu iki dağ sisteminin arasında neotektonik faylar ve akarsular tarafından şekillenen havzalar gelişmiştir. Bu havzalardan biri olan Malatya Havzası, kuzeyde Antitoros, güneyde Güneydoğu Toros sıradağları arasında kalan morfotektonik bir havzaya karşılık gelmektedir. Havza; güneyde Malatya Dağları, batıda Nurhak ve Akbabaçalı Dağı ve bunları çevreleyen 1500-1800 m rakımlı yüksek plato sahaları ile çevrelirken; kuzeyde Neojen volkanizması ürünü olan Yama Dağı, doğuda ise Hasan Dağı (Elâzığ) ile sınırlanır (Şekil 2). Havzayı çevreleyen bu doğal sınırları aynı zamanda büyük oranda Malatya ili sınırlarını da (Elibüyük, 1994) oluşturmaktadır.

Malatya arazilerinin %41'ini dağlar, %46'sı platolar, %13'ü ise ovalardan oluşmaktadır. Dağlık sistemler Oligosen'den günümüze gerçekleşen güçlü tektonik hareketler sonucunda havza ve ovalara göre belirginlik kazanmıştır (Erol vd., 1987). Topoğrafik belirginlik güneyde Malatya Dağları (2550 m) ile Malatya Havzası arasında ve Nurhak Dağları (2700 m) ile Doğanşehir-Polat Depresyonu arasında 1800 m'ye kadar çıkmaktadır. Batıda bu belirginlik Tohma, Ayvalıtöhma Çayı vadi tabanları ile çevredeki dağlık küteller arasında 1500 m'yi bulmaktadır. Bununla birlikte ilin bu bölümündeki; Samur Dağı (1922 m) Hezanalı Dağı (2283 m) Akbabaçalı Dağı (2164 m) Cuma Dağı (2029 m) gibi kireçtaşlarından oluşan dağlık kütleler, çevredeki plato sahaları üzerinde 500 m'yi geçmeyen nispi yükseltiye sahip adatepelere ve yumuşak sırtlar hâlinde yükselmektedir (Kaya, 2020). Malatya ilinin kuzey kesimini oluşturan Yama Dağı (2717 m) ve volkanik yöresindeki Leylek Dağı (2052 m), Göl Dağı (2402 m) gibi volkanik kütleler ile Kuruçay ve Kozluk Çayı vadi tabanları arasında da 1500 m'yi bulan nispi yükselti farkı bulunur. Sonuçta, Malatya güneyinde Fırat Vadisi'nde 550 m seviyelerine kadar yükselti değerleri düşerken Yama Dağı ve Nurhak Dağları kütlelerinde 2700 metrelere kadar rakım çıkmakta ve

bu yükselti aralığı arasında farklı iç ve dış dinamiklerin denetiminde derin vadiler/depresyon sahaları oluşmuştur. Yükselti farkının oluşmasında güneyde daha çok neotektonik faylar (DAF-MFZ) etkin iken diğer bölümlerde flüvyal süreçler baskın durumdadır.

Malatya'da plato sahaları geniş alanlar kaplar. Farklı denüdasyonel, iklim ve tektonik süreçler altında ve seviyelerde yapısal ve aşınım yüzeyleri gelişmiştir. Bu kapsamda 750-1000 m, 1200-1500 m, 1500-1800 m olmak üzere 3 farklı plato yüzeyi görülebilmektedir. 750-1000 m rakımlı platolar Malatya Havza'sı taban kesiminde bulunmaktadır. Dik bir üçgeni andıran Malatya Havzası, Fırat Nehri ile ona batıdan karışan Kuruçay, Tohma Çayı ve Sultansuyu tarafından 70-100 m derinlikte yarılarak parçalara ayrılır. Bu gömük vadiler arasında Sultansuyu ve Tohma Çayı arasında *Erhaçdüzü*; Tohma Çayı ile Kuruçay arasında *Yazıhandüzü* adı verilen gayet düz platolar yer alır (Erinç, 1953; Erol vd., 1987). 1200-1500 m arasında bulunan platolar; Darende-Balaban (Foto 1b), Ayvalı-Kuluncak, Hekimhan, Doğanşehir havzaları tabanlarında, 3. jeolojik zaman dolgu depolarının (çakıltaşı-kumtaşı-marn) akarsular tarafından 100 m kadar yarılması sonucunda oluşmuştur (Günek, 1995; Kaya, 2020) Ayrıca 1200 m ortalamaya sahip Arguvan Platosu, aşınım yüzeyi özelliğinde Pliosen süresince gelişmiştir (Elibüyük, 1994). Malatya Dağları'nda bu yüzeyler, Şiro Çayı Vadisi boyunca 1350-1450 m (Özdemir, 1994) seviyelerde gözlenir. Bu çalışmada bu iki seviyeye sahip platolar alçak platolar olarak adlandırılmış ve genellikle jeomorfolojik havzaların tabanlarında geniş alanlar kaplamaktadır (Şekil 5 Foto 1b). Türkiye'de Oligo-Miyosen'de nemli iklim şartları altında gerçekleşen peneplenleşme sonucunda oluşan (Erinç, 1953; Şaroğlu & Güner, 1981; Erol vd., 1987; Karadenizli vd, 2016) ve günümüzde Malatya'da 1500-1800 m yükseltilerde bulunan kalker aşınım yüzeyleri (ekshüme) ile Miyosen sonrasında gerçekleşen dikey tektonik hareketler ile ilksel konumlarını kaybetmeden bu yükseltilere kavuşan yapısal neojen platolar, Nurhak Dağları ile Tohma Çayı arasında *Akçadağ Platosu*; Tohma Çayı ile Kuruçay arasında *Kurşunlu Platosu* olarak isimlendirilmektedir. Bu yükselti kuşağında bulunan platolar ise çalışmada yüksek platolar olarak sınıflandırılmıştır.

Malatya ilinde Doğu Toroslari oluşturan dağ sıralarını ve platoları kesen Fırat Nehri ve kolları dar ve derin kanyonlar oluşturarak jeomorfolojik havzaların gelişimini denetlemiştir. Hekimhan Havzası'nı Kuruçay, Darende-Balaban, Ayvalı-Kuluncak havzalarını Tohma Çayı ve alt havzası olan Ayvalıtohma Çayı gibi akarsular, Kuvaterner başlarında Fırat akaçlama havzasına dâhil olarak (Erol vd., 1987; Sunkar vd, 2008) kanyon vadileri oluşturmuş ve bu süreçte Paleojen havza dolgu depolarının erozyonel süreçler ile aşınarak jeomorfolojik havzalar şekillenmiştir. Tohma Çayı üzerinde gelişen (İlhan, 1970; Erol vd., 1987; Kaya, 2020; Gürgöze & Uzun, 2020) Ozan, Tohma, Karacehennem kanyonları ile Kozluk Çayı üzerinde gelişen Kayaarası Kanyonu (İskender, 1994) gibi vadiler aynı zamanda akarsu boylarında taşkın ovalarının gelişiminde kilit rol oynamıştır. Akarsular ile taşınan alüvyonlar yatağı dar ve menderesli olan kanyon vadiler tarafından tutularak taşkın ovalarının gelişimine katkı sağlamıştır. Taşkın ovaları 700-1350 m yükselti değerleri arasında, yer yer 2 km'yi bulan genişliği ile Tohma Çayı ve kolları, Sultansuyu, Kuruçay ve kolları, Aliğa Çayı üzerinde, özellikle kırıntılı çökellerin bulunduğu kesimlerde genişlik kazanmaktadır. Malatya'nın güneyi ve doğusunda ise Malatya Havzası başta olmak üzere; Şiro Çayı Vadisi, Kurucaova, Erkenek Polyesi, Doğanşehir, Sürgü, Polat depresyon veya ovaları; Doğu Anadolu Fayı (DAF), Malatya Fayı (MF) gibi neotektonik dönemde gelişen faylar tarafından şekillenmiştir (Sunkar vd, 2008a; Kuzucuoğlu vd, 2019).



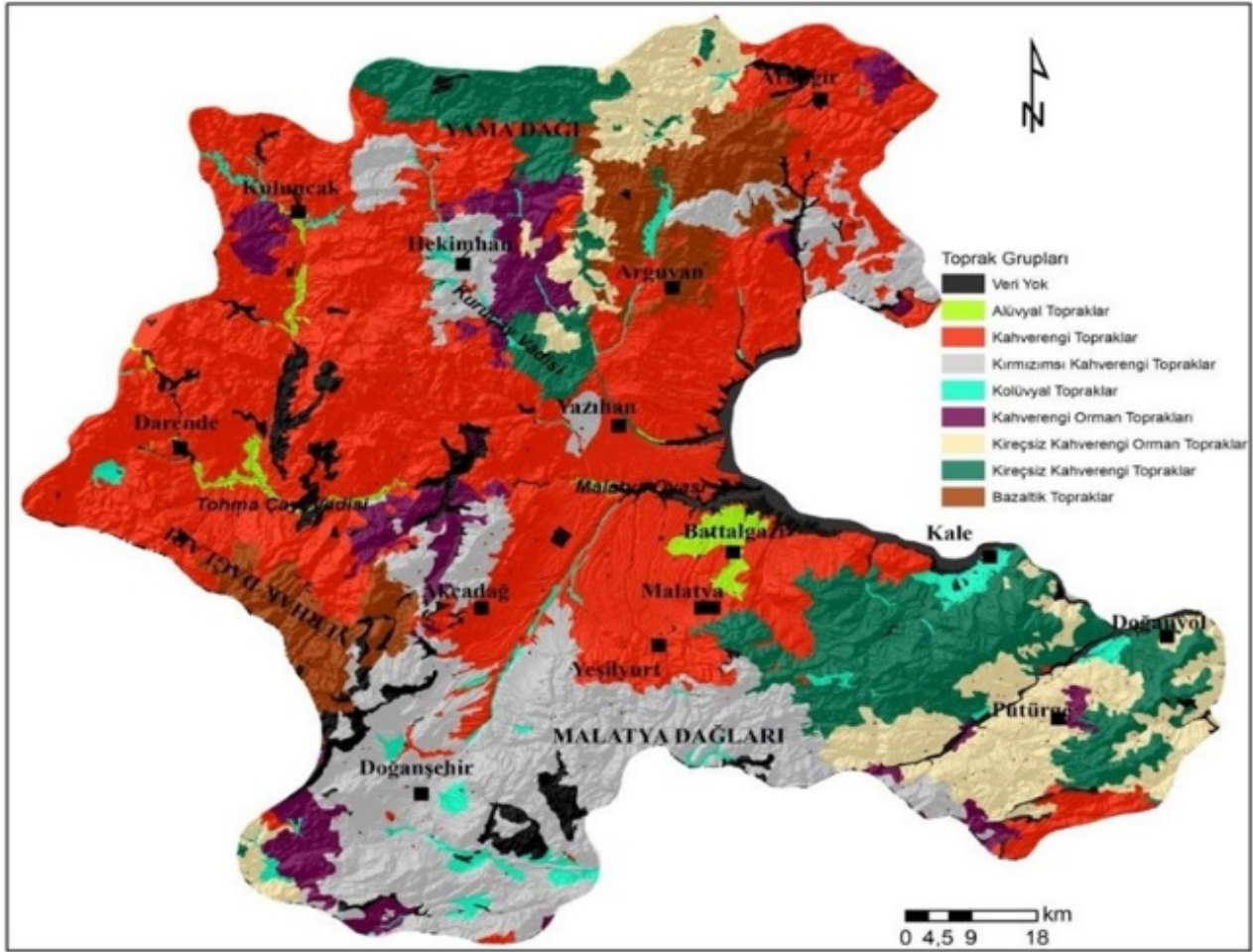
Şekil 2: Malatya ve Çevresinin Fiziki Haritası

Malatya ili topraklarının büyük bir kısmı (Darende güneyinde Hurman Çayı dışında) Fırat Nehri akışma havzasında yer alır. Fırat Nehri ilin doğu sınırlarını oluşturmakta ve üzerinde kurulan Keban, Karakaya, Atatürk Baraj göllerine Malatya sınırları içerisinde kaynağını alan veya geçen nehrin batı kolları dökülmektedir. Fırat'ın bu kollarından olan Tohma Çayı ve alt havzaları (Ayvalıtohma, Ebreme Ç.) Darende, Kuluncak, Yazihan çevrelerini, diğer kolları olan Sultansuyu; Doğanşehir, Akçadağ çevrelerini, Kuruçay ve Aliğa Çayı; Hekimhan, Arguvan yörelerini, Şiro (Ömerli) Çayı; Pütürge-Doğanşöl çevrelerini drene ederek Karakaya Baraj gölüne karışırlar. Bununla beraber Arapgir çevresini Kozluk Çayı drene ederek Keban Baraj gölüne, Doğanşehir ve Pütürge güneyinde kalan sahaları ise Göksu Çayı, Kahta Çayı ve dönemsel birtakım dereler drene ederek Atatürk Baraj gölüne dökülürler. Düzensiz bir rejime sahip olan akarsuların debileri ilkbahar başlangıcında yükselirken yaz sonuna doğru azalmaktadır. Kaynaklarını Torosların iç ve dış sıradağlarından alan bu akarsuların birçoğu sentripetal drenaj ağı ile Malatya Havzası'na doğru yönelirler. Akarsuların sentripetal drenaj ağı ile kazdığı vadiler, Türkiye'nin diğer bölgeleri ile Malatya Havzası arasında hava dolaşımı ve ulaşım faaliyetlerinin bölgeye nüfuz etmesine imkân sağlamaktadır.



Fotoğraf 1: a. Akbabaçalı Dağı çevresinde yüksek platolar (1500-1800 m) b. Darende-Balaban Havzası içerisinde farklı jeomorfolojik birimlerin arazi görünümü

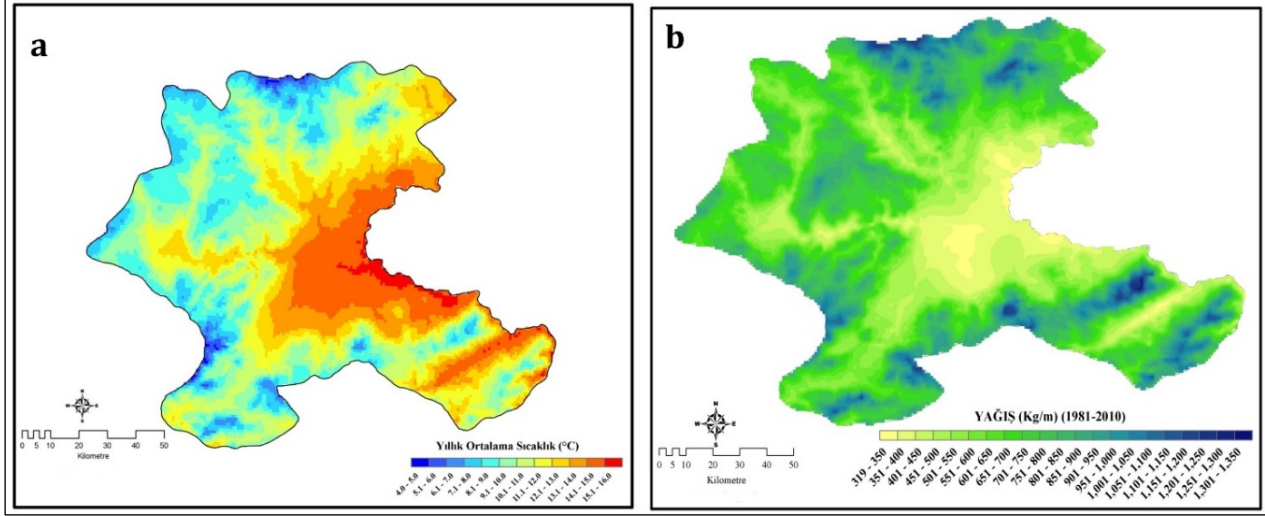
Malatya topraklarının %41,5 kahverengi step topraklardan, geri kalanları ise sırasıyla; kırmızımsı kahverengi topraklar (%17,3), kireçsiz kahverengi topraklar (%11,5) ve kireçsiz kahverengi orman toprakları (%10,4) gelmektedir. İlde bunlardan daha az yaygın olarak bazaltik topraklar ve kahverengi orman toprakları bulunmaktadır. Alüvyal topraklar %1,6 kolüvyal topraklar ise %2,5 oranındadır. İlde tarım altındaki toprakların %52'si üstte tınlı, %44'ü killi tınlı ve %3'ü killidir. Bu toprakların %73'ü alkali %27'si nötr reaksiyonludur (Dizdar, 2003, s. 209). Kahverengi topraklar Malatya Havzası başta olmak üzere Akçadağ, Kurşunlu, Arguvan platoları üzerinde ve Darende-Kuluncak-Arapgir ilçe merkezlerinin çevrelerindeki yüksek arazilerde yaygınlık kazanmaktadır. Kırmızımsı kahverengi topraklar ilin daha çok ilin güneybatı köşesinde Doğanşehir çevreleri ile Malatya Dağları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Kireçsiz kahverengi topraklar Yama Dağı ve güneydoğuda Malatya Dağları yüksek arazilerinde, kireçsiz kahverengi orman toprakları ise bu sahaların yakın çevresinde gelişmiştir. İlde bazaltik topraklar Kepez Dağı ve Göldağı gibi yeni volkanik kütlelerin üzerinde, alüvyon topraklar ise akarsu boylarında görülmektedir.



Şekil 3: Malatya ili büyük toprak grupları haritası (Özüpekçe, 2021)

Malatya'nın iklim yapısı genellikle kış mevsiminde Sibiryaya üzerinde oluşan ve Doğu Anadolu Bölgesi üzerinden sarkan kuru-soğuk karakterli yüksek basınç akımları ile Balkanlar üzerinden gelen kısa süre ile etki eden soğuk- nemli hava akımlarının etkisi altında kalmaktadır. Yaz aylarında, Basra üzerinden oluşan ve Güney Doğu Anadolu üzerinden sokulan kuru-sıcak karakterli alçak basınç akımları (özellikle ilkbahar mevsiminde olmak üzere) zaman zaman da Akdeniz üzerinden gelen ılık ve nemli karakterdeki alçak basınç akımlarının etkisi görülmektedir. Genel olarak Malatya, kışları nispeten sert ve sürekli, yazları sıcak ve kurak, karasal iklim tipi özelliklerini taşımakla birlikte Akdeniz iklimi özellikleri de yer yer görülmektedir. Malatya, Güney Doğu Anadolu karasal-Akdeniz yağış rejimi ile Doğu Anadolu karasal-iç bölge yağış rejimi arasında bir geçiş alanıdır (Valiliği M. & Yakar, 2004). Thorntwaite formülüne göre Malatya'nın iklimi; D B'2 d b'2 Yarı kurak, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Karasal iklime yakın iklim tipindedir (Sunkar, Hatun, Toprak, 2013).

Malatya'da yıllık sıcaklık ortalamaları 16 °C- 4 °C arasında değişiklik göstermektedir. Sıcaklık ortalamaları Malatya Havzası'ndan çevreye doğru, yükseklik koşullarının artması ile düşmektedir. Karakaya Barajı çevresinde 16 °C olan sıcaklık değerleri Malatya-Nurhak ve Yama Dağı kütleleri üzerinde 4 °C'ye kadar azalmaktadır. Bunun yanında Darende-Balaban, Ayvalı-Kuluncak, Doğanşehir, Hekimhan havzalarında sıcaklık koşulları 12 °C civarındadır (Şekil 3a). Malatya; depresyon tabanlarında 300-400 mm, yüksek plato sahalarında 400-1000 mm, dağlık alanlarda 1000 mm ve üzerinde yağış almaktadır (Şekil 3b). Malatya güneyinde yağış koşullarının nispeten diğer alanlara göre fazla olması Akdeniz kökenli denizel hava kütlelerinin Nurhak ve Malatya Dağları'na temas ederek orografik etki kazanması ile açıklanabilir. Aynı etkiyi kuzeyde Yama Dağı çevrelerinde de görmek mümkündür.



Şekil 4: Malatya uzun yıllar (1981-2010) ortalama sıcaklık (a) ve yağış haritası (b)

3. Kayısının Coğrafi İsteği ve Malatya Ekolojisi

İlman iklim kuşağı karalarının iç kesimlerinde yetiştirme koşullarını yakalayan kayısı, bu kuşak içerisinde subtropikal vahalardan (Bendif, vd., 2017) Çin'in kuzeyine kadar geniş bir coğrafyaya yayılmıştır (Gu, 1995; Bourguiba, vd., 2012). Sıcaklık şartlarının güneyden kuzeye doğru giderek azalması, kayısı meyvelerinin olgunlaşma sürelerini uzatmaktadır. Ancak oldukça kuzey enlemlerde olmasına rağmen Fergana Vadisinde (Özbekistan) olduğu gibi etrafı dağlarla çevrili depresyon sahaları kayısı yetiştirme için mikroklimatik şartlar sağlayabilmektedir. Türkiye'de ise önemli kayısı üretim sahalarının Doğu Anadolu Bölgesi'nde olması (Gecer, vd., 2020) bölgede dağlar ve platolar arasında kalan derin vadi ve depresyonların bulunması ve bu sahaların özel iklim şartları sağlaması ile ilişkilidir. Bu gibi sahalar çevrenin karasallık şiddetini azaltan, kışların nispeten ılık geçtiği bölgelerdir. Bu bölgeler arasında ülkemizin en önemli kayısı yetiştirme alanları arasında yer alan Malatya Havzası ve diğer üretim bölgeleri arasında Elbistan Havzası, Aras Vadisi ve Erzincan Depresyonu benzer jeomorfolojik-klimatik özelliklere sahiptir. Diğer yandan kayısı, ılıman kuşağın nemli kıyı bölgelerinde ekonomik olarak yetiştirilmemektedir. Örneğin Karadeniz kıyı kuşağında kayısı yetiştirilmesi oldukça zordur.

Kayısı bahçelerinin karasal iklim bölgeleri içerisinde geniş coğrafik dağılışlarına rağmen bu kuşak içinde özel ekolojik ortama sahip belirli lokalitelerde yetiştirilmektedir. Özel ekolojik ortamın oluşmasında; yükseklik, nispi yükseklik, sıcaklık, yağış, nem, don, yağışın yıl içerisindeki dağılışı, rüzgâr, jeolojik, jeomorfolojik ve toprak yapısı gibi parametrelerin uyum içerisinde olması gerekmektedir. Bu ekolojik koşullara uyum sağlama bakımından meyve türleri içerisinde en hassas olanlardan birisi olan kayısı (Abacı & Asma, 2010) mevsimlerin birbirinden kesin sınırlarla ayrıldığı soğuk ve sürekli bir kış, kurak ilkbahar ve güneşli-sıcak yaz mevsimine sahip iklim bölgelerinde iyi yetiştirmekte ve kaliteli ürün vermektedir (Asma, 2011). Kayısı ağaçları kışları -27 °C'ye kadar dayanabilen (Atış & Çelikoğlu, 2017), yazları ise kurak şartlara uyum sağlayabilen bir kültür bitkisidir. Bunun yanında kayısı ağaçlarından iyi verim alınabilmesi için yaz ayları ortalama sıcaklıkların 25 °C'yi aşmaması gerekir, aşması durumunda ise sulanma yapılmalıdır. Kayısı, yağış fazla (1000 mm üzeri) ve nemli sahalara uyum sağlayamamıştır. Yağış koşullarının fazla olması bir yana yağışın yıl içerisindeki dağılışı da kayısı yetiştiriciliğinde çok önemlidir. Örneğin kayısılarda ilkbaharın çiçeklenme ve küçük meyve döneminde (çağla) yağışların (dolu, yağmur, kar) olmaması gerekmektedir (Asma, 2011). Malatya Havzası'ndan çevreye doğru yağış koşulları giderek artmaktadır. Arapgir ve Pütürge güneyindeki sahalar 750 mm üzerinde yağış aldığından kayısı yetiştirilmesi için uygun değildir. Buna karşın Malatya Merkez, Kale (İzolu), Doğanşehir, Doğanöylü, Akçadağ, Darende, Kuluncak, Hekimhan çevrelerinde yağış koşullarının 300-400 mm arasında olması kayısı yetiştirme için ideal sahalardır. Kayısıyı etkileyen bir diğer iklimik faktör rüzgârdır. Rüzgâr, kayısı yetiştiriciliğinde olumlu ve olumsuz yönleri olarak iki kısma ayrılabilir. Kayısı dikiminin ilk 3 yılında, şiddetli rüzgarların estiği bölgelerde rüzgârın fidanı sallaması sonucunda toprakta çatlaklar veya boşluklar oluşmaktadır. Bu durum kayısı köklerinin hava almasına ve kayısının kurummasına neden olmaktadır. Ayrıca ilkbaharda sıcak ve kuru rüzgarlar kayısı çiçeklenme zamanında çiçeği kurutmakta bu durum rekolte düşümüne neden olmaktadır. Örneğin Akçadağ çevresinde kayısı çiçeklenme döneminde halkın kabayel (Iodos) olarak adlandırdığı sıcak ve kuru rüzgarların son 20 yıldır daha sık yaşandığı ve rekolte düşümüne neden olduğu belirtilmektedir. Buna karşın rüzgâr havza ve vadi tabanlarına çökmüş soğuk havayı dağıtması bakımından don etkisini azaltan bir özelliğe sahiptir. Darende-Balaban Havzası'nda Karacehennem Kanyonu çıkışında bulunan Peteklik Mahallesi, güçlü rüzgâr sirkülasyonu olması sebebiyle kayısı ağaçlarının dona maruz kalmadığı ender yerler arasındadır (Foto 2c).

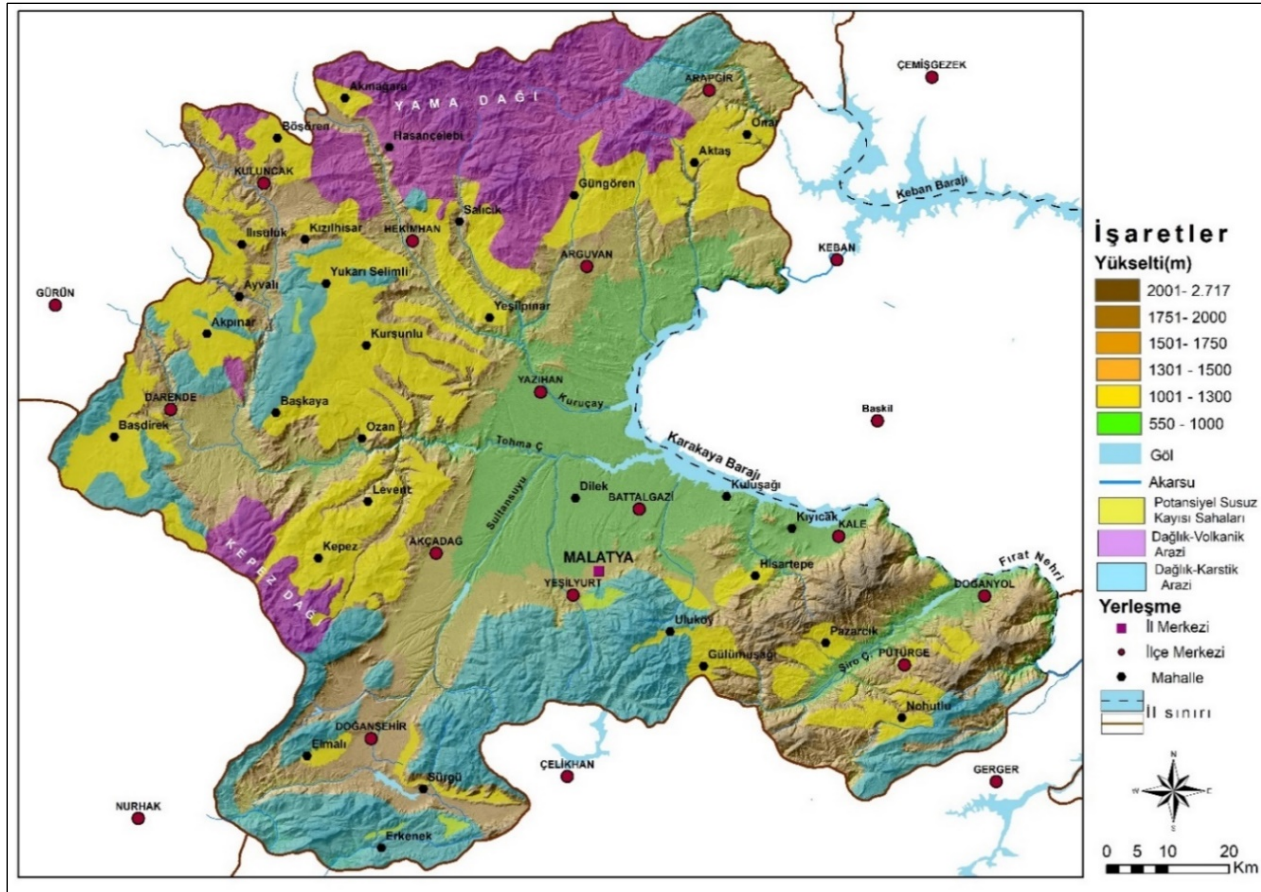
Kayısı derin geçirgen, sıcak ve besin maddelerince zengin tınlı ve tınlı-kireçli topraklarda iyi yetişir. Çok fakir ve kuru topraklarda büyüme geriler ve verim azalır. Kayısı ağaçları nemli ve taban suyu yüksek, ağır killi topraklardan hiç hoşlanmaz (Foto 2e), böyle topraklarda zamk hastalığına yakalanarak kısa bir sonra kururlar (Asma, 2011). Üretimin yoğun olarak yapıldığı ve iklim koşulları bakımından ideal olan Malatya ekolojisinde, 79 kayısı bahçesinde yapılan analize göre il topraklarının kayısı tarımı için fiziksel ve kimyasal içeriğinin uygun ancak besin elementi açısından normal değerlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir (Bilgin & Mısırlı, 2015). İl topraklarının büyük bir kesimini kaplayan özellikle kahverengi, kırmızımsı kahverengi ve alüvyal topraklar da (Şekil 3c) kayısı yetiştiriciliğinde elverişlidir. Kayısı için elverişli olan bu topraklar jeolojik olarak çakıltası-kumtaşı-çamurtaşı-marn-kireçtaşı içeren dolgu depoları (Fotoğraf 3b) ve akarsuların biriktirme yaptığı alüvyonlar üzerinde oluşmaktadır. Kayısı ağaçlarının yoğun olduğu sahalarda söz konusu bu kayaçlar üzerindedir. Malatya'da kayısının yetişmediği Yamadağı, Kepez Dağı, Nurhak ve Malatya Dağları gibi sahalarda genç volkanik ve karstlaşmaya uğrayan saf kireçtaşı arazileri yüzeylenir (Şekil 4).

Kayısı ağaçları jeomorfolojik olarak rüzgâr sirkülasyonunun olduğu güneşe bakan yamaç arazilerde, ovalarda ve platolarda oldukça iyi yetişmektedir. Rüzgâr sirkülasyonunun olmadığı havza ve vadi tabanlarında, soğuk havanın bu alanlara çökmesi neticesinde (don çukuru, Foto 2b) kayısı tomurcuğu, çiçeği ve meyvesi zarar görmekte ve verimde önemli azalmaya neden olmaktadır. Bu durum kayısı dikimi esnasında jeomorfolojik yapının dikkate alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

4. Bulgular

4.1. Potansiyel Susuz Kayısı Sahaları

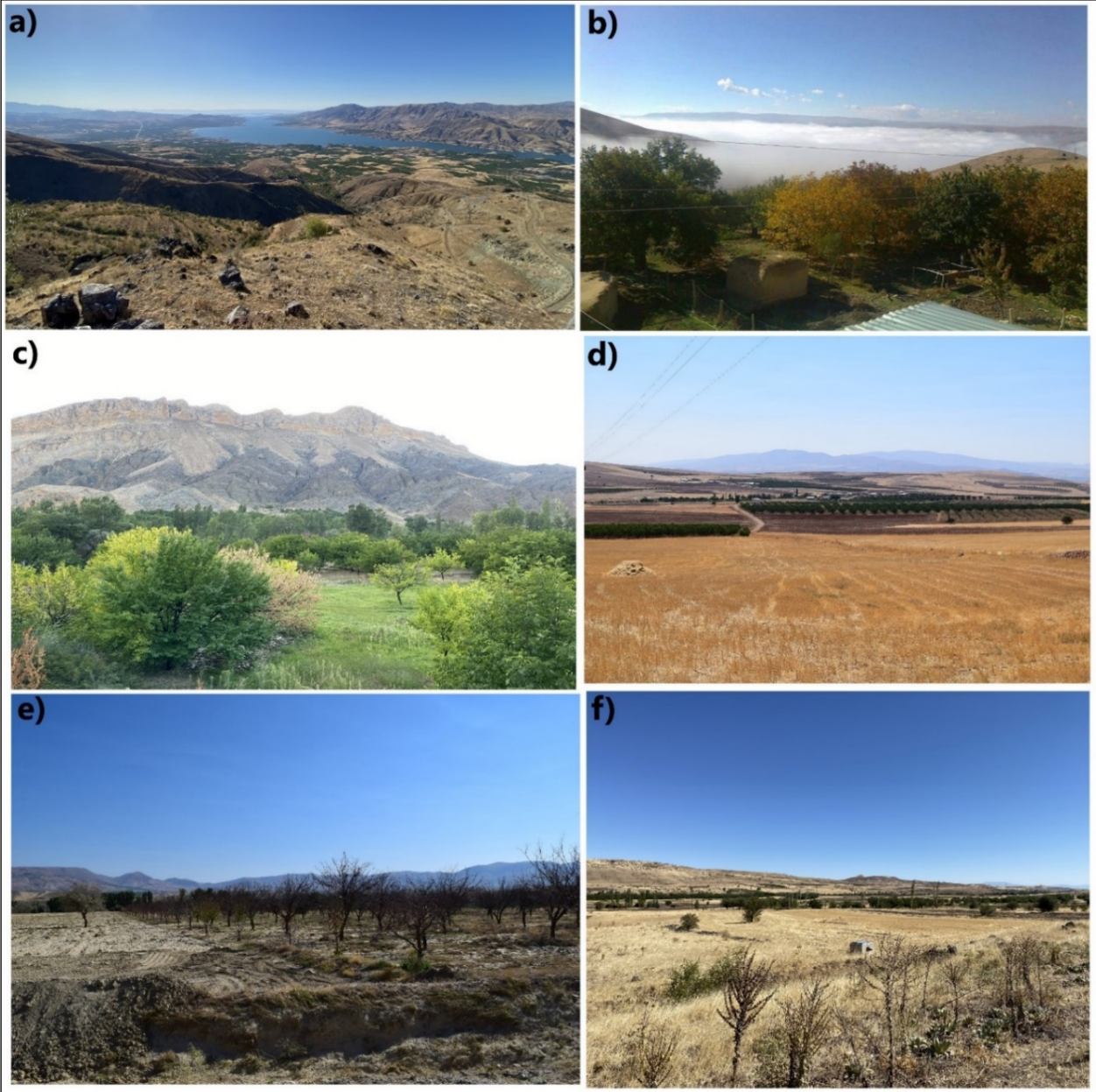
Dünya üzerinde ekonomik olarak kayısı yetiştiriciliğinin yapıldığı sahaların ortak ekolojik özelliği, etrafı dağlarla veya platolarla çevrili çöküntü alanları (vadiler, havzalar, tektonik depresyonlar) ve bu sahalarda yarı kurak iklim koşullarının etkili olduğu bir doğal çevre görülmektedir. Ancak son birkaç yüzyılda iklimde meydana gelen değişimin hızı ivme kazandığından dolayı, kayısı yetiştirme sahaları havza ve depresyon tabanlarından dağların yamaçlarına ve yüksek plato sahalarna doğru kaymaktadır. Bundan dolayı kayısının yetiştirme koşulları çeşitli topraklarda, iklimlerde, toprağın oluştuğu yer şekilleri ve yükselti değerleri üzerinde uygun ekolojik ortamı yakalayabilmektedir. Örneğin kayısı bahçeleri 13 yıl öncesine kadar Malatya'da 850-1700 m yükselti aralığında yetiştirildiği belirtilmiştir (Ercisli, 2009). Ancak yapılan arazi gözlemleri ve sayısal yükseklik modeli verileri doğrultusunda Malatya'da kayısı bahçelerinin 690-1900 m yükselti kuşağı arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu geniş bant aralığı kayısı üretimi yapılan Türkiye'nin herhangi bir bölgesinde görülmemektedir. Malatya'da kayısı bahçelerinin bulunduğu geniş yükselti kuşağının oluşmasında kayısı yetiştiriciliğinin sulamalı yapılmasının yanında, iklimde meydana gelen değişime bağlı olarak yüksek arazilerde susuz (sulamasız – kuru tarım) yapılması temel neden olarak görülmektedir.



Şekil 5: Mevcut ve potansiyel susuz kayısı sahaları haritası

Susuz kayısı yetiştiriciliği, su yetersizliği olan kuru tarıma elverişli arazilerde, yıl içerisinde birkaç kez pullukla veya kültivatör ile sürümü yapılan kayısı bahçelerine uygulanan işlemidir. Bu işlem ile genelde yağışlardan sonra veya grup-tan vakitlerinde nemlenen toprağın alta geçirilmesi sağlanarak kayısı ağaçları suyunu doğal olarak alabilmektedir. Yüksek arazilerde susuz kayısı yetiştiriciliğinin yapılması ekonomik açıdan oldukça kâr getirmektedir. Bu yöntem ile gelirin fazla olmasında, kayısı bakım maliyetlerinin az olması en önemli parametredir. Susuz kayısı yetiştiriciliğinde sulama, sulamadan kaynaklı elektrik giderleri olmamaktadır. Ayrıca iklim değişikliğine bağlı olarak son zamanlarda fenolojik dönemin daha erken başlaması ve buna bağlı olarak ilkbahar geç don riskinin zamansal ölçekte artma etkisi nispeten az olmaktadır. Çünkü yükselti koşullarının fazla olması dolayısıyla kayısılar geç çiçek açmakta, bu durum don olaylarından kayısıların kendilerini korumasına ve iyi verim alınmasına neden olmaktadır. Malatya'da susuz kayısı sahalarında kayısı hasadının ortalama 20 Ağustos'a kadar yapılması meyvenin yaş olarak dalında pazarlamasına, bu durum çiftçiler için kayısıları çırpma, kasalama, islimhanede kükürtleme ve tekrardan güneşte kurutma, çekirdeğinden çıkarma işlemleri gibi zorlu süreçlerden geçmeyerek büyük ölçüde maddi ve manevi kolaylıklar sağlamaktadır. Susuz kayısı yetiştiriciliğinin diğer önemli bir avantajı, bahçe sahibinin yıl boyunca bahçeye gidip-gelmek zorunda olmamasıdır. Yetiştirme tekniğinin kolaylığı sayesinde susuz kayısı yetiştiriciliği ile uğraşan insanların meslekleri ve ikamet adresleri farklı illerde olabilmektedir.

İklimde meydana gelen değişimler tüm tarım ürünlerinin yetiştirme ortamında gerek yatay (enlem faktörü) gerekse dikeyde (yükselti) değişimlere sebep olabilmektedir. Bu ürünlerden birisi olan kayısı hem coğrafi dağılımları hem de yetiştirme tekniği özelliklerinde değişimler yaşamıştır. Malatya'da özellikle son 20 yılda 1400-1900 m rakımı aralığında susuz (kuruda) kayısı yetiştiriciliği yapılmaktadır (Foto 1a 2d, Foto 3a). Köklü kayısı kültürünün olduğu ilde, susuz kayısı yetiştiriciliği oldukça yeni yetiştirme tekniğidir. Bu bakımdan bu sahaların birçoğu kayısı tarımına açılmamıştır. Çünkü 1400-1900 m yükselti kuşağında yağış koşullarının fazla, sıcaklık koşullarının düşük olması nedeniyle daha önceki denemeler başarısız olmuştur. Ancak son yıllarda gerek global ölçekte iklimde meydana gelen değişimlerin gerekse bölgesel ölçekte Malatya ikliminde yağışlarda bir azalma (Avcı & Esen, 2019) ve sıcaklık koşullarında ise artışların olmasından dolayı yüksek arazilerde ılıman bir havanın hâkim olmaya başlaması, susuz kayısı yetiştiriciliğine imkân sağlamıştır.



Fotoğraf 2: a. Çevresine göre topoğrafik belirginliği fazla olan Malatya Havzası'nda kayısı yetiştiriciliği b. Depresyon veya vadi tabanlarına durgun soğuk havanın (radyasyon sisi) çökmesi kayıslarda dona neden olmaktadır c. Rüzgâr sirkülasyonu olduğu vadi tabanlarında kayıslarda verim alınabilmektedir d. Darendede kuzeyinde Ağılıyazı Köyü çevresinde susuz kayısı sahaları e. Taban suyu yüksek sahalarda kayısların kurduğunu göstermektedir f. Arguvan çevrelerinde potansiyel susuz kayısı sahalar (1400-1500 m).

Malatya'da susuz kayıslar, yıllık yağışların 400-1000 mm, sıcaklık koşulların 7-10 °C arasında olduğu ve çakıtaşı-kumtaşı-çamurtaşı-marn-kireçtaşı ve alüvyon içeren kayalar üzerinde gelişen topraklarda iyi yetiştirilmektedir. Bununla birlikte 1400-1900 m arasında bulunan plato sahalarında, hafif eğimli yamaçlarda ve dağ eteklerinde susuz kayısı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Özellikle bu koşullara uyum konusunda kabaş, dona ve kuraklığa toleransı (Asma, 2011) ve meyvelerinin iriliği sebebiyle Malatya'da susuz kayısı yetiştiriciliğinde en çok tercih edilen kayısı çeşididir. Susuz kayısı yetiştiriciliği ilin özellikle iç kesimlerinde bulunan Akçadağ ve Kurşunlu platoları üzerinde yoğunlaşmakta ve bu sahalar kayısı yetiştiriciliğinin merkezi haline gelmektedir. Ayrıca Darendede, Kuluncak, Hekimhan, Arguvan, Pütürge çevrelerinde susuz kayısı yetiştirilme için elverişli sahalar mevcuttur. Belirlenen bu sahalar sadece Türkiye'nin değil gelecekte Dünya'nın en önemli kayısı üretim bölgeleri potansiyeline sahip yerler arasındadır. Diğer yandan Malatya'nın kuzey ve güneyinde bulunan arazilerin dağlık olması, dağlık sahaların havza tabanları arasındaki geçişin çok eğimli

yamaçlardan meydana gelmesi, volkanik-karstik yapıda olması ve çok fazla yağış alması gibi nedenlerle kayısı yetiştiriciliği için pek elverişli değildir (Şekil 5).

4.2. Anket Sonuçları

Çalışma kapsamında, Malatya ilinin çeşitli noktalarında kayısı yetiştiriciliği hakkında bilgi sahibi olan kişiler ile yüze yüze ve ulaşılamayan pilot bölgelerde online olarak anket çalışması yapılmıştır. Buna göre, farklı jeomorfolojik birimler üzerinde yaşayan çiftçiler ve ilgili kişiler ile yapılan anketlerin sonuçları çeşitli şekillerde analiz edilmiştir. Anket çalışmaları kapsamında, katılımcılara kayısı ile ilgili farklı sorular yöneltilmiştir. Anket gönüllülerine kayısıyı etkileyen durumlar ve verim değişimini ifade edecek farklı parametrelere bağlı sorular yönlendirilmiştir. Ayrıca yüksek plato (yüksek araziler) sahalarda kayısı tarımının görece daha yeni olması nedeniyle bu alanda ikamet eden kişilere farklı sorular da yönlendirilmiştir. Bazı sorularda çoklu cevaplar bulunduğundan dolayı katılımcılar birden fazla cevap verebilmiştir.

Tablo 1: Anket katılımcılarının kayısı bahçelerinin bulunduğu jeomorfolojik birim ve katılımcı sayısı

Morfolojik Birim	Katılımcı toplamı	N	%	Toplam N ve %
Vadi tabanı (Depresyon sahası)		43	34,7	124 % 100
Alçak Plato		30	24,2	
Yamaç		22	17,7	
Yüksek Plato		29	24,3	

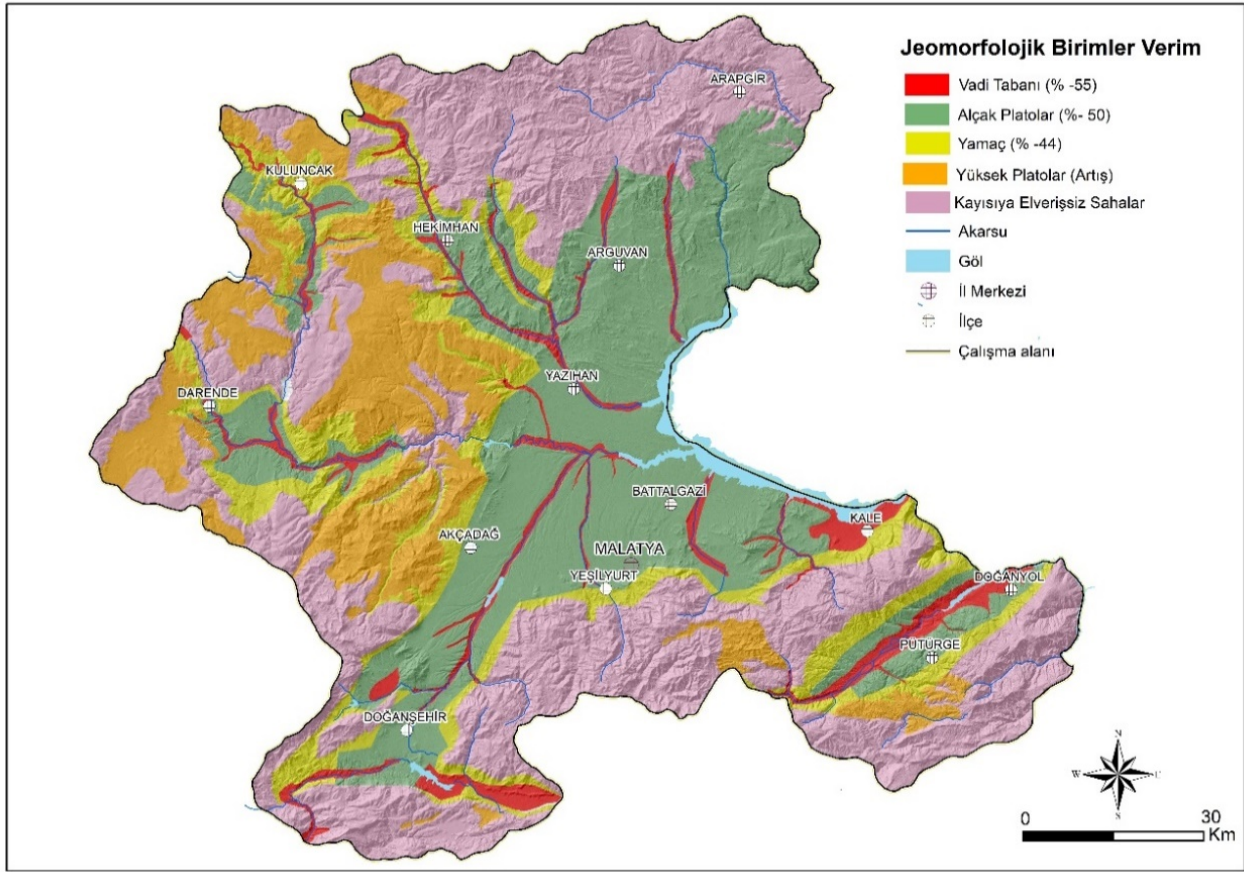
4.2.1. Verim Değişim Sonuçları

Malatya'da kayısı ağaçlarının veriminde son 40 yılda kayda değer değişimler yaşanmıştır. Yapılan anket sonuçlarına göre kayısı bahçelerinde verim düşüklüğünde görülen değişimler en fazla %-55 oranı⁴ ile vadi tabanlarında (depresyon alanları) olduğu görülmektedir. Bunu %-50'lik bir azalış ile alçak plato sahaları takip ederken havza yamaçlarındaki ortalama azalış oranı %-44 olarak ortaya çıkmıştır. Yüksek Plato sahalarda ise azalış olmamakla birlikte katılımcılar bir yüzdelik oran olarak cevap vermemiş ancak son yıllarda kayısı rekoltelelerinde bir artışın olduğu dile getirilmiştir (Şekil 5). Tüm bu sonuçlar doğrultusunda verim azalışının en çok vadi tabanlarında görülmesi, büyük oranda ilkbahar geç donlarının özellikle bu sahalarda soğuk durgun havanın çökmesi ile ilişkilidir (Foto 2b). Nitekim Malatya'da kayısı fenolojik fazın başlangıcından (41y/17mart) sonraki görülen donlar, vadi tabanı gibi görece daha kuytu alanların don çukuru karakterinde olması ve soğuk havanın bu alanlara çökmesi sonucunda kayısı tomurcuğu veya çiçeği dona maruz kalmakta, bu durum kayısı rekoltelelerinin düşüşüne neden olmaktadır. Havza veya vadi tabanlarından yamaç arazilere doğru çıkıldıkça verimde görülen hasarın daha az olması söz konusu bu durumu kanıtlamaktadır. Yüksek plato sahalarda ise kayısı veriminde bir artış olması, ilkbahar geç donlardan en az etkilenen alan olması ile bağlantılıdır. Bu alanlar, gelişen geç donlardan alçak sahalara göre yükselti ve jeomorfolojik yapı bakımından farklı olması dolayısıyla daha az etkilenir. Çünkü bu alanlar çevresine göre alçak ve çanak görünümde olmadığı için soğuyan hava çökmez ve inversiyon olayı gerçekleşemez. Görülen don olayları ancak genel atmosfer hareketlerine bağlı olarak bölgeyi tümünden etkilerse oluşabilir. Kuluncak- Darendede çevrelerinde 9 Mayıs 2021 tarihinde gerçekleşen bölgesel don olayı bu duruma örnek verilebilir. Diğer yandan bu bölgelerde kayısı fenolojik fazın daha geç başlaması (ortalama 15 Nisan) da don zararlarının az görülmesinde etkilidir.

Malatya'daki kayısı ağacı varlığının yaklaşık %60-65'ini ilkbahar geç donlarına hassas olan Hacihaliloğlu çeşidi oluşturmaktadır (Asma, 2011). Kayısı yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı ilin; Tohma Çayı Vadisi, Kuruçay Vadisi, Şiro (Çayı) Vadisi, Sultansuyu Vadisi ve Kale (İzolu) Ovasındaki Hacihaliloğlu çeşidi başta olmak üzere diğer kayısı çeşitlerinde ciddi verim düşüşlerin görüldüğü sahalardır. Buna karşın yüksek plato alanları kayısı dikimlerinin yeni başladığı ve iyi verim alınan araziler durumundadır. Bu iki jeomorfolojik ünite arasında bulunan alçak plato ve yamaç arazileri farklı yıllarda verim düşüklüğü olsa da Malatya kayısı yetiştiriciliğinde hala önemli üretim bölgeleri arasında bulunmaktadır (Şekil 5).

İklim değişikliği ile bağlantılı olmamakla birlikte alçak plato kapsamında değerlendirilen Arguvan Platosu tarım arazilerinde, kayısı yetiştiriciliğinin yapılmadığı ancak kuru tarım alanlarının geniş alanlar kapladığı bir alan olarak dikkat çekmektedir. Ekolojik olarak kayısı yetiştiriciliğine elverişli olan plato yüzeyi, yapılan anket çalışmasına göre; plato yüzeyinde kayısı bahçelerinde sulama sorununun olması ve halkın geçmiş yıllarda kayısı fiyatlarının düşük olması gibi nedenlerden dolayı kayısı yetiştiriciliğini terk ettiği, bu durum kayısı kültürünün yörede giderek kaybolmasına neden olduğu belirtilmiştir.

⁴ Yapılan anket çalışması Malatya'nın tamamını kapsadığından bu oran bazı sahalarda daha fazladır. Örneğin Tohma Çayı vadisi tabanındaki bahçelerde son 12 yılda bir kez ekonomik olarak verim alınabilmiştir.



Şekil 3: Malatya'da kayısı veriminin son yıllarda jeomorfolojik birimlere göre durum

Malatya'da kayısı veriminde görülen azalışların başlangıç yılları son 30 yıllık periyodu kapsamaktadır. Alçak plato saharındaki katılımcıların %10'u rekolte düşüşünün 1990'lı yıllarda başladığı cevabını vermişlerdir. Alçak plato saharındakilerin %15'i ile vadi tabanındaki çiftçilerin %22,2'si ve yamaç arazilerde bulunanların %31,3'ü 2000 yılında rekoltenin düşmeye başladığını işaret etmişlerdir. Verimdeki kayda değer düşüşlerin başlangıç yılı olarak ortak tarihin 2010 yılı olduğunu dikkat çekerken vadi tabanının %40,7, alçak plato saharalarının %40'ı, yamaç arazilerin ise %37,5 oranında payı bulunur. 2015 yılının payı görece daha az iken fark aşırı değildir. Bu yılda vadi tabanının oranı %37, alçak plato saharalarının %35 ve yamaçların ise %31,3 olmuştur (Şekil 7a).

4.2.3. Verime Etki Eden Parametreler

Malatya'da kayısı meyveciliğine etki eden iklimsel parametrelerin başında %40,7 ile ilkbahar geç donları gelirken bunu %31,9 ile dolu, %11,8'lik bir oranla rüzgâr takip etmektedir. Biyolojik parametrelerden hastalıkların oranı %11,4 iken diğer nedenler (Baraj, ilaçlar, ekonomik vb.) ise %4,2 oranında hesaplanmıştır (Şekil 7b). Bu faktörlerin verimi negatif yönde etkilediği hususunda görüş belirtilirken don, dolu değişkenlerinin payının yüksek oluşu dikkat çekicidir. Bu durum ilkbahar geç donları ve çoğunlukla çağla döneminde görülen dolu yağışları ile ilgilidir. Öyle ki katılımcılar, don olaylarının çoğunlukla mart-nisan, dolu olaylarının mayıs aylarında gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle don ve dolu hadiselerinin sıklık ve zaman ölçeğinde ne zamandan beri daha etkin olduğunu gösteren veriler de analiz edilmiştir.

Yüksek Plato saharalarında ikamet eden katılımcıların %68,2'si don olayının kayısıyı *nadiren* etkilediğini belirtirken vadi ve depresyon tabanlarında bu oran sadece %4,7'dir. Bu durum, yüksek plato saharalarında kayısı don zararlarının çok az yaşandığını göstermektedir. Vadi tabanlarında ise don zararının katılımcıların %23,3 *bazen* olduğunu söylerken, yamaçlarda bu oran %18,2, yüksek platolarda ise %31,8 oranında çıkmıştır. Vadi tabanındaki katılımcıların %32,6'sı ilkbahar geç don olaylarının *çoğunlukla* görüldüğünü söylerken alçak plato saharalarında katılımcıların %63,3 bu sıklığa işaret etmişlerdir. Yamaç ve vadi tabanındaki katılımcıların, sırasıyla %50 ve %39,5'i don olayı *her zaman* yaşanır cevabı vermiştir (Tablo 2). Kayısı don zararlarının vadi tabanlarında genellikle, çoğunlukla ve her zaman yaşanması, bu alanların ilkbahar geç donlarından ciddi derecede etkilendiğinin göstermektedir. Yamaç arazilerdeki katılımcıların da %50 oranında don olayının her zaman yaşanır cevabı vermesi de dikkat çekicidir. Bu alanlarda don olayları kayda

değer bir oran vermiştir. Yamaçların, vadilere göre kısmen de olsa yüksekte olması, don olayına bağlı olarak yaşanan inversiyon olayından daha az etkilendiğini göstermektedir. Bundan dolayı yamaç arazilerde kayısı verimindeki azalışın, vadi tabanlarına göre daha az yaşanması beklenilmektedir.

Tablo 2: Don yaşanma sıklığı ve jeomorfolojik birimler ile ilişkisi

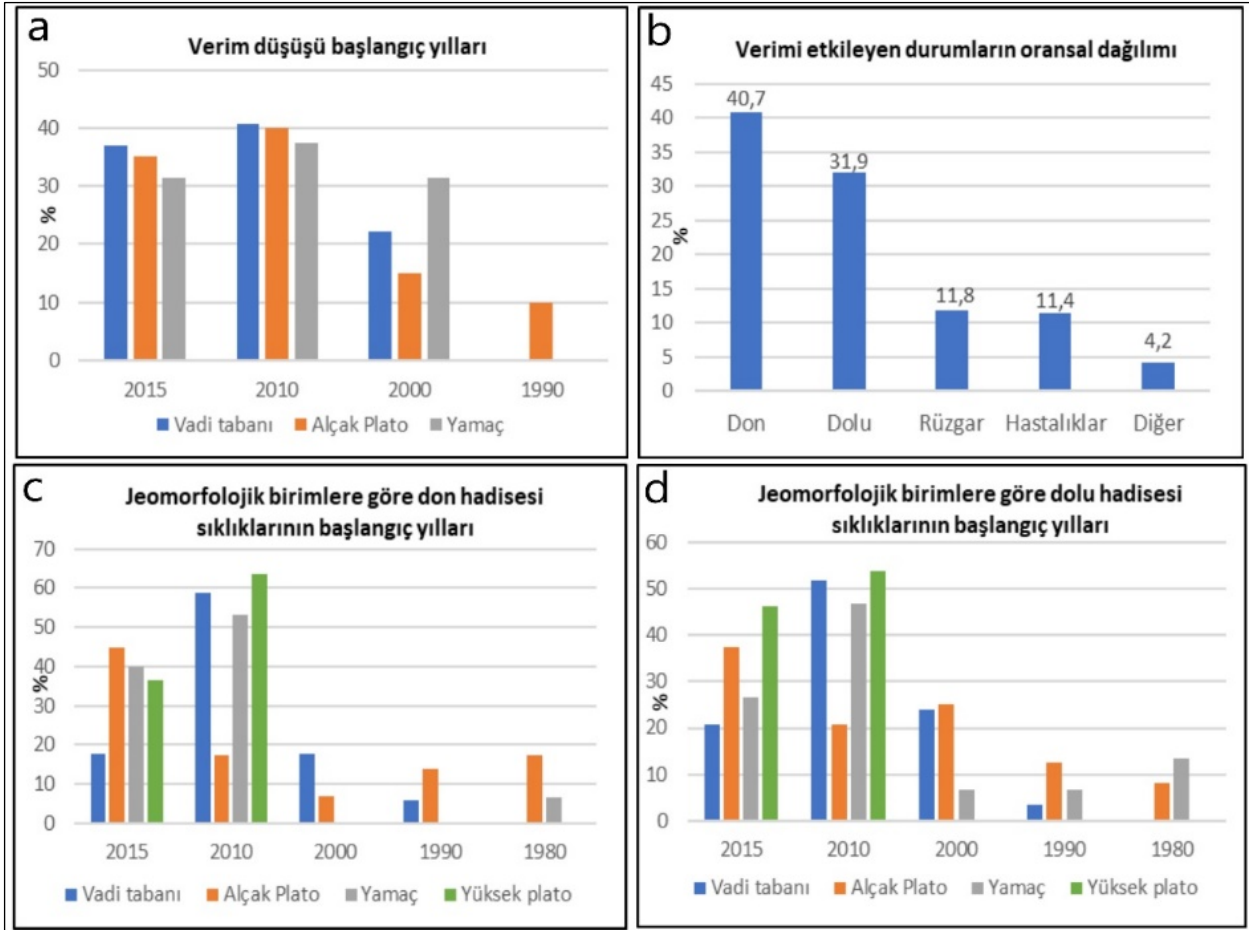
Jeomorfolojik Birim	Sıklık	Nadir	Bazen	Çoğunlukla	Her zaman	N	Toplam N ve %
Vadi Tabanı (Depresyon sahası)		%4,7	%23,3	%32,6	%39,5	43	117 %94.4
Alçak Plato		%3,3	%13,3	%63,3	%20,0	30	
Yamaç		%9,1	%18,2	%22,7	%50,0	22	
Yüksek Plato		%68,2	%31,8	%0,0	%0,0	22	

Don olaylarının sıklık tarihlerindeki başlangıçlar 1980' e kadar uzanmaktadır. Şekil 7c'de görüldüğü üzere 1980 cevabını verenler sırasıyla alçak plato ve yamaçta bulunan katılımcıların %17,2 ve %6,7'lik kısmını oluşturmuşlardır. 1990 cevabını verenler ise vadi tabanındaki katılımcıların %5,9'u ve alçak plato sahasındaki %13,8'i olmuştur. 2000 yılı cevabını verenler yine sadece vadi tabanı ve alçak platodaki katılımcılar olurken bunların oranı sırasıyla %17,6 ve %6,9 olmuştur. Katılımcılarından alçak plato sahasındaki hariç en çok cevabın 2010 yılı olarak verilmesi ise dikkat çekicidir. Yüksek plato sahaslarındaki katılımcıların %63,6'sı 2010 yılını işaret ederken vadi tabanında bu oran %58,8'dir. Yamaçlarda ise bu oran %53,3, alçak plato sahaslarında ise %17,2'dir. Alçak plato haricindeki birimlerde 2015 yılının oranı 2010'a göre daha az olmuştur. Buna göre; alçak plato, yamaç, yüksek plato ve vadi tabanlarındaki katılımcıların oranı sırasıyla %44,8, %40, %36,4 ve %17,6 olmuştur. Verim düşüşü başlangıç yılları sorusunda da en çok cevabın yine 2010 yılı olarak verilmesi ve don hadisesi sıklıklarının başlangıcının da görece daha fazla olarak 2010 yılının seçilmesi dikkat çekicidir. Bu açıdan, kayısı rekolteleri ile don hadisesi sıklıkları arasında negatif korelasyon olduğu söylenebilir.

Tablo 3: Dolu yaşanma sıklığı jeomorfolojik birimler ile ilişkisi

Jeomorfolojik Birim	Sıklık	Nadir	Bazen	Çoğunlukla	Her Zaman	N	Toplam N ve %
Vadi Tabanı		%46,3	%46,3	%7,3	%0,0	41	104 %83.9
Alçak Plato		%15,4	%53,8	%26,9	%3,8	26	
Yamaç		%40,0	%45,0	%15,0	%0,0	20	
Yüksek Plato		%76,5	%23,5	%0,0	%0,0	17	

Dolu yağışları kayısı bahçelerinde, yerel olarak bazen birkaç bahçeyi bazen de belli bir bölgeyi etkileyebilmektedir. Bundan dolayı yapılan anket çalışmasında dolu zararlarının dona kıyasla etkisinin az olduğu görülmüştür. Ancak yapılan analize göre, yüksek platolarda bulunan katılımcıların %76,5'i dolu yağışlarının nadir de olsa kayısıya zarar verdiğini söylerken bu oran vadilerde %46,3, yamaçlarda %40, alçak platolarda %15,4 olmuştur. Dolu olayının bazen yaşandığını dile getiren katılımcıların oranı, alçak plato, vadi tabanı ve yamaç alanlarında sırasıyla %53,8, %46,3 ve %45 olarak gerçekleşmiştir. Vadi tabanındaki katılımcıların %7,3'ü dolu sıklığı için çoğunlukla derken bu oran alçak platoda %26,9 olmuştur (Tablo 3). Dolu hadisesi sıklığı için sadece alçak plato sahasındaki katılımcıların %3,8'i her zaman seçeneği işaretlemiştir. Bu açıdan dolu hadisesinin don hadisesine göre daha az sıklıkta yaşandığı söylenebilir. Dolu yağışı sıklığındaki anlamlı artışların başlangıç yılları, don olaylarının yaşanma frekansları ile benzerlik göstermektedir. Başlangıç yılları olarak çoğunlukla 2010 ve 2015 yılları ön plana çıkarken 2000, 1990 ve 1980 yılları görece daha azdır. Yüksek plato, vadi ve yamaçtaki katılımcıların en çok işaret ettiği zaman 2010 yılı olmuştur. Buna göre yüksek platodaki katılımcıların %53,8'i, vadi tabanında %51,7 ve yamaçtaki katılımcıların %46,7'si 2010 yılında kümelenirken alçak platodaki katılımcıların en çok vurguladığı yıl %37,5'lik bir oran ile 2015 senesi olmuştur. Toplamda en çok 2010 senesi ön plana çıkarken 2015 bunu takip etmiştir (Şekil 7c).



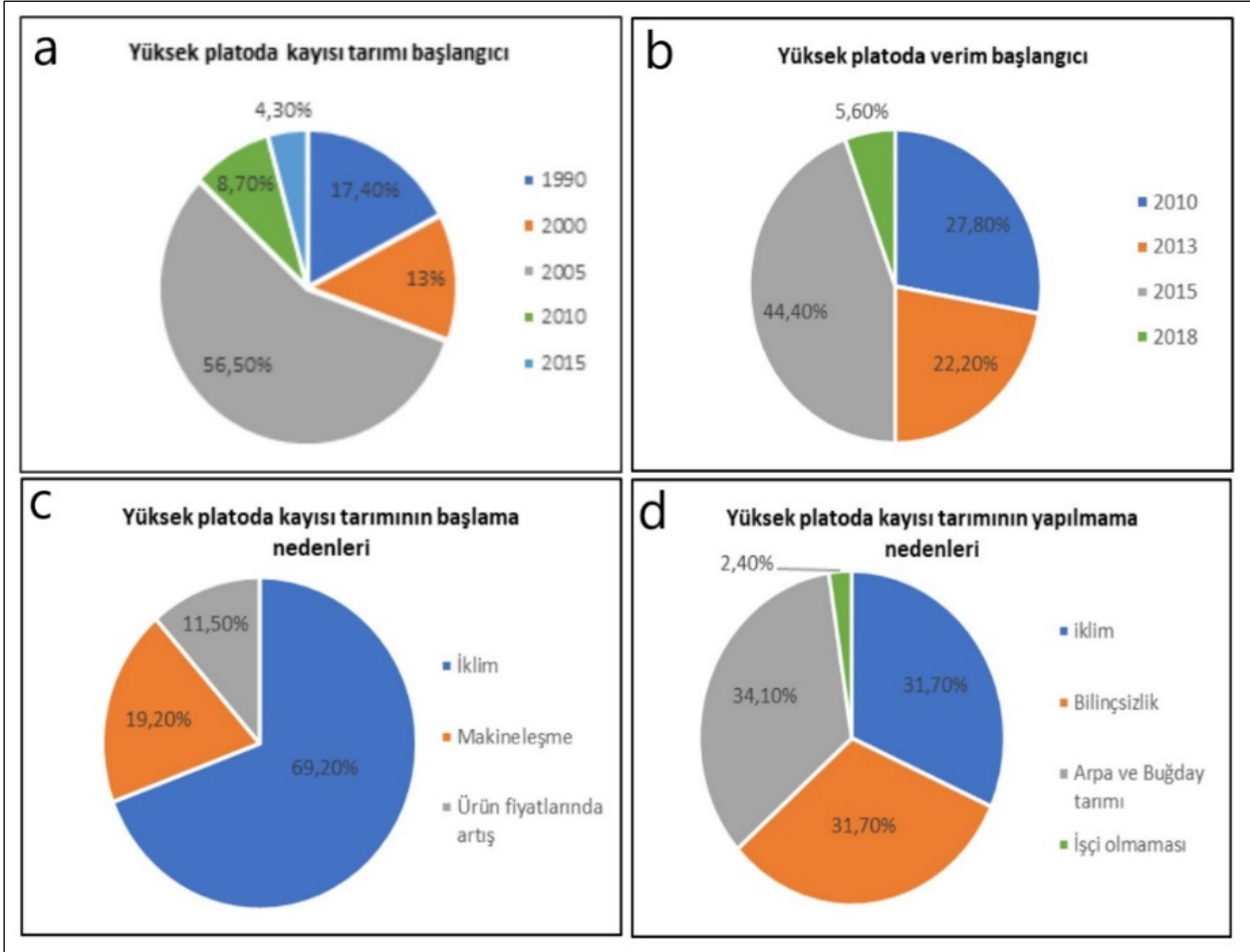
Şekil 4: Kayısı rekolteleri üzerinde iklimik-jeomorfolojik etkenleri belirten grafikler

4.2.4. Yüksek Platolar

Yüksek Plato sahalarında, kayısı tarımının geçmişi 1990'lı yıllara kadar dayanmaktadır. Ankete katılan katılımcılarından bir kısmı her ne kadar bu tarihe dayanan bir kayısı tarımının geçmişi olduğunu dile getirse de o dönemlerde kayısının ekonomik olmaktan ziyade yerleşilen meskenin bahçesinde az sayıda olduğunu dile getirmişlerdir. Öte yandan bu kayısı ağaçlarından uzun yıllar boyunca meyve alınmadığı ifade edilmiştir. Bu açıdan kayısı tarımının yüksek bölgelerde hangi aralıklarda başladığı, verimin ne zamandan beri alındığı gibi bilgiler, nedenleriyle birlikte öğrenilmeye çalışılmıştır. Buna göre katılımcılara farklı sorular yöneltilmiş ve cevaplar istatistiki olarak değerlendirilmiştir (Şekil 8). Yüksek platolarda kayısı tarımının ne zaman başlanıldığına yönelik soruda, 1990 yılını ifade edenlerin oranı %17,4 iken 2000 yılının oranı %13'tür. 2005 cevabını verenlerin oranı ise %56,5 ile en büyük paya sahiptir (Şekil 8a). Bu katılımcılar, 2005-2009 döneminden beri kayısı tarımının yoğun olarak başladığını söylemiş ve öncesinde pek fazla kayısı üretiminin olmadığı izah etmişlerdir. Bu durum yapılan arazi çalışması gözlemleri sonucunda özellikle Darende, Kuluncak ve Hekimhan çevrelerindeki susuz kayısı ağaçlarının maksimum 15-17 yıllık olduğu belirlenmiştir.

Yüksek Plato sahalarında yetiştirilen kayısılardan kayda değer bir verimin ne zamandan beri alındığına yönelik soruda, katılımcıların %44,4'ü 2015, %27,8'i 2010, %22,2'si 2013 ve %5,6'sı 2018 cevabını vermişlerdir (Şekil 7b). Kayısı veriminin ekonomik olarak ağacın 7 yaşından itibaren başladığı düşünüldüğünde, yüksek plato sahalarında kayısı yetiştiriciliği tarımının ticari olarak başlangıcı 2000 yılı ve sonrasında göstermektedir. Malatya ikliminde 2000 yılı ve sonrası özellikle 2010 yılından itibaren yıllık sıcaklık ortalamalarındaki artışlar yüksek plato sahalarında kayısı yetiştiriciliğinin yapılmasında en önemli parametre olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanında yakın tarihlerde kayısı veriminin daha fazla olması, gelişimini tamamlayan ağaçların (Foto 3a), optimum verim düzeyine ulaşması ile ilişkili olabilir. Bu durum 2017 ve sonraki dönemde yüksek platolarda yetiştirilen susuz kayısılar da çok daha fazla verim alınmaya başladığı sonucunda da ortaya konulmuştur (Şekil 8b). Ayrıca değişen iklim ile birlikte küresel ve bölgesel sıcaklıkların artmaya devam edeceği düşünülürse (Avcı & Esen, 2019) yüksek platolarda kayısı yetiştiriciliğinin giderek artan bir eğilime sahip olacağı öngörülmektedir.

Yüksek plato sahalarında daha önceleri neden kayısı tarımının yapılmadığına dair yöneltilen soruda, katılımcıların %34,1'i arpa ve buğday tarımı derken iklim ve bilinçsizlik diyenlerin oranı aynı olup %31,7 olmuştur. Çalışacak işçinin olmaması cevabını verenlerin oranı ise %2,4'tür. İklim ve bilinçsizlik yanında arpa ve buğday tarımının da olması dikkat çekicidir. Bu durum, yöre halkının kültürel durumu ve alışkanlıkları ile ilgili olabilir. Öyle ki yapılan arazi gözlemlerinde güncel olarak arpa ve buğday tarlalarının da varlığı bulunsa da bunların giderek azaldığı ve ticari getirisi daha yüksek olan kayısı tarımına yönelindiği görülmüştür. Bu bölgelerde kayısı tarımının başlama nedenleri olarak ise %69,2 oranında iklimsel ısınma cevabı verilirken makineleşmenin oranı %19,2, kayısı ürününde görülen fiyat artışlarının oranı ise %11,5 olmuştur. Bu açıdan iklimin elverişli duruma gelmesi, kayısı tarımının gelişmesinde en etkili unsur olduğu dikkati çeker. Diğer unsurların bir payı olsa da bunlar görece daha azdır. Bu durum, iklim değişikliğine bağlı olarak hissedilir seviyede görülen sıcaklık değişimlerinin yerel halk tarafından da açıkça fark edildiğinin göstergelerindedir.

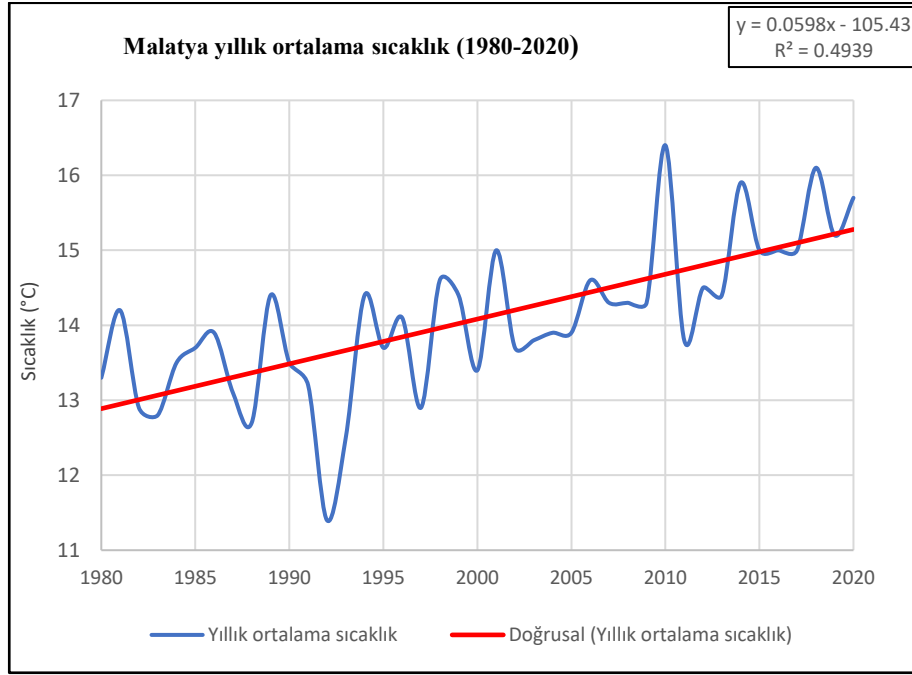


Şekil 5: Yüksek Platolarda (yüksek araziler) kayısı yetiştiriciliğine ait bazı parametreler

4.3. İklim-Rekolte İlişkisi

Malatya yıllık ortalama sıcaklıklarının trend grafiğine bakıldığında yıllara göre pozitif yönde bir eğilimin olduğu görülmektedir (Şekil, 6). Sıcaklıklarda, yıllara göre bir dalgalanma görülsede genel eğilim yukarı yönlü olup özellikle 2010 yılı sonrası daha yüksek ortalamaların ortaya çıktığı söylenebilir. Bu durum, iklimin giderek ısındığını ve görece yüksek bölgelerde de sıcaklık artışına bağlı olarak kayısı tarımı için uygun koşulların oluşmasına olanak tanıdığı gözlenmektedir. Doğrusal trend analizi sonuçlarına göre 41 yıllık süreçte sıcaklıklar toplam 2.4 °C artarak 13 °C seviyesinden 15.4 °C seviyesine ulaşmıştır. Bir başka deyişle, Malatya istasyonunun 1980-2020 yılları arasındaki ortalama sıcaklığı 14.1 °C iken doğrusal eğilim analizi sonuçlarına göre sıcaklıkların 15.4 °C'ye ulaşması, toplam artışın incelenen dönemin ortalamasına göre 1.3 °C olduğunu göstermektedir. Öte yandan, 2010 yılı sonrasında yıllık ortalama sıcaklıklar genel olarak ortalamasının altına düşmemiş ve 15-16 °C seviyeleri birçok kez görülmüştür. Öyle ki Türkiye ortalama sıcaklıklarına benzer şekilde, 2010-2020 yılları arasındaki ortalama sıcaklıklar, 1981-2010 referans dönemine göre yine 1.3

°C arttığı ortaya çıkarılmış olup en yüksek artış 2010 yılında 16.4 °C'dir. Mann Kendall analiz sonuçlarına göre yıllık ortalama sıcaklıklarda istatistiki olarak anlamlı bir biçimde arttığı görülmüştür. Buna göre; Z değeri 5.02 olup sıcaklıkların %99,9 güven aralığında pozitif bir eğilime sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 6:Malatya yıllık ortalama sıcaklık trendi grafiği

4.4. İlkbahar Geç Donları ve Rekolte

İklim, değişken ve kaotik bir yapıya sahip olması nedeniyle özellikle orta kuşakta bulunan bazı bölgelerde fenolojik dönem her sene aynı tarihte başlamamaktadır. Yıllara göre daha erken veya geç başlayabilmekte, bazı yıllarda 1 ay hatta daha fazla bir zaman farkı bile oluşabilmektedir. Öte yandan güncel olarak yaşanan iklim değişikliğine bağlı olarak Türkiye’de fenolojik safha yıllara göre kaymalar olmakta ve daha erken başlayabilmektedir. Örneğin Türkiye’de büyüme sezonu uzunluğunun yüz yılda 21 gün arttığı, hatta buğdayda 40 gün erkene kaydığı görülmektedir (Türkoğlu, Çiçek, Şensoy, 2012). Bir başka çalışmada ise 1970-2018 yılları arasında Türkiye’de bitkilerin büyüme dereceleri günlerinde genel itibarıyla istatistiki olarak anlamlı bir artışın olduğu ortaya çıkarılmıştır (Doğan & Karabulut, 2022). Bu durumların, don olaylarının yaşanabilme frekansını arttırmakta dolayısıyla kültür bitkileri üzerinde don riskinin yükselmesine neden olmaktadır.

Bitkiler, kışın soğuklama ihtiyacı sonrası fenolojik dönemin başlaması için belli bir sıcaklığa ihtiyaç duymaktadır. Bu sıcaklık değerleri, bitkilerin türlerine göre değişmekle beraber Alpin bitkiler hariç tutulursa ortalama olarak 5-8 °C aralığındadır (Atalay, 1976). Kayısı ağacında ise büyüme sezonunun başlaması için günlük ortalama sıcaklıkların ulaşması gereken seviye 6-7 °C aralığındadır (Asma, 2011). Ancak fenolojik dönem, ortalama sıcaklıkların bu değerlere ulaştığı zaman başlamamakta ve belirli bir sürekliliğe sahip olması gerekmektedir. Bu açıdan Malatya ilinde fenolojik dönemin başlangıcını belirlemek için İklim Değişikliği Belirleme, Gözleme ve İndis Uzman Grubu (ETCCDMI) tarafından uygun görülen ve fenolojik dönemin başlangıcı için gerekli olan 6 ardışık gün metodu kullanılmıştır (Alexander & Herold, 2016). Buna göre Malatya ilinde fenolojik dönemin başlangıcı için Malatya istasyonunda günlük ortalama sıcaklıkların 6.5 °C’ye ulaştığı ve hiç kesilmeden ardışık şekilde 6 gün devam ettiği dönemin sonu bitkinin uyanma evresi olarak kabul edilmiştir. Bundan sonraki süreçte görülen don olaylarının kayısı ürünündeki verime nasıl etki ettiğini görmek için yıllar bazında değerlendirmeler yapılmıştır.

Yapılan analizlere göre fenolojik dönemin başlangıçları yıl yıl belirlenmiştir. Malatya’da kayısı ağaçlarının türleri farklı olabildiği için türler arasında bu dönemin başlangıçlarında az da olsa kaymalar olabilir. Ayrıca deneysel ve gözlemsel yapılan başka bir çalışmada, Malatya’da kayısı ağacının 2009-2010-2011 ve 2014 yıllarının fenolojik dönem başlama tarihleri belirlenmiştir (Acarsoy Bilgin & Mısırlı, 2016; Yanar, 2016) Bu çalışmalarda, 5 farklı tür ve 37 değişik genotip incelenmiş olup sonuçlar ile bizim bulduğumuz sonuçlar arasında bir tutarlılık bulunmaktadır.

Malatya ilinde ilkbahar geç donlarının verime etkisinin, yapılan anket çalışmaları sonucunda önemli bir paya sahip olduğu görülmüştür (Şekil, 7). Bu açıdan, geç don hadiseleri ile rekolte arasındaki ilişkinin farklı bir açıdan analiz edilmesi için fenolojik dönem başlangıcından sonra gerçekleşen donlar ele alınmıştır. Kayısı bitkisinin fenolojik dönem başlama tarihleri yıllara göre çok değişken bir yapı arz ederken bazı ardışık yıllarda (2002, 2003) 31 güne kadar farkın olduğu görülmüştür. Fenolojik dönemin en geç başladığı yıl 7 Nisan 2003 tarihi olurken en erken başlayan zaman 21 Şubat 2016 olmuştur. 41 yıllık süreçte fenolojik dönemin ortalama başlangıç tarihi 17 Marttır. Bitkinin gelişme evresinin günümüze doğru daha erkene kaydığı ve 2010 yılı sonrası şubat aylarında bile büyüme evresinin başladığı görülmektedir. Bu durum, doğrusal trend analizi sonuçlarına göre de doğrulanmakta ve 41 yıllık süreçte kayısı fenolojik özelliklerinde 20.2 gün daha erken başladığı belirlenmiştir. İlkbahar geç donlarının yıllara göre durumuna bakıldığında ise 2000 yılı öncesi dönemin yaklaşık yarısında don olayı görülmezken 2000 yılı sonrası dönemde neredeyse her yıl don olayının yaşanması dikkat çekicidir. Öte yandan doğrusal eğilim analizine göre, don olaylarının sıklığı 41 yılda 1.7 gün artarken sürekliliği ise 0.8 gün kadar bir artış yaşamıştır. Bu durum, anket sonuçları ile de tutarlı olarak giderek artan don hadiseleri ve buna bağlı olarak verimde bir düşüşün nedeni olarak görülebilir.

Tablo 4: Malatya ilinde kayısıya ait bazı parametrelerin yıllara göre dağılımı (** don yok) (× veri yok) (Kırmızı ile boyanan yıllarda verim ortalamasının altında kalmıştır)

Yıllar	Fenolojik dönem başlangıcı	Don sıklığı	Don sürekliliği	Don şiddeti (ort.) (°C)	En şiddetli don (°C)	En şiddetli don tarihi	En son don tarihi	Kayısı verimi (ağaç/kg)	Kayısı ağacı sayısı (bin)
1980	27.03.	2	2	-0.5	-0.6	16.04.	17.04.	35	1.023,5
1981	11.03.	3	2	-2.1	-3.9	01.04.	06.04.	34	1.054,9
1982	04.04.	**	**	**	**	**	**	56	1.152,2
1983	29.03.	**	**	**	**	**	**	×	×
1984	10.03.	**	**	**	**	**	**	×	×
1985	30.03.	**	**	**	**	**	**	×	×
1986	13.03.	2	1	-1.3	-1.4	16.03	21.03.	×	×
1987	04.04.	1	1	-0.5	-0.5	20.04.	20.04.	×	×
1988	29.03.	**	**	**	**	**	**	×	×
1989	04.03.	1	1	-0.4	-0.4	29.03.	29.03.	83	3.194,9
1990	24.03.	2	2	-2	-2.8	02.04.	03.04.	34	3.326,0
1991	25.03.	**	**	**	**	**	**	51	3.790,8
1992	01.04.	**	**	**	**	**	**	52	3.898,0
1993	28.03.	1	1	0.0	0.0	23.04.	23.04.	28	4.131,3
1994	22.03.	**	**	**	**	**	**	75	4.405,6
1995	04.03.	2	2	-0.4	-0.5	27.03.	27.03.	35	4.711,4
1996	18.03.	**	**	**	**	**	**	21	4.821,4
1997	06.04.	4	4	-3	-4.2	11.04.	12.04.	36	4.986,8
1998	02.04.	**	**	**	**	**	**	73	5.106,6
1999	07.03.	4	2	-1.6	-2.3	16.03.	27.03.	38	5.355,4
2000	01.04.	1	1	0.0	0.0	11.04.	11.04.	72	5.643,6
2001	06.03.	**	**	**	**	**	**	56	5.812,6
2002	07.03.	1	1	-1.2	-1.2	10.03	10.03.	26	5.962,0
2003	07.04.	**	**	**	**	**	**	46	6.083,0.
2004	06.03.	12	4	-1.4	-4.2	05.04.	06.04.	14	6.055,5
2005	03.03.	5	1	-1.6	-3.2	24.03.	04.04.	78	6.400,3
2006	03.03.	1	1	-0.9	-0.9	11.03.	11.03.	37	6.648,8
2007	25.03.	**	**	**	**	**	**	40	6.740,1
2008	08.03.	1	1	-0.2	-0.2	16.03.	16.03.	53	6.803,3
2009	13.03.	5	3	-0.8	-1.8	25.03.	25.03.	49	6.889,0
2010	03.03.	3	2	-1.1	-2.6	19.03.	20.03.	32	6.912,4
2011	20.03.	3	1	-0.3	-0.9	13.03.	24.03.	59	6.971,8
2012	26.03.	1	1	-2.9	-2.9	28.03.	28.03.	72	7.068,1
2013	16.03.	1	1	-2.3	-2.3	19.03.	19.03.	58	7.135,4
2014	23.02.	2	2	-3.2	-3.4	31.03.	31.03	5	7.287,0
2015	13.03.	2	1	-0.4	-0.7	26.03.	26.03.	45	7.475,0
2016	21.02.	3	2	-1.4	-2.7	17.03.	21.03.	50	7.558,0
2017	28.02.	3	2	-0.6	-1	15.03.	19.03.	88	7.687,2
2018	09.03.	**	**	**	**	**	**	53	7.626,8
2019	15.03.	2	2	-0.6	-1.1	25.03.	25.03.	50	7.799,8
2020	09.03.	1	1	-0.9	-0.9	19.03.	19.03.	45	7.789,8
Ort.	17.03	1.7	1.1	-1.2	-1.7	26.03.	28.03.	48	5.193,3

Geç don hadisesinin yaşandığı yılların yarısından fazlasında yıllık verim ortalamanın altında kalmıştır (Tablo 4). Don hadisesi olmasına rağmen ortalama civarı veya üstünde verime sahip olan yılların %62'sinde ise donlar çok şiddetli olmamış, en şiddetli donlar -1.1°C'nin altına inmemiştir. 2014 yılında görülen kuvvetli don hadisesi ve rekolteadaki belirgin düşüş ise yaşanan adveksiyon donu ile ilgilidir. Öyle ki bu sene yaşanan don olayında radyasyon donuna bağlı yerel bir dondan ziyade bölgeyi tümünden etkileyen adveksiyon donu yaşanmıştır. 2010 sonrası veriminin genel olarak don olaylarına rağmen çok düşük olmaması ve ortalama civarından seyretmesi, dondan etkilenmeyen yeni alanlar, özellikle yüksek plato sahalarından ürün alınmaya başlaması ilişkilidir. Bu açıdan özellikle 2010 sonrası yüksek arazilerde kayısı yetiştiriciliği hızla gelişmeye başlamıştır. Buna ek olarak bu sahalar, don olaylarından daha az etkilenmekte ve ürünün çeşitli nedenlerden dolayı zarar görme riski daha az olmaktadır. Öte yandan her ne kadar yıllık kayısı verimi Malatya ilinin genelini kapsasa da don ile ilgili bilgilerin sadece Malatya istasyonunu temsil etmesi nedeniyle başka bölgeler dondan etkilenmemiş olabilir. Her ne kadar ağaç sayısı yıllara göre artış gösterse de verimin aynı oranda artmadığı görülmektedir. Bu durum, don başta olmak üzere başka nedenler dolayısıyla verimde bir düşüşün görüldüğünün göstergelerindedir.

4.5. Malatya ve İklim Değişikliği

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün (MGM, 2014) "İklim Projeksiyonlarına göre Akarsu Havzalarında Sıcaklık ve Yağış Değerlendirmesi" raporunda Malatya'nın içinde bulunduğu Fırat-Dicle havzasında sıcaklıklarda artış eğilimi ve yağışlar azalma eğilimi görüldüğü ifade edilmektedir.

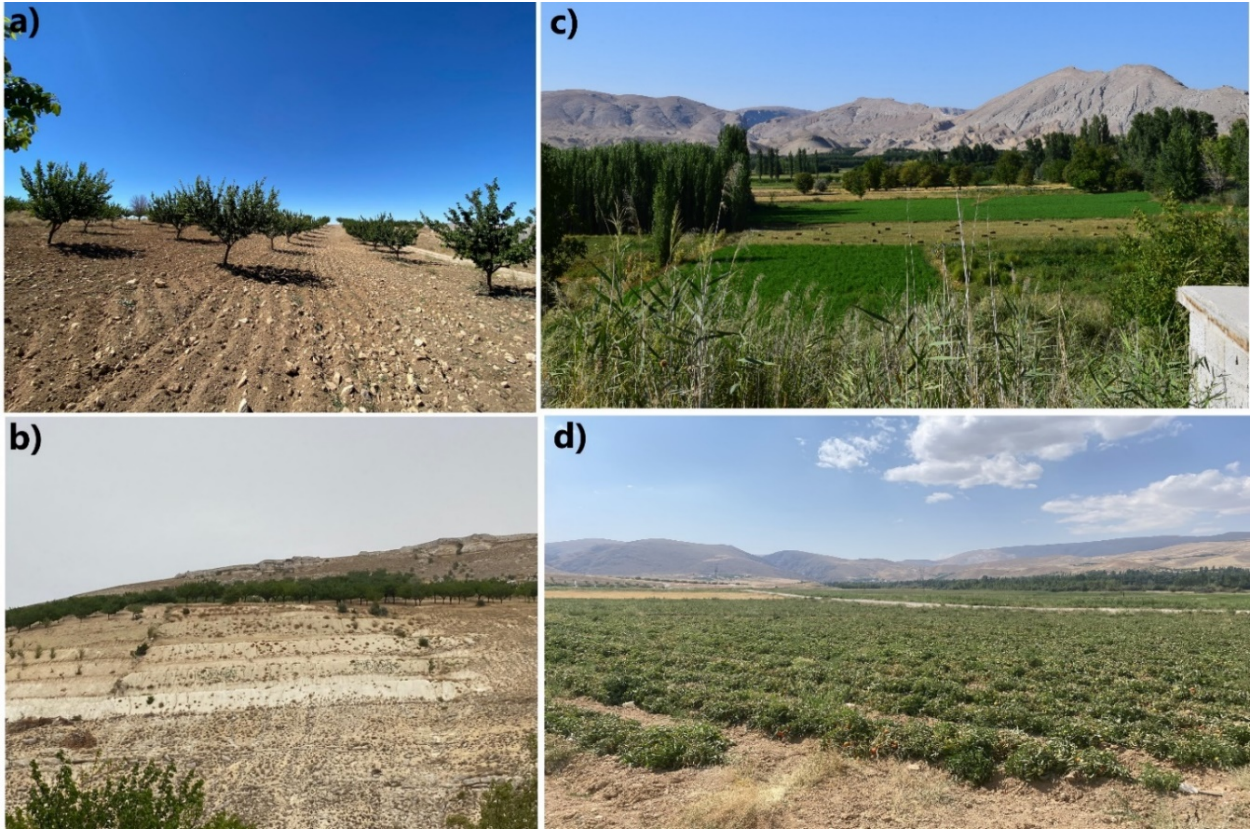
Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün (MGM, 2015) "Yeni Senaryolar ile Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği" Raporu Malatya özelinde incelendiğinde; mevsimlik/ yıllık ortalama sıcaklıklarda artış olacağı ve bu artışların 1-5 °C arasında olabileceği çıkarılmaktadır. Yağışlarda genel olarak kış mevsimi artışlar, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsiminde azalışlar olacağı öngörülmektedir. Türkiye Büyük Millet Meclisi, "Küresel İklim Değişikliğinin Etkilerinin En Aza İndirilmesi, Kuraklıkla Mücadele ve Su Kaynaklarının Verimli Kullanılması için Alınması Gereken Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla" iklim değişikliğini araştırmak için bir komisyon kurmuştur. Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu Raporu'na (2021) göre 1971-2020 yılları sıcaklık verilerinde, Türkiye 1998 yılından başlayarak artışlar görülmekte olup 2010 yılı Türkiye'nin en sıcak yılı ve 1992 yılı en soğuk yılı olmuştur. "İklim İndisleri ve Eğilimleri" başlığı altında, Türkiye'de yaz günleri, sıcak günler, sıcak geceler, tropik gün ve gece sayılarının anlamlı bir şekilde arttığı; donlu günler, serin gün ve gece sayılarının anlamlı bir şekilde azaldığı belirtilmektedir. Yağışların güneyde azalması; kuzeyde artış gösterdiği ve toplam yağış miktarlarındaki azalışa rağmen günlük maksimum yağış miktarlarının artış trendi gösterdiği ifade edilmiştir. Rapordaki iklim projeksiyonları incelendiğinde Malatya ve çevresinde iyi ve kötü senaryoya göre yüzyılın sonuna göre 1-5 °C arasında ortalama sıcaklıklarda artış olabileceği anlaşılmaktadır. Yağış projeksiyonlarında kış ve ilkbahar dışında genel olarak yağış azlığı ve modellere göre düzensizliği göze çarpmaktadır. Havza bazlı incelemede de Malatya'nın içerisinde bulunduğu Fırat-Dicle Havzasında yağış azlığı görülmektedir. Onar yıllık nem projeksiyonlarında da yüz yılın sonuna kadar Malatya ve çevresinde nem açığı oluştuğu; diğer taraftan sıcaklık artışına ve nem açığına bağlı olarak kıyısında bulunduğu Karakaya Baraj gölü kaynaklı buharlaşmanın artabileceği görülmektedir. Diğer yandan Malatya'nın komşusu olan Elazığ'da çok şiddetli yağışlı gün sayısının 2021-2099 döneminde 7-11 gün aralığında artabileceği öngörülmektedir. Bütün modellerde ve projeksiyon dönemlerinde Fırat-Dicle havzasında su açığının olabileceği ifade edilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER:

Küresel iklim değişikliğinin hayatımızın her alanında olduğu gibi tarım ürünlerinden kayısı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu çalışma, örneklem alanı olarak dünya kayısı üretiminin en yoğun olarak yapıldığı sahalardan biri olan Malatya ili seçilmiştir. Yapılan arazi gözlemleri, anket çalışması ve analitik analizler çerçevesinde 1980-2020 yıllarını kapsayan dönemde yıllık sıcaklık ortalamalarında istatistiki olarak anlamlı ve son yıllarda belirgin bir artış olduğu görülmüştür. Bu durum, kayısının fenolojik döneminin daha erken başlamasına ve hali hazırda uzun yıllardan beri zaman zaman görülen kayısı geç donlarının riskinin daha da artmasına sebebiyet vermektedir. Çünkü fenolojik dönem daha erken başladığında zamansal ölçekte kayısının geç don olayından etkilenme aralığı artmaktadır. Böylece bazı alanlar, son zamanlarda çok daha sık geç donlara maruz kalmaktadır. Bunun yanında iklimde meydana gelen ısınma, Malatya arazilerinin yüksek kesimlerinde susuz kayısı yetiştiriciliğinin ortaya çıkmasına imkân sağlamıştır. Malatya arazilerinde havza, vadi ve depresyon tabanlarında kayısı ağaçları, iklimdeki değişkenlikle beraber önemli ölçüde dona maruz kalmaktadır. Belirlenen bu sahalarda (Şekil 5) her geçen yıl giderler gelirlerden daha fazla çıkmaktadır. Bundan dolayı akarsu boylarında kayısıdan daha fazla ekonomik getiri sağlayan yonca, domates, mısır, patates, kavak (silvikültür) ve diğer sebze ürünleri yetiştirilmesi daha uygundur (Foto 3c,d). Malatya İl Tarım Müdürlüğü tarafından her yıl ödenen kayısı sigorta primlerinin kayısıdan ziyade bu ürünlere verilmesi ve teşvik edilmesi daha ekonomik bir işlem olacaktır. Yine ilkbahar geç donlarından dolayı önemli ölçüde rekolte düşümünün olduğu vadi ve alçak plato sahalarında (havza tabanları) yetiştirilen kayısı çeşitlerinin dona dayanıklı, özellikle uzun süreli kış soğuklama ihtiyacı duyan kayısı çeşitlerinin (*Abutalibi, Alfred, Amban, Ananassa, Badami Eravani, Farmingdale, Harglow, Harlayne, Handerson, Khurmani, Luizet, Manderlon, Mektep, Zard, Oranzhevokrasniy* vs.) ve farklı ekolojik koşullara nispeten iyi uyum gösteren *Canino* ve *Hungarian Best* türlerin (Asma, 2011) dikimi yapılarak denemesi yapılabilir. Ek olarak vadi veya depresyon sahalarına rüzgâr makineleri yerleştirilmesi ile soğuk havanın sirkülasyonu sağlanarak kayısı bahçelerinde don etkisi azaltılabilir.

Küresel ve bölgesel iklim değişikliğinin Malatya kayısısı üzerinde getirdiği bir diğer etken kayısı yetiştirme alanlarının 1600 metrelerden 1900 m rakımlı sahalara çıkması ve bu alanlarda susuz bir şekilde yetiştirilmesi gibi bir avantajı sağlamış olması gelmektedir. Vadi ve depresyon sahalardaki bahçe sahipleri fenolojik dönem başlangıcının daha erkene kayması ve ilkbahar geç donlarının sıklığındaki artışlardan dolayı iklim değişikliğinden kötü yönde etkilenirken yüksek plato sakinleri son yıllarda bu durumdan oldukça kâr elde etmiştir. Kuru tarım yapılan sahalarda, kayısı bahçelerine dönüşmesi öncelikle arazi kullanımındaki değişikliği beraberinde getirmiş ve kayısı yetiştiriciliği ile refah seviyesi artan yerel halk, şehirlerde yaşayan insanların daha önceki yaşadıkları köylere yeniden yerleşmesini teşvik etmiştir. Malatya ilinde gerek kayısının ülkemize olan ekonomik getirisi gerekse kırsal alanların yeniden nüfuslanması gerekse de toprağın kayısı ağaçları ile erozyondan korunması gibi avantajları dolayısıyla potansiyel kayısı alanları olarak belirlenen sahalara dikimi yapılan her bir kayısı fidanı için teşvik verilmelidir. Bu açıdan kayısı ağaç ve üretim miktarındaki artışlar aynı zamanda yeni istihdam alanları da oluşturacaktır. Ayrıca Fırat Nehri ve Karakaya Barajı'ndan sağlanan su temini ile Arguvan Platosu kuru tarım alanlarının da kayısı tarımına açılabilme potansiyeli bulunmaktadır.

Malatya Kayısısı üretiminin iklim değişikliği bağlamında incelendiğinde; artan sıcaklıkların üretimin daha yüksek kotlara çıkmasını sağlayacağını ve yağışlardaki azalış göz önüne alındığında susuz üretimin teşvik edilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Vadi tabanlarında yapılan üretimin don, şiddetli yağış ve dolu hadisesine daha çok maruz kalabileceği düşünülmektedir. İklim projeksiyonlarında sıcaklık artışı öngörülmektedir, ancak bu bitkilerin sıcaklık eşik değerini de yükseltecektir. Kış sıcaklıklarındaki artış sonucu erken çiçek açan kayısılar ve özellikle Keban Baraj gölü ve Malatya'nın sınırında bulunan Fırat nehrinden kaynaklanacak buharlaşma sonucu oluşan nem değerindeki artış nedeniyle don olaylarında artış olabilecektir. Ayrıca, bu buharlaşma sonucu artan hava nemi, şiddetli yağışlara ve doluya da neden olarak kayısı üretimini etkileyebilecektir. Diğer taraftan sıcaklık ve nemdeki artışlar, kayısı hastalık ve zararlılarının artmasına ve hatta yenileri ile karşılaşmaya da neden olabilecektir. Kayısı ağacının gelecekteki iklim değişikliği göz önüne alınarak, iklimik yaşam değerleri ve yaşam alanlarındaki değişikliklerin araştırılması faydalı olacaktır. Tüm bu bahsedilen konular göz önüne alınarak, Türkiye'nin önemli bir ekonomik değerini oluşturan, Malatya'daki kayısı yetiştiriciliği konusunda, iklim ve iklim değişikliği projeksiyonlarını da içeren, özenli bir iklim değişikliği uyum çalışması yapılması faydalı olacaktır.



Fotoğraf 3: a. Kültivatör ile yaz sürümü yapılmış 12 yıllık susuz kayısı bahçesi (Temüklü Köyü/ Kuluncak) b. Çakıltaşı, kumtaşı-marn-kireçtaşı içeren ve kolaylıkla erozyona uğrayabilen litolojik yapı üzerinde susuz kayısı yetiştiriciliği (Kurşunlu Belediyesi /Hekimhan) c. Vadi tabanlarında kayısı ağaçlarının dondan etkilenmesi dolayısıyla sökülüp alternatif ürün olarak mısır, yonca ve selvi (kavak) yetiştiriciliğine dönüş (İrmaklı Köyü/ Darende) d. Vadi tabanlarında kayısıya alternatif olarak domates ekiminin yapılması (Kaynarca Köyü/Kuluncak).

ETİK STANDARTLAR:

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

Etik Kurul İzni: Etik Kurul izni, İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu Başkanlığı onayınca 17.01.2022 tarihinde alınmıştır.

Finansal Destek: Yoktur

Teşekkür: Meteorolojik verileri sağlayan Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ve anket çalışmalarına büyük bir özveri katılan Malatya halkına teşekkür ederiz

KAYNAKÇA:

Abacı, Z., & Asma, B. (2010). Bazı Kayısı Çeşitlerinin Farklı Ekolojik Alanlardaki Biyolojik Özelliklerinin Analizi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), 165-168.

Acarsoy Bilgin, N., & Mısırlı, A. (2016). Bazı Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) Çeşitlerinin Farklı Ekolojilerdeki Fenolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. (*Özel sayı*), 179-188. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi.

Ardel A., Kurter A. ve Dönmez Y., 1969. Klimatoloji Tatbikatı. İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 1123, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü Yayınlarından No: 40, Taş Matbaası, İstanbul.

Asma, B. (2011). *Her Yönüyle Kayısı*. Malatya: Uyum Ajans.

Atalay, İ. (1976). Türkiye'de Vejetasyon Sürelerinin Dağılışı. *Atatürk Üniversitesi Araştırma Dergisi*(7), 247-279.

Atış, E., & Çelikoğlu, Ş. (2017). Kağızman İlçesinde Kayısı Üretimi ve Yöre Ekonomisine Katkıları. *Marmara Coğrafya Dergisi*(36), 191-205.

Avcı, V., & Esen, F. (2019). Malatya Havzası'nda Sıcaklık ve Yağışın Trend Analizi. *İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi (INIJOSS)*, 8(1), 230-246.

Alexander, L., & Herold, N. (2016). *ClimPACT2: Indices and software*.

Bartolini, S., Massai, R., Iacona, C., Guerriero, R., & Viti, R. (2019). Forty-year investigations on apricot blooming: Evidences of climate change effects. *Scientia Horticulturae*, 244, 399-405.

Bendif, H., Benmehia, R., Bahlouli, F., Tellache, S., Slamani, A., & Zedam, A. (2017). Contribution to the study of some aspects of pollination in six varieties of apricot in the region of M'sila (Algeria). *Journal of Scientific Agriculture*(1), 347-351.

Bilgin, N., & Mısırlı, A. (2015). Farklı Ekolojik Koşullardaki Kayısı Çeşitlerinde Toprak ve Yaprak Besin Elementi İçeriklerinin Karşılaştırılması. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 52(1), 31-37.

Bourguiba, H., Audergon, J., Krichen, L., Trifi-Farah, N., Mamouni, A., Trabelsi, S., & Khadari, B. (2012). Loss of genetic diversity as a signature of apricot domestication and diffusion into the Mediterranean Basin. *BMC Plant Biology*, 12(1), 1-17.

Darkot, B. (1943). Türkiye'nin Coğrafi Bölgeleri arasında Yukarı Fırat Bölgesi. *III. Üniv. Haftası*, 225-268.

Demircan, M., Alan, I., and Sensoy, S., (2011). Increasing resolution of temperature maps by using Geographic Information Systems (GIS) and topography information, EMS Annual Meeting Abstracts, Vol. 8, EMS2011-182, 11th EMS/10th ECAM

- Demircan, M., Arabacı, H., Bölük, E., Akçakaya, A., Şensoy, S., ve Ekici, M., (2013). İklim Normalleri ve 1981-2010 Sıcaklık Normallerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Topografya Kullanarak Yüksek Çözünürlüklü Grid Veri Setinin Üretilmesi, 6. Atmosferik Bilimler Sempozyumu, İTÜ, İstanbul-Türkiye.
- Demircan, M., Türkoğlu, N., ve Çiçek, İ., (2014). Mevsimlik Sıcaklık Normallerinin (1971-2000) Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Yüksek Çözünürlüklü Veri Setinin Üretilmesi, TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu, Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi, 23-24 Ekim 2014, Ankara
- Demircan, M., Türkoğlu, N., Çiçek, İ., (2017). İklim Değişikliği: Modelden Sektörel Uygulamalara (Climate Change: From Model to Sectoral Applications), Türk Coğrafya Kurumu 75. Yıl Uluslararası Kongresi, Ankara, (a)
- Demircan, M., Arabacı, H., Gürkan, H., Eskioğlu, O., Coşkun, M., (2017). Climate Change Projections for Turkey: Three Models and Two Scenarios, Türkiye Su Bilimi ve Yönetimi Dergisi (Turkish Journal Of Water Science & Management), ISSN:2536 474X Publication number:6777, Volume: 1 Issue: 1, Ankara, (b)
- Dizdar, Y. (2003). *Türkiye'nin Toprak Kaynakları*. Ankara: Kozan Ofset.
- Doğan, İ., & Karabulut, M. (2022). Türkiye'de Büyüme Derece Günlerinin Zamansal ve Mekânsal Trendinin İncelenmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*(8 (1)), 122-133.
- Elibüyük, M. (1994). Malatya Coğrafyası. *Malatya Kültür Dergisi*(2), 14-20.
- Ercisli, S. (2009). Apricot culture in Turkey. *Scientific Research and Essay*, 4(8), 715-719.
- Erinç, S. (1953). *Doğu Anadolu Coğrafyası*. İstanbul: Sucuoğlu Matbaası.
- Erol vd. (1987). *Aşağı Fırat Bölgesinde Bugünkü ve Kuvaterner'deki Doğal Çevre Koşulları*. Ankara: ODTÜ Aşağı Fırat Projesi 1978-79 Çalışmaları.
- Fırat Kalkınma Ajansı, (2010). Kayısı Araştırma Raporu, T.C. Fırat Kalkınma Ajansı, Hazırlayan: Muhammed Raşid ÜNAL, Uzman, Malatya.
- Gecer, M., Kan, T., Gündoğdu, M., Ercisli, S., İlhan, G., & Sağbaş, H. (2020). Physicochemical characteristics of wild and cultivated apricots (*Prunus armeniaca* L.) from Aras valley in Turkey. *Genet Resour Crop Evol*(67), 935-945.
- Gu, M. (1995). Apricot cultivars in China. In II International Workshop on Apricot Culture and Decline XXII IHC 2009, 63-68.
- Gunduz, O., Ceyhan, V., & Bayramoğlu, Z. (2011). Influence of climatic factors on apricot (*Prunus armeniaca* L.) yield in the Malatya province of Turkey. *Asian Journal of Agricultural Sciences*, 3(2), 150-155.
- Günek, H. (1995). *Darende Ovası ve Gürün Çevresinin Fiziki Coğrafyası*. Coğrafya Anabilim Dalı. Fırat Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Güser, Y., Demircan, M., Arabacı, H., Coşkun, M., (2017). Investigation of Frost Disaster According to Climate Change Projections, Turkey Climate Change Congress - TCLCC'2017 5-7 July 2017, Istanbul, Turkey
- Gürgöze, S., & Uzun, A. (2020). Ozan Kanyonu'nun Jeomorfolojisi, Malatya/Türkiye. *Kesit Akademi Dergisi*, 6(25), 116-128.
- İlhan, E. (1970). Darende-Gürün bölgesinde bazı Jeomorfoloji olaylar. *Jeomorfoloji Dergisi*(2), 71-77.
- İskender, C. (1994). *Ağın-Arapgir çevresinin (Elazığ kuzeybatısı) jeomorfolojisi*. Coğrafya Anabilim Dalı. Fırat Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- İzbrak, R. (1983). *Türkiye Jeomorfolojisi Fasükül I*. Ankara: Doğu Matbaası.
- Karadenizli vd. (2016). Late Eocene-Early Miocene Palaeogeographic Evolution of Central Eastern Anatolian Basins, the Closure of the Neo-Tethys Ocean and Continental Collision. *Journal Geological Society of India*(88), 773-798.

- Kaya, C. (2020). *Ayvaltohma Çayı Havzası Aşağı Çığırının Jeomorfolojisi*. Coğrafya Anabilim Dalı. Marmara Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- Kuzucuoğlu vd. (2019). The Geomorphological Regions of Turkey. C. Kuzucuoğlu, A. Çiner, & N. Kazancı (Dü) içinde, *Landscapes and Landforms of Turkey* (s. 41-180). Springer.
- MEB, (2011). Bahçecilik, Kayısı Yetiştiriciliği, 621EEH039, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara
- MGM, (2014). İklim Projeksiyonlarına göre Akarsu Havzalarında Sıcaklık ve Yağış Değerlendirmesi, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara
- MGM, (2015). Yeni Senaryolar ile Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği TR2015-CC, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2022. 2021 Yılı İklim Değerlendirmesi, İklim - Zirai Meteoroloji Dairesi Başkanlığı ve Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ocak 2022, Ankara, s. 2 ve s.3.
- Özdemir, M. (1994). *Ömerli (Şiro) Çayı Havzası genel ve uygulamalı jeomorfolojisi*. Elazığ: Fırat Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Özüpekçe, S. (2021). Malatya'da Tarımsal Arazi Kullanımı ve Kayısı Tarımının Önemi. *Al Farabi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(1), 62-77.
- Sunkar vd. (2008). Tohma Çayı Yukarı Havzası'nın (Kangal Batısı) Jeomorfolojisi. *Coğrafya Dergisi*(17), 16-36.
- Sunkar vd. (2008a). Kurucaova ve Yakın Çevresinin (Malatya) Jeomorfolojisi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(2), 1-22.
- Sunkar, M., Hatun, Ü., & Toprak, A. (2013). Malatya Havzası ve Çevresinde İklim Özelliklerinin Meyveciliğe Etkisi. *3rd International Geography Symposium - GEOMED*, (s. 566-574).
- Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün (SYGM), 2016. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi Nihai Raporu Yönetici Özeti, T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, s.6 ve s.8.
- Şaroğlu, F., & Güner, Y. (1981). Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler ; Jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*(24), 39-50.
- TBMM, (2021). Türkiye Büyük Millet Meclisi, Küresel İklim Değişikliğinin Etkilerinin En Aza İndirilmesi, Kuraklıkla Mücadele ve Su Kaynaklarının Verimli Kullanılması için Alınması Gereken Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu Raporu, Ankara (<https://www5.tbmm.gov.tr/sirasayi/donem27/yil01/ss300.pdf>)
- TOB (2021). İklim Değişikliği ve Tarım Değerlendirme Raporu, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Türkoğlu, N., Çiçek, İ., & Şensoy, S. (2012). Türkiye'de İklim Değişikliğinin Meyve Ağaçları ve Tarla Bitkilerinin Fenolojik Dönemlerine Etkileri. (s. 151-164). Ankara: TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu.
- Ulusal Kayısı Çalıştayı (2014). Ulusal Kayısı Çalıştayı, 18 – 19 Kasım 2014, Malatya, T.C. Gıda Tarım Hayvancılık Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Valiliği M., & Yakar, Ö. (2004). *Sosyal, kültürel ve ekonomik yönleri ile Malatya*. Malatya Valiliği.
- World Meteorological Organization (WMO), 2022. The State of the Global Climate 2021, WMO-No. 1290, ISBN 978-92-63- 11290-3, Geneva, Switzerland, s. 6.
- Yanar, M. (2016). Bazı Kayısı Çeşit ve Genotiplerinin Fenolojik, Morfolojik, Pomolojik ve Moleküler Karakterizasyonu. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı.
- Yıldırım, M., U., Demircan, M., Özdemir, F., A. ve Sarihan, E., O., (2016). İklim Değişikliğinin Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Üretim Alanlarına Etkisi, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, Cilt 25, SAYI: ÖZEL SAYI-2, ISSN: 1302-4310, E-ISSN: 2146-8176, DOI: 10.21566/tarbitderg.282851, sayfa:289-295, Ankara.

EXTENDED ABSTRACT:

The Earth differs from other planets because it contains life. Climate is one of the phenomena that identify the existence of living beings, their ability to survive and the distribution of suitable living environments. Furthermore, climate determines the species of living being and its distribution. On the other hand, differences between species can be explained by the climate zone and climatic threshold values can be defined for both species and even for human activity sectors. Climate identifies and affects social and economic activity directly or indirectly with positive/negative effects. Today, the Earth has encountered several environmental issues and climate change is the most important and comprehensive of these problems which are under debate. The Mediterranean Basin, in which Turkey is located, is affected by climate change, temperature increase, water shortage, drought, etc. and it is one of the most affected areas on the Earth. In Turkey, according to some scenarios, the temperature could rise to 5-8 °C by the end of the 21st century. Therefore, in order that the adaptation to ongoing climate conditions, measures should be made and applied. This study, it is aimed to examine apricot agriculture and production by handling geomorphological and physical structure, climate, climate change, and farmers' attitudes in Malatya province.

In the research, the impact of climate change and geomorphological conditions on apricot harvest are explored. For this purpose, literature research, field and office studies are carried out. Existing data sets including between 1980-2020 were provided by the Turkish State Meteorological Service. Results are presented by maps, graphs and tables. The temperature and precipitation maps were made by utilizing the decrease/increase relationship between altitude and 0.5 °C decreasing (Demircan's method) in temperature and 0.54 mm increasing (Schreiber's method) in precipitation was suggested according to elevation. The temperature and precipitation values are modeled by using mentioned thresholds and the Inverse Distance Weighted method with 1km resolution elevation data sets. All of the maps were produced in Geographic Information System (GIS). For the meteorological data sets firstly, the temperature and precipitation data sets were checked and homogeneity test were carried out in R Programming. Afterward, to determine the onset of the phenological season, the method of 6 consecutive days was used. In other respect, 6.5 °C was taken as a basis for starting the phenological season. For identifying changes in temperature and frost parameters, Mann Kendall sequential statistical and linear trend analyses were used. Finally, a questionnaire was applied to the public relating to apricot agriculture. This implementation was made online and face-to-face. The results of the questionnaire were treated in Statistical Package For Social Science Program (SPSS).

In the study, potential apricot agriculture areas were determined. According to studies, Akçadağ and Kurşunlu plateaus are the most significant potential locations. Besides, Darende, Kuluncak, Hekimhan, Arguvan, and Pütürge regions have also magnificent potential and current apricot production places. These areas have been becoming suitable because of increasing temperatures relevant to climate change. For example, it was found that the annual average temperature totally increased by 2.4 °C between 1980 and 2020. As a result, today apricot fruits can be cultivated even at 1900 meters. Whereas, in advance (before the year 2005-2009) apricot could not be brought up at that high altitude. Today, this level of altitude cannot be seen in any place in Turkey. These areas are called high plateau areas and they are more convenient related to low plateau and valley basins. For instance, high plateaus have less risk of frost. Because, the phenological season of plant launches lately related to low-altitude areas also dry farming can be made due to climatic conditions.

According to questionnaire results, for harmful parameters to apricot, frost is the most answered parameter with 40,7%. Other answers are hail, wind, diseases and others. Their rates are 31,9%, 11,8%, 11,4% and 4,2% respectively. Launching of decreased productivity of apricot also was questioned. Regarding answers, the year 2010 is the most answered. 2015, 2000 and 1990 followed to the year 2010 respectively. On the other hand, the decreased yield most occurred in wally areas with 55%. The low plateau and slope areas succeed in wally and their rates are 50% and 44% respectively. Whereas, the absence of decreased productivity in high plateau areas. As mentioned above, frozen and hail are the outside answers. Therefore, their onset of frequency was handled with a geomorphological structure. In respect of results, the year 2010 was the most chosen selection. The year 2015 is similar to 2010. The year 2000, 1990 and 1980 was less selected according to 2015 and 2010 for both parameters. In high plateaus, apricot cultivation generally started in 2007-2009 and productivity onset in 2010-2015 particularly.

The relationship between late spring frosts and harvest also was examined with meteorological and agricultural data sets. In conclusion, The yield of apricot production decreased in some years especially occurring late spring frosts. In addition to this, the frequency of late frost events increased principally after the 2000s and 2010s. With climate change, the risk of frost damage could boost because of the early onset of the phenological season. In fact, it was revealed that the beginning of the apricot phenological stage moved by 20.2 days to an earlier time.

As a result, the apricot agriculture areas and yield have been evolving in recent years because of climate change. According to this, while low altitude areas especially valleys struggled with late spring frosts, high plateau units have more advantages. Thus, in low

areas, it should be passed to alternative agriculture. In this context, clover, tomatoes, corn, etc. can be cultivated as alternative agriculture. Also, the apricot species that are more durable to late frosts should be planted. For example, *Alfred*, *Amban*, *Ananassa*, *Badami Eravani*, *Farmingdale*, *Harglow*, *Harlayne*, *Handerson*, *Khurmani*, *Luizet*, *Manderlon*, *Mektep*, *Zard*, *Oranzhevokrasniy* species can be tried to growing. On the other hand, the winds machine that distributes cold air circulation can be utilized in valley basins and farmers should be more encouraged to plant in high plateaus.


Research Article


Evaluation of Kadıköy Salı Bazaar in terms of Environmental Space Design Criteria of Bazaars


Submission Date
22 / 08 / 2021

Admission Date
05 / 09 / 2022

Pazarların Çevresel Mekân Tasarım Ölçütleri Bağlamında Kadıköy Salı Pazarının Değerlendirilmesi



Pelin Karaçar ¹ 



How to Cite:

Karaçar,P. (2022). Evaluation of Kadıköy Salı Bazaar in terms of Environmental Space Design Criteria of Bazaars. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 4 (2),147-156. DOI: <https://doi.org/10.53472/jenas.1165633>

ABSTRACT:

Evolution of cities is based on the trade which connects urban and rural areas. Based on various archaeological remains, trade activities are thought to have a history over 10.000 years. Bazaars have played an important role in supplying people's needs since ancient times. All ancient cities in the world were/have been consisted of bazaars which were surrounded by fortification walls. Trade which is the main function of these city centers has remained the same without changing throughout centuries. Bazaars were held on roads, close to sacred religious sites, at important crossings, ports, and places preferred by the communities. The emergence of bazaars has facilitated product exchange and trade, provided more convenient and easy interaction between communities, and reduced the number of transactions by eliminating procedures and intermediaries between customers and vendors. Trading in public bazaars have always been preferred.

Today, bazaar places are established as semi-enclosed and outdoor bazaar types in public spaces. Sellers in the bazaars work in unfavorable spaces and climatic conditions, even if they are within the framework of the rules brought under the control of the municipality. For this reason, environmental space design criteria should be considered in the design of bazaar places not only for sellers but also shoppers as users.

In this study, starting from the sample of the planned public spaces shown under the control of the municipality in the neighborhood bazaars, the location and environmental design criteria of the Kadıköy Salı Bazaar have been researched since its initial state, and these criteria have been evaluated in terms of the users of the last Salı Bazaar semi-enclosed place as a public space, with on-site determinations.

KEYWORDS: Urban Area, Environmental Space Design Criteria, Salı Bazaar, Semi- Enclosed Bazaars

Öz:

Kentlerin evrimi, kentsel ve kırsal ekonomileri birbirine bağlayan ticarete dayanmaktadır. Çeşitli arkeolojik kalıntılara göre ticari etkinliklerin 10.000 yıldan daha fazla bir geçmişe sahip olduğu düşünülmektedir. Pazarlar ilkçağlardan bu yana insanların gereksinimlerini temin etmede önemli bir yere sahiptir. Dünya'da var olan eski şehirler surlarla çevrilmiş pazarlardan oluşurdu. Bu kent merkezlerinde temel işlev olan ticaret yüzyıllardır değişmeden kalmıştır.

Pazarlar yol üstünde, kutsal dini yerlere yakın, önemli geçiş mekanlarında, limanlarda ve kabilelerin istedikleri mekanlar üzerinde kurulmaktaydı. Pazarların ortaya çıkması, ürün değişimini ve ticareti kolaylaştırmış, topluluklar arasında daha rahat ve kolay

¹ İstanbul Medipol Üniversitesi, (Dr.Öğr.Üyesi) pkaracar@medipol.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9469-3711>

etkileşime girme olanağı sunmuş, müşteriler ve satıcılar arasındaki prosedürleri ve aracıları ortadan kaldırarak işlem sayısını azaltmıştır. Halka açık pazarlar, kullanıcılar için her zaman tercih sebebi olmuştur.

Günümüzde kamusal alanlar üzerinde açık veya kapalı pazar yerleri kurulmaktadır. Pazarıcılar, belediyenin kontrolü altında getirdiği kurallar çerçevesinde olsa bile olumsuz mekân ve iklim koşullarında çalışmaktadır. Bu nedenle, kullanıcı olarak pazarıcı ve alışveriş yapanlar için pazar yerlerinin tasarımında çevresel mekân tasarım ölçütleri dikkate alınmalıdır.

Bu çalışmada semt pazarlarında belediye kontrolü altında gösterilen planlı kamusal alanlarda var olduğu örneklemeden yola çıkarak, Kadıköy Salı pazarının ilk halinden bu yana konumu ve çevresel mekân tasarım ölçütleri araştırılmış ve son yapılan Salı pazar yerinin kamu mekânı olarak kullanıcıları açısından bu ölçütler yerinde yapılan tespitlerle değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kamusal Alan, Çevresel Mekân Tasarım Ölçütleri, Salı Pazarı, Yarı Kapalı Pazar

GİRİŞ:

Şehirlerde yaşayan birçok kişinin bir araya gelerek iletişim kurarak sosyal ve kültürel etkileşimler kurduğu kamuya açık alanlar; parkları, çarşılar, ticaretin yoğun olduğu sokaklar, semt pazarları, meydanlar, dinlenme ve eğlenme amaçlı kamusal açık alanlar gibi çeşitli ve farklılık gösteren ortak kullanım alanlarından oluşmaktadır (Özbek, 2004). Kamuya ait mekanlar kent içerisinde karşılaşılmalara olanak sağlayan, özgür ve beklenmedik eylemlerin gerçekleşebileceği sosyal ilişkiler kurmaya olanak veren yerlerdir (Lynch, 1990). Kamusal alanlar tarihsel olarak şehrin zenginliğinin ve çeşitliliğinin gerçek yansımasıdır (Jacobs, 2002). Aynı zamanda, yapay ve doğal çevresi ile fiziksel olarak insanlarda yaşadıkları yerlere ait olma duygusunu vermektedir (Özbek, 2004). Şehirlerin dokuları, ekonomik, sosyal, kültürel ve siyasi yapılanmalarla değişim göstermektedir. 20.yüzyıldan bugüne kadar ekonomik ve siyasi oluşumlar şehirlere göçün artması ile yapılaşma biçimini değiştirmiştir. 2000'li yıllara doğru sosyal, ekonomik ve kültürel değişimlerle, toplumda tüketimin artmasına ve alışveriş alışkanlıklarının değişmesine neden olmuştur (Tunalı, 2011). Bütün uygarlık tarihinde sokaklar en yoğun ticaretin yapıldığı kamusal alanlar pazarlardır (Brower, 1996). Sosyal, kültürel, ekonomik ve siyasi değişimler kent içindeki satış çevrelerine ve toplumun yaşam tarzına farklı biçimlerde yansımıştır. Yeni tüketim biçimleri ise yeni satış mekânları oluşturmuştur (Tunalı, 2011). Kentsel tasarım ölçeğinde pazarların çevresel mekânda fiziksel konforunun olmaması önemli bir sorundur. Pazar alanı, bir kapalı meydan görevi üstlenerek, pazar kurulmadığı diğer zamanlarda sosyal ve kültürel aktiviteler ile resmi etkinlikler için kamusal bir alan olarak hizmet sağlayacaktır.

Gerek çarşı gerekse pazar ve bu bağlamdaki Arasta bedesten adlandırmaları yüzyıllar boyu ticaret alanlarının sınırlarını ve bu sınırlar içinde sağlanan faaliyetlerin genel karakterlerini gönderme yapan kavramlar olarak kullanılmıştır (Cezar, 1985). En eski çağlardan günümüze kadar pazar yerleri insan yaşamında önemli rol almıştır. Dünya'da geçmişte yerleşim yerlerinin kalelerle çevrilmiş alanlarda pazarlar kurulmuştur. Birçok insanın belirli amaçlar için toplandıkları veya birbirlerine tesadüf ettikleri yer olarak tanımlanmıştır (Eroğlu, 1976). Alışveriş aktiviteleri, tarihte Mısır ve Hitit dönemlerinde tapınakların yakın çevresinde, açık meydanlarda yapılmıştır. O zamanlar dini bir merkez olan tapınaklar, insanların sosyalleşmesi açısından önemli mekânlar olup, tapınak çevresinde toplanan insanlar bu şekilde kurulan pazar yerlerinde ürün alım satımı yapabiliyordu. Zamanla pazar yerlerinin dolması ve daha fazla gelişmeye olanak vermemeleri, ticari aktivitelerin kentlere yayılmasına yol açmış ve belli ürünlerin satıldığı sokak ve yapılar ortaya çıkmıştır (Yıldırım, 2011).

Alışveriş aktivitelerinin mimari bir biçim olarak kente eklenmesi, Antik Yunan dönemiyle birlikte başlamıştır. Yunan Agorası ve Roma Forumu, planlı alışveriş etkinliklerinin başladığı ilk mekânlar olarak alışveriş mekânlarının atası olarak görülmektedir. Orta çağ döneminde ise alışveriş faaliyetleri, Avrupa'daki çoğunlukla katedral gibi dini yapıların etrafında kurulan pazar yerlerinde gerçekleşir iken; Anadolu ve Doğu medeniyetlerinde ise geleneksel hanlar, arastalar, bedestenler ve kapalı çarşılar bu dönemde kentlerin ticaret mekânlarının karakterlerini yansıtmışlardır (Tokyay, 2005). Pazarlar yol üstünde, kutsal dini yerlere yakın, önemli geçiş mekânlarında, liman olan yerlerde ve insanların yoğun olarak yaşadığı meydanlar üzerinde kurulmaktaydı. Pazar yerleri birçok farklı ırktan insanların bulunduğu alanlar olmuştur. Pazar yerleri Roma'da bir çeşit eğlence merkezi olarak rol oynamıştır. Geçmiş yüzyıllarda şehir meydanlarında kurulan pazarlar bölgesel ihtiyaçlara yeterken, panayırılarda gelişmekteydi (Eroğlu, 1976). Rönesans ve Yeniçağ döneminde, yine Avrupa'da borsa binaları gibi yapı ölçeğinde mekânlar görülmeye başlanırken, bir diğer ticari mekânlar bütünü olan alışveriş caddeleri de bu zaman diliminde ortaya çıkmıştır (Tokyay, 2005).

Pazar, kullanıcıları için mobil bir sosyo-ekonomik örgütlenme yeridir. Çarşı ile karşılaştırıldığında pazar görece sabit olmayan bir alan üzerinde faaliyet türü ve ürün yelpazesi açısından daha geniş fakat sınırlı sosyolojik açıdan daha heterojen bir kompozisyonu sahiptir. Kent yaşamının hareketli alanlardan birini oluşturan pazarlar mahalli bölgesel ve ulusal ölçekli bir tasnif içinde eşzamanlı olarak aynı kent ortamlarında kentsel sistemin barındırdığı demografik sosyal kültürel yapıların deruhte edildiği geleneksel köle model ve çok modern pazarlar şeklinde yan yana yer alabilmektedirler (Braudel 2004).

1. Günümüzde Semt Pazarları ve Tasarımında Çevresel Etmenlerin Değerlendirilmesi

Geçmiş zamanlarda sadece insanların toplanma alanı olup, asgari miktarda gereksinimleri için alışveriş yaptıkları tek mekân olan açık pazar yerleri, bugün de diğer alışveriş merkezlerine göre ucuz olması, ürünlerin çok çeşitli olması ve her bütçeye uygun ürünlerin bulunması nedenleriyle tercih edilmektedir. Pazar yerleri farklı nitelik ve nicelikte, kentleşme süreci içinde nüfusun ihtiyaçlarına göre zaman içinde oluşmuştur. Tarihsel süreçte, semt pazarlarının ilk örnekleri surlarla çevrilmiş kentlerde, sur içinde tarım ürünlerini satılması uygun görülmediğinden kentin ihtiyaçları doğrultusunda semt pazarlarının konum ve işlevi değişmiştir (Göktaş, 1994). Pazarlar, farklı sosyal çevreleri buluşturan aynı zamanda kültürel alışverişin gerçekleştiği kamusal mekanlardır (Demir, 2018).

Kullanıcılar için semt pazarları mekânsal anlamda portatif bir sosyo-ekonomik örgütlenme yeri olarak görülebilir. Hızla gelişen nüfusun pazarlara olan gereksinimi gün geçtikçe artmış, pazarlar zevk için gidilen bir yer olmaktan çıkıp, artan enflasyon sonucu zorunlu olarak tercih edilen alışveriş yerleri olmuştur (Aksoy, 2009).

Pazar yerlerinin kurulabilmesi için yerleşim yerinin konumu, iklim şartları, nüfus miktarı, ulaşım ağları, ekonomik yapı ölçütleri, değişen hayat şartları ile ortaya çıkan gereksinimlerin yanı sıra yasa ve yönetmeliklerin de göz önüne alınması gerekmektedir. Ulaşılabilirlik pazarların sürekliliğiyle büyüklüğü ve kurulma dönemleri üzerinde etkilidir. Çeşitli yolların kesişme noktalarında kurulan pazarların sürekliliği ve büyüklüğü açısından kamu kurum ve kuruluşların etkisi büyüktür. Yasa ve yönetmelikler, özellikle belediye denetiminde olan pazarları etkiler; belli bir düzenin oluşmasını sağlarken, diğer taraftan yeni kurulan pazarların sayıca artmasına ve belli bir düzende kalmasına neden olur. Belediyeler, yasa ve yönetmeliklere göre, pazar ürünlerinin sağlık açısından kurallara uygun şekilde satılmasını şart koşar (Tuncel, 2006). Semt pazarları, halk için pazar yeri kurulması belediyelerce tercih edilen yatırımlar olmuştur. Pazar yerlerinin çevresel mekân tasarım koşullarına göre nasıl kurulacağı, hangi mekân gereksinimlerinin bulunacağı yine kesin kurullarla belirlenmiştir (Tunçel, 2006).

Pazarlar geçiciliği nedeni ile kaotik ve yapılandırılmamış görünse de fiziksel yapıları belirli kurallara ve mantıklara cevap veren organize bir sistem olarak çalışırlar. Bu nedenle araçları tanımak ve etkili okumak, sistemleri ve ilişkileri anlamak için önemlidir. Semt pazarları buldukları yerin yerel otoritesi olan belediyelere bağlı olup; kurulum yeri/zamanı, yerleşim lekesi kararları ve kurulu olduğu tüm süre içerisinde belediyelerin yetkisi altındadır. Pazar yerleri Yönetmeliği'nde belirtildiği üzere, pazarın kurulacağı yer bölgenin ihtiyacı doğrultusunda belediye meclisince karar verilir.

Pazar kullanıcıları, mekânı doğrudan üreten, inşa eden özneler olarak fiziksel müdahalede oldukça baskın, toplumsal ilişkilerin yenilenmesi ve değişmesinde yönlendirici, tetikleyicidir. Alışverişe gelenler; uyum sağlayan, seçim yapan ve çoğunlukla toplumsal ilişkilerin yenilenmesinde etkin konumdadır. Pazarcular periyodik bir sistem içerisinde her hafta belirli yerlerde kamusal mekânı fiziksel olarak yeniden, kendi inşa yöntem ve malzemeleriyle üreten özneler olarak görülebilirler. Belediye ve mimarların birlikte örgütlediği mekânın projelendirilme ve inşa süreci sonunda pazar işlevi haline gelen mekân; belirlenen bir işlev üzerinden kurgulandığı için kullanım, yerleşim ve hareket biçimleri tanımlıdır. Bu koridor sistemine paralel olarak tezgahların yerleşim şemaları da belirli ve mekâna işlenmiş durumdadır (Öztekin, 2009).

Semt pazarları, çoğunlukla haftanın belirli günleri sürekli olarak aynı yerde kurulur, isimlerini de buldukları konum veya kuruldukları günden alırlar. Geçmişte üretim fazlası ürünlerin takas yapılması üzerinden başlayarak evrim geçiren ticari ilişki biçimi, günümüzde kentte hala varlığını sürdürebilmektedir. Periyodik semt pazarları kuruldukları yere bağlı otoriteler tarafından belirlenmiş gün ve konumlarda satıcı ve alıcıların toplanma eylemidir (Öztekin, 2009).

Pazar yerlerinin yapısal özellikleri incelenirken pazar mekânı iki yönden ele alınmalıdır. Bunlar açık pazarlar ve yarı-kapalı pazarlar olarak iki gruba ayrılır. Açık pazar kurulum yeri açık olan pazarlar ve yarı- kapalı pazar kurulum yeri kapalı olan pazarlar şeklinde tanımlanabilir. Geleneksel olarak açık olanlara kurulan pazarların büyük bir çoğunluğu 21. yüzyılda özellikle kent merkezlerinde bağlı buldukları belediyeler için pazarların hijyen koşullarının sağlanması, pazar sakinlerinin her türlü hava koşulunda daha rahat alışveriş yapabilmesinin sağlanması için mekânsal kalitesinin artırılması kapalı alanlara dönüştürülmektedir (Demir, 2018).

Pazar alanları da geçmişten günümüze bir düzlem üzerinde oluşum göstermiştir. Yine günümüzde pazarlar, kent kotunda sokaklara veya alanlara kurulumları devam etmektedir. Kapalı pazar alanlarında oluşturulacak, geniş düzlem alanı ile pazar alanının, kentsel çevre ile bağının kopmaması gereklidir.

Yarı-kapalı pazarların tasarımında uygulanması gereken tasarım ölçütleri araştırılan kaynaklar doğrultusunda şu şekilde belirlenmiştir (Gün,2020), (İncesakal, 2011);

1. Denetimin doğru şekilde sağlanması gereklidir.
2. Pazar alanı tasarımı insan fizyolojisinin en rahat şekilde hareket etmesini sağlamalıdır. Katlı şekilde tasarlanan pazarların asansör merdiven ve rampa çözümleri gerekli şekilde tasarlanmalıdır.
3. İklimsel koşullara uygun doğal havalandırma sistemleri öncelikli olarak düşünülmelidir.
4. Pazar alanı içerisinde doğal aydınlatmadan ağırlıklı olarak faydalanılmalıdır.
5. Hava şartlarına uygun yağmur ve güneşten koruyan üst örtü tasarımı yapılmalıdır.

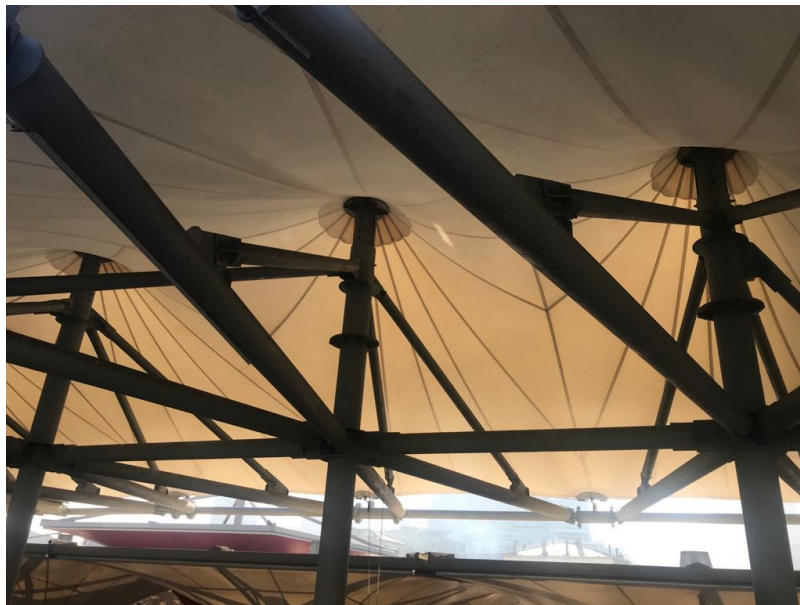
6. Termal konfor sağlanması için açık alanlarda döşeme sistemlerine döşenecek ısıtma sistemleri ve bunlara bağlı çalışan dijital sensörler vasıtasıyla devreye girip yine otomatik olarak devreden çıkacak sistem kurgulanmalıdır.
7. Kent topoğrafyasına ve ulaşım yollarına uygun tasarım yapılmalıdır.
8. Pazar mekanları kuruldukları günler dışında boş olan günlerde sosyal, kültürel ve resmi aktiviteler içinde uygun tasarlanmalıdır. Böylelikle çok amaçlı Pazar mekanı kurgulanmalıdır.
9. Pazar yapımında, sürdürülebilir çevreye zarar vermeyen malzeme seçimi dikkate alınmalıdır.
10. Pazar ve çevresinin ihtiyacını karşılayabilecek kapalı otoparklar planlanmalıdır.
11. Rekreasyon alanları çocuk oyun parkları ve dinlenme alanları tasarlanmalıdır.
12. Kolay erişilebilir hizmet birimleri (Tuvalet, ibadethane) sağlanmalıdır.
13. Kent ölçeğinde estetik etkiye sahip çevre ile iletişim kurabilen yapı tasarımı olmalıdır.

Hasanpaşa mahallesinde tasarım ve uygulaması yapılan Salı Pazarının yarı-kapalı Pazar düzeninde mekân tasarım ölçütlerinin değerlendirilmesi yukarıda belirlenen tasarım ölçütlerine göre değerlendirilecektir.

2. Çevresel Mekân Tasarım Ölçütleri Bağlamında Kadıköy Salı Pazarının İncelenmesi

Tüm dünya şehirleri gibi İstanbul'da semt pazarlarına sahiptir. Semt pazarları küresel ölçekte de ün kazanmış olabilmektedir. İstanbul'da pazarların geçmişi dünyanın başka yerlerinde de olduğu gibi çok eskilere dayanır. Örneğin Londra'nın Portebello pazarı gibi Kadıköy Salı pazarı da ün kazanmıştır. İlk olarak nerede kurulmaya başlandığı bilinmemekle birlikte çevredeki köylerden gelen köylülerin ürünlerini pazarlıyor bilmeleri için şimdiki Fenerbahçe Stadyumu'nun bulunduğu yerde Kurulduğu belirtilen Kadıköy Salı pazarı günümüze kadar çok sayıda yer değiştirmiştir (Özgül ve Mitchell,2000).

Salı pazarı da İstanbul'un Kadıköy ilçesinde olan yaklaşık 100 yıllık geçmişe sahip bir pazar olup, yıllar içerisinde yer değiştirmiştir. Kadıköy'de ilk kurulan Salı pazarı Kuşdili olarak adlandırılan yerde dağınık bir halde sokaklara da taşarak yer almıştır. 117 yıldır varlığını sürdüren tarihi Salı Pazarı otopark sorunu ve beraberinde oluşan trafik problemi sebepleriyle, İstanbul Büyükşehir Belediyesinin vermiş olduğu karar ile 2008'de Hasanpaşa'daki Kadıköy Kent Meydanı Tarihi Salı Pazarı Alanı'na taşınmıştır. Salı Pazarı'nın yeri de "Kuşdili Çayırı Sabit Pazar, Kültür ve Rekreasyon Merkezi Kentsel Tasarım Projesi" kapsamına alınmasına karar verilmiş günümüze kadar halen otopark alanı olarak kullanılmaktadır [1]. Salı Pazarı, D-100 karayoluna yakınlığı sebebiyle ulaşımın çok daha kolay yapılabildiği alanda 2015 yılına kadar haftanın iki günü (Salı ve Cuma) müşterilerini ağırlamaya devam etti. Eskiye oranla daha düzenli ve geniş bir alanda kurulmuştur [2]. İstanbul 'da Büyükşehir Belediyesi tarafından "Tarihi Salı Pazarı" olarak bilinen kamusal alanda 2015 yılında ihalesi yapılmış "Kadıköy Hasanpaşa Pazar Yeri Zemin Altı Otopark ve Meydan Düzenleme" projesi çalışmaları sebebi ile Salı pazarı Merdivenköy'de, E-5 ile Kurbağalıdere arasındaki Medeniyet Üniversitesi'ne ait alanda 2019 yılına kadar işlevine devam etmiştir [3]. Yeni Salı pazarı 2019 yılı itibarı ile yine haftada iki gün pazar yeri, diğer günlerde ise zemin altında yer alan otoparkları ile hizmet vermeye başladı. Proje 32 bin 300 metrekarelik alanda betonarme ve çelik sistem kullanılarak yapının üst örtü kısmı membran çadır örtüsü olarak yapılmıştır (Resim 1). 4 bin 555 adet pazar tezgâhi mevcuttur (Resim 2) [4].



Resim 1 Salı pazarında strüktür örtüsü (yazar tarafından çekildi)



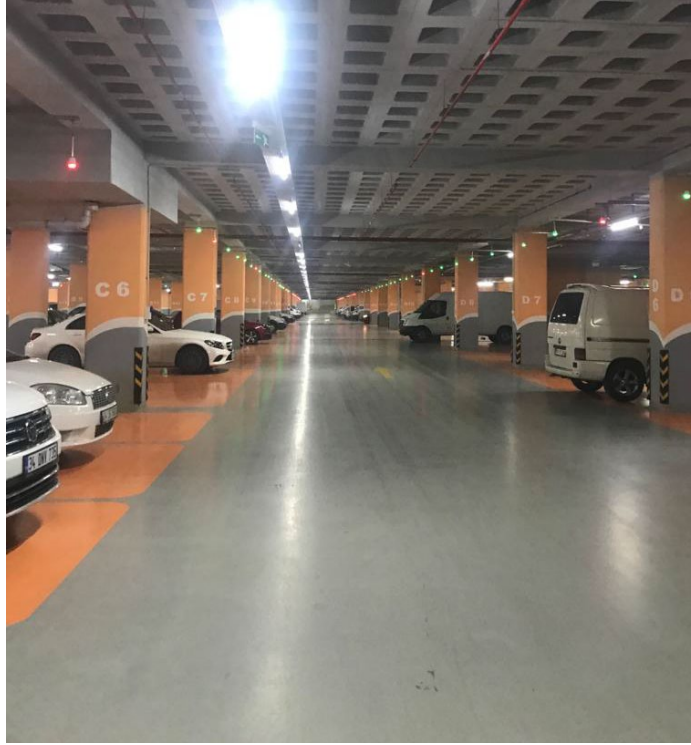
Resim 2 Salı pazarında tezgâh düzeni (yazar tarafından çekildi)

24 bin 100 metrekarelik otopark alanında, iki bodrum katında otoparkı, kot farkları sebebi ile zemin katından pazar yerine giriş sağlanırken birinci katta da yol kotundan pazar alanına giriş bulunmaktadır. Zemin kotunda yer alan pazar alanı düzenli bir şekilde planlanmıştır. Birinci kat düzleminde mekânsal olarak çocuk oyun parkı, WC, mescit, bisiklet sürme alanları ve dinlenme alanlarından oluşmaktadır (Resim 3) [6].



Resim 3 Salı pazarı projesinin uygulama öncesi görsellerinden üstten görünüş ve perspektifi [6]

1368 araçtan, 48'i engellilere ait olmak üzere otopark gereksinimi karşılanmaktadır. Pazar yeri ve otopark alanına inen 2 adet asansör, betonarme ve çelik merdiven, 1'i hareketli 2 adet yaya rampası planlanmıştır [4] (Resim4-Resim 5).



Resim 4 Salı pazarında otopark katı (yazar tarafından çekildi)



Resim 5 Salı pazarına inen rampalar (yazar tarafından çekildi)

Birinci katta 2000 metrekaresi ağaç ve bitkilendirme alanı olmak üzere 18200 metrekare de sosyal donatı alanları tasarlanmıştır. Kamusal alanda kullanıcılar için, çocuk oyun parkları, su şelaleli havuzlar, 3 metre genişliğindeki bisiklet ve koşu bandı ile yeşil alanlarda dinlenme ve sosyal donatılar ile planlanmıştır [5]. Fakat mevcutta şu an yeşil alan ve su şelaleleri görülmemektedir (Resim 5- Resim 6).



Resim 6 Pazar binasının üst katında rekreasyon alanları ve çocuk parkı (yazar tarafından çekildi)



Resim 7 Pazar binasının Üst katında oturma yerleri (yazar tarafından çekildi)

Geleneksel mimariden izler taşıyan yapının konsepti alışveriş merkezinden çok bedesten ve arastaların modernize edilmiş hali olacağı belirtilmiştir [5].



Resim 8 Salı pazarı üst kotundan zemin kotuna bakış (yazar tarafından çekildi)

Pazarda, elektrikli ısıtıcı ile kapalı otopark, iniş rampalarından park alanındaki iniş ve çıkış rampasının donmaya karşı korunması düşünülmüş fakat hayata geçirilmemiştir. Bina yerleşiminde tüm yeşil alanların sulanması otomatik sistemle yapılması planlanmış yeşil alanda yapılmadığından tasarım aşamasında kalmıştır [5].

Pazar alanında hava koşullarının değişiklik gösterdiği durumlarda kar ve buz birikimi engellemek amacıyla beton döşemede ısıtma kabloları, termostat ve bunlara bağlı çalışan dijital sensörler planlama olarak kalmıştır. Sistem kurulacağı alanlardaki tam otomatik çalışacak şekilde tasarlanmış olmasına rağmen yapılmamıştır. Resim 7'de kar eridikten sonra bile kalan kar beton zemin üzerinde görülmektedir.



Resim 9 Salı pazarının üst katında erimeyen karlar (yazar tarafından çekildi)

Salı pazarında denetim doğru şekilde yapılmaktadır. Pazar alanı tasarımı insan fizyolojisinin en rahat şekilde hareket etmesini sağlanmıştır. Katlı şekilde tasarlanan pazarların asansör merdiven ve rampa çözümleri gerekli şekilde tasarlanmıştır. İklimsel koşullara uygun doğal havalandırma sistemleri mevcuttur. Pazar alanı içerisinde doğal aydınlatmadan faydalanılmıştır. Hava şartlarına uygun yağmur ve güneşten koruyan üst örtü tasarımı yapılmıştır. Termal konfor sağlanması için açık alanlarda döşeme sistemlerinde ısıtma kabloları, termostat ve bunlara bağlı çalışan dijital sensörler vasıtasıyla devreye girip ve görevini tamamlamasını takiben yine otomatik olarak devreden çıkarılacak bir sistem yoktur. Kent topoğrafyasına ve ulaşım yollarına uygun tasarım yapılmıştır. Pazar mekanları kuruldukları günler dışında boş olan günlerde sosyal, kültürel ve resmi aktiviteler içinde uygun tasarlanmıştır. Böylelikle çok amaçlı Pazar mekânı kurgulanmıştır. Pazar yapımında, beton ve çelik konstrüksiyon malzeme kullanılmıştır. Çatı örtüsünde membran kullanılmıştır. Otopark döşeme sisteminde epoksi döşeme malzemesi uygulanmıştır. Pazar ve çevresinin ihtiyacını karşılayabilecek kapalı otopark yeterlidir. Rekreasyon alanları çocuk oyun parkları ve dinlenme alanları tasarlanmış yeşil alanlar görülmemektedir. Kolay erişilebilir hizmet birimleri (Tuvalet, ibadethane) sağlanmıştır. Kent ölçeğinde estetik etkiye sahip çevre ile iletişim kurabilen yapı tasarımı mevcuttur.

SONUÇ:

Salı Pazarı Kuşdilinde kurulduğu zamanlara göre kıyaslanacak olursa zemin kotunun altında 2 kattan oluşan otoparkı gereksinimi karşılamakta ve fiziksel çevre koşullarından koruyan kalıcı membran çatı örtü sistemi ile iyi bir uygulamaya sahiptir. Zemin ve 1.katta pazar tezgâhları düzenli olarak planlanmıştır. Kent ölçeğinde rahat alışveriş yapılabilen bir semt pazarı konumundadır. 1.katta rekreasyon oturma ve oyun parkı alanlarının oluşturulması mekânsal koşullar açısından olumludur. Pazarıcılar için soğuk hava koşulları için önlemler alınmamıştır. Projenin tasarım aşamasında düşünülen alanda beton döşemede ısıtma kabloları, termostat ve bunlara bağlı çalışan dijital sensörler ile hava şartlarının değişiklik gösterdiği durumlarda devreye girip otomatik olarak devreden çıkacağı planlanan sistem ile olumlu mekân koşulları oluşabilirdi. Aynı zamanda yeşil alanların da olduğu bir semt pazar planlaması mekânsal konfor ve ekolojik açıdan katkı sağlayacaktı. Sokaklardan, alanlardan kapalı yapılara taşınan semt pazarlarının yine bu konforu sağlaması için doğal aydınlatma kriterleri dikkate alınmalıdır.

Semt pazarları sosyal açıdan gündelik yaşam pratiklerine zemin hazırlayan kamusal mekânlardır. Kamusal mekânda kentlinin var ettiği geçici mekân örgütlenmesinin kent merkezinde kontrolü ve denetimi sınırlamasıyla; gürültü, kirlilik, acil ihtiyaçların karşılanmasındaki zorluk gibi nedenler gösterilerek pazarların yer değiştirmesi meşrulaştırmaya çalışılıp, pazarların sokakta var olması yerine tanımlı ve tasarlanmış alanlarda var olması önemlidir. Belediyenin kontrol ve denetim amacının sürekli kılınmasını sağlamak için iklim koşulları düşünülerek tasarımcılar aracılığıyla semt pazarları yarı kapalı olarak belirli kullanımlar ve ihtiyaçlar üzerinden doğru tasarlanmalıdır. Semt pazarlarının, mekânsal iyileşme çalışmaları ile pazar esnafının kazancının artmasını sağlanacak ve her gelir düzeyinde insana hitap edebilecektir.

Günümüzde “geleneksel semt pazarı yapısı” kullanıcıları için mekânsal biçimiyle yer almaktadır. Semt pazarlarında bazen yarı kapalı olması nedeni ile bir sınır gibi görünse de pazar olmadığı günlerde yapının aktif kullanılmasına önem verilmelidir. Buna rağmen alışveriş merkezlerinin çoğaldığı günümüzde, halen olumsuz hava koşullarında bile Kadıköy’ün asırlık Salı Pazarı yarı kapalı Pazar tasarımı ile kent kültürünün ayrılmaz bir parçası olmayı sürdürmektedir. Semt Pazar mekanlarının tasarlama ve uygulama aşamasında pazarıcıların ve alışverişe gelen alıcıların kullanıcı gereksinimleri düşünülerek iklimsel ve çevresel konforlarının sağlanmasına önem verilmelidir. İklim göze, sürekli değişen hava koşullarına uygun üst örtü tasarımları kullanılmalıdır. Soğuk havalarda, termal konfor sağlanması için açık alanlarda döşeme sistemlerinde ısıtma kabloları, termostat ve bunlara bağlı çalışan dijital sensörler ve sıcak havalarda destek soğutma sistemleri düşünülmelidir. Pazarların fuar alanları gibi içinde mekanlar yaratılarak etkinlikler olmalı ve çok amaçlı kullanılan bu kamusal mekanlar sürdürülebilir hale gelmelidir.

ETİK STANDARTLAR:

Çıkar Çatışması: YOK

Etik Kurul İzni: Makalemiz etik kurul izni gerektirmemektedir.

Finansal Destek: Yoktur

Teşekkür: YOK

KAYNAKÇA:

Aksoy, Ç.Ü. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 18, Sayı 2, 2009, Sayfa 26-39.

Braudel F. (2004), *Maddi uygarlık mübadele oyunları* çev. M.A.Kılıçbay Ankara imge kitabevi

Brower, S. (1996). *Good neighborhoods*. Westport, CT: Praeger.

Cezar, M. (1985), *Tipik yapılarıyla Osmanlı şehirciliği nde çarşı ve klasik dönem imar sistemi*, Mimar Sinan Üniversitesi yayınları no:9, İstanbul.

Demir, K. G., (2018), *Mekân-Zaman-İnsan İlişkisi Bağlamında 21. Yüzyılda Pazarlar*, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.

Eroğlu G., 1976, *Kurtuluş Semt Pazarı Araştırması*, İTÜ Mimarlık Fakültesi, Bitirme Tezi.

Göktaş, U., (1994), 'Semt pazarları', *Dünden Bugüne İstanbul ansiklopedisi*, Kültür bakanlığı ve tarih vakfı ortak yayınları Cilt:6.

Gün, E., (2020), *Bir Sürdürülebilir Yapı Tasarımı: Semt Pazarı*, Yüksek Lisans Tezi, Fatih Sultan Mehmet Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

İncesakal, Ş. (2011). *Yeraltı ve Toprakaltı Mekanların Tasarım İlkeleri*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Jacobs, J. (2002). *The death and life of great American cities*. New York, NY: Random House.

Lynch, K. (1990). *City Sense and City Design: Writings and Projects of Kevin Lynch*. Cambridge: MIT Press

Özbek, M. (2004). *Kamusal Alan*, Hil Yayın, İstanbul.

Özgüç, N. ve Mitchell W. (2000), "Şehirlerin Alternatif Alışveriş Mekânları: İstanbul'da Haftalık Pazarlar", *Tasarım + Kuram Dergisi*, 11(2):35-58.

Öztekin, T.G. (2009). *Eskişehir Kent Dinamiği İçerisinde Pazaryeri Kavramının İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Tokay, V., (2005). "Yeni Tasarım Kültürü Işığında Alışveriş Mimarlığı ve Gösteri Kültürü", *Yapı Dergisi*, 286:58-64.

Tunalı, S. (2011), T.C. Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü İç mimarlık Anasanat Dalı Yıyeceğe Dayalı Satış Çevrelerinde Sosyo-Kültürel Etmenlere Bağlı Değişimlerin Mekânsal Yansımaları: 1980 Sonrası Kadıköy Çarşı Örneği Sanatta Yeterlik Tezi

Tunçel, H., 2006, "Türkiye'nin Kırsal Pazar Bölgeleri" Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi IV. Ulusal Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı s.63-72, Ankara.

Yıldırım, T., (2011). *İstanbul'da Bulunan Alışveriş Merkezlerinin Gelişim-Değişim Süreçleri ve Tasarım Kriterlerinin Karşılaştırmalı Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

İnternet kaynakları

[1] (<https://www.trthaber.com/haber/yasam/unu-sinirlari-asan-tarihi-sali-pazari-yeni-yerinde->

[2]. <https://www.trthaber.com/haber/yasam/unu-sinirlari-asan-tarihi-sali-pazari-yeni-yerinde-421627.html>

[3]<https://www.emlaktasondakika.com/haber/guncel/sali-pazari-simdi-de-merdivenkoye-tasiniyor/106246>

[4] <https://v3.arkitera.com/h37080-istanbullulardan-yeni-sali-pazarina-yoqun-ilqi.html>

[5] <https://v3.arkitera.com/h24604-bu-da-hakan-kiranin-sali-pazari.html>

[6] <https://www.cnnturk.com/turkiye/tarihi-sali-pazari-boyle-olacak?>

EXTENDED ABSTRACT:

Evolution of cities is based on the trade which connects urban and rural areas. Based on various archaeological remains, trade activities are thought to have a history over 10.000 years. Bazaars have played an important role in supplying people's needs since ancient times. All ancient cities in the world were/have been consisted of bazaars which were surrounded by fortification walls. Trade which is the main function of these city centers has remained the same without changing throughout centuries.

Bazaars were held on the roads, close to sacred religious sites, at important crossings, ports, and places preferred by the communities. The emergence of bazaars has facilitated product exchange and trade, provided more convenient and easy interaction between communities, and reduced the number of transactions by eliminating procedures and intermediaries between customers and vendors. Trading in public bazaars have always been preferred.

Today, bazaar places are established as semi-enclosed and outdoor bazaar types in public spaces. Sellers in the bazaars work in unfavorable spaces and climatic conditions, even if they are within the framework of the rules brought under the control of the municipality. For this reason, environmental space design criteria should be considered in the design of bazaar places not only for sellers but also shoppers as users.

The bazaar places should be considered from two aspects while examining the structural features. These are divided into two groups as open bazaars and semi-enclosed bazaars. Open bazaars can be defined as open bazaars and semi-enclosed bazaars with closed sites. In the 21st century, most of the bazaars that are traditionally open are converted into closed areas to ensure hygienic conditions of the bazaars by the municipalities they are affiliated with, especially in the city centers, and to increase the spatial quality of the bazaar residents to enable them to shop more comfortably in all weather conditions (Demir, 2018).





The design criteria that should be applied in the design of semi-closed bazaars are determined as follows in line with the researched sources (Gün,2020), (İncesakal, 2011);

1. It is necessary to ensure proper supervision.
2. Bazaar place design should allow the human physiology to move in the most comfortable way. Elevator stairs and ramp solutions for bazaars designed with floors should be designed as necessary.
3. Natural ventilation systems suitable for climatic conditions should be considered as a priority.
4. Natural lighting should be used predominantly in the bazaar area.
5. A top cover design that protects from rain and sun should be made in accordance with the weather conditions.
6. To provide thermal comfort, a system that will be activated and automatically deactivated by means of the heating systems to be installed on the floor systems in open areas and the digital sensors working connected to them should be designed.
7. Design should be made in accordance with the city topography and access roads.
8. Bazaar places should be designed appropriately for social, cultural, and official activities on off days except for the days they are established. Thus, a multi-purpose bazaar place should be established.
9. In the construction of the bazaar, the choice of materials that do not harm the sustainable environment should be considered.
10. Covered parking lots that can meet the needs of the bazaar and its surroundings should be planned.
11. Recreation areas, playgrounds and resting areas should be designed.
12. Easily accessible service units (toilets, places of worship) should be provided.
13. There should be a building design that can communicate with the environment, which has an aesthetic effect at the urban scale.

The Salı bazaar is a bazaar with a history of about 100 years, located in Kadıköy district of Istanbul, and has changed place over the years. The evaluation of the space design criteria in the semi-closed bazaar layout of the Salı Bazaar, which was designed and implemented in Hasanpaşa neighborhood, was evaluated according to the design criteria determined above.

In this study, starting from the sample of the planned public spaces shown under the control of the municipality in the neighborhood bazaars, the location and environmental design criteria of Kadıköy Salı Bazaar have been researched since its initial state, and these criteria have been evaluated in terms of the users of the last Salı Bazaar semi-enclosed place as a public space, with on-site determinations. The qualifications that are determined for Salı Bazaar are as follows;

In Salı Bazaar, the control is done correctly. The bazaar area design has provided the most comfortable movement of human physiology. Elevator stairs and ramp solutions of the bazaars designed with floors are designed as necessary. There are natural ventilation systems suitable for climatic conditions. Natural lighting was used in the bazaar area. The top cover design is designed to protect the place from rain and sun in accordance with weather conditions. To provide thermal comfort, there is no system that will be automatically deactivated after it is activated and completed by means of heating cables, thermostat and digital sensors connected to them in flooring systems in open areas. The design was made in accordance with the city topography and access roads. Bazaar places are designed appropriately for social, cultural, and official activities on off days except for the days they are set up/held. Thus, a multi-purpose bazaar place was set up/held. Concrete and steel construction materials were used in the construction of the bazaar. Membrane is used in the roof covering. Epoxy flooring material was applied in the parking lot flooring system. Indoor parking is sufficient to meet the needs of the bazaar and its surroundings. Recreation areas, playgrounds and green areas designed for recreation areas are not seen. Easily accessible service units (toilets, places of worship) are provided. There is a building design that can communicate with the environment, which has an aesthetic effect on the urban scale.

Research Article	<h2 style="margin: 0;">Positioning of Buildings According to the Optimal Benefit from the Sun in the Sustainable Design of Housing Areas</h2> <p style="margin: 10px 0 0 0;"><i>Konut Alanlarının Sürdürülebilir Tasarımında Yapıların Güneşten Optimum Yararlanmasına Göre Konumlandırılması</i></p>
<p style="margin: 0;">Submission Date 12 / 08 / 2022</p> <p style="margin: 0;">Admission Date 04 / 09 / 2022</p>	
	<p>Sema Karagüler¹ </p> <p>Birsen Sterler² </p>
 <p style="margin: 0;">How to Cite:</p>	<p>Karagüler, S., Sterler, S., (2022). Positioning of Buildings According to the Optimal Benefit from the Sun in the Sustainable Design of Housing Areas. <i>Journal of Environmental and Natural Studies</i>, 4 (2), pp-pp. 158-173 DOI: https://doi.org/10.53472/jenas.1160961</p>

ABSTRACT:

If environmental design is viewed in the terms of sustainability, as in all sectors the basic factors of sustainable thinking such as economy, nature conservation, saving and effective use of energy come to the forefront. The solutions for the design of buildings and settlements based on these sustainability factors unite with the goal of *maximum use of the sun*. In this regard, when designing residential areas, it is essential to understand the maximum benefit from the sun that can apply to each dwelling. First of all, in residential areas, the positioning of the dwellings on the site plan is the most effective primary step to reduce and increase the natural impact of the sun on the buildings. Utilization of solar energy with effective and active methods in the design of residential buildings, depends on taking this first step correctly. The aim of this article is to evaluate the passive effect of the sun on the positioning of houses and blocks of flats in the design of residential areas. Therefore, in this article; The relationships between design parameters regarding the optimal utilization of passive effect of the sun as orientation of the buildings, the sun shine duration, the distances between the buildings and the slope of the terrain have been firstly held. Then a selected pilot residential area has been evaluated with regard to these parameters.

KEYWORDS: Utilization of Sun, Positioning of Buildings, Orientation to the Sun, Solar Control

Öz:

Çevre tasarımı, sürdürülebilirlik açısından ele alındığında, her dalda olduğu gibi ekonomi, doğanın korunması, enerjinin tasarrufu ve etkin kullanımı gibi sürdürülebilir yaklaşımın temel faktörleri ön plana çıkmaktadır. Gerek bina gerekse yerleşimlerin, söz konusu sürdürülebilirlik faktörlerine dayalı tasarımlarına yönelik çözümler, *güneşten maksimum yararlanma* amacıyla birleşmektedir. Bu bağlamda, konut alanlarının tasarımında da her bir konut için geçerli olabilen güneşten maksimum yararlanma anlayışı kaçınılmazdır. Konut alanlarında her şeyden önce, konut yapılarının vaziyet planı üzerindeki konumlanması, güneşin yapılara olan doğal etkisinin azaltıp, çoğalmasında en etkin birincil adımdır. Konutların tasarımındaki güneş enerjisinden etkin ve aktif yöntemlerle yararlanma ise, bu birincil adımın doğru atılmasına bağlıdır. Bu yazının amacı, konut alanları tasarımındaki konutların ve konut bloklarının konumlandırılmasında güneşin pasif etkisinin değerlendirilmesidir. Bu amaçla, yazıda önce; yapıların yönlendirilmesi, güneşlenme süreleri, yapılar arasındaki mesafeler ve arazinin eğimi olarak belirtilen güneşin pasif etkisinden optimum yararlanmaya yönelik tasarım parametreleri arasındaki ilişkiler ortaya konmaktadır. Daha sonra seçilen bir pilot konut bölgesinin bu parametreler açısından değerlendirilmesi yapılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Güneşten Yararlanma, Binaların Konumlandırılması, Güneşe Yönlenme, Güneş Kontrolü

¹ **Primary Author:** Yeditepe University, skaraguler@yeditepe.edu.tr ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7949-9443>

² **Corresponding Author:** Fenerbahçe University, birsenyalcinb@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4788-9049>

INTRODUCTION:

In the process of globalization, which is viewed as an economic, cultural and political integration process (Ney., Donahue. 2000), the impact of energy consumption varies from country to country, depending on the level of development of each country, but it shows that energy consumption will be shifted in the long term with globalization (Oluç., Güzel. 2021). Considering the economic and environmental damage caused by high energy consumption on a global scale under these conditions, energy saving is an important part of building design criteria. Sustainable environmental design approaches such as energy efficient structures, ecological structures, zero energy structures, etc. have led to the development of active and passive approaches to harnessing solar energy. These designs, developed with the aim of using solar energy effectively, are determined according to parameters such as climate, topography, location, orientation of buildings, distance between buildings, building envelope and location of buildings. In addition to these parameters, the use of the sun is optimized by taking the spatial arrangement, construction methods, material selection, thermal comfort conditions and relationships with neighboring buildings when planning the building in to account (Bayır, Kasapşekkin, Karaçar., Gümer. Benli, 2022). These approaches developed to harvest energy from the sun are categorized into active solar systems such as solar cells, solar collectors, and passive solar systems such as large-scale sun-facing areas of glass and the creation of conservatories. (Demircan, Gültekin. 2017). In this study, the building positioning and the sunning distances between the buildings considered within the framework of passive systems are examined and the necessary distances are determined in order to optimally use the sun on the residential areas located on the hillside property. When aligning buildings during the design of residential areas, wind, landscape, aspect and sun factors, which are essential for the orientation of the buildings, are evaluated. The optimal orientation of housing is the situation when the appropriate directions for each factor overlap. However, the topographical conditions in terms of slope and orientation in the residential area, the prevailing wind direction or the landscape view direction can conflict with each other. For example, in an area with strong northerly visibility in the northern hemisphere, it can be difficult to orientate the buildings by the sun. It can also be discussed which factor gains importance in the orientation of the houses in an area whose slope direction is not suitable for the direction of the sun. This article focuses on the importance of the sun in designing sustainable residential areas. Therefore, as the goal of maximizing the benefit of the sun gains importance in sustainable positioning, the selection of land surfaces that can overlap in terms of orientation factors also gains importance. If the choice of land is appropriate in this sense, the parameters for maximum solar benefit become more important. In this case, the design steps of sustainable residential areas can be determined depending on these parameters.

1. Design Parameters for Maximum Sun Benefits

In order to benefit from the sun during planning, the relationships of the volumes and buildings to the sun is first taken into account. Taking these relationships into account, it should be planned to evaluate the design parameters such as "sunshine durations", "distances between buildings" and "land slope". These parameters are explained in the following sections for the maximum use of the sun for buildings.

1.1. Sunshine Durations

Sunshine durations are of great importance in terms of providing the heating requirement with the "direct gain systems", which are the most widely used in passive solar architecture (Smil, 2008). Because it is obvious that windows, walls, or all glass surfaces, including the roof, that allow solar radiation to directly enter the volume to be heated, must face to the sun. Therefore, the energy gain in both the storage of solar energy and its immediate direct use depends on the adequacy of the average annual sunshine duration to be obtained from the sun-facing surfaces of the buildings (Roaf, Fuentes, Thomas, 2004).

In addition, the life and protection of plants used in various combinations in buildings to take advantage of the benefits of plants also requires optimization of the total solar radiation received by the building throughout the year, and therefore the sun exposure times (Karagüler (Türkpençe), 1994).

Sunshine durations vary by season, hours, and orientation of buildings or volumes, based on the region's location on Earth (Anon, 2018). Therefore, in architecture; Sun masks are used to determine annual sunshine durations. These masks are prepared separately for each latitude. By using these masks; In today's world, where the importance of sustainable understanding has increased, "solar movement studies" are now carried out regarding the latitude of the project location in solar architectural design works that minimize energy (Guzowski, 2017). For the 400 latitudes where this study area is located, "sun masks", the example of which can be seen in Figure 1, were used (Berköz, 1973). The sunshine durations mentioned in this article are considered to be the entry times of the sun's rays into the building volume average daily throughout the year. Therefore, the sun masks utilized are used separately according to the direction of each volume in a building, revealing the different annual sunshine durations for each volume. For this reason, the determination of the year-round average daily sunshine duration of the most used volume can be used as a basis for the general orientation of the building (Türkpençe, 1979). In the study, the most used volume for individual dwellings and apartments of flats is assessed by assuming the livingroom.

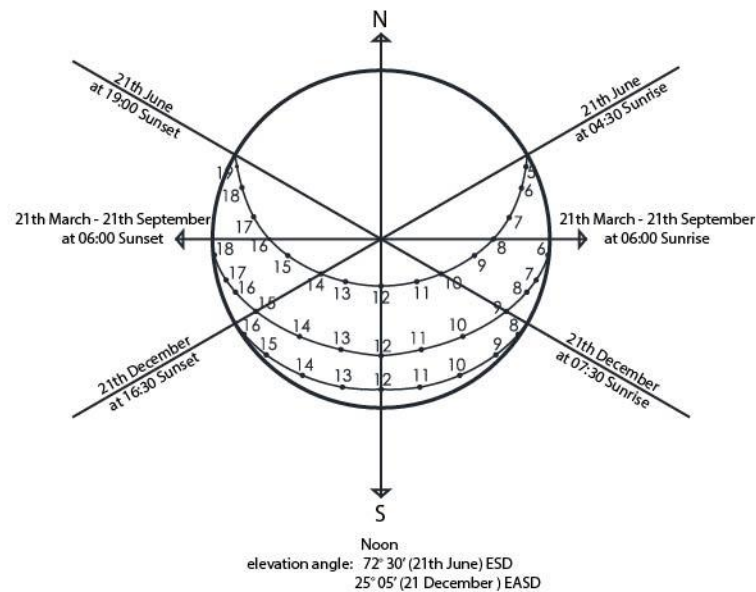


Figure 1. Sun Orbit Diagram (mask) at latitude 40° (Berköz, 1973).

By the help of a sun mask, the average sunshine durations of the shortest day in winter, the longest day in summer and at equinoxes in the living room of a house can be taken as the *average daily sunshine duration throughout the year* (Türkpençe, 1979). In this case, these sunshine durations can be specified separately for each house or apartment of flats with differently oriented living volumes in the residential area planning. The number of residences facing the same direction and the average daily sunshine duration throughout the year for that direction are multiplied. This process is calculate separately for each direction and the number of residences. By dividing the total of them to the total number of residences, the average year-round daily sunshine duration of that residential area can be determined. The evaluation of this average time is made in the following sections along with other design parameters.

1.2. Distances Between Buildings

When planning residential areas, the distances between the buildings should be changed depending on the building height so that the solar radiation is used to the maximum (Zeren, 1978). This change can be seen in Figure 2. The receive ability the sun's rays in the direction that building faced for each floor of it, depends on whether it is not blocked by the other building in the same direction. In this case, the distances between buildings should be adjusted so that they do not block the sun's rays. Otherwise, although the facades of the most used volumes of the houses are oriented to make the most of the sun's rays, the average hours of sunshine given in the section, 2.1. cannot be achieved. To a certain extent, this situation coincides with the longest distance of shadow that the obstacle can leave behind the building (Çalışkan, Manioğlu, Akşit, 2014).

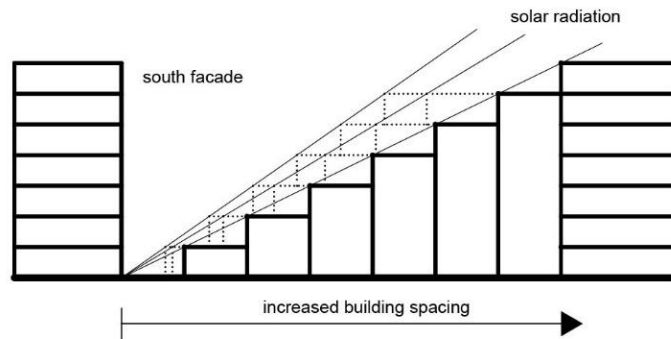


Figure 2. Variation in sun access distances between buildings based on Obstacle Building Height (Türkpençe, 1979).

1.3. Slope of the Land

Distances between buildings Section 2-2 (Figure 10) As mentioned above, the distance between blocks pointing in the same direction in flat land (slope = 00) changes depending on the angle of rise of the winter sun at noon when it comes to sloped land. Analyzing this change for 40 degrees of latitude, it can be formulated using the expression in Figure 4.

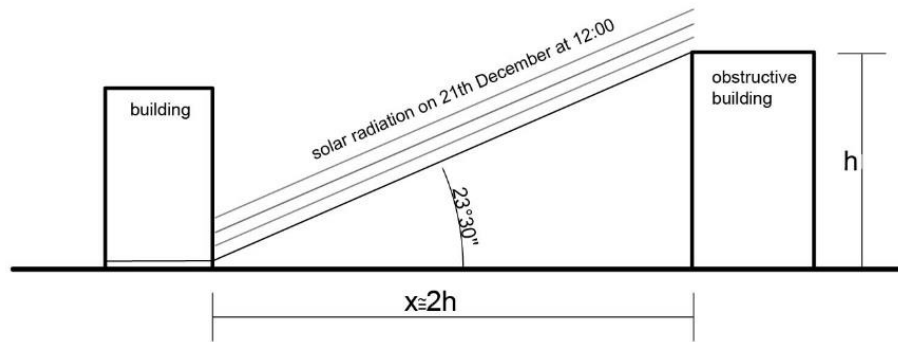


Figure 3. Variation in distances between buildings where the midday sun is not blocked in cold season at 40 degrees north latitude at tilt = 0, according to the height of the blocking building (Drawn by authors)

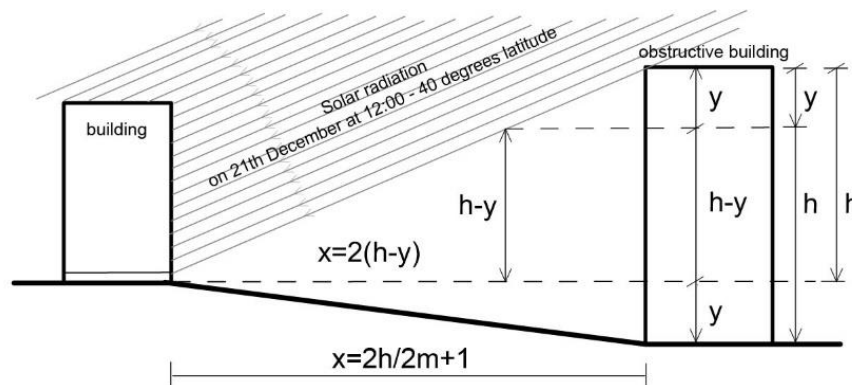


Figure 4. Variation and decrease of the distances between buildings where the noon sun is not blocked in winter at 400 North Latitude according to different values of the slope (m) on sloping land (Drawn by authors)

As can be seen in Figure 3, the angle of rise of the noon sun at the 40° latitudes on December 21st is 23° 30'. If the slope of the land is 0 (m = 0), the distance (x) between the two blocks must be twice the height (h) of the other block in the direction of sunlight, so that the lowest floor of a block can receive sunlight according to this angle. If the land is sloping, the following equations can be written according to the drawing in Figure 4.

While (m=0): $x=2h, y=0$

In $m>0$ values:

$$x=2(h-y) \dots\dots\dots(1)$$

$$m=y/x, y=mx\dots\dots(2)$$

$$x=2(h-mx)\dots\dots\dots(3)$$

From formulas (1), (2) and (3)

$$X=2h/2m+1\dots\dots\dots(4) \text{ formula a can be written}$$

According to the formula 4, the distance (x) between the buildings for different land slopes can be calculated, the following values can be found, and the graph showing the curve $x=2h/2m+1$ in Figure 5 can be drawn according to these values.

$$m=y/x$$

while $m=0, x=2h$

while $m>0, x=2h/2m+1$

if $m=10\%, x \approx 1,6h$

if $m=15\%, x \approx 1,4h$

if $m=30\%, x \approx 1,25h$ Depending on the inclination, the distances between the buildings that should be suitable for the incidence of sunlight can be calculated in the form of obstacle building heights.

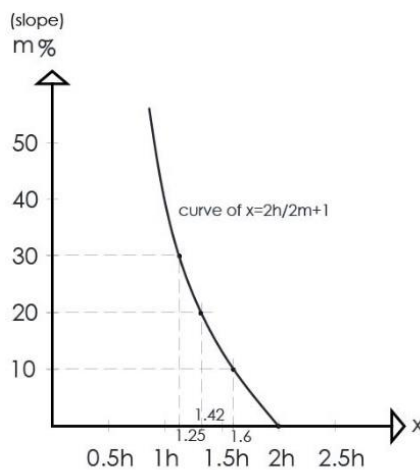


Figure 5. Curve of variation of distances between buildings in terms of obstacle building height, decreasing at different land slopes (Drawn by authors)

The distances between buildings will decrease as the slope increases if the land is sloping. This decrease is seen in the curvilinear graph in Figure 5, where the distances (x) between buildings on sloping lands are expressed in terms of the height of the building (h) that prevents sunlight. When planning a residential area, the greatest possible benefit from the sun can be achieved if the

distances between the houses or apartments of flats, which are based on the sunshine duration mentioned in Section 2.1, are designed according to the land slope. In other words, unless these distances are specified as necessary, placing the blocks in a position appropriate for the sunshine duration does not make sense in terms of maximizing the benefit of the sun.

One of the world's first energy conservation projects, "Solar Community" planning in Freiburg was completed in 2006. This passive and ecological project was built at the residential area settlement scale, and its most used volumes are positioned to face the southerly directions, where the sun is used the most. The distances between residential buildings are also kept at a sufficient level to allow direct sunlight to be taken. In this way, it is stated that the primary energy consumption of all houses in the settlement has decreased to significant values (Voss., Musall. 2013).

2. Evaluation of the Parameters with Regard to the Optimal Direction

When planning a residential area, the direction of the living rooms of the houses is very important, in terms of arranging the orientation convenient for passively benefitting from the sun. This direction is the direction that ensures the blocks receive minimum total solar radiation during the hottest period and maximum solar radiation during the least hot period of the year and is considered the optimal direction (6). The optimal direction is different for each latitude. For a residential layout at latitude 40° (temperate zone), where this study was conducted, the optimal direction is 10° east from south, which receives the most total solar radiation in winter and the least in summer (6), as can be seen in the graph in figure 6. This direction is the direction in which 85% of the total annual solar radiation received by a building is received (11 Bolak. 1967). In other words. For the temperate zone, the term "maximum solar use" is synonymous with "optimal solar use". The determination of the year-round sunshine duration of a facade in optimal orientation from the "Solar Orbit Diagram" of the 40th parallel is shown in Figure 7.

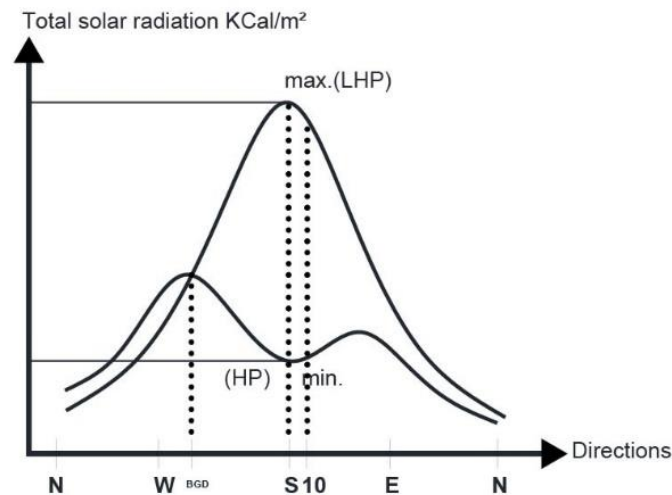


Figure 6. Determination of the optimal direction in the cyclic distribution of total solar radiation according to the directions at the 40th degree of north latitude (Olgay, 1963).

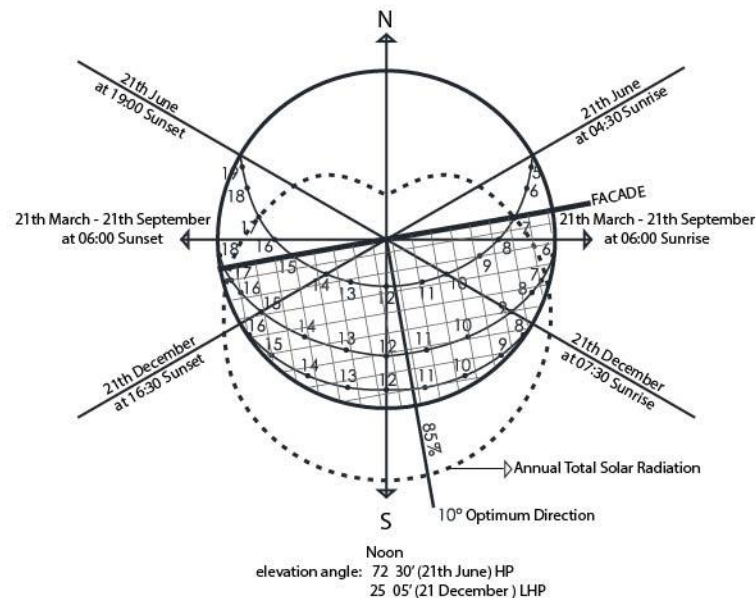


Figure 7. Diagram of the solar orbit showing the year-round average daily sunshine duration in the optimal direction at latitude 40°N (Berköz, 1973).

In the light of the above explanations, it was concluded that if the most used volumes of the residential blocks face the optimum or near-optimal directions, the distances between the buildings are correct and the slope of the land can be adjusted appropriately, the sun will be utilized at the maximum level. If Fig. 6 is examined, showing the year-round sunshine status of the daily living volumes pointing in the optimal direction, it can be seen that the annual mean sunshine duration for the optimal direction at latitude 40° is about 9 hours. In this case, a comparison can be made of the "average year-round daily sunshine durations" of all dwellings in the residential area referred to in Section 2.1 with the average daily sunshine durations of the year-round optimum direction.

3. Design Steps to Make the Best Use of the Sun When Designing a Sustainable Residential Area

With the background of the above sections, it is important to follow the steps listed below when planning a sustainable residential area based on solar use:

- Regarding the suitability of the orientation of the flat blocks, choosing a residential area that coincides as much as possible with the direction of the settlement where the sun is best utilized, the prevailing wind direction, the direction that provides natural ventilation, the dominant landscape direction and the slope direction (direction perpendicular to the slope).
- Designing the most used living areas of the residential blocks in such a way that they face the optimum sun direction of the latitude of the region or in the directions close to it.
- Determining the distances between the sun-facing blocks of flats to allow each floor to receive the midday sun in LHP.
- When the land is sloping; reworking the distances between houses, taking into account the decrease in the slope ratio.
- Determination of the directions of the most used volumes (living volumes) resulting from the positioning of all houses in the planning area.
- Calculation of annual average day long sunshine durations for each of the specified directions.

- The number of all residences with the most used volumes facing the same direction, multiplied by the annual average day long sunshine duration of that direction, to find the total annual day long average sunshine durations pertaining to that direction.
- Adding the total annual day long sunshine duration for each direction and dividing it by the total number of residences in the planning area.
- Evaluation of the annual average day long sunshine duration of the entire residential area by comparing it with the annual average day long sunshine duration of the optimum direction.

4. A Case Study

In this section, an exemplary application area, the site plan of which is shown in Figure 8 and the field cross-sections in Figures 9,10 is examined with regard to positioning for optimal solar yield. To do this, first the distances between the buildings and then the sunshine durations have been calculated and compared according to the required values.

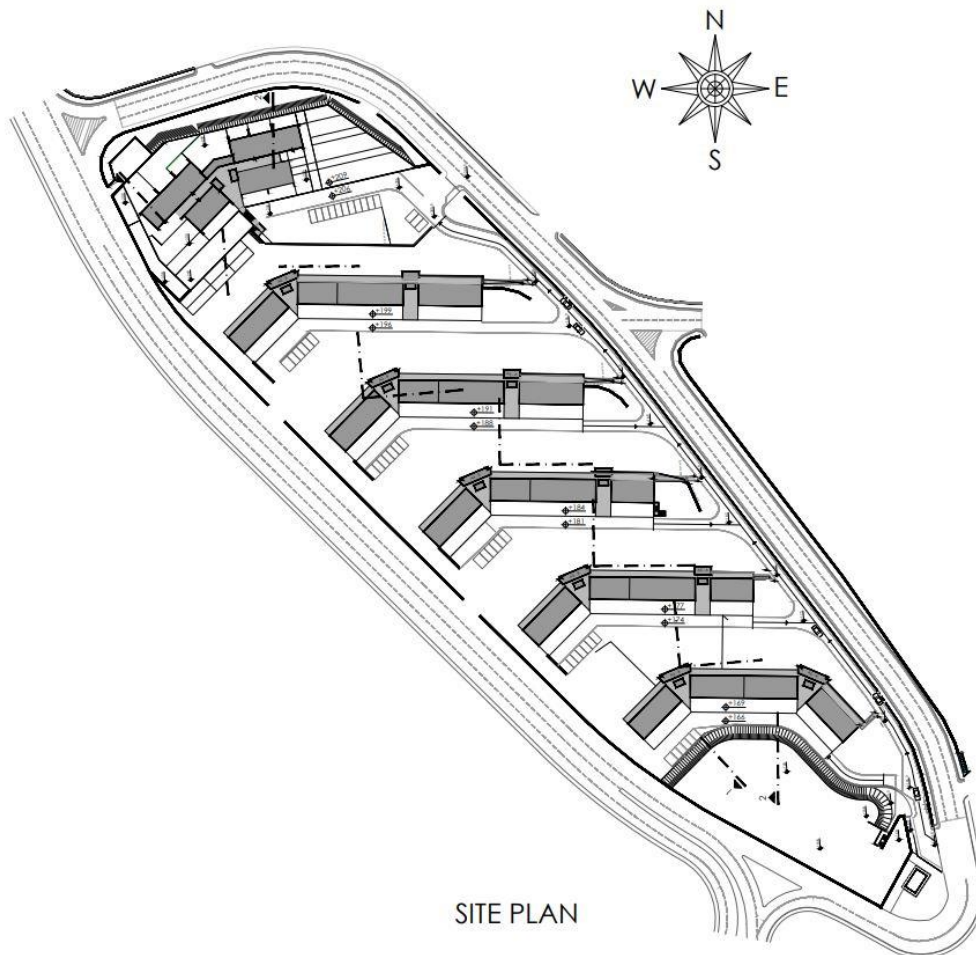


Figure 8. An example application site plan (Tepe İnşaat Sanayi AŞ., 2019).

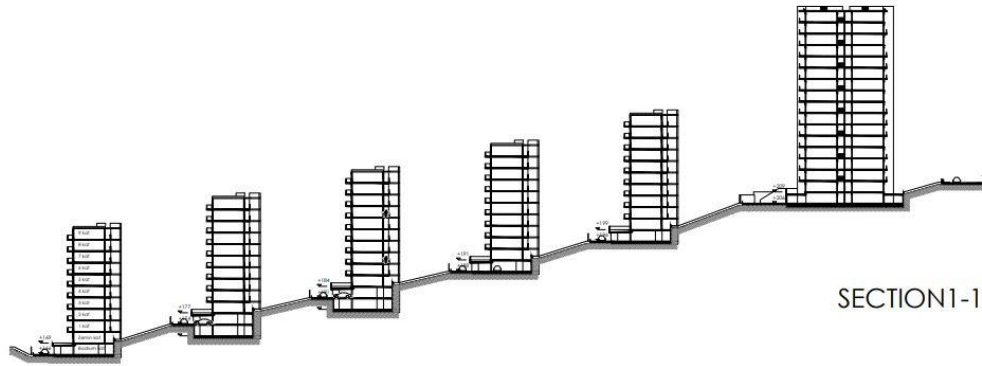


Figure 9. A sample application area cross-section (Tepe İnşaat Sanayi AŞ., 2019).

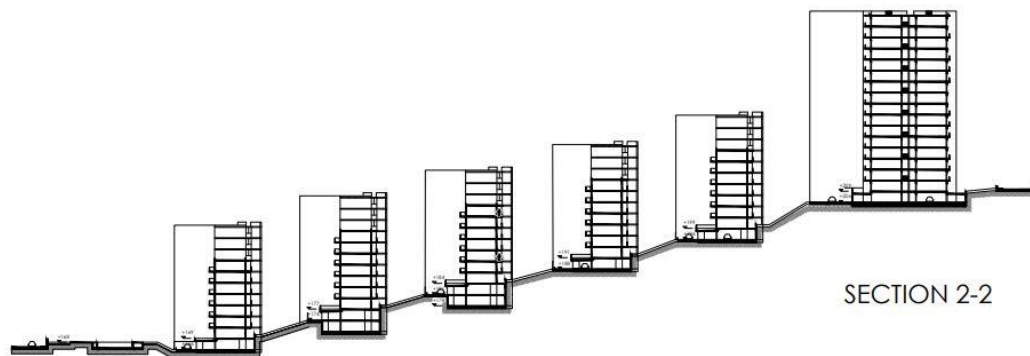


Figure 10. A sample application area cross-section (Tepe İnşaat Sanayi AŞ., 2019).

4.1. Calculation of distances Between Block Types According to Obstacle Building Height

According to the distances shown in the layout plan and the slopes shown in the section, the distances between the apartment blocks were calculated in terms of obstacle building height using the curve equation in Figure 5 and presented in Table 1.

Table 1. The distances between blocks (Constituted by authors).

BLOCK NO	DIRECTION OF THE HALL FACADES	NUMBERS OF BLOCKS	%LAND SLOPE	THE DISTANCES BETWEEN THE RESIDENTIAL BLOCKS*	MINIMUM CLEARANCE REQUIRED	RESULT (SUFFICIENCY FOR THE WINTER SUN OF DECEMBER 21)
1	SOUTHEAST	A1, B1	30	1,06h	1,25h	insufficient $1,06 < 1,25$
		B1, C1	33	0,85h	1,20h	insufficient $0,85 < 1,20$
		C1, D1	29	0,89h	1,26h	insufficient $0,80 < 1,26$
		D1, E1	29	0,89h	1,26h	insufficient $0,89 < 1,26$
		E1, F1	33	0,85h	1,20h	insufficient $0,85 < 1,20$
		F1				
2	SOUTH (10° EAST)	A2, B2	50	1,14h	h	sufficient $1,14 > 1$
3	SOUTH	B2, C2	40	0,95h	1,11h	insufficient $0,95 < 1,11$

		C2, D2	35	0,95h	1,17h	insufficient 0,95<1,17
		D2, E2	35	0,95h	1,17h	insufficient 0,95<1,17
		E2, F2	40	0,95h	1,11h	insufficient 0,95<1,11
		F2				Sufficient (no obstacle blocks)
4	SOUTHWEST	F3				Sufficient (no obstacle blocks)
5	NORTHWEST	A3				Sufficient (no obstacle blocks)
6	NORTH (10° WEST)	A4				Sufficient (no obstacle blocks)

* As a multiple of the height of the obstacle building

The comparison of the deviations of the distance values between the buildings in the application area, calculated in terms of the obstacle building height, according to the variation curve in Figure 5 is shown in Figure 11.

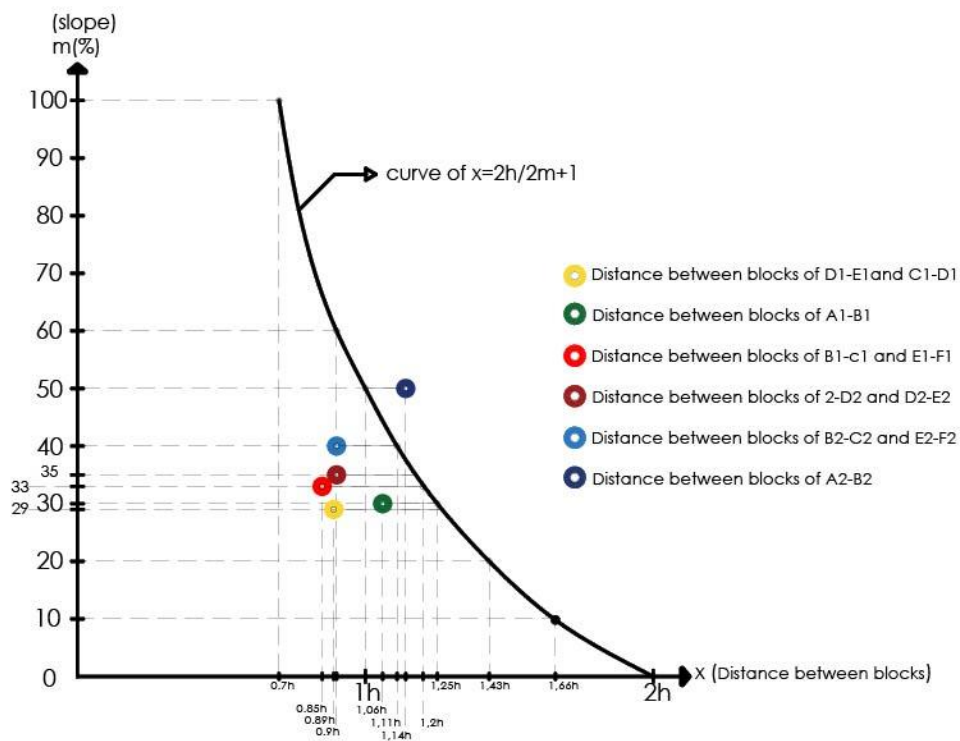


Figure 11. The comparison of the deviations of the distance values between the buildings in the application area, calculated in terms of the obstacle building height, according to the variation curve in Figure 5 (Drawn by authors).

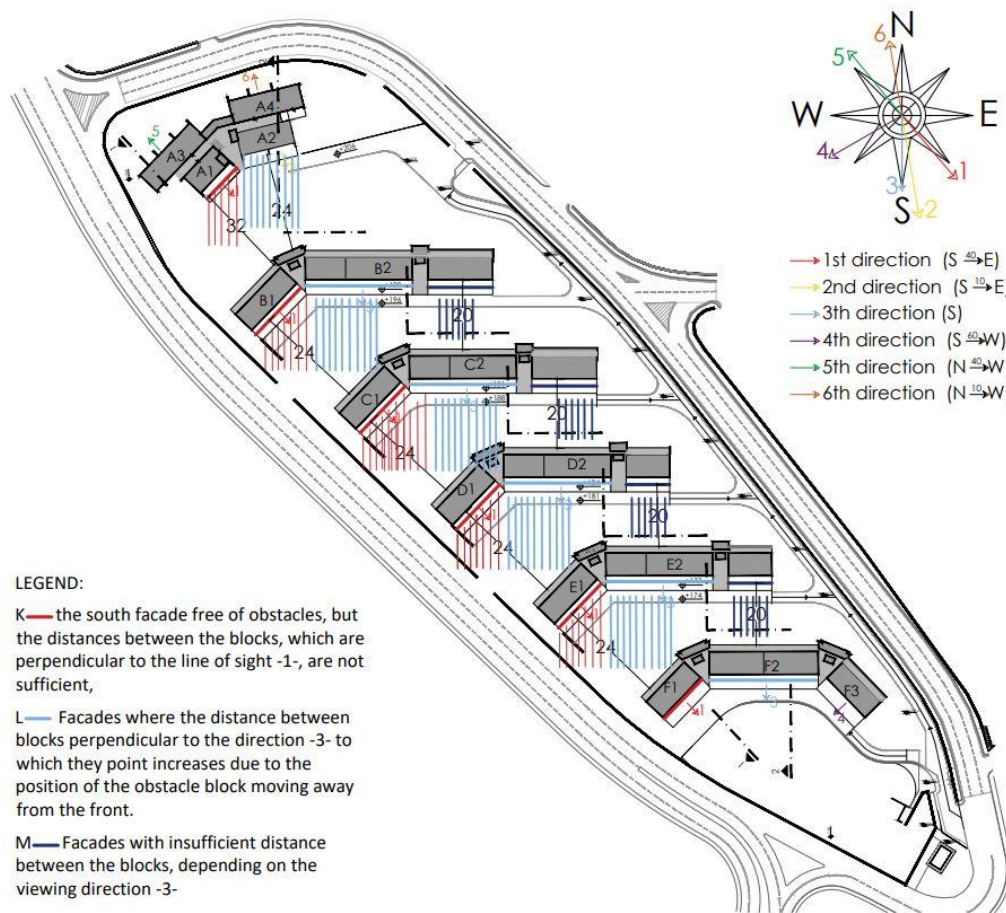


Figure 12. Obstacle Building- Distance Relationships According to the Direction of Facades of Blocks in the Direction of Slope (Drawn by authors).

When Table 1, Figure 11. and Figure 12 are evaluated together, the distances between buildings in the application area can be interpreted as follows:

- A1- The distances between B1, B1-C1, C1-D1, D1-E1 and E1-F1 blocks are slightly insufficient compared to the minimum distances determined by considering the slope to take advantage of the winter sun. However, the rays of the winter midday sun, which fall in the south-east slope direction of these blocks, are even more inclined than in the south direction. In this case, these available distances are even smaller than the minimum distances calculated with respect to the south direction. On the other hand, the sun rays coming to these blocks from the south are not blocked by the other blocks in front of them. For this reason, these blocks receive the sun's rays coming from the south unhindered, even though they are angled horizontally with their (K) façades. In this case, the effect of the inadequacy of the vertical distances between these blocks is reduced.

- While the distance between the blocks A2-B2 should be at least h as the height of the obstacle building, it is more and sufficient as $1.14 h$.

- The distances between blocks B2-C1, C2-D1, D2-E1 and E2-F1 start from $0.95h$ and gradually increase. Therefore, these distances are sufficient to receive the winter sun for residences with an (L) facade, where the B2 block will be blocked by the C1 block, the C2 block by the D1 block, the D2 block by the E1 block and the E2 block by the F1 block.

- The current distances ($0.95h$) between blocks B2-C2, C2-D2, D2-E2 and E2-F2 are close to the required distances ($1.11h$ and $1.17h$), but less. Therefore, the rays of the midday sun on December 21 cannot reach the residences on the 1st and 2nd lower floors facing the (M) facades of these blocks, as seen in Figures 9 and 10.

- Since there is no structure blocking the F1, F2 and F3 blocks, these blocks can receive the sun's rays from all southern directions in summer and winter.
- There are no obstacle blocks in front of A3 and A4 blocks. However, since these blocks face north, they cannot receive the winter sun.

4.2. Sunshine Durations

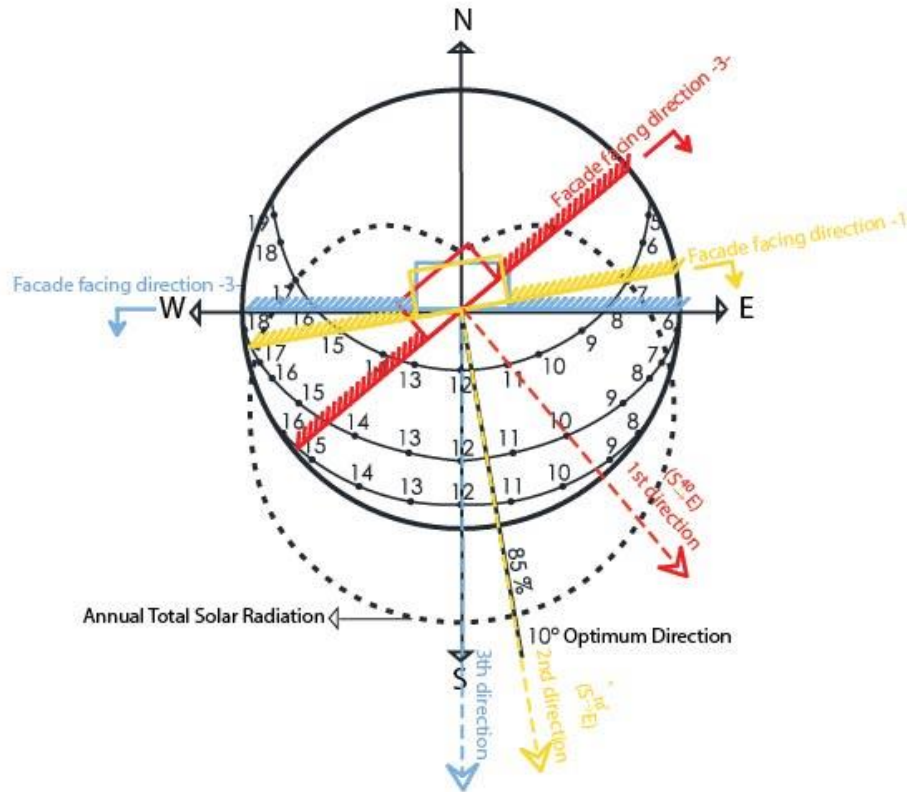


Figure. 13. Determination of the year-round average daily sunshine durations of the study area at 40 degrees north latitude according to the directions of 1, 2 and 3 that the block types' facades look, with the sun path diagram (Drawn by authors).

BLOCK NO	NUMBER OF RESIDENCES	THE DIRECTION OF RESIDENCE	DAILY SUNBATHING TIME DURING THE YEAR				AVERAGE DAILY SUN TIME OF TOTAL RESIDENCES	AVERAGE DAILY SUN TIME PER HOUSING
			DECEMBER 21 (WINTER)	JUNE 21 (SUMMER)	MARCH 21 SEPTEMBER 21 (ECINOX)	AVERAGE DAILY SUNBATHING TIME		

A1, B1, C1, D1, E1, F1	152	S 40° E (1st direction)	8 hours 10 minutes (7:30-15:40)	8 heures 50 minutes (4:30-13:10)	8 heures 30 minutes (06:00-14:30)	8 heures 30 minutes (24 h 90 m /3)	8 heures 30 minutes x152=~1292 heures	3194/455
A1, B1, C1, D1, E1 1th and 2nd flats	6	S 40° E ((1st direction)	0	8 heures 50 minutes	8 heures 30 minutes	5 heures 47 m (17 h 20 m) /3	5 heures 47 minutes x6=~35 h	
A2	48	S 10° E (2nd direction)	9 heures 7.30-16.30	8 heures 7.00-15.00	11 heures 6.00-17.00	9 heures 20 minutes (28 h /3)	9 heures 20 minutes x48=~448 heures	
B2, C2, D2, E2, F2	186	S (3th direction)	9 heures 7.30-16.30	8 heures 8.00-16.00	12 heures 6.00-18.00	9 heures 40 minutes (29 h /3)	9 heures 40 minutes x186=~1796 heures	
B2, C2, D2, E2 1. ve 2. flats	24	S (3th direction)	0	8 heures	12 heures	6 heures 40 minutes (20 h /3)	6 heures 40 minutes x34=~159 heures	
F3	16	S 60° W (4th direction)	6 heures 50 minutes 8.50-16.30	8 heures 20 minutes 11.10-19.30	7 heures 30 minutes 10.30-18.00	7 heures 30 minutes (22 h 40 m /3)	7 heures 30 minutes x 16=120 heures	
A3	7	N 40° W (5th direction)	0	6 heures 13.30-19.30	3 heures 15.00-18.00	3 heures (9 h /3)	3 heures x7=21 heures	
A4	16	N 10° E (6th direction)	0	7 heures (4.30-7.00)+(15.00-19.30)	1 heures 17.00-18.00	2 heures 40 minutes (8 h /3)	2 heures 40 minutes x 16 =~43 heures	
TOTAL	455		3194 heures					8 hours 36 minutes

Table 2. Sunbathing times of residences (Constituted by authors).

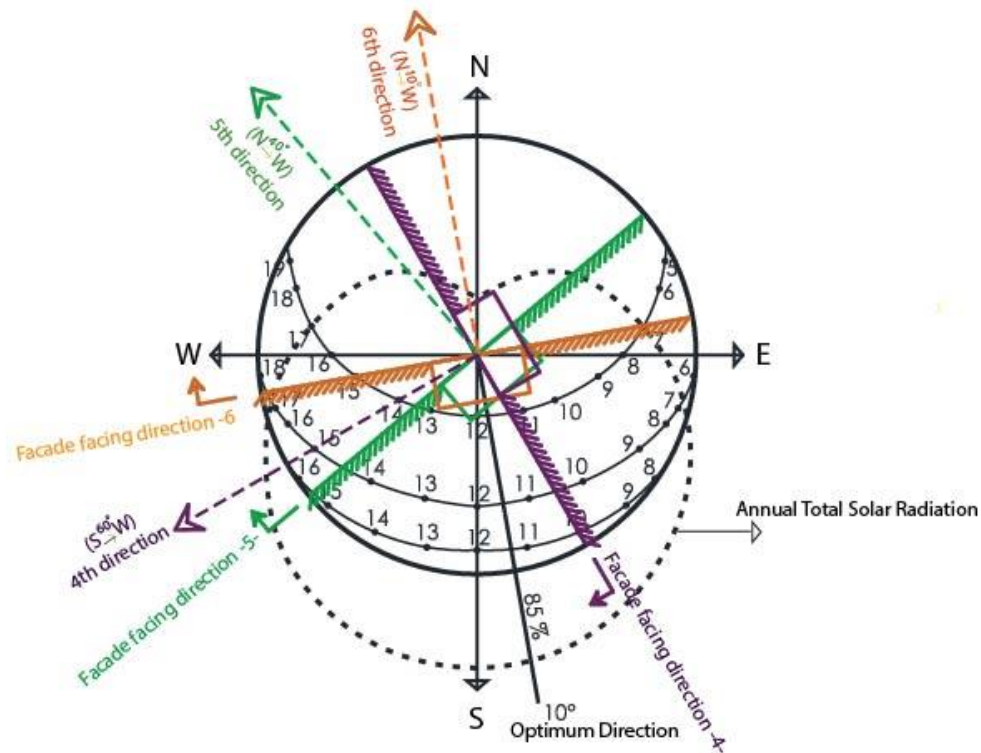


Figure 14. Determination of the year-round average daily sunshine durations of the sample study area at 40 degrees north latitude according to the directions 4,5 and 6 that the block types' facades look, with the sun path diagram (Drawn by authors).

The comparison of the total daily average year-round sunshine durations of all residences in the study area with the daily average year-round sunshine durations of the optimum direction in Table 2 is as follows:

At the 40th degree of latitude, the daily average year-round sunshine duration based on the optimal direction "10 degrees east from south" can be determined as 9 hours and 20 minutes, as can be seen from the sun mask. However, as can be seen from Table 2., the total daily average year-round sunshine durations of all residences in the study area during the year is determined as 8,6 hours, that is, 8 hours and 36 minutes. There is a shortage of approximately 40 minutes.

This value can be considered as very close to the sunshine duration of the optimal direction. In this context it can be said that the positioning of the dwellings in the study area is appropriate in terms of the average daily sunshine durations all year round.

4.3. Evaluation of the Field Study

The alignment of the selected hillside location of the residential area does not conflict with the optimal alignment of the maximum solar radiation in terms of maximum solar utilization, matching the angles of incidence of the sun, which offers long solar radiation times for a latitude of 40° north. For this reason, the directions of the residential volumes of most of the blocks of flats in the area are directed to the south. If the distances between the blocks were at least the formula $2h/2m+1$, all the floors, including the ground floors, of the hillside apartment blocks in the area could receive the sun's rays of December 21 at 12:00. In this case, the average daily hours of sunshine for most dwellings in the area during the year would be equal to or very close to the times in the optimal direction. However, based on the following explanations, the average daily sunshine duration of the entire dwellings in the area does not differ significantly from the values that should be (approximately 9 hours):

-The distances between the blocks in question are smaller than the minimum distances that should be depending on the slope, but they are very narrow. Because of this, the M-facing apartments of the blocks facing the 3 directions can not only receive the first two layers of winter sun above ground, and the average daily sunshine duration is 5-6 hours. However, the number of apartments (30 apartments) on these floors is approximately 6% of the total number of apartments in the area.

- Due to the fact that the directions of the facades facing the residential volumes of the 2 types of blocks in the area face north, the apartments in these blocks have a very insufficient average daily sun exposure of 2-3 hours and they do not receive the winter sun at all. However, the number of these houses (24) accounts for 5% of the total number of houses.

-The 24 residences mentioned above, together with the 30 residences in the M-facing part of the blocks facing the 3rd direction, constitute 11% of the total number of residences as residences that do not receive the winter sun. Therefore, apart from the number of residences whose sunbathing times are insufficient and cannot receive the winter sun, the residences constitute 89% of the total number of residences and can receive the winter sun. The average daily sunshine duration of these residences during the year is about 8 - 9 hours, which is equal to or quite close to the sunshine duration of the optimum direction (9 hours and 20 minutes).

-Since the distances in front of the K facades of the blocks are not sufficient in the -1 direction, the apartments on the first two floors above the ground of these blocks cannot receive winter sun. However, since the southern directions of these blocks are unobstructable, they can sunbathe all year round even if they are not perpendicular to the facade. Therefore, it can be said that the average daily sunshine duration throughout the year can reach more than 5-6 hours, which is determined by the direction of the gaze.

- For the reasons explained above, the average daily sunshine duration of all dwellings in the study area during the year was calculated as 8 hours and 36 minutes, which is quite close to the required value of 9 hours and 20 minutes. Moreover, this number can be increased if one accepts that the average daily duration of the houses in the two floors above the ground of the blocks open to the south is more than 5-6 hours.

- As a result, it can be said that the housing arrangement in the study area is suitable for maximum passive use of the sun.

CONCLUSIONS:

The maximum use of the sun when planning a sustainable residential area depends primarily on the optimal assessment of the passive effect of the sun. This assessment requires a close connection to the distribution, location and orientation of the residential development in the residential area.

When designing residential areas to take advantage of the sun; "Sun duration", "distances between buildings" and "land slope" are the primary parameters to be evaluated. The harmony between these parameters ensures optimization in the maximum use of the sun.

With passive use of the sun, it is important that the angle of incidence of the sun on the building is not blocked. When positioning buildings in residential areas, orienting a building to the sun's angles is not sufficient unless the building is spaced from another building such that it does not obstruct the sun's rays. This distance, which is 2 times the height of the obstacle building, changes by decreasing according to the increase in the slope of the view of land in the direction of the sun. These change depending on the degree of inclination including the building distances -x-, the inclination of the property with sun orientation -m-;

It is given by the formula $x = 2h/2m+1$.

In a residential area, the slope of the plot is more advantageous than the plot without a slope, with maximum passive use of the sun, provided that the orientation is the optimal direction according to the sun diagram of the region's latitude or directions with suitable insolation times. Sloping lots allow shorter distances between buildings. However, the structural and application-related problems as well as the economic disadvantages caused by the gradient that would make it suitable for settlement must be taken into account.

In order to ensure maximum efficiency without passive use of the sun, when planning a house, the building spacing should be designed according to the angle of the sun, depending on the slope of the property, and the average daily sunshine duration of the entire house throughout the year. This time the opt. The closer the direction is to the daily mean value of the sunshine duration, the more positive it should be assumed.

The methods of storing solar energy such as solar collectors, trumpet wall and converting them into other electrical energy can be effective only by positioning the buildings in the residential areas according to the given parameters.

Compliance with Ethical Standard

Conflict of Interests: The authors declare that for this article they have no actual, potential or perceived conflict of interests.

Ethics Committee Approval: Ethics committee approval is not required for this study.

Financial Disclosure: There is no finansal support.

RESOURCES:

Anon. (2018). *Türkiyenin güneş enerjisi parametre değerleri ve güneş enerjisinden faydalanma olanakları*. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, Cilt 7, Sayı 3.

Bayır, E., Kasapseçkin, M. A., Karaçar, P., Güner, A. F., Benli, G. 2022. *Ekoköyde Bir Sağlık Yapısı Örneği: Büyükkonuk Aile Sağlığı Merkezi Projesi*. Kent Akademisi Dergisi Volume, 15, Issue 1, Pages,93-108.

Berköz, E. (1973). *Güneş radyasyonu etkisinin optimizasyonu açısından binaların yönlendiriliş durumlarının belirlenmesi*. İstanbul: İTÜ. Mimarlık Fakültesi, Baskı Atölyesi.

Bolak, O. (1967). *Bina bilgisi temel bilgiler*. İstanbul: İTÜ. Mimarlık Fakültesi Matbaası.

Çalışkan, Y. F., Manioğlu, G., Akşit, F. Ş. (2014). *Toplu konut yerleşmelerinin güneş ışıını kazancı açısından değerlendirilmesi*. 1. Ulusal Yapı ve Çevre Kontrolü Kongresi, Yapı Fiziği Derneği Yayını.

Demircan Kılıç, R., Gültekin, A. B. 2017. *Binalarda pasif ve aktif güneş sistemlerinin incelenmesi*. TÜBAV Bilim 10 (1).

Guzowski, M. (2017). *Towards zero energy architecture: New solar design (N. Güçmen., T. S. Tağmat Çev.)*. İstanbul: YEM Yayını

Karagüler (Türkpençe), S. (1994). *Yapılaşma sonucu azalan yeşil alanların doğurduğu sakıncaların giderilmesi için bina ölçeğinde bitki kullanımı*. İstanbul: İTÜ. Mimarlık Fakültesi, Doktora Tezi.

Nye, J. S.i Donahue, J. D. (2000). *Governance in a globalizing world*. Brookings Institution Press.

Olgyay, V. (1963). *Design with climate*. New Jersey: Princeton University Press.

Oluç, İ., Güzel, İ. (2021). Küreselleşme ve enerji tüketimi ilişkisi: Türkiye örneği. Erciyes Üni. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı:59.

Roaf, S., Fuentes, M., Thomas, S. (2004). *Ecohouse 2: a design guide*. Page:172-178, Elsevier, Architectural Press.

Smil, V. (2008). *Energy in nature and society- general enerjetics of complex system*, Page: 360. London, England: The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Tepe İnşaat Sanayi AŞ. (2019). Başbüyük Mahallesi, Kuyular Düzü Mevkii Emek Caddesi No: 281/B Maltepe, İstanbul.

Türkpençe, S. (1979). *İstanbul'da konutlarda enerji kullanımı kontrolunun planlamadaki etkileri*. İstanbul: İTÜ. Mimarlık Fakültesi, MMLS Mimari Tasarım Dalı Master Tezi.

Voss, K., Musall, E. (2013). *Net zero energy buildings*. Altusried-Krugzell, Munich: Detail Green Books, Kösel GmbH & Co. KG.

Zeren, L. (1978). *Türkiye'de iklimle dengeli mimari uygulama*. İstanbul: İTÜ. Mimarlık Fakültesi.

Review Article

Submission Date

28 / 07 / 2022

Admission Date

04 / 09 / 2022



How to Cite:

Possible Effects of Climate Change on Bats

İklim Değişikliğinin Yarasalar Üzerine Olası Etkileri

Mina Cansu Karaer¹Tarkan Yorulmaz²Çağatay Tavşanoğlu³

Karaer, M.C., Yorulmaz T., Tavşanoğlu Ç. (2022). Possible Effects of Climate Change on Bats. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 4 (2), 174-189. <https://doi.org/10.53472/jenas.1149503>

ABSTRACT:

As one of our era's most important environmental problems, climate change has negative effects on species, communities, and ecosystems. Bats have a wide distribution throughout Earth and significant roles in several ecosystem processes but they are also among organisms that will be negatively affected by climate change. In this study, possible effects of climate change on bats were revealed by reviewing observational, experimental, and modeling studies conducted in various biomes and geographies worldwide. In those studies, results on distribution, abundance, physiology, phenology, habitats, interactions with other species, foraging activity, and pathogen distribution efficiency of bat species were obtained. Available data suggest that responses of bat populations to climate change are complex, and generalizing is difficult due to species-specific responses. This review shows that our knowledge of the responses of bats to climate change is limited. More research is required on the response of bats to climate change, especially at the species level, in bats with different climatic requirements in different biogeographic regions.

KEYWORDS: Ecology, Mammals, Bats, Global Warming, Climate change

Öz:

Çağımızın en önemli çevre sorunları arasında yer alan iklim değişikliği, türler, komüniteler ve ekosistemler üzerinde önemli olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Dünyada geniş yayılış gösteren ve ekosistemlerin işleyişinde önemli rollere sahip olan yarasalar, iklim değişikliğinden önemli ölçüde etkilenecek canlılar arasındadır. Bu çalışmada, iklim değişikliğinin yarasalar üzerindeki olası etkileri, dünyanın farklı biyom ve coğrafyalarında gerçekleştirilen gözlemsel, deneysel ve modelleme odaklı çalışmaların derlenerek ortaya konmuştur. Bu çalışmalarda, yarasa türlerinin alansal yayılımı, bolluğu, fizyolojisi, fenolojisi, habitatları, diğer türlerle olan etkileşimleri, yiyecek arama aktivitesi ve patojen yayma etkinliği üzerine iklim değişikliğinin etkileri olduğuna ilişkin bulgular elde edilmiştir. Mevcut veriler, yarasa popülasyonlarının iklim değişikliğine karşı verdiği tepkilerin karmaşık olduğunu ve türe özgü tepkiler nedeniyle genelleme yapmanın zor olduğunu göstermektedir. Bu derleme çalışması, yarasaların iklim değişikliğine verdiği ve vereceği tepkiler hakkında sahip olduğumuz bilgilerin sınırlı olduğunu göstermiştir. Farklı biyocoğrafi bölgelerde yayılım gösteren ve farklı iklimsel gereksinimleri olan yarasaların iklim değişikliğine tepkilerinin özellikle tür seviyesinde daha çok araştırılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekoloji, Memeliler, Yarasalar, Küresel Isınma, İklim Değişikliği

¹ **Corresponding Author:** Çankırı Karatekin Üniversitesi Gıda ve Tarım Meslek Yüksekokulu Ormanlık Bölümü, mckaraer@karatekin.edu.tr, Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü Ekoloji Anabilim Dalı Doktora Öğr., minacansukaraer@hacettepe.edu.tr ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5765-4860>

² Çankırı Karatekin Üniversitesi Gıda ve Tarım Meslek Yüksekokulu Ormanlık Bölümü, tyorulmaz@karatekin.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9033-7162>

³ Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü, ctavsan@hacettepe.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4447-6492>



GİRİŞ:

Günümüzde insan faaliyetlerin sonucu olarak atmosferde artan sera gazları nedeniyle Yerkürede küresel seviyede bir ısınma ve iklim değişiklikleri gerçekleşmektedir (Knutti vd., 2016). Bu sera gazı artışının, dolayısıyla insan kaynaklı iklim değişikliğinin en önemli sebepleri arasında fosil yakıtların kullanımının, ormansızlaşmanın ve konvansiyonel tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin artması yer almaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinde (IPCC) yer alan binlerce araştırmacı, atmosferdeki güvenli CO₂ ve sera gazı emisyonlarının eğer gerekli önlemler alınmaz ve sera gazı salınımı devam ederse “güvenli” sera gazı miktarının 21. yüzyılın sonunda aşılması gerektiğini belirtmiştir (IPCC, 2013). Kuraklık, kıtlık, göç, savaş ve türlerin yok oluşu gibi ciddi sorunların ortaya çıkmasının başlangıcı olarak kabul edilen sıcaklığın 2 °C'lik artışı bugünden çok uzak görünmemektedir. Şu an atmosferdeki sera gazı emisyonları ve CO₂ miktarına bakılarak yerküre sıcaklığının 2 °C'lik sıcaklık artışının üzerine çıkma ihtimalinin yüksek olduğu tahmin edilmektedir. Küresel sıcaklıkların günümüzdeki hızıyla artması durumunda, Yerkürenin 65 milyon yıldır gerçekleşmemiş büyüklükte bir tür yok oluşuna sürüklenebileceği ileri sürülmüştür (Barnosky vd., 2011). İklim değişikliği, sadece ekosistemleri ve canlı organizmaları değil, aynı zamanda insan toplumlarının sosyal ve ekonomik yapısını da olumsuz etkilemektedir (Kelley vd., 2015). İklim değişikliğinden kaynaklanacak sorunlar, özellikle gelişmekte olan ülkeleri ve dezavantajlı insan topluluklarını daha çok etkileyecektir (Whitmarsh, 2008). Sera gazı salınımı engelleyecek önlemler alınmadığı takdirde, iklimde meydana gelen değişimin ve aşırı hava olaylarının şiddetinin artarak devam etmesi beklenmektedir (Sueur vd., 2019). Dolayısıyla, iklim değişikliği ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik için küresel olarak ciddi bir tehdittir (Weiskopf vd., 2020)

İklim, birçok hastalığın durumu, yayılım hızı, coğrafi dağılımı, bulaşım süreci, morbidite ve oluşturduğu mortalite gibi özelliklerini etkileyen pek çok faktörden biridir. İklim değişikliğinin insan sağlığı ve hayvan sağlığı üzerinde çok büyük olumsuz etkisinin olması beklenmektedir (Lacetera, 2019). İklim değişikliği, bulaşıcı hastalıkların küresel olarak yayılması üzerinde doğrudan ve dolaylı bir etkiye sahip olabilir. İnsanlara olduğu kadar evcil yaşama ve yaban hayatına da zarar verebilecek yeni ortam koşullarının gelişimine sebebiyet verebilir. İklim koşulları, vektör kaynaklı hastalıkların yayılmasında ve görülme sıklığında öncü rol oynamaktadır (Haile, 2020).

İklim değişikliği pek çok türü tehdit etmektedir (Bradshaw ve Holzapfel, 2006). Organizmaların birbirleri ile etkileşim şeklini değiştirerek, ekosistem dinamiklerinin üzerine etkisi olduğu da düşünülmektedir (Weiskopf vd., 2020). Değişen iklim koşullarının bitkiler, böcekler, kuşlar ve memeliler dâhil olmak üzere karasal ekosistemlerde yaşayan canlıların yayılımını ve bolluğunu etkilemesi beklenmektedir (Pecl vd., 2017). Aynı zamanda türlerin tercih ettikleri habitatları etkilemesi, dağılım alanlarının değişmesi beklenmektedir (Hellmann vd., 2010; Hoffmann ve Sgrò, 2011; Radchuk vd., 2019). Türlerin yeni koşullara tepkileri, her türün iklimsel toleransına ve etkileşim içinde oldukları diğer türlerin bu değişikliklere vereceği cevaba göre değişmektedir (Hellmann vd., 2010; Hoffmann ve Sgrò, 2011) Özellikle karasal ekosistemlerdeki bitkilerde meydana gelebilecek değişiklikler, hayvanların bolluğundaki değişikliklere, istilacı türlerin bolluk ve dağılımındaki farklılıklara, yeni veya daha yoğun orman yönetimi stratejilerine veya tehdit altındaki türlerin değişmesine neden olabilmektedir (Hellmann vd., 2010; Schindler vd., 2015).

İklim değişikliği, insanların sağlığından ekolojik sistemlerin sürdürülebilirliğine kadar birçok olguyu olumsuz yönde değiştirmektedir. En belirgin olarak küresel sıcaklıkların yükselmesi ile kendini göstermekte olan iklim değişikliğinin, insanların sahip olduğu beslenme ve yaşama alışkanlıklarını da değiştirme potansiyeline sahiptir. Bunun yanında, doğal ekosistemlerin ve biyolojik çeşitliliğin de iklim değişikliğinden olumsuz yönde etkileneceği öngörülmektedir. İklim değişikliğinin doğal ekosistemler üzerindeki etkilerinin anlaşılması için, ekosistemlerin farklı trofik seviyelerinde yer alan yaban hayvanlarının izlenmesi önemli bir araç olarak kullanılabilir.

Bu derlemenin amacı; son 20 yılda dünya gündemini giderek artan bir şekilde meşgul eden iklim değişikliğinin yarasalar üzerine etkisini konu alan çalışmalarını bir araya getirmektir. Ekosistemde kilittiş türler olarak önemli fonksiyonlara sahip olan yarasaların iklim değişikliğine karşı olan cevaplarının bilinmesi, hassas ve kırılgan ekosistemlerimizi iklim değişikliğinin etkilerinden korumada ve direncini arttırmada yol gösterici olacaktır.

1. İklim Değişikliğinin Yaban Hayatı Üzerine Etkileri

İklim değişikliğinin ekosistemleri ve çoğu organizmayı etkilediği bilinmektedir. Ancak bunun yanında yaban hayatına olan etkisi de azımsanmayacak derecede önemlidir. Etkileri küresel olarak yaygın da olsa görülen bütün etkiler aynı değildir. İklim değişikliğinin yaban hayatına olan potansiyel etkileri çok yönlüdür ve farklı düzeylerde ele alınmalıdır (Milligan vd., 2009). Doğada işlemekte olan karmaşık süreçler nedeniyle ve iklim değişikliğinden etkilendiğini varsaydığımız bir canlı özelliğinin başka faktörler tarafından da aynı anda etkilenmesi söz konusu olduğundan, iklim değişikliğinin yaban hayatı ve ekosistem düzeyindeki etkilerini anlamak her zaman kolay değildir. İklim değişikliği sonuçlarının daha anlaşılabilir olabilmesi adına bütünleştirici yaklaşım gerekmektedir (Milligan vd., 2009).

İklim değişikliğinin olası etkilerinin tüketicileri nasıl etkileyeceği genellikle bağlı oldukları üreticilerin iklim değişikliğinin getireceği etkilere vereceği olası tepkiler üzerinden yorumlanmıştır. Uzun yıllar süren araştırma sonucunda daha fazla CO₂ barındıran

ortamda bulunan bitki üzerinden beslenecek yaprak kemiren böceklerin sayısının daha az olduğu, çünkü artan CO₂'nin bitkilerin azot konsantrasyonlarını düşürdüğü ve aynı zamanda tanenler ile diğer fenollü ikincil bileşenleri artırdığı saptanmıştır. CO₂ seviyesindeki bu artışın devam etmesi ile üzerinden beslenen böceklerin vereceği tepki henüz anlaşılamamıştır. İklim değişikliğinin böceklerin kuluçka zamanında bazı aksamalara yol açabileceği düşünülmektedir (Van Asch vd., 2007). Bazı böcek türlerinde ilkbahar sıcaklıkları ortaya çıkmalarında en önemli etken olarak bilinmektedir. Bu türlerin larvalarının ortaya çıkma zamanı ile besini olan bitki arasındaki uyumsuzluk türün hayatta kalma başarısı ve büyümesini düşürecektir. Bu durum daha üst trofik seviyeleri de zincirleme olarak etkileyecektir

Organizmaların çevrelerinde meydana gelen değişiklikler ile baş etme yolları arasında davranış ya da morfolojilerindeki değişimler de yer almaktadır. İklim değişikliğine karşı ortaya çıkan davranışsal tepkiler, sıcaklık değişimlerinden kaynaklanabilir ve tür veya popülasyon düzeyindeki değişikliklerden de önce ortaya çıkabilir (Beever vd., 2017). Örneğin, göçmen kuşların bazı popülasyonları hızla değişen ilkbahar koşullarına ayak uydurarak varış noktalarına olması gereken zamanda ulaşabildikleri gibi bazı göçmen kuş popülasyonları ise bu davranışsal değişimlere ayak uyduramamaktadır (Van Buskirk vd., 2012). İklim değişikliği nedeniyle meydana gelebilecek morfolojik değişikliklere ise vücut büyüklüğündeki değişimler örnek olarak verilebilir. Örneğin; artan yaz sıcakları, Kuzey Amerika göçmen kuşlarının vücut büyüklüğünün azalması ve kanat uzunluğunun artması ile ilişkilendirilmiştir (Weeks vd., 2020). Ektoterm canlılarda ise daha yüksek sıcaklıklar daha hızlı büyümeye yol açabilir ancak bu durum nihayetinde daha küçük boyutlu olmaya sebep olmaktadır (Sibly ve Atkinson, 1994).

Sucul ekosistemlerde sıcaklık, parazitlerin yaşam döngülerini en önce etkileyecek faktörlerden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Sıcaklığın artması en karmaşık yaşam döngüsüne sahip parazitlerde bile yaşam döngülerini tamamlama hızını artırıcı etkilere neden olmaktadır (Marcogliese, 2001) Bunlara ek olarak, konağın beslenmesinde ve davranışında, konakçı olarak seçebileceği canlı çeşitliliğinde ve ekolojisinde rol oynamasının yanında, balıklarda konakçı direncinde de önemli rol oynamaktadır. Bu bilgiler ışığında iklim değişikliğinin sucul ekosistemlerde sebep olacağı değişimler devamında farklı olayları da getireceği öngörülmektedir. Bu değişimler ekosistemlerin yapısını ve işlevini değiştirerek, sucul diğer canlı türlerinin etkilenmesine ve dolayısıyla sosyo-ekonomik açıdan da kaçınılmaz sonuçların oluşmasına sebebiyet vermektedir (Marcogliese, 2001)

Değişen iklim koşullarının bir sonucu olarak deniz sularındaki artan CO₂ konsantrasyonu, deniz suyunun asitleşmesine sebep olmaktadır (Wingenter vd., 2007). Okyanus sularının pH dengesinde meydana gelen değişimler, deniz balıkları, eklembacaklılar ve deniz memelileri için yayılım alanı değişimlerine neden olmaktadır (Clements ve Kotalik, 2016; Mecklenburg vd., 2016). Deniz memelilerinin iklim değişikliğine verdiği tepkilerin öncelikle av dağılımı ve bolluğundaki değişiklikler aracılığıyla gerçekleşeceği ve buna adapte olabilen türlerin iklim değişikliğine bir dereceye kadar uyum sağlayabileceği düşünülmektedir (Simmonds ve Isaac, 2007). Yapılan çalışmalar, sınırlı habitata sahip olan deniz memelilerinin iklim değişikliğinin etkilerine karşı daha savunmasız olabileceğini göstermiştir (Simmonds ve Isaac, 2007).

Deniz buzundaki azalmalar ve deniz buzu habitat bağlantısının kaybı bazı av avcı etkileşimlerini değiştirdiği tespit edilmiştir. Kutup tilkisi hem karasal hem de denizdeki besin ağlarını kullanan bir yırtıcıdır (Angerbjörn vd., 1994) Bu türün hareketlerinin, deniz buzu örtüsü ve dinamiklerindeki değişikliklerden önemli ölçüde etkilenebileceği düşünülmektedir (Roth, 2002). Gıdaya erişimin azalması gibi sebepler kutup tilkisinin yiyecek arayışını etkilemesi ve beslenme alanının değişmesine neden olabileceği öngörülmektedir (Hanssen vd., 2013). Artan sıcaklıkların, deniz ördekleri popülasyonlarının üzerine pozitif etkisi olsa da yine artan sıcaklıklara bağlı olarak buzun incilmesi kutup ayılarının fok üzerinden beslenmesini zorlaştırdığı için bu büyük predatörlerin av olarak deniz ördeği yuvalarına yönelmelerine sebep olabilmektedir (Hanssen vd., 2013). İklim değişikliğinin karmaşık sonuçları popülasyonları farklı şekillerde etkileyebilmektedir.

Dünyanın jeolojik tarihi incelendiğinde, daha büyük boyutlu memelilerin daha küçük olanlara göre iklimsel değişikliklerden daha fazla etkilendiği görülmektedir (Fuller vd., 2016). Yapılan çalışmalar birçok türün popülasyonlarında meydana gelen düşüşlerin özellikle kurak geçen aylardan sonra artarda yağışın az düştüğü zamanlarda olduğunu göstermiştir (Owen-Smith vd., 2005). Bunun sebepleri olarak doğrudan yeterli besin maddesi bulamama yani dengesiz beslenme veya dolaylı olarak güçsüz düşme sonucu predasyona daha açık hala gelerek savunmasız kalmaları olduğu düşünülmektedir (Owen-Smith vd., 2005). Günümüzde meydana gelmekte olan iklimsel değişimler sonucunda, memelilerin hayatta kalmalarının büyük ölçüde fizyolojik fenotipik esnekliklerine bağlı olduğu tahmin edilmektedir (Hetem vd., 2014). İklim değişikliği karşısında büyük karasal memelilerin, değişen çevre koşullarına uyum sağlayacak hızda genetik adaptasyon gerçekleştiremeyecekleri ve habitat parçalanması sebebiyle de bu canlıların dağılım aralıklarını değiştirmelerinin mümkün olmayacağı ileri sürülmüştür (Fuller vd., 2016). Habitat parçalanmasının büyük memelileri daha çok etkileyecek olmasının bir diğer nedeni olarak da bu canlıların daha yüksek olan enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmek adına daha geniş alanlara ihtiyaç duymaları olarak açıklanabilmektedir (Fuller vd., 2016; Kelt ve Van Vuren, 2001). Gececil beslenmeye geçiş veya soğuk bir mikro iklimin seçilmesi gibi davranış değişikliklerinin, memelileri aşırı sıcak ve su stresine karşı dengeleyebilecek olmasına karşın (Fuller vd., 2016) farklı noktalarda da olumsuz etkiler ile karşılaşabilmektedir.

İklim değişikliğinin bir sonucu olarak canlıların yayılımında meydana gelmesi beklenen değişimler ise üzerinde durulması gereken başka bir diğer konudur. Değişen iklim şartları ile canlıların yayılımlarında meydana gelmesi beklenen değişimler, türlerin dağılım

alanlarını değiştirmesi, biyotik istilalar ya da turlerin yeni ortamlara taşınması olacaktır. Bu durumun hastalık etkeni-organizma ilişkilerini fazlasıyla etkilemesinin yanı sıra yeni mutasyonların oluşması, kombine hastalıkların ortaya çıkması, hastalıkların morbiditesi veya mortalitesi ile hastalığın bulaşıcı sezonunun suresinde de değişimler meydana getirebileceği dūřünölmektedir. Bütün bunlar canlı organizmaların oluşturdukları komuniteleri etkileyecek ve değiştirecektir.

Karasal ve sucul ekosistemlerde iklim değişikliğinin temel üreticiler üzerindeki etkisinin yaban hayatı üzerinde olacağından daha şiddetli göröleceği belirtilmiştir. Bu durumun, ekosistemlerde üreticiler üzerinden beslenen ve besin ağının daha yukarı kademelerinde yer alan diğer canlılar üzerinde zincirleme bir etkiye neden olması beklenmektedir (Tougeron vd., 2018; McGinty vd., 2021; Henson vd., 2021). Bu nedenle, yaban hayatı turleri ve popölasyonları üzerinde olumsuz etkiye yol ačan birçok insan kaynaklı faktörün yanında iklim değişikliğinin ne derece sorumlu olduğu kümülatif etki çalışmaları ile birlikte değerlendirilmelidir. Buna ek olarak, iklim değişikliğinin yaban hayatına olan etkileri açasından yaban hayvanları aracılığı ile yayılan hastalıklar ve konakçı-parazit ilişkisi ile turlerin farklı alanlara yayılması sonucu istilacı turlerin ortaya çıkması durumlar da daha sıklıkla yaşanabilecektir. İklim değişikliğinin bu iki önemli etkisinin yerel turlerin gelecekteki durumu ve iklim değişikliğine karşı uyumu bakımından dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır (Chalkowski vd., 2018).

2. İklim Değişikliğinin Yarasalar Üzerine Etkisi

Takım olarak Chiroptera diğer memeli takımları arasında en yüksek fizyolojik ve ekolojik çeşitliliğe sahip ikinci takım (Hutson ve Mickleburgh, 2001) olmasının yanında dünya üzerindeki memeli turlerinin yaklaşık dörtte birini oluşturmaktadır (Yorulmaz vd., 2018). Yarasalar, Yerküre üzerinde yaklaşık 1400 türü olduğu bilinen (Nabi vd., 2020) ve kutuplar ile bazı yalıtılmış adalar hariç, ılıman ve tropikal habitatlarda yayılım gösteren bir canlı grubudur (Jones, 2001; Simmons, 2005). Dünya üzerinde geniş yayılım gösteren bu takımın üyelerinin tercih ettikleri besin aralığı da oldukça geniştir. Böcek, meyve ve nektar ile beslenen yarasalar olduğu gibi, kurbağa, balık, diğer yarasa turleri ve kan ile beslenen yarasa turleri de mevcuttur (Simmons, 2005). Kendileri çok çeşitli canlı grupları üzerinden beslenmesinin yanında kuş, yılan, bazı balık turleri ve ev kedileri gibi omurgalı canlılar için ise birer av teşkil ederler (Kasso ve Balakrishnan, 2013).

Yarasalar, ekosistemin işleyişinde sahip oldukları bolluk ve biyokütlenin ötesinde önemli rollere sahip olduklarından kilittaşı turler olarak nitelendirilmektedir (Gannon vd., 2016). Yarasalar, bitkilerin tozlaşmasında, tohumların dağılımında, böcek popölasyonlarının dengede tutulmasında ve ormanlaşmada önemli roller oynamaktadırlar (Aguiar vd., 2016).

Böcek ile beslenen nispeten daha küçük boyuttaki yarasa turleri, çok sayıda hastalığın vektörü olan sivrisinekler ile de beslenerek; onların popölasyonları dengeleme görevi de gösterebilmektedir (Gonsalves vd., 2013). Polinatöryarasalar, diğer beslenme tarzlarını benimsemiş yarasa turlerine göre daha az sayıda olsa da bu yarasalar tozlaşma sağladıkları bitki turleri ile birlikte evrimleştikleri için, bu mutualist ilişkilerde bitki ve yarasaların birbirleri olmadan nesillerini korumaları çok mümkün değildir (Kasso ve Balakrishnan, 2013). Yarasa dışkısı olarak adlandırdığımız guano mağara ekosistemlerinde hem pek çok canlı organizmanın yaşamasını desteklemekte (Fenolio vd., 2006) hem de tarımda gübre olarak kullanılmaktadır.

Yarasaları ekolojik olarak öne çıkaran bir diğer özellik ise biyoindikatör organizmalar olmalarıdır. Bunun en önemli sebebi, yarasaların habitat kalitesinin en iyi göstergelerinden biri olmasıdır (Kasso ve Balakrishnan, 2013). Boyutları, uçma özellikleri, geniş yayılım göstermeleri, beslenme davranışları, yaşam süresi, maruz kalınan etkilerin uzun veya kısa vadede sonuçlarının gözlenebilmesi ve habitat bozulmaları ile kirliliğe karşı verdikleri tepkiler ile tüm bunların karmaşık kombinasyonları, yarasaları birçok ekosistem için biyoindikatör organizma olarak değerlendirmek için en uygun aday haline getirir (Jones vd., 2009).

Kuraklık, aşırı sıcak veya soğuk hava dalgaları, tahmin edilemeyen yağışlar, deniz seviyesinin yükselmesi gibi iklim değişikliğinin sonucunda gerçekleşen değişikliklerin (Jones vd., 2009; Kasso ve Balakrishnan, 2013) yanısıra, habitat parçalanması, tarım kaynaklı habitat kaybı, rüzgar tribünleri ve farklı sebeplerden avlanma ve pestisit kullanımı gibi insan kaynaklı etkiler de yarasa turlerinin popölasyonlarını olumsuz yönde etkileyen unsurlar arasındadır (Jones vd., 2009; Kasso ve Balakrishnan 2013; Yorulmaz vd., 2018; Kuzukiran vd., 2021).

Yarasalar ve iklim değişikliğini konu eden çalışmalar dikkate alındığında, iklim değişikliğinin yarasalar üzerinde pek çok farklı şekilde etki edebileceği öngörülebilir. Turlerin yayılım ve bolluğu üzerine yapılan değerlendirmelerde daha sıcak iklimi seven ve artacak böcek popölasyonları üzerinden beslenen turlerin artış göstereceği değerlendirmesi yapılmaktadır. Nektar ile beslenen tropikal habitatlarda yaşayan yarasaların ise daha hassas bir duruma geçeceği dūřünölmektedir. Bunun yanında, su stresi, hibernasyon sürelerinde değişiklik, habitat ve tünek değişikliği, beslenme davranışında değişiklik ve patojen konakçı yayılması ile ilgili etkilerin önümüzdeki süreçte yarasaların ve iklim değişikliğinden etkilenmesi konusunda dikkat çekici konular olacağı görölmektedir.

Aşağıda, iklim değişiklinin yarasalar üzerine etkilerinin farklı boyutları, ilgili bilimsel literatürde var olan çalışmaların birer sentezi şeklinde sunulmuştur. Bu doğrultuda, iklim değişikliğinin yarasaların yayılım ve bolluğu, fizyolojisi, fenolojisi, habitatı ve tünekleri, turler arası etkileşimleri, yiyecek arama aktivitesi ve yarasa kaynaklı patojen yayılımına etkisi irdelenmiştir.

2.1 Yayılım ve Bolluk

İklim değişikliğinin küresel anlamda canlıların yayılım ve bolluğu üzerinde etkili olacağı bilinmektedir (Aguar vd., 2016). İklim değişikliği etkileri konusunda yapılan araştırmaların çoğunda araştırılan türlerin genellikle alçak enlemlerden yüksek enlemlere doğru bir yayılım gösterme eğiliminde olacağı saptanmıştır (Williams ve Blois, 2018; McHenry vd., 2019; Rushing vd., 2020; Smeraldo vd., 2021). Diğer canlı gruplarında da ortaya konulana benzer şekilde yarasaların da yeni habitatlar tercih ederken daha yüksek enlemlere doğru yayılımlarını ilerletecekleri beklenmektedir (Rebello vd., 2010; Smeraldo vd., 2021). Diğer canlı gruplarında olduğu gibi, iklim değişikliğinin yarasaların da yayılım ve bolluğuna etki edebileceği bilinmektedir. Özellikle kan emen yarasa türleri ile nektar yarasalarının gelecek dönemlerde iklim değişikliğinden fazlasıyla etkileneceği yönünde öngörüler vardır. Kan emen yarasa türleri, Güney Amerika'nın bir bölümünde varlıklarını devam ettirirler. Kan emen yarasaların yayılımını ve bolluğunu en çok sınırlayan faktör düşük sıcaklıktır. Bu türler, ortam sıcaklığı 10 °C'nin altına düştüğünde vücut sıcaklığını dengede tutacak kadar beslenememektedir. İklim değişikliği ile meydana gelen aşırı hava olayları konusundaki modellemeler, kan emen yarasaların kış sıcaklıklarının daha yüksek olacağı yeni habitatlara yerleşeceklerini göstermektedir (Hughes, 2000; Rebello vd., 2010; Sherwin vd., 2013). Nektar yarasaları birlikte evrimleşme süreci geçirdiği yaklaşık 500 adet gece çiçek açan bitkinin tozlaştırıcısı olarak görev yapmaktadır ve üzerlerinden beslendikleri bitkilerin polen taşıyıcısı olarak görev görmektedirler (Fenton ve Simmons, 2015). İklim değişikliği kaynaklı olarak bu bitki türlerinde ve popülasyonlarında azalma meydana gelecek olması durumunda, özelleşmiş beslenme davranışları nedeniyle nektar yarasalarının en savunmasız yarasa türleri arasında olacağı düşünülmektedir.

Güney Amerika cerrado biyomunda yürütülmüş bazı modelleme çalışmalarına göre, bu bölgede yayılım gösteren yarasa türleri gelecekte kendilerine uygun habitatlara ulaşamazlarsa, burada yayılan 36 türün uygun yaşam alanlarının %80'inden fazlasının kaybedileceği öngörülmektedir (Aguar vd., 2016). Bu türler arasından beş tür içinse bu oran %98 olarak tespit edilmiştir. Dağılımın olmadığı çevresel uygunluk kaybı değerlendirildiğinde 25 türün yayılım alanlarının <%20'sini kaybedebileceğini öngörmektedir (Aguar vd., 2016). Bunun yanında, iklim değişikliği nedeniyle gerçekleşecek olan sıcaklık artışlarının özellikle daha sıcak koşullarda yaşayan yarasaların bolluğunu artıracakları düşünülmektedir (Stawski ve Geiser, 2012).

Güney Amerika'da yürütülen başka bir çalışmada ise Carajás bölgesini habitat olarak tercih eden nektivor, insektivor ve frugivor beslenme tarzına sahip 83 yarasa türünün 2050 ve 2070 yılındaki iklim koşulları altındaki yayılımları anlaşılmasına çalışılmıştır. Araştırma sonucuna göre 83 yarasa türünden %47'sinin (36 tanesinin) gelecekte de Carajás'ta kendilerine uygun habitatlar bulabileceği öngörülürken %57'sinin (47 tanesinin) kendilerine uygun habitatlar bulamayacakları tahmin edilmektedir (Costa vd., 2018).

Amerika'da Rocky Dağları'nda yapılan ve 21 yıllık doğrudan gözlemlere dayalı bir çalışmada, iklim değişikliğinin yarasaların popülasyon ve komünite organizasyonları ile rakımsal göçlerini etkilediğini gözler önüne sermiştir (Adams, 2018). Bu çalışmada incelenen beş farklı *Myotis* türünün gerçekleştirmiş olduğu rakımsal göçlerin dinamiğinin iklim değişikliği nedeniyle bozulmuş olduğu belirtilmiş ve oluşan değişimlerin türe özgü olduğu saptanmıştır (Adams, 2018).

Anadolu ve Doğu Akdeniz kıyılarında, Bilgin vd. (2012) tarafından yürütülmüş bir diğer çalışma ise iklim değişikliğinin yayılıma etkisinin boyutlarını gözler önüne sermiştir. Araştırmanın yürütüldüğü bölgelerde çalışmaya dahil olan bütün yarasa türlerinin sayısında ilerleyen dönemlerde azalma olmasının beklenmesinin yanı sıra, bunun sonucunda ekonomide meydana gelebilecek sorunlara da dikkat çekilmiştir (Bilgin vd., 2012). Avrupa, Gürcistan, Azerbaycan ve Türkiye'yi de kapsayacak şekilde yürütülen bir çalışmada (Smeraldo vd., 2021) ise *Pipistrellus kuhlii*, *Hypsugo savii*, ve *Pipistrellus pipistrellus* türlerinin günümüzdeki yayılım alanları ile gelecekteki yayılım alanlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Bu çalışmanın bulguları, Akdeniz yarasa türleri olan *Pipistrellus kuhlii* ve *Hypsugo savii*'nin mevcut yayılım alanlarını muhafaza ederek yayılım alanlarını kuzeye doğru genişleteceği, *Pipistrellus pipistrellus*'un ise mevcut yayılım alanlarını kuzeye doğru kaydırarak günümüzde yayılım gösterdiği alanları terkedeceğini göstermiştir (Smeraldo vd., 2021).

Wu (2016) ise 50 yıllık veriye dayanarak Çin'deki 17 farklı yarasa türünün popülasyonlarının iklim değişikliğinden nasıl etkilenebileceğini değerlendirmiştir. Bulgular, incelenen yarasa türlerinin yarısından fazlasının gelecekteki yeni yayılım alanları kuzey yönlü olacağı, ancak aynı zamanda farklı yönlerde doğru da yayılımını değiştirecek türlerin de var olduğu saptanmıştır. Wu (2016) meydana gelecek bu cevabın iklim değişikliğinin bir sonucu olduğunu vurgularken, aynı zamanda arazi kullanımı, sulak alanların azalması ile habitat kaybının da etkili olduğunu vurgulamıştır.

2.2 Fizyoloji

İklim değişikliğinin yarasaları fizyolojik olarak birkaç farklı açıdan etkileyeceği tahmin edilmektedir (Jones ve Rebello, 2013). Örneğin, yarasalar için oldukça önemli olan kışlama zamanı ve torpor süreleri ile (Willis, 2017) enerji harcama oranları, üreme aktivitesi ve genç bireylerin gelişiminin iklim değişikliğinden etkilenmesi kaçınılmazdır (Sherwin vd., 2013)

Laktasyon dönemindeki bir dişi laktasyon döneminde olmayan bir dişiye göre su kaynağını ortalama 13 kez daha fazla ziyaret etme eğilimindedir (Adams, 2010; Sherwin vd., 2013). Kurak alanlarda da yarasalar genellikle su yakınında yaşamlarını devam ettirmeyi tercih ederler. Su, özellikle laktasyon döneminde yarasalar için hayati önem taşımaktadır. Tünek alanları daha yoğun güneş ışığı alan türlerin sıcaklık artışına bağlı olarak yaşayabilecekleri dehidrasyon da değerlendirilmesi gereken bir başka bakış noktasıdır (Adams, 2010). İklim değişikliğinin getirdikleri yarasaların zaman içerisinde su stresi yaşayabileceklerini de göstermektedir.

İklim değişikliğinin yarasaların fizyolojisi üzerinde sebep olacağı bir diğer sorun ise sıcaklık stresidir. Yarasaların vücut sıcaklıklarını dengeleyebilmek için geliştirdiği farklı adaptasyonlar olsa da sahip oldukları koyu renk kanatlar güneş altında aşırı ısınmalarına sebep olabilmektedir (Voigt ve Lewanzik, 2011). Bu durum, ani yarasa ölümleri ile sonuçlanabildiği bilinmektedir. Örneğin, Avustralya'da Yeni Güney Galler'de gerçekleşen 42 °C ve üzerindeki aşırı sıcaklar sebebiyle Avustralya'ya özgü *Pteropus poliocephalus* (gri başlı uçan tilki) bireylerinin 1994 yılından beri 30.000'den fazlasının kaybedildiği kayıtlara geçmiştir (Welbergen vd., 2008; Valdez vd., 2009).

Enerjik stres de iklim değişikliğinin yarasalar üzerinde yaratmış olduğu bir başka fizyolojik etkidir. Böcekçil yarasaların besin tercihleri buldukları döneme göre değişebileceği öngörülmektedir Aerial hawking (Uçarken havada beslenen) yapan *Myotis lucifugus* (küçük kahverengi yarasa) türünde üreme başarısı sıcak geçen yıllarda daha yüksekken *Myotis kneri* gibi gleaning yapan (yer yüzeyinden beslenen) türlerde ise üremenin soğuk geçen yıllarda daha başarılı olduğu tespit edilmiştir (Sherwin vd., 2013). Bununla birlikte, her iki tür de daha soğuk yıllarda daha yüksek enerjik stres altındadır bu da vücut kütlelerinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Burles vd., 2009).

2.3 Fenoloji

İklim değişikliği küresel düzeyde biyolojik olayların zamanlarını çarpıcı bir şekilde etkilemektedir. Yarasalarda hibernasyon, torpor, göç davranışları ve üreme aktiviteleri de kaçınılmaz olarak iklim değişikliğinden etkilenecek özellikler arasında yer almaktadır (Haest vd., 2021).

Yarasa hibernasyonu, bu türlerin yaşam sürelerinde ve popülasyonlarını devam ettirebilmeleri için tartışılmaz öneme sahiptir. Hibernasyon esnasında gebelik sürecinin yavaşlatılması ve ortam şartları uygun olduğunda yavruların meydana getirilmesi söz konusudur. İklim değişikliği yarasalarda hibernasyon ve göç hareketinde değişimlere neden olabileceği düşünülmektedir. Hibernasyon ve göçte meydana gelebilecek değişimler yarasalar ve ekosistemler için yararlı mı yoksa zararlı mı olacağı ise henüz tam olarak aydınlatılabildiği bir konu değildir.

Son dönemde Portekiz'de dağılım gösteren bazı yarasa türlerinin hibernasyonu atladığı ve erken döl verdiği tespit edilmiştir. Bunun sonucunda yeni doğan böcekçil yarasaların o dönem beslenmelerinin daha sınırlı olabileceği ve buna bağlı olarak da yavru besleme, laktasyon süreçlerinde sorunlarla karşılaşabileceği öngörülmüştür (Jones ve Rebelo 2013). Ek olarak, hibernasyon süresinin uzunluğunda değişimlerin meydana gelebilmesi beklenmekte olup dışilerin üreme başarısında farklılıkların oluşabileceği de düşünülmektedir (Lučan vd., 2013)

Bilindiği gibi hibernasyon tercih eden ılıman kuşak yarasaları, bu davranış öncesi sonbaharda çiftleşme dönemine girerler (Altringham, 2011) ve yüksek rakımlı alanlarda toplanırlar. Hibernasyon sonrası soğuk seven yarasa türleri daha düşük rakımlara inmeyi tercih ederler. Kuzey Amerika'da yapılan bir çalışmaya göre çalışma yapılan bölgedeki soğuk seven ılıman yarasaların hibernasyon sonrasında daha düşük rakımlara inmemesinin sebebini meydana gelen sıcaklık artışından kaynaklandığını belirtmektedir (Adams, 2018).

Yarasalar için hayati öneme sahip bir diğer olgu ise torpordur. Sıcaklık artışları karşısında genellikle açık alanlarda tünemeyi tercih eden oldukça savunmasız olan pteropodid yarasaların (Welbergen vd., 2008) yanı sıra; özellikle mağaralar, madenler, evler, çatı araları, orman için ve ağaç kabuğu altları gibi yerleri tercih eden çoğu böcekçil yarasa torporu bir fırsat olarak da kullanarak iklim değişikliği karşısında sanıldığından daha başarılı olabileceklerini öne süren çalışmalar da mevcuttur (Humphries vd., 2002; Stawski ve Geiser, 2012).

2.4 Habitat ve Tünek

Yarasaların yaşamsal faaliyetlerini yerine getirmek için farklı habitatları ve ekosistemleri tercih ettikleri bilinmektedir. Yarasaların tercih ettiği habitatlar ve tünek alanlarının iklim değişikliği ile etkileneceği durumunda bunun o alanları tercih eden yarasa türleri üzerinde doğrudan etkisi olacaktır (Jones ve Rebelo, 2013). Ormanlar, yarasaların en önemli habitatlarından birisini oluşturmaktadır (Yorulmaz vd., 2018). Dinlenme, torpora girme ve yavru yetiştirme gibi faaliyetleri için tercih ettikleri tünekler iklim değişikliği, bilinçsiz ve kontrolsüz ağaç kesimi, habitat parçalanması, madencilik faaliyetleri, yangınlar ve diğer etmenlerden dolayı gerçekleşen ormansızlaşma sonucunda giderek azalmaktadır. Son dönemde yarasaların, tüneme ve beslenme için tercih ettikleri ağaçların sayısındaki azalma nedeniyle, tüneklerde birey yoğunluğunun artması ve yarasaların yerleşim yerlerine doğru hareketinde artış

tespit edilmiştir (Yorulmaz vd., 2018). Bilinen tüm Avrupa yaraları böcekçildir ve bir ölçüde ormandan yararlanmakta veya ormanda yaşamaktadırlar (Carr vd., 2020). Benzer şekilde büyük yaralar da tropikal bölgelerde ormanla yakından ilişkilidir (Kerth, 2008). Dolayısıyla, yaraların seçtikleri habitatlarda veya tünek alanlarında meydana gelebilecek olumsuzluklar yaraların beslenmesi üzerinde de yoğun etkilere neden olacaktır.

2.5 Türler Arası Etkileşim

İklim değişikliği ve artan sıcaklıklar farklı mekanizmalar ile canlı türlerini etkileyebilmekte ve abiyotik faktörlerin hızla değişmesine neden olmaktadır. Ancak bu hızlı değişim trofik seviyelerin hepsinde ve her tür için aynı hızda görülmemebilir (Damien ve Tougeron, 2019). Dolayısıyla, iklim değişikliği av-avcı dinamiklerini veya konak-parazit ilişkilerini çeşitli şekillerde etkileyebilir (Laws, 2017; Damien ve Tougeron, 2019). Bu etkileme, yayılım veya davranış değişikliklerinden kaynaklanabileceği gibi avın bolluğunu azaltma ya da avın beslenme davranışını değiştirme gibi etkilerden de kaynaklanabilmektedir (Preisser vd., 2005; Laws, 2017). Türler arası ilişkilerin etkilenmesinin ise komünite ve ekosistem seviyelerinde sonuçları olması muhtemeldir (Post, 2013).

Yapılan çalışmalar, iklim değişikliği ve artan sıcaklıkların orta ve alçak enlemlerde ekolojyasyon yapan yaraları doğrudan etkileyerek, yaraların av bulma hacminde farklılıklara neden olarak komünite yapısını değiştirebileceği düşünülmektedir (Luo vd., 2014). Ancak düşünülenin aksine iklim değişikliğine bağlı böcekçil yaraların avlarının azalması her zaman doğru değildir (Netherer vd., 2010; Thomas vd., 2011). Çünkü farklı böcek taksonlarının iklim değişikliğine vereceği cevap farklıdır (Netherer vd., 2010; Thomas vd., 2011; Luo vd., 2014) Ancak yaralar iklim değişikliğinin getirdiği yeni çevre şartlarında avlandıkları böcek türlerini değiştirmek (Luo vd., 2014) ve bu yeni av türleri için avlanma stratejileri geliştirmek zorunda kalabilirler. Değişen iklim koşulları bu nedenle türler arası rekabeti etkiler ve dolayısıyla komünite yapısında değişikliğe neden olabilir. Aynı besin kaynağı üzerinden beslenen iki farklı yasa türü arasındaki ilişkiyi de etkileyebilmektedir (Arlettaz ve Meyer, 2000; Siemers ve Schnitzler, 2004). Bu, birinin besin arama kabiliyetini artırması ile diğer yasa türünün onun gerisinde kalmasına sebep olabilmektedir (Luo vd., 2014). Rekabette başarısız olan türün yeni habitatlara ilerleyip ilerleyemeyecek oluşu veya ulaşılan yeni habitatlarda başarılı olup olamayacakları da bilinmezdir (Luo vd., 2014).

IPCC'nin beşinci değerlendirme raporu 21. Yüzyılın sonuna kadar küresel sıcaklık artışının 1.5 °C- 4.5 °C arasında olacağını işaret etmektedir (IPCC, 2013). Küresel sıcaklık artışlarının bir getirisi olarak da küresel su döngüsünün değişmesi beklenmektedir (IPCC, 2013). Su faktörünün oldukça önem taşıdığı bilinen ekosistemlerden biri de tartışmasız çöl ekosistemleridir. Çöl ekosistemi özelliklerine uyum sağlayabilen canlı gruplarından biri de yaralardır. ABD'nin Kaliforniya eyaletinde yer alan Mojave Çölü'nde iki yasa türü *Parastrellus hesperus* ve *Myotis californicus* arasındaki olası rekabetin incelendiği bir araştırmada, her iki türün de su içme davranışlarının su kaynaklarının yüzeysel olarak azalmasından olumsuz etkilendiği ve türlere ait bireylerin günlük aktivitelerinde genel anlamda artış meydana geldiği tespit edilmişti (Lambert vd., 2018).

İklim değişikliğinin yasa popülasyonlarına etkisi yukarıda örneklerinin de verildiği gibi doğrudan olabilirken dolaylı olarak da gerçekleşebilmektedir. Örneğin, normalden daha sıcak olan ortam sıcaklığında kayın ağacı meyvesinin üretiminin artmasının sonucu olarak *Mus musculus* ve *Rattus rattus* sayısında artış gözlenmesi ve bunların ve yaraların da avcısı olan *Mustela erminea*'nın da üremesinde artışa sebep olmaktadır (Pryde vd., 2005; Sherwin vd., 2013).

2.6 Yiyecek Arama Aktivitesi

Yaralarda yiyecek arama davranışı özellikle hava koşulları ve besin mevcudiyetine bağlı olduğundan dolayı, sıcaklık değişimleri farklı yasa türlerinde habitat, üreme şekilleri, yiyecek arama aktivitesi üzerinde farklı etkiler göstermektedir.

Esnek bir avlanma stratejisine sahip olması ve su yüzeyinden avlanması sayesinde *Myotis daubentonii* türünün hava sıcaklığından veya böcek bolluğundan güçlü bir şekilde etkilenmediği tespit edilmiştir (Boonman vd., 1998; Ciechanowski vd., 2007; Sherwin vd., 2013). Buna karşılık gıda kaynakları değişken olan aerial- hawking yapan yasa türlerinin ise iklim değişikliğinden daha çok etkilenmesi beklenmektedir (Sherwin vd., 2013; Browning vd., 2021). Avrupa ve Kuzeybatı Afrika yaraları arasında yer alan 47 türün 38'inin bu şekilde avlanma stratejisi olduğu düşünülürse, bu bölgelerde yaşayan yasa türleri için iklim değişikliğinden etkilenme riski çok fazladır (Sherwin vd., 2013). Benzer şekilde böcekçil yaraların besin kaynağı olan böceklerin yayılım alanları veya bulunma yoğunlukları ile yumurtadan çıkma başarı oranlarında iklim değişikliğine bağlı olarak farklılıklar beklenmektedir. Böcekçil yaraların aktivite yoğunluğu ektoterm olan böcek avlarına bağlıdır. Böcek aktivitelerinde meydana gelebilecek değişimlerden böcekçil yaralar da etkilenmektedir (Burlles vd., 2009; Sherwin vd., 2013). Besin varlığı ve yokluğu yasa aktivitesinde hayati önem taşımaktadır (Wang vd., 2010; Sherwin vd., 2013).

2.7 Patojen Yayılımı

Yaralar sahip oldukları kanat yapıları ve uçuş yetenekleri sayesinde geniş yayılıma ve farklı ekosistemlerde yaşayabilme özelliğine sahip olan bir memeli grubudur. Yaralar, genellikle koloniler halinde yaşamaları ve sosyal canlılar olmaları nedeniyle, hem diğer yasa türleri ile hem de bu takım dışındaki türlerle temasta olmaktadır (Kerth, 2008; Avena vd., 2016). İnsanların

yaşam alanlarına yakın alanlarda beslenme ve tüneme özelliklerine sahip olsalar da yarasalar insan ile teması yoğun olan türler arasında değildir (Kunz vd., 2013). Yarasa türlerinin yüksek çeşitliliği patojenler için geniş bir üreme alanı sağlayabilir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda yarasalardan 60'dan fazla tür virus izole edilmiştir (Shi, 2010; Wang ve Anderson, 2019). Yarasaların viruslerin yanında, protozoa, bakteri, helmint, trematod ve nematod rezervuarı olduğu da bilinmektedir (Brook ve Dobson, 2015). Buna rağmen, yarasalar memeliler arasında enfeksiyonlara karşı en toleranslı canlı grubudur (McKee vd., 2021).

İklim değişikliği bilindiği üzere yalnızca sıcaklık artışları ile değil aynı zamanda diğer iklim parametrelerinde meydana gelecek ekstrem durumlarla da karşı karşıya kalmamıza sebep olmaktadır. Farklı iklim değişikliği senaryoları, tropik ve subtropik kuşaklarda daha az yağış görüleceğini, ılıman kuşağa ve daha yüksek enlemlere ise daha fazla yağışın düşeceğini öngörmektedir (Gu ve Adler, 2015; Xu vd., 2022). Bakterilerin sıcaklık ile viruslerin ise bakterilere oranla yağış ile pozitif bir ilişkisi olduğu bilinmektedir. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda ise viral hastalıkların yüksek enlemlere yayılacağı söylenebilmektedir (Xu vd., 2022). Tür içi ve türler arası etkileşimin yoğun olduğu canlılar oldukları, uçuş özelliğine sahip oluşları ve pek çok habitatta var olabilmeleri göz önünde bulundurulduğunda, yarasaların patojen yayılımının iklim değişikliği ile olası ilişkisi konusunun kapsamlı olarak araştırılması gerekmektedir (Avena vd., 2016).

Küresel ısınma ve beklenmedik hava olaylarının sıklığı ve değişimi, vektör kaynaklı hastalıkların doğrudan ve dolaylı olarak etkileyeceği ve bu hastalıkların bulaşma riskini artıracığı düşünülmektedir. Bu zamana kadar yarasalardan insanlara bulaşan ve salgınla sonuçlanan bazı hastalıklar; Ebola ve Marburg virusleri ile Coronavirus ve Nipah'tır (Martin vd., 2018). Yapılan modelleme çalışmaları, bir diğer yarasa kaynaklı patojen olan Hendra virus'un değişen iklim koşulları ile bu virüsü taşıyan yarasaların uygun habitatlar bulabilmek adına güneye doğru ineceğini ve böylece virüsün de daha alçak enlemlere doğru yayılacağını öngörmektedir (Banskar vd., 2016; Martin vd., 2018).

İklim değişikliğine bağlı yayılım alanlarının değişmesi sonucu özellikle Orta Afrika, Orta ve Güney Amerika, Güney Çin Yunnan bölgesi ile Myanmar ve Laos'ta yarasa zenginliği artmaktadır. Yaklaşık 40 yarasa türünün değişen iklim koşullarına bağlı artışı, ortamdaki virus zenginliğini de artırmaktadır ve özellikle Yunnan bölgesi ve ona komşu olan Myanmar ve Laos, SARS CoV-1 ve SARS CoV-2'nin en muhtemel kaynak bölgesi olarak düşünülmektedir (Cyranoski, 2020; Beyer vd., 2021).

Dünya çapındaki en önemli zoonoz hastalıklarından olan kuduz hastalığının da taşıyıcısı olduğu bilinen *Desmodus rotundus* türünün evcil hayvanlar ile insanlara kuduzun bulaşmasında etkili olduğu bilinmektedir. Araştırmacılar, bu türün değişen iklim ile yayılım alanını genişleteceği gibi av olarak tercih ettiği canlı türlerinin de çeşitlenebileceğini belirterek, iklim değişikliğinin yarasalardan kuduz bulaşma riskini artıracığını öngörmüşlerdir (Mistry ve Moreno-Valdez, 2009; Hayes ve Piaggio, 2018; Horta vd., 2022). Bunun gerçekleşecek olma ihtimalinin arkasında ise yarasa fizyolojisinde, fenolojisinde, habitat ve tünek değişiminde meydana gelebilecek farklılıklar olduğu düşünülmektedir (Aguar vd., 2016; Cappelli vd., 2021; Horta vd., 2022).

Yapılan çalışmalar, yarasaların azımsanmayacak derecede patojenvirus yoğunluğuna sahip olduğunu bunun yanında patojen bakteri yoğunluklarının henüz kapsamlı olarak çalışılmamasından kaynaklı bu konuda eksiklikler olduğunu göstermektedir (Mühldorfer 2013; Veikkolainen vd., 2014; Banskar vd., 2016; Bai vd., 2017; Gerbáčová vd., 2020). Yarasaların patojen virus, bakteri, mantar ve parazitlerin olası rezervuarı olabileceği (Banerjee vd., 2018) düşünülerek, özellikle binalarda ve yerleşim yerlerine yakın yaşayan insanların yarasaların taşıdıkları potansiyel zoonoz hastalıklara yakalanabilecekleri göz ardı edilmemesi gereken bir konudur. Guanonun neredeyse tüm dünyada gübre olarak kullanıldığı da göz önüne alınırsa (Banskar vd., 2016; Misra vd., 2019), insanların bakteri kökenli hastalıklara ne kadar açık olduğu görülebilir.

3. Türkiye'de Yarasa Çalışmaları ve İklim Değişikliği

Türkiye'de bugüne kadar yapılan çalışmalarda 39 yarasa türünün yaşadığı tespit edilmiştir (Benda ve Horacek 1998, Albayrak, 2000; Yorulmaz ve Arslan, 2020). Türkiye yarasaları ile ilgili çalışmalar 1800'lü yıllarda başlayan ve ağırlıklı olarak faunistik çalışmalar olup türlerin Anadolu'daki çeşitliliğini ve yayılış alanlarını tespit eden sistematik temelli çalışmalardır (Danford ve Alston, 1877; Doria, 1887; Satunin, 1912). Yirminci yüzyılın ikinci yarısından beri yapılan çalışmalar ile birlikte Türkiye yarasalarının taksonomik, morfolojik, genetik, filogenetik ve filocoğrafik özelliklerine ilişkin bilgilerimiz artış göstermiştir (Şadoğlu, 1953; Kahmann ve Çağlar, 1960; Çağlar, 1965; Albayrak, 1990; Albayrak, 1993; Bilgin vd., 2006; Albayrak vd., 2008; Bilgin vd., 2008; Karataş ve Sachanowicz, 2008; Furman vd., 2009; Arslan vd., 2015; Bilgin vd., 2016; Çoraman vd., 2019; Yorulmaz ve Arslan, 2020; Çoraman vd., 2020; Ürker ve Yorulmaz, 2020). Türkiye yarasalarının ekolojik ilişkileri iklimsel parametreler ile olan ilişkisi üzerine neredeyse hiç çalışma yapılmamıştır. Bu konuda sadece Bilgin vd. (2012)'nin yaptığı çalışma mevcuttur ve bu çalışmada iklim değişikliğinin Anadolu ve Akdeniz kıyılarında bulunan 16 yarasa türüne etkisi modelleme çalışmaları ile ortaya konmuştur. Son yıllarda rüzgâr türbinlerinin yarasalar üzerindeki etkileri konusundaki çalışmaların yaygınlaşması ile, akustik kayıtların farklı habitatlardan farklı iklimsel parametrelerde kaydedilmesi sayesinde yarasaların mevsimsel aktivite yoğunlukları hakkında bilgiler elde edilmeye başlanmıştır (Yorulmaz ve Arslan, 2016; Yorulmaz ve Yetkin, 2016). COST Aksiyonu kapsamında 2019 yılında başlayan ve Türkiye'nin de dahil olduğu "İklim Değişikliği ve Yarasalar: Bilimden Korumaya" başlıklı projede (COST, 2019), Türkiye'den toplanan veriler de değerlendirmeye alınmıştır ve bu konudaki Türkiye'deki ilk kapsamlı çalışma olma niteliği

taşımaktadır. Devam etmekte olan bu projenin bulgularının elde edilmesi ile birlikte Avrupa ve Türkiye’de iklim değişikliğinin yarasa türleri üzerinde nasıl bir etkiye yol açacağına dair veriler ve analizler ortaya konacaktır. Ayrıca, yarasaların iklim değişikliğinden nasıl etkilenebileceği konusunda çıkarım sağlayabilecek olan “İklimsel parametrelerin *Myotis myotis* türünün beslenme ve aktivite örüntüsü üzerine olan etkileri” başlıklı TÜBİTAK projesi kapsamında da Türkiye’de bir yarasa türünün iklimsel parametrelerden nasıl etkilendiği ampirik gözlemlerle ilk kez çalışılmaktadır (Yorulmaz vd., 2022). Söz konusu proje ile, iklimsel parametrelerin *Myotis myotis* türünün farklı biyolojik ve iklimsel dönemlerinde yaşama alanındaki aktivitesini, beslenme davranışını ve habitat tercihlerini nasıl etkilediği üç yıllık bir çalışma ile ele alınmış olacaktır.

SONUÇ:

Bu derleme çalışması sırasında yarasaların iklim değişikliğine olan tepkilerini konu alan pek çok kaynak göz önüne alınarak incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda, iklim değişikliğinin tüm canlılar üzerinde olduğu gibi yarasalar üzerinde de önemli etkileri olacağını ve yarasaların bu etkilere verecekleri tepkilerin genelleme yapılamayacak kadar türe özgü olduğu ortaya çıkmıştır.

Yarasalar, geniş dağılımlı, ekosistemde önemli rollere sahip, çok çeşitli beslenme ve reproduktif faaliyetlere sahip olan bir canlı grubudur. Yarasaların aynı zamanda ekosistem bozulmasına karşı indikatör türler olduklarından da bahsedilebilir. İklimsel değişimler, yarasaların, beslenmesine, göç hareketlerine, hibernasyon davranışına, gebelik dönemi ve sürecine ile yavru yetiştirmesine ve torpor sıklığına etki etmektedir. İklim değişikliği sonucunda artan hava sıcaklıkları bu canlıların hibernasyonu atlayıp daha erken dönemde yavru meydana getirmelerini ve bu yavruların beklenenden daha erken juvenil hale gelmesini sağlasa da kuraklık nedeniyle ortaya çıkacak su kıtlığı ve yavruları beslemede oluşacak problemler yarasa mortalitesini artırabilecektir. Dolayısıyla, iklim değişikliğinin yarasalar üzerindeki etkisi bu gibi negatif ve pozitif süreçleri bir arada içermektedir.

Sonuç olarak, yarasa popülasyonlarının iklim değişikliğine karşı verdiği tepkiler karmaşık ve değişkendir. Bir yandan iklim değişikliği neticesinde daha sık oluşmaya başlayan ekstrem hava koşulları, diğer yandan insan kaynaklı habitat parçalanması yarasa popülasyonlarının geri dönüşümsüz bir şekilde olumsuz yönde etkilemektedir. Bununla birlikte, bu derleme çalışması yarasaların iklim değişikliğine verdiği ve vereceği tepkiler hakkında sahip olduğumuz bilgilerin de sınırlı olduğunu göstermiştir. Bu konudaki bilgi eksikliğinin giderilmesi için, farklı biyocoğrafi bölgelerde yayılım gösteren ve farklı iklimsel gereksinimleri olan yarasa grupları araştırılmalı, ve özellikle bu çalışmaların tür düzeyinde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

ETİK STANDARTLAR:

Çıkar Çatışması: Yazarlar, bu makale için gerçek, potansiyel veya algılanan herhangi bir çelişki olmadığını beyan eder.

Etik Kurul İzni: Bu çalışma için etik kurul onayı gerekli değildir.

Finansal Destek:

Teşekkür: Mina Cansu Karaer YÖK 100/2000 bursu kapsamında desteklenmiştir. Bu makale 1212307 numaralı TÜBİTAK projesi kapsamında yazılmıştır.

KAYNAKÇA:

- Adams, R. A., 2010. Bat reproduction declines when conditions mimic climate change projections for western North America. *Ecology*, 91(8), 2437-2445.
- Adams, R. A., 2018. Dark side of climate change: Species-specific responses and first indications of disruption in spring altitudinal migration in myotis bats. *Journal of Zoology*, 304(4), 268-275.
- Aguiar, L. M., Bernard, E., Ribeiro, V., Machado, R. B., & Jones, G., 2016. Should I stay or should I go? Climate change effects on the future of Neotropical savannah bats. *Global Ecology and Conservation*, 5, 22-33.
- Albayrak, İ., 1990. The bats of Eastern Anatolia and their distribution (Mammalia: Chiroptera). *Turkish Journal of Zoology*, 14, 214-228.
- Albayrak, İ., 1993. The bats of Western Turkey and their distribution (Mammalia: Chiroptera). *Turkish Journal of Zoology*, 17, 237-257.
- Albayrak, İ., 2000. Bats, hand-winged mammals. *Yeşil Atlas, Journal of Geography and Discovery, Doğan Burda Rizzoli Magazine Publishing and Marketing Inc., Istanbul*. 3, 69- 73.

- Albayrak, İ., Aşan, N., & Yorulmaz, T., 2008. The natural history of the Egyptian fruit bat, *Rousettus aegyptiacus*, in Turkey (Mammalia: Chiroptera). *Turkish Journal of Zoology*, 32(1), 11-18.
- Altringham, J. D., 2011. *Bats: from evolution to conservation*. Oxford University Press.
- Angerbjörn, A., Hersteinsson, P., Lidén, K., & Nelson, E., 1994. Dietary variation in arctic foxes (*Alopex lagopus*)-an analysis of stable carbon isotopes. *Oecologia*, 99(3), 226-232.
- Arlettaz R, Godat S& Meyer H., 2000 Competition for food by expanding pipistrelle bat populations (*Pipistrellus pipistrellus*) might contribute to the decline of lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*). *Biological Conservation*, 93, 55–60.
- Avena, C. V., Parfrey, L. W., Leff, J. W., Archer, H. M., Frick, W. F., Langwig, K. E., ... & McKenzie, V. J., 2016. Deconstructing the bat skin microbiome: influences of the host and the environment. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1753.
- Bai, Y., Urushadze, L., Osikowicz, L., McKee, C., Kuzmin, I., Kandaurov, A., Babuadze, G., Natradze I, Imnadze P., Kosoy, M. 2017. Molecular survey of bacterial zoonotic agents in bats from the country of Georgia (Caucasus). *PLoS One*, 12(1), e0171175.
- Banskar, S., Bhute, S. S., Suryavanshi, M. V., Punekar, S., Shouche, Y. S., 2016. Microbiome analysis reveals the abundance of bacterial pathogens in *Rousettus leschenaultii* guano. *Scientific reports*, 6(1), 1-13.
- Barnosky, A. D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G. O., Swartz, B., Quental, T. B., ... & Ferrer, E. A., 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?. *Nature*, 471(7336), 51-57.
- Beever, E. A., Hall, L. E., Varner, J., Loosen, A. E., Dunham, J. B., Gahl, M. K., Smith F.A., Lawler, J. J. 2017. Behavioral flexibility as a mechanism for coping with climate change. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(6), 299-308.
- Benda, P., Horáček, I., 1998. Bats (Mammalia: Chiroptera) of the Eastern Mediterranean. Part I. Review of Distribution and Taxonomy of Bats in Turkey. *Acta Soc. Zool. Bohem.* 62, 255- 313.
- Beyer, R. M., Manica, A., & Mora, C., 2021. Shifts in global bat diversity suggest a possible role of climate change in the emergence of SARS-CoV-1 and SARS-CoV-2. *Science of the Total Environment*, 767, 145413.
- Bilgin, R., Karataş, A., Çoraman, E., Pandurski, I., Papadatou, E., & Morales, J. C., 2006. Molecular taxonomy and phylogeography of *Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1817)(Chiroptera: Vespertilionidae), in the Eurasian transition. *Biological Journal of the Linnaean Society*, 87(4), 577-582.
- Bilgin, R., Karataş, A., Çoraman, E. M. R. A. H., & Morales, J. C., 2008. The mitochondrial and nuclear genetic structure of *Myotis capaccinii* (Chiroptera: Vespertilionidae) in the Eurasian transition, and its taxonomic implications. *Zoologica Scripta*, 37(3), 253-262.
- Bilgin, R., Keşişoğlu, A., & Rebelo, H., 2012. Distribution patterns of bats in the Eastern Mediterranean Region through a climate change perspective. *Acta Chiropterologica*, 14(2), 425-437.
- Bilgin, R., Gürün, K., Rebelo, H., Puechmaille, S. J., Maracı, Ö., Presetnik, P., ... & Juste, J., 2016. Circum-Mediterranean phylogeography of a bat coupled with past environmental niche modeling: A new paradigm for the recolonization of Europe?. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 99, 323-336.
- Boonman, A. M., Boonman, M., Bretschneider, F., & van de Grind, W. A., 1998. Prey detection in trawling insectivorous bats: duckweed affects hunting behaviour in Daubenton's bat, *Myotis daubentonii*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 44(2), 99-107.
- Bradshaw, W. E., & Holzapfel, C. M., 2006. Evolutionary response to rapid climate change. *Science*, 312(5779), 1477-1478.
- Brook, C. E., & Dobson, A. P., 2015. Bats as 'special' reservoirs for emerging zoonotic pathogens. *Trends in Microbiology*, 23(3), 172-180.
- Browning, E., Barlow, K. E., Burns, F., Hawkins, C., & Boughey, K., 2021. Drivers of European bat population change: a review reveals evidence gaps. *Mammal Review*, 51(3), 353-368.

- Burles, D. W., Brigham, R. M., Ring, R. A., & Reimchen, T. E., 2009. Influence of weather on two insectivorous bats in a temperate Pacific Northwest rainforest. *Canadian Journal of Zoology*, 87(2), 132-138.
- Çağlar, M., 1965. Chiroptera fauna of Turkey. *İstanbul Üniv. Fen Fak. Mec. Seri B* 30, 125-134.
- Cappelli, M. P., Blakey, R. V., Taylor, D., Flanders, J., Badeen, T., Butts, S., ... & Rebelo, H., 2021. Limited refugia and high velocity range-shifts predicted for bat communities in drought-risk areas of the Northern Hemisphere. *Global Ecology and Conservation*, 28, e01608.
- Carr, A., Weatherall, A., & Jones, G., 2020. The effects of thinning management on bats and their insect prey in temperate broadleaved woodland. *Forest Ecology and Management*, 457, 117682.
- Chalkowski, K., Lepczyk, C. A., & Zohdy, S., 2018. Parasite ecology of invasive species: conceptual framework and new hypotheses. *Trends in Parasitology*, 34(8), 655-663.
- Ciechanowski, M., Zajac, T., Biłas, A., & Dunajski, R., 2007. Spatiotemporal variation in activity of bat species differing in hunting tactics: effects of weather, moonlight, food abundance, and structural clutter. *Canadian Journal of Zoology*, 85(12), 1249-1263.
- Clements, W. H., & Kotalik, C., 2016. Effects of major ions on natural benthic communities: an experimental assessment of the US Environmental Protection Agency aquatic life benchmark for conductivity. *Freshwater Science*, 35(1), 126-138.
- COST (2019) Climate change and bats: from science to conservation. COST Action No: COSTCA18107. <https://www.cost.eu/cost-action/climate-change-and-bats-from-science-to-conservation/>
- Costa, W. F., Ribeiro, M., Saraiva, A. M., Imperatriz-Fonseca, V. L., & Giannini, T. C., 2018. Bat diversity in Carajás National Forest (Eastern Amazon) and potential impacts on ecosystem services under climate change. *Biological Conservation*, 218, 200-210.
- Cyranoski, D., 2020. The biggest mystery: what it will take to trace the coronavirus source. *Nature*, doi: 10.1038/d41586-020-01541-z.
- Çoraman, E., Dietz, C., Hempel, E., Ghazaryan, A., Levin, E., Presetnik, P., ... & Mayer, F., 2019. Reticulate evolutionary history of a Western Palaearctic Bat Complex explained by multiple mt DNA introgressions in secondary contacts. *Journal of Biogeography*, 46(2), 343-354.
- Çoraman, E., Dundarova, H., Dietz, C., & Mayer, F., 2020. Patterns of mtDNA introgression suggest population replacement in Palaearctic whiskered bat species. *Royal Society Open Science*, 7(6), 191805.
- Damien, M., & Tougeron, K., 2019. Prey–predator phenological mismatch under climate change. *Current opinion in insect science*, 35, 60-68.
- Danford, C.G., Alston, E.R., 1877. On the Mammals of Asia Minor Part I. *Proc. Zool. Soc. Lond.* 1877, 270-282.
- Doria, G., 1887. The bats found so far in Liguria. *Ann. Mus. Civ. Stor. Natur. Genoa*, S. 2 4 (1886), 385-474.
- Fenolio, D. B., Graening, G. O., Collier, B. A., & Stout, J. F., 2006. Coprophagy in a cave-adapted salamander; the importance of bat guano examined through nutritional and stable isotope analyses. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1585), 439-443.
- Fenton, M. B., & Simmons, N. B., 2015. *Bats*. University of Chicago Press.
- Fuller, A., Mitchell, D., Maloney, S. K., & Hetem, R. S., 2016. Towards a mechanistic understanding of the responses of large terrestrial mammals to heat and aridity associated with climate change. *Climate Change Responses*, 3(1), 1-19.
- Furman, A., Çoraman, E., Bilgin, R., Karataş, A., 2009. Molecular Ecology and Phylogeography of the Bent-Wing Bat Complex (*Miniopterus schreibersii*) (Chiroptera: Vespertilionidae) in Asia Minor and Adjacent Regions. *Zoologica Scripta*. 38 (2), 129-141.

- Gannon, M. R., Bovard, B. N., Butchkoski, C. M., Reeder, D. M., Turner, G. G., & Whidden, H. P., 2016. The value of bats: Keystone species in the Keystone State. *Conservation and Ecology of Pennsylvania's Bats*, 5-31.
- Gerbáčová, K., Maliničová, L., Kisková, J., Maslišová, V., Uhrin, M., & Pristaš, P., 2020. The faecal microbiome of building-dwelling insectivorous bats (*Myotis myotis* and *Rhinolophus hipposideros*) also contains antibiotic-resistant bacterial representatives. *Current Microbiology*, 77(9), 2333-2344.
- Gonsalves, L., Bicknell, B., Law, B., Webb, C., & Monamy, V., 2013. Mosquito consumption by insectivorous bats: does size matter ? . *PLoS one*, 8(10), e77183.
- Gu, G., & Adler, R. F., 2015. Spatial patterns of global precipitation change and variability during 1901–2010. *Journal of Climate*, 28(11), 4431-4453.
- Haest, B., Stepanian, P. M., Wainwright, C. E., Liechti, F., & Bauer, S., 2021. Climatic drivers of (changes in) bat migration phenology at Bracken Cave (USA). *Global Change Biology*, 27(4), 768-780.
- Haile, W. A., 2020. Impact of climate change on animal production and expansion of animal disease: a review on Ethiopia perspective. *Am. J. Pure Appl. Sci*, 2(3), 64-76.
- Hanssen, S. A., Moe, B., Bårdsen, B. J., Hanssen, F., & Gabrielsen, G. W., 2013. A natural antipredation experiment: predator control and reduced sea ice increases colony size in a long-lived duck. *Ecology and evolution*, 3(10), 3554-3564.
- Hayes, M. A., & Piaggio, A. J., 2018. Assessing the potential impacts of a changing climate on the distribution of a rabies virus vector. *PLoS One*, 13(2), e0192887.
- Hellmann, J. J., Nadelhoffer, K. J., Iverson, L. R., Ziska, L. H., Matthews, S. N., Myers, P., ... & Peters, M. P., 2010. Climate change impacts on terrestrial ecosystems in metropolitan Chicago and its surrounding, multi-state region. *Journal of Great Lakes Research*, 36, 74-85.
- Henson, S. A., Cael, B. B., Allen, S. R., & Dutkiewicz, S., 2021. Future phytoplankton diversity in a changing climate. *Nature communications*, 12(1), 1-8..
- Hetem, R. S., Fuller, A., Maloney, S. K., & Mitchell, D., 2014. Responses of large mammals to climate change. *Temperature*, 1(2), 115-127.
- Hoffmann, A. A., & Sgrò, C. M., 2011. Climate change and evolutionary adaptation. *Nature*, 470(7335), 479-485.
- Horta, M. A., Ledesma, L. A., Moura, W. C., & Lemos, E. R. S., 2022. From dogs to bats: Concerns regarding vampire bat-borne rabies in Brazil. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 16(3), e0010160.
- Hughes, L., 2000. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent?. *Trends in ecology & evolution*, 15(2), 56-61.
- Humphries, M. M., Thomas, D. W., & Speakman, J. R., 2002. Climate-mediated energetic constraints on the distribution of hibernating mammals. *Nature*, 418(6895), 313-316.
- Hutson, A. M., & Mickleburgh, S. P. (Eds.), 2001. *Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan* (Vol. 56). IUCN.
- IPCC, 2013: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- Jones, G., & Rebelo, H., 2013. Responses of bats to climate change: learning from the past and predicting the future. In *Bat evolution, ecology, and conservation* (pp. 457-478). Springer, New York, NY.
- Jones, G., Jacobs, D. S., Kunz, T. H., Willig, M. R., & Racey, P. A., 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered species research*, 8(1-2), 93-115.

- Jones, K. E., 2001. Chiroptera (Bats). e LS.
- Kahmann, H., Çağlar, M., 1960. Contributions to Turkey's mammalian science. I- Bat from the Hatay countryside. İstanbul Üniv. Fen Fak. Mec. Seri B 25, 1-21.
- Karataş, A., & Sachanowicz, K., 2008. Noteworthy bat records from Upper Mesopotamia, Turkey (Chiroptera). *Lynx (Praha)*, 39, 103-108.
- Kasso, M., Balakrishnan, M., 2013. Ecological and economic importance of bats (Order Chiroptera). *International Scholarly Research Notices*, 2013.
- Kelley, C. P., Mohtadi, S., Cane, M. A., Seager, R., & Kushnir, Y., 2015. Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, 112(11), 3241-3246.
- Kelt, D. A., Van Vuren, D. H., 2001. The ecology and macroecology of mammalian home range area. *The American Naturalist*, 157(6), 637-645.
- Kerth, G., 2008. Animal sociality: bat colonies are founded by relatives. *Current Biology*, 18(17), R740-R742.
- Kerth, G., 2008. Causes and consequences of sociality in bats. *Bioscience*, 58(8), 737-746.
- Knutti, R., Rogelj, J., Sedláček, J., & Fischer, E. M. 2016. A scientific critique of the two-degree climate change target. *Nature Geoscience*, 9(1), 13-18.
- Kunz T.H. , Lumsden L.F. , Fenton M.B. (2003). *Bat ecology*, University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Lacetera, N., 2019. Impact of climate change on animal health and welfare. *Animal Frontiers*, 9(1), 26-31.
- Lambert, C. T., Hall, L. K., Larsen, R. T., Knight, R. N., & McMillan, B. R., 2018. Temporal partitioning and the effects of climate change on two ecologically similar desert bats. *Journal of Mammalogy*, 99(6), 1486-1494.
- Laws, A. N., 2017. Climate change effects on predator–prey interactions. *Current Opinion in Insect Science*, 23, 28-34.
- Lučan, R. K., Weiser, M., & Hanák, V., 2013. Contrasting effects of climate change on the timing of reproduction and reproductive success of a temperate insectivorous bat. *Journal of Zoology*, 290(2), 151-159.
- Luo, J., Koselj, K., Zsebók, S., Siemers, B. M., & Goerlitz, H. R., 2014. Global warming alters sound transmission: differential impact on the prey detection ability of echolocating bats. *Journal of the Royal Society Interface*, 11(91), 20130961.
- Marcogliese, D. J., 2001. Implications of climate change for parasitism of animals in the aquatic environment. *Canadian Journal of Zoology*, 79(8), 1331-1352.
- Martin, G., Yanez-Arenas, C., Chen, C., Plowright, R. K., Webb, R. J., & Skerratt, L. F., 2018. Climate change could increase the geographic extent of Hendra virus spillover risk. *EcoHealth*, 15(3), 509-525.
- McGinty, N., Barton, A. D., Record, N. R., Finkel, Z. V., Johns, D. G., Stock, C. A., & Irwin, A. J., 2021. Anthropogenic climate change impacts on copepod trait biogeography. *Global Change Biology*, 27(7), 1431-1442.
- McHenry, J., Welch, H., Lester, S. E., & Saba, V., 2019. Projecting marine species range shifts from only temperature can mask climate vulnerability. *Global Change Biology*, 25(12), 4208-4221.
- McKee, C. D., Bai, Y., Webb, C. T., & Kosoy, M. Y., 2021. Bats are key hosts in the radiation of mammal-associated Bartonella bacteria. *Infection, Genetics and Evolution*, 89, 104719.
- Mecklenburg, S., Drusch, M., Kaleschke, L., Rodriguez-Fernandez, N., Reul, N., Kerr, Y., ... & Kornberg, M., 2016. ESA's Soil Moisture and Ocean Salinity mission: From science to operational applications. *Remote Sensing of Environment*, 180, 3-18.
- Milligan, S. R., Holt, W. V., & Lloyd, R., 2009. Impacts of climate change and environmental factors on reproduction and development in wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1534), 3313-3319.

- Misra, P. K., Gautam, N. K., & Elangovan V., 2019. Bat guano: a rich source of macro and microelements essential for plant growth. *Annals of Plant and Soil Research*, 21(1), 82-86.
- Mistry, S., & Moreno-Valdez, A., 2009. COS 85-2: Climate change, vampire bats, and rabies: modeling range shifts on the US-Mexico border. In *Conference Proceedings of the 94th Ecological Society of America*.
- Mühldorfer, K., 2013. Bats and bacterial pathogens: a review. *Zoonoses and Public Health*, 60(1), 93-103.
- Mühldorfer, K., Speck, S., & Wibbelt, G., 2011. Diseases in free-ranging bats from Germany. *BMC Veterinary Research*, 7(1), 1-11.
- Nabi, G., Siddique, R., Ali, A., & Khan, S., 2020. Preventing bat-born viral outbreaks in future using ecological interventions. *Environmental research*, 185, 109460.
- Netherer S& Schopf A. 2010 Potential effects of climate change on insect herbivores in European forests: general aspects and the pine processionary moth as specific example. *Forest Ecology and Management*, 259, 831–838.
- Owen-Smith N., Mason, D. R., & Ogutu, J. O., 2005. Correlates of survival rates for 10 African ungulate populations: density, rainfall and predation. *Journal of Animal Ecology*, 74(4), 774-788.
- Pecl, G. T., Araújo, M. B., Bell, J. D., Blanchard, J., Bonebrake, T. C., Chen, I. C., ... & Williams, S. E., 2017. Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science*, 355(6332), eaai9214.
- Post, E., 2013. Ecology of climate change. In *Ecology of Climate Change*. Princeton University Press.
- Preisser, E. L., Bolnick, D. I., & Benard, M. F., 2005. Scared to death? The effects of intimidation and consumption in predator-prey interactions. *Ecology*, 86(2), 501-509.
- Pryde, M. A., O'Donnell, C. F., & Barker, R. J., 2005. Factors influencing survival and long-term population viability of New Zealand long-tailed bats (*Chalinolobus tuberculatus*): implications for conservation. *Biological conservation*, 126(2), 175-185.
- Radchuk, V., Reed, T., Teplitsky, C., Van De Pol, M., Charmantier, A., Hassall, C., ... & Kramer-Schadt, S., 2019. Adaptive responses of animals to climate change are most likely insufficient. *Nature communications*, 10(1), 1-14.
- Rebelo, H., Tarroso, P., & Jones, G., 2010. Predicted impact of climate change on European bats in relation to their biogeographic patterns. *Global Change Biology*, 16(2), 561-576.
- Roth, J. D., 2002. Temporal variability in arctic fox diet as reflected in stable-carbon isotopes; the importance of sea ice. *Oecologia*, 133(1), 70-77.
- Rushing, C. S., Royle, J. A., Ziolkowski, D. J., & Pardieck, K. L., 2020. Migratory behavior and winter geography drive differential range shifts of eastern birds in response to recent climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(23), 12897-12903.
- Şadoğlu, P., 1953. Nutrition of fruit eating bats. *Biology*. 3, 12-17.
- Satunin, K., 1913. About the zoogeographic borders of the Caucasus region. Preliminary notification. *Damn. Kcukar. Mus. Tiflis*. 7, 56-106.
- Schindler, D. E., & Hilborn, R. (2015). Prediction, precaution, and policy under global change. *Science*, 347(6225), 953-954.
- Sherwin, H. A., Montgomery, W. I., & Lundy, M. G., 2013. The impact and implications of climate change for bats. *Mammal Review*, 43(3), 171-182.
- Shi, Z., 2010. Bat and virus. *Protein & Cell*, 1(2), 109-114.
- Sibly, R. M., & Atkinson, D., 1994. How rearing temperature affects optimal adult size in ectotherms. *Functional Ecology*, 486-493.
- Siemers B.M., & Schnitzler H.U., 2004. Echolocation signals reflect niche differentiation in five sympatric congeneric bat species. *Nature* 429, 657–661.

- Simmonds, M. P., & Isaac, S. J., 2007. The impacts of climate change on marine mammals: early signs of significant problems. *Oryx*, 41(1), 19-26.
- Simmons, N. B., 2005. An Eocene big bang for bats. *Science*, 307(5709), 527-528.
- Smeraldo, S., Bosso, L., Salinas-Ramos, V. B., Ancillotto, L., Sánchez-Cordero, V., Gazaryan, S., & Russo, D., 2021. Generalists yet different: Distributional responses to climate change may vary in opportunistic bat species sharing similar ecological traits. *Mammal Review*, 51(4), 571-584.
- Stawski, C., & Geiser, F., 2012. Will temperature effects or phenotypic plasticity determine the thermal response of a heterothermic tropical bat to climate change?. *PLoS One*, 7(7), e40278.
- Sueur, J., Krause, B., & Farina, A., 2019. Climate change is breaking Earth's beat. *Trends in Ecology & Evolution*, 34(11), 971-973.
- Thomas, C. D., Hill, J. K., Anderson, B. J., Bailey, S., Beale, C. M., Bradbury, R. B., ... & Yardley, T. (2011). A framework for assessing threats and benefits to species responding to climate change. *Methods in Ecology and Evolution*, 2(2), 125-142.
- Tougeron, K., Damien, M., Le Lann, C., Brodeur, J., & van Baaren, J., 2018. Rapid responses of winter aphid-parasitoid communities to climate warming. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6, 173.
- Ürker, O., & Yorulmaz, T., 2020. Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi'ndeki Anadolu sığla ormanlarında yarasa (Chiroptera) aktivitesinin belirlenmesi. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 7(1), 88-103.
- Van Asch, M., Van Tienderen, P. H., Holleman, L. J., & Visser, M. E., 2007. Predicting adaptation of phenology in response to climate change, an insect herbivore example. *Global Change Biology*, 13(8), 1596-1604.
- Van Buskirk, J., Mulvihill, R. S., & Leberman, R. C., 2012. Phenotypic plasticity alone cannot explain climate-induced change in avian migration timing. *Ecology and Evolution*, 2(10), 2430-2437.
- Veikkolainen, V., Vesterinen, E. J., Lilley, T. M., & Pulliainen, A. T., 2014. Bats as reservoir hosts of human bacterial pathogen, *Bartonella mayotimonensis*. *Emerging Infectious Diseases*, 20(6), 960.
- Voigt, C. C., & Lewanzik, D., 2011. Trapped in the darkness of the night: thermal and energetic constraints of daylight flight in bats. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1716), 2311-2317.
- Wang, J., Gao, W., Wang, L., Metzner, W., Ma, J., & Feng, J., 2010. Seasonal variation in prey abundance influences habitat use by greater horseshoe bats (*Rhinolophus ferrumequinum*) in a temperate deciduous forest. *Canadian Journal of Zoology*, 88(3), 315-323.
- Wang, L. F., & Anderson, D. E., 2019. Viruses in bats and potential spillover to animals and humans. *Current Opinion in Virology*, 34, 79-89.
- Weeks, B. C., Willard, D. E., Zimova, M., Ellis, A. A., Witynski, M. L., Hennen, M., & Winger, B. M., 2020. Shared morphological consequences of global warming in North American migratory birds. *Ecology Letters*, 23(2), 316-325.
- Weiskopf, S. R., Rubenstein, M. A., Crozier, L. G., Gaichas, S., Griffis, R., Halofsky, J. E., ... & Whyte, K. P., 2020. Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States. *Science of the Total Environment*, 733, 137782.
- Welbergen, J. A., Klose, S. M., Markus, N., & Eby, P., 2008. Climate change and the effects of temperature extremes on Australian flying-foxes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1633), 419-425.
- Whitmarsh, L., 2008. Are flood victims more concerned about climate change than other people? The role of direct experience in risk perception and behavioural response. *Journal of Risk Research*, 11(3), 351-374.
- Williams, J. E., & Blois, J. L., 2018. Range shifts in response to past and future climate change: can climate velocities and species' dispersal capabilities explain variation in mammalian range shifts?. *Journal of Biogeography*, 45(9), 2175-2189.
- Willis, C. K., 2017. Trade-offs influencing the physiological ecology of hibernation in temperate-zone bats. *Integrative and Comparative Biology*, 57(6), 1214-1224.

- Wingenter, O. W., Haase, K. B., Zeigler, M., Blake, D. R., Rowland, F. S., Sive, B. C., ... & Riebesell, U., 2007. Unexpected consequences of increasing CO₂ and ocean acidity on marine production of DMS and CH₂ClI: Potential climate impacts. *Geophysical Research Letters*, 34(5).
- Wu, J., 2016. Detection and attribution of the effects of climate change on bat distributions over the last 50 years. *Climatic Change*, 134(4), 681-696.
- Xu, Y., Poosakkannu, A., Suominen, K., Laine, V., Lilley, T., Pulliainen, A., & Lehtikoinen, A., 2022. Climate-driven dynamics of pathogenic microbial taxa in birds and bats. *Research Square*, doi: 10.21203/rs.3.rs-1362343/v1.
- Yorulmaz, T., Arslan, N., 2020. Current status of the bats in Turkey with their ecogeographic distributions a recommendations for national conservation status (Mammalia: Chiroptera). *Fresenius Environ. Bull.* 29 (8), 6691–6706.
- Yorulmaz T., Tavşanoğlu, Ç., & Fidan, E.C., 2022. İklimsel parametrelerin *Myotis myotis* türünün beslenme ve aktivite örüntüsü üzerine olan etkileri. TÜBİTAK 1001 Projesi.
- Yorulmaz, T., Ürker, O., & Özmen, R., 2018. Yarasa ve orman ilişkisi üzerine bir değerlendirme. *Ormançılık Araştırma Dergisi*, 5(1), 31-43.

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 Emin 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

