

2022



Zamanın İzleri... 2022

Karadeniz Teknik Üniversitesi Edebiyat Fakültesi öncülüğünde 2015'ten günümüze kesintisiz devam eden Zamanın İzleri adlı serimizi bu yıl "İklim Değişikliği" temasıyla okurlarımızın takdirine sunuyoruz. Değişen iklimin dünyamız ve yaşamlarımız üzerinde meydana getirdiği ve getirmeye devam ettiği pek çok konuda, üniversitemizin farklı birimlerinden değerli öğretim elemanlarımızın yapmış oldukları çalışmalar bu kitap içerisinde bir araya getirilmiştir.

Farklı disiplinlerden yayımların, ortak bir temada bir araya getirilmesi ile değişen iklimin sonuçları konusunda farkındalık yaratılmak istenmiştir. Bu bağlamda, bu kitabı iklim hareketinin bir parçası olarak görüyor ve iklim değişikliği literatürüne katkı sağlayan bir yayım olarak okuyucularımızla buluşturmanın mutluluğunu yaşıyoruz.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI

ZAMANIN İZLERİ:
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI
ZAMANIN İZLERİ: İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Editörler

Prof. Dr. Mehmet Alaaddin YALÇINKAYA
Doç. Dr. Badegül CAN EMİR
Doç. Dr. Serkan DEMİREL

Yayın Kurulu

Doç. Dr. Serkan DEMİREL
Dr. Öğr. Üyesi İhsan ERDİNÇLİ
Arş. Gör. Didem TURAN

Danışma Kurulu

Prof. Dr. Ahmet Hakan YILMAZ
Prof. Dr. Ali Muzaffer FEYZİOĞLU
Prof. Dr. Asım KADIOĞLU
Prof. Dr. Atila DOĞAN
Prof. Dr. Bahittin KAHVECİ
Prof. Dr. Hatice ODACI
Prof. Dr. Oktay YILDIZ
Prof. Dr. Rahmi ÇİÇEK
Prof. Dr. Sevgi KOLAYLI
Prof. Dr. Tülay İLHAN NAS
Prof. Dr. Uğur KAYA
Prof. Dr. Zehra ŞAHİN
Doç. Dr. Ertan DÜZGÜNEŞ
Doç. Dr. İsmail KÖSE
Doç. Dr. Muzaffer BAŞKAYA
Doç. Dr. Nazan YILDIZ
Dr. Öğretim Üyesi Ferhat ONUR
Dr. Öğretim Üyesi Temel SAĞLAM

Düzeltili

Dr. Öğr. Üyesi İhsan ERDİNÇLİ
Arş. Gör. Enes ADIGÜZEL

Kapak Tasarımı

Arş. Gör. Didem TURAN

Baskı: KTÜ Matbaası, TRABZON.
Tel.: 0 462 377 21 44

1. Baskı: Aralık 2022

Baskı Adedi: 100

ISBN: 978-605-2271-51-3

Adres: KTÜ Yayınları Satış Bürosu.
Tel: 0462 377 22 32

-Üniversiteler yayın yönetmeliğinin 6. maddesine göre bu eserin bilim ve dil bakımından sorumluluğu yazarlara aittir.-

© Bu eserin herhangi bir kısmının izinsiz ve kaynak gösterilmeden alıntılanması, internet sitelerinde yayımlanması, pdf ya da kitap şeklinde parayla satılması yasaktır. Aksi eylemde bulunanlar telif hakları yasasından doğan tüm yükümlülükleri peşinen kabullenmiş sayılırlar.

İÇİNDEKİLER

SUNUŞ

ZAMANIN İZLERİ: İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ HAKKINDA

İKLİM DEĞİŞİR VE UYGARLIKLAR DEĞİŞİR: DEĞİŞEN İKLİMİN GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE KÜLTÜRLERE ETKİLERİ

HİTİT DEVLETİ'NİN ÇÖKÜŞ SÜRECİNDE İKLİMSEL
DALGALANMALARIN MUHTEMEL ROLÜ

Doç. Dr. Serkan Demirel 1

TABİATIN YASASI YAHUT HALİFENİN HURÂFESİ: BAĞDAT'IN İŞGALİ
ARİFESİNDE DOĞA OLAYLARINA DAİR BAZI DEĞERLENDİRMELER

Arş. Gör. Eyyüp Yılmaz 11

OSMANLI ANADOLU'SUNDA YAŞANAN KURAKLIK VE DON
HADİSELERİNİN TOPLUMA TESİRİ

Prof. Dr. M. Alaaddin Yalçınkaya 29

İKLİM DEĞİŞİR VE EDEBİYAT DEĞİŞİR: DEĞİŞEN İKLİMİN EDEBİYATA ETKİLERİ

JEANETTE WINTERSON'IN GÖZÜNDEN ANTROPOSEN, ARKETİP
KAPİTALİZM, ÇEVRE YIKIMI VE MODERN İNSANIN TAŞ TANRILARI

Doç. Dr. Nazan Yıldız 49

RUS EDEBİYATINDA EKOELEŞTİRİ ÇALIŞMALARI VE SIKTIVKAR
OKULU

Doç. Dr. Badegül Can Emir 71

İKLİM DEĞİŞİR VE TOPLUM DEĞİŞİR: DEĞİŞEN İKLİMİN SOSYOLOJİK VE TOPLUMSAL ETKİLERİ

AYDINLANMANIN SONUCU OLARAK İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Dr. Öğretim Üyesi Ferhat Onur 93

SANATÇI ELMAS DENİZ'İN ESERLERİNDE EKOLOJİK YANSIMALAR	
<i>Arş. Gör. Dr. Esra Özkan Koç</i>	109
İKLİM DEĞİŞİMİ VE TRABZON YAPI SANATINA ETKİ SENARYOLARI	
<i>Dr. Öğretim Üyesi Temel Sağlam</i>	133
İKLİM DEĞİŞİR VE ÇEVRE DEĞİŞİR: DEĞİŞEN İKLİMİN ÇEVRE ÜZERİNE ETKİLERİ	
KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE BİTKİLER ÜZERİNE ETKİSİ	
<i>Prof. Dr. Neslihan Saruhan Güler, Prof. Dr. Asım Kadioğlu</i>	169
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİSİNİN YENİLENEBİLİR ENERJİ ALANINDAKİ GELİŞMELERE ETKİSİ	
<i>Prof. Dr. Tülin Bali</i>	203
DEĞİŞEN İKLİMLE YÜKSELEN DENİZ SEVİYESİ	
<i>Doç. Dr. Emine Tanır Kayıkçı, Prof. Dr. Mualla Yalçınkaya, Arş. Gör. Cansu Beşel, Arş. Gör. Ahmet Yavuzdoğan</i>	229
MOTORLARDAN KAYNAKLANAN EKSOZ KİRLİLİĞİNİN DOĞA, BİTKİLER, HAYVANLAR VE İNSANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	
<i>Prof. Dr. Zehra Şahin, Prof. Dr. Orhan Durgun</i>	257
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN KENT EKOSİSTEMİNE OLAN ETKİLERİNİN EKOLOJİK AYAK İZİ BAĞLAMINDA İRDELENMESİ	
<i>Doç. Dr. Ertan Düzgüneş</i>	289
KARADENİZ'E KARA ADI VERİLMESİNDE ETKEN OLAN COĞRAFİK, METEOROLOJİK VE OŞİNOGRAFIK FAKTÖRLER	
<i>Doç. Dr. Coşkun Erüz</i>	311

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, ARILAR VE ARICILIK

Prof. Dr. Sevgi Kolaylı, Yakup KARA 312

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ANTARTİKA KITASI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Kadriye Koyuncu, Doç. Dr. İsmail Köse 331

İKLİM DEĞİŞİR VE SAĞLIK DEĞİŞİR: DEĞİŞEN İKLİMİN SAĞLIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

İKLİM DEĞİŞİR VE RUH SAĞLIĞI DEĞİŞİR: DEĞİŞEN İKLİMİN RUH SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Prof. Dr. Hatice Odacı, Dr. Öğr. Gör. Tuğba Türkkân 353

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ÇOCUK VE ERGEN RUH SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Arş. Gör. Nesibe Olgun Kaval, Arş. Gör. Özge Nur Muslu 375

SUNUŞ

Dünyamız, son yıllarda pek çok sorunla karşı karşıya kalmıştır. Bunlar içerisinde belki de dünyamızın geleceği bakımından en yıkıcı olanı ama en az farkına varılanı küresel iklim değişikliğidir. Şüphesiz böyle bir tezatlığın sebebi, küresel düzeydeki iklim değişikliğinin etkilerinin nispeten yavaş gelişmesi ve sebeplerinin geniş kitlelere şeffaf bir şekilde anlatılamamasıdır. Ancak iklimdeki değişiklikler, basit düzeyde ifade edersek çevremizde bildiğimiz somut ve soyut her nesne ve kavram üzerinde etkili olabilmektedir. Biz de Karadeniz Teknik Üniversitesi Edebiyat Fakültesi olarak bu temel noktadan hareketle 2015 yılından itibaren yayınlanmakta olan *Zamanın İzleri* kitap serisinin 2022 yılı sayısını “İklim Değişikliği” temasıyla yayınlıyoruz.

Karadeniz Teknik Üniversitesi'nin farklı disiplinlerinden değerli öğretim elemanları tarih, edebiyat, sosyoloji, mimarlık, ekonomi, coğrafya, mühendislik, hayvan veya insanın beden ve ruh sağlığı açısından “İklim Değişikliği” sorununa dikkat çekebilmek amacıyla birbirinden kıymetli katkılar sundular. Böylelikle Üniversitemiz, bu kitap ile birlikte değişen iklimin küresel, bölgesel ve kentsel ölçekteki etkileri üzerine oldukça gerekli bir farkındalığın oluşturulmasında önemli bir rol üstlendi.

Neticede böyle bir çalışmanın meydana gelmesinde katkı sağlayan başta kitabın editörleri olmak üzere Üniversitemizin tüm öğretim elemanlarına gösterdikleri gayretlerden ötürü teşekkür eder, eserin akademik dünyaya hayırlı ve faydalı olmasını temenni ederim.

Prof. Dr. Hamdullah ÇUVALCI

Rektör

ZAMANIN İZLERİ: İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Değişen iklimin insan sağlığı üzerindeki etkisi şaşırtıcı boyuttadır. Özellikle son yüzyılda etkisi iyiden iyiye hissedilmeye başlayan küresel ısınma ve onun tetiklediği iklim değişikliği yaşamlarımızı değiştirmeye devam etmektedir. Tüketim alışkanlıkları ve dolayısıyla ekonomilerimiz dışında, kültürlerimiz, siyasi tutumlarımız ve toplumsal yapılarımız, edebiyat ve fikir dünyamız, sanat ve mimari anlayışımız ve elbette ki beden ve ruh sağlığımız değişen iklimden etkilenmiştir.

İklim değişikliğinin etkileri, artık ciddi bir boyuta ulaşmış olmakla birlikte henüz geniş kitlelerin bilinç kazanmasında yeterli bir düzeye ulaşamamıştır. Bu noktadan hareketle Karadeniz Teknik Üniversitesi Edebiyat Fakültesi bünyesinde yayınladığımız *Zamanın İzleri* kitap serisinin 8.si olan 2022 yılı temasını “İklim Değişikliği” olarak belirledik. Karadeniz Teknik Üniversitesi’nin farklı birimlerinden değerli öğretim elemanlarının birbirinden kıymetli katkıları ile disiplinlerarası bir çalışmayla önemli bir farkındalığın oluşturulmasını hedefledik.

Kitap; toplamda beş ayrı başlık altında toplanmış bölümlerden oluşmaktadır. İlk başlık olan “Geçmişten Günümüze İklim Değişikliği ve Kültürlere Etkileri” ile değişen iklimin geçmiş toplumlardan günümüze nasıl etkiler ortaya koyabileceği vurgulanmaya çalışılmıştır. “Değişen İklimin Edebiyata Etkileri” başlığı altında iklim değişikliğinin yazın dünyasındaki yansımaları ele alınmıştır. “İklim Değişikliğinin Sosyolojik ve Toplumsal Etkileri” başlığı altında değişen iklimin toplum, mimari ve sanat konusundaki etkileri değerlendirilmiştir. Ekosistemdeki canlı ve canlı olmayan yaşam üzerinde insanın etken olduğu iklim değişikliğinin etkileri, “İklim Değişikliğinin Çevre Üzerine Etkileri” başlığında vurgulanmıştır. Son olarak “İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerindeki Etkileri” başlığı altında değişen iklimin insanın ruh sağlığı üzerindeki etkileri üzerinde durulmuştur.

Birbirinden kıymetli yazılarla uzun bir çabanın ürünü olarak ortaya çıkan *Zamanın İzleri: İklim Değişikliği* kitabını, Karadeniz Teknik Üniversitesi Edebiyat Fakültesi olarak bilim dünyasının takdirine sunmanın mutluluğunu yaşıyoruz. Eserin oluşmasında katkılarını esirgemeyen öğretim elemanlarına, danışma, yayın ve düzelti kurullarına teşekkür ederiz. Ayrıca kitabın yayın hayatına geçişini sağlayan üniversitemiz yönetimine ve bilhassa Rektörümüz Sayın Prof. Dr. Hamdullah ÇUVALCI’ya kalbî şükranlarımızı sunarız.

Prof. Dr. Mehmet Alaaddin YALÇINKAYA

Editör Kurulu Adına

**İKLİM DEĞİŞİR VE UYGARLIKLAR DEĞİŞİR:
DEĞİŞEN İKLİMİN GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE
KÜLTÜRLERE ETKİLERİ**

HİTİT DEVLETİ'NİN ÇÖKÜŞ SÜRECİNDE İKLİMSEL DALGALANMALARIN MUHTEMEL ROLÜ

Serkan DEMİREL*

MÖ 13. yy sonlarında Hitit Ülkesi'nde ciddi boyutlarda bir kıtlığın yaşandığı anlaşılmaktadır.¹ Boyutları tartışmalı olmakla birlikte felaketin Orta Anadolu ve yakın çevresini kapsayan Hitit Ülkesi ile sınırlı kalmadığı, etkilerinin tüm Doğu Akdeniz ve Mısır'da da görüldüğü düşünülmektedir.² İzlenebildiği kadarıyla kıtlık en şiddetli Anadolu'da yaşanmış olmalıdır.³ Zira MÖ 12. yüzyılın başlangıcı ile birlikte diğer bölgelerin aksine Anadolu'da görülen siyasi ve toplumsal değişimler dikkat çekicidir. Bu çalışma içerisinde söz konusu felaketin meydana getirdiği muhtemel sonuçlardan birisi olarak Hitit Devlet sistemindeki bozulma ve devletin siyasi varlığının son bulması konusu ele alınmıştır.

Gıda eksikliğinin neden olduğu kıtlığın sebepleri belirsiz olmakla birlikte, iklime bağlı kuraklık en olağan şüphelidir. Savaş, hastalık vb. insan kaynaklı bir etkenin varlığına dair işaret yoktur. Bu durumda iklimdeki dengesizliğin neden olduğu muhtemel bir kuraklık, gıda eksikliğine yol açmış olabilir. Böylesi bir senaryo Anadolu gibi kurum tarımın egemen olduğu bölgelere yabancı değildir.

* Doç. Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Trabzon, serkandemirel@ktu.edu.tr

¹ Horst Klengel, "Hungerjahre" in Hatti, *Altorientalische Forschungen*, Cilt 1, 1974, s. 167.

² A. Bernard Knapp ve Sturt W. Manning, "Crisis in Context: The End of the Late Bronze Age in the Eastern Mediterranean", *American Journal of Archaeology*, Sayı 120, 2016, s. 121. Shai André Divon, "A survey of the textual evidence for "food shortage" from the Late Hittite Empire", *The City of Emar among the Late Bronze Age Empires* (AOAT 349), Ed. L. d'Alfonso, Y. Cohen, D. Sürenhagen, Münster, 2008, s. 101 vd.

³ Mısır'da MÖ 12. yy başlarında gıda fiyatlarının artış için bkz: Jaroslav Černý, "Fluctuations in grain prices during the Twentieth Egyptian Dynasty", *Archiv Orientalní*, Cilt 6, Sayı 1, 1933, s.173. Ugarit'te bazı özel kayıtlar açıktan bahsetmektedir: RS 34.152; Itamar Singer, "New Evidence on the End of the Hittite Empire", *The Sea Peoples and Their World: A Reassessment*, Ed. Oren, Eliezer D., Philadelphia, 2000, s. 24. Bu kuraklık Geç Tunç Çağı sonunda Doğu Akdeniz ve çevresinde büyük yıkıma neden olan göçlerle de ilişkilendirilir: Robert Drews, *The End of the Bronze Age Changes in Warfare and the Catastrophe 1200 BC*, Princeton University Press, Princeton, 1993, s. 78.

Söz konusu kuraklık ve Hitit Ülkesi'nin yaşamış olduğu kıtlık Hitit, Ugarit ve Mısır yazılı kaynaklarından takip edilebilmektedir. Hitit Ülkesi adına ilk bilgiler kral III. Hattuşili (MÖ 1267-1237) ve eşi Pudu-Hepa'nın, Mısır firavunu II. Ramses'e (MÖ 1302-1212) gönderdikleri mektuplarda yer alır. Mektuplardan birinde Pudu-Hepa, II. Ramses'e, Hatti ülkesinde arpa olmadığından bahsetmekte ve firavunla evlenecek kızının çeyizini göndereceğini belirtmektedir: "*Kardeşime şöyle yazdığım gerçeğiyle ilgili olarak: "Kızıma hangi sivil esirleri, sığırları ve koyunları (çeyiz olarak) vereyim? Benim topraklarımda arpa bile yok. Elçiler sana ulaştığı an, kardeşim bana bir süvari göndersin."*⁴ Aynı kralın dönemine ait bir diğer mektupta (kıtlıktan açıkça bahsedilmese de) III. Hattuşili'nin, oğlu Hişmi-Şarruma nezaretinde, II. Ramses'ten tahıl satın aldığı belirtilir.⁵ Burada, bir Hititli prensin Mısır'a gönderilmesi, tahıl sevkiyatının aciliyeti olduğunu göstermektedir.

MÖ 13. yüzyılın sonlarında (muhtemelen IV. Arnavanda dönemi), Mısır firavunu Merneptah, Büyük Karnak yazıtında, Hatti ülkesini hayatta tutmak için tahıl dolu gemilerin gönderilmesini sağladığını belirtmektedir.⁶ Yine aynı dönemde, Ugarit'ten Hatti ülkesine önemli ölçülerde gıda sevkiyatının gerçekleştiği, Ugarit kökenli metinlerde yer alır. Bu metinlerden birisi olan ve Hatti kralı tarafından Ugarit kralına gönderilen Akadca bir mektupta, Mukiş'ten Ura yoluyla büyük miktarda tahılın Hatti'ye transferi yer alır.⁷ Üstelik mektupta yer alan "*ölüm kalım meselesi*" ifadesi ve nakliye için hazırlamak için iki Hitit elçisinin Ugarit'e gönderilmesi durumunun ciddiyetini ortaya koyar.⁸ Yine aynı döneme tarihlenen ve muhtemelen Hitit kralı II. Şuppiluliuma (MÖ 1207-1178) tarafından Ugarit kralı Ammurapi'ye

⁴ KUB 21.38 Öy. 17-18. Izabella Czyzewska, *A letter from Puduhepa Queen of Hatti to Ramses II Pharaoh of Egypt (KUB 21.38 = CTH 176)*, Concordia University, Montréal M.A. 2007, s. 32.

⁵ KUB 3.34 Öy. 19: Albrecht Goetze, "A New Letter from Ramesses to Hattusilis", *Journal of Cuneiform Studies*, Sayı 1, 1947, s. 248.

⁶ Gerald A. Wainwright, "Menephtah Aid to the Hittites", *Journal of Egyptian Archaeology*, Sayı 46, 1960, ss. 24-28.

⁷ RS 20.212. Hatti ülkesinin Ugarit'ten benzer tahıl talepleri için bkz: RS 94.2530/94.2523/RS 26.158.

⁸ Itamar Singer, "A Political History of Ugarit", *Handbook of Ugaritic Studies, Handbuch der Orientalistik, Abt. 1, Der Nahe und Mittlere Osten. Band 39*, Ed. W. G. E. Watson ve N. Wyatt, Brill, Leiden, Boston, Köln, 1999, ss. 716-717. Ugarit'ten özel arşivlerde yer alan açlık hakkındaki bilgi için bkz: RS 34.152, Singer, s. 24.

gönderilen bir mektupta (açıkça bir kıtlıktan bahsedilmese de) Hatti'ye gıda sevkıyatı bilgisi yer alır.⁹

Gıda eksikliğine dair metinlerde geçen bilgiler MÖ 13. yüzyılın ikinci yarısı ve MÖ 12. yüzyılın başlarına, yani yaklaşık yarım asırlık bir sürece yayılabilir. Hitit Devleti'nin siyasi varlığı da, MÖ 12. yüzyılın başlarında sonlanmıştır. Devletin çöküşünü tek bir sebebe bağlamak doğru olmayacaktır. Ancak kuraklık ve bu kuraklığın devlet sistemine etkisi, sebepler arasında sayılabilir. Kuraklığın, devletin çöküş sürecindeki rolünü anlamak adına toplamda iki konu hakkında bilgi sahibi olmak önemli olabilir. Bunlardan ilki Orta Anadolu'nun kuru tarıma bağlı geçim ekonomisi, ikincisi ise Hitit Devleti'nde uygulanan vergi sistemidir.

Orta Anadolu bir platodur. Platonun merkezi kurak olmakla birlikte, Hitit dönemi yerleşimlerinin yoğunlaştığı Kızılırmak havzasının dahil olduğu kuzey bölgeleri nispeten daha nemlidir. Buradaki nehir vadileri ve yayla otlakları tahıl tarımı ve hayvancılık için elverişlidir. Bölgede karasal iklim özellikleri görülür. Bu iklimde soğuk ve kar yağışlı kışlar erken gelir. En yağışlı dönem ilkbahardır ve tarım faaliyetlerinin başlangıcını ifade eder. Yaz mevsimi ise büyük ölçüde sıcak ve yağışsız geçer. Yılın yalnızca kısıtlı bir dönemi tarım yapılabilen böylesi bir iklim üretim adına istikrarsız koşullara sahiptir. Rekoltenin kalitesi ve miktarı, insan destekli bir sulama mümkün olamayacağı için, doğrudan yağmura bağımlıdır. Yağmurun ne zaman ve ne kadar yağacağı insan tarafından kontrol edilememesi risk yaratır ve sonuçta iklimdeki kısa süreli değişikliklerin dahi neden olduğu kuraklık karşısında birşey yapılamaz, üretim adına ikame yollara başvurulamaz. Bu durumda, önceki yılların hasadının kıtlık adına depolanması veya bölge dışından gıda tedariği yapmak başvurulabilecek yollardır.

Orta Anadolu platosunda ilkbahar ile başlayan tarım sezonu yoğun işgücü gerektirmektedir. Eski Yakınoğu'nun taşkın ovalarının aksine gerek yıllık rekoltenin tutturulabilmesi gerekse üretimin arttırılabilmesi adına (daha geniş alanların sulanması söz konusu olmadığından) işgücünün desteklediği yeni tarım arazilerinin açılması gerekmektedir.¹⁰ Yeni arazilerin tarıma açılması kolay bir seçenek olmadığından tarımın çoğunlukla küçük ölçekli arazilere sahip çiftçiler tarafından yapıldığı kabul edilmelidir. Zira yakın zamana kadar bölgenin ekonomik seyrinin de bu şekilde olduğu

⁹ RS 18.038. Mektubun bir kıtlık felaketi sırasında mı yoksa sadece Hatti ile Ugarit arasındaki standart bir anlaşmaya göre mi gönderildiği hala belirsizdir. Klengel, s. 168.

¹⁰ Andreas Schachner, "Orta Anadolu'da Coğrafya ve Ekonomi: Hititlerin Bıçak Sırtındaki İmparatorluğu", *Colloquium Anatolicum*, Sayı 11, 2012, s. 27.

anlaşılmaktadır.¹¹ Arazi ve işgücü uygun koşullarda olsa dahi, yeterince yağışın gerçekleşmediği yıllarda üretim yine de azalabilmektedir. Doğal fenomenlerin tanrılaştırıldığı çok tanrılı geleneklerde, Anadolu panteonunun başında Fırtına Tanrısı'nın bulunmasının gerekçesi bu durum olmalıdır.¹² Devlet dini içerisinde yer alan bu kültün, halk tarafından da benimsenmiş olması beklenebilir. Yine devlet panetonu içerisinde yer alıyor olsa da ^{EZEN}*tethaşnaş* (Gök Gürültüsü Bayramı) ve ^{EZEN}*hewaş* (Yağmur Bayramı) bayramları mevcut kuraklık korkusuna bağlanabilir.¹³ Bölgede kuraklık sık yaşanan bir olgu olmalıdır. Zira birkaç on yılda bir (ve hatta daha kısa sürelerde) bölgede düzenli kuraklıkların yaşandığı, yakın döneme yönelik çalışmalarda sabittir.¹⁴ Hitit devrinde Anadolu'da kuraklığın ne sıklıkla yaşandığındair bilgiler kısıtlıdır. Hititçe çivi yazılı metinlerde kuraklık anlamına gelen bir kelime tespit edilememiştir. Ancak kuraklığın tahıl, insanlar ve hayvanlar üzerindeki etkileri tasvir edilmiştir.¹⁵ Orman sayısında azalış olmakla birlikte, Orta Anadolu platosunda Hitit dönemindeki iklim özellikleri günümüze kadar ciddi bir değişim geçirmemiş gibi görünmektedir.¹⁶ Bu nedenle şiddet ve hastalık dışındaki gıda eksiklikleri, iklimde yaşanan kısa süreli değişimlere yani kuraklığa bağlanabilir.

Tarım istikrarsız koşullarda yapılıyor olsa da, Hitit döneminde ekonominin temeli hayvancılık ile desteklenmiş tarımdır. Üretimin istikrarlı devam etmesi ve hatta artırılması adına devlet düzenleyici rol üstlenmiştir. Bu bağlamda yerleşimlerin beslenmesi, profesyonel ordunun geçindirilmesi,

¹¹ Halil İnalçık, "Village, Peasant and Empire", *The Middle East and the Balkans under the Ottoman Empire; Essays on Economy and Society*, Bloomington, Indiana University Turkish Studies and Turkish Ministry of Culture Joint Series, vol. 9, 1993, ss. 137-160.

¹² Jak Yakar, *Anadolu'nun Etnarkeolojisi*, Homer Kitabevi, Ankara, 2007, s. 236. Daniel Schwemer, The Storm-Gods of the Ancient Near East: Summary, Synthesis, Recent Studies: Part II, *Journal of Ancient Near Eastern Religions*, Cilt 7, Sayı 2, ss. 121-168.

¹³ Güterbock, H. G. "Some Aspect of Hittite Festivals". Perspectives on Hittite Civilization, Selected Writings of Hans G. Güterbock, 1997, ss. 87-90. Özlem Sir Gavaz , "Hititlerden Günümüze Yağmur Duası", *Uluslararası Bütün Yönleriyle Çorum Sempozyumu*, 28-30 Nisan 2016, Hitit Üniversitesi, ss. 573-585.

¹⁴ Murat Türkeş, "Meteorological drought in Turkey: A historical perspective, 1930-1993", *Drought Network News*, Sayı 8, University of Nebraska, 1996, ss. 17-21.

¹⁵ Ahmet Ünal, Naturkatastrophen in Anatolian im 2. Jahrtausend v. Chr.— M. Ö. II. Binyıl Anadolusunda Doğal Afetler. Belleten, Sayı 163, 1977, ss. 447-472.

¹⁶ Schachner, s. 27. N.J. Wright, A.S. Fairbairn, J.T. Faith, K. Matsumura, "Woodland Modification in Bronze and Iron Age Central Anatolia: an Anthracological Signature fort he Hittite State?", *Journal of Archaeological Science*, Sayı 55, 2015, ss. 219-230.

bürokrasinin işler tutulması adına devletin en önemli gelirleri olan kırsaldaki ekili arazilerin üretimine devam etmesi ve hatta genişletilmesi amaçlanmıştır.

A. Schachner'in tanımıyla Hitit kentleri organik olmaktan çok ideolojik bir gelişim sergilemektedir.¹⁷ Buna göre özellikle sosyal organizasyonun karmaşık hale geldiği, kentleşmenin hızlandığı MÖ 16. yüzyıl ve sonrasında, iyi organize edilmiş ve belli bir plana göre inşa edilmiş *öncülsüz* kentler ortaya çıkmıştır. Bu kentlerde su ve tahılın kontrol edilebilmesi adına işlevsel yapılar inşa edilmekteydi.¹⁸ Burada, planlama ve işlevsellikten kastedilen husus kentlerin, çevrelerindeki vergiyi toplayan, depolayan büyükçe kalelere benzemesidir. Bu argümana göre depolar, güçlü surlar ve anıtsal kapılar, ayrıca devletin yönetsel ve dini ideolojisini temsilen saray ve tapınaklar bu kentlerdeki temel elementlerdir. Hattuşa-Boğazköy Yukarı Kent, Şarişsa-Kuşaklı, Ortaköy-Şapinuva, Kaman Kale Höyük, Hüseyindede, İnandıktepe, Alacahöyük ile Tapigga-Maşat Höyük yerleşmeleri bu planlama çerçevesinde düşünülebilir. Konunun kuraklık ile ilgili olan kısmı, yerleşimlerdeki depolar, özellikle de yeraltına inşa edilen büyük boyutlu tahıl depolarıdır.

Hitit yerleşimlerdeki tahılın depolanması birkaç farklı yöntem ile yapılıyordu. İlk yöntem, saray gibi idari yapılar ve tapınakların depolarında yer alan büyük boyutlu pithoslardır. İkinci yöntem ise yeraltına inşa edilen büyük hacimli tahıl depolarıdır. İlk yöntem, günlük kullanıma daha uygun görünmektedir. Özellikle devlet sisteminin işler tutulabilmesi adına bürokrasi, yani memur sınıfın günlük ihtiyaçları ve erzakları bu depolardan sağlanıyor olmalıdır. İkinci yöntem olan yeraltı tahıl depoları kapasite itibari ile içinde buldukları kentlerin yıllık ihtiyaçlarının ötesindedir. Bu depolar taş zeminleri, kil dolgulu yan duvarları ile (bazen de moloz taştan duvarları olan odaları barındıran) büyükçe çukular görünümündedirler. Nem ve ısı dengesinin sağlandığı depolarda havasız ortamda oksijenin karbondioksit'e dönüşmesi neticesinde tahıllar uzun yıllar saklanabiliyordu. Kapasite itibari ile bu depolardaki ürünler pithosların aksine kısa süreli veya günlük kullanımlar için uygun değildir. Zira Hattuşa-Boğazköy Büyükkaya iki yüz altmış ton¹⁹, Şarişsa-Kuşaklı'nın güney surları yakınındaki depolarda yedi

¹⁷ Andreas Schacher, "M.Ö. 16. Yüzyıl: Hitit Anadolu'sunda Bir Dönüm Noktası". *VII. Uluslararası Hititoloji Kongresi Bildirileri*, 25-31 Ağustos 2008, Çorum Valiliği, Ankara, 2010, ss. 667.

¹⁸ Schacher, "M.Ö. 16. Yüzyıl: Hitit Anadolu'sunda Bir Dönüm Noktası", ss. 667-668.

¹⁹ Jürgen Seeher, "Hattuşa/Boğazköy'ün Yerleşim Tarihine Yeni Katkıları: Büyükkaya Kazılarında Toplu Bakış", *Türkiye Bilimler Akademisi Arkeoloji Dergisi*, Sayı 3, 2000, s. 18.

yüz yirmi ton²⁰ tahıl depolanabiliyordu. Bu durumda depolardaki tahılların açıldıktan sonra hızlı bozulabileceği göz önüne alındığında, uzun kuraklıklar ve/veya tohumluk olarak kullanılmak üzere bu depoların açıldığı ileri sürülebilir.²¹

Depoların nasıl doldurulduğuna ilişkin vergi sistemini incelemek gerekmektedir. Hitit devlet sistemin gelirlerinin önemli bir kısmı birkaç vergiden sağlanıyordu. Bu vergilerden birisi olan *şahhan*- üretilen tarım ürünü için ödenmekteydi. Bu vergi basit bir anlatımla, araziden elde edilen tahılın bir kısmının devlete ödenmesidir. Bölgenin yakın geçmişine dair bilgiler geçmişe yorulabilir. Zira değişmeyen arazi ve iklim koşulları, yaşam koşullarının da değişimini güçleştirir. Osmanlı dönemindeki çift-resmi vergisine göre çiftçi elinde tuttuğu araziye karşılık belirli bir oranda vergi ödemek zorundadır.²² Kökenleri daha erken dönemlere tarihlenen bu sistemde, verginin ödenmesine ilişkin mahiyet değişebiliyordu. Bazen nakdi bazen de hizmet şeklinde olabiliyordu. Hitit döneminde, *luzzi*- hizmet şeklindeki vergiyi ifade ediyorken, *şahhan*- nakdi ödemeyi ifade etmektedir.

Toprak sürekli gelir getiren bir kaynak olarak görülmüştür. Günümüz koşullarında olduğu gibi, Hitit döneminde de hem tarıma uygun hem de henüz tarıma açılmamış araziler alınıp satılabiliyor,²³ araziler bizzat kral tarafından bağış yoluyla özel kişi mülkiyetine aktarılabilir,²⁴ bir kişi birden fazla bölgede çiftlik sahibi ve dolayısıyla arazi sahibi olabiliyordu. Ancak araziyi elinde tutan kişi *şahhan*- vergisini ödemeliydi. Hatta arazi el değiştirdiğinde dahi bu verginin aksamaması ve yeni alan kişinin vergisini ödemeye devam etmesi hukuki düzenlemelerin 39. maddesinde belirtilmiştir. Vergi ödemesinin reddedilmesi durumunda, arazinin saraya devredileceği de yine aynı düzenlemelerin 41. maddesinde açıklanmıştır. Vergileri toplayan

²⁰ Dirk Paul Mielke, “Die Grabungen an der Südspitze”, *Untersuchungen in Kuşaklı 2000. Mitteilungen der Deutschen Orient- Gesellschaft*. 133. Ed. A. Müller-Karpe, V. Müller-Karpe, D. P. Mielke, H. Stümpel, E. Erkul, Deutsche Orient-Gesellschaft, Berlin, 2001ss. 237-243.

²¹ Jürgen Seeher, “Getreidelagerung in unterirdischen Grossspeichern: Zur Methode und ihrer Anwendung im 2. Jahrtausend v. Chr. am Beispiel der Befunde in Hattusa”, *Journal Studi Micenei and Egeo-Anatolici*, Sayı 42.2, 2000, ss. 261-301.

²² Halil İnalçık, “The Problem of the Relationship Between Byzantine and Ottoman Taxation”, Akten des XI. Internationalen Byzantinisten-Kongresses, 1958, München 1960, ss. 237-242.

²³ §183. Johannes Friedrich, *Die Hethitischen Gesetze: Transkription, Übersetzung, Sprachlich, Erläuterungen und Vollständiges Worterverzeichnis*, E. J. Brill, Leiden, 1971.

²⁴ Kaspar K. Riemschneider, Zum Lehnswesen bei zum Hethitern, Archiv Orientální, Sayı 33, Praha 1965, ss. 333-340.

görevlilerin ise taşradaki yöneticilerden ziyade, bizzat kral tarafından atanan kişiler oldukları anlaşılmaktadır.²⁵ Toplanan vergiler başkent ve diğer Hitit kentlerindeki depolara aktarılıyordu. Elbetteki, tahılın tamamı yeraltı tahıl depolarına konmuyordu. Önemli bir kısmı yıllık ihtiyaçlar çerçevesinde belli başlı kraliyet depolarına aktarılıyor ve ihtiyaca göre yeniden taşraya dağıtımı yapılıyor olmalıydı.²⁶ Bu ürünün bir kısmı yıllık ihtiyaçlar çerçevesinde pithoslara veya küçük hacimli yeraltı depolarına konulurken, bir kısmı da bahsedildiği üzere kuraklık ve/veya tohumluk amacıyla büyük hacimli yeraltı tahıl depolarına konuluyor olmalıydı.

Sonuç

Coğrafya ve değişen iklim kültürel, sosyal, ekonomik ve hatta siyasi yapıyı değiştirebilmektedir. İklimde meydana gelen düzensizlikler, topraktan elde edilen gıda ve gelire bağımlı coğrafyalarda istikrarı bozucu sonuçlar doğurabilmektedir. MÖ 13. yüzyıl sonlarında Hitit Devleti'nin çöküş sürecine girdiği ve 12. yüzyıl başlarında devletin fiziken sona erdiği anlaşılmaktadır. Bu sona erişin pek çok nedenleri olabilir. Zira tarihte herhangi bir gelişmenin tek bir neden bağlanabileceği pek az durum vardır. Bu takdirde söz konusu dönem aralığında Hitit, Ugarit ve Mısır kaynaklarından takip edilen şiddetli kuraklığın bu etkenlerden birisi olduğu düşünülebilir.

Hitit Devleti'nin siyasi ve ekonomik yaşamı tabir edildiği üzere bıçak sırtındadır. Zira siyasi istikrar devlet mekanizmasının işleyebilmesi için ekonomiye, ekonomi ile tarımsal üretime bağlıdır. Tarımın istikrarsız koşullarda yapılıyor olması ise riski barındırmaktadır. Kentlerde büyük hacimli yer altı tahıl depoları inşa edilmesi gibi, riski azaltabilmek adına kentleşmede ve vergi sisteminde karakteristik özellikler geliştirilmiştir. Toprak yönetimi ve bu topraktan elde edilen vergi gelirleri de yine hukuki metinlerde düzenlenmiştir. Ne var ki, tüm bu önlemler, MÖ 13. yüzyılın ikinci yarısından itibaren yaşanan muhtemel kuraklık karşısında yeterli olmamış olabilir. Zira ülke içerisindeki kıtlık, mevcut tahıl stoğunun sona erdiğini göstermektedir. Muhtemeldir ki, vergi toplanamadığı için devlet gelirleri de büyük ölçüde azalmış ve sonuçta devletin vergi gelirlerinden beslenen memur sınıfı ortadan kalmıştır. Kuraklığın tetiklediği tarımsal üretimdeki azalış, devletin siyasi varlığının ortadan kalkmasıyla sonuçlanmış olmalıdır. Ancak bu sürecin nispeten hızlı olmadığı ve kuraklık izlerinin ilk görülmeye başlandığı III. Hattuşili döneminden (MÖ 1267-1237), en son

²⁵ İlgili metinlerin değerlendirilmesi için bkz: Turgut Yiğit, "Hitit Krallığı'nda Yönetim Sistemi Üzerine Bir Not". *Tarih Araştırmaları Dergisi*, Cilt 23, Sayı 35, 2004, ss. 219-226.

²⁶ Esmâ Reyhan, "Hititlerde Devlet Gelirleri, Depolama ve Yeniden Dağıtım", *Gazi Akademik Bakış*, Cilt 2, Sayı 4, 2009, ss. 157-174.

kayıtların izlenebildiği II. Suppiluliuma dönemine (MÖ 1207-1178) kadar devam ettiği anlaşılmaktadır. MÖ II. binyıldaki iklimsel düzensizliklere ilişkin yapılan çalışmalar da bu tespiti paralellik göstermektedir. Buna göre MÖ 2. binyıl genel olarak kuru bir dönemdir. İklimdeki bu kuruluk MÖ 1350-1300'den sonra daha da arttı ve MÖ 1250-1100 civarında sona erdi.²⁷ Bu doğrultuda iklimsel ve kültürel veriler ışığında, iklimdeki bir değişimin meydana getirdiği ve birkaç on yıl süren bir kuraklık ya da yarım asırdan biraz daha uzun bir süre yaşanan kuraklık söz konusu olabilir. Her iki durumda da, kuraklık ile birlikte başlayan kıtlık ve bu kıtlığın meydana getirdiği olumsuzluklar yarım asır boyunca Hitit ülkesinde bazı önemli siyasi sonuçlar doğurmuş olmalıdır.

Kaynakça

ČERNÝ, Jaroslav, "Fluctuations in grain prices during the Twentieth Egyptian Dynasty", *Archív Orientální*, Cilt 6, Sayı 1, 1933, s.173.

CZYZEWSKA, Izabella, *A letter from Puduhepa Queen of Hatti to Ramses II Pharaoh of Egypt (KUB 21.38 = CTH 176)*, Concordia University, Montréal M.A. 2007, s. 32.

DIVON, Shai André, "A survey of the textual evidence for "food shortage" from the Late Hittite Empire", *The City of Emar among the Late Bronze Age Empires (AOAT 349)*, Ed. L. d'Alfonso, Y. Cohen, D. Sürenhagen, Münster, 2008, 101-109.

DREWS, Robert, *The End of the Bronze Age Changes in Warfare and the Catastrophe 1200 BC*, Princeton University Press, Princeton, 1993.

FRIEDRICH, Johannes, *Die Hethitischen Gesetze: Transkription, Übersetzung, Sprachlich, Erläuterungen und Vollständiges Worterverzeichnis*, E. J. Brill, Leiden, 1971.

GOETZE, Albrecht, "A New Letter from Ramesses to Hattusilis", *Journal of Cuneiform Studies*, Sayı 1, 1947, ss. 241-51.

GÜTERBOCK, H. G. "Some Aspect of Hittite Festivals". *Perspectives on Hittite Civilization, Selected Writings of Hans G. Güterbock*, 1997, ss. 87-90.

²⁷ Catherine Kuzucuoğlu, The rise and fall of the Hittite State in central Anatolia: how, when, where, did climate intervene?. *La Cappadoce meridionale de la préhistoire à la période byzantine*, Ed. Dominique Beyer, Olivier Henry, Aksel Tibet, Istanbul, Ege Yayınları 2015.

İNALCIK, Halil, “The Problem of the Relationship Between Byzantine and Ottoman Taxation”, Akten des XI. Internationalen Byzantinisten-Kongresses, 1958, München 1960, ss. 237-242.

İNALCIK, Halil, “Village, Peasant and Empire”, *The Middle East and the Balkans under the Ottoman Empire; Essays on Economy and Society*, Bloomington, Indiana University Turkish Studies and Turkish Ministry of Culture Joint Series, vol. 9, 1993.

KLENGEL, Horst, “Hungerjahre” in Hatti, *Altorientalische Forschungen*, Cilt 1, 1974, s. 165-174.

KNAPP, A. Bernard ve MANNING, Sturt W., “Crisis in Context: The End of the Late Bronze Age in the Eastern Mediterranean”, *American Journal of Archaeology*, Sayı 120, 2016. ss. 99-149.

KUZUCUOĞLU, Catherine, The rise and fall of the Hittite State in central Anatolia: how, when, where, did climate intervene?. *La Cappadoce meridional de la préhistoire à la period byzantine*, Ed. Dominique Beyer, Olivier Henry, Aksel Tibet, Istanbul, Ege Yayınları 2015.

MIELKE, Dirk Paul, “Die Grabungen an der Südspitze”, Untersuchungen in Kuşaklı 2000. Mitteilungen der Deutschen Orient-Gesellschaft. 133. Ed. A. Müller-Karpe, V. Müller-Karpe, D. P. Mielke, H. Stümpel, E. Erkul, Deutsche Orient-Gesellschaft, Berlin, 2001ss. 237-250.

REYHAN, Esmâ, Hititlerde Devlet Gelirleri, Depolama ve Yeniden Dağıtım”, Gazi Akademik Bakış, Cilt 2, Sayı 4, 2009, ss. 157-174.

RIEMSCHEIDER, Kaspar K., Zum Lehnswesen bei zum Hethitern, Archiv Orientální, Sayı 33, Praha 1965, ss. 333-340.

SCHACHER, Andreas, “M.Ö. 16. Yüzyıl: Hitit Anadolu’sunda Bir Dönüm Noktası”. VII. Uluslararası Hititoloji Kongresi Bildirileri, 25-31 Ağustos 2008, Çorum Valiliği, Ankara, 2010, ss. 661-692.

SCHACHNER, Andreas, “Orta Anadolu’da Coğrafya ve Ekonomi: Hititlerin Bıçak Sırtındaki İmparatorluğu”, *Colloquium Anatolicum*, Sayı 11, 2012, s. 25-54.

SCHWEMER, Daniel, The Storm-Gods of the Ancient Near East: Summary, Synthesis, Recent Studies: Part II, *Journal of Ancient Near Eastern Religions*, Cilt 7, Sayı 2, ss. 121-168.

SEEHER, Jürgen, “Hattuşa/Boğazköy’ün Yerleşim Tarihine Yeni Katkıları: Büyükkaya Kazılarına Toplu Bakış”, Türkiye Bilimler Akademisi Arkeoloji Dergisi, Sayı 3, 2000.

SEEHER, Jürgen, “Getreidelagerung in unterirdischen Grossspeichern: Zur Methode und ihrer Anwendung im 2. Jahrtausend v. Chr. am Beispiel der Befunde in Hattusa”, *Journal Studi Micenei and Egeo-Anatolici*, Sayı 42.2, 2000, ss. 261-301.

SINGER, Itamar, “A Political History of Ugarit”, *Handbook of Ugaritic Studies, Handbuch der Orientalistik, Abt. 1, Der Nahe und Mittlere Osten. Band 39*, Ed. W. G. E. Watson ve N. Wyatt, Leiden, Boston, Köln, Brill, 1999, ss. 716-717.

SINGER, Itamar, “New Evidence on the End of the Hittite Empire”, *The Sea Peoples and Their World: A Reassessment*, Ed. Oren, Eliezer D., Philadelphia, 2000, ss. 21-34.

SIR GAVAZ, Özlem, “Hititlerden Günümüze Yağmur Duası”, *Uluslararası Bütün Yönleriyle Çorum Sempozyumu*, 28-30 Nisan 2016, Hitit Üniversitesi, ss. 573-585.

TÜRKEŞ, Murat, “Meteorological drought in Turkey: A historical perspective, 1930-1993”, *Drought Network News*, Sayı 8, University of Nebraska, 1996, ss. 17-21.

ÜNAL, Ahmet, *Naturkatastrophen in Anatolian im 2. Jahrtausend v. Chr.— M. Ö. II. Binyıl Anadolusunda Doğal Afetler. Belleten*, Sayı 163, 1977, ss. 447-472.

WAINWRIGHT, Gerald A., “Meneptah Aid to the Hittites”, *Journal of Egyptian Archaeology*, Sayı 46, 1960, ss. 24-28.

WRIGHT, N.J., FAIRBAIRN, A.S., FAITH, J.T., MATSUMURA, K., “Woodland Modification in Bronze and Iron Age Central Anatolia: an Anthracological Signature for the Hittite State?”, *Journal of Archaeological Science*, Sayı 55, 2015, ss. 219-230.

YAKAR, Jak, *Anadolu'nun Etnarkeolojisi*, Homer Kitabevi, Ankara, 2007.

YİĞİT, Turgut, "Hitit Krallığı'nda Yönetim Sistemi Üzerine Bir Not". *Tarih Araştırmaları Dergisi*, Cilt 23, Sayı 35, 2004, ss. 219-226.

TABIATIN YASASI YAHUT HALİFENİN HURÂFESİ: BAĞDAT'IN İŞGALİ ARİFESİNDE DOĞA OLAYLARINA DAİR BAZI DEĞERLENDİRMELER

Eyyüp YILMAZ*

Giriş

Ortaçağ'da devletlerin akıbetini belirleyen ve toplumlar üzerinde yadsınamaz etkiler bırakan olayların başında Moğol istilâsı gelmektedir. Zira istilâ hareketiyle birlikte bir yandan coğrafyaların siyasî dengeleri değişirken, diğer yandan değişen siyasî dengelere bağlı olarak toplumların dinî ve düşünsel yapıları da etkilenmiştir.¹ Büyük değişim ve dönüşümlerin yaşandığı bu dönem birçok araştırmacının dikkatini çekmiş ve başta Orta Asya olmak üzere Hârizm, Horasan, İran, Irak, Azerbaycan, Anadolu ve Suriye'de yaşanan siyasi, sosyal, ekonomik ve kültürel unsurlar muhtelif çalışmalarda ele alınmıştır. Yapılan çalışmalara bakıldığında bu sancılı süreçte kimilerin aylar süren kuşatmalarda kıtlıkla imtihan olduğu, kimilerin ise Moğollar'a direndikleri için katledildiği görülmektedir.² Katliamların duyulmasıyla mücadele etmeksizin teslimiyetçi bir tavır sergileyenler olduğu gibi yurtlarını terk edip muhtelif coğrafyalara göç edenler de olmuştur.³

* Arş. Gör. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Tarih Bölümü, Trabzon, eyyupyilmaz@ktu.edu.tr

¹ Moğollar zamanında İslâm toplumlarında yaşanan büyük değişim ve dönüşümlere dair müstakil çalışmalar ve bazı değerlendirmeler için bkz: Marshall G. S. Hodgson, *İslâm'ın Serüveni Bir Dünya Medeniyetinde Bilinç ve Tarih Orta Dönemlerde İslâm'ın Yayılışı*, C. 2, Çev. Komisyon, İz Yayıncılık, İstanbul 1993; Osman Gazi Özgüdenli, *Moğol İranında Gelenek ve Değişim Gâzân Han ve Reformları (1295-1304)*, Kaknüs Yayınları, İstanbul 2009; Kemal Ramazan Haykıran, *Moğollar Zamanında Yakın Doğu*, Ötüken Neşriyat, İstanbul 2016; Patricia Blessing, *Moğol Fethinden Sonra Anadolu'nun Yeniden İnşası Rum Diyarında İslamî Mimari (1240-1330)*, Çev. Merve Özkılıç, Koç Üniversitesi Yayınları, İstanbul 2018; Mustafa Uyar, *İlhanlı (İran Moğolları) Devleti'nin Askerî Teşkilatı (Orta Çağ Moğol Ordularında Gelenek ve Dönüşüm)*, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara 2020.

² Alaaddin Ata Melik Cüveynî, *Tarih-i Cihan Güşa*, Çev: Mürsel Öztürk, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara 2013, s. 119-125.

³ İbnü'l-Esîr, *İslâm Tarihi El-Kamil Fi't-Tarih Tercümesi*, C: 12, Çev: Ahmet Ağırakça-Abdülkerim Özyayın, Damar Yayınları, İstanbul 1987, s. 325; Nihâc-ı Sirâc el-Cüzcânî, *Tabakât-ı Nâsırî Moğol İstilasına Dair Kayıtlar*, Çeviri ve Notlar: Mustafa Uyar, Ötüken Neşriyat, İstanbul 2016, s. 56-57; Moğol istilâsıyla birlikte yaşanan göç dalgaları için bkz: Eyyüp Yılmaz, *Tasavvuf'un Anadolu'ya*

Bütün bu yaşananlar doğal olarak insanları korku, çaresizlik, belirsizlik, umutsuzluk gibi duygulara sevk etmiştir. Ayrıca Moğollar'a karşı koyması beklenen İslâm devletlerinin de uğradığı başarısızlıklar, insanları “yeni kurtarıcı güçlere” yöneltmiştir. Ortaçağ İslâm toplumlarının içinde bulunduğu bu ahval, bazı efsâneler, hurâfeler ve bâtil inançlar için uygun tarihsel zemin oluşmuştur. Ancak ifade etmek gerekir ki oldukça geniş coğrafyalara yayılan istilâ hareketine bağlı olarak ortaya çıkan efsâneler, hurâfeler ve bâtil inançları bir bütün olarak ortaya koymak mümkün değildir. Dolayısıyla bu çalışma Bağdat'ın Moğollar tarafından işgali arifesinde Abbasî Halifesi Müsta'sım-Billâh'ın Hülâgû'ye gönderdiği mektupta yer alan iklim ve doğa olaylarına dair bazı hurâfelere odaklanmaktadır. Ayrıca bu çalışma Şamanist bir gelenekten beslenen Hülâgû'nün, iklim ve doğa olaylarına dair bu hurâfelere karşı tavrını da incelemektedir. Bu çalışmada son olarak Münecim Hüsameddîn ile ünlü filozof Hâce Nasîrüddin Tûsî arasındaki tartışmalar merkeze alınarak halifenin hurâfesine dair iki farklı bakış açısı ortaya konmaktadır.

1. Kısa Bir Tanım: Efsâneler, Hurâfeler ve Bâtil inançlar

Toplumlara yön veren dinlerin ve bu dinlerin bünyesinde varlık gösteren inanç ve düşüncelerin muhtelif sistem ve doktrinler olarak ortaya çıkması dönemin siyasi, sosyal, ekonomik ve kültürel şartlarıyla doğrudan alakalıdır.⁴ İslâmiyet de mezkûr şartların etkisiyle çok kısa bir süre zarfında muhtelif coğrafyalara yayılarak yeni kültür ve medeniyetlerle karşılaşmıştır. Henüz ilk yüzyılımı tecrübe eden İslâmiyet ile doğduğu yerden çıkan berrak sular taşıyan nehirler arasında bir bağ kurmak mümkündür. Nasıl ki nehirlerin taşıdığı sular, geçtikleri yatakların toprakları ve kendisine sonradan bağlanan kollarla zenginleşip yeni renkler almışlarsa aynı şekilde İslâmiyet de yayılmış olduğu coğrafyaların fitratlarından etkilenmiştir.⁵

Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya 2015.

⁴ Abdülkerim Kuşeyrî, *Kuşeyrî Risâlesi*, Haz: Süleyman Uludağ, Dergâh Yayınları, İstanbul 2014, s. 95-144; Hucvirî, *Keşfu'l-Mahcûb (Hakikat Bilgisi)*, Haz: Süleyman Uludağ, Dergâh Yayınları, İstanbul 2014, s. 155-222; Ahmet Yaşar Ocak, “Mevlânâ Önce Kendi Zaman ve Zemininin İnsanıdır Yahut Mevlânâ'yı Doğru Anlamak Üzerine”, *Ortaçağlar Anadolu'sunda İslam'ın Ayak İzleri: Selçuklu Dönemi Makaleler-İncelemeler*, Kitap Yayınevi, İstanbul, 2011, s. 194-214; Mustafa Kara, *Tasavvuf ve Tarikatlar Tarihi*, Dergâh Yayınları, İstanbul 2013, s. 145-146; Haşim Şahin, *Erken Osmanlı Döneminde Dinî Zümreler, Dervişler, Fakihler, Gaziler (1300-1400)*, 1. Baskı, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul 2020, s. 64-70.

⁵ İbn Haldun, *Mukaddime*, C: 1, Haz: Süleyman Uludağ, Dergâh Yayınları, İstanbul 2017, s. 259-266; Mesudî, *Kitâbü't-Tenbih ve'l-İşraf (Coğrafya ve Tarih)*, Mütercim: Ramazan Şeşen, Bilge Kültür Sanat Yayınları, İstanbul 2018, s. 35-40;

Daha açık bir ifadeyle belirtmek gerekirse, İslâmiyet'in yayılmasına bağlı olarak yüzyıllar boyunca kendi tarihsel tecrübesini yaşayan toplumlarla Müslümanlar arasında bazı kültürel kaynaşmalar meydana gelmiştir. Özellikle İranlılar'ın ve Türkler'in İslâm dünyasına dâhil olması bu süreci hızlandırarak büyük değişim ve dönüşümlere zemin hazırlamıştır.⁶ Nitekim sosyo-kültürel ortama göre bir yandan İslâm'ın kitabî yorumunu güç kazanırken diğer yandan özellikle Halk İslâmı'nın temelini de oluşturan bazı efsâneler, hurâfeler ve bâtil inançlar da varlıklarını korumuştur.⁷

İnsanlık tarihi boyunca zamana ve mekâna göre değişiklik gösteren efsâneler, hurâfeler ve bâtil inançların izlerini bütün din ve medeniyetlerde takip etmek mümkündür. Daha çok esâtîrü'l-evvelin yani “önceki milletlere

Simon O'Meara, *Mekân ve Müslüman Şehir Hayatı Fes Labirentinin Sınırlarında*, Çev: Hatice Orman Topçu, Açılım Kitap, İstanbul, 2014, s. 11; Ramazan Altıntaş, “İslâm Anlayışında Bid'at ve Hurâfenin Çerçevesi”, *Dini Araştırmalar*, C: 6, S: 16, 2003, s. 111.

⁶ Doğrudan olmasa bile Yahudilik ve Hristiyanlık gibi dinlerle birlikte kâdim Hint ve Yunan medeniyetleri de Müslümanlar'ın dinî anlayışlarını şekillendirmiştir. Ayrıntılı bilgi için bkz: M. Fuad Köprülü, *Türk Edebiyatında İlk Mutasavvıflar*, Haz: Orhan Köprülü, Akçağ Yayınları, Ankara 2013, s. 46-47; M. Fuad Köprülü, *Türk Tarih-i Dinîsi*, Haz: Metin Ergun, Akçağ Yayınları, Ankara 2005, s. 144; Mezkûr kültür ve medeniyetlerin İslâmiyet üzerindeki etkilerine dair değerlendirmeler için bkz: Ahmet Yaşar Ocak, “İslâm'ın Temel İnançları Etrafında Oluşan “Mitolojik” Kültür: “İslâm Mitolojisi” Yahut İslâm İlahiyatının İhmal Edilmiş Önemli Bir Sorunsalı (Bir “mise-en-question” Denemesi)”, *Milel ve Nihal İnanç, Kültür ve Mitoloji Araştırmaları Dergisi*, C: 6, S: 1, 2009, ss. 137-163; Ayrıca bkz: Denise Lardner Carmody-John Tully Carmody, *Mysticism: Holiness East and West*, Oxford University Press, New York 1996; D. T. Suzuki, *Mysticism: Christian and Buddhist*, Routledge, London 2002.

⁷ İslâm'ın serüvenine dair muhtelif çalışmalar kaleme alan Ahmet Yaşar Ocak, yaklaşım, yöntem ve yorum denemeleriyle alana adeta yeni bir soluk getirmiştir. Özellikle tarihsel süreçte İslâm'ın nasıl yorumlandığına dikkat çeken müellif, aynı zamanda “Halk İslâmı (Popüler İslâm), Kitabî İslâm (Medrese İslâmı), Tekke İslâmı (Mistik İslâm), Devlet İslâmı (Siyasallaşmış İslâm)” gibi kavramların çerçevesini de çizmiştir. Ayrıntılı bilgi için bkz: Ahmet Yaşar Ocak, “Tarihsel Süreç İçinde Türklerin İslâm Yorumu (Tarih Boyunca Türkler ve İslâm Problemine Genel Bir Bakış Denemesi)”, *Türkler, Türkiye ve İslâm (Yaklaşım, Yöntem ve Yorum Denemeleri)*, İletişim Yayınları, İstanbul, 2011, s. 23-76; Ahmet Yaşar Ocak, *Türkiye'de Tarihin Saptırılması Sürecinde Türk Sufiliğine Bakışlar (Yaklaşım, Yöntem ve Yorum Denemeleri)*, İletişim Yayınları, İstanbul, 2012, s. 7-21; Halk İslâmı'nın oluşmasında etkili olan bazı hurâfeler, efsaneler ve bâtil inançlara dair değerlendirmeler için bkz: Cevdet Kılıç, *Hak Dini ve Halk Din*, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Ankara 1998, s. 181-196.

ait rivayetler” anlamında kullanılan efsânelerin “gerçeğe uymayan düzensiz, asılsız ve boş sözler” anlamında da kullanıldığı bilinmektedir.⁸ Kendisine kutsiyet veren mitlerden beslenen efsâneler, masalların olağanüstülük özelliklerini de barındırmaktadır. Bazı tarihî gerçeklikleri de destanlardan alarak oldukça girift bir yapıya bürünen efsânelerin hurâfelerle de yakın anlamları bulunmaktadır. Zira genellikle gerçek dışı kabul edilen hurâfelerin de efsâneler gibi herhangi aklî ve mantıkî dayanağı olmayan tutum ve davranışları ifade etmek için kullanıldığı görülmektedir.⁹ Bununla birlikte tarih boyunca resmî din anlayışları karşısında “dinde sapkın öğretisi” olarak kabul edilen hurâfeler, Yahudilik’te “putperestlerin yolu” olarak nitelendirilmiştir. Hıristiyanlığın hâkim din anlayışını temsil eden kiliseler de benzer bir yol takip ederek hurâfeleri heretik karakterlerin kaynağı olarak belirtmiştir.¹⁰ İslâm’da ise bâtil inanç ve davranışları ifade etmek için kullanılan “uydurulmuş söz” veya “önceki milletlerin geleneği” şeklinde efsânelerin tanımına benzer bir karşılık bulmuştur.¹¹ Tam da bu noktada bâtil inanç ve davranışların neler olduğu ve nasıl yorumlandığı da önem kazanmaktadır. Çünkü toplumların veya bireylerin dinî temayülleri doğrultusunda kimilerinin bâtil kabul ettiği inanç ve davranışlar bir diğeri tarafından kutsal addedilmektedir. Bu nedenle mutlaka sosyal, kültürel ve tarihsel bağlamıyla değerlendirilmesi gereken bu kavramlar üzerinde herkesin mutabık olabileceği bazı tanımlar yapmak oldukça güçtür.¹²

⁸ Abdülkadir İnan, *Hurâfeler ve Menşeleri*, Nur Matbaası, Ankara 1962, s. 3-8; Abdülkadir İnan, *Tarihte ve Bugün Şamanizm Materyaller ve Araştırmalar*, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 1986, s. 13; İsmail Lütfi Çakan, *Hurâfeler ve Batıl İnanışlar*, Marifet Yayınları, İstanbul 1981, s. 12; Şerafettin Gölcük, “Esâtîr”, *TDV İslâm Ansiklopedisi*, C: 11, 1995, ss. 359-360; Kur’ân-ı Kerîm’in muhtelif ayetlerinde daha çok “eskilerin masalları” veya “eskilerin efsaneleri” anlamında kullanılan esâtîrü’l-evvelîn ifadesi, geçmişin tarihi olarak yorumlandığı gibi, “bâtil ve hurâfe” olarak da anlam bulmuştur. Ayrıntılı bilgi için bkz: Hatice K. Arpaguş, “Mitoloji, Kur’ân-ı Kerîm Kıssaları ve Kültürel Miras”, *Marmara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, S: 25, (2003/2), s. 8; Bu kavrama dair farklı görüşler ve daha geniş bilgiler için bkz: Şinasi Gündüz, *Mitoloji ile İnanç Arasında -Ortadoğu Dinsel Gelenekleri Üzerinde Yazılar-*, Etüt Yayınları, Samsun 1998, s. 25-35; Tuğrul Balaban, *Amasya Efsane, Menkabe ve Memoratları (Derleme, İnceleme, Metin)*, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Erzurum 2013, s. 27-28.

⁹ Ali Murat Yel, “Hurafe”, *TDV İslâm Ansiklopedisi*, C: 18, 1998, s. 381-382; Altıntaş, “Bid’at ve Hurâfenin Çerçevesi”, s. 118-119; Balaban, *Efsane, Menkabe ve Memoratlar*, s. 27-28.

¹⁰ İnan, *Hurâfeler ve Menşeleri*, s. 6; Yel, “Hurafe”, s. 381-382.

¹¹ Yusuf Şevki Yavuz, “Hurafe”, *TDV İslâm Ansiklopedisi*, C: 18, 1998, s. 382.

¹² Ali Köse ve Ali Ayten, “Bâtil İnanç ve Davranışlar Üzerine Psiko-sosyolojik Bir Analiz”, *Dinbilimleri Akademik Araştırma Dergisi*, C: IX, S: 3, 2009, s. 49.

Dolayısıyla detayları mezkûr çalışmalara havale ederek Bağdat'ın Moğollar tarafından işgali arifesinde ve sonrasında yaşanan gelişmelere geçmek yerinde olacaktır. Ancak öncelikle bu gelişmelerin yaşanmasına zemin hazırlayan Moğol istilâsını öz hâliyle hatırlamak yarar sağlayacaktır.

2. Doğudan Batıya Esen Fırtına: Moğol İstilâsı

Orta Asya'nın kendine has iklim ve sert tabiat şartları içinde yaşayan Moğollar, cihan hâkimiyetini arzulayan Cengiz Han (1206-1227) liderliğinde birleşerek hedefledikleri dünya devleti için hazırlıklara başlamıştır.¹³ Cengiz Han, istilâ hareketine geçmeden önce Moğollar'ı adeta bir *toplum mühendisi* gibi tahlil etmiş ve yaşanan sorunlara çağın şartlarına uygun çözümler üretmiştir.¹⁴ Bu hususta öncelikle siyasî birlikten yoksun ve sürekli birbirleriyle mücadele halinde olan kabileleri aynı amaç etrafında birleştirmiştir.¹⁵ Akabinde onlarda sıkça görülen zorbalık, hırsızlık, hilekârlık gibi davranışları yasaklamış ve yeni bir toplumsal düzen kurmuştur.¹⁶

Cengiz Han, kurmuş olduğu yeni toplumsal düzenin temellerini sağlamlaştırmak ve hareketine meşruiyet kazandırmak adına dinî bir kimlik kullanmayı da ihmal etmemiştir. Bu dinî kimliğin oluşmasında Moğollar

¹³ Alâüddîn Atâ Melik Cüveynî, *Târih-i Cihângüşâ*, C: 1, Neş: Mirza Muhammed Kazvînî, Tahran 1389, s. 15; Türkçe tercümesi için: Cüveynî, *Tarih-i Cihan Güşa*, s. 82-83; B.Y. Vladimirtsov, *Moğolların İçtimâî Teşkilâtı Moğol Göçebe Feodalizmi*, Çev: Abdülkadir İnan, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 1995, s. 58-60.

¹⁴ Cengiz Han'ın tarih sahnesine çıkması ve Moğol yasalarına dair geniş bilgi için bkz: Manghol-un Niuça Tobça'an (Yüan- Ch'ao Pi-shi), *Moğolların Gizli Tarihi (Yazılışı: 1240)*, Çev: Ahmet Temir, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara 2019, s. 125-141; Cüveynî, *Tarih-i Cihan Güşa*, s. 84-91; Abdulkadir Yuvalı, *İlhanlı Tarihi*, Bilge Kültür Sanat, İstanbul, 2017, s. 21-23.

¹⁵ Cüveynî, *Tarih-i Cihan Güşa*, s. 82-84; Cüzcânî, *Tabakât-ı Nâsırî*, s. 47-49; Gregory Abû'l-Farac (Bar Hebraeus), *Abû'l-Farac Tarihi*, C: II, Süryanice'den İngilizce'ye çeviren: Ernest A. Wallis Budge, Türkçe'ye çeviren, Ömer Rıza Doğrul, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 1987, s. 476-478; Bertold Spuler, *İran Moğolları (Siyaset, İdare ve Kültür İlhanlılar Devri, 1220-1350)*, Çev: Cemal Köprülü, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 2011, s. 32-33; Peter B. Golden, *Türk Halkları Tarihine Giriş Ortaçağ ve Erken Yeniçağ'da Avrasya ve Ortadoğu'da Etnik Yapı ve Devlet Oluşumu*, Çev: Osman Karatay, Ötüken Neşriyat, İstanbul 2017, s. 293-297.

¹⁶ *Moğolların Gizli Tarihi*, s. 125-141; Cüveynî, *Tarih-i Cihan Güşa*, s. 83-91; Aknerli Grigor, *Okçu Milletini Tarihi*, Çev: Hrand D. Andreasyan, Yeditepe Yayınları, İstanbul 2012, s. 20; Hei Ta shi lu, "Kara Tatarlar'a Dair Muhtasar", *Cengiz İmparatorluğu Hakkında İlk Tarih Kayıtları: Meng Ta pei lu ve Hei Ta shi lu*, Çev: Ankhbayar Danuu, Yayına Haz: Mustafa Uyar, Ötüken Neşriyat, İstanbul 2012, s. 133-135.

arasında yaygın olan bir efsâne oldukça önem arz etmektedir. Zira bu efsâneye göre oldukça zor şartlar altında yaşayan Moğollar, Tanrı ile konuştuğunu iddia eden bir adamın müjdesini almıştır. Moğollar'ın muteber kabul ettikleri bu adam, Tanrı'nın yeryüzünü Cengiz Han adını verdiği Timuçin ve çocuklarına verdiğini belirtmiştir.¹⁷

Tanrı'nın kendisine vaad ettiği yeryüzü devleti için harekete geçen Cengiz Han¹⁸, her geçen gün biraz daha güçlenerek muhtelif devletlere elçiler göndermeye başlamıştır. Kendisine itaat arz edenlere karşı oldukça lütfkâr davranmış, karşı gelenlere ise bir o kadar sert tedbirler almıştır. Karizmatik bir lider olan Cengiz Han, siyasî zekâsını da kullanarak ittifaklar kurmuş ve rakiplerini bertaraf etmeye başlamıştır.¹⁹ Bazı devletler yapılan mücadeleler sonucunda tahakküm altına alınırken, Uygurlar gibi bazı devletler de bizzat elçiler göndererek Moğol himayesini kabul etmişlerdir.²⁰ Uygurlar'dan gelen bu talep her iki devletinde yararına olmuştur. Zira bu himayeye birlikte Uygurlar, akrabalık ilişkileri de kurdukları Moğollar sayesinde Karahıtaylar tehlikesinden kurtulurken, Moğollar da Uygurlu devlet adamlarının kültürel tecrübesinden istifade etmiştir.²¹

Cengiz Han döneminde Moğollar, çok kısa bir süre zarfında dönemin en güçlü devletleri olan Çin, Karahıtaylar ve Hârizmşahlar ile mücadele

¹⁷ Abû'l-Farac, *Abû'l-Farac Tarihi*, s. 477-478; Ebü'l-Ferec-İbnü'l-İbrî, *Târîhu Muhtasari'd-Düvel*, Çev: Şerafeddin Yaltkaya, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 2011, s. 5-6; Ayrıca bkz: Thomas T. Allsen, "Guard and Government in the Reign of The Grand Qan Möngke, 1251-59", *Harvard Journal of Asiatic Studies*, Vol: 46, No: 2, 1986, s. 495-496; Moğollar arasında yaygın olarak kullanılan "Gökte bir Allah, yerde bir hükümdar" sözü bile onların cihan hâkimiyeti inancına sahip olduklarını gösterir mahiyettedir. Ayrıntılı bilgi için bkz: Spuler, *İran Moğolları*, s. 32-33; Moğollar'da görülen "dünya devleti" düşüncesi ile Türkler'de görülen "Türk cihân hâkimiyeti mefkûresi" arasındaki benzerlikler için bkz: Osman Turan, "The Ideal of World Domination among the Medieval Turks," *Studia Islamica*, No: 4, 1955, ss. 77-90.

¹⁸ Abû'l-Farac, *Abû'l-Farac Tarihi*, s. 477-478; Ebü'l-Ferec, *Târîhu Muhtasari'd-Düvel*, s. 5-6.

¹⁹ *Moğollar'ın Gizli Tarihi*, s. 43-60; Cüveynî, *Tarih-i Cihan Güşa*, s. 91-96.

²⁰ *Moğollar'ın Gizli Tarihi*, s. 155-168; Cüveynî, *Tarih-i Cihan Güşa*, s. 96-97.

²¹ *Moğollar'ın Gizli Tarihi*, s. 159; Cüveynî, *Tarih-i Cihan Güşa*, s. 97; V. V. Barthold, *Moğol İstilasına Kadar Türkistan*, Haz: Hakkı Dursun Yıldız, Kronik Kitap, İstanbul 2017, s. 401-405; Jean-Paul Roux, *Moğol İmparatorluğu Tarihi*, Çev: Aykut Kazancıgil ve Ayşe Bereket, Kabalcı Yayınevi, İstanbul 2001, s. 156-157; Jean-Paul Roux, *Orta Asya Tarih ve Uygarlık*, Çev: Lale Arslan, Kabalcı Yayınevi, İstanbul 2006, s. 208-220; İlhan Erdem, *Türkiye Selçukluları-İlhanlı İlişkileri (1258-1308)*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Ankara 1995, 30.

edebilecek bir güce erişmiştir.²² Moğollar Çin seferinin akabinde Karahıtaylar'ı ortadan kaldırmış ve Hârizmşahlar ile sınır komşusu haline gelmiştir. Bu komşuluk kısa sürede büyük mücadeleleri beraberinde getirmiştir. Yaşanan bu mücadeleler karşısında tutunamayan Hârizmşahlar, yüzyıllar boyunca Türk-İslâm medeniyetinin başlıca ilim ve kültür merkezleri olan Semerkand, Buhara, Hârizm, Mâverâünnehir, Horasan ve İran gibi coğrafyalarını Moğol hâkimiyetine bırakmıştır.²³

Cüveynî tarafından “cihan hükümdarı” olarak nitelendirilen Cengiz Han, ömrünü savaş meydanlarında geçirmiştir. Hatta ilerlemiş yaşına rağmen katılmış olduğu son seferinde yakalandığı hastalığın pençesinden kurtulamamış ve 1227 yılında vefat etmiştir.²⁴ Moğollar, Cengiz Han'dan sonra yeni bir döneme girmiş ve kısa bir duraklama döneminden sonra Mengü Han (1251-1259) döneminde yeniden toparlanıp harekete geçmişlerdir.²⁵ Ağabeyi Mengü Han'ın kendisine verdiği görevleri yerine getirmek üzere harekete geçen Hülâgû (1256-1265), öncelikle Batınîler üzerine seferler düzenlemiş ve 1256 yılında Alamut Kalesi'ni alarak darbedilen paralara kendi adını da ekleyerek ilhanlılığını duyurmuştur.²⁶

²² İbnü'l-Esîr, *El-Kamil Fi't-Tarih*, s. 329; Erdem, *Türkiye Selçukluları-İlhanlı İlişkileri*, s. 30.

²³ Cüzcânî, *Tabakât-ı Nâsirî*, s. 61-65, 72-76; Cüveynî, *Tarih-i Cihan Güşa*, s. 119, 130, 143, 147, 165, 177; Ötemiş Hacı, *Çengiz-nâme*, Haz: İlyas Kemaloğlu, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara, 2018, s. 3; Osman G. Özgüdenli, “Cengiz Han ve Moğol İmparatorluğu”, *Ortaçağ'da Türkler, Moğollar ve İranlılar (Kaynaklar ve Araştırmalar)*, Ötüken Neşriyat, İstanbul 2020, s. 225-227; Bu süreçte yaşanan gelişmelerin menakıpnameler üzerinden aktarımı için bkz: Eyyüp Yılmaz, “Moğol İstilâsına Dair İki Farklı Aktarım Biçimi: Tarihî Kaynaklar ve Menakıpnameler”, *Türk Kültürü ve Hacı Bektaş Velî Araştırma Dergisi*, S: 98, 2021, ss. 41-64.

²⁴ *Moğolların Gizli Tarihi*, s. 187-205; Cüzcânî, *Tabakât-ı Nâsirî*, s. 98-102; Cüveynî, *Tarih-i Cihan Güşa*, s. 184-187; Kazvinî, *Târih-i Güzide*, s. 472-473; Ebü'l-Ferec, *Târihu Muhtasari'd-Düvel*, s. 15; Roux, *Moğol İmparatorluğu Tarihi*, s. 251-253.

²⁵ Cüveynî, *Tarih-i Cihan Güşa*, s. 158-184.

²⁶ Cüveynî, *Tarih-i Cihan Güşa*, s. 503-506; Reşîdüddin Fazlullah, *Câmiu't-Tevârih*, s. 18; Abû'l-Farac, *Abû'l-Farac Tarihi*, s. 560; Ebü'l-Ferec, *Târihu Muhtasari'd-Düvel*, s. 27; Spuler, *İran Moğolları*, s. 59-77; Yuvalı, *İlhanlılar Tarihi*, s. 132-133; Thomas Theodore Allsen, *Politics of Mongol Imperialism Centralization and Resource Mobilization in the Reign of the Grand Qan Möngke, 1251-59*, Basılmamış Doktora Tezi, University of Minnesota, 1979, s. 38-63; Thomas T. Allsen, “Guard and Government in the Reign of The Grand Qan Möngke, 1251-59”, *Harvard Journal of Asiatic Studies*, Vol: 46, No: 2, 1986, ss. 495-521; Sara Nur Yıldız, *Mongol Rule in Thirteenth-century Seljuk Anatolia: The Politics of Conquest and History Writing, 1243-1282*, C. 1, University of Chicago, Department of Near

Batinîler meselesini büyük ölçüde çözüme kavuşturan Hülâgû, 1258 yılında Sünnî İslam dünyasının başkenti olan Bağdat seferini çıkmıştır.²⁷

3. Tabiatın Yasası yahut Halifenin Hurâfesi

Cihan hâkimiyeti mefkûresiyle hareket eden Moğollar, Anadolu'yu da tahakküm altına alarak diğer hedeflerine yönelmişlerdir.²⁸ Bu bağlamda Batinî kalelerini ele geçiren Hülâgû'nün Abbâsî Halifeliği'ne elçiler göndermesi son derece önemlidir. Oldukça sert bir üslup kullanarak Abbâsî Halifesi Müsta'sım-Billâh (1242-1258)'ı tehdit eden Hülâgû, bir an evvel onun da Moğol hâkimiyetini tanımasını istemiştir.²⁹ Müsta'sım-Billâh da Hülâgû'nün bu isteğine aynı üslupla cevap vermiştir. Yaşanan gelişmelere bakıldığında ikili arasındaki gerginliğin elçiler vasıtasıyla bir süre devam ettiği görülmektedir. Özellikle de Hülâgû'nün Bağdat'a geldiği takdirde kimseyi sağ bırakmayacağını ve her yeri ateşe vereceğini belirtmesi mezkûr gerginliği daha da arttırmıştır.³⁰ Ancak burada asıl üzerinde durulması gereken mesele Müsta'sım-Billâh'ın Hülâgû'nün bu tehditleri karşısında bazı hurâfeler ve bâtil inançları da ortaya koyan cevabî mektubudur. Mektupta yer alan hurâfeler ve bâtil inançlar daha çok Abbasîler ve Bağdat'a karşı düşmanlık besleyenler ve onlar üzerine harekete geçenlerin akıbetin ne olduğu hakkındadır. Zira Müsta'sım-Billâh tarih boyunca yaşanan olaylardan örnekler sunarak "manevi bir güç ile korunduklarını" ifade etmektedir. Halife'ye göre, kıyamete kadar ayakta kalmaya muktedir bir

Eastern Languages and Civilizations, Chicago 2006, s. 154-159; Hanifi Şahin, *İlhanlılar Döneminde Şiilik*, Ötüken Neşriyat, İstanbul 2010, s. 43.

²⁷ Reşîdüddin Fazlullah, *Câmiu't-Tevârih*, s. 47; Cüzcânî, *Tabakât-ı Nâsırî*, s. 162; Abû'l-Farac, *Abû'l-Farac Tarihi*, s. 570; Ebü'l-Ferec, *Târîhu Muhtasari'd-Düvel*, s. 34-35; Hamdullah Müstevfi-yi Kazvinî, *Târih-i Güzide*, Çev. Mürsel Öztürk, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara 2018, s. 297 ve 478; Kerîmüddin Mahmud-i Aksarayî, *Müsâmeretü'l-Ahbâr*, Çev. Mürsel Öztürk, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 2000, s. 38-40; Ötemiş Hacı, *Çengiz-nâme*, s. 3; el-Kalkaşendî, *Halifelik Kurumu ve Tarihi (1355-1417)*, Çev. Ramazan Şeşen, Yeditepe Yayınları, İstanbul, 2019, s. 224; İbnü't-Tıktaka, *El-Fahrî (Devlet İdaresi, Halifeler, Vezirleri Tarihi, 632-1258)*, Çev. Ramazan Şeşen, Bilge Kültür Sanat Yayınları, İstanbul 2016, s. 266; Bu sürece dair müstakil bir çalışma için bkz: Mustafa Aylar, *İlhanlılar Döneminde Bağdad (1258-1335)*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Ankara 2018.

²⁸ İbn Bibi, *El-Evâmirü'l-Alâiyye fi'l-Umûri'l-Alâ'iyye Selçuknâme*, Çev. Mürsel Öztürk, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara 2014, s. 511-515; Aksarayî, *Müsâmeretü'l-Ahbâr*, s. 38.

²⁹ Cüveynî, *Tarih-i Cihan Güşa*, s. 592; Reşîdüddin Fazlullah, *Câmiu't-Tevârih*, s. 30; Ebü'l-Ferec, *Târîhu Muhtasari'd-Düvel*, s. 32.

³⁰ Cüveynî, *Tarih-i Cihan Güşa*, s. 594-596; Reşîdüddin Fazlullah, *Câmiu't-Tevârih*, s. 31-32.

güce sahip olan Abbasîler üzerine sefer düzenleyenlerden kimileri karın ağrısından ölmüş, kimileri yolda hezimete uğrayarak perişan olmuş, kimileri de Allah'ın öfkesine yakalanarak ordusunun büyük bir kısmını kaybetmiştir. Şayet Moğollar da herhangi bir saldırıya geçerlerse onların akıbeti de farklı olmayacaktır.³¹

Sünnî dünyanın lideri konumunda olan Abbâsî Halifesi Müsta'sım-Billâh'ın kendini ve devletini bazı hurâfe ve bâtil inançlarla korumaya çalışması son derece dikkat çekicidir. Dikkat çeken bir diğer husus ise göçebe kültürün önemli temsilcilerinden biri olan Moğollar'ın Halife'nin bu sözlerinden etkilenmiş olmalarıdır. Nitekim Şamanist bir gelenekten beslenen Hülâgû, bir yandan savaşa hazırlanırken diğer yandan da Münecim Hüsameddîn ile görüşerek Halife'nin sözlerini değerlendirmesini istemiştir. Münecim'in Hülâgû'ye verdiği cevaba bakıldığında Halife ile aynı düşüncede olduğu görülmektedir. Çünkü o da Abbasî soyuna ve Bağdat'a saldırmanın birçok uğursuzluk getireceğini dile getirmiştir. Münecim'e göre Moğollar Bağdat'a saldırırlarsa; bütün atlar ölecek ve askerler hastalanacaktır. Ayrıca şiddetli bir fırtına çıkacak ve dünya büyük bir depremle harabeye dönecektir. Bir daha güneş doğmayacağı gibi yağmur da yağmayacak ve yerden bitki de çıkmayacaktır. Hatta o yıl Moğollar'ın büyük hanı da ölecektir.³²

Münecim Hüsameddîn'in bu sözleri karşısında oldukça etkilenen Hülâgû ondan bu olayların nasıl olacağına dair bir delil istemiştir. Fakat Münecim Hüsameddîn'in "bunların yazılı olduğu bir kâğıttan" başka delili olmamıştır. Böylece bahşiler ve emirler söz birliği ederek Bağdat'a girmenin bir sakıncası olmadığına kanaat getirmişlerdir. Hülâgû tam olarak tatmin olmak adına bu defa da İranlı âlim ve filozof olan Hâce Nasîrüddin Tûsî ile bir görüşme yapmıştır. Ünlü filozof, Hülâgû'nün kendisini sınamak istediğini düşünerek Münecim Hüsameddîn'in gerçekleşeceğini iddia ettiği hiçbir olayın olamayacağını ifade etmiştir. Bu iddialar neticesinde Hülâgû'nün talimatıyla ünlü filozof ve münecim arasında bir tartışma tertip edilmiştir. Tartışma esnasında Nasîrüddin Tûsî: "Müslümanlar'ın ortak görüşüyle büyük sahabeden birçoğu şehit oldular ve hiçbir fesat ortaya çıkmadı. Horasan'dan Tahir, Me'mun'un hükmüyle gelip kardeşi Muhammed Emin'i öldürdü. Mütevekkil'i, oğlu emirlerle birlikte öldürdü ve Muntasır'ı ve Mu'tez'i, emirleri ve köleleri öldürdüler."³³ Bütün bunlar yaşanırken hiçbir fesat çıkmadı, güneş doğmaya devam etti, yağmur da hala yağmaktadır. Öldürülen bunca sahabe ve halifeye rağmen yerden bitkiler

³¹ Reşîdüddin Fazlullah, *Câmiu't-Tevârih*, s. 35.

³² Reşîdüddin Fazlullah, *Câmiu't-Tevârih*, s. 37.

³³ Reşîdüddin Fazlullah, *Câmiu't-Tevârih*, s. 38.

çıkmaya devam ettiği gibi şiddetli bir fırtına ile birlikte büyük bir deprem de görülmüş değildir mealinde bir konuşma yapmıştır. Bu sözler karşısında Hülâgû “o zaman ne olur” diye sorunca Nasîrüddin Tûsî de haklı olarak “Halife’nin yerine Hülâgû olur” cevabını vermiştir. Reşîdüddin Fazlullah, bu tartışmadan sonra Hülâgû’nün durumunu “âlimin sözlerinden pâdişâhın yüreği ilkbaharda lâle gibi açıldı” mısralarıyla ifade etmektedir.³⁴

Selçukluları tarihinin en önemli kaynaklarından *Müsâmeretü’l-ahbâr* adlı eseriyle tanınan tarihçi Mahmûd b. Muhammed el-Aksarâyî (ö. 1332-33) ise Nasîrüddin Tûsî’nin konuşmasına dair değerlendirmelerde bulunurken (muhtemelen Abbâsî Halifesi Müsta’sım-Billâh ve Münecim Hüsameddîn’i kastederek) şunları ifade etmiştir: “Bunlar akla aykırı konuşular. Müminlerin emiri Osman’ı ve Ali’yi öldürdüler. O zaman gök, yağmur yağdırma görevini bırakmadı. Üstelik onlar Hazreti Peygamberin yakınlarından, halifelerin en seçkinlerinden ve en büyüklerindendiler. Öyleyse Halife Müsta’sım’ın öldürülmesiyle gök, güneş ve gezegenler görevlerini niye yapmaz olsunlar? Bu konuda Allah’ın elçisi şöyle buyuruyor: Ay ve güneş, Allah’ın işaretlerinden iki işarettir. Herhangi birinin ölümüyle tutulmazlar.”³⁵

Hülâgû, Abbasîler üzerine sefer düzenlediği takdirde herhangi bir felâkete uğramayacağından emin olduktan sonra harekete geçmiş ve kısa sürede Bağdat’ı almıştır. Ayrıca son Abbâsî halifesi Müsta’sım-Billâh’ı öldürerek uzun bir süredir siyasî gücünü yitiren Abbasîler’e de son vermiştir.³⁶ Abbasîler’in Moğollar tarafından yıkılması da birçok hurâfe ve bâtil inançları beraberinde getirmiştir. Bu noktada özellikle “Kâbe’nin siyah örtüsünün yere düşmesi” olayı zikredilmeye değerdir. Zira bu olay yaşanan bazı tarihî gelişmelerin İslâm toplumları nazarında nasıl yorumlandığını ortaya koymasından da önemlidir. Kaynakların ifadesine göre, Bağdat’ın Moğollar tarafından işgalinden önce yaşanan bazı büyük salgınlar, kıtlıklar, doğal felâketler, nedeniyle yaklaşık dört sene Hicaz’a dışarıdan hacı adayı gelmediğinden Halife Müsta’sım-Billâh tarafından Kâbe’nin örtüsü yenilenmemiştir. Tam da bu yıllarda Mekke’de meydana gelen fırtına sebebiyle yıpranan Kâbe’nin siyah örtüsü yere düşmüş ve neticede Kâbe bir süre örtüsüz kalmıştır. Aslında neden sonuç ilişkisi bağlamında son derece

³⁴ Reşîdüddin Fazlullah, *Câmiu’t-Tevârih*, s. 38.

³⁵ Aksarâyî, *Müsâmeretü’l-Ahbâr*, s. 38; Bu rivayete dair bazı değerlendirmeler için bkz: Murat Tural, “Hülâgû Han’ın Bağdat’ı İstilasası (1258) ve Tahribe Teşvik Meselesi”, *Tarih Okulu Dergisi (TOD)*, Yıl: 10, Sayı: XXX, 2017, s. 24-25.

³⁶ Cüveynî, *Tarih-i Cihan Güşa*, s. 596-597; Reşîdüddin Fazlullah, *Câmiu’t-Tevârih*, s. 47; Abû’l-Farac, *Abû’l-Farac Tarihi*, s. 568; Ebü’l-Ferec, *Târîhu Muhtasari’d-Düvel*, s. 33; Aksarayî, *Müsâmeretü’l-Ahbâr*, s. 39; Kazvinî, *Târih-i Güzide*, s. 297; Cüzcânî, *Tabakât-ı Nâsırî*, s. 158; İbnü’t-Tıktaka, *El-Fahrî*, s. 234-235.

olağan bir durum gibi görünen bu gelişme, bazı müellifler tarafından Abbasîler'in çöküşüne bir işaret ve *Moğol belâsına* bir delâlet olarak nakledilmiştir. Bu iddiaya gerekçe olarak da Kâbe'yi bakımsız bırakarak İslâm'ın hizmetkârlığı görevini yerine getiremeyen Abbasîler'in artık Müslümanlar üzerinde bir hâkimiyetleri kalmadığı gösterilmiştir.³⁷ Görüldüğü üzere bir yandan Abbasî iktidarı kendi "kutsal soyunu" koruma altına almak için bazı hurâfeler ve bâtil inançlara umut bağlarken, bu kutsal soyun görevini yerine getirmediğini düşünen bazıları da onların Moğollar tarafından yıkılışını yine benzer inançlarla dile getirmektedir.

Abbasîler'in yıkılışını bazı hurâfeler ve bâtil inançlara bağlayan temayüller bizzat son Abbâsî halifesinin öldürülmesi meselesinde de kendini göstermiştir. İlginçtir ki Moğollar safında Bağdat'ın işgalinde birçok yıkım ve katliamda rol oynayan bazı Müslümanlar, Müsta'sım-Billâh'ın öldürülmesi esnasında büyük bir telaşa kapılmışlardır. Çünkü onlara göre, Halife'nin kanını yere dökmek büyük felâketler meydana getirecektir.³⁸ Fakat onların kutsal kanı yere dökmek için gösterdikleri yoğun çaba Halife'yi kurtarmaya yetmemiş bilakis konulduğu bir çuvalda sürekli tekmelenmek suretiyle öldürülmüştür.³⁹

Sonuç ve Değerlendirme

Moğollar, doğudan batıya esen bir fırtına gibi bir yandan coğrafyaların siyasî dengelerini değiştirirken, diğer yandan değişen siyasî dengelere bağlı olarak toplumların dinî ve düşünsel yapılarını da etkilemiştir. Zira siyasi ve askeri bir deha addedilen kurucu lider Cengiz Han'ın başlatmış olduğu istilâ hareketiyle birlikte Ortaçağ'da devletlerin ve toplumların kaderi yeniden belirlenmiştir. Adını ve gücünü Tanrı'dan aldığını iddia eden Cengiz Han, çok kısa bir süre zarfında dönemin en güçlü devletleri olan Çin, Karahitaylar ve Hârizmşahlar ile mücadele edebilecek bir güce erişmiştir. Birçok liderin

³⁷ İbn Kesîr, *el-Bidâye ve'n-Nihâye (Büyük İslam Tarihi)*, C. 13, Çev. Mehmet Keskin, Çağ Yayınları, İstanbul 1994, s. 321; Michael Walters Dols, *The Black Death in the Middle East*, Princeton University Press, 1977, s. 143-194; Eyüp Öztürk, *Velilik ve Delilik Arasında İbnu's-Serrâc'ın Gözünden Muvelleh Dervişler*, Kitap Yayınevi, İstanbul 2013, s. 55; Muhammed Said Güler, *Moğol İstilâsı ve Aynicâlût Savaşı*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul 2018, s. 68-71; İstilâ sürecinde meydana gelen olaylara dair benzer değerlendirmeler için bkz: Eyyüp Yılmaz, "Moğollar Zamanında İslâm Toplumlarında Görülen Bazı Doğal Âfetler ve Salgın Hastalıklar", *Zamanın İzleri: Salgın*, Ed: Mehmet Alaaddin Yalçınkaya vd., Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, Trabzon 2021, s. 103-107.

³⁸ Cûzcânî, *Tabakât-ı Nâsirî*, s. 162; Abû'l-Farac, *Abû'l-Farac Tarihi*, s. 570; Aksarayî, *Müsâmeretü'l-Ahbâr*, s. 38.

³⁹ Cûzcânî, *Tabakât-ı Nâsirî*, s. 162; Abû'l-Farac, *Abû'l-Farac Tarihi*, s. 570.

hedefi olan Çin'e ulaşması da uzun sürmemiştir. Cengiz Han öncülüğünde Moğollar Çin seferinin akabinde Karahıtaylar'ı ortadan kaldırmış ve Hârizmşahlar ile sınır komşusu haline gelmiştir. Yaşanan bazı hadiseler Moğollar ile Hârizmşahlar'ı karşı karşıya getirmiş ve mücadeleler kaçınılmaz olmuştur. Moğollar gibi dinamik bir güce karşı koyamayan Hârizmşahlar, yüzyıllar boyunca Türk-İslâm medeniyetinin başlıca ilim ve kültür merkezleri olan Semerkand, Buhara, Hârizm, Mâverâünnehir, Horasan ve İnan gibi coğrafyalarını onların hâkimiyetine bırakmıştır.

Hakimiyetini oldukça geniş coğrafyalara yaymayı başaran Cengiz Han, ilerlemiş yaşına rağmen katılmış olduğu son seferinde yakalandığı hastalığın pençesinden kurtulamamış ve 1227 yılında vefat etmiştir. Cüveynî tarafından cihan hükümdarı olarak nitelendirilen Cengiz Han'ın ölümünden kısa bir süre sonra Mengü Han döneminde yeniden toparlanıp harekete geçen Moğollar'ın hedefleri arasına Batinîler ve Abbasîler de eklenmiştir. Bu görev ağabeyi Mengü Han tarafından kardeşi Hülâgû'ye verilmiştir. Kısa sürece Batinî meselesini Moğollar lehine halleden Hülâgû, yönünü Bağdat'a çevirmiştir. Böylece Şamanist Moğollar ile Sünnî İslam dünyasının lideri olan Abbasîler karşı karşıya gelmiştir.

Moğollar tarafından tehdit edilen Abbâsî Halifesi Müsta'sım-Billâh'ın kendini ve devletini bazı hurâfe ve bâtil inançlarla korumaya çalışması son derece dikkat çekicidir. Halife'ye göre, Abbasî hanedanının temelleri öyle sağlamdır ki kıyamete kadar ayakta kalacaktır. Zira tarih bunun en güzel şahididir. Çünkü nice şahlar, hüsrevler ve sultanlar bu temelleri yıkmak için harekete geçmişlerse sonları hüsrana olmuştur. Bunlardan bazıları "Allah'ın öfkesinden" kara borana yakalanmış ve telef olmuştur. Şayet Moğollar da bu yola tevessül ederlerse onların akıbeti de farklı olmayacaktır. Elbette bu ve benzeri sözler halifenin hurâfeleridir. Zira Allah'ın tabiat için koymuş olduğu bir yasa var ve bu yasa herhangi bir şahıs yahut soyun devamı için istisna kabul etmemektedir. Fakat olayların seyrinden anlaşılmaktadır ki halifenin bu hurâfesi bazı kesimler tarafından kabul görmüştür. Bu noktada çalışmanın merkezinde yer alan Münecim Hüsameddîn son derece güzel bir örnek teşkil etmektedir. Hülâgû'nün talimatıyla halifenin sözlerini değerlendiren Münecim, adeta onu teyit etmiş ve yedi büyük felâketin yaşanacağını sözlerine eklemiştir. Münecim Hüsameddîn'den sonra samanların da görüşünü alan Hülâgû, nihayette İranlı âlim ve filozof olan Hâce Nasîrüddin Tûsî ile bir görüşme yapmıştır. Hâce Nasîrüddin Tûsî, halifenin ve Münecim Hüsameddîn'in sarf ettiği sözlerin gerçeği yansıtmadığını dile getirmiştir. Ayrıca İranlı âlim ve filozof tarihten örnekler seçerek; öldürülen bunca sahabe ve halifeye rağmen yerden bitkiler çıkmaya devam ettiği gibi şiddetli bir fırtına ile birlikte büyük bir deprem de görülmüş değildir mealinde bir konuşma yapmıştır. Hâce Nasîrüddin Tûsî bu

sözleriyle Hülâgû'yü ikna etmiş ve Bağdat kısa sürede Moğol hakimiyetine girmiştir. Moğollar Bağdat'ı işgal ederken ne Halife Müsta'sım-Billâh'ın ne de Münecim Hüsameddîn'in bahsettiği herhangi bir felâket yaşanmamıştır. Üstelik son Abbâsî halifesi, kaderin bir cilvesi olarak başka bir hurâfenin etkisiyle bir çuvalda sürekli tekmelenmek suretiyle öldürülmüştür.

Kaynakça

ABDULKERİM KUŞEYRÎ, *Kuşeyrî Risâlesi*, Haz: Süleyman Uludağ, Dergâh Yayınları, İstanbul 2014.

AKNERLİ GRİGOR, *Okçu Milletinin Tarihi*, Çev: Hrand D. Andriasyan, Yeditepe Yayınları, İstanbul 2012.

ALAADDİN ATA MELİK CÜVEYNÎ, *Tarih-i Cihan Güşa*, Çev: Mürsel Öztürk, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara 2013.

ALÂÜDDİN ATÂ MELİK CÜVEYNÎ, *Târîh-i Cihângüşâ*, C: 1, Neş: Mirza Muhammed Kazvîni, Tahran 1389.

ALLSEN, Thomas T., "Guard and Government in the Reign of The Grand Qan Möngke, 1251-59", *Harvard Journal of Asiatic Studies*, Vol: 46, No: 2, 1986.

ALLSEN, Thomas Theodore, *Politics of Mongol Imperialism Centralization and Resource Mobilization in the Reign of the Grand Qan Möngke, 1251-59*, Basılmamış Doktora Tezi, University of Minnesota 1979.

ALTINTAŞ, Ramazan, "İslâm Anlayışında Bid'at ve Hurâfenin Çerçevesi", *Dini Araştırmalar*, C: 6, S: 16, 2003.

ARPAGUŞ, Hatice K., "Mitoloji, Kur'ân-ı Kerîm Kıssaları ve Kültürel Miras", *Marmara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, S: 25, (2003/2).

AYLAR, Mustafa, *İlhanlılar Döneminde Bağdad (1258-1335)*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Ankara 2018.

BALABAN, Tuğrul, *Amasya Efsane, Menkabe ve Memoratları (Derleme, İnceleme, Metin)*, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Erzurum 2013.

BARTHOLD, V. V., *Moğol İstilâsına Kadar Türkistan*, Haz: Hakkı Dursun Yıldız, Kronik Kitap, İstanbul 2017.

BLESSİNG, Patricia, *Moğol Fethinden Sonra Anadolu'nun Yeniden İnşası Rum Diyarında İslâmî Mimari (1240-1330)*, Çev: Merve Özkılıç, Koç Üniversitesi Yayınları, İstanbul 2018.

CARMODY, Denise Lardner, John Tully Carmody, *Mysticism: Holiness East and West*, Oxford University Press, New York 1996.

ÇAKAN, İsmail Lütfi, *Hurafeler ve Batıl İnanışlar*, Marifet Yayınları, İstanbul 1981.

DOLS, Michael Walters, *The Black Death in the Middle East*, Princeton University Press, 1977.

EBÜ'L-FEREC-İBNÜ'L-İBRÎ, *Târihu Muhtasari'd-Düvel*, Çev: Şerafeddin Yalčkaya, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara, 2011.

EL-KALKAŞENDÎ, *Halifelik Kurumu ve Tarihi (1355-1417)*, Çev: Ramazan Şeşen, Yeditepe Yayınları, İstanbul 2019.

ERDEM, İlhan, *Türkiye Selçukluları-İlhanlı İlişkileri (1258-1308)*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Ankara 1995.

GOLDEN, Peter B., *Türk Halkları Tarihine Giriş Ortaçağ ve Erken Yeniçağ'da Avrasya ve Ortadoğu'da Etnik Yapı ve Devlet Oluşumu*, Çev: Osman Karatay, Ötüken Neşriyat, İstanbul 2017.

GÖLCÜK, Şerafettin, "Esâtîr", *TDV İslâm Ansiklopedisi*, C: 11, 1995, ss. 359-360.

GREGORY ABÜ'L-FARAC (BAR HEBRAEUS), *Abû'l-Farac Tarihi*, C: II, Süryanice'den İngilizce'ye çeviren: Ernest A. Wallis Budge, Türkçe'ye çeviren, Ömer Rıza Doğrul, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 1987.

GÜLER, Muhammed Said, *Moğol İstîlâsı ve Aynicâlût Savaşı*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul 2018.

GÜNDÜZ, Şinasi, *Mitoloji ile İnanç Arasında -Ortadoğu Dinsel Gelenekleri Üzerinde Yazılar-*, Etüt Yayınları, Samsun 1998.

HAMDULLAH MÜSTEVFÎ-YI KAZVINÎ, *Târih-i Güzide*, Çev. Mürsel Öztürk, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara 2018.

HAYKIRAN, Kemal Ramazan, *Moğollar Zamanında Yakın Doğu*, Ötüken Neşriyat, İstanbul 2016.

HEI TA SHI LU, "Kara Tatarlar'a Dair Muhtasar", *Cengiz İmparatorluğu Hakkında İlk Tarih Kayıtları: Meng Ta pei lu ve Hei Ta shi lu*, Çev: Ankhbayar Danuu, Yayına Haz: Mustafa Uyar, Ötüken Neşriyat, İstanbul 2012.

HODGSON, Marshall G. S., *İslâm'ın Serüveni Bir Dünya Medeniyetinde Bilinç ve Tarih Orta*

Dönemlerde İslâm'ın Yayılışı, C. 2, Çev. Komisyon, İz Yayıncılık, İstanbul 1993.

HUCVİRÎ, *Keşfu'l-Mahcûb (Hakikat Bilgisi)*, Haz: Süleyman Uludağ, Dergâh Yayınları, İstanbul 2014.

İBN BİBÎ, *El-Evâmirü'l-Alâiyye fi'l-Umûri'l-Alâ'iyye Selçuknâme*, Çev. Mürsel Öztürk, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara 2014.

İBN HALDUN, *Mukaddime*, C: 1, Haz: Süleyman Uludağ, Dergâh Yayınları, İstanbul 2017.

İBN KESİR, *el-Bidâye ve'n-Nihâye (Büyük İslam Tarihi)*, C. 13, Çev. Mehmet Keskin, Çağ Yayınları, İstanbul 1994.

İBNÜ'L-ESİR, *İslâm Tarihi El-Kamil Fi't-Tarih Tercümesi*, C: 12, Çev: Ahmet Ağırakça-Abdülkerim Özaydın, Damar Yayınları, İstanbul 1987.

İBNÜ'T-TIKTAKA, *El-Fahrî (Devlet İdaresi, Halifeler, Vezirleri Tarihi, 632-1258)*, Çev: Ramazan Şeşen, Bilge Kültür Sanat Yayınları, İstanbul 2016.

İNAN, Abdülkadir, *Hurâfeler ve Menşeleri*, Nur Matbaası, Ankara 1962.

İNAN, Abdülkadir, *Tarihte ve Bugün Şamanizm Materyaller ve Araştırmalar*, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 1986.

KARA, Mustafa, *Tasavvuf ve Tarikatlar Tarihi*, Dergâh Yayınları, İstanbul 2013.

KERİMÜDDİN MAHMUD-I AKSARAYÎ, *Müsâmeretü'l-Ahbâr*, Çev: Mürsel Öztürk, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 2000.

KILIÇ, Cevdet, *Hak Dini ve Halk Din*, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Ankara 1998.

KÖPRÜLÜ, M. Fuad, *Türk Edebiyatında İlk Mutasavvıflar*, Haz: Orhan Köprülü, Akçağ Yayınları, Ankara 2013.

KÖPRÜLÜ, M. Fuad, *Türk Tarih-i Dinîsi*, Haz: Metin Ergun, Akçağ Yayınları, Ankara 2005.

KÖSE, Ali ve Ali Ayten, "Bâtıl İnanç ve Davranışlar Üzerine Psiko-sosyolojik Bir Analiz", *Dinbilimleri Akademik Araştırma Dergisi*, C: IX, S: 3, 2009.

MANGHOL-UN NIUÇA TOBÇA'AN (YÜAN- CH'AO PI-SHI), *Moğolların Gizli Tarihi (Yazılışı: 1240)*, Çev: Ahmet Temir, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara 2019.

MESUDÎ, *Kitâbü't-Tenbih ve'l-İşraf (Coğrafya ve Tarih)*, Mütercim: Ramazan Şeşen, Bilge Kültür Sanat Yayınları, İstanbul 2018.

MİN HÂC-I SIRÂC EL-CÛZCÂNÎ, *Tabakât-ı Nâsırî Moğol İstilasına Dair Kayıtlar*, Çeviri ve Notlar: Mustafa Uyar, Ötüken Neşriyat, İstanbul 2016.

OCAK, Ahmet Yaşar, "İslâm'ın Temel İnançları Etrafında Oluşan "Mitolojik" Kültür: "İslâm Mitolojisi" Yahut İslâm İlahiyatının İhmal Edilmiş Önemli Bir Sorunsalı (Bir "mise-en-question" Denemesi)", *Milel ve Nihal İnanç, Kültür ve Mitoloji Araştırmaları Dergisi*, C: 6, S: 1, 2009, ss. 137-163.

OCAK, Ahmet Yaşar, "Mevlânâ Önce Kendi Zaman ve Zemininin İnsanıdır yahut Mevlânâ'yı Doğru Anlamak Üzerine", *Ortaçağlar Anadolu'sunda İslam'ın Ayak İzleri: Selçuklu Dönemi Makaleler-İncelemeler*, Kitap Yayınevi, İstanbul 2011, ss. 194-214.

OCAK, Ahmet Yaşar, "Tarihsel Süreç İçinde Türklerin İslâm Yorumu (Tarih Boyunca Türkler ve İslâm Problemine Genel Bir Bakış Denemesi)", *Türkler, Türkiye ve İslâm (Yaklaşım, Yöntem ve Yorum Denemeleri)*, İletişim Yayınları, İstanbul 2011, ss. 23-76.

OCAK, Ahmet Yaşar, *Türkiye'de Tarihin Saptırılması Sürecinde Türk Sufiliğine Bakışlar (Yaklaşım, Yöntem ve Yorum Denemeleri)*, İletişim Yayınları, İstanbul 2012.

ÖTEMİŞ HACI, *Çengiz-nâme*, Haz: İlyas Kemaloğlu, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara 2018.

ÖZGÜDENLİ, Osman Gazi, *Moğol İnançlarında Gelenek ve Değişim Gâzân Han ve Reformları (1295-1304)*, Kaknüs Yayınları, İstanbul 2009.

ÖZGÜDENLİ, Osman G., "Cengiz Han ve Moğol İmparatorluğu", *Ortaçağ'da Türkler, Moğollar ve İranlılar (Kaynaklar ve Araştırmalar)*, Ötüken Neşriyat, İstanbul 2020.

ÖZTÜRK, Eyüp, *Velilik ve Delilik Arasında İbnu's-Serrâc'ın Gözünden Muvelleh Dervişler*, Kitap Yayınevi, İstanbul 2013.

ROUX, Jean-Paul, *Moğol İmparatorluğu Tarihi*, Çev: Aykut Kazancıgil ve Ayşe Bereket, Kabalcı Yayınevi, İstanbul 2001.

ROUX, Jean-Paul, *Orta Asya Tarih ve Uygarlık*, Çev: Lale Arslan, Kabalcı Yayınevi, İstanbul 2006.

SIMON O'MEARA, *Mekân ve Müslüman Şehir Hayatı Fes Labirentinin Sınırlarında*, Çev: Hatice Orman Topçu, Açılım Kitap, İstanbul 2014.

SPULER, Bertold, *İran Moğolları (Siyaset, İdare ve Kültür İlhanlılar Devri, 1220-1350)*, Çev: Cemal Köprülü, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 2011.

SUZUKI, D. T., *Mysticism: Christian and Buddhist*, Routledge, London 2002.

ŞAHİN, Hanifi, *İlhanlılar Döneminde Şiilik*, Ötüken Neşriyat, İstanbul 2010.

ŞAHİN, Haşim, *Erken Osmanlı Döneminde Dinî Zümreler, Dervişler, Fakihler, Gaziler (1300-1400)*, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul 2020.

TURAL, Murat, "Hülâgû Han'ın Bağdat'ı İstilasası (1258) ve Tahribe Teşvik Meselesi", *Tarih Okulu Dergisi (TOD)*, Yıl: 10, Sayı: XXX, 2017, ss. 21-50.

TURAN, Osman, "The Ideal of World Domination among the Medieval Turks", *Studia Islamica*, No: 4, 1955, ss. 77-90.

UYAR, Mustafa, *İlhanlı (İran Moğolları) Devleti'nin Askerî Teşkilatı (Orta Çağ Moğol Ordularında Gelenek ve Dönüşüm)*, Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara 2020.

VLADIMIRTSOV, B.Y., *Moğolların İçtimaî Teşkilâtı Moğol Göçebe Feodalizmi*, Çev: Abdülkadir İnan, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara 1995.

YAVUZ, Yusuf Şevki, "Hurafe", *TDV İslâm Ansiklopedisi*, C: 18, 1998.

YEL, Ali Murat, "Hurafe", *TDV İslâm Ansiklopedisi*, C: 18, 1998, ss. 381-382.

YILDIZ, Sara Nur, *Mongol Rule in Thirteenth-century Seljuk Anatolia: The Politics of Conquest and History Writing, 1243-1282*, C. 1, University of Chicago, Department of Near Eastern Languages and Civilizations, Chicago 2006.

YILMAZ, Eyyüp, *Tasavvuf'un Anadolu'ya Yayılmasında Moğol İstilâsı'nın Etkisi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya 2015.

YILMAZ, Eyyüp, “Moğol İstilâsına Dair İki Farklı Aktarım Biçimi: Tarihi Kaynaklar ve Menakıpnameler”, *Türk Kültürü ve Hacı Bektaş Veli Araştırma Dergisi*, S: 98, 2021, ss. 41-64.

YILMAZ, Eyyüp, “Moğollar Zamanında İslâm Topluluklarında Görülen Bazı Doğal Âfetler ve Salgın Hastalıklar”, *Zamanın İzleri: Salgın*, Ed: Mehmet Alaaddin Yalçınkaya vd., Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, Trabzon 2021.

YUVALI, Abdulkadir, *İlhanlı Tarihi*, Bilge Kültür Sanat, İstanbul 2017.

OSMANLI ANADOLU'SUNDA YAŞANAN KURAKLIK VE DON HADİSELERİNİN TOPLUMA TESİRİ

Mehmet Alaaddin YALÇINKAYA*

Giriş

Tarih boyunca dünyanın birçok bölgesinde aynı veya farklı zaman diliminde görülen kuraklık ve don hadiseleri devlet ve toplumların hayat tarzlarını etkilemiştir. Bu durum toplumlar arasında çeşitli çatışmalara neden olmuştur. Kuraklık ve büyük don hadiselerinden dolayı kitlesel göç hareketleri de tarih boyunca görülmüştür. Kuraklığın ve don hadiselerinin tabii neticelerinden en önemlileri kıtlık ve göç dalgalarıdır ki bu olaylar devletler ve toplumlar üzerinde büyük afetlere ve krizlere sebebiyet vermiştir. Bütün dünyada olduğu gibi Osmanlı Devleti'nde de kuraklık ve don hadiseleri görülmüş olup neticesinde göç ve kıtlık gibi toplum üzerinde büyük etkisi olan afetler ve krizler ortaya çıkmıştır. Osmanlı kaynaklarında “kuraklık ve kıtlık” gibi hadiseler genelde “kaht” olarak ifade edilmektedir.¹ Kuraklıklarla birlikte suların azalması bitkilerin tahribine, hayvanların telef olmasına halkın zamanla yiyecek ve içecek sıkıntısına girmesine yol açmıştır. Kuraklık neticesinde yaşanan kıtlıkla beraber bitki ve su kaynaklarının kuruması nedeniyle çok sayıda insan hayatını kaybetmiştir. Bunun yanı sıra artan su sıkıntısı havzalarda halkın sağlıksız ortamda yaşamalarına olduğu için salgın hastalıkların da artmasına ortam hazırlamıştır.

Osmanlı Devleti'nde halkın büyük bir kısmı tarım ve hayvancılıkla hayatlarını sürdürmekteydiler. Yağışın kıt veya az olduğu dönemlerde ve yaşanan büyük veya kısmi don hadiselerinde tarım ve hayvancılıkla geçimlerini sürdüren köylüler ürün elde etmekte çok zorlanmışlardır. Bu nedenle özellikle kuraklığın yaşandığı topraklardaki insanlar kuraklıktan etkilenmeyen ya da daha az etkilenen havzalara doğru göç etmişlerdir. Göç hadiseleri dolayısıyla halkın tarım veya hayvancılık yaptığı topraklarını terk etmesi sebebiyle tarım ve hayvansal üretimde çok büyük kayıplar yaşanmaktaydı. Bu ise devletin temel gelir kaynağı olan öşür, avarız ve

* Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Tarih Bölümü, Trabzon, alaaddin@ktu.edu.tr

¹ Abdülkadir Gül, “Osmanlı Devleti'nde Kuraklık ve Kıtlık (Erzurum Vilayeti Örneği: 1892–1893 ve 1906–1908 Yılları)”, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi* 2/9, 2009, s. 144-158, özellikle bkz. s. 144.

ağnam gibi köylüden alınan vergilerin büyük ölçüde düşmesine sebebiyet vermekteydi. Kuraklığın havzada üst üste birkaç yıl sürmesi neticesinde oluşan kıtlık sadece göçe sebep olmamış aynı zamanda bu bölgelerde yer yer çok büyük asayiş sorunlarını beraberinde getirmiştir. Büyük veya küçük çaplı hırsızlık, eşkıyalık hareketleri, yağma, talan, cürüm ve cinayet hadiseleri de yaşanmıştır. Bu gelişmelerin tesiri ise payitaht İstanbul'da bile hissedilmiştir. Özellikle İstanbul'a yakın olan Anadolu ve Balkanlar'daki kuraklık ve don hadiseleri, ayrıca erzak sıkıntısı ve hayat pahalılığına sebep olmuştur.

Bu makalede Osmanlılarda devlet ve toplumu derinden etkileyen sosyal hayata ve iktisadi yapıya büyük zarar veren kuraklık ve don hadiseleri ele alınacaktır. Çalışmada özellikle de Osmanlı coğrafyasında yaşanan kuraklık ve don hadiseleri hakkında yapılmış çalışmalar değerlendirilecek, Osmanlı coğrafyasında yaşanan kuraklık ve don hadiselerinin sebepleri ve ortaya çıktığı sahalara, Küçük Buzul Çağı'nın Osmanlı coğrafyası üzerindeki tesiri, Klasik dönemde yaşanan kuraklık ve don hadiselerinin Osmanlı ekonomisine ve toplum hayatına tesiri ile 19. yüzyılda Anadolu'da yaşanan kuraklık ve don hadiselerinin Osmanlı ekonomisine ve toplum hayatına tesiri hakkındaki konular üzerinde yoğunlaşacaktır.

Osmanlı Coğrafyasında Yaşanan Kuraklık ve Don Hadiseleri Hakkında Yapılan Çalışmalar

Osmanlı Devleti'ndeki kuraklık ve don hadiselerini makro düzeyde ele alan az sayıda araştırma vardır. Bununla birlikte son dönemlerde bu alanda yapılan yüksek lisans ve doktora tezlerinde bir artış görülmektedir. Bu çalışmalara paralel olarak birçok makale kaleme alınmıştır. Yapılan bu araştırmalar hem mekân hem de zaman bakımından sınırlı çalışmalardır. Bu alanda yapılan en önemli doktora çalışmalarından biri Mehmet Yavuz Erler'in Tanzimat dönemini içerisine alan *Ankara ve Konya Vilayetlerinde Kuraklık ve Kıtlık* konusunu ele aldığı 1997 tarihli tezidir. Erler'in bu çalışması kendinden sonra yapılan çalışmalara örnek teşkil etmiştir.² Semih Çelik de Erler'in araştırmasına paralel olarak 2010 yılının Eylül'ünde hazırlanmış olduğu yüksek lisans çalışmasında Ankara'daki 1845 yılında meydana gelen kuraklığın toplumun her katmanını farklı yönlerden nasıl

² Mehmet Yavuz Erler, *Ankara ve Konya Vilayetlerinde Kuraklık ve Kıtlık (1845 ve 1874 yılları)*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Samsun 1997 ve *Osmanlı Devleti'nde Kuraklık ve Kıtlık Olayları*, Libra Yayınevi, 2010.

etkilediğini ele almıştır.³ Yine Yener Bayar'ın 2013 yılında hazırladığı yüksek lisans tezi 1873-1875 yıllarında Orta Anadolu'da meydana gelen kuraklık sonucundaki kıtlığı araştırmaktadır.⁴ Eylem Tekemen Altındaş'ın 2016 yılında hazırladığı *19. Yüzyılın İkinci Yarısında Ankara* adlı doktora tez çalışması Ankara ve çevresinde meydana gelen kuraklığın yansımalarını detaylı bir şekilde ele almıştır.⁵ Sabri Mengirkaon'un 2021 yılında yaptığı doktora tezinde de 19. yüzyılda Diyarbakır'daki kıtlığın nedenlerinden en önemlisinin kuraklık olduğuna işaret edilmektedir.⁶ Bu çalışmalar 19. yüzyılda Osmanlı Anadolu'sunda kuraklıklar neticesinde kıtlık, göç ve ölümlerin meydana geldiğini açık bir biçimde ortaya koyması açısından önem arz etmektedir.

Ayrıca Zafer Karademir'in 16. ve 17. yüzyıllarda Osmanlı iktisadi durumunu etkileyen ve kıtlıklarla sonuçlanan kuraklıkları ele aldığı 2013 tarihli doktora tez çalışması⁷ ve Roiala Mamedova'nın Küçük Buzul Çağı'nın Osmanlı toplumunda meydana getirdiği sosyal ve iktisadi değişimleri ele aldığı 2018 tarihli yüksek lisans tezi⁸ Anadolu dışındaki Osmanlı coğrafyalarında kuraklık sonucu ortaya çıkan kıtlığın, göç ve ölümlerin meydana gelmesindeki etkileri hakkında bilgiler vermektedir. Son olarak Vi An Lu tarafından 2018'de yapılan *Ming Hanedanı Döneminde Osmanlı-Çin İlişkileri* adlı yüksek lisans tezinin iklim değişikliklerinin ele alındığı karşılaştırmalı bir çalışma olması hasebiyle kayda değer bir araştırma olduğunu belirtmekte fayda vardır.⁹

³ Semih Çelik, *The Rich, the Poor and the Hungry: Social Differentiation and Famine in Ankara in 1845*, Bilgi University the Institute of Social Sciences, Master Thesis, İstanbul 2010.

⁴ Yener Bayar, *1873-1875 Orta Anadolu Kıtlığı*, Marmara Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2013.

⁵ Eylem Tekemen Altındaş, *XIX. Yüzyılın İkinci Yarısında Ankara*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara 2016.

⁶ Sabri Mengirkaon, *19. Yüzyılda Diyarbakır'da Kıtlık*, Mardin Artuklu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Doktora Tezi, Mardin 2021.

⁷ Zafer Karademir, *Osmanlı İmparatorluğu'nda Darlık Ekonomisi ve Kıtlıklar (1560- 1660)*, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Sivas 2013 ve bu çalışma bir yıl sonra kitap haline getirilmiştir. Zafer Karademir, *İmparatorluğun Açlıkla İmtihanı, Osmanlı Toplumunda Kıtlıklar (1560-1660)*, Kitap Yayınları, İstanbul, 2014.

⁸ Roiala Mamedova, *Küçük Buzul Çağı'nın Osmanlı'ya Etkisi*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara 2018.

⁹ Vi An Lu, *Ming Hanedanı Döneminde Osmanlı-Çin İlişkileri ve İklim Değişiklikler*, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya 2018.

Osmanlı Devleti'nde kuraklık ve don hadiseleri üzerinde çeşitli akademik makaleler ve bildirimler de kaleme alınmıştır. Bu makaleler genelde Osmanlı Devleti'nde ortaya çıkan iklim değişikliği neticesinde oluşan kuraklık, soğuk hava şartları, kıtlık, göç ve asayiş konularını içeren araştırmalardır. Bu çalışmaların bir kısmı doğrudan konuyla ilgiliyken bir kısmı kıtlık ve asayişin bozulmasını ele almaktadır. Çalışmalar kıtlık ve asayiş sorunlarında iklim değişikliğini etken olarak göstermektedir. İklim değişikliği ve Osmanlı dünyasındaki tesiri hakkında Orhan Kılıç'ın birkaç çalışması bulunmaktadır. Bunlardan ikisi *Osmanlı Devleti'nde Meydana Gelen Kıtlıklar* ile *Mühimme Defterlerine Göre 16. Yüzyılın İkinci Yarısında Osmanlı Devleti'nde Doğal Afetler* adlı çalışmalardır. Arşiv kaynaklarına dayalı olan bu çalışmalar Osmanlı klasik döneminde doğal afetlerin bir parçası olan kuraklık ve soğuk hava şartlarının sosyal ve iktisadi hayatı nasıl etkilediğine değinmektedir.¹⁰ Gilles Veinstein'in 2001 yılında kaleme aldığı ve 16. yüzyılın ortalarında Karadeniz havzasında meydana gelen kuraklıkları ele aldığı makalesi de kayda değer çalışmalardan biridir.¹¹

Ayrıca Vi An Lu'nun "IV. ve XVII. Yüzyıllarda İklimsel ve Doğal Şartların Osmanlı İmparatorluğu'na Etkisi", Mesut Aydınar, "Küresel Isınma Tartışmalarına Tarihten Bir Katkı: Arşiv belgeleri ışığında XVIII. yüzyılın ikinci yarısında Diyarbakır ve çevresinde meydana gelen büyük kıtlık ve alınan tedbirler", Durmuş Volkan Karaboğa'nın, "Klasik Dönemde Osmanlı Devleti'nde Tarıma Etki Eden Faktörler ve Bu Faktörlerin Ortaya Çıkardığı Sonuçlar", Meriç Aybar, "Osmanlı Devletinde Kıtlık ve İç Göç: 1870-1900 Arası İç Anadolu Örneği", Abdülkadir Gül'ün, "Osmanlı Devleti'nde Kuraklık ve Kıtlık (Erzurum Vilayeti Örneği: 1892-1893 ve 1906-1908 Yılları)", Yusuf Yılmaz ve Yahya Kadioğlu'nun "Küçük Buzul Çağı, Kuraklık Ve Diğer Coğrafi Olayların Celali İsyanları Üzerindeki Etkileri", Barbaros Gönençgil ve Güneyi Vural'ın, "Çevre Tarihi Açısından Küçük Buzul Çağı ve Sosyal Etkileri", Saadet Tekin'in "19. Yüzyılın Sonu 20. Yüzyılın Başlarında Batı Anadolu'da Yaşanan Kuraklık Olayları" ve Eylem Tekemen Altındaş'ın "19. yüzyılda Osmanlı Devleti'nde Yaşanan Kuraklığın Ankara'ya Yansıması" adlı makaleleri bu alanda öne çıkan en önemli araştırmalar arasında yer almaktadır.

¹⁰ Orhan Kılıç, "Osmanlı Devleti'nde Meydana Gelen Kıtlıklar", *Türkler*, c. X, Ankara, 2002, s. 718-730 ve "Mühimme Defterlerine Göre 16. yüzyılın İkinci Yarısında Osmanlı Devleti'nde Doğal Afetler", ed. Kemal Çiçek, *Pax Ottomana Studies in Memoriam*, Haarlem, Ankara 2001, s. 793-820.

¹¹ Gilles Veinstein, "Karadeniz'in Kuzeyindeki 1560 Kuraklığı: Osmanlı Yetkililerinin Durumu Algılayışı ve Gösterdikleri Tepkiler", *Osmanlı İmparatorluğu'nda Doğal Afetler*, ed. Elizabeth Zachariadou, çev. Gül Çağalı Güven, Saadet Öztürk, Tarih Vakfı Yurt Yay., İstanbul 2001, s. 297-306

Bu araştırmaların haricinde doğrudan olmasa bile dolaylı olarak mahalli tarih araştırmalarında iklim değişikliği, doğal afetler, kuraklık, don hadiseleri ile iktisadi, ticari ve sosyal hayatı etkileyen olumsuz faktörlere değinen çok sayıda araştırmanın olduğunu belirtmek gerekir. Bunlardan özellikle Güneyi Vural'ın 2016 yılında yaptığı yüksek lisans tezi Küçük Buzul Çağı'nda 14. yüzyıldan 19. yüzyıl ortalarına kadar Anadolu, Mısır ve Nil havzasının fiziki özellikleri ile Küçük Buzul Çağı'nın insani etkilerini ele alması nedeniyle önem arz etmektedir.¹² Yine Selma Turhan Sarıköse'nin 2013 yılında *XIX. Yüzyılda Çukurova'da Doğal Afetler ve Salgın Hastalıklar* başlıklı doktora çalışması kuraklık üzerinde detaylı bilgiler vermektedir.¹³ Netice itibariyle son yıllarda doğrudan veya dolaylı olarak Osmanlılarda iklim değişikliği yansımalarının ele alındığı kitaplar, lisansüstü tezler, makaleler ve bildirilerin sayısında artış olduğu görülmektedir.

Osmanlı Coğrafyasında Yaşanan Kuraklık ve Don Hadiselerinin Sebepleri ve Ortaya Çıktığı Sahalar

Kuraklık, iklimin su kaynaklarını, tarımı ve tüm canlıları etkilemesinin sonucunda ortaya çıkan doğal bir afettir. Bununla birlikte kuraklık, çok kapsamlı sosyal ve iktisadi zararlara sebep olan doğal afettir. Diğer doğal afetler, örneğin deprem, kasırga, sel gibi felaketler genelde aniden gelişirken kuraklık ve don hadiseleri yavaş gelişmektedir. Kuraklığın çevreye, bitki ekolojisine, toplumsal ve iktisadi hayata önemli etkileri vardır. Çevreye etkileri, topraktaki su ve suyun kalitesine zarar verir, bitki ekolojisinde ise tüm bitkiler yani mera, otlak, sebze ve meyve, ormanlık alanları daraltır ve tahrip olmasına yol açar. Tabiatta bulunan hayvanlarının doğal yaşamlarını menfi yönde etkiler ve kitlesel hayvan ölümlerine neden olur. Toplumsal hayata ilişkin etkileri arasında ise yiyecek ve içecek kıtlığı neticesinde halkın fakirleşmesi ve nihayetinde kitlesel göç hareketlerinin ortaya çıkması yer alır.¹⁴

¹² Güneyi Vural, *Fiziki Özellikleri ve Beşeri Etkileriyle; Küçük Buzul Çağı (1300-1850)*, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2016.

¹³ Selma Turhan Sarıköse, *XIX. Yüzyılda Çukurova'da Doğal Afetler ve Salgın Hastalıklar*, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya 2013, s. 26-27.

¹⁴ Kuraklık ve kuraklığın sınıflandırılması hakkında bkz. Yeliz Sarıcan, *Avrupa Birliği ve Türkiye'de Kuraklık Yönetimi Uygulamalarının Değerlendirilmesi*, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Orman ve Su İşleri Uzmanlık Tezi, Ankara 2015, s. 3-7; Erol Kapluhan, "Türkiye'de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi" *Marmara Coğrafya Dergisi* Sayı: 27, Ocak 2013, s. 487-510, özellikle bkz. 490-495.

Dünyanın çeşitli yerlerinde zaman zaman görülen kuraklık neticesinde çok büyük kıtlık ve göç hadiseleri meydana gelmiştir. Osmanlı Devleti'nde de kuraklık ve don hadiseleri değişik zaman dilimlerinde görülmüştür. Osmanlılardaki bu hadiseler hakkında genelde 16. yüzyıldan itibaren detaylı bilgilere ulaşılmaktadır. Bununla birlikte Osmanlı kaynakları payitahttan çok uzak yerlerden ziyade merkeze yakın Anadolu ve Balkan coğrafyasında gelişen kuraklık ve don hadiseleri hakkında daha fazla bilgi vermektedir. Balkanlara göre Anadolu coğrafyası farklı iklim ve yağış rejimlerine sahip olmasından dolayı kurak ya da yarı kurak bölgeleri ihtiva etmektedir. Anadolu coğrafyasındaki bu bölgeler, genelde İç Anadolu, Tuz Gölü havzası, Güney Doğu Anadolu, Ege kıyıları ve Balıkesir çevresidir. Bu sahaların dışında Malatya, Elazığ, Erzurum ve Erzincan havzalarının deniz etkisinden uzakta bulunması ve dağlarla çevrili olması da buralarda yarı kurak iklime neden olmaktadır.¹⁵

Yağmur ve kar yağışının kıtlığı ve azlığı neticesinde oluşan kuraklık ve kıtlık hadiselerinin ortaya çıkmasına ve bu durum da toplumsal hareketliliğe sebep olmuştur. Bu tür kuraklıkların Osmanlılar döneminde tesirinin en çok İç Anadolu coğrafyasında ortaya çıktığı yapılan araştırmalardan anlaşılmaktadır. Anadolu coğrafyasında yaşanan kuraklığın tesirinin bazen ortalama üç yıl sürdüğü görülmüştür. Osmanlı toplumunun büyük bir çoğunluğunun geçimini ve hayat tarzını toprağa bağlı olarak sürdürmesinden dolayı kuraklık gibi önemli bir doğal hadisenin devlet ve toplum üzerindeki sosyal ve iktisadi sonuçları oldukça fazla olacağını belirtmek gerekir. Böyle durumlarda tarım ve hayvancılıkla geçimini sağlayan halkın çoğunluğu kuraklık hadiselerinin yaşanmadığı ya da daha az olduğu havzalara göç etmek zorunda kalmıştır. Halkın bir kısmı ise bu göç sürecinde hayatını kaybetmiştir. Ayrıca bu kıtlık ve göçler köylüye ait toprağın büyük bölümünün âtil kalmasına ve tarım faaliyetlerinin kesintiye uğramasına neden olmuştur. Bu ise devletin büyük oranlarda vergi kaybetmesini beraberinde getirmiştir.¹⁶

Osmanlı coğrafyasına bakıldığında, imparatorluk topraklarının önemli bir bölümünde Akdeniz iklimi ve karasal iklimin etkili olduğu görülür. Bu iklim tiplerinde genellikle düzenli yaz kuraklıklarına rastlanmaktadır. Lakin çok geniş topraklara sahip olan Osmanlı coğrafyasını iklim bakımından genel itibariye üç kısımda özetlemek mümkündür. Orta ve Kuzey Balkanlar, Kırım Hanlığı Sahası, Karadeniz sahası ve Kafkaslar

¹⁵ Gül, a.g.m., s. 145 ve Durmuş Volkan Karaboğa, "Klasik Dönemde Osmanlı Devleti'nde Tarıma Etki Eden Faktörler ve Bu Faktörlerin Ortaya Çıkardığı Sonuçlar", *The Journal of Academic Social Science Studies* Volume 5 Issue 6, December 2012 s. 313-327.

¹⁶ Gül, a.g.m., s. 144-145.

yağışlı kuşak olarak ifade edilebilir. Buralar genelde kuraklıktan az etkilenirler. Güney Balkanlar, Anadolu, Kuzey Irak ve Suriye sahaları orta kurak bölgelerdir. Mısır, Libya, Tunus, Cezayir, Güney Irak ve Suriye, Arabistan coğrafyası ise büyük ölçüde kurak veya çöl bölgeleri olarak adlandırılır. Bu kurak/çöl bölgelerin istisnası ise dağlık ve yaylalık gibi yüksek kesimleri ile büyük akarsu havzalarının geçtiği alanlardır. Mısır'da Nil, Güney Irak ve Suriye'de Fırat ve Dicle havzaları orta kuraklık derecesinde bulunan bölgelerdir. Osmanlıların neşet ettiği Anadolu ve yayıldığı Balkanlar ise genel itibarıyla kuzeyleri yağışlı olup güneye doğru yağışlar azalmaktadır.¹⁷ Bu bakımdan Türkiye'nin yer aldığı coğrafya yarı kurak iklim bölgesinde yer almaktadır. Geçmişte kuraklık riskinin hep olduğu bu bölgenin gelecekte de küresel iklim değişimine maruz kalacağı aşikârdır.

Küçük Buzul Çağı'nın Osmanlı Coğrafyası Üzerindeki Tesiri

Yapılan araştırmalar Osmanlı Devleti'nin de bütün dünyayı etkisine alan Küçük Buzul Çağı'ndan etkilendiğini göstermektedir. Küçük Buzul Çağı terimi ilk defa 1939'da "Report of Committee on Glaciers" isimli bir çalışmada Amerikalı jeolog François E. Matthes tarafından kullanılmıştır. Bu çağın başlangıç zamanı üzerinde farklı bakış açılarından doğan bir tartışma söz konusudur. Bazı araştırmacılara göre Küçük Buzul Çağı 13. yüzyılın sonunda başlamıştır. Kimi yazarlar ise bu çağın 16. yüzyılın başında ortaya çıktığı fikrini desteklemektedir. Bu fikirler göz önünde bulundurulduğunda Küçük Buzul Çağı'nın geniş kapsamda 1300-1950 yılları arasında, dar kapsamda ise 1570-1900 arası dönemini kapsadığını ifade etmek mümkündür. Bilim insanlarına göre çok soğuk olan 12. yüzyıldan sonra, 1200-1400 arası dönemde çoğunlukla Güneybatı Avrupa'da iklim ısınmaya başlamıştır. Sonraki 1400-1500 yılları arasında iklimsel soğumanın artmasıyla hava sıcaklıkları düşmüştür. Bu dönemde dünya daha soğuk bir gezegen haline gelmiştir. Sıcaklığın ilk evresi yaklaşık 1370'lerde en düşük seviyeye inmiştir. Ardından 1630'da sıcaklık bir daha düşmüş, 1645'te ise bin yıllık dönemin en soğuk noktasına ulaşmış ve bu durum 1715'e kadar sürmüştür. İşte 1550 yılından itibaren başlayacak olan 300 senelik Küçük Buzul Çağı bu döneme rastlamaktadır.¹⁸

¹⁷ Karademir, a.g.t., s. 31-32. Karaboğa, a.g.m., s. 315-316.

¹⁸ Osmanlı Devleti'nin buzul çağdan etkilenmesi hakkındaki görüşler için bkz. Mamedova, a.g.t., s. 6-19; Lu, a.g.t., s. 69-79 ve Vi An Lu, "IV. ve XVII. Yüzyıllarda İklimsel ve Doğal Şartların Osmanlı İmparatorluğu'na Etkisi", *PESA Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt:4, Sayı:2 Temmuz 2018, s. 216-240 özellikle bkz. s. 222-223.

Her iki bakış açısına göre Küçük Buzul Çağı'nın nihayete ermesi 19. yüzyılda olmuştur. Bu dönemde Osmanlı Devleti'nin kuzey komşusu olan Rusya'daki aşırı soğuklar ve aşırı yağışlar tarımsal üretimin düşmesine, toprakların terk edilmesine ve kıtlıklara yol açmıştır. Benzer bir durum 17. yüzyılda Almanya, Fransa ve İngiltere vs. Avrupa devletleri coğrafyası ile Çin'de ortaya çıkmıştır. 16. yüzyıl sonlarından itibaren Anadolu başta olmak üzere bütün Osmanlı toprakları, Akdeniz havzası, Asya kıtasının güney ve orta kesimleri ile Afrika'nın tüm sahalarında benzer sıkıntılar yaşanmıştır. Bu coğrafyalardan en çok Güney Batı Asya ülkeleri ile Doğu Akdeniz sahasının tamamının etkilendiğini Sam White belirtmektedir.¹⁹

White'ın ileri sürdüğü görüşe göre başta Avrupa olmak üzere Akdeniz Havzası ve Osmanlı coğrafyasında aşırı soğuk hava ve don hadiselerinin yaşanmasında (yani Küçük Buzul Çağı'nın) 'Huaynaputina Yanardağı'nın püskürmesi' ve 'Geç Maunder Minimumu' etkili olmuştur. White, Osmanlı'da 1591-1596 yılları arasında aşırı soğuklar nedeniyle yağışların azaldığını, böylece son 600 yılın en uzun ve en etkili kurak dönemine girildiğini kaydetmektedir. White ayrıca, 19 Şubat 1600 tarihinde Peru'daki Huaynaputina Yanardağı'nın volkanik püskürmesiyle tozlar ve küllerin atmosferi kapladığını, güneşin etkisinin zayıfladığını, havanın çok nemli hale geldiğini, bunların sonucunda kış sıcaklıklarının daha fazla düştüğünü ifade etmektedir. Öte yandan Grisvold da 1593-1594 kışının olağanüstü soğuk geçtiğini, aşırı soğuk hava ve sert kışların bu tarihten sonra 1595, 1596 ve 1621 yıllarında da tekerrür ettiğini belirtmektedir.²⁰

Osmanlı Devleti'nde yaşanan ekonomik darlık ve kıtlıklarla ilgili araştırmalar yürüten Zafer Karademir, 2013 senesinde tamamladığı *Osmanlı İmparatorluğu'nda Darlık Ekonomisi ve Kıtlıklar (1560- 1660)* adlı doktora tezinde bu volkanik dağın püskürmesinden sonra oluşan aşırı soğuk hava dalgası ve sert kış şartlarının Osmanlı toplum ve iktisadi hayatına tesirlerinin ciddi boyutlara ulaştığını belirtmektedir. Karademir, bu iklim hadisesinin Osmanlılarda ayaklanmaya yol açtığını ifade etmektedir. Yazar, özellikle kar yağışları ve aşırı soğuklardan dolayı ipe ve kumaş yollarının kapanmasının, tarımsal ve hayvansal üretimin ciddi oranda azalmasının halkın ayaklanmaya katılmasını sağlayan en önemli sebeplerinden birisi olarak göstermektedir. Zira aşırı kar yağışlarından dolayı yolların ve geçitlerin uzun süre ulaşım kapamasıyla şehirlere karayoluyla gıda nakliyatı uzun süre yapılamaz hale

¹⁹ Yusuf Yılmaz ve Yahya Kadioğlu, "Küçük Buzul Çağı, Kuraklık ve Diğer Coğrafi Olayların Celali İsyanları Üzerindeki Etkileri", *Studies of the Ottoman Domain* / Cilt 7, Sayı 12, Şubat 2017, s. 267-288, özellikle bkz. 272-273 ve Lu'nun tezinin II. ve III. bölümlerinde Avrupa, Asya ve Afrika havzalarında meydana gelen iklim değişikliği detaylı ve karşılaştırmalı bir biçimde ele alınmıştır.

²⁰ Gönençgil-Vural, a.g.m., s. 19 ve Yılmaz-Kadioğlu, a.g.m., s. 272-273.

gelmiş, bunun üzerine deniz yolu nakliyatına yönelmiştir. Değişen iklimle birlikte deniz ulaşımında çok ciddi sorunlarla karşılaşıldığı da görülmüştür. Gıda veya hammadde nakliyelerinde çoğu zaman fırtına ve sisler nedeniyle su yolu taşımacılığını olumsuz şekilde etkilenmiştir. Karademir ayrıca, İstanbul'da 1595 yılı kışında meydana gelen şiddetli fırtınalar yüzünden gıda taşıyan gemilerin payitahta ulaşamadığından dolayı İstanbul'da ciddi bir ekmek kıtlığı yaşandığını da nakletmektedir. 1607 yılında ise meydana gelen şiddetli soğuk nedeniyle kuraklık bir kez daha tekrarlamış ve bütün imparatorluğa kıtlık şeklinde yansımıştır. Aşırı soğuklar, sadece şehir veya köy halkı değil aynı zamanda askeri seferleri ve cephelerdeki askerleri de menfi şekilde etkilemiştir. Bu dönemde pek çok askerin donarak hayatını kaybetmelerinin yanı sıra olumsuz hava şartları nedeniyle savaşların süresi de uzamıştır.²¹

Klasik Dönemde Yaşanan Kuraklık ve Don Hadiselerinin Osmanlı Ekonomisine ve Toplum Hayatına Tesiri

14. yüzyıldan 17. yüzyıla kadar Osmanlıların klasik çağı Küçük Buzul Çağı'nda yaşanmıştır. Dolayısıyla hiç şüphesiz Osmanlı toprakları, Küçük Buzul Çağı'nın yarattığı tahribattan etkilenmiştir. Anadolu başta olmak üzere Güney Balkanlar, Suriye-Filistin, Irak, Mısır ve Arabistan yarımadasını tesiri altına alan kuraklık hakkında Murat Türk'ün *Mühime Defterleri*'ni dikkate alarak yaptığı araştırma 16. yüzyılın ikinci yarısındaki kuraklık neticesinde kıtlıkla birlikte kuru hava nedeniyle çekirge sürülerinin de kuzeye yönelerek tarım alanlarını tahrip ettiklerini göstermektedir. Bu araştırmaya göre 1564-1565, 1570-1571, 1574, 1579 ve 1583-1585 yılları arasında büyük çaplı kuraklık ve kıtlıkların hemen hemen her beş yılda bir tekrar ettiğini ortaya koymaktadır. Araştırma, 1564-65 yılı kuraklığının ilk önce Ege havzasını vurarak Yunan adalarında ve Batı Anadolu'da kıtlığa yol açtığını, kuzeyde Selanik ve Dubrovnik ile doğuda Van Gölü havzasında sıkıntılara neden olduğunu belirtmektedir. Yine çalışmada bu dönemde Nil taşkınının yetersiz kalmasının Mısır ve Hicaz'da kıtlığa sebep olduğu, 1570-1571 yıllarında meydana gelen kuraklığın Rodos, Kıbrıs, Şam, Kudüs'te büyük sıkıntılara yol açtığı, hatta Kudüs'te memurların tahıl çalma hadiselerinin daha büyük sıkıntılar yarattığı, Musul yöresi, Yunanistan ve Makedonya'nın bazı kesimlerinde ciddi sıkıntılarla karşılaşıldığı, kuru hava yüzünden yaşam alanlarının kuzeyine yönelen çekirge sürüleri Rodos'a ve İznik'e kadar ulaştığı ifade edilmektedir. Türk, çalışmasında ayrıca Suriye'de 1583 yılında başlayan kuraklığın vahim sonuçları beraberinde getirdiğini, 1585 yılında Ege bölgesinde ve Balkanlar'da yaşanan kuraklığın da sıkıntılara yol açtığını işaret etmiştir. Türk, son olarak İnebahtı, Kos ve

²¹ Karademir, a.g.t., s. 32-55. Yılmaz ve Kadioğlu, a.g.m., s. 273-274.

Berkofça gibi yerlerden gelen tezkerelerde kuraklığın getirdiği sıkıntıları dile getirmiş, aynı dönemde Edirne civarında nehirlerin kurumasının değirmenlerin çalışmamasına neden olduğunu ve un sıkıntısının ortaya çıktığını vurgulamıştır.²²

17. yüzyıl seyyahlarından Evliya Çelebi de seyahatnamesinde coğrafi ve iklim konusu hakkında teferruatlı bilgiler vermiştir. Evliya Çelebi'ye göre iklim-i evvel başta olmak üzere iklim-i sâni, iklim-i sâlis, iklim-i râbi, iklim-i hâmis, iklim-i sâdis ve iklim-i sâbi olarak dünya yedi iklim bölgesine ayrılmaktadır. Eserde, iklim bölgelerinin özelliklerinin yanısıra Osmanlı topraklarındaki iklim bölgeleri anlatılmaktadır. Buna göre İstanbul iklim-i sâdis (altıncı iklim) bölgesindedir. Evliya Çelebi, İstanbul'u "Zirâ arz-ı Konstantiniye kırk bir derecedir ve on beş dakika ve sâ'at-ı atvel-i nehârî inde'l-ımtihân on beş sâ'at olduğu azharun mine's-şemdir" şeklinde tarif etmiştir. 17. Yüzyıl Küçük Buzul Çağı'nın en şiddetli dönemine rastladığı için Evliya Çelebi bu dönemde meydana gelen bazı iklim hadiselerini de özellikle kaydetmiştir. Azak Denizi ve Don Nehri'nin 5-8 ay boyunca sularının donduğu, burada kışların çok sert geçtiği ve kurak bölgelerde ise "yağmur duası"na çıktığını belirtmiştir. Bayburt ise soğuk iklimi nedeniyle "fazla mahsulü olmayan bir şehir" olarak ifade edilmiş ve bu sebepten şehirde bazı sıkıntıların yaşandığı belirtilmiştir. Evliya Çelebi'nin verdiği bilgilere göre, Osmanlı halkı soğuk iklim koşulları karşısında çeşitli tedbirler alma gereği duymuştur. Ona göre Bitlis'te meyve ağaçlarının donmasının önlenmesi adına keçe kullanılmıştır. Ayrıca, Bitlis ve Rahova arasındaki on üç saatlik yola kış aylarında rahat gidilebilmesi için köprüler inşa edilmiştir.²³

Osmanlı topraklarında yaşanan önemli kuraklık ve kıtlık hadiselerinin 16. yüzyıl ve sonrasında itibaren daha belirgin bir biçimde tarihi kaynaklara yansıdığı görülmektedir. Osmanlı coğrafyasında görülen bazı kuraklık ve kıtlık olayları şöyle sıralanabilir; 1494-1503 yılları arasındaki dönem Osmanlı'nın Anadolu topraklarında müthiş bir kuraklık ve büyük bir veba salgınına sahne olmuştur. Yine 1564'te Anadolu'da büyük bir kıtlık başlayıp yaklaşık birkaç yıl etkisini sürdürmüştür. Bu yüzden 1565-67 tarihinde Osmanlı Devleti buğday ihracatını yasaklamıştır. 1574-1576 yıllarında Anadolu'da yaşanan kıtlıktan dolayı başta Adana eyaleti olmak üzere birçok eyalete zahire mübaşirleri gönderilmiştir. 16. yüzyılın ikinci yarısında çıkan kıtlık üzerine buğdayın Avrupa'ya satışının yasaklanması devam etmiştir. Orta Anadolu'daki kuraklıktan dolayı 1586 senesinde Çorum'da açlıkla karşılaşmış ve bu kıtlık 1588 yılında İstanbul'u da ciddi

²² Türk, a.g.t., s. 25-34.

²³ Lu, a.g.m., s. 224-225.

bir şekilde etkilemiştir. 17. yüzyılın ikinci yarısında Anadolu ve İstanbul'da kıtlık hadiseleri olmuştur. Bunlardan 1660 yılındaki en büyük boyuttadır. Anadolu coğrafyasında sadece Orta Anadolu değil diğer bölgelerde de farklı zaman dilimlerinde kuraklık ve kıtlık hadiseleri yaşanmıştır. Akdeniz Bölgesi'nde 7 defa ve Karadeniz Bölgesi'nde 5 defa 2 yıl süren kuraklıklar meydana gelmiştir. Hem Akdeniz hem de Karadeniz bölgelerinde kuraklık hadiselerinin ortaya çıktığı yıllar 1676, 1679, 1696, 1715, 1725, 1746, 1757, 1797, 1815 ve 1887'dir.²⁴ Özellikle 18. yüzyılın ikinci yarısında Kuzey Irak ve Suriye'de görülen kuraklık ve sıcak esen rüzgârlar sebebiyle hububat ürünleri çok büyük zarara uğramıştır. Dönemin Halep'teki Fransız konsolosunun raporlarında bu hava şartlarına dair değerler detaylı bir şekilde verilmektedir. Bu rapora göre bir hafta müddetle esen sıcak Doğu rüzgârları Havran, Humus ve Halep hububatını son derece kötü etkilemiştir. Bu da buğday üretiminin azalmasına ve Halep Musul, Diyarbakır ve Urfa'da yaşayanların büyük çoğunluğunun kıtlık nedeniyle şehirlerini terk etmesine sebebiyet vermiştir.²⁵

Osmanlı Devleti'nin geniş topraklarında sulama imkânlarının zayıf olması, tarım ve hayvancılığa elverişli toprakların bir kısmının dağlık ve yarı kurak nitelikte olması toplumun sosyal ve iktisadi hayatını derinden etkilemiştir. Hayvancılıkla uğraşan konar-göçer halkın genellikle verimi düşük topraklar, yüksek yayla ve dağlara doğru yönlendirilmesi de verimi düşüren etkenler arasında yer almıştır. Diğer taraftan tarımda ise yoğun ekim yerine yaygın ekim yöntemlerinin tercih edilmesi tarımda verimi düşürmüştür. Özellikle çok verimsiz yerlerde 16. yüzyılın son çeyreğinde hububat üretiminin düşmesine karşın koyun ve keçi sayısında ciddi artışlar yaşanmış ve çok sayıda tarım arazisi meraya dönüşmüştür. Bu arada yeni tarım alanları için ormanların bir kısmı kesilmiştir. Aslında bütün bunlar tamamen iklim değişikliğiyle izah edilemez. Ancak iklim değişikliğinin neden olduğu kuraklık ve aşırı soğuklar, donlar neticesinde tarımsal alanda çok büyük sıkıntıların ortaya çıkmasına katkıda bulunduğu da yadsınamaz. Osmanlı topraklarını tesiri altına alan kuraklık ve aşırı soğuklar 16. yüzyılın sonlarında başlayıp asıl şiddetini 17. yüzyılın başlarında göstermiştir. Bu dönemde iklimde görülen en önemli değişimler soğukların giderek artması, kible ve karayel rüzgârlarından kaynaklı fırtınalardan dolayı kervanların durması ve gemilerin de işleyemez hale gelmesidir.²⁶

²⁴ Saadet Tekin, "19. Yüzyılın Sonu 20. Yüzyılın Başlarında Batı Anadolu'da Yaşanan Kuraklık Olayları", *The Journal of Academic Social Science Studies*, Number: 33, Spring I 2015, s. 330.

²⁵ Turhan Sarıköse, a.g.t., s. 26-27.

²⁶ Karademir, a.g.t., s. 38-48; Yılmaz-Kadıoğlu, a.g.m., s. 274-275 ve Lu, a.g.m., s. 226.

Aşırı soğuk kışın şiddetli olduğu dönemlerde ekmek başta olmak üzere birçok üründe darlık ve kıtlık çekilmeye başlanmış ve özellikle III. Murad ve III. Mehmed dönemlerinde yiyecek fiyatlarında büyük hareketlilik yaşanmıştır. Necdet Sakaoğlu, III. Mehmed'in ilk yıllarında iklim şartlarından dolayı bir somun ekmeğin fiyatının iki akçeden üç akçeye çıktığını belirtmektedir. 16 Ocak 1595'te tahta çıkan padişahın kötü hava koşulları nedeniyle, kılıç alayı ancak Nisan ayında yapılabilmektedir. Ertesi yıl 10 Mayıs 1596'da artan kuraklık ve susuzluktan dolayı İstanbul'da, padişah, ulema ve halk topluca yağmur duasına çıkmışlardır. 16. yüzyılın ikinci yarısından itibaren hem Avrupa'da hem de Osmanlı'da pek çok sel hadisesi ile çekirge istilaları görülmüştür. Bu hadiseler neticesinde özellikle tarım yapılan topraklarda büyük tahribatlar olmuş, bu durum kıtlık, göç ve ayaklanma hadiselerine sebebiyet vermiştir.²⁷

16. yüzyıl sonlarında tarımsal üretim, nüfus artışının çok gerisinde kalmıştır. 16. ve 17. yüzyılda hem Avrupa hem de Osmanlı genelinde ciddi nüfus artışları meydana gelmiştir. Avrupa, artan nüfusunu keşfettiği Amerika topraklarına aktardığı için yiyecek başta olmak üzere hammadde konusunda önemli bir mesele ile karşılaşmamıştır. Osmanlılar ise topraklarının nihai sınırlarına ulaşması ve fetihlerin uzaması ve durağanlaşması sebebiyle artan nüfusu yeni sahalara aktaramamıştır. Hatta 16. yüzyılın sonlarında meydana gelen uzun süreli kuralık ile sert kışlar veya don hadiseleri zirai ve hayvani üretimin düşmesine, bu durum da köylünün vergilerini ödeyememesine ve işlediği arazilerini terk etmesine sebep olmuştur. Bu ise mevcut toplumsal yapıya büyük darbe vurmuştur. Topraklarını terk eden çift bozan ahalinin gideceği yerler dağlar ve şehirlere olmuştur. İmparatorluğun uç bölgelerdeki kaleleri korumakla görevli yeniçeriler vs. gibi askerler de erzaklarının tükenmesi nedeniyle ayaklanmış ve isyancı gruplara katılmışlardır. Bu grupların büyük kasaba ve şehirlere yönelmesi Osmanlı kaynaklarında "Büyük Kaçgun" olarak anılan büyük bir göç dalgasını ortaya çıkarmıştır. Kıtlığın ve asayişsizliğin giderek artmasıyla kırsal alandaki ahali köylerini terk etmişlerdir. Hatta bu dönemde borçtan, asilerin baskılarından ve diğer sıkıntılardan bunalan ahalinin bir kısmı sancaklarını bile değiştirmişlerdir. Tarım ve hayvancılık yapılan arazilerin terk edilmesi ürün fiyatlarının artması sonucunu ortaya çıkarmış bu da büyük bir pahalılık meydana getirmiştir.²⁸

²⁷ Karademir, s. a.g.t., s. 34-55 ve Yılmaz-Kadioğlu, a.g.m., s. 275

²⁸ Veinstein, a.g.m., s. 301 ve Yılmaz-Kadioğlu, a.g.m., s. 279-280.

19. Yüzyılda Anadolu'da Yaşanan Kuraklık ve Don Hadiselerinin Osmanlı Ekonomisine ve Toplum Hayatına Tesiri

19. yüzyılda da Osmanlı Devleti'nde farklı coğrafyalarda ve farklı aralıklarda kuraklıklar çıkmış ve halk kıtlık, göç, çekirge istilas ve fahiş fiyat hareketliliği yaşamıştır. Osmanlı coğrafyasında 1845 ve 1874 yıllarında iki büyük kuraklık meydana gelmiştir. Bu kuraklıklar Osmanlı Devleti'nin birçok yerinde olduğu gibi Orta Anadolu ile Batı Anadolu'da özellikle Ankara, Konya ve Bursa'da etkisini göstermişti. Kuraklığa bağlı olarak tarımsal ve hayvansal faaliyetler düşmüş dolayısıyla tahıl ürünlerinde pahalılık yaşanmış bu da hayat şartlarının zorlaşmasına neden olmuştur. Bu dönemdeki kuraklığın ilk emareleri Anadolu coğrafyasında 1839 yılında görülmüştür.²⁹

Osmanlı Devleti'nin birçok bölgesinde kuraklık yaşanmasına rağmen ortaya çıkan kıtlıktan en çok etkilenen yerlerden biri Ankara ve Konya olmuştur. 19. yüzyılda Ankara başta olmak üzere çevre bölgeleri tesiri altına alan kuraklık karşısında Ankara idaresi hükümet depolarında bulunan hububatı halka dağıtarak fiyat artışını durdurmaya çalışmıştır. Yine 1845 yılındaki aşırı kuraklık Ankara çayının suyunun kurummasına sebep olmuş, halkın istekleri doğrultusunda Ankara çayı üzerine bir bent inşa edilmiştir. Bir önceki yıllarda başlayan hafif kuraklığın 1845 yazının oldukça sıcak geçmesinden ötürü daha da artmış, bölge halkının önceki yılın mahsullerini bitirmiş olmalarının da etkisiyle sert bir kıtlığın yaşanması kaçınılmaz hale gelmiştir. Ankara'da yaşanan kuraklık ve neticesinde kıtlık karşısında hükümet Ankara'nın yanı sıra Bursa ve Bolu'ya da yardım edilmesi için çalışmalara başlamıştır. Buna rağmen Ankara ve çevresinde hem insan hem de hayvan ölümleri yaşanmıştır. Ankara'nın kuraklıktan etkilenen sancak ve kazalarından vilayet merkezine göç hareketi söz konusu olmuştur. 1845 yılındaki kuraklıktan dolayı hükümet ve yerel yöneticiler Çorum, Amasya, Yozgat ve Sivas gibi yakın bölgelerden mahsul tedarik etmek zorunda kalmıştır. Kuraklık yıllarında hububat yardımına ilaveten nakdi para yardımı da yapılmıştır.³⁰

Bu dönemde Osmanlı Devleti'nde etkisini gösteren bir diğer kuraklık ise yüzyılın son çeyreğinde yaşanmıştır. Ankara vilayetinde 1869-

²⁹ 19. yüzyılda Ankara başta olmak üzere çevre bölgeleri de tesiri altına alan kuraklığın iktisadi ve toplumsal hayata yansması hakkında Erler, Bayar, Çelik ve Tekemen Altındaş'ın çalışmaları önemli bir yere sahiptir. Erler, a.g.e.; Bayar, a.g.t. ve Çelik a.g.t.; Tekemen Altındaş, a.g.t. ve Eylem Tekemen Altındaş, "19. yüzyılda Osmanlı Devleti'nde Yaşanan Kuraklığın Ankara'ya Yansması", *Çanakkale Araştırmaları Türk Yılığ*, Sayı 24, 2018, s. 1-13.

³⁰ Erler, a.g.e., s. 316-328 ve Tekemen Altındaş, a.g.m., s. 4.

1870 yılları arasında havaların oldukça sıcak geçmesi sebebiyle köylüler perişan olmuştur. 1873-1874 yıllarındaki kış aylarının çok sert geçmesi sebebiyle kuraklığın etkisinin devam etmesinden dolayı bölgedeki köylüler tohumluk buğday stoklarını dahi kullanmak zorunda kalmıştır.³¹ Oldukça zor şartlar altında geçen kış mevsiminden sonra yaşanan kuraklık neticesinde Ankara vilayeti genelinde elde edilen ürün önceki yılların onda biri kadardır. Hükümet bölge halkının ihtiyacını karşılamak için çalışmalara başlamasına rağmen nakliyatla karşılaşılan zorluklar nedeniyle mahsul ve et ihtiyacı zamanında tedarik edilemediğinden halk yeterince beslenememiş ve salgın hastalıklar ortaya çıkmıştır. Bu salgın hastalıklar ise yaklaşık 18.000 insanın ölümüne neden olmuştur. Kıtılıktan dolayı ebeveynleri ölen çocukların geçici bir süre askeri kışlada ihtiyaçları karşılanmaya çalışılmıştır. Bunun için bir ıslahhanenin kurulmasına karar verilmiş ve bu amaçla çalışmalara başlanmıştır. 1874 senesinde ortaya çıkan kıtlıkla beraber Ankara'nın çevresindeki sancak ve kazalardan Ankara merkezine doğru bir göç hareketi yaşanmıştır. Bu hareketlilikte yaklaşık 4.000 kişi göç etmiştir. Burada da çok sıkıntılıların çekilmesi üzerine halk (yaklaşık 30.000 kişi) bilahare Adana, Bursa, Kastamonu, Sivas, Gümüşhane, Samsun, Tokat, Erzurum, Düzce, Bergama, Adapazarı, İzmit, İstanbul ve Halep gibi şehirlere yerleştirilmiştir. Ancak ilerleyen zamanda kuraklık sona erince Ankara merkez ve yakın çevresinden giden göçmenlerin bir kısmı zamanla geri dönmüşlerdir.³²

1873-1874 yıllarında meydana gelen Ankara Vilayeti'nin genelinde yaşanmış olan kuraklık neticesinde yaklaşık 625.000 üzerinde kişi açlık nedeniyle yaşama ölüm arasında kalmıştır. Bu durumun önüne geçebilmek için halka tahıl, et, kıyafet, nakliye için hayvan yardımları yapılmıştır. Yaşanan kuraklık ve kıtlık yüzünden meydana gelen salgın hastalıkların tedavi edilmesi için İstanbul'dan Ankara'ya doktor, eczacı ve tıbbi malzeme gönderilmiştir. Ancak yapılan yardımların yetersiz kaldığı anlaşılmaktadır. Hastaların düzenli bir şekilde tedavi edilebilmesi için uygun hastanenin olmayışı nedeniyle süvari ve piyade kışlaları kullanılmıştır. Yöre halkı 1873-1875 yıllarındaki kuraklığın sonuçlarından daha kurtulamamışken bu sefer 1881 senesinde vilayet arazisi çekirge istilası altında kalmış, özellikle Nallıhan, Ayaş, Beypazarı ve Sivrihisar kazalarının bütün tarım arazilerindeki ürünleri, bağları, bahçeleri ve bostanları kurutmuştur. Ankara'dan Kırşehir, Yozgat ve Çorum'a kadar uzanan alanda bulunan halk hemen seferber olmuş hendekler, çukurlar ve kuyulara doldurdukları çekirge

³¹ Erler, a.g.e., s. 151, 194-196 ve 338-339; Bayar, a.g.t., s. 54-82 ve Tekemen Altındaş, a.g.m., s. 5.

³² Erler, a.g.e., s. 140-192; Tekemen Altındaş, a.g.t., s. 212- 215 ve Tekemen Altındaş, a.g.m., s. 5-6.

yumurtalarını yakmışlardır. Aldıkları bu tedbirlerin sonucunda çekirgeden kurtulmuşlardır.³³

1870'li yıllarda Orta Anadolu'da oluşan kuraklık yüzünden 1873-1875'te başta Ankara, Yozgat, Konya, havalilisinde kıtlık meydana gelmiş, bu nedenle binlerce kişi yerlerini terk ederek İstanbul'a göç etmiştir. İstanbul'a gelen kişilere yardım için komisyonlar kurulmuştur. Kıtlığın bir yansıması olarak 1874-1875 yılı için beş milyon bütçe açığı meydana gelmiştir. Açığın bu kadar çok olmasının sebebi Anadolu'daki kuraklık ve az yağış neticesinde hububatın azalması ve hayvan hastalıklarıdır. Osmanlı Devleti'nde meydana gelen kuraklık veya soğuk hava şartları, tarımsal ve hayvansal üretim yapılan bölgelerde üretimin düşüşüne sebebiyet vermiş ve kıtlığa yol açmıştır. Kıtlıktan dolayı zahire maddelerinde aşırı fiyat yükselişi söz konusu olmuş, buna bağlı olarak diğer maddelerin fiyatlarında artış görülmüş, kıtlığın meydana geldiği bölge halkı iktisadi ve sosyal yönden etkilenmiştir.³⁴

Ankara Vilayeti'nin 1886 yılının son baharında Ankara ve çevresindeki yağışın az olması nedeniyle halk güz dönemi tohumlarını ekememiştir. Kış mevsiminde de kar yağışlarının yetersiz olması ve Mayıs ayına kadar kötü hava koşulları nedeniyle kuraklık, 1887 senesinde kendini iyice hissettirmeye başlamıştır. Ankara Vilayeti yaşanan kıtlık dönemlerini tam atlatamamışken 1887 senesinde yaşanan kuraklıkta vilayet halkı oldukça zor durumda kalmıştır. Tarım ile geçinen birçok aile zor duruma düşmüş, ihtiyaçlarını karşılayabilmek için hayvanlarını satmak zorunda kalmışlardır. Aynı yıl içinde Ankara merkez ve Kayseri sancağında meydana gelen fırtına sonucunda bağ ve bahçelerin büyük bölümü harap olduğundan bağ sahipleri bağlarına gitmemiştir. Ankara Valisi Abidin Paşa, vilayetin bu sene maruz kaldığı kuraklık nedeniyle muhtaç olduğu hububat yardımının ihtiyaç sahiplerine yapılabilmesi için gece gündüz çalıştıklarını belirtmiştir.³⁵

Sonuç

Osmanlı Devleti tarihi boyunca doğa hadiselerinin yaratmış olduğu tahribat ve etkilerden etkilenmiştir. Bu durumda imparatorluğun yayıldığı coğrafyanın genişliği önemli bir yere sahiptir. İmparatorluk topraklarının kapladığı alan nedeniyle merkez İstanbul'un doğa hadiseleri karşısında sürekli tetikte olması ve mahalli idare ile yakından iş birliğine gitmesi gerekmiştir. İmparatorluğu uzun tarihi boyunca etkileyen doğa hadiselerinin başında gelen kuraklık ve don olayları kıtlık ve can kaybına yol açtığı gibi

³³ Erler, a.g.e., s. 162-194 ve Tekemen Altındaş, a.g.t., s. 215-223.

³⁴ Bayar, a.g.t., s. 9-14 ve Turhan Sarıköse; a.g.t., s. 61-62.

³⁵ Tekemen Altındaş, a.g.m., s. 7-10.

kitlesel göç hareketlerine de neden olmuştur. Kuraklık ve don gibi hadiseler neticesinde oluşan kıtlık sebebiyle asayiş bozuklukları ve eşkıyalık olayları artmıştır. Başkentteki devlet adamları ve mahalli yöneticiler bu afetlerin sonuçlarını ortadan kaldırmak ya da en aza indirmek için çaba sarf etmişlerdir. Ancak kimi zaman ulaşım alanında yaşanan engeller kimi zaman kaynakların yetersizliği nedeniyle istenilen düzeyde yardım gerçekleştirilememiştir.

İmparatorluk topraklarında kuraklığın yaygın olarak görüldüğü saha genellikle Anadolu havzası olup bunu Suriye, Mısır, Irak ve Arap yarımadası takip etmektedir. Başkente yakınlığından dolayı özellikle de Anadolu'da meydana gelen kuraklık, aşırı soğuklar, don ve sel gibi afetler Osmanlı kaynaklarına daha fazla yansımıştır. İncelenen kaynaklardan ortaya çıkan önemli bir sonuç devlet adamlarının afetlere hazırlık amacıyla herhangi bir proje ya da eyleme sahip olmadıklarıdır. Bundan dolayı devlet adamları merkezi ve mahalli düzeyde ancak afetler gerçekleştikten sonra müdahalede bulunmuşlardır. Bu nedenle devletin kendi içinde tutarlı ve süreklilik arz eden bir afet planı olduğunu söylemek pek mümkün değildir.

Kaynakça

BAYAR, Yener, *1873-1875 Orta Anadolu Kıtlığı*, Marmara Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2013.

ÇELİK, Semih, *The Rich, the Poor and the Hungry: Social Differentiation and Famine in Ankara in 1845*, Bilgi University the Institute of Social Sciences, Master Thesis, İstanbul 2010.

ERLER, Mehmet Yavuz, *Osmanlı Devleti'nde Kuraklık ve Kıtlık Olayları*, Libra Yayınevi, 2010.

ERLER, Mehmet Yavuz, *Ankara ve Konya Vilayetlerinde Kuraklık ve Kıtlık (1845 ve 1874 yılları)*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Samsun 1997.

GÜL, Abdülkadir, "Osmanlı Devleti'nde Kuraklık ve Kıtlık (Erzurum Vilayeti Örneği: 1892-1893 ve 1906-1908 Yılları)", *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi* 2/9, 2009, s. 144-158.

KAPLUHAN, Erol, "Türkiye'de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi" *Marmara Coğrafya Dergisi* Sayı: 27, Ocak- 2013, s. 487-510.

KARABOĞA, Durmuş Volkan "Klasik Dönemde Osmanlı Devleti'nde Tarıma Etki Eden Faktörler ve Bu Faktörlerin Ortaya Çıkardığı Sonuçlar", *The Journal of Academic Social Science Studies* Volume 5 Issue 6, December 2012, s. 313-327.

KARADEMİR, Zafer, *İmparatorluğun Açlıkla İmtihanı, Osmanlı Toplumunda Kıtliklar (1560-1660)*, Kitap Yayınları, İstanbul 2014.

KARADEMİR, Zafer, *Osmanlı İmparatorluğu'nda Darlık Ekonomisi ve Kıtliklar (1560- 1660)*, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Sivas 2013.

KILIÇ, Orhan, “Mühimme Defterlerine Göre 16. yüzyılın İkinci Yarısında Osmanlı Devleti'nde Doğal Afetler”, ed. Kemal Çiçek, *Pax Ottomana Studies in Memoriam*, Haarlem, Ankara 2001, s. 793-820.

KILIÇ, Orhan, “Osmanlı Devleti'nde Meydana Gelen Kıtliklar”, *Türkler*, c. X, Ankara, 2002, s.718-730.

LU, Vi An, “IV. ve XVII. Yüzyıllarda İklimsel ve Doğal Şartların Osmanlı İmparatorluğu'na Etkisi”, PESA Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, Cilt:4, Sayı:2 Temmuz 2018, s. 216-240.

LU, Vi An, *Ming Hanedanı Döneminde Osmanlı-Çin İlişkileri ve İklim Değişiklikler*, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya 2018.

MAMEDOVA, Roiala, *Küçük Buzul Çağı'nın Osmanlı'ya Etkisi*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara 2018.

MENGİRKAON, Sabrii *19. Yüzyılda Diyarbekir'de Kıtlik*, Mardin Artuklu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Doktora Tezi, Mardin 2021.

SARICAN, Yeliz, *Avrupa Birliği ve Türkiye'de Kuraklık Yönetimi Uygulamalarının Değerlendirilmesi*, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Orman ve Su İşleri Uzmanlık Tezi, Ankara 2015.

TEKEMEN ALTINDAŞ, Eylem, “19. yüzyılda Osmanlı Devleti'nde Yaşanan Kuraklığın Ankara'ya Yansıması”, *Çanakkale Araştırmaları Türk Yıllığı*, Sayı 24, 2018, s. 1-13.

TEKEMEN ALTINDAŞ, Eylem, *XIX. Yüzyılın İkinci Yarısında Ankara*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara 2016.

TEKİN, Saadet, “19. Yüzyılın Sonu 20. Yüzyılın Başlarında Batı Anadolu'da Yaşanan Kuraklık Olayları”, *The Journal of Academic Social Science Studies*, Number: 33, Spring I 2015, s. 329-341.

TURHAN SARIKÖSE, Selma, *XIX. Yüzyılda Çukurova'da Doğal Afetler ve Salgın Hastalıklar*, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya 2013.

TÜRK, Murat, Türk, *Osmanlı Devleti ile Avrupa Devletleri Arasındaki Memnu Meta Ticareti (1550-1600)*, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli 2017.

VEİNSTEİN, Gilles, “Karadeniz’in Kuzeyindeki 1560 Kuraklığı: Osmanlı Yetkililerinin Durumu Algılayışı ve Gösterdikleri Tepkiler”, *Osmanlı İmparatorluğu’nda Doğal Afetler*, ed. Elizabeth Zachariadou, çev. Gül Çağalı Güven, Saadet Öztürk, Tarih Vakfı Yurt Yay., İstanbul 2001, s. 297-306.

VURAL, Güneyi, *Fiziki Özellikleri ve Beşerî Etkileriyle; Küçük Buzul Çağı (1300-1850)*, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2016.

YILMAZ, Yusuf ve KADIOĞLU, Yahya, “Küçük Buzul Çağı, Kuraklık ve Diğer Coğrafi Olayların Celali İsyamları Üzerindeki Etkileri”, *Studies of the Ottoman Domain / Cilt 7, Sayı 12, Şubat 2017*, s. 267-288.

**İKLİM DEĞİŞİR VE EDEBİYAT DEĞİŞİR:
DEĞİŞEN İKLİMİN EDEBİYATA ETKİLERİ**

JEANETTE WINTERSON'IN GÖZÜNDEN ANTROPOSEN, ARKETİP KAPİTALİZM, ÇEVRE YIKIMI VE MODERN İNSANIN TAŞ TANRILARI

Nazan YILDIZ*

Medeniyetin getirdiği özgürlük ve kültürün aksine mutlak özgürlük ve yaban hayatını temsil eden doğa için bir söz söylemek istiyorum. İnsanı toplumun bir üyesi olmaktan ziyade doğanın bir sakini, bir parçası saymak istiyorum.¹

Giriş: Antroposen Çağı ve Edebiyat

Henry David Thoreau “Walking” (1851) [“Yürüyüş”]² adlı makalesinde insanın medeniyet ve toplumun bir parçası olmaktan ziyade doğanın bir parçası olması gerektiğini dile getirir. Thoreau’nun bu isteğinin gerçekleşmesi bir yana dursun insanın günümüzde geldiği noktaya bakılırsa bu dileğin tam tersini gerçekleştirmek için adımlar attığı muhakkaktır. Richard Louv çocuklarla doğa arasındaki ilişkiyi irdelediği *Last Child in the Woods* (2005) [*Doğadaki Son Çocuk*] kitabında bu gerçeği şöyle dile getirir: “Toplumumuz gençlere doğayla doğrudan deneyimde bulunmaktan kaçınmayı öğretiyor [. . .] Öyle ki çocuklar ve yetişkinler doğayı kaçınılmaz bir düşman olarak görmeye başlıyor”.³ Bu bakış açısı insan merkezilik ile doğru orantılıdır. Darwin’in evrim teorisine aykırı olarak insanın evrenin merkezinde olduğunu savunan insan merkezilik terimi 1860’larda ortaya atılır.⁴ Nichols’a göre doğa merkezci yaklaşım ise Darwin’den bile çok önceye Sokrates öncesi döneme kadar uzanır. Bilimin yerine kullanılan doğal felsefe kitaplarında birçok doğa bilimci değişken türler teorisini savunmuş ve geleneksel bilim ve dini görüşlerin aksine Orta Çağ’ın şifalı otları ve hayvan öykülerinde yaşamın farklı türlerin birbiriyle yakın ilişkiler

* Doç. Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Batı Dilleri ve Edebiyatı Bölümü, Trabzon, nyildiz@ktu.edu.tr

¹ Henry David Thoreau, “Walking” *Walden, Civil Disobedience, and Other Writings*. Ed. William Rossi. New York 2008, s. 260.

² Bütün İngilizce kaynakların çevirisi yazara aittir.

³ Richard Louv, *Last Child in the Woods: Saving Our Children from Nature-Deficit Disorder*, Chapel Hill 2005, ss. 2, 130.

⁴ Dennis Tasa, *Genel Jeoloji Temel Kavramlar*, Ankara 2014, s. 457.

içinde bulunduğu organik ve dinamik yapısı vurgulanmıştır.⁵ Bu eskiye uzanan doğa merkezci yaklaşıma rağmen bugün Louv'un deyimiyle doğa “düşmanı” ve kendisini onun efendisi olarak gören insanoğlunun ona verdiği zararın farkına varmaması çok şaşırtıcı bir durumdur. İnsanın çevre ile olan ilişkisi İngiliz Romantizminden bu yana evrimler geçirmiş ve bugün ekoeleştirici çerçevesinde farklı edebi türlerde kendini göstermiştir. Çevre ile ilgili olan argümanların odak noktasında ekoeleştirici yanında kuşkusuz antroposen kavramı bulunmaktadır. 2000 yılında Nobel ödüllü bilim adamı Paul Crutzen tarafından ilk kez kullanılan Antroposen (anthropo (insan) cene (yeni, çağ)) terimi dünyanın içinde bulunduğu insan odaklı dönemi tanımlamak için kullanılır. Başlangıç olarak 1784'te buhar tribününün keşfinin gösterildiği bu jeolojik çağ insanoğlunun dünyanın düzenini değiştirip jeolojik ve iklimsel olumsuz değişikliklere sebep olduğu kabul edilen zaman dilimidir. Bu çağ insanlığın hâlâ büyük ölçüde hesaplanamaz olsa da gezegenin ekolojisinde ve jeolojisinde belirleyici ve olumsuz bir rol oynamaya başladığı gerçeğini içerir. Bu dönemde insan faaliyetleri o kadar yaygın ve etkili bir hale gelir ki insan doğanın büyük güçleriyle rekabete girer ve bütün dünyayı bilinmeyen bir ülkeye çevirir.⁶

Ekokritikler çevre (enviro) yerine eko (eco) ön ekini tercih ederler çünkü çevre insanı merkez olarak alırken eko birbirine bağlı toplumlar, birleşik sistemler ve güçlü bileşen parçalar arasındaki bağı odaklanır.⁷ Glotfelty ve Fromm ekoeleştiriciyi “edebiyat ve fiziksel çevre arasındaki ilişki” olarak tanımlar.⁸ Benzer şekilde Opperman da ekoeleştiricinin amacının “ekolojik sorunlara odaklanarak edebiyat eleştirisi ve teorisini birleştirip edebi çalışmalarda bir dönüşüm yaratmak” olduğunu söyler.⁹ Bu anlamda ekoeleştirici küresel ısınma, depremler, hava, toprak ve su kirliliği, aşırı nüfus ve asit yağmurları gibi bütün canlıları ilgilendiren çevre sorunlarını ele alır. Bu sorunların merkezinde görünen antroposen çağının insan ve diğer varlıklar üzerindeki yıkıcı etkileri de edebi metinlerde irdelenir. Bu metinlerden biri de postmodern yazar Jeanette Winterson'ın *Taş Tanrılar*

⁵ Ashton Nichols, *Beyond Romantic Ecocriticism Toward Urbanatural Roosting*, New York 2011, s. 14.

⁶ Will Steffen, Paul J. Crutzen ve John R. McNeill, “The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?”, *Ambio*, Sayı 38, 2007, s. 614. Antroposen terimi hakkında ayrıntılı bilgi için bakınız: Bronislaw Szerszynski, “The End of the End of Nature: The Anthropocene and the Fate of the Human”, *Oxford Literary Review* Cilt 34/ Sayı 2, 2012, ss. 165-84.

⁷ Cheryll Glotfelty ve Harold Fromm, *The Ecocriticism Reader: Landmarks in Literary Ecology*, Atina ve Londra 1996, s.xx.

⁸ A.g.e., s. xviii.

⁹ Serpil Oppermann, “Ecocriticism: Natural World in the Literary Viewfinder”, *Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, Cilt 16/ Sayı 2, 1999, s. 29.

(*The Stone Gods*-2007) romanıdır. Winterson geçmiş, günümüz ve geleceğe uzanan romanında kapitalist düzenin başı çektiği sebepler dolayısıyla ortaya çıkan iklim değişikliği ve çevresel yıkımlar sebebiyle yeni bir dünya arayışında olan insanoğlunun yolculuğunu postmodern parodi, ironi ve hiciv yoluyla resmeder. Dünyayı simgeleyen Orbus gezegeninde yaşayan insanlar bütün kaynakları tüketmiş ve yaşam sürebilecekleri alternatif bir gezegen arayışındadırlar. Keşfedilen Mavi Gezegen insanlar için bir umut olur fakat önlerinde bir engel vardır: Gezegenin yerlileri olan dinazorlar. Dinozorlardan kurtulma ve yeni gezegene yerleşme yolculuğunda bir bilim adamı (Billie Crusoe), bir gemici (Billy) ve bir dişi robotun (Spike) eşliğinde farklı zaman dilimlerinde geçen hikâyesi aracılığıyla Winterson büyük anlatılar olan insan, medeniyet ve kimlik kavramlarını, ataerkil yapıyı, totaliter yapıları, bilimi, teknolojiyi ve kapitalizmi sorgular. Bu sorgulamaların ana çatısı olarak çevresel yıkımlar, çevrebilim ve insan-çevre ilişkisini kullanan Winterson antroposen çağının yeryüzü ve insan üzerindeki olumsuz etkilerini ironik ve eleştirel bir bakış açısıyla gözler önüne serer. Winterson romanında ekolojik sorunları sömürgecilik ve kapitalizm ile beraber arketip sorunlar olarak ele alır. Ayrıca yazarın (eko) feminist duruşuna paralel olarak romanda ekoeleştirici patriarkal söyleme karşı duruş ile beraber sergilenir. Bu bağlamda bu bölümün amacı Jeanette Winterson'ın *Taş Tanrılar* romanında insan çağının (antroposen) dünyamıza ve dolayısıyla insanın kendisine getirdiği yıkımı, çevre felaketleri, savaşlar ve yeni bir gezegen bulma arayışları üzerinden arketipsel bir bakış açısıyla irdelemektir. Covid-19 ile savaş halinde olan, Rusya-Ukrayna savaşı dolayısıyla üçüncü bir dünya savaşının sınırlarında dolaşan ve küresel ısınma nedeniyle tıpkı romandaki gibi yeni bir dünya arayışına girilen günümüzde insanoğlunun kendi kendini nasıl yok ettiğini edebi dünyaya etkili bir biçimde aktaran *Taş Tanrılar* gibi metinleri Türk okuyucu ile buluşturma amacı daha bir önem kazanmıştır. Bu çalışmanın bu amaca hizmet etmesi hedeflenmektedir.

Paul Crutzen tarafından 2000 yılında ortaya atıldığından bu yana Antroposen (Anthropocene) kavramı pek çok farklı disiplinle beraber edebiyat çalışmalarında da kendine yer bulmuştur. Antroposen, antropojenik iklim değişikliği başta olmak üzere dünyanın jeolojisi ve ekosistemleri üzerinde insan faaliyetlerinin etkisinin görülmesiyle başlayan jeolojik bir dönemdir. Antroposen Holosen'den sonra girdiğimiz yeni jeolojik çağ olarak da tanımlanır. "Antropos" ön eki, antropojenik değişikliklerin, yani dünya üzerindeki insan eylemlerinden kaynaklanan değişikliklerin, insanların artık jeolojik güçler gibi davrandığı, volkanlar, büyük meteorlar ve depremler ile benzer bir rol oynadığını yansıtır. Holosen'in Antroposen çağına dönüştüğü

nokta halen tartışılmaktadır.¹⁰ Örneğin, Zalasiewicz başlangıç noktası olarak 16 Temmuz 1945'te New Mexico, Alamogordo'da ilk nükleer bombanın patladığı anı işaret etmektedir. Bu bombadan kaynaklanan nükleer serpinti ve 1945'ten 1988'e kadar her 9,6 günde bir ortalama bir bomba hızında patlayan müteakip bombalar, jeologlar tarafından kimyasal maddeyi analiz etmek için kullanılan bir ölçü olan "kemostatigrafik kayıt" olarak tanımlanabilir. Bu sınır biz insanların üretim ve tüketime bağlı yeni Batı modeline ayak uydurmak için büyük oranda plastik ve alüminyum kullanmaya başladığımız 20. yüzyılın ortalarında "Büyük Hızlanma" olarak adlandırılan dönemle örtüşmektedir.¹¹ Zalasiewicz'in araştırma grubu ayrıca iki döneme daha işaret eder. Birincisi binlerce yıl öncesine dayanan "erken-Antroposen" olarak adlandırılan dönem, ikincisi ise 1800'ler civarında Sanayi Devrimi'nin ilk aşamalarına denk gelen dönemdir. Jeologlar bu dönemleri belirleyebilmek için dünyanın 4,6 milyar yıllık tarihini kapsayan bir zaman diliminde Jeolojik Zaman Ölçeği çerçevesinde hareket ederler. Milyarlarca yıllık bu süreçte oluşan katmanlar, yani kaya katmanları, bu zaman ölçeği göz önünde bulundurularak analiz edilir. Böylece çağlar, dönemlerin ve bu dönemlerin sınırları belirlenir. Bu sınırların belirlenmesi için en önemli kanıt olan tabakalar, Antroposen kavramı için hâlâ çok yenidir. Bir dönemin belirlenmesi ve resmileştirilmesi için değişikliklerin kayalarda tanımlanabilir olması gerekir. Jeologlar bu değişikliklerin izlerini kayaların yanı sıra atmosferde, tür çeşitliliğinde ve okyanusların asitlenmesinde sürerler.¹² Zalasiewicz'nin belirttiği gibi muhtemelen 100 milyon yıl sonra gelecekteki olası kâşifler tabakalarda varlığımızın kanıtlarını bulabileceklerdir. Zalasiewicz şöyle devam eder: "İnsanlar 250 bin yıldır bu dünyada. Dinozorların neslinin tükenmesine neden olduğu düşünülen meteor 65 milyon yıl önce dünyaya çarptı. Dinozorlar 200 milyon yıl boyunca dünyada yaşadı ve dünyanın kendisi 4.6 milyar yaşında. [Yani] dünyanın jeolojik zamanına karşı varlığımız hiçlikten başka bir şey değil".¹³ Kuşkusuz bu hiçlik içindeki bütün canlılarla birlikte hem kendisinin hem de dünyanın kaderini elinde bulunduruyor. Fakat insanoğlunun kendisi için yazdığı kaderin yanında dünyada kendi hikâyesini yazar. Dünya içindeki katmanlar yoluyla üzerinde olup bitenleri anlatır. Zalasiewicz bu durumu şu sözlerle dile getirir: Dünya "bir tabaka hazinesidir, eski okyanusların ve nehirlerin, göllerin, kıyı şeritlerinin ve kurak çöllerin tarihlerinin sayısız anlatı olanaklarını kendi içlerinde barındırdığı tabakaları üreten devasa bir

¹⁰ Melina Pereira Savi, "The Anthropocene (and) (in) the Humanities": *Estudos Feministas*, Cilt 25/ Sayı, 2, 2017, s. 945.

¹¹ Jan Zalasiewicz, "The Human Dimension in Geological Time", *Welcome to the Anthropocene: The Earth in Our Hands*, Deutsches Museum, 2014, s. 15.

¹² A.g.e., s. 17.

¹³ A.g.e., s. 17.

makinedir”.¹⁴ Benzer şekilde dünya tarihi, insanoğlu ve anlatılar arasındaki bağlantı hakkında Iovino ve Opperman şöyle derler:

*Dünya üzerindeki olaylar muazzam bir aracılar ağındaki anlatı ve hikâyeler şeklinde okunabilen ve yorumlanabilen düğümlerdir. Bedensel formlar ve söylemsel formülasyonlar içinde gelişen ve birlikte evrimleşen doğanın ve göstergelerin tabiatından ortaya çıkan bu hikâyeler her yerdedir: Soluduğumuz havada, yediğimiz yiyeceklerde, bu dünyadaki bütün varlıklarda, insan dünyasının içinde ve ötesinde. Diğer bir deyişle, bütün olaylar hikâyeleştirilmiştir.*¹⁵

Iovino ve Opperman’ın sözlerinden hareketle antroposen çağını da içine alarak dünya tarihindeki her olay ve değişimin yeryüzüne yansıyan hikâyesinin anlatıların evi olan edebiyatta yer bulması olağandır. Dolayısıyla antroposen sadece jeoloji, çevre tarihi, felsefe, kültürel çalışmalar ve medyada değil edebi dünyada da özellikle çevre kaygısının arttığı son zamanlarda geniş bir şekilde ele alınmaya başlamıştır. Bu bağlamda son yirmi yıl içinde antroposen merkezli düşünce yapısının hem insana hem de üzerinde hâkimiyetini ilan ettiği yeryüzündeki diğer canlı/cansız varlıklara verdiği yıkıcı etkiler çevre bilimcilerinin yanı sıra yazarların oldukça ilgisini çekmiştir. Yazarlar her konuda olduğu gibi dünyayı ve insanı tehdit eden bu yaklaşım konusunda bir bilinç yaratmak misyonunu üstlenirler. Benzer şekilde, Nixon doğanın yıkımının yavaş yavaş gerçekleştiğini ve çoğu insanın henüz kendini tehlike içinde görmediğini belirtir. Bu durumu tanımlamak için “yavaş şiddet” terimini kullanan Nixon, edebi eserlerin bu tehlikeyi görünür kılıp “görünmeyenlerin görünmesine yardımcı” olabileceklerini söyler.¹⁶ White, Nixon’ın düşüncelerine paralel bir şekilde, antroposenin yavaş ilerlediğini fakat edebi eserlerin “diğer söylem biçimlerinin yoksun olduğu dramatik bir şekilde” “görünmez ve yavaş yavaş hızlanan [çevresel] krizlerin farkına varmamızı” sağlayabileceğini savunur.¹⁷ White sözlerine şöyle devam eder: “[Antroposen anlatıları] aynı zamanda bilimin, biyolojinin ve hatta tarihin yapamayacağı şekilde, maksimum etki ve anlayış için zamanı meşru bir şekilde çökterebilir veya yan yana

¹⁴ A.g.e., ss. 17-18.

¹⁵ Serenella Iovino ve Serpil Oppermann, (Ed), “Introduction: Stories Come to Matter”. *Material Ecocriticism*, Bloomington 2014, s. 1.

¹⁶ Rob Nixon, *Slow Violence and the Environmentalism of the Poor*, Cambridge 2011, s. 14.

¹⁷ J. R. White, *Trouble with Time. Contemporary American Literature and Environmental Crisis*, Columbia Üniversitesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Columbia 2009, s. 240.

getirebilir”.¹⁸ Benzer şekilde Winterson edebiyat, insan ve doğa arasındaki bağı vurgular. Her şeyin birbiriyle bağlantılı olduğunu söyleyen Winterson bilimin bu bağlantıları çözmeye yeni başladığını hâlbuki sanat ve edebiyatın bu bağlantıları “sezgisel olarak” anladığını ve insanlara aktardığını savunur. Winterson insan ve doğanın atomik bir enerji çerçevesinde aynı kalıpları paylaştığını ve edebiyat da dahil sanatın “hayatın birbirine bağlılığını yeniden yarattığını” ve “bize evrenin ekolojik olarak nasıl işlev gördüğünü” hatırlattığını vurgular.¹⁹ Winterson’ın bu misyonu üstlendiği en öne çıkan anlatılarından birisi *Taş Tanrılar*’dır. Yazar farklı zamanlarda geçen romanında insan egemen dünya düzeninin döngüsel ve arketip odaklı bir biçimde nasıl her seferinde dünyadaki yaşamın sonunu getirdiğinin hikâyesini anlatır.

Çevre Merkezli Bir Yazar: Jeanette Winterson ve İnsanoğlunun Taş Tanrıları

Winterson, “nesnel gerçekliği” irdelediği eserler sayesinde son yıllarda İngiliz Edebiyatı’nda önemli bir konum kazanır. Yazarın eserleri genel olarak “anlatısal kimlik, kurgusal yapaylık ve nesnel gerçeklik”²⁰ hakkındaki soruları ön plana çıkarır. Eleştirmenler Winterson’ı, eserlerinde “popüler ve kanonik türlerin eğlenceli ve parodik bir tasvirine yer vermesi ve gerçeklik ve kurgusallığı bir araya getirerek sonsuz hikâyeler yaratması” sebebiyle postmodern bir yazar olarak nitelerler.²¹ *Taş Tanrılar* insan çağının dünya üzerindeki olumsuz etkilerini resmetmesinin yanı sıra bu özelliklerin hepsini içinde barındırır. Winterson postmodern çatısı altına alınabilecek eserlerinin yanında çevre merkezli duruşunu *The Guardian*, *The Times*, *The New York Times*, *The Independent* ve *Harpers*’daki yazıları, röportajları ve web sitesinde (jeanettewinterson.com) de sergiler. Dokuz romanı, iki kısa öykü koleksiyonu ve otuz iki dile çevrilen eleştirel denemenin yazarı olan Winterson, edebiyat ve sanat alanında İngiltere’nin en önde gelen yazarlarından biri olarak çevre konusundaki hassasiyetini geniş çevrelere ulaştırmıştır. Winterson’ın çevre merkezli bakış açısını çok yönlü bir şekilde yansıttığı eseri ise kuşkusuz *Taş Tanrılar*’dır. Evans romanı iklim kurgusu türüne dâhil eder.²² Bilim kurgu türünün bir uzantısı olarak kabul edilen

¹⁸ A.g.e., s. 240.

¹⁹ Justyna Kostkowska, *Ecocriticism and Women Writers: Environmentalist Poetics of Virginia Woolf, Jeanette Winterson, and Ali Smith*, New York 2013, s. 56.

²⁰ Helena Grice ve Tim Woods, “Winterson’s Dislocated Discourses”, *Jeanette Winterson. A Contemporary Critical Guide*, Ed. Sonya Andermahr, New York 2007, s. 27.

²¹ Sonya Andermahr, *Jeanette Winterson*, New York 2009, s. 19.

²² Rebecca Evans, “Nomenclature, Narrative, and Novum: “The Anthropocene” and/as Science Fiction”, *Science Fiction Studies*, Cilt 45/ Sayı 3, 2018, s. 484.

iklim kurgusu eko-politik bir alt tür olarak Suvin'in belirttiği üzere "bir teşhis, bir uyarı, bir anlayış ve eylem çağrısı ve en önemlisi olası alternatiflerin bir haritası" olarak hizmet etmeyi hedefler.²³ İklim kurgusu, bilim kurgunun çağdaş işlevleriyle bağlantılı olarak iklim değişikliğine odaklanan çok önemli bir alt türü olarak nitelendirilir.²⁴

Doğayı yok saymanın insanoğlu için sonunun ne olabileceğine dair bir uyarı ve çağrı içeren *Taş Tanrılar* birbiriyle bağlantılı dört bölümden oluşur. İlk bölüm dünyaya çok benzeyen bir gezegen olan Orbus'ta geçer. Orbus gezegeninde insanlar kaynakları tüketmiş ve iklim değişikliği ile karşı karşıya kalmışlardır. Başka bir olasılıkları kalmayan insanoğlu yeni bir dünya arayışındadır. Bu arayış sonucunda Mavi Gezegen keşfedilir. Mavi Gezegen insan yaşamına çok uygundur fakat gezegenin ev sahipleri dinozorlardır. Roman boyunca okuyucunun rehberi 1, 3 ve 4. bölümlerde Billie Crusoe isimli bir bilim adamı ve 18. yüzyılda Paskalya Adası'nda geçen 2. bölümde ise genç bir denizci olarak karşımıza çıkan Billy'dir. Billie/Billy'e her bölümde dişi robot Spike/Skipper eşlik etmektedir. Billy, dişi robot Spike ile beraber Mavi Gezegen'i keşfetme görevini üstlenir. Birlik ve Taşkesen "isimleri ve içine düştükleri umutsuzluk sebebiyle, bu hikâyelerin aslında aynı ruhun üç farklı tarihsel dönemde reenkarnasyonları olduğunu" savunurlar.²⁵ Winterson farklı yüzyıl ve gezegenlerde bu iki karakter arasındaki ilişkiyle insan, cinsel kimlik ve aşk kavramlarını sorgular. Huber'e göre ontolojik sınırları aşmakla birlikte, bu insan ve bir makine arasındaki duygusal bağ, post-postmodern bir arzu olan "kendileriyle başkaları, sınırlar ve merkezler ve parça ve bütün arasında yeni ilişkiler keşfetmeye" bir göndermedir.²⁶ Bu sıra dışı ilişki ile Winterson aynı zamanda postmodern merkezli bir soru olan insan kavramını da sorgular. Romanda dişi robot Spike bu sorgulamayı dile getiren karakterlerden biri olarak şöyle söyler: "Merkezi Güç'teki her insan geliştirilmiş, genetik olarak değiştirilmiş ve DNA taramasından geçirilmiştir. Bazıları klonlandı. Çoğu rahim dışında doğdu. Şimdiki insan, yüz yıl önceki insan bile değil. Peki insan nedir?"²⁷ Dolayısıyla, Winterson romanında kimlik tartışmasını daha ötelere taşır ve insan kavramını irdeler. Bu irdeleme bilim ile ve bilime bağlı, bilimin şekillendirdiği insanoğluyla yakından ilgilidir. Bilim ve

²³ Darko Suvin, *Metamorphoses of Science Fiction: On the Poetics and History of a Literary Genre*, New Haven 1979, s. 12.

²⁴ Evans, s. 484.

²⁵ Nurten Birlik ve Bengü Taşkesen, "Jeanette Winterson. The Stone Gods", *World Literature Today*, Cilt 82/ Sayı 2, 2008, s. 71.

²⁶ Irmtraud Huber, *Literature after Postmodernism: Reconstructive Fantasies*, Londra 2014, s. 19.

²⁷ Jeanette Winterson, *The Stone Gods*, London 2007, ss. 63-64.

insanoğlu arasındaki ilişki ise antroposen çağıyla doğrudan bağlantılıdır. Böylelikle, postmodern bağlamda zaten sorunlu bir konu olan kimlik, insanı değiştirip doğasından uzaklaştıran bilim söz konusu olduğunda daha da sorunlu hale gelir. Bu anlamda, bir üst anlatı olarak bilim, Billy'nin ağzından patronu Manfred üzerinden romanda da sorgulanır: “Manfred, kırklı yaşların sonlarında genetik olarak sabitlenmiş o kendine güvenen adamlardan biridir. Çoğu erkek bundan daha genç yaşta sabitlenmeyi tercih eder ve otuzu geçen kadın yoktur [. . .] [Fakat] bilim her şeyi düzeltmez”.²⁸ Başka bir deyişle, Winterson romanında insan çağının belki de en önemli basamağı olan bilimi insanı doğasından uzaklaştırmakla suçlar. Bu uzaklaşma insanın kendisinden uzaklaşmasıyla beraber doğadan uzaklaşmasını da işaret eder. Okuyucu bu çifte uzaklaşma çerçevesinde Billie ve Spike'in farklı bölümlerdeki hikâyelerini okurken yok olup tekrar hayat bulan dünyaların, bu yok olmadan sorumlu olan insanların tekrar eden hatalarının ve her seferinde yeni bir şansa sahip olup olamayacaklarının sorgulamasına şahit olur.

Winterson romanında belirli bir zaman diliminden öte insan merkezli düzenin sonunun her zaman çevresel bir yıkım olduğunu ve dolayısıyla bu yıkımın arketip doğasını vurgulamak için geleneksel zaman algısının dışına çıkar ve bir zaman yolculuğu çerçevesinde dünyanın hem var hem de yok olma hikâyesini anlatır. Benzer şekilde Sönmez, Winterson'ın zaman kavramına olan ilgisini, alternatif dünyalar ve yeni mekanlar yaratma becerisini vurgulayarak, yazarın ataerkil, geleneksel ve kutuplaşmış bir kültürün sınırları içinde “zaman ve mekan sınırlarını aşmayı hedefleyip insan olmanın ne olduğunu sorguladığını” belirtir.²⁹ Aynı şekilde Fox, tarihsel manipülasyon ve edebi göndermelerin yan yana getirilmesi yoluyla Winterson'ın romanlarının “geçmiş, şimdi ve gelecek ayrımlarının ötesine geçtiğini ve yenilikçi bir metin alanı yarattığını” söyler.³⁰ Sönmez ve Fox'un düşüncelerine paralel olarak, Winterson kurguyu “edebiyatı maddi kısıtlamalarından kurtaran” zaman ve mekân sınırlarının ötesine geçerek farklılıklar arasında köprü kuran bir araç” ve “uçan bir halı” olarak tanımlar.³¹ Winterson *Taş Tanrılar*'da uçan halısını çevre sorunu ekseninde çok farklı sorunları dile getirmek için kullanır. Örneğin, romandaki

²⁸ A.g.e., s. 9.

²⁹ J. M. Margaret Sönmez, “Voices From Nowhere: Speakers from Other Times and Countries in Boating for Beginners and Sexing The Cherry”, *Winterson Narrating Time and Space*, Ed. Margaret J-M Sönmez ve Mine Özyurt Kılıç, Newcastle 2009, s. 98.

³⁰ Catherine Fox, “Knotting Up The Cradle: Exploring Time and Space in Jeanette Winterson's Novels”, *Winterson Narrating Time and Space*, Ed. Margaret J-M Sönmez ve Mine Özyurt Kılıç, Newcastle 2009, s. 63.

³¹ Sönmez, ss. 98-99.

karakterler farklı zaman dilimlerinde yaşasalar da hepsi totaliter rejimlere tabidir. İlk bölümde insanlar bilimsel bir organizasyon olan Merkezi Güç tarafından bilimokrasi yoluyla yönetilir. İkinci bölümde iki karşıt kabile lideri tarafından ve üçüncü bölümde ise Teknoloji Şehri'ndeki teknoloji ve medya da dâhil olmak üzere tüm faaliyet organlarını kendi içinde birleştiren "MORE" adlı bir şirket totaliter rejimleri simgeler. Winterson, kimlik ve bilim dışında, totaliter rejimlerle bağlantılı olarak postmodernizmin ideolojik yanıyla ilişkilendirilebilecek emperyalizm ve kapitalizm adı altında otoriteyi de sorgular. Bu doğrultuda sömürgeleştirme ve emperyalizm söylemlerine değinir. Spike, Teknoloji Şehri'nin en büyük şirketi olan MORE'un ("toplumun gösterişçi tüketimini yansıtmak için kullanılan bir isim")³² Mayflower adında bir uzay gemisi inşa ettiğini söyler. Gemi maddi gücü yetenleri Mavi Gezegen'e götürecektir. Bu Avrupa emperyalizmine bir göndermedir. Billie, bu planın hiyerarşik bir yapıda olduğunu söyler. Benzer şekilde Stonebrook durumu şu sözlerle özetler:

*Karakterler yeni gezegene kimlerin gidebileceğini belirlemek için ekonomik sınıfla bağlantılı bir hiyerarşiye göre hareket ederler. Ayrıca, Mayflower hiç de yeni olmayan bir "Yeni Dünya"da yaşamak için yola çıktığından, sözde yeniliğini haklı çıkarmak için böyle bir varlıklar hiyerarşisinin mevcut olması gerekir. Dünya "vahşi" olan tarafından değil, yalnızca "uygar" olan tarafından yorumlanır. Merkezi Güç, Avrupalı sömürgecilerin Kızılderililere yaptığı gibi Mavi Gezegen'deki dinzorları ve diğer canlıları işini zorlaştıran bir yük olarak görür.*³³

Bununla birlikte romanın başlarında Merkezi Güç'ün başındaki Başkan, Mavi Gezegenin keşfini Hint Adaları, Amerika Kıtası ve Kuzey Kutup Dairesi'nin keşfiyle karşılaştırır.³⁴ Roman aynı noktaya işaret eden sayısız göndermeyle başka bir deyişle aslında oldukça eski olan Avrupalılar tarafından keşfedildiği söylenen yeni dünyalar ile doludur. Bu keşifler ve bulunan yeni dünyalar sömürgecilik ve insan ve doğa arasındaki döngüsel ve arketip ilişkiyle doğrudan ilintilidir. Winterson, *Taş Tanrılar*'da emperyalizmi ve çevre sorununu hayvan haklarıyla da ilişkilendirir. Taşınmak istenen yeni gezegenin sakinleri dinzorlardır. Başkan bu yeni gezegen ile ilgili yaptığı konuşmasında "yeni kolonileştirme misyonunun

³² Shelley Stonebrook, *There was no Us and Them: Environmental Justice and Discursive Struggle in Jeanette Winterson's The Stone Gods*, Kansas Üniversitesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kansas 2009, s. 12.

³³ Stonebrook, s. 12.

³⁴ Winterson, s. 7.

tamamlandığını” ve “canavar” olarak nitelediği dinazorların “insanca”/“insani bir şekilde”³⁵ yok edileceğini söyler. Buradaki insanca kelimesini insan merkezli olarak tanımlamak daha uygun düşecektir. İnsan merkezli bir alan oluşturabilmek için dinazorlar insanca yok edilecektir. Bu insan merkezli diğer canlıları göz ardı eden düşünce yapısının yine insanın sonunu nasıl getirdiğini robot karakter Spike şöyle özetler: “Burada birçok yaşam türü var [...] İnsanlar her zaman kendilerinin önemli olan tek tür olduğunu varsaydılar. Gezegeninizi böyle yok ettiniz”.³⁶ Kendini üstün ırk kabul eden insan kendisinden milyonlarca yıl önce dünyada yaşam süren dinazorları taşınmak istediği yeni dünyadan kovma ve sömürme hakkını kendinde bulur.

Ayrıca, Winterson anlatıcısı Billie Crusoe ile Defoe’nun Robinson Crusoe’suna açık bir gönderme yapmaktadır. Bu gönderme aracılığıyla yazar romanında vurguladığı emperyalizm, kapitalizm ve insan ile doğa ilişkisine de çerçeve oluşturmuş olur. İngiliz Edebiyatı’nda olduğu kadar Dünya Edebiyatında da çok önemli bir yer tutan ve birçok farklı versiyonları ve yorumlamaları olan bu kült eserin hikâyesini Spaas ve Stimpson şöyle tanımlarlar: “[Robinson Crusoe’nun hikâyesi] birey ve toplum arasındaki ilişki üzerine bir yorum olarak görülebilir; eski dünya düzeninin kahramanca reddi; bir parça sömürgecilik öncesi propaganda; “ötekilik”, “doğallık”, “eşitsizlik”, “köken” gibi arketipsel sorunları gündeme getiren bir masal” olarak kabul edilebilir.³⁷ Winterson’ın romanında sömürgecilik ve eşitsizlik gibi sorunların yanına kapitalizm ve ekolojik sorunları da eklediği ve farklı yüzyıllarda geçen romanıyla bu sorunları arketipsel olarak nitelediği savunulabilir. Bu doğrultuda, Winterson ekoloji aracılığıyla kapitalist sistemlerin yıkıcı taraflarını yansıtır. Örneğin, Billy’nin patronu Manfred Orbus gezegenindeki mevcut sistemi Mavi Gezegen’e taşımaya kararlıdır: “Altyapıya, binalara, hizmetlere ihtiyacımız var. Eğer farklı bir gezegende yaşayacaksam, bunu düzgün bir şekilde yapmak istiyorum. Dükkânlar ve hastaneler istiyorum. Ben bir öncü değilim. Şehir hayatını seviyorum, tıpkı herkesin şehir hayatını sevdiği gibi. Merkezi Güç, toplu göçün önündeki en büyük engelin altyapıyı zamanla kurmak olacağına inanıyor. Bataklık Çağlarına geri dönemeyiz”.³⁸ Başka bir deyişle, iktidardakiler Orbus’ta alıştıkları endüstriyel ve ticari alt yapıyı oluşturana kadar hiç kimse yeni gezegene gitmeyecektir. Böylelikle, Stonebrook’a göre Winterson başka bir

³⁵ A.g.e., s. 5.

³⁶ A.g.e., s. 66.

³⁷ Lieve Spaas ve Brian Stimpson, ed, *Robinson Crusoe: Myths and Metamorphoses*, London 1996, s. ix.

³⁸ Winterson, s. 32

gezegene taşınma gerekliliğinin başlıca sebebi olan kapitalist sistemi yeni gezegene de taşımak isteyen insanların “trajik ironisini” resmeder.³⁹

Kapitalizm ve dengesiz güç dağılımı ekoeleştirel söylemle de doğru orantılıdır. Kapitalizm eşit olmayan bir maddi varlık dağılımı ve çevresel bozulma yaratır, bu durum da bu bozulmanın yoksullar üzerinde eşitsiz dağılımına yol açar.⁴⁰ Winterson romanında bu bağlantı ile ilgili olarak zengin ve fakir arasındaki farkı sıkça vurgular. Örneğin, Merkezi Güç’ü ironik bir şekilde demokrasi olarak tanımlar ve şöyle devam eder “Biz zengin insanlar ve ünlüler dışında birbirimize benzeriz. Onlar daha iyi görünür. Demokrasiden beklenen de zaten budur”.⁴¹ Bu sözler George Orwell’in *Hayvan Çiftliği*’ndeki meşhur “Bütün hayvanlar eşittir ama bazı hayvanlar öbürlerinden daha eşittir”⁴² söyleminin bir yankısı gibidir. Benzer şekilde, Burkett, “kapitalist üretimin eşit olmayan gelişimi sebebiyle çoğu zaman ekolojik yağma ve bozulmanın en kötü insani etkilerinin işçileri çevresel “sahipler” ve “sahip olmayanlar” olarak ikiye ayırdığına işaret eder. Bu ayrım ve eşitsizlik ise en çok en yoksulları yani işçi sınıfının sosyal olarak marjinalleştirilmiş kesimlerini etkiler.⁴³ Bu doğrultuda, çevre kirliliğinin sebepleri arasında nüfus artışı ve teknolojinin gelişiminin yanında yoksulluk da kendine yer bulur. Yoksulluk yüzünden insanların doğal kaynaklara daha fazla yönelmesi sebebiyle yoksulluk sorununu çözmek çevre kirliliğine de katkıda bulunmak anlamında gelir.⁴⁴ Çevre sorununun yoksullukla bağlantısı eko-Marksizm’le de özdeşleştirilebilir. Eko-Marksizm ile de çevre sorunlarının yetersiz barınma veya temiz su eksikliği gibi sosyal sorunlardan ayrı tutulamayacağını savunur. Bu bağlamda, eko-Marksistler sınıf çatışmasını çevreyi de etkileyen temel siyasi mesele olarak tanımlarlar.⁴⁵ Sarkar’a göre ise “eko-kapitalizm- ya da sağlıklı bir çevreyi besleyen bir kapitalizm türü- kesinlikle imkânsızdır. Serbest piyasa kapitalizmi doğası gereği çevresel bozulmaya ve sosyal adaletsizliğe bir çözüm sağlayamaz”.⁴⁶ Speth ise “çevresel bozulmanın çoğunun, bugün sahip

³⁹ Stonebrook, s. 20.

⁴⁰ A.g.e., s. 18.

⁴¹ Winterson, s. 19.

⁴² George Orwell, *Hayvan Çiftliği*, Çev. Celal Üster, İstanbul 2001, s. 85.

⁴³ Paul Burkett, *Marx and Nature: A Red and Green Perspective*, New York 1999, s. 217.

⁴⁴ Ramamohana Reddy Appannagari, “Environmental Pollution Causes and Consequences: A Study”, *North Asian International Research Journal of Social Science and Humanities*, Cilt 3/ Sayı 8, 2017, ss. 154-160.

⁴⁵ Greg Garrard, *Ecocriticism: The New Critical Idiom*, Londra ve New York 2004, ss. 27, 29-30.

⁴⁶ Saral Sarkar, *Eco-Socialism or Eco-Capitalism: A Critical Analysis of Humanity’s Fundamental Choices*, New York 1999, s. 146.

olduğumuz kapitalizmin sistemik başarısızlıklarının bir sonucu olduğuna” inanır.⁴⁷ Romanda dişi robot Spike’ın ağzından bu durum şöyle özetlenir: “Dünyayı kirleterek kendimizi zengin ettik. Şimdi de dünya bizi zehirliyor”.⁴⁸ Romanda antroposen duruşu ve kapitalizmi temsil eden Manfred karakterine göre ise dünyanın bu hale gelmesinde insanın hiçbir suçu yoktur:

*Dünyadaki en iyi hava kalkanına sahibiz. Küresel ısınmayı yavaşlattık. Yükselen deniz seviyesini durdurduk. Ormanları yeniden diktik. Gıdaları sentezledik. Asit yağmurlarını etkisizleştirdik. Artık yağ, benzin veya petrol türevleri kullanmıyoruz. Daha fazla ne istiyorsunuz?*⁴⁹

Buraya kadar tartışıldığı üzere Winterson romanı boyunca kapitalizm ve çevre sorunlarının bağlantısını vurgulayıp kapitalist sistemi çevresel söylemler içinde sorgular. Romanın her bölümünde hâkim olan bu sorgulamaya zaman zaman bilimin yanında teknoloji de eklenir. İlk bölümde Orbus gezegeninde yaşayan insanlar kapitalist sistemin adeta esiri olmuş, doğal kaynakları tamamen yok etmiş ve gezegenin yaklaşık 50 yıllık bir ömrü kalmıştır. Orbus’ta hayat bitince gidilmesi planlanan yeni gezegen, “yaprakları şehirler kadar büyük, beyaz kumları, gökdelenler gibi ağaçları” olan ve “içme suyu” ve “oksijenin” bol olduğu fakat “kirliliğin olmadığı” bir yer olarak tanımlanır.⁵⁰ Buna göre *Taş Tanrılar*’ın ana teması kapitalizmin başı çektiği sebepler dolayısıyla doğal dünyanın yıkımı ve insanların başka bir dünyada yeniden hayata başlama arzusudur. Keşfedilen Mavi Gezegen insanlık için yeni bir başlangıç şansıdır. Bu bölümün anlatıcısı Billie doğal kaynakların yok edilmesi ve çevre kirliliği ile ilgili olarak insanlığı suçlar. Kapitalizmin yanında Orbus’taki yaşamı yok eden başka bir insan eli ise teknolojidir. Ekosistem teknolojik gelişmelere bağlı olarak çökmüştür. Winterson, Orbus gezegeninde görünüşte teknolojinin insan hayatını kolaylaştırdığı hem ütöpik hem de distöpik olarak adlandırılacak bir hayatı betimler. İnsanoğlu teknolojik ilerlemenin karşılığında ekolojik bir yıkımla karşı karşıyadır. Podgajna romanda teknolojinin yerini şu sözlerle dile getirir: Romanda teknoloji ütöpik ve distöpik bir karmaşa çerçevesinde “hem ilerleme hem de bir yıkım aracı” olarak sunulur.⁵¹ Podjana’ya göre

⁴⁷ James Gustave Speth, *The Bridge at the Edge of the World: Capitalism, the Environment, and Crossing from Crisis to Sustainability*, New Haven 2008, s. 9.

⁴⁸ Winterson, s. 31.

⁴⁹ Winterson, s. 31.

⁵⁰ Winterson, s. 3.

⁵¹ Patrycja Podgajna, “Trans/Post-Humanist Poetics in Jeanette Winterson’s *The Stone Gods*”, *Roczniki Humanistyczne*, 11, 2018, s. 88.

roman, “teknolojik olarak gelişmiş Orbus gezegeninden başlayıp farklı uzamsal-zamansal dünyalara geçerek (Paskalya Adası ve Yıkık Şehir), ekonomik bolluk ve sınırsız tüketimin olduğu mükemmel bir toplumun resmedildiği ütöpik bir dürtü ile aşırı kozmetik ameliyatların, genetik manipülasyonların ve robotik gelişmelerin olduğu teknolojik ilerlemenin insanı doğasından uzaklaştıran ve asosyalleşmeye sebep olan distöpik bir toplum arasında gidip gelir”.⁵² Ütöpik dünyaları kendi hataları yüzünden doğanın artık insana ev olmaktan vazgeçmesiyle distöpik bir dünyaya dönüşen insanoğlu üzerinde yaşanabilecek yeni bir gezegen arayışı içine girmek durumunda kalır.

Romanın ütöpik ve distöpik bir yaşam arasında kalması ana karakteri Billie üzerinden de örneklenebilir. Billie Teknoloji Şehri’nde Geliştirme Servisleri adına çalışırken doğadan uzak yapay bir dünyada olsa da, elde kalan doğaya daha yakın olabilmek için her yerin kırmızı bir tozla kaplandığı ve insanların günümüze benzer bir şekilde maske takmak zorunda kaldığı şehir merkezinden uzak bir çiftlikte yaşar. Billie maviyi hayal ederken gerçekler kıpkırmızıdır: “İşte buradayım, maviyi düşünüyorum ama kırmızıyı görüyorum. İşte kırmızı toz fırtınası başlıyor, örümcek akarı gibi, karıncalar gibi, kaşıtan ve ısırın şeyleri andırıyor. Kırmızı tozun nereden geldiğini hiç kimse bilmiyor ama bu toz hava filtreleme sistemlerini tıkıyor ve yaklaşık iki yıl önce ortaya çıktığından beri oksijen maskeleri takmak zorundayız”.⁵³ Billie çiftliğini kırmızı toz bulutunun kapladığı ve yeşilin tükendiği bu dünyadan uzak bir cennet olarak tanımlar: “Toprak derin bir kildir ve sığırlar beslenmek için içinde delikler açarlar. Topraktaki delikler su ve buzla doludur ve kuşlar içmek için bunu delerler. Orman tarlalarla ve ağaç dalları kuşlarla doludur. Akşamları ormanın üstündeki gökyüzü kuşların kanatlarıyla kararır”.⁵⁴ Billi’nin her şeye rağmen insana dair umudu vardır:

*Her şeyin sonuna geldiğimize inanmıyorum. Bu kırmızı toz korkutucu. Karbondioksit gerçek. Su pahalı. Biyoteknoloji artılar getirdiği kadar eksiler de getirdi. Fakat biz, insan ırkı, halen hayattayız. Savaşlardan, terörden, kıtlıklardan sağ çıktık. Pek çok kez eşikten döndük. Tarih intihar değil kurtuluş hikâyeleriyle doludur.*⁵⁵

⁵² Podgajna, s. 88.

⁵³ Winterson, s. 25.

⁵⁴ Winterson, ss. 11-12.

⁵⁵ Winterson, s. 39.

Bu sözlerden hareketle Winterson için insanın doğayı yok etmesinin intihar anlamına geldiği savunulabilir. Paskalya Adası'nda geçen ikinci bölümde ise ataerkil kabileler arasındaki güç savaşına tanık oluruz. 18. yüzyıldaki Paskalya Adası'nın gerçek hikâyesine dayanan bu bölümde büyük putlar aracılığıyla güçlerini gösteren kabilelerin güç gösterisi çevre kıyımına yol açar. Bu kısım kapitalist dönem öncesi yapılaşmayı resmetmesinin yanında Winterson'ı bir ekofeminist olarak ön plana çıkarır. Ekoloji, feminizm ve sosyalizmin yaklaşımlarından yararlanan ekofeminizmin savunduğu temel şey ırk, sınıf, cinsiyet, cinsellik, fiziksel yetenekler ve türlerle ilgili baskılara izin veren ideolojinin doğaya karşı baskıyı onaylayan ideolojiyle aynı olmasıdır. Ekofeminizm kadınları özgürleştirmeye yönelik hiçbir girişimin [...] doğayı özgürleştirmeye yönelik eşit bir girişim olmaksızın başarılı olamayacağını savunarak tüm baskılara son verilmesi çağrısında bulunur.⁵⁶ Benzer şekilde, Karen Warren'a göre ekofeminizm feministtir çünkü cinsiyet eşitsizliğini ortadan kaldırmaya yardımcı olan uygulamalar, politikalar ve teoriler geliştirmeye odaklanmıştır. Ekofeminizm aynı zamanda ekolojiktir çünkü kendini ekosistemleri korumaya adanmıştır. Warren ayrıca ekolojik feminizmin ırkçılık, sınıf ayrımı, yaş ayrımcılığı, emperyalizm, sömürgecilik ve cinsiyetçilik gibi tüm sosyal hakimiyet sistemlerine etkili bir şekilde karşı koyduğunu vurgular.⁵⁷ Gaard ve Murphy ekofeminizmin feminist çalışmaların yanında "barış hareketleri, işçi hareketleri, kadın sağlığı ve nükleer karşıtı çevre ve hayvan özgürlüğü hareketleriyle de bağlantılı olduğunu" öne sürerler.⁵⁸ Harvey'e göre ise "bütün çevresel-ekolojik argümanlar [...] toplum hakkında ve bu nedenle diğer alanlarda sürdürülen her türlü mücadele hakkındaki argümanlardır".⁵⁹ Bu argümanlar doğrultusunda Winterson bu bölümde- tıpkı *Yeni Başlayanlar için Tekne Gezintisi (Boating for Beginners)* (1985) ve *Vişnenin Cinsiyeti (Sexing the Cherry)* (1989) romanlarında yaptığı gibi- belki de bütün hâkimiyet sistemlerinin odağında olduğunu savunduğu ataerkil yapıyı fakat bu sefer ekofeminist bir yaklaşım ile eleştirir. Öncü bir feminist yazar olarak kabul edilen Winterson'ın temel kaygıları arasında erkekler tarafından

⁵⁶ Greta Gaard, "Living Interconnections with Animals and Nature". *Ecofeminism: Women, Animals, Nature*, Philadelphia 1993, s.1.

⁵⁷ Karen J. Warren, "Introduction", *Ecological Feminism*, Ed. Karen J. Warren. New York 1994, s. 2.

⁵⁸ Greta Gaard ve Patrick D. Murphy, ed., *Ecofeminist Literary Criticism: Theory, Interpretation, Pedagogy*. Urbana 1998, s. 2. Konuyla ilgili farklı bilgiler için bakınız: Greta Gaard, "Toward a Queer Ecofeminism", *Hypatia*, Cilt 12/ Sayı 1, 1997, ss. 114-37.

⁵⁹ David Harvey, *Justice, Nature and the Geography of Difference*, Cambridge 1996, s. 372.

şekillendirilen gerçekliğin başta cinsiyet, cinsellik ve kimlik olmak üzere sorgulanması yer alır. Bu bazen Billy ve dişi robot Spike arasındaki gibi lezbiyen ya da insan-insan dışı bir ilişkide fakat her zaman postmodern bir mizah içinde kendini gösterir. Winterson özellikle *Taş Tanrılar* romanının bu bölümünde feminist duruşunu ekolojik duyarlılığı ile birleştirir ve ekofeminist bir resim çizer. Bu bölümün anlatıcısı Billie'nin erkek versiyonu Billy'dir. Gemisinden inen ve Paskalya Adası'na yanlışlıkla bırakılan Billy daha önce yeşil olan Ada'yı şu anki durumuyla karşılaştırır: “Ölüm Gölgesi Vadisi kadar kasvetli [...] birkaç ağaç ve birkaç çalı var. Doğa, insanın yemesi veya içmesi için ona uygun herhangi bir şey sağlamıyor gibiydi”.⁶⁰ Orbus gezegenine benzer bir şekilde doğa farklı bir yüzyılda ve medeniyette de insana hayat veremeyecek duruma gelmiştir. Kan davalı iki kabile reisinin adadaki son ağacı kesmesi ile adadaki ekolojik ölüm gerçekleşir. Önce onun bir taş olduğunu düşünen Billy teleskopuyla baktığında yerlilerin etrafına toplandığı nesnenin bir ağaç olduğunu fark eder. Kabile liderleri birbirlerine karşı bir tehdit anlamında bu ağacı devirirler. Şok içinde olan Billy kendi kendine şu soruyu sorar: “Bir insan neden en çok ihtiyaç duyduğu şeyi yok eder?”.⁶¹ Billy kabileler arasındaki güç mücadelesinin adanın sonunu getirdiğini fark eder. Kabile üyeleri tapındıkları taş tanrılara ahşap temeller yapmak ve onları kıyı boyunca yüzdürmek için ağaçları kesiyorlardı. Bu ölüm sembolik olarak insanoğlunun da ölümü demektir. İnsan bir nevi kendi oturduğu dalı kesmiş ve doğa ile birlikte kendi sonunu da getirmiştir. Winterson'ın bu yıkımı eski çağlarda resmetmesi ayrıca anlamlıdır ve roman boyunca resmettiği zaman ve mekândan bağımsız insanın aynı hataları durmaksızın tekrar ederek doğa ile beraber kendisini de yok ettiği kısır döngünün karşılığıdır. Winterson böylece ekolojik yıkımı arketip olarak betimler. Varoluşundan bu yana farklı zamanlarda ve farklı dünyalarda yaşam süren insan her seferinde çevreyi yok etmiş ve kendi sonunu hazırlamıştır. Bu arketip betimleme Spike'ın sözlerinde can bulur: “Her uygarlık bizim gibi düşünecektir – kendilerinin ilk ve tek olduklarını”.⁶²

Winterson ataerkil düzen ve söyleme karşı Gerrard'ın deymiyle “erkek geleneğine”⁶³ karşı yazan bir yazardır. Bu karşı duruş özellikle romanın bu bölümünde çevre yıkımı ile ilişkilendirilmiştir. Paskalya Adası'nda ataerkil bir düzen hüküm sürer. Son ağaç kabile liderleri tarafından kesilmeden önce kadınlar bu durumu protesto eder ama susturulurlar. Ağacın etrafında bir tartışma çıkar. Billy bir kadının ağaca yaslanıp ağladığını görür. Kuş tüyünden bir başlık takan erkek kadına vurur

⁶⁰ Winterson, ss. 97-98.

⁶¹ Winterson, s. 102.

⁶² Winterson, s. 77.

⁶³ Gerrard, s. 120.

ve kadınlar erkekler tarafından oradan uzaklaştırılırlar. Başka bir deyişle, Winterson bu bölümde cinsiyet odaklı bir güç hiyerarşisinin altını çizer. Bu hiyerarşi ekofeminizmle doğrudan ilintilidir. Winterson'ın romanında çevrenin talan edilmesinde iki cinsiyeti karşı karşıya getirmesi Gaard ve Murphy'nin ekofeminizm tanımlamasına da karşılık gelir: "Ekofeminizm, kadınların topluluklarını ayakta tutma ve ataerkil toplumların, çokuluslu şirketlerin ve küresel kapitalizmin neden olduğu yanlış gelişim ve çevresel yıkıma karşı mücadelesinden doğan toplumsal bir değişim hareketidir"⁶⁴ Ekofeminizm insan olmayanları da içine alarak her türlü hiyerarşiye karşı çıkar.⁶⁵ Bu doğrultuda ekofeminizm ataerkil söylemlere karşı çalışır. Benzer şekilde, Winterson kadınlar tarafından korunmak istenen fakat erkekler tarafından kesilen ağaç imgesiyle ekofeminist duruşunu sergiler. Doğayla özdeşleştirilen kadın, doğanın yıkımı ile özdeşleştirilen ise erkek olmuştur. Bu anlamda günümüzde de geçerli olan erkek egemen toplumun Winterson'ın gözünde karşı karşıya kaldığımız çevresel yıkımın ana aktörü olduğu söylenebilir. Winterson'ın kesilen son ağaç hikâyesinde olduğu gibi kadınların gücü bu yıkıma son vermeye yetmemiştir.

Romana ismini veren taş tanrılar da bu kısımda yer alır. Billy ilk bakışta gördüklerinin ne olduğuna karar veremez: "Gördüklerimi nasıl tarif edeceğimi pek bilmiyorum. Devasa taş yüzleriyle denize bakan bu idoller metrelerce yükseklikte, karanlık ve ağırdı. Büyük ahşap ve taş kaideler üzerine oturtulmuşlardı. Onların yerliler tarafından nasıl oyulduğunu ve buraya nasıl taşındıklarını çıkartamadım. Böyle bir tasarımı gerçekleştirebilecek yetenekte olan kişilerin yaşam alanlarının daha güzel ve hayat tarzlarının daha iyi olması lazımdı".⁶⁶ Bu, ada insanların atalarına bir çeşit saygı gösterisiydi. İşte bu taş tanrılar için çalışmak ada insanların en öncelikli işiydi. Taş tanrılar uğruna ada insanları yeşili yok etmektedir ve bunu yaparken kendi sonlarını getirdiklerinin farkında bile değildiler. Bu noktada Winterson taş tanrılar üzerinden eski çağ insanları ve modern insan arasında çok çarpıcı bir bağ kurar: "Bu girişimin [taş tanrılarının inşasının] nafileliği onları pek etkilemiş görünmüyordu ama itiraf ediyorum ki benim hemşerilerim de savaşıırken ve yakıp yıkarken aynı şeyi yapıyorlar. İnsanlık, nerede bulunursa bulunsun, Uygur veya Vahşi, uzun süre herhangi bir amaca bağlı kalamaz, kendini yok etme amacı dışında".⁶⁷ Billy'nin dile getirdiği gibi "adadaki ağaçlar ve adanın bütün güzellikleri şimdi hiçbir anlamı olmayan bir şey uğruna" feda edilir. Taş tanrılarını inşa etmek için ada yok

⁶⁴ Gaard ve Murphy, s. 2.

⁶⁵ A.g.e., s. 4.

⁶⁶ Winterson, s. 103.

⁶⁷ A.g.e., s. 109.

edilir ve şimdi Taş Tanrılar da yok olmuştur”.⁶⁸ Winterson böylece insanın doğayı yok ederken kendisini de yok ettiğini ve bunun farkında bile olmadığını kısır bir döngü içinde arketipsel olarak betimler.

İnsanoğlunu “en saldırgan tür”⁶⁹ olarak gösteren üçüncü ve dördüncü bölümler, Üçüncü Dünya Savaşı Sonrası ve Batık Şehir, nükleer savaştan çıkan bir gezegeni betimleyerek adeta kıyamet sonrasını yansıtan fütüristik bir resim çizer. Savaş hem fiziksel hem de çevresel anlamda insanlara büyük zararlar vermiştir. Batık Şehir bombaların zararının en çok görüldüğü yerdir. Burada insanlar bomba yıkıntılarında kalanlarla inşa ettikleri evlerde yaşarlar. Adeta kayıp bir şehir olan bu şehrin sınırlarına girmek yasak değildir fakat başınıza herhangi bir şey gelirse örneğin öldürülürseniz ya da soyulursanız size yardım edecek kimse yoktur. Bu topraklarda ne bir polis ne de herhangi bir devlet eli bulunur. Devam eden satırlarda Winterson Avrupa’yı “evrensel standartların, ilerlemenin ve gelişmenin yani iyi bir toplumun özelliklerinin sahibi olarak merkeze koyan”⁷⁰ Avrupa-merkezciliği (eurocentricism) de eleştirir ve insan eli tarafından çizilen Doğu ve Batı arasında artık bir fark kalmadığını şöyle dile getirir:

Batı’da kimse bir gün bizim de bombalanacağımıza inanmazdı. Kuzey Kore, Çin, Pakistan, İran, hepsi de çok farklıydı ve gruplara ayrılmışlardı. Nereye gerekiyorsa savaşlarımızı oraya yaydık ve bunu barışı koruma olarak adlandırdık. Bu kanlı ve kirlili bir düzendi. Bir tarafta teröristler, diğer tarafta yerel olaylar vardı [...] Fakat bu sadece ÖZGÜRLÜK mücadelesini daha önemli bir hale getirdi. Sonra bomba - bombalar - şehirleri çaresiz bıraktı ve yerle bir etti tıpkı bizim haklı savaşlarımızla yok ettiğimiz ve sonucunu düşünmediğimiz Doğu’daki şehirler gibi.⁷¹

Winterson romanın son iki bölümünde yine insan kavramını irdeleyerek çorak toprakları ve mutant insanları betimler. Batık Şehrin bir banliyösünde, Ölü Orman adında bir çevre cehennemi vardır. Orman “toksik radyoaktif mutantların”⁷² yaşadığı radyoaktif bir ormandır. Bu mutantların yaşam süreleri çok kısadır. İnsanlar onların arasına giremediği için mutantlar uzaktan helikopterlerden atılan yiyeceklerle beslenirler. Birçok kadın savaştan hemen sonra doğum yaptığı için çocuk mutantların sayısı oldukça

⁶⁸ A.g.e., s. 113.

⁶⁹ A.g.e., s. 135.

⁷⁰ Samir Amin, *Eurocentrism*, New York 2009, s. 15.

⁷¹ A.g.e., s. 163.

⁷² A.g.e., s. 171.

fazladır. Bu çocuklar “nükleer ailelerin”⁷³ çocuklarıdır. Kanları zehirli, akciğerleri delinmiştir ve derileri kirli bir kağıt mendili andırır. Sarı gözleri ve kurbağa benekli vücutlarıyla Winterson’ın yarı ölü yarı canlı mutantları zombi karakterlere benzerler. Bu radyoaktif topraklarda nerede ölürlerse orada bırakılırlar. Bazıları konuşabilir fakat konuşurken kan tükürürler. Bu hastalık ve dejenerasyon simgesi zombi mutantlar “insanların birbirlerine olan nefretinden türemiş, yeni insan türünü” temsil ederler.⁷⁴ Kafaları farklı şekillerde, bazılarının kulakları, bazılarının ise burun delikleri yoktur ve ağızlarından nefes alırlar. Bu orman ve mutant insanlar vasıtasıyla Winterson savaşın ve getirdiği çevre yıkımının hem insan hem de çevre üzerindeki yıkıcı etkisini gösterir. Başka bir deyişle, romanın son iki bölümü ikisi de insan sebebiyle ortaya çıkan çevre yıkımı ve savaşlarla insan ırkının ve dünyanın sonunu betimler. İnsan kendi eliyle sadece insani değerlerinden ve doğadan uzaklaşmamış aynı zamanda fiziksel anlamda da insanlıktan çıkmıştır. Winterson’ın betimlediği mutant insanlar insan eliyle özü bozulmuş doğanın bir simgesi olarak kabul edilebilir. Bu doğallıktan ve insanlıktan uzaklaşmış mutant insanlar aynı zamanda insanların kendi elleriyle yaptıkları yapay taş tanrılara benzetilebilirler. İnsan doğayı doğadan uzaklaştırırken kendini de mutanta çevirmiştir. İnsanın doğa ananın karşısına diktiği taş tanrılar kendi sonunu getirmiştir. Winterson’ın eski zamanlarda taştan putlar olarak nitelendirdiği bu tanrılar modern dünyada bilim, teknoloji, kapitalizm ve emperyalizm olarak arketipsel bir biçimde karşımıza çıkmıştır.

Sonuç

Winterson *Taş Tanrılar*’da çevre sorunu ve doğa yıkımına arketip bir bakış açısıyla yaklaşır ve çok yönlü ve takdire şayan bir şekilde insan ve kimlik kavramlarını, totaliter yapıları, bilim, teknoloji, sömürgecilik ve kapitalizmi hep birlikte sorgular. Bu sorgulamaya yazarın (eko) feminist duruşu da eşlik eder. Winterson romanda gezegenler ve yüzyıllar arası fütüristik ve postmodern bir anlatıyla tekrar eden hayatlar ve yanlışlar ekseninde ve arketip bir formda çevresel yıkımın resmini sunar. Bu resimde yine arketip olarak yansıtılan emperyalizm, kapitalizm ve insan-merkezcilik, erkek-merkezcilik, Avrupa-merkezcilik ve sosyal eşitsizlik kavramlarıyla beraber irdelenir. Winterson romanında çevre sorununun kadın sorunu ve diğer sosyal sorunların yanı sıra kapitalizm ile ne kadar yakından ilişkili olduğunu özellikle vurgular. Belki de en önde gelen taş tanrılardan olan kapitalizmin getirdiği rekabet sebebiyle eskiden kabileler arasındaki güç savaşını temsil eden taş putların yerini modern zamanda bilim, teknoloji ve

⁷³ A.g.e., s. 171.

⁷⁴ A.g.e., s. 195.

emperyalizm almıştır. Başka bir deyişle, taş tanrı ya da put arketipinin yerini bugün bilim, teknoloji ve emperyalizm doldurmaktadır. Değişmeyen tek şey ise bu taş tanrılar için insanoglunun doğayı feda etmesidir. İnsan Thoreau'nun hayalindeki gibi doğanın bir parçası olamasa da ona, farkında olmadan kendine- düşman olmaktan vazgeçmeli, romandakinin aksine yeni bir dünya bulma olasılığının düşüklüğünü aklından çıkarmayarak antroposen devrine bir son vermelidir. Umarız ki modern insan taş tanrılar uğruna ataları gibi o son ağacı yıkmadan gerçeğin farkına varacak ve distopik bir dünyada yaşamak zorunda kalmayacaktır.

Kaynakça

AMIN, Samir, *Eurocentrism*, New York 2009.

ANDERMAHR, Sonya, *Jeanette Winterson*, New York 2009.

APPANNAGARI, Ramamohana Reddy, "Enviromental Pollution Causes and Consequences: A Study", *North Asian International Research Journal of Social Science and Humanities*, Cilt 3/ Sayı 8, 2017, ss. 151-161.

BIRLIK, Nurten ve TAŞKESEN, Bengü, "Jeanette Winterson: The Stone Gods", *World Literature Today*, Cilt 82/ Sayı 2, 2008, s. 71.

BURKETT, Paul, *Marx and Nature: A Red and Green Perspective*, New York 1999.

EVANS, Rebecca, "Nomenclature, Narrative, and Novum: "The Anthropocene" and/as Science Fiction", *Science Fiction Studies*, Cilt 45/ Sayı 3, 2018, ss. 484-499.

FOX, Catherine, "Knotting Up The Cradle: Exploring Time and Space in Jeanette Winterson's Novels", *Winterson Narrating Time and Space*, Ed. Margaret J-M Sönmez ve Mine Özyurt Kılıç, Newcastle 2009.

GAARD, Greta, "Living Interconnections with Animals and Nature", *Ecofeminism: Women, Animals, Nature*, Philadelphia 1993.

GAARD, Greta, "Toward a Queer Ecofeminism", *Hypatia*, Cilt 12/ Sayı 1, 1997, ss. 114-37.

GAARD, Greta ve MURPHY, Patrick D., ed., *Ecofeminist Literary Criticism: Theory, Interpretation, Pedagogy*, Urbana 1998.

GARRARD, Greg, *Ecocriticism: The New Critical Idiom*, Londra ve New York 2004.

GLOTFELTY, Cheryl ve FROMM, Harold, *The Ecocriticism Reader: Landmarks in Literary Ecology*, Atina ve Londra 1996.

GRICE, Helen ve WOODS, Tim, "Winterson's Dislocated Discourses", *Jeanette Winterson: A Contemporary Critical Guide*, Ed. Sonya Andermahr, New York 2007, ss. 27-40.

HARVEY, David, *Justice, Nature and the Geography of Difference*, Cambridge 1996.

HUBER, Irmtraud, *Literature after Postmodernism: Reconstructive Fantasies*, Londra 2014.

IOVINO, Serenella ve OPPERMANN, Serpil, ed., "Introduction: Stories Come to Matter". *Material Ecocriticism*, Bloomington 2014.

KOSTKOWSKA, Justyna, *Ecocriticism and Women Writers: Environmentalist Poetics of Virginia Woolf, Jeanette Winterson, and Ali Smith*, New York 2013.

LOUV, Richard, *Last Child in the Woods: Saving Our Children from Nature-Deficit Disorder*, Chapel Hill 2005.

NICHOLS, Ashton, *Beyond Romantic Ecocriticism Toward Urbanatural Roosting*, New York 2011.

NIXON, Rob, *Slow Violence and the Environmentalism of the Poor*, Cambridge 2011.

OPPERMANN, Serpil, "Ecocriticism: Natural World in the Literary Viewfinder", *Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, Cilt 16/ Sayı 2, 1999, ss. 29-46.

ORWELL, George, *Hayvan Çiftliği*, Çev. Celal Üster, İstanbul 2001.

PODGAJNA, Patrycja, "Trans/Post-Humanist Poetics in Jeanette Winterson's The Stone Gods", *Roczniki Humanistyczne*, 11, 2018, ss. 87-97.

SARKAR, Saral, *Eco-Socialism or Eco-Capitalism: A Critical Analysis of Humanity's Fundamental Choices*, New York 1999.

SAVI, Melina Pereira, "The Anthropocene (and) (in) the Humanities": *Estudos Feministas*, Cilt 25/ Sayı 2, 2017, ss. 945-959.

SÖNMEZ, J. M. Margaret. "Voices From Nowhere: Speakers from Other Times and Countries in Boating for Beginners and Sexing The Cherry", *Winterson Narrating Time and Space*, Ed. Margaret J-M Sönmez ve Mine Özyurt Kılıç, Newcastle 2009.

SPAAS, Lieve ve STIMPSON, Brian, ed., *Robinson Crusoe: Myths and Metamorphoses*, London 1996.

SPETH, James Gustave, *The Bridge at the Edge of the World: Capitalism, the Environment, and Crossing from Crisis to Sustainability*, New Haven 2008.

STEFFEN, Will, CRUTZEN, Paul J. ve MCNEILL, John R., "The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?", *Ambio*, Sayı 38, 2007, ss. 614-621.

STONEBROOK, Shelley, *There was no Us and Them: Environmental Justice and Discursive Struggle in Jeanette Winterson's The Stone Gods*, Kansas Üniversitesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kansas 2009.

SZERSZYNSKI, Bronislaw, "The End of the End of Nature: The Anthropocene and the Fate of the Human", *Oxford Literary Review*, Cilt 34/ Sayı 2, 2012, ss. 165-84.

SUVIN, Darko, *Metamorphoses of Science Fiction: On the Poetics and History of a Literary Genre*, New Haven 1979.

TASA, Dennis, *Genel Jeoloji Temel Kavramlar*, Ankara 2014.

THOREAU, Henry David, "Walking", *Walden, Civil Disobedience, and Other Writings*, Ed. William Rossi, New York 2008.

WARREN, Karen J., "Introduction", *Ecological Feminism*, Ed. Karen J. Warren. New York 1994.

WHITE, J. R., *Trouble with Time. Contemporary American Literature and Environmental Crisis*, Columbia Üniversitesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Columbia 2009.

WINTERSON, Jeanette, *The Stone Gods*, London 2007.

ZALACIEWICZ, Jan, "The Human Dimension in Geological Time", *Welcome to the Anthropocene: The Earth in Our Hands, Deutsches Museum*, 2014.

RUS EDEBİYATINDA EKOELEŞTİRİ ÇALIŞMALARI VE SIKTIVKAR OKULU

Badegül CAN EMİR*

Giriş

İnsanın kendinden başka canlı ve cansız varlıklara yaşam hakkı tanımayan sömürü zihniyeti, aklın üstünlüğünü savunan Batı felsefesi, tek Tanrılı dinlerin bazı öğretileri ve sanayileşmenin getirileriyle kendini doğanın hâkimi olarak görüp doğayı bilinçsizce tahribi, tüm doğal kaynakları kontrolsüzce tüketmesiyle ekolojik krizler meydana gelir.¹ Tarihin her sayfasında var olan bu ekolojik krizlerin ilki Paleolitik Çağın sonuna denk gelir. Bu çağda mamutlar ve diğer büyük memeliler, insanlar tarafından toplu olarak avlanır ve tarım ve hayvancılığa geçişin bir sonucu olarak ortadan kaybolur. Tarımsal gelişme sürecinde, doğada köklü bir dönüşüm izlenir, bu da bize eski uygarlıkların yalnızca fatihlerin istilasıyla değil, aynı zamanda çevresel etkenlerle yok olduklarını da gösterir.² Modern zamanlara geldiğimizde de değişen bir şey yoktur, modernleşmenin sonucunda çevre de yine onarılması zor değişimler ortaya çıkar. Çevrenin/doğanın söz konusu değişim ve dönüşümü endişe verici boyutlara ulaştığında insanlığın hayatındaki en hayati konulardan biri olarak ekoloji sorunu gündeme gelir. Böylece 20. yüzyılın sonunda sanayileşmenin beraberinde getirdiği çevre kirliliği, aşırı nüfus, gürültü kirliliği, iklim değişiklikleri vb. sorunlar açık hale gelmeye başladıkça da, insan ve diğer canlıların kendisi ve çevreyle olan ilişkisini inceleyen bir bilim olarak ekolojiye ilgi artar. Yeniçağın beraberinde getirdiği insanın geleceğini ve ekosistemi tehdit eden sorunlara duyarlılıkla ekolojik düşünce, sadece doğaya ve onun korunmasına gösterilen ilgi değil, aynı zamanda bu konuya ayrılmış sanat eserlerini incelemenin özel bir yöntemi olarak karşımıza çıkar. Bu yeni eleştiri derin ekoloji, feminist ekoloji, toplumsal ekoloji gibi çevre akımlarından beslenmiş ve onları beslemiştir. Böylece söz konusu akımlar

* Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Rus Dili ve Edebiyatı Bölümü canbadegul@gmail.com, ORCID İD: 0000-0003-1046-1188

¹ Funda Bulut, “Ekoeleştiri Kuramı Işığında Ayla Kutlu’nun ‘Huvava: İlk Çevre Koruyucu’ Adlı Eserine Bakış”, *Turkish Studies: Language and Literature*, 15 (2), 2020, s.628.

² Yekaterina Makeyeva, “Problema vzaimodeystviya čeloveka i priroda: istoričeskiy vzglyad”, *Aktual’nyye problemi gumanitarnih i yestestvennih nauk*, sayı 6-1, 2015, s.133-136.

yeni ekoeleştirmeden türeyen kuramlardandır. Edebiyat ve ekolojiyi bir araya getiren 1990'lı yıllarda bilim dünyasına yerleşmeye başlayan ekoeleştiri, çevre ve insan ilişkisini temel alarak edebiyatın çevre hareketine yaklaşımını ifade eden bir disiplindir.³ Ekoeleştiri esasen çok geniş bir disiplinler arası araştırma alanıdır ve bilim, tasarım, sinema vb. alanlardaki çevre araştırmalarını içerir. Edebiyat bu araştırmalar arasında, en kapsamlı bilimsel temeli temsil eder. Ekoeleştirel metinlerin amacı, okuyucuda doğayla ilgili bir tür deneyim uyandırmak, onu insan ve doğa ilişkisi üzerine düşünmeye sevk etmektir.⁴

Ekolojik eleştiri ilk olarak Amerikalı araştırmacı William Ruckert tarafından 1978 tarihli *Edebiyat ve Ekoloji: Ekolojik Eleştirmede Bir Deney* (Литература и экология: Эксперимент в области экокритицизма) adlı makalede geçer. Ardından terim üzerine pek çok söylem üzerinde durulur, ancak terim Cheryll Glotfelty'nin *Ekoeleştiri Okuyucusu* (The Ecocriticism Reader, Читатель экокритицизма) adlı antoloji kitabıyla net bir tanıma kavuşur. Cheryll Glotfelty en basit anlamıyla ekoeleştiriye edebiyatın doğal çevre ile ilişkisinin incelenmesi olarak tanımlar.⁵ Ekoeleştiriye temel alan pek çok çalışma vardır, ekoeleştiri edebi araştırmanın çeşitli yönlerine odaklandığı için herhangi bir birlikten bahsedilemez ve bu sebeple ekoeleştiri konusunda terminoloji alanında kesin olarak net bir mutabakat yoktur. Çevresel edebiyat (environmental literature/ литература об окружающей среде), ekolojik edebiyat (ecological literature/ экологическая литература), doğayla ilgili kurgusal edebiyat/doğa yazımı (nature writing/ документальная литература о природе) gibi tanımlamalar yaygındır. Bunun yanında ekoeleştiri hareketinin İngilizce konuşulan dünyada "edebiyat ve çevre çalışmaları" (studies of literature and the environment) veya "yeşil çalışmalar/ yeşil stüdyolar" (green studies) gibi başka isimleri de vardır.⁶

Ekoeleştirmenin bilimde yerleşmesi ABD'de çevre bilimciler için iki yılda bir konferansa ev sahipliği yapan, 1992'de kurulan, Edebiyat ve Çevre Araştırmaları Derneği (ASLE) ile ilişkilendirilir. Ayrıca ASLE'nin yayın organı, Edebiyat ve Çevrede Disiplinlerarası Çalışmalar Dergisi'nde (ISLE) ekoeleştiri çalışmalarının genişlemesinde önemli bir paya sahiptir.

³ Dana Dedkova, *Literatura i ekologiya: romanı J. –M.G. Leklezio*, Sankt-Peterburgskiy gasudarsvennyy universitet, Vıpusknaya kvalifikatsionnaya rabota, Sankt-Peterburg, 2021, s.6

⁴ Dedkova, s.13.

⁵ C. Glotfelty, "Introduction: Literary studies in an age of environmental crisis", *The Ecocriticism Reader*, The university of Georgia Press, Athens and London, 1996, s. xviii.

⁶ Dedkova, s.7.

Ekoeleştirelinin araştırılıp geliştirilmesinde Leo Marks, Cheryl Glotfelty, Scott Slovic ve Lawrence Buell gibi eleştirmenler ASLE'nin kuruluşundan önce ve sonra yıllarca süren çalışmalarıyla önemli isimlerdir. Böylece ilk kez Amerika'da görülen ekoeleştirel çalışmalar daha sonra Avrupa ve diğer ülkelere yayılmaya başlamıştır. Ekoeleştirel doğa ve edebiyatın disiplinler arası bir bakış açısıyla incelenmesidir. Edebi eleştiride bu, çevre kirliliği, iklim değişikliği, belirli hayvan ve bitki türlerinin yok olması, insan kaynaklı felaketler vb. çevre sorunlarını içeren metinlerin analizidir. Edebi eleştirel açıdan, ekoeleştirel yaklaşım, belirli bir eserde doğanın soru ve sorunlarının sunulma yol ve araçlarının bir analizini ima eder.⁷

Yazınsal anlamda Rus edebiyatı da ekoeleştirele uzak durmaz, ancak ekoeleştirel Rusya için hâlâ boşlukları olan bir çalışma sahasıdır. Ecocriticism olarak var olan Ekoeleştirel, Rusça'da aynı anlama gelen Ekokritika (Экокритика) sözüyle kullanılmıştır. Rus edebiyatında ekoeleştirel çalışma ilk olarak 1976 yılında Viktor Astafyev'in Çar Balığı hikâyelerinde yer alan bir incelemede kullanılmıştır.⁸ Ekoeleştirel'in Rusya için belirginleşmesi 1960'lı yıllarda gerçekleşir. Sibirya'nın doğal kaynaklarının hızla sömürülmesi, hidroelektrik projeleri, geniş sulama sistemleri, rezervuarların inşasıyla pek çok köy sular altında kalmış ve devletin çevre sorunları üzerindeki etkisi sorgulanmaya başlanmıştır.⁹ 1960'lı yıllar Rus edebiyatında köy nesri dediğimiz döneme denk gelir ve V. Astafyev, L. Leonov, M. Prişvin, F. Abramov, V. Rasputin, S. Zalığın, A. Kim vb. pek çok yazar eserlerinde doğayı, çevre sorunlarını işlerler. Georgi Tsvetov, köy nesri için Ekolojik Nesir (Экологическая проза) tanımlaması yapar.¹⁰ Bu tanım, bahsi geçen köy nesri yazarlarının yapıtlarında okurlara verdiği mesajlarla ilişkilendirilebilir. Zira dönemin köy nesri yapıtlarında konu yelpazesi ekolojik felaketler, çevre kirliliği, bilinçsiz tüketim, sular altında kalan köyler, nesli tükenen canlılar vb. konulardan oluşmaktadır. Tüm bu temalar ekolojik denge için çevreye karşı bilinçli olmaya, doğayı korumaya birer çağrıdır. Çevreye gösterilen duyarlılık, doğanın korunması insanın ahlâki varlığıyla ilişkili bir varoluş görevi sayılabilir.

1980 ve 1990'ların sonlarında doğa kurgu kadar bilimsel çalışmalara da yoğun olarak nüfus etmeye başlar. Rus edebiyat eleştirisinde doğa teması, doğa felsefesi çalışmaları ve bu konulara ayrılmış bir dizi monografik eserle

⁷ Dedkova, s.6.

⁸ Badegül Can Emir, "Sergey Zalığın'in Ekolojik Roman adlı Eseri Üzerine Ekoeleştirel Bir Okuma." İğdir Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, sayı 20, 2019, s. 75.

⁹ Can Emir, s. 77.

¹⁰ Aktaran Reyhan Çelik, *Sovyet Edebiyatında Köy Nesri*, Tiydem Yayıncılık, Ankara 2014, s.45.

Sıktıvkar Devlet Üniversitesi Rus Edebiyatı Bölümü (Sıktıvkar Okulu) vb. edebiyat bölümleri dikkat çeker. Sıktıvkar Okulu'nda edebi bir eserde doğanın yansıması, insan ve doğa arasındaki etkileşim sorunları vb.konular üzerine çalışmalar yapılır ve edebiyat bilimine doğa duyumu kavramı eklenir. Bu kavrama göre, doğanın duyumu bireyseldir, eğitim ve kültür durumuna, ulusal renk, tarihsel değişkenlik gibi durumlara göre şekillenir. Yani kişinin mizacı, dünya görüşü, ilgi alanları, yaşam koşulları, yetişme tarzı ve çevresi doğa duyumu üzerinde belirleyicidir.

Rus ekoeleştiri geleneğinin doğanın insan üzerindeki etkisine dikkat çektiğini de vurgulamak gerekir. Örneğin, Rus araştırmacılar insanlar arasındaki ilişkilerin, insanın kendisi ile doğa arasında kurulan ilişkilerin bir devamı olduğunu düşünebilirler. Rus edebiyat eleştirmenleri için ekoeleştiri de aslolan, insanların sosyal davranışlarıyla çevre arasındaki ilişkilerin karşılaştırılmasıdır.¹¹Modern Rus edebiyat eleştirisinde ise, sanatsal gerçeklik çerçevesinde insan ve doğa arasındaki etkileşim sorunları tartışılır. 1990'lı ve 2000'li yıllar artık Rusya'da ekoeleştiri çevre problemlerini cinsiyet, sınıf, etnik kimlik gibi konularla birlikte inceleyerek kapsamını iyice genişletir.¹²

Çalışmada edebiyat ve çevre ilişkisini inceleyen ekoeleştirin bilim sahasında gelişim seyri üzerinden çevresel sorunların yoğun olarak fark edildiği günümüz şartlarında okuyucuyu ekoeleştiri okumalarına yönlendirmeyi hedeflenmektedir. Bu hedefle çalışmamız, özellikle Sıktıvkar Devlet Üniversitesi Rus Edebiyatı Bölümü çalışmalarını merkeze alarak Rus edebiyatında ekoeleştirin anlamı, gelişimi ve çevresel farkındalık adına verdiği mesajlara odaklanacaktır, metinlerde ekolojik tutumların ve çevre odaklı bilincin varlığı değerlendirilecektir.

Çevre ve Edebiyatın Kesişmesi: Ekoeleştiri

Canlı varlıkların çevreyle ilişkisini, ekosistemi inceleyen ekoloji bilimi, son yıllarda doğadaki yaşam döngüsünün insanlığı tehdit eden boyutlara ulaşmasıyla son derece dikkat çekici hale gelir. Modern çağın getirileriyle ve insanın sömürü zihniyetiyle her geçen gün artan çevresel felaketler, doğada insan dâhil her şeyin bir bütünü parçası olduğu düşüncesiyle hareket edip doğanın dengesini gözetmek gereğini ortaya koyar. Ekolojik denge her şeyden önce insanlığın/dünyanın geleceği için hassas bir konudur. 20. yüzyılın çevre hareketinin liderlerinden biri olan

¹¹ Yuri Seppalyaynen, *Ekokritičeskiy analiz knigi S. A. Alekseyeviç "Çernobil'skaya molitva:hronika buduşçego"*, Diplomnaya rapota, Universitet g. Tampere, s.21-23, <<https://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/99106/GRADU1464767611.pdf?sequence=1>, (ET: 07. 04.2019).

¹² Can Emir, s. 81.

Barry Commoner, dengeyi ekolojinin dört temel yasasından biri olarak şu sözlerle ifade eder: “Her şey her şeyle bağlantılıdır!” Buna göre tüm canlı organizmalar için tek bir ekosfer vardır ve birini etkileyen her şeyi etkiler.¹³ Dolayısıyla toplum ve doğanın etkileşiminin, onların birlikte evrimi temelinde gerçekleşmesi gerektiği açıktır. Bir kişinin doğal çevre ile organik bir birlik için çaba göstermesi, ona karşı tutumunu yeniden yapılandırmaya çalışması, toplumun faaliyetlerinin doğa koruma ile ilgili yönlerini sürekli olarak iyileştirmesi gerekir.¹⁴ Söz konusu konularda bilinç oluşturmak için de ekolojiyle ilgilenmek gerekir. Gezegenimizin geleceğinin sistematik bir değerlendirmesine yönelik ilk girişim, Roma Kulübü'nün 1972 tarihli insanlığın sorunlarına odaklanan “Büyümenin Sınırları” (The Limits to Growth) adlı raporudur. Bu çalışma sadece uzmanları değil, aynı zamanda bilim adamlarını, halkı ve birçok ülkenin hükümetlerini çevre sorunlarına farklı bakmaya zorlamıştır. Daha sonra, toplum ve doğa arasındaki ilişkinin toplumda kolektif olarak düşünülmesi sonucunda çeşitli ekolojik söylemler oluşmuştur.¹⁵

Ekolojik söylemlerle çevreyle ilgili farkındalık yaratmak edebiyatın yükümlülükleri arasındadır. Genel olarak edebiyat doğa sevgisi, doğanın değişim ve dönüşümü, bilinçli tüketim, ekolojik dengeyi gözetmek ve doğayı koruma/canlandırma çağrısı gibi konulara dikkat çeker. Çevreye yaklaşım konusunda insanı şekillendirir. Edebiyat ve çevrenin disiplinler arası bir bakış açısıyla incelenmesiyle çevre eleştiriye taşınmış olur. Çevre ve edebiyatın bu şekilde kesişmesine ekoeleştiri adı verilir. Edebi eleştiride bu, çevre kirliliği, iklim değişikliği, belirli hayvan ve bitki türlerinin yok olması, insan kaynaklı felaketler vb. çevre sorunlarını içeren metinlerin analizidir. Edebi eleştiri açısından, ekoeleştirel yaklaşım, belirli bir eserde doğanın soru ve sorunlarının sunulmasındaki yol ve araçların bir analizini ima eder.¹⁶ Yazar Laurence Coupe'ye göre, ekoeleştiri, edebiyat ve doğa arasındaki ilişkinin, özellikle edebi doğa kavramının ve edebiyatın okuyucuları harekete geçme konusunda ilham verme yeteneğinin araştırılmasıdır.¹⁷ Ekoeleştiri, *The Oxford Dictionary of Literary Terms*'de yayınlanan bir makalede de

¹³ Barry Commoner, *The Closing Circle: Nature, Man and Technology*, A Bantam book, Alfred A. Knopf, Inc., New York 1972, s.19.

¹⁴ Makeyeva, s.135.

¹⁵ T.A.,Oreşkina ve Konyaşkin V.A.; “Ekolojiçeskiye soznaniye i ekolojiçeskiye diskursı tsivilizatsii”, *Oykumena regionovedçeskiye issledovaniya*, No 4, 2018, s.134.

¹⁶ Dedkova, s.6.

¹⁷ Laurence Coupe'den aktaran Yelena Talızina, “Grajdanin zemli : Edvard Tomas kak svyazuyuşçee zveno mejdu Romantiçeskoy ekologiyey i ekokritikoy”, *Filologiçeskiye nauki. Voprosı teorii i praktiki*, tom 12, sayı 7, 2019, s.93.

sadece edebiyat için değil aynı zamanda kültür için de bir çalışma alanı olarak tanımlanmaktadır.¹⁸ Buna göre, ekoeleştiri, kültür ile fiziksel dünya arasındaki temel bağlantıyı gösterir, kültür onu etkileyebilir ve eşit derecede ona bağlıdır. Ekoeleştiri, doğa ve kültür arasındaki ilişkiye dayanır. Kültürün dil ve edebiyat gibi bölümlerine özellikle dikkat edilir, metin aracılığıyla insan ve fiziksel dünya arasında müzakereler yapılır. Yani edebiyat, iki dünya arasındaki etkileşimin bir yoludur.¹⁹ En doğrudan ve basit anlamda ekoeleştiri, edebiyat ve çevre, fiziksel dünya ve insan kültürü arasındaki etkileşimin incelenmesi olarak ifade edilebilir. Ekoeleştiri genellikle insanlığın biyosfer üzerindeki yıkıcı etkisine ilişkin endişelere odaklanır. Ekoeleştirin edebi eleştiriye yaklaşımı biyomerkezcidir: insanlığın ihtiyaçlarına diğer türlerin ihtiyaçlarından daha fazla değer verilmez. Ekoeleştiri konusunda terminoloji alanında kesin olarak net bir mutabakat yoktur. Çevresel edebiyat (environmental literature/ литература об окружающей среде), ekolojik edebiyat (ecological literature/ экологическая литература), doğayla ilgili kurgusal edebiyat/doğa yazımı (nature writing/ документальная литература о природе) gibi tanımlamalar yaygındır. Bunun yanında ekoeleştiri hareketinin İngilizce konuşulan dünyada "edebiyat ve çevre çalışmaları" (studies of literature and the environment) veya "yeşil çalışmalar/ yeşil stüdyolar" (green studies) gibi başka isimleri de vardır.²⁰ Dolayısıyla ekoeleştiri terimi üzerine pek çok söylem vardır. İlk olarak Amerikalı araştırmacı William Ruckert tarafından 1978 tarihli *Edebiyat ve Ekoloji: Ekolojik Eleştiri Bir Deney* (Литература и экология: Эксперимент в области экокритизма) adlı makalede geçen terime pek çok araştırmacı tarafından zamanla atıfta bulunulur. Ancak terim, yazar Cheryll Glotfelty'nin *Ekoeleştiri Okuyucusu* (The Ecocriticism Reader, Читатель экокритицизма) adlı antoloji kitabıyla net bir tanım kazanarak bilimde kök salar. *Ekoeleştiri Okuyucusu*, 1996 yılında yayınlanan, edebiyat ve çevre arasındaki etkileşim konusundaki önemli çalışmaları içeren bir antolojidir. Antoloji editörleri Cheryll Glotfelty ve Harold Fromm'dur.

İlk kez Amerika'da görülen ekoeleştiri çalışmaları daha sonra Avrupa ve diğer ülkelere yayılmaya başlamıştır ve ekoeleştiri, bilim camiasında eko-yazına artan ilgiyle ortaya çıkan nispeten yeni bir yöndür.

¹⁸ Karolina Gansovskaya, "Ekoliteratura un Human-animal Studies (Par Metodoloģijas, Terminoloģijas un Žanru Klasifikācijas Problēmu)", 2019, s.1. https://www.academia.edu/40065741/EKOLITERAT%C5%AARA_UN_HUMAN_ANIMAL_STUDIES_PAR_METODOLO%C4%A2IJAS_TERMINOLO%C4%A2IJAS_UN_%C5%BDANRU_KLASIFIK%C4%80CIJAS_PROBL%C4%92MU, (ET: 07. 04.2019).

¹⁹ Glotfelty, p. XXI.

²⁰ Dedkova, s.6.

Edebiyat eleştirmenleri, edebiyat araştırmacıları, edebi kuruluşlar ve dergiler bir disiplin olarak edebiyat ve çevreyi aynı çerçevede ele alarak ekoeleştirmenin edebiyatta yeni bir eleştiri yaklaşımı olarak gelişimine katkıda bulunmuştur. Çevresel kaygılara odaklanmak noktasında hem fikir olsalar da, yukarıdaki ifadelerden anlaşılacağı üzere ekoeleştirmenin amacı, kapsamı, metodolojisi konusunda farklı görüşler ortaya koyarlar. Burada ekoeleştirel yaklaşımı benimseyip çevreyi hayati bir mesele olarak merkeze alan söz konusu araştırmacı ve eserlerine, çeşitli kuruluşlar ve onların ekoeleştiriye olan yaklaşımlarına değinmek faydalı olacaktır. Bunlar arasında araştırmacı William Ruckert, elbette 1978 tarihli *Edebiyat ve Ekoloji: Ekolojik Eleştiride Bir Deney* (Литература и экология: Эксперимент в области экокритизма) adlı makalesiyle terimin temellerini atan öncü isimlerdendir. Söz konusu makalesinde ekolojiyle ilgili kavramların edebiyat çalışmalarına uygulanabilirliğini ifade eder. Süreklilik üzerinde durur ve hem insan hem de doğal toplulukları ayakta tutan bir enerji transferinden bahseder. Burada şiir de enerji kanallarından biridir.²¹ Ekoeleştiriye başka bir öncü isim de erken dönem ekoeleştirmenlerinden biri, Edebiyat ve Çevre Çalışmaları Derneği ASLE'nin kurucu ortağı ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki ilk Edebiyat ve Çevre Profesörü Cheryl Glotfelty'dir.²² Cheryl Glotfelty ekoeleştiriye edebiyatın doğal çevre ile ilişkisinin incelenmesi olarak tanımlar ve ona göre, Feminist eleştiri dili ve edebiyatı feminist toplumsal cinsiyet kavramı açısından görüyor, nasıl ki Marksist eleştiri metinlerde sınıf ilişkilerini vurguluyor ise ekoeleştiri de edebiyat araştırmalarına dünya merkezli bir yaklaşım getirir.²³ Bu yaklaşımda öncelikli olan edebi metinlerin belirli bir bakış açısıyla nasıl okunacağı veya yeniden okunacağı ve dolayısıyla edebi eserlere başka bir açıdan bakılarak alışılmış tutumların nasıl değiştirileceğidir.²⁴ Dana Dedkova'nın ifade ettiği gibi Cheryl Glotfelty tanımlamalarıyla ekoeleştirmenlerin sorduğu, eserde doğa nasıl temsil edilir, yaban hayatı kavramı zaman içinde nasıl değişti, doğa ve edebiyat hakkındaki bilimsel bilgiler nasıl birleştirilir, tarih, felsefe, psikoloji, sanat tarihi ve etik gibi ilgili disiplinlerde edebi çalışmalar ve çevresel söylem arasındaki alışveriş nasıl olur şeklindeki pek çok soruyu netleştirir. Onun Feminizm ve Marksizmle yapılan karşılaştırmaları, ekoeleştirmenin bir dereceye kadar siyasete sızdığını da gösterir. Ekoeleştirmenler, kültürel veya edebi analizlerini ekolojik ahlâka, modern insanın yeni ekolojik bilincine ve

²¹ Sinan Akıllı ve Mustafa Şahiner, "Yeşil Bir Bakış Açısından Edebiyat Eleştirisi: Ekoeleştiri", *Kırsal Çevre Yıllığı, Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği*, Ankara 2003, s.11.

²² Dedkova, s.8.

²³ Glotfelty, s. XVIII.

²⁴ Glotfelty, s. XX-XXI.

politik gündeme bağlama eğilimindedir.²⁵ Idaho Üniversitesi'nden İngiliz profesör ve ASLE'nin ilk başkanı, ISLE'nin editörlerinden olan Scott Slovic, *Ekokritik Estetik: Dil, Güzellik ve Çevre* (Ecocritical Aesthetics: Language, Beauty, and the Environment) vb. pek çok çalışmasıyla ekoeleştiriye değinir. Ona göre, ekoeleştiri, çeşitli bilimsel yaklaşımlar (psikanalitik, toplumsal cinsiyet) kullanarak doğrudan çevresel metinlerin incelenmesi veya tersine, herhangi bir edebi metinde (ilk bakışta insanla ilgili olmayan dünyaya odaklanmayan metinlerde) çevresel sonuçların ve insan-doğa ilişkilerinin incelenmesidir.²⁶

Ekoeleştiri gibi bir yöntemin araştırılmasına ve geliştirilmesine devam eden bir diğer araştırmacı 1996'da yayınladığı *Çevresel İmgeleme* (The Environmental Imagination) adlı eseriyle Amerikalı ekoeleştirmen Lawrence Buell'dir. L. Buell'e göre, çevre aktif bir karakter taşır.²⁷ Başka bir araştırmacı Christopher Manes, *Nature and Silence* (Doğa ve Sessizlik) adlı makalesiyle batı kültüründe doğanın susturulduğuna değinir ve bu çıkarımı konuşma sahibi öznenin insan olması nedenine bağlayarak doğanın ötekileştirilişinden bahseder.²⁸ K. Gersdorf ve S. Mayer'in *Edebiyatta Doğa ve Kültürel Çalışmalar* (Nature in Literature and Cultural Studies) eseri de çevre çalışmaları adına önemlidir.

Ekoeleştirin bilimde yerleşmesi, yukarıda bahsi geçen araştırmacıların çalışmaları kadar 1992'de ABD'de kurulan çevre bilimciler için iki yılda bir konferansa ev sahipliği yapan Edebiyat ve Çevre Araştırmaları Derneği (ASLE) ile ilişkilendirilir. Dernek resmi sitesinde vizyonunu şu sözlerle tanımlayarak çevre çalışmalarına istekli nüfusun büyümesinin önemine değinir: "*ASLE, yavaş düşünmenin (bilimsel ve sanatsal araştırma ve yazma) hızlı eylemle birleştirildiği yerdir (çevre aktivisti olmaya istekli olmadıkça, gerçekten çevre hümanistleri olamayız). Biyoçeşitlilik, çevresel adalet, endemik güvencesizlik ve küresel felaket döneminde hayatta kalma ve iklim değişikliğinin insanlar ve insan olmayanlar üzerindeki etkileri gibi konuları önemseydiğimiz için çalışıyoruz, yazıyoruz, besteliyor ve yaratıyoruz. Bu endişelerin uzun bir geçmişi var ve alternatif gelecekler hayal etmek için geçmişe bakabileceğimize inanıyoruz. Karşılaştığımız sorunlara kolay çözümlerimiz yok, ancak genişleyen*

²⁵ Dedkova,, s.9.

²⁶ Scott Slovic, *The Green Studies Reader: From Romanticism to Ecocriticism*, Laurence Coupe, London 2000, s. 160.

²⁷ Lawrence Buell, *The environmental Imagination*, Harvard University Press, https://books.google.co.uk/books?id=Nnvoh8t2nOwC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false , (ET: 07. 04.2019).

²⁸ Akıllı ve Şahiner, s.11.

topluluğu ileriye götürmenin en iyi yolu olduğuna inanıyoruz."²⁹ Topluluğun genişlemesinde, ekoeleştirmenin araştırılıp geliştirilmesinde Leo Marks, Cheryll Glotfelty, Scott Slovic ve Lawrence Buell gibi eleştirmenler derneğin kuruluşundan önce ve sonra yıllarca süren çalışmalarıyla önemli isimlerdir. Ayrıca ASLE, Edebiyat ve Çevrede Disiplinlerarası Çalışmalar Dergisi'nde (ISLE, Interdisciplinary Studies in Literature and Environment) önemli bir paya sahiptir. ASLE, yirmi yılı aşkın bir süredir dünya çapında üyelerinin (30'dan fazla ülkeden 1450) çalışmalarını desteklemektedir. ASLE'nin desteğiyle çok çeşitli kurumlar konferanslar, okumalar, paneller düzenlemek ve projeler ve girişimler üzerinde işbirliği yapmak için birbirleriyle bağlantı kurmaktadır. 1993'ten beri ASLE'nin iki yılda bir düzenlenen konferansı, rutin olarak yaratıcı ve eko-eleştirel paneller ve genel konuşmacıları içerir. Homero ve Betty Aridjis, Wendell Berry, Linda Hogan, Mary Oliver, Ruth Ozeki, Scott Russell Sanders ve Gary Snyder gibi ASLE'nin birçok onursal üyesi yaratıcı yazarlık, yerli çalışmalar ve yer çalışmaları alanlarına önemli katkılarda bulunmuştur. *Oxford University Press* aracılığıyla üç ayda bir yayınlanan hakemli akademik dergi ISLE'de ASLE üyelerinin çalışmaları yer almaktadır. ISLE'nin her sayısında bilimsel makalelerin yanı sıra şiir, kurgu vb. eserler yayınlanır.³⁰ ABD'de üniversiteler eğitim müfredatlarına da ekoeleştirmeyi dahil ederek bilimin gelişmesinde büyük bir pay sahibi olur. 1990 yılında Neva Üniversitesinde ilk akademik kadro açılıp Cheryll Glotfelty'e çevre profesörü unvanı verilir.³¹

Rus Edebiyatında Ekoeleştiri Çalışmaları

Ecocriticism olarak var olan ekoeleştiri, Rusça'da aynı anlama gelen Ekokritika (Экокритика) sözüyle kullanılır. Rus edebiyatında ekokritika terimi edebi metinlerin içerisinde coğrafi unsurların aranmasını ve bu metinlerin yapısında ekolojik ve kültürel özelliklerin bir arada olmasını ifade eder.³² Rus edebiyatında ekoeleştiri, ekoeleştirel/doğa felsefesi olarak da kabul görür. Genellikle doğa felsefesi terimi eko-edebiyat terimiyle anlamsal olarak örtüşür. Bu terim ilk olarak 1976 yılında köy nesri yazarlarından Viktor Astafyev'in *Çar Balık* (Царь-рыба) adlı hikâyelerinde yer alan bir incelemede kullanılmıştır.³³ Böylece Rusya'da özellikle köy nesrine ait metinler çevresel krize değinen ekoeleştirel incelemenin ürünü olarak varlık gösterir. Ancak doğa felsefesi ve eko-yazın birbirine yakın görünseler de

²⁹ ASLE, ASLE » Vision & History, (ET: 08.05.2022).

³⁰ ASLE, ASLE » Vision & History, (ET: 08.05.2022).

³¹ Akıllı ve Şahiner, s.10.

³² İmge Alpay, "Yaşar Kemal "Hüyükteki Nar Ağacı" İle Cengiz Aytmatov "Beyaz Gemi" Üzerine Bir Ekoeleştiri Denemesi", *ABAD*, 1(2), 2018, s.153.

³³ Can Emir, s. 81.

yazarın dünyayı algılama biçimine göre birbirlerinden ayrılırlar. S.Greçişkina'ya göre aralarındaki fark oldukça açıktır ve buradaki kilit/anahtar, yazarın dünyayı algılaması, yazarın dünyayı bir bütün olarak görme şekli ve insanın buradaki yeridir.³⁴ Rus edebiyatında 1960-1970'ler öncesinde doğa, ekoloji temaları olsa da ekoeleştirel bir hareket oldukça yenidir. Bunun için farklı nedenlerden söz edilebilir. İlk olarak M.N. Epşteyn'in de ifade ettiği gibi Rus edebiyatında tipik insan imgelerine (küçük adam, gereksiz adam, lider-kahraman) odaklanma, araştırmacıları doğal imgelerden uzaklaştırmıştır. Bu dönemde doğal imgeler daha çok şiir, doğa motifleri, manzaralar, mevsimler ve hayvan dünyasıyla sınırlı kalmış ve doğal çevreyle insan ilişkisi odakta olmamıştır.³⁵ Diğer bir neden, en temel neden, de ülkede çevre sorunlarında acil çözümlere duyulan ihtiyacın son yıllarda daha belirgin hale gelmesidir.³⁶ Bu sebeple Rus edebiyatında ekoeleştiri insanın doğayı tüketişinin ülkede daha görünür oluşuyla ilintilidir. Özellikle 1960 yılı Rusya'da ekoeleştirisinin ortaya çıkışı için önemli bir tarihtir. Bu tarihte Sovyet Rusya'da devletin çevre sorunları üzerindeki etkisi kamuoyunda tartışılmaya başlamıştır. Brejnev Döneminde Sibirya kaynakları tükenmiş ve ülkenin su kaynakları ve büyük nehirleri kirlenmiştir. Su ve büyük nehirlerin kirliliği Sovyetler Birliği Bakanlar Konseyinin de kabul ettiği temel sorunlardan biri haline almıştır. Toplumsal farkındalığın özellikle 1960'ların başlarında fabrika inşaatları, büyük ölçekli hidroelektrik projeleri, rezervuarların inşası ve geniş sulama sistemleriyle ülkede nehirlerin akışının bozulması, birçok köyün sular altında kalışıyla sağlandığı söylenebilir. Çevre kirliliğinin yıkıcı sonuçları arttıkça insanlar, doğal çevrenin durumu ve geleceği için ciddi bir endişe hissiyle baş başa kalırlar.³⁷ Tam olarak bu noktada "ne yapılabilir?" bilinciyle beraber her kesimden insan dikkatini çevreye yöneltir. Pek çok araştırmacı, yazar, toplumbilimci çevre konusuna eğilim gösterir. Toplum ve doğa arasındaki ilişkinin toplumca merceğe alınmasıyla çeşitli ekolojik söylemler/ çevresel söylemler ortaya çıkar. Rusya'da çevresel söylem kavramı E.V. İvanova tarafından tutarlı bir sözlü veya yazılı metin olarak, ana teması canlı

³⁴ S.V.Greçişkina, "K voprosı issledovaniya sovremennoy literaturı o prirode: aspektı izuçeniya ekoliteraturı", *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, no 387, 2014, s.11,

³⁵ M.N. Epşteyn, *Priroda, mir, taynik, vselennoy: sistema peyzajnih obrazov v russkoy poezii*, Vişşaya şkola, Moskva 1990, s.3.

³⁶ T.V. Krasnova, "Ekokritika kak literaturnoye teçeniye v sovremennoy literaturnoy kritike na rubeje XX/XXI vv.", *Sostsiologiya: Jurnal Rossiyskoy sotsiologičeskoj assotsiatsii*, 2, 2016, s.165.

³⁷ Can Emir, s. 77.

organizmalar ve çevrelerindeki dünya arasındaki ilişki olarak ifade edilir.³⁸ D.V. Yefremenko, *Ekolojik ve Politik Söylemler. Ortaya Çıkış ve Evrim* (Эколого-политические дискурсы. Возникновение и эволюция) başlıklı monografisinde baskın ekolojik ve politik söylem olarak alarmist, küreselleşme söylemi, pasifist söylem ve sürdürülebilir kalkınma söylemini, çevresel ve politik söylemleri vurgulamaktadır. Bilim adamına göre sürdürülebilir kalkınma fikirleri, gelecek nesillerin, ülkelerin çıkarlarını korumaya, ekonomik büyümeyi teşvik etmeye ve biyosferi koruyucu önlemlere odaklanan pozitif normatiflik ile ayırt edilir.³⁹ Biyosferin sürdürülebilirliği, küresel iklim değişikliği ve sosyo-doğal gelişim beklentileri üzerine araştırmalarıyla özellikle SSCB Bilimler Akademisi Fizik ve Matematik Bilimleri Doktoru Nikita Moiseyev önemli bir isimdir. O, özellikle çevresel bir bilinç oluşmasına katkı sağlamış ve BM Çevre ve Kalkınma Konferansı için materyallerin hazırlanmasında ve konferans materyallerinin analizinde aktif çalışmıştır.⁴⁰ V.M. Kojevnikov, P.A. Nikolayev, L.İ. Timofeyev, S.V. Turayev, Ye. Farino, V.Ye. Halizev vb. edebiyat teorisyenleri edebi eserlerde doğayı incelemiştir. Yine bu konuda yapılan çalışmalarda P.S. Karako, N.V. Kojuhovskaya, M.P. Lapiy, P.S. Karako, N.V. Kojuhovskaya, M.N. Epşteyn'in monografisi ve tezleri özel bir yer tutmaktadır. Ayrıca N. Afanasiyev, L. Buell, G. D. Gaçev, M. Perkiyomyaki, D. Bogaç, A.İ. Smirnova gibi araştırmacılar da çalışmalarını edebi bir eserde doğanın incelenmesine yönelik çeşitli yaklaşımlara değinmişlerdir ve çevresel bilinç oluşmasına katkı sağlamışlardır.⁴¹

1980 ve 1990'ların sonlarında doğa temasına, doğa felsefesi çalışmalarına ayrılmış bir dizi monografik eser ortaya çıkmıştır. Çoğunlukla modern Rus edebiyat eleştirisinde, edebi bir eserde doğayı incelemek için Sıktıvkar Devlet Üniversitesi Rus Edebiyatı Bölümü gibi bilimsel okullar vardır; bu okullarda sanatsal gerçeklik çerçevesinde insan ve doğa arasındaki etkileşim sorunları üzerine çalışılır. Özellikle, Sıktıvkar Üniversitesi Rus Edebiyatı Bölümü (Sıktıvkar Okulu), 20 yıldan fazla bir süredir kurguda doğa üzerine araştırmalar yürütür. Bu okulun araştırmacıları edebiyat biliminde doğa kavramının teorik olarak doğrulanması ihtiyacına, bu bilimsel sorunun metodolojik ve terminolojik temeline dikkat çekerler.⁴²

³⁸ Ye.V. İvanova, “K probleme issledovaniya ekologiçeskogo diskursa, *Politiçeskaya lingvistika*. 3 (23), 2007, s.134.

³⁹ Yefremenko'dan aktaran Oreşkina ve Konyaşkin s.135.

⁴⁰ Oreşkina ve Konyaşkin, s.137.

⁴¹ D. Bogaç, “Problemi ponimaniya obraza prirodi v literaturovedçeskoy nauke”, *Vestnik Çelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta, Filologiçeskiye nauki*, sayı 106, 6 (402), 2017, s.26.

⁴² D. Bogaç, s.25; Seppyalaynen, s.21.

Ayrıca 20. yüzyıla kadar doğa temasının açıklanmasında Rus edebiyatının en önemli eserleri ve dönemleri üzerinde çalışmalar yürütürler. Sıktıvkar Okulu'nda birkaç monografi yayınlanır: T.Y. Grinfeld'in *Prişvin'in Sanatsal Dünyasında İnsan ve Doğa* (Человек и природа в художественном мире М. М. Пришвина,1992), N.V. Kozjuhovskaya'nın *Rus Edebiyatında Doğa Duyumu* (Чувство природы» в русской литературе,1995) ve *19.Yüzyıl Rus Edebiyatında Doğa Duyumunun Evrimi* (эволюция чувства природы в русской прозе XIX века,1995), L.V. Gurlenova'nın *1920-1930'lu yıllar Rus Nesrinde Doğa Duyumu* (Чувство природы в русской прозе 1920–1930-х годов, 1998) vb. Bu okulun bilimsel çalışmaları temelinde araştırmacılar edebiyat biliminde doğa kavramının teorik olarak doğrulanması gerektiğine, bu bilimsel sorunun metodolojik ve terminolojik temeli olduğuna dikkat çekmektedir. Kavramsal bir temel arayışı, her şeyden önce *Sovyet Nesrinde İnsan ve Doğa* (Человек и природа в советской прозе), *Sanatsal Nesirde İnsan ve Doğa* (Человек и природа в художественной прозе) makalelerinin girişlerinde yansıtılmaktadır. Bilhassa Sıktıvkar bilim okuluna mensup bilim insanları tarafından edebiyat biliminin terimler dizgisine doğa duyumu kavramı da eklenir ve sonra diğer edebiyat araştırmacıları da bu kavram üzerine çalışmalarda bulunur. L. V. Gurlenova'nın da ifade ettiği gibi doğa duyumu, tarihi döneme bağlı olarak gelişen bir kavram olarak anlaşılmıştır; bu kavram doğa bilimlerinin özelliğine ait, eğitim ve kültür durumuna göre şekil alır.⁴³ N. V. Kozjuhovskaya tarafından ilk kez doğanın bizim için önemli olan, temelinde yazarların fikir ve ideallerinin suretlerinin yer aldığı aksiyolojik işlevi tanımlanmaktadır. Doğa tasviri böylelikle yalnızca belirli bir metnin kompozisyonuna ait bir bileşen değil, aynı zamanda o yazarın estetik inancının bir ifadesi ve çoğunlukla da yazarın idealinin bir timsali haline gelir.⁴⁴ Diğer bir deyişle doğa dünyayı ve insanı değerlendirme yoludur, doğa imgesiyle çoğu kez karakterin kendisi ve onun karmaşık iç dünyası aydınlatılır.

Sıktıvkar Okulu'nda T.Ya Grinfeld tarafından düzenlenen *Rus Edebiyatında Doğa Duyumu* (Чувство природы в русской литературе) adlı kolektif monografinin girişinde Grinfeld, doğa duyumu ve manzara kavramları arasındaki ilişki ve terimin felsefi kökenlere dayanan tarihini

⁴³ Gurlenova'dan aktaran D. Bogaç, s.25.

⁴⁴ Kozjuhovskaya N.V. Evolyutsiya çuvstva prirodu v russkoy proze XIX veka, Sıktıvkarski universitet, 1995,s.6.
[https://books.google.com.tr/books/about/%D0%AD%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D1%87%D1%83%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80.html?id=zq0OAQAAMAAJ&redir_esc=y,\(ET: 07. 04.2019\).](https://books.google.com.tr/books/about/%D0%AD%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D1%87%D1%83%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80.html?id=zq0OAQAAMAAJ&redir_esc=y,(ET: 07. 04.2019).)

sunar, ayrıca kavramın bu kadar uzun süre unutulmasının nedenlerini açıklar.⁴⁵ Edebiyat eleştirmeni İ. Şaytanov ise doğanın keşfini ilk keşif olarak değil ilişkinin gözden geçirilmesi olarak ifade eder. Doğayı keşfederek her ulusal kültürün kendisini, kimliğini ortaya çıkardığını, aynı zamanda her ulus için bu keşfin dünya çapında bir mesele haline geldiğini savunur.⁴⁶ Araştırmacı V.S. Manankov, doğa duygumu tanımını yaparken doğa duygumunu hem doğanın doğrudan deneyimini (tefekkür, işitme, koku, dokunma) hem de duygular ve hisler yoluyla daha karmaşık bir kavrayışına yer verir. Ayrıca genel anlamda Batı edebiyatlarında doğa temasının evriminin Rus geleneğine benzediğini, ancak temanın farklı aşamalarda ve farklı geleneklerde farklı şekilde uygulandığını da ifade etmiştir.⁴⁷ Nitekim araştırmacı A. Smirnova'da ekoeleştiriye Anglo-Amerikan geleneği oldukça güçlü bir siyasi role sahipken, Rus geleneğinin köklerinin felsefi olduğunu ifade etmektedir.⁴⁸ Yine Leningrad Üniversitesi'nden G. Filippov, *Rus Sovyet Felsefi Şiiri. İnsan ve Doğa* (Русская советская философская поэзия. Человек и природа) çalışmasında 1920-1930'ların şiirsel alanında insan, doğa ve teknolojinin etkileşimini inceler ve ayrıca şairlerin (Hlebnikov, Yesenin, Mayakovski, Zabolotski) çalışmalarına odaklanır. G. Filippov'un araştırması için seçtiği dönem, teknolojik ilerlemenin insan ve doğa arasındaki ilişki üzerindeki etkisi açısından ilginçtir. Yarım yüzyıl sonra, doğayı anlama ve tasvir etmede, ekolojik yönün kurguda öne çıkması, yazarları, doğaya yönelik modern tüketici tutumuna karşı çıkma noktasında, mite ve doğa felsefesine yönelmeye teşvik eder.⁴⁹ 1910'da, Varşova Üniversitesi profesörü tarihçi İvan Zamotin de, doğanın duygumunu sanat eserleri üzerinden düşünmeye çalışır. Bir doğa duygumu seçerek bir edebi olayın kahramanlarını karakterize etmenin bir yolu olarak 19. yüzyılın Rus edebiyatının klasiklerinin çalışmalarına döner. Araştırmacı, Nekrasov ve Turgenev'in kahramanlarının örneğini kullanarak çocukların doğaya karşı özel tutumuna dikkat çeker. Çocukların acıma duygusuyla tüm canlılara duydukları sempati, onları sevip üzülmeleri, ahlâki açıdan sağlıklı bir

⁴⁵ T.YA Grinfeld ve A.N. Vlasov, *Çuvstvo prirodi v russkoy literature*, izd. SGU, Sıktıvkar, 1995,s.13.

⁴⁶ İ.O. Şaytanov, *Mısayaşaya muza: Otkritiye prirodi v poezii XVIII veka*. Prometey, Moskva 1989, s.8,14; O. V.Gavrilina, "Peyzaj-çuvstvo prirodi-naturfilosofiya v hudojestvennoy literature: osnovniye aspektı izuçeniya", *Vestnik Rossiyskogo universiteta drujbi narodov. Seriya: Literaturovedeniye, jurnalistika*, 2009, s.34.

⁴⁷ Gavrilina, s.32.

⁴⁸ Yyenni Similya, *Poteryannaya nevinnost'. Ekokritičeskiy analiz fil'ma "U ozera"*, Diplomnaya rabota, 2013, s.32. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/84453/gradu06633.pdf?sequence=1>, (ET: 07. 04.2019).

⁴⁹ Filippov'dan akataran Gavrilina, s.35.

yaşama karşı tutumun temelini oluşturur.⁵⁰ 1911'de V.F. Savodnik *Puşkin, Lermontov ve Tyutçev'in Şiirlerinde Doğa Duyumu* (Чувство природы в поэзии Пушкина, Лермонтова и Тютчева) adlı çalışmasıyla, doğa duyumunun sadece ulusal rengine ve tarihsel değişkenliğine değil, aynı zamanda bireyselliğine de dikkat çeker. Ona göre, doğa duyumunun tezahür biçimleri, bir kişinin mizacına, dünya görüşüne, ilgi alanlarına, yaşam koşullarına, yetiştirilme tarzına, çevreye vb. bağlı olarak son derece değişkendir.⁵¹

Rusya'da 17. yüzyıldan 20. yüzyıla kadar olan edebiyatta doğa, araştırmacıların görüş alanındadır. Çevrenin kurguya taşınması ise özellikle de 1950'li - 1980'li yıllarda köy nesriyle gerçekleşir. Nitekim, eleştirmen, yazar Georgi Tsvetov doğa, insan, ahâk ilişkisini merkeze alan köy nesrini, ekolojik nesir (Экологическая проза) olarak tanımlar.⁵² Ayrıca insan ve doğa arasındaki ilişki gibi doğanın yasalarını ve ilişkilerini felsefi olarak kavrama ve yorumlamaya çalışan kurgu, bugün doğa felsefesi nesri (натурфилософская проза) olarak adlandırılmaktadır.⁵³ Köy nesrinin merkezinde bir adam ve onun kırsaldaki günlük hayatı vardır. Sanayinin hızlı gelişimi nedeniyle insanın yaşam biçimi tehdit altına girdiğinde, 1970'ler köy nesrinde sanayinin çevre için yarattığı sorunlar kurguda açıkça tartışılır. Kırsal nesrin ahâki temeli, doğaya saygı duyma arzusuna dayanır. Baykal Gölünün ekolojik durumu 1970'lerde ve 80'lerde köy nesrinin merkezi konularından biridir.⁵⁴ Köy nesri Baykal'ın doğasındaki görünür hale gelen tehdidi insanlar için somutlaştırır. Baykal Gölü ulusal bir gurur nesnesi olarak kabul edildiği için halkın dikkatini çeker.⁵⁵ Valentin Rasputin, Mihail Prişvin, Sergey Yesenin, Nikolay Zabolotski, Andrey Platonov, Konstantin Paustovski, Leonid Leonov, V. Astafyev, Sergey Zalgin, Vasili Belov, Vasili Boçarnikov, Svetlana Aleksiyeviç, Anatoli Kim, V. Çivilihin vb. pek çok yazar eserlerinde ekolojik felaketler, çevre kirliliği, bilinçsiz tüketim, sular altında kalan köyler, nesli tükenen canlılar vb. konulara değinir. V. Rasputin'in *Matryona'ya Veda* (Прощание с Матерой, 1976), Sergey Yesenin *Sorokoust*⁵⁶ (Сорокоуст), Svetlana Alekseyeviç'in *Çernobil'den Sesler* (Чернобыльская молитва), M. Prişvin'in *Toprağın Gözleri* (Глаза земли), V.P. Astafyev'in *Son Yay* (Последний поклон), B.Vasiliev'in *Beyaz Kuğuları Vurma* (Не стреляйте

⁵⁰ Gavrilina, s.30.

⁵¹ Gavrilina, s.31.

⁵² Çelik, s.45.

⁵³ Seppäläyänen, s.23.

⁵⁴ Similya, s.31.

⁵⁵ Similya, s.26.

⁵⁶ Kilisenin 40 gün boyunca dua anması...

в белых лебедей), S. Zalıgın'ın *Komisyon* (Комиссия), *Ekolojik Roman* (Экологический роман) eserleri, L. Leonov'un *Rus Ormanı* (Русский лес) gibi pek çok metinde çevre problemlerini sorunsallaştırılır. Bahsi geçen eserler vb. daha pek çoğu ekolojik denge için çevreyi önemsemeye birer çağrı, doğa karşısında insan suçlarının birer sembolü gibidir. İnsanın kendi eliyle yok ettiği doğa, insanın evi olarak, yaralara merhem bir şifa kaynağı olarak sunulur. Doğanın korunması insanın ahlâki varlığıyla ilişkili bir varoluş görevi gibi aktarılır. Zira Bogaç'ın da ifade ettiği gibi ekoeleştirme, doğayı sanatsal gerçeklik çerçevesinde insan etkinliğinin kurbanı olarak görür.⁵⁷ Ekolojik nesrin eleştirel ve olumlu bir yanı, insan merkezli ve biyomerkezci yaklaşımlarının olmasıdır. Ekoeleştirme, biyosentrik bir yaklaşımla karakterize edilir. Buna göre, insan diğer canlılardan üstün olmadığı gibi insanın ihtiyaçları da diğer biyolojik türlerin ihtiyaçlarından daha önemli değildir; doğa felsefesinde, eleştiri ahlâki olarak yönlendirilir ve insan merkezlidir. Rus ekolojik nesri hem eleştirel (gazeteci, politik) hem de insan merkezlidir (insanı doğayla kıyaslamaz ve ahlaki sorunlara odaklanır)⁵⁸ Yine Rus ekoeleştirme geleneğinde doğanın insan üzerindeki etkisi vurgulanır. İnsanlar arasındaki ilişkinin, insanın kendisi ile doğa arasında kurulan ilişkinin bir devamı olduğu düşünülür. İnsanın doğa karşısında kendi yerini tayin etmesine, doğa algısına odaklanılır. Rus edebiyat eleştirmenleri için ekoeleştirme aslolan, insanların sosyal davranışlarıyla çevre arasındaki ilişkilerin karşılaştırılmasıdır.⁵⁹ Yani insan ve doğa arasındaki etkileşim araştırmaların asıl durağıdır.

21. yüzyıla gelindiğinde ise Rusya için ekoeleştirmenin gelişmekte olan bir alan olduğunu belirtmek gerekir. Volgograd'ta yapılan insan ve doğa çalışmaları bu görüşü desteklemektedir. Volgograd'ta kurguda insan ve doğa üzerine yapılan çalışmalarda; doğayla ilgili ampirik gözlemlerin, genellemelerin ve sonuçların bir sanat eserinde biriktirilme sürecinin devam ettiği, geleneksel araştırma yöntemlerinin geliştirildiği ve çağın gerektirdiği yeni bilimsel yaklaşımların arandığına değinilir.⁶⁰ Rusya'da 2017 yılı, Rusya Federasyonu Başkanı V.V. Putin tarafından Ekoloji Yılı (Год экологии) ilan edilmiştir. Ona göre, dünyanın kaynaklarına dikkat etmek, doğayı sevmek ve korumak, çevreyi korumak için gerekli önlemleri, çevre dersleri, konferanslar vb. etkinliklerle okul müfredatına dâhil etmek oldukça önemlidir. Edebiyattaki çalışma programları, doğa sevgisini besleyen sanat

⁵⁷ Bogaç, s.24.

⁵⁸ L.G. Samotik, "Tayejnyy zakon v proizvedeniyah V.P. Astafyeva:Semantika ponyatiya narodnoy ekologii", *Ekologiya yazıka i kommunikativnaya praktika*, no 1, 2019, s.95.

⁵⁹ Seppalyaynen, s.21,22,23.

⁶⁰ Bogaç, s.25.

eserlerini içermelidir. Zira A. Puşkin, N. Nekrasov, F. Tyutçev, S. Yesenin'in satırları doğanın güzelliğini görmeyi, ona saygıyla yaklaşmayı öğretir.⁶¹ Bunun için okul müfredatında örneğin 6. Sınıf öğrencileri M. Prişvin'in taygada doğru davranışı öğreten *Güneşin Kileri* (Кладовая солнца) hikâyesiyle tanışırlar. M. Prişvin'in hikâyesinde, doğa ruhsallaştırılır; olağandışı metaforlar, karşılaştırmalar, kişileştirmeler metne belirli bir gizem verir ve öğrencilerin bu çalışmaya olan ilgisini oluşturur.⁶² Dolayısıyla Rusya'da çevre bilinci ön koşulların olduğu zamanlarda gelişirken ekoeleştirici de ekolojik krizlerin daha görünür hale gelmesiyle edebiyat eleştirisinde yerini alır.

Sonuç

Çok disiplinli bir yelpazenin ürünü olarak ekoeleştirici, çevre ve insan ilişkisini inceleyerek çevresel kaygıları açıklayan edebi metinlere doğa merkezli bir yaklaşım sağlar. Çevresel sorunların tüm insanlığın yaşamını kuşattığı bu çağda yeryüzündeki üstün varlık olduğu inancıyla çevreyi bencilce tahrip eden insanın doğa, çevre, iklim ve diğer canlılarla olan ilişkisini anlamaya ve anlatmaya çalışır. Yazarlar yapıtlarında çevreye ait unsurlara yer vererek bu unsurlar üzerinden, dünyanın güzelliğini, doğanın çok boyutluluğunu, ekolojik dengenin sağlanması ve geleceğin inşası için doğaya karşı sorumlu ve dikkatli olmak gibi özel bir tutumun geliştirilmesi gerektiğini ifade ederler. Böylece ekoeleştirici, doğa ve insan arasında uyumlu bir dengenin kurulmasının hedeflendiği günümüzde okurun ilgisine hitap ederek çevre anlayışını gözden geçirmesine yardımcı olur.

Ekosferde ve çevremizde meydana gelen pek çok görünür değişiklikte birlikte ülkeler doğa ve insan çalışmalarına ağırlık verirler. Bu ülkelerden biri de Rusya'dır. Rusya'da 17. yüzyıldan 20. yüzyıla kadar olan edebiyatta doğa araştırmacıların görüş alanındadır. Ancak Rus edebiyatında ekoeleştirici bir hareket oldukça yenidir. Bunun nedenlerinden biri 1960-1970'ler öncesi Rus edebiyatında tipik insan imgelerine (küçük adam, gereksiz adam, lider-kahraman) daha çok odaklanması ve önceki yıllarda çevre sorunlarına acil çözüm ihtiyacı duyulmamasıdır. Bu sebeple Rus edebiyatında ekoeleştirici insanın doğayı tüketişinin ülkede daha görünür oluşuyla ve kamuoyunda devletin çevre sorunları üzerindeki etkisinin tartışılmaya başlanmasıyla ilişkilidir. Rusya'da çevre bilinci ön koşulların

⁶¹ Yu.V.Lyubeznova, Çelovek i priroda v hudojestvennoy proze, Aktual'niye problemi gumanitarnih i yestestvennih nauk, s.1, 2017 <https://cyberleninka.ru/article/n/tema-cheloveka-i-prirody-v-hudozhestvennoy-literature>, (ET: 07. 04.2019).

⁶² Lyubeznova, s.1.

oluştğu zamanlarda gelişirken ekoeleştiri de ekolojik krizlerin daha görünür hale gelmesiyle edebiyat eleştirisinde yerini alır.

Toplumsal farkındalığın artışıyla Rusya özellikle 1960'ların başlarında çevre sorunlarını çok ciddi boyutlarda tartışmaya başlar. Rusya'da toplum ve doğa ilişkisinin ülke genelinde merceğe alınmasıyla çeşitli ekolojik söylemler ortaya çıkar. Pek çok araştırmacı, yazar, toplumbilimci çevre konusuna eğilim gösterir, bazı bilimsel okullar özellikle bu konudaki çalışmalarıyla öne çıkar. Sıkıtvkar Devlet Üniversitesi Rus Edebiyatı Bölümü bu bilimsel okulların önde gelenlerinden biridir. Okulda yapılan bilimsel çalışmalarla sanatsal gerçeklik çerçevesinde insan ve doğa arasındaki etkileşim sorunları ve ekoeleştirin kavram sorununa değinilir. Okulun araştırmacıları tarafından edebiyat biliminin terimler dizgisine doğa duyumu kavramı eklenir. Eğitim ve kültür durumuna göre şekil alan bu kavramda doğa duyumunun sadece ulusal rengine ve tarihsel değişkenliğine değil, aynı zamanda bireyselliğine de dikkat çekilir. Dolayısıyla doğa duyumuyla ilgili okulun ulaştığı sonuca göre doğa duyumunun tezahür biçimleri, bir kişinin mizacına, dünya görüşüne, ilgi alanlarına, yaşam koşullarına, yetiştirilme tarzına, çevreye vb. koşullara göre değişkenlik gösterir. Rus edebiyat eleştirmenleri için ekoeleştiride insanların sosyal davranışlarıyla çevre arasındaki ilişkilerin karşılaştırılması önemlidir. İnsanlar arasındaki ilişkilerin, insanın kendisi ile doğa arasındaki ilişkinin bir devamı olduğu düşünülür ve doğanın insan üzerindeki etkisine dikkat çekilir. Yine bilimsel çalışmalarda bir yandan insanın doğa karşısında kendi yerini tayin etmesine, doğa algısına odaklanılırken öte yandan edebi eserlere ekolojik okumalar yapılarak çevresel mesajlara dikkat çekilir. Rusya'da çevrenin kurgudan okunması özellikle 1950'li - 1980'li yıllarda köy nesriyle gerçekleşir. Bu nedenle doğa, insan, ahlâk ilişkisine odaklanan köy nesrinin ekolojik nesir olarak da bilinmesi tesadüf değildir. Bu dönemin edebi eserleri ekolojik denge için çevreye karşı bilinçli olmaya, doğayı korumaya birer çağrı niteliğindedir. Doğanın korunması insanın ahlâki varlığıyla ilişkili bir varoluş görevi olarak anlaşılır. İnsanı doğa karşısında işlediği suçlarla yüzleştirir ve eserlerde insanın kendi eliyle yok ettiği doğa, insanın evi olarak, yaralara merhem bir şifa kaynağı olarak sunulur. Rusya'da ekoloji üzerine yapılan tüm bilimsel çalışmaların hedefinin çevreyi konu alan yazarların amaçlarıyla aynı olduğu söylenebilir. Öncelikli olan edebi eserlere başka bir açıdan bakılarak alışılmış tutumların değişmesi/değiştirilebilmesidir. İnsan her şeyden önce doğanın hâkimi değil bir parçası olduğu gerçeğiyle yüzleşirse ya da bu gerçeğe ne kadar yaklaşırsa ekolojik denge ve gelecek adına önemli bir adım olacaktır.

Kaynakça

AKILLI, Sinan ve ŞAHİNER Mustafa, “Yeşil Bir Bakış Açısından Edebiyat Eleştirisi: Ekoeleştirir”, Kırsal Çevre Yılığ, *Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği*, Ankara 2003, s.7-15.

ALPAY, İmge, “Yaşar Kemal “Hüyükteki Nar Ağacı” İle Cengiz Aytmatov “Beyaz Gemi” Üzerine Bir Ekoeleştirir Denemesi”, *ABAD*, 2018, 1(2), 147-157.

ASLE, ASLE » Vision & History, (ET: 08.05.2022).

BOGAÇ, D., “Problemı ponimaniya obraza prirodi v literaturovedçeskoy nauke”, *Vestnik Çelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta, Filologičeskiye nauki*, sayı 106, 6 (402), 2017, s.22-29.

BUELL, Lawrence, *The environmental Imagination*, Harvard University Press, https://books.google.co.ck/books?id=Nnvoh8t2nOwC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false , (ET: 07.04.2019).

BULUT, Funda, “Ekoeleştirir Kuramı Işığında Ayla Kutlu’nun ‘Huvava: İlk Çevre Koruyucu’ Adlı Eserine Bakış”, *Turkish Studies: Language and Literature*, 2020, s.625-628.

CAN EMİR, Badegül, “Sergey Zalıgin’in Ekolojik Roman adlı Eseri Üzerine Ekoeleştirir Bir Okuma.” *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, sayı 20, 2019, 67-90.

COMMONER, Barry, *The Closing Circle: Nature, Man and Technology*, A Bantam book, Alfred A. Knopf, Inc., New York 1972.

ÇELİK, Reyhan, *Sovyet Edebiyatında Köy Nesri*, Tiydem Yayıncılık, Ankara 2014.

DEDKOVA, Dana, *Literatura i ekologiya: romanı J. –M.G. Leklezio*, Sankt-Peterburgskiy gasudarsvennıy universitet, Vıpusknaya kvalifikatsionnaya rabota, Sankt-Peterburg 2021.

EPŞTEYN, M.N, *Priroda, mir, taynik, vselennoy: sistema peyzajnih obrazov v russkoy poezii*, Vışşaya şkola, Moskva 1990.

GANSOVSKAYA, Karolina, “Ekoliteratura un Human-anımal Studies (Par Metodoloğijas, Terminoloğijas un Žanru Klasifikācijas Problēmu)”, 2019, https://www.academia.edu/40065741/EKOLITERAT%C5%AARA_UN_HUMAN_ANIMAL_STUDIES_PAR_METODOLO%C4%A2IJAS_TERMI

NOLO% C4% A2IJAS_UN_% C5% BDANRU_KLASIFIK% C4% 80CIJAS_PROBL% C4% 92MU, (ET: 07. 04.2019).

GAVRİLİNA, O.V. “Peyzaj-çuvstvo prirodu-naturfilosofiya v hudojestvennoy literature: osnovniye aspekti izuçeniya”, *Vestnik Rossiyskogo universiteta drujbi narodov. Seriya: Literaturovedeniye, jurnalistika*, 2009, s.30-37.

GLOTFELTY, C. “Introduction: Literary studies in an age of environmental crisis”, *The Ecocriticism Reader*, Ed. C. Glotfelty and Harold Fromm, The university of Georgia Press, Athens and London, 1996, s. xv-xxxvii.

GREÇİŞKİNA, S.V. “K voprosı issledovaniya sovremennoy literaturı o prirode: aspektı izuçeniya ekoliteraturı”, *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, no 387, 2014, s. 8-14.

GRİNFELD, T.Ya ve VLASOV A.N., *Çustvo prirodu v russkoy literature*, izd.SGU, Sıktıvkar, 1995.

İVANOVA, Ye.V. “K probleme issledovaniya ekologičeskogo diskursa”, *Političeskaya lingvistika*, 3 (23), 2007, s.134-138.

KOZJUHOVSKAYA, N.V. *Evoljutsiya çuvstva prirodu v russkoy proze XIX veka*, Sıktıvkarski universitet, 1995, s.6, https://books.google.com.tr/books/about/%D0%AD%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D1%87%D1%83%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80.html?id=zq0OAQAAMAAJ&redir_esc=y , (ET: 07. 04.2019).

KRASNOVA, T.V. “Ekokritika kak literaturnoye teçeniye v sovremennoy literaturnoy kritike na rubeje XX/XXI vv.”, *Sostsiologiya: Jurnal Rossiyskoy sotsiologičeskoy assotsiatsii*, 2, 2016, s.162-167.

LYUBEZNOVA, Yu.V. Çelovek i priroda v hudojestvennoy proze, Aktual’niye problemi gumanitarnih i yestestvennih nauk, 2017, s.1-2, <https://cyberleninka.ru/article/n/tema-cheloveka-i-prirody-v-hudozhestvennoy-literature>, (ET: 07. 04.2019).

MAKEYEVA, Yekaterina. “Problema vzaimodeystviya çeloveka i prirodu: istoričeskiy vzglyad”, *Aktual’niye problemi gumanitarnih i yestestvennih nauk*, no 6-1, 2015, s.133-136.

OREŞKİNA, T.A., Konyaşkin V.A. “Ekologičeskoye soznaniye i ekologičeskiye diskursı tsivilizatsii”, *Oykumena regionovedçeskiye issledovaniya*, 2018, no 4, s.133-144.

SAMOTİK, L.G . “ ‘Tayejny zakon’ v proizvedeniyah V.P. Astafyeva: Semantika ponyatiya narodnoy ekologi”, *Ekologiya yazıka i kommunikativnaya praktika*, no 1, 2019, 89-103.

SEPPYALYAYNEN, Yuri. *Ekokritičeskiy analiz knigi S. A. Aleksiyeviç Çernobil’skaya molitva: hronika buduşçego*, Diplomnaya rapota, Universitet g. Tampere, 1-58, <https://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/99106/GRADU1464767611.pdf?sequence=1>, (ET: 07. 04.2019).

SİMİLYA, Yyenni, *Poteryannaya nevinnost’*. *Ekokritičeskiy analiz fil’ma “U ozera”*, Diplomnaya rabota, 2013. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/84453/gradu06633.pdf?sequence=1>, (ET: 07. 04.2019).

SLOVIC, Scott, *The Green Studies Reader: From Romanticism to Ecocriticism*, Laurence Coupe, London 2000.

ŞAYTANOV, İ.O, *Mısayaşaya muza: Otkritiye prirodu v poezii XVIII veka*. Prometey, Moskva 1989.

TALİZİNA, Yelena. “Grajdanin zemli: Edvard Tomas kak svyazuyuşçee zveno mejdu ‘Romantiçeskoy ekologiey’ i ekokritikoy”, *Filologiçeskiye nauki. Voprosı teorii i praktiki*, tom 12, sayı 7, 2019, s. 92-96.

**İKLİM DEĞİŞİR VE TOPLUM DEĞİŞİR:
DEĞİŞEN İKLİMİN SOSYOLOJİK VE TOPLUMSAL
ETKİLERİ**

AYDINLANMANIN SONUCU OLARAK İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Ferhat ONUR*

Giriş: İklim Değişikliği ve Antroposen

“Küresel ısınma” ve “iklim değişikliği” terimleriyle ülke olarak tanışıklığımız eski Amerikan başkan yardımcısı olan ve 2000 yılı Amerikan başkanlık seçimlerinde Demokrat parti adayı olarak yarışan Al Gore’un medyada geniş yer bulan çevreci hareketlerine kadar uzanır. Gore söz konusu seçimi küçük bir farkla George W. Bush’a kaybettikten sonra iklim değişikliği hakkındaki kamusal duyarlılığın gelişmesi için çabalarını yoğunlaştırmış ve bu çabalarını iklim değişikliğinin uluslararası boyutuna dikkat çektiği “Uygunsuz Gerçek (*An Inconvenient Truth*)” adlı ödüllü belgeselle taçlandırmıştı. Bu dönemde kazandığı ün 2008 başkanlık seçimi için onu yeniden gündeme getirse de o hiçbir zaman adaylığını koymadı. Bu durum çoğu kimsenin aklına “Savaş seven Bush’un yerine o olsaydı acaba dünya daha yaşanılır bir yer olur muydu?” sorusunu getirdi. Pek tabii dünyanın en gelişmiş ülkelerinden birinin başına iklim değişikliğine vakıf bir başkanın geçmesi bir fark yaratmalıydı. Gore ve diğerlerinin çalışmalarına rağmen henüz etkilerini yakinen deneyimlememiş olmamızdan ötürü iklim değişikliğiyle geleceği söylenen felaketler bize buzulları eriyen Antarktika kıtası kadar uzak görünüyordu. O zamanlar daha çok “küresel ısınma” terimi kullanılıyordu ve bununla ilgili bildiğimiz tek şeyse dünyanın sıcaklığının arttığıydı. Ancak bu ne anlama geliyordu ve neden kötü bir şeydi?

Küresel ısınma ve iklim değişikliği terimleri birbirinin yerine kullanılıyor olsa da eş anlamlı değildirler. Küresel ısınma, Sanayi Devrimi’nden bu yana, özellikle de 70’lerin sonu itibarıyla, fosil yakıtlarının yayılımındaki artış sebebiyle gezegenin uzun dönemli ısınmasına verilen addır. Son 150 yılda dünyanın ortalama yüzey sıcaklığının 1°C arttığı gözlenmiştir¹. Dünyanın sıcaklığı güneşten aldığı ve uzaya geri verdiği enerji arasındaki denge tarafından belirlenir. Güneş enerjisinin yaklaşık üçte biri uzaya yansıtılır. Geri kalanı ise dünyanın yüzeyi tarafından emilir. Kara ve denizleri ısıtan bu enerji uzun-dalga kızılötesi ışın veya ısı radyasyonu olarak geri yayılır. Su buharı, karbondioksit, metan ve azot oksit gibi *sera*

* Dr. Öğretim Üyesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Sosyoloji Bölümü, ferhatonur@ktu.edu.tr

¹ Frank R. Spellman, *Understanding Climate Change: A Practical Guide*, Lanham 2021, s. 16.

gazları bu uzun-dalga radyasyonun bir kısmını hapsederek atmosferi ısıtır. Bu doğal sera etkisi olmasa dünyamız en azından 35°C daha soğuk olacak, dolayısıyla yaşama elverişli olmayacaktı². Ancak Sanayi Devrimi'nden itibaren yaktığımız fosil yakıtları (petrol, kömür ve doğal gaz) karbonu atmosfere karbondioksit ve metan şeklinde geri yaymış ve sera etkisini artırarak dünyanın sıcaklığını olması gerekenden fazla yükseltmiştir. İklim değişikliği, küresel ısınma terimiyle tanımlanan dünya sıcaklığındaki yükseliş trendini kapsadığı gibi deniz seviyesi yüksekliği, buzul kütlelerindeki kayıp, bitki çiçeklenmesindeki değişimler ve aşırı hava olayları gibi daha geniş fenomenleri de içine almaktadır³. Bundan dolayı daha sınırlı bir içeriğe sahip olan küresel ısınma terimi artık yerini iklim değişikliği terimine bırakmıştır. Bu terimlerin tanımlarında dikkatimizi çeken bir nokta küresel ısınma ve iklim değişikliğindeki insan etkisinin baştan varsayılmasıdır: Dünya sıcaklığının artmasına ve iklim değişikliği fenomenlerinin ortaya çıkmasına neden olan şey fosil yakıtların kullanımı, dolayısıyla insan eliyle atmosfere salınan gazlardır. O halde bu varsayımın temelleri hakkında da birkaç söz söylemek gerekmektedir.

Dünya var oldu olalı çeşitli iklim değişikliği olaylarına sahne olmuştur. Örneğin, “kartopu dünya” adıyla bilinen ve geçmiş üç milyar yılda beş kez gerçekleşmiş olabileceği düşünülen periyotlarda dünya bir dizi yoğun soğuk dönemlerden geçmiş, devasa buz tabakaları tropik bölgelere yayılarak neredeyse tüm dünya yüzeyini kaplamıştır. Yine 55 milyon yıl önce küresel sıcaklıkların bir dizi volkanik patlama neticesinde atmosfere yayılan karbondioksitten ötürü 5°C arttığı tahmin edilmektedir⁴. İster volkanik patlamalarla ister göktaş çarpmaları veya başka bir süreçle gerçekleşmiş olsun dünyanın iklimindeki ani değişiklikler gezegen üzerindeki yaşamı olumsuz etkileyerek canlı organizmaları yok olma tehlikesiyle karşı karşıya getirmiştir. Dünyanın doğal süreçler uyarınca iklim değişikliği olaylarına maruz kalması, mevcut durumda yaşanıldığı ileri sürülen ve sadece birtakım istatistiklerle sınırlı kalmayıp yıllar geçtikçe etkilerini türlü biçimlerde (seller, yangınlar ve genel sıcaklıklardaki artış gibi) deneyimlemeye başladığımız iklim değişikliğinin de bu süreçlerin bir parçası olabileceği düşüncesini makul bir seçenek olarak karşımıza çıkarmaktadır. Karbondioksit salınımının iklim değişikliğine neden olduğu iddiasının gerçek olmadığını iddia edenler olsa da⁵ bilim insanlarının iklim

² Mark Maslin, *Climate Change: A Very Short Introduction (4th Edition)*, Oxford 2021.

³ Spellman, s. 16.

⁴ James Dyke, *Fire, Storm & Flood: The Violence of Climate Change*, London 2021.

⁵ Rex J. Fleming, *The Rise and Fall of the Carbon Dioxide Theory of Climate Change*, Cham 2020.

değişikliğinin karşı koyulmaz bir olgu olduğu ve insan davranışının bundaki rolünün inkâr edilemeyeceği konusunda genel bir uzlaşma içinde olduğu söylenebilir⁶⁷⁸. Öyle ki, iklim değişikliği reddini beynimizin yapılanma şekliyle ilişkilendirip iklim değişikliğinin içsel tehdit duygumuzu harekete geçirmek için ihtiyaç duyduğumuz açık sinyallerin hiçbirini içermediğinden vuku bulduğunu ileri sürerek genel psikolojik bir olgu olarak açıklayanlar vardır⁹. İnsanın çevresine yaptığı etkiye, dolayısıyla iklim değişikliğindeki rolüne yeni bir terimle dikkat çekilmektedir: Antroposen (insan çağı)¹⁰. Antroposenle birlikte insan artık dünyayı, dolayısıyla geleceğimizi doğrudan değiştirebilir bir güç haline gelmiştir. O halde insanın böyle bir pozisyona neden ve nasıl geldiğini düşünmek bugün karşı karşıya olduğumuz doğa durumunu anlamak açısından önem arz etmektedir.

İklim değişikliğiyle birlikte gelen sıcaklık artışı zihnimiz ve bedenimiz üzerinde sarsıcı etkiler yapmaktadır. Zehirli orman yangını dumanı, aşırı yüklenmiş alerjiye neden olan polen, bakteri ile kontamine su, hastalık taşıyan böcekler ve yıkıcı doğal afetlerin tümü iklim değişikliğiyle bağlantılı görünmektedir¹¹ ve tüm bunlar sıcaklık artışının 1°C olduğu görece tahammül edilebilir bir atmosferde gerçekleşmektedir. 2015 yılında iklim değişikliğine karşı ülkelerin büyük çoğunluğu tarafından kabul edilen Paris Sözleşmesi'nin hedefi küresel ısınmayı 2°C'nin altında, daha iyisi 1.5°C dereceyi geçmeyecek şekilde frenlemektir. İki derecede, buz tabakalarının çökmeye başlayacağı, 400 milyon insanın daha su kıtlığından muzdarip olacağı, gezegenin Ekvator kuşağındaki büyük şehirlerin yaşanmaz hale geleceği ve hatta kuzey enlemlerinde bile ısı dalgalarının her yaz binlerce insanı öldüreceği hesaplanmaktadır¹². Şayet önlem alınamazsa daha yüksek sıcaklıklarda insanoğlunun başka bir yok olma tehlikesiyle yüz yüze gelmesi ihtimal dahilindedir. Peki kendimizi neden böyle bir duruma soktuk? Bu sorunun bariz cevabı insanoğlunun enerji ve tüketim ihtiyacının

⁶ Peter Stott, *Hot Air: The Inside Story of the Battle Against Climate Change Denial*, London 2021.

⁷ Lawrence M. Krauss, *The Physics of Climate Change*, London 2021.

⁸ Steven Earle, *A Brief History of the Earth's Climate: Everyone's Guide to the Science of Climate Change*, Gabriola Island 2021.

⁹ George Marshall, *Don't Even Think About It: Why Our Brains Are Wired to Ignore Climate Change*, New York 2014.

¹⁰ Simon Lewis ve Mark Maslin, *The Human Planet: How We Created the Anthropocene*, London 2018.

¹¹ Bonnie Schneider, *Taking the Heat: How Climate Change Is Affecting Your Mind, Body and Spirit and What You Can Do About It*, New York 2021.

¹² David Wallace-Wells, *The Uninhabitable Earth: Life After Warming*, New York 2019.

giderek artmasıdır¹³. Doğayı daha iyi anlamamızı sağlayan bilimsel keşifler daha konforlu hayatlar sürmemizi sağlayacak teknolojik uygulamaları beraberinde getiriyor. Teknolojinin çeşitliliği ve nüfustaki artışa paralel olarak tüketim eşyalarının sayısı ve büyüklüğü de artıyor. Bu da enerji ihtiyacının katlanarak büyümesine neden oluyor. Elbette bütün bu enerji ve tüketimin finansmanını kapitalist ekonomiler sağlıyor. Bundan dolayı kimileri iklim değişikliği karşısında gerekli tedbirleri almayısımızın sebebini gereken aksiyonların kurlsız, kontrol edilemeyen kapitalizm ile çelişmesine bağlıyor¹⁵. Sonuç itibarıyla insanın iklime etki edebilecek bir güç haline gelmesi “büyük miktarda enerji kullanımıyla desteklenen ve büyük miktarda bilginin yönetimiyle koordine edilen, birbirine bağlı tek bir küresel kültür ağının ortaya çıkmasına” bağlanabilir¹⁶. Ancak bundan daha da derine inerek antroposenin başlamasını mümkün kılanın, insanı doğanın efendisi yapanın ne olduğunu sormamız, enerji açlığının gerisinde yatan felsefeyi açığa çıkarmamız gerekiyor. Buna göre, insanın doğayı istediği gibi kontrol edebileceğini anlaması aklını istediği gibi kullanabileceğini anlamasıyla kesişir. İnsanın zihinsel gelişiminin önündeki engelleri fark ettiği ve onları kaldırmaya teşebbüs ettiği dönem “Aydınlanma Çağı” adıyla bilinmektedir. Bundan sonraki iki bölümde Aydınlanma’nın şifrelerini onu yaratan düşünürlerin görüşleri çerçevesinde ortaya koyacak ve modern aklın bir sömürü aracına nasıl dönüştüğünü Theodor Adorno (1903-69) ve Max Horkheimer’in (1895-1973) Aydınlanma eleştirilerine kulak vererek anlamaya çalışacağız. Böylece iklim değişikliği ve Aydınlanma arasındaki doğal bağa işaret etmiş olacağız.

Aydınlanma Çağı: Aklın Özgürleşmesi

Aydınlanma’nın ne anlama geldiğini en iyi anlatan pasajlardan birini Immanuel Kant’ın (1724-1804) *Aydınlanma Nedir? Sorusuna Yanıt* adlı kısa yazısında bulabiliriz¹⁷:

Aydınlanma, insanın kendi suçu ile düşmüş olduğu bir ergin olmama durumundan kurtulmasıdır. Bu ergin olmayış durumu ise, insanın kendi aklını bir başkasının kılavuzluğuna başvurmaksızın

¹³ Adam Briggles, *Thinking Through Climate Change: A Philosophy of Energy in the Anthropocene*, Cham 2021.

¹⁴ Hope Jahren, *The Story of More: How We Got to Climate Change and Where to Go from Here*, New York 2020.

¹⁵ Naomi Klein, *This Changes Everything: Capitalism vs. The Climate*, New York 2014.

¹⁶ Lewis ve Maslin, 2018.

¹⁷ Immanuel Kant, *Aydınlanma Nedir? Sorusuna Yanıt*, Çev. Nejat Bozkurt, İstanbul 2010, s. 263.

kullanamayışıdır. İşte bu ergin olmayışa insan kendi suçu ile düşmüştür; bunun nedenini de aklın kendisinde değil, fakat aklını başkasının kılavuzluğu ve yardımı olmaksızın kullanmak kararlılığını ve yürekliliğini gösteremeyen insanda aramalıdır. Sapare aude! “Aklını kendin kullanmak cesaretini göster!” sözü şimdi Aydınlanma'nın parolası olmaktadır.

Kant'ın burada yaptığı Aydınlanma tanımının oldukça genel-geçer ve kapsayıcı olduğuna dikkat edilmelidir. O, Aydınlanma'yı belli bir döneme veya zümreye özel bir nitelik olarak düşünmemektedir. Bilakis kişilerin ulaşabilecekleri bir seviye olarak görmektedir. Kişi aklını kullanma cesaretini gösterdiğinde, yani içsel ve çevresel baskılardan uzak bir şekilde düşünebilme becerisine eriştiğinde ergin olmama halinden kurtulmuş, zihinsel açıdan olgunlaşmış, eş deyişle aydınlanmış olacaktır. Ancak bu kolayca elde edilebilecek bir seviye değildir. Bunun Kant'a göre iki sebebi vardır. Birincisi içseldir: “Ergin olmama durumu rahattır çünkü. Benim yerime düşünen bir kitabım, vicdanımın yerini tutan bir din adamım, perhizim ile ilgilenerek sağlığım için karar veren bir doktorum oldu mu, zahmete katlanmama hiç gerek kalmaz artık.”¹⁸ İkincisi ise dışsal/çevreseldir: “Dogmalar ve kurallar, insanın doğal yetilerinin akla uygun kullanılmayışının ya da daha doğru bir deyişle, kötüye kullanılmasının bu mekanik araçları, erginleşme ve olgunlaşma için sürekli bir ayak bağı olurlar.”¹⁹ Kendimizi tarihin belli bir döneminde, belli bir toplum ve ailenin içinde yetişmiş olarak buluruz. İçinde yaşadığımız toplumun ailemizin de kendisine uyduğu birtakım gelenekleri, kuralları, davranış şekilleri ve benimsediği inançlar vardır. Kendilerinde yaratacağı bilişsel rahatsızlıktan ve toplum tarafından dışlanma endişesinden ötürü çoğu kimse bu varsayılan yaşam tarzını sorgulama cesaretini göstermez. Bundan dolayı insanların çoğu aklını özgür kılamaz. Ancak Kant'ın aklın özgürleşmesinden anladığı sırf kişinin istediğini yapabilme veya düşünebilme serbestliğine kavuşması değildir. Onun esas kastettiği “aklı her yönüyle ve her bakımdan çekinmeden kitlenin önünde apaçık olarak kullanmak özgürlüğüdür”²⁰. Biz buna “ifade özgürlüğü” diyoruz. İfade özgürlüğü aydınlanmayı bireysel alandan sosyal alana taşıyacak olan şeydir. Bu anlamda özgürlük kitlelerin aydınlanması için elzemdir. Kişi cesareti ve çabasıyla kendi aydınlanmasını gerçekleştirmiş olabilir, ancak fikirlerini ve düşüncelerini paylaşacak sosyal ve politik bir ortam olmadığı müddetçe özgürleşme bireysel alanla sınırlı kalacak ve Aydınlanma'nın bir diğer özelliği olan *ilerleme* sağlanamayacaktır. Zira Kant'a göre ilerleme “insan

¹⁸ Kant, s. 264.

¹⁹ Kant, s. 264.

²⁰ Kant, s. 265.

doğasının temel amacı ve belirlenim ilkelerinden biridir”²¹. Böylece Kant, Aydınlanma’nın üç önemli prensibini ortaya koymuş olur: *Akılcılık*, *özgürlükçülük* ve *ilerlemecilik*. Kişi doğruluğu tartışılır inançlarını ve kabullerini aklın süzgecinden geçirme becerisini elde edecek, damıttığı düşüncelerini ve fikirlerini özgürce ifade etme imkânı bulacak, bu düşünce ve fikirlerin çeşitli vasıtalarla (bilim, felsefe, sanat, edebiyat, vs.) duyurulması ise toplumsal zihniyetin değişimi ve gelişimine zemin hazırlayacaktır.

Kant Aydınlanma’nın önündeki engeller olarak “dogmalar ve kurallar” dan söz ederken aklındaki şey şüphesiz dini dogmalar ve kurallardır. O, yazısının sonlarına doğru bunu açıkça ifade ediyordu: “...insanlığın bir bütün olarak başkasının rehberliği olmaksızın, dinsel konularda kendi aklını iyi bir biçimde ve güvenilir bir şekilde kullanması durumunda olması ya da bu duruma getirilebilmesi için kat edilecek daha çok yolumuz var.”²² Aydınlanmaya giden yol dini dogmalarla mücadele etmekten geçiyordu ve bu mücadeleyi en çok da Fransız düşünürler veriyordu. Voltaire (1694-1778) *Candide* adlı eserinde ünlü Alman filozof G. W. Leibniz’in (1646-1716) “yaşadığımız dünya ihtimaller dahilindeki dünyaların en mükemmelidir” teziyle öne çıkan Tanrı savunmasını (teodise) karşısına alıyordu²³. Leibniz’e göre sonsuz sayıda evren fikrine sahip olan Tanrı bu evrenlerden sadece birini var etmiştir. Tanrı iyi olduğuna ve bir evreni diğerine belli bir sebeple tercih ettiğine göre, var etmeyi seçtiği evren mümkün evrenlerin en mükemmel olmalıdır. Bu argümana karşı Voltaire kitabında *Candide* ve diğer kahramanların başından geçen türlü kötülükleri ve felaketleri hikâye ederek yaşadığımız dünyanın hiç de Leibniz’in söylediği gibi mükemmel bir dünya olmadığını anlatmaya çalışır. Voltaire’in bu karşı çıkışı geleneksel Tanrı anlayışına yöneltilen en ciddi itirazlardan biri olan ve “kötülük problemi” olarak bilinen argümandan başkası değildir. Diderot (1713-1784) söz konusu Tanrı anlayışına ve dinlere olan eleştirilerinde Voltaire’den bir adım daha öteye gider. Voltaire dinin gerek siyasi otorite tarafından gerekse kişisel çıkarlar uğruna kötüye kullanılmasını eleştiriyordu. Oysa Diderot, dinin insanlar için faydasından çok zararı olduğunu düşünüyor, ahlaklı olmak için dindar olmak gerekmediğini, bu ikisinin birbirinden bağımsız olduğunu savunuyordu. “Tanrı, evrenin varlığını anlatmak açısından bir kelimeden, basit bir sözlükten başka nedir ki?”²⁴ diyen Diderot, bir milletin bilgisinin ne kadar artarsa doğaüstü olaylara inancının o kadar azalacağını ileri sürüyor ve Aydınlanma’nın akılcılık vurgusunu yineliyordu:

²¹ Kant, s. 266.

²² Kant, s. 270.

²³ Voltaire, *Candide*, Çev. Özlem Pekcan, Ankara 2020.

²⁴ Diderot, *Felsefe Konuşmaları*, Çev. Adnan Cemgil, İstanbul 2010, s. 143.

“...insanlara yapılacak en büyük iyilik onlara akıllarını kullanmayı, yalnız kanıtlanabilecek şeyleri doğru olarak kabul etmeyi öğretmektir.²⁵” Felsefe yaparak hiçbir iddia veya teori kanıtlanamayacağına göre neyin doğru olduğunu nasıl öğrenecektik? Bu soruya Aydınlanma düşünürlerinin hemen hepsi aynı cevabı verirler: Bilim. Voltaire ve Diderot’nun eleştirilerinden felsefe de nasibini almış, her iki filozof da özellikle metafiziğin sonuçsuzluğuna dikkat çekmişlerdi. Ancak bunu belirgin bir şekilde vurgulayan Fransız, Le Mettrie (1709-51) olmuştu: “Descartes’lara, Leibniz’lere, Wolf’lara, bütün o büyük dâhilere en faydasız çalışmalarında hayran olabiliriz ve hatta olmalıyız da fakat rica ederim söyleyin bana onların derin tefekkürlerinden, bütün o eserlerinden şimdiye kadar ne elde ettik?²⁶ Dünya hakkında bilgi edinmemizin yegâne aracı, dolayısıyla bilgimizi ilerletecek tek şey bilimdir. Aydınlanma düşünürlerinin bu bilimci tavrının gerisinde gözlem ve deneye dayalı bilimsel metodun entelektüel araştırmaya hâkim olduğu *Bilimsel Devrim* (16.yy-17.yy) adı verilen gelişme yatmaktadır. Nitekim Aydınlanma Bilimsel Devrim’in bir devamı olarak görülebilir.

Bilimsel Devrim’in lokomotifi hiç şüphesiz Isaac Newton’dur (1643-1727). Newton’un yaptığı çığır açıcı keşifler Dünya ve diğer gezegenlerin aynı doğa yasalarına uyduğunu, maddenin hareketinin hesaplanabilir olduğunu, böylece evrende olup bitenlerin öngörülebileceğini gösterdi. Newton’un fizikteki başarısı diğer araştırmacıları insanı anlamada da bilimsel bir yaklaşım sergilenebileceği düşüncesine sevk etti. Örneğin, David Hume (1711-76) insanın bilişsel süreçlerinin bilimsel bir açıklamasını verme düşüncesiyle bir zihin bilimi oluşturmak için kolları sıvadı. Newton dış dünyayı incelerken nasıl duyu deneyimlerine başvurduysa, o da zihni incelerken deneyimlerine başvuracaktı. Hume’a göre insan zihninin tüm nesnelere iki türe ayrılabilirdi²⁷: Düşünceler arasındaki ilişkiler ve olgusal durumlar. Tüm matematiksel ve mantıksal olarak doğru önermeler (örneğin, $5+7=12$ veya “tüm bekarlar evli değildir” gibi) düşünceler arasındaki ilişkilerdir. Buna karşın olgusal durumlar deneyimlerimiz hakkındadır (örneğin yağmur yağıyor olması veya güneşin yarın doğacak olması gibi). Birinci türden bilgiler tamamıyla zihnin içsel çalışma prensibi ile ilgiliydi ve bize dünya hakkında yeni bir şey söylemiyordu. Başka bir deyişle, onlar tanımı gereği doğru kabul edilen analitik önermelerdi. Zihin dış dünyadan izole edildiğinde o dünyayı açıklayan bilgiler edinemezdi. O halde dünya hakkında yeni bilgiler edinmenin tek yolu bilimin de araştırma nesnesi olan

²⁵ Diderot, s. 140.

²⁶ La Mettrie, *Makine İnsan*, Çev. Aslı Avcan ve Enfal Erkan, Ankara 2022, s. 33.

²⁷ David Hume, *İnsanın Anlama Yetisi Üzerine Bir Soruşturma*, Çev. Ferit Burak Aydar, İstanbul 2016.

olgusal durumları. Böylece Hume tüm bir rasyonalist felsefe geleneğini karşısına alıyor, ampirizmi (deneyimcilik) modern bilimin felsefi temeli olarak ilan ediyordu. Fiziki dünyanın bir parçası olan insan ve insanla ilgili olan her şey bilimsel incelemenin konusu yapılabilirdi. Sosyal, politik ve ekonomik disiplinlerin kendine özgü olgusal durumları vardı ve bilimin görevi bunlarla ilgili yasaları ortaya koymaktı. Bu bağlamda Aydınlanma açısından özellikle ilgi çekici olan Adam Smith'in (1723-90) ekonomiyi bir bilim haline getirme teşebbüsüydü. Smith, *Ulusların Zenginliği* adlı ünlü kitabında, araştırmasının amacını ortaya koyan şu soruyu soruyordu: "Neden bazı ülkeler diğerlerine göre daha zengindir?"²⁸ Onun bu soruya verdiği cevap açıktır: Serbest ticaret. Smith'in savunduğu düşünce devletin pazarı kontrol etme anlayışından vazgeçerek kendi akışına bırakmasıdır (*laissez-faire*). Ekonomik hareketliliği belirleyen temel prensip arz ve talep arasındaki dengedir. İşgücü ihtiyacı, rekabetin boyutu ve ürünlerin fiyatı bu denge uyarınca kendiliğinden tayin edilir. Smith'e göre pazar serbest hale gelince bundan herkes faydalanacaktır. Herkes kendi bencil çıkarları için hareket ettiğinde beklenenin aksine ekonomik anlamda toplum daha iyi bir durumda olacaktır. Ticaretin serbest olduğu bir ortamda insanların zengin olmak veya zenginliklerini artırmak için önlerinde bir engel olmayacak, mal üretip satmak isteyeceklerdir. Onlar üretken oldukça rekabet artacak rekabet arttıkça da hem fiyatlar düşecek hem de ürün çeşitliliği ve kalitesi artacaktır. Ayrıca işgücü ihtiyacı artacağından işsizlik problemi de ortadan kalkacaktır. Böylece gerek üretici kesim gerekse tüketici kesim sanki bir "görünmez el" yardımıyla refah düzeylerini artıracaklardır²⁹. Smith'in bu düşünceleri bilindiği üzere modern kapitalist ekonomilerin işleyiş mantığını ortaya koymaktadır. Sanayi Devrimi ile kapitalizm daha ileri bir evreye geçmiş, karmaşık bir iş bölümü ile öne çıkan fabrika sistemi kapitalist üretim tarzını baskın hale getirmiştir. Ancak Smith'in kapitalizmi temelleyen fikirlerinde kendinin de farkında olduğu bir tehlike baş gösterir. İnsanların kendi çıkarlarının peşinden koşmaları diğer insanları ve doğayı önemsememe veya kâr sağlamak adına kullanma davranışını beraberinde getirebilir. Çağdaş toplumların karşı karşıya geldiği tehlike işte tam olarak budur. Aydınlanmacı akıl, dini dogmaların, yerleşik geleneklerin ve inançların yol göstericiliğini reddetmiş, olgulara dayanan nesnel düşüncenin mutlak zaferi olan bilimi icat etmiş, ancak onu sırf insanın bilme ihtiyacını gideren bir aktivite olarak görmekle kalmayıp sahip olma arzusuyla karakterize olan daha ilkel ihtiyaçları için kapitalizm gibi tüketim odaklı ekonomik sistemlerin hizmetine vermiştir. Buna göre, akıl özgürleşmiştir özgürleşmesine ama bunu araçsallaşma pahasına yapmıştır.

²⁸ Adam Smith, *Ulusların Zenginliği (Seçmeler)*, Çev. Şükrü Alpagut, İstanbul 2019.

²⁹ Smith, s. 140.

Aydınlanma Çağı: Aklın Araçsallaşması

Cehaleti ve boş inançları geriletken veya ortadan kaldıran, insan hayatını genel olarak iyileştiren veya iyileştirme potansiyeline sahip olan bir olay olarak düşünüldüğünde Aydınlanma'ya itiraz etmek için herhangi bir nedenimiz yoktur. Bugün insanları şeytanın takipçileri olduklarını düşüncesiyle (cadıcılık) yakmıyorsak, başka insanlara birer eşya gibi sahip olabilmeyi (kölelik) meşru görmüyorsak, kadınlara hukuken erkeklere tanınan hakların aynısını tanıyorsak, bebek ölümlerini azaltıp insan ömrünü uzatabiliyorsak, yiyeceği ve temiz suyu kolay ulaşılır hale getirmişsek, bilgiye erişimi bir tıklama mesafesine indirmişsek bu iyiliklerde Aydınlanma'nın ideallerinin payı olmadığını iddia etmek en hafif tabirle kötü niyetlilik olur. Steven Pinker'ın söylediği üzere “doğru bir şekilde takdir edildiğinde... Aydınlanma'nın idealleri heyecanlandırıcı, ilham verici, asil–yaşamak için bir nedendir.³⁰” Öte yandan sömürgecilik, öjeni hareketi, dünya savaşları, kitle imha silahları, aşırı yoksulluk ve nihayet çevrenin kirletilmesinde de özgürleşmiş aklın payı olmadığını söylemek saflık olacaktır. Aklın bu istenmeyen şekilde yoldan çıkışını daha iyi anlamak için 20. yüzyılın önemli filozof ve sosyal bilimcilerinden, Frankfurt Okulu'nun önde gelen düşünürleri Adorno ve Horkheimer'in çalışmalarına bakmak faydalı olacaktır. Zira birlikte kaleme aldıkları *Aydınlanmanın Diyalektiği* adlı kitap Aydınlanma'ya kapsamlı bir eleştirel bakış atan, kilometre taşı eserlerden biridir. Kitap İkinci Dünya Savaşı sırasında yazılmıştır, dolayısıyla savaşın haleti ruhiyesini yansıtır. Adorno ve Horkheimer'in hedefinde onların gördüğü şekliyle totaliter rejimler vardı: Komünist parti tarafından kontrol edilen Sovyetler Birliği, Naziler tarafından kontrol edilen Almanya ve ekonomik tekeller tarafından kontrol edilen Amerika. Bunların her üçü de onlara göre aynı ölçüde totaliter sistemlerdi. Böylece kitapta amaçladıkları şey, “insanlığın bütünüyle insani bir duruma girmektense neden yeni bir tür barbarizme battığını açıklamaktır.³¹” Ancak onların ilgisi sadece politik ideolojilere yönelik değildir. Onlar bir bütün olarak Aydınlanmacı aklın bilim, ekonomi ve kurumlar vasıtasıyla dünya üzerindeki tahakkümünü, bunun insan, toplum ve doğa açısından yarattığı tahribatı, böylece ilerlemenin nasıl bir çeşit gerileme olarak karşımıza çıktığını ortaya koymak istemektedirler. *Aydınlanmanın Diyalektiği*'nde “aydınlanma” sözcüğü sadece belli bir entelektüel hareketi ifade etmek için kullanılmaz fakat en geniş anlamıyla “düşüncenin ilerlemesi” olarak anlaşılır. Buna göre, Aydınlanma'nın amacı her zaman için insanları

³⁰ Steven Pinker, *Enlightenment Now: The Case for Reason, Science, Humanism and Progress*, New York 2018.

³¹ Theodor W. Adorno, *Aydınlanmanın Diyalektiği*, Çev. Nihat Ülner ve Elif Ö. Karadoğan, İstanbul 2014, s. 10.

korkudan arındırarak efendiler yapmaktır³². İnsanlar artık bilinemeyecek bir şey kalmadığında korkudan tümüyle azade olacaklarına inanmışlardır. Bu inanç mitolojiden kurtulmanın, dolayısıyla Aydınlanma'nın yolunu açmıştır³³.

Adorno ve Horkheimer, insanın korkudan arınıp efendiler olma yolculuğunu düşüncedeki ilerlemenin dört aşamada gerçekleştiği tarihsel bir süreç olarak inceler. Tarih sihirsel düşünceyle başlar. Sihirsel düşünce dünyayı birbiriyle ilişkili ve etkileşen fakat ontolojik olarak birbirinden ayrı varlıkların alanı olarak görür: “Şamanın ayinleri rüzgâra, yağmura, dışarıdaki yılanı veya hasta kişideki şeytana yöneltilmiştir, cisimlere veya numunelere değil.³⁴” *Sihirsel* dönem insanların en az düzeyde bilgiye sahip olmasıyla en fazla korkuyu barındırdıkları dönemdir. Sihirsel dönemde bu korkuya gösterilen refleks *mana*dır. Mana, bilgimizi genişletmediği fakat bu korkuya tepki olarak ortaya çıktığı için reflekstir. Bu dönemde insan korkuyu fethetmek yerine cansız olanı canlı olanla eşitleyerek ona teslim olur. *Mitik* dönem Aydınlanma'nın başlangıcını ve korkuya ilk çözümü getirir: Mitler. Mitler bilginin alanını genişleterek bilinmeyi sınırlamış, böylece gerçekliği manipüle etmenin yollarını sunmuştur. Mitler dünyayı, olan biteni açıklama ihtiyacından, gerçekliği daha anlaşılabilir kılma isteğinden doğmuştur: “Yerel ruhlar ve şeytanlar, gökler ve onun hiyerarşisi tarafından yerinden edilmiştir...³⁵” Bu hiyerarşik dünya görüşü, sosyal alem eşitlikçi göçebelikten hiyerarşik toplumlara dönüşürken gerçekleşmiştir. Böylelikle insanlar evrenin yöneticisi olarak Tanrı veya Tanrıları tayin etmiş, dünyayı daha bilinir ve güvenli bir yer haline getirmiştir. Metafizik dönem, kavramların ortaya çıktığı dönemdir. Bu aynı zamanda felsefenin doğuşudur. Kavramlar doğayı yorumlamanın ve kontrol etmenin daha doğrudan ve evrensel bir yolunu sunarlar: “Nasıl ki Nil kıyılarından Yunanlara gelen, suyla toprağın birleşmesinden doğmuş imgeler bu kozmolojiler tarafından hilozoik (canlı-maddeci) prensiplere ve unsurlara dönüştürüldüyse, mitik şeytanlar bolluğu da saf ontolojik varlıklara entelektüelleştirildi. Olimpos'un ataerkil tanrıları bile felsefi logos tarafından sonunda Platonik formlara asimile edildi.³⁶” Evren artık ne yapacakları belli olmayan tanrısal varlıklar tarafından yönetilmiyordu; o artık metafizik bir kavrayışla anlaşılabilirdi. Mitin sihre kıyasla olduğu gibi kavramlar da mite kıyasla düşüncede bir ilerlemeyi temsil ediyordu. Tarihsel ilerlemenin son aşaması pozitivism ve onun düşünce tarzı olan bilimdir. Bu dönem

³² Adorno ve Horkheimer, s. 19.

³³ Adorno ve Horkheimer, s. 34.

³⁴ Adorno ve Horkheimer, s. 26.

³⁵ Adorno ve Horkheimer, s. 25.

³⁶ Adorno ve Horkheimer, s. 22.

doğrulanabilir deneyimi, mantık ve matematik aracılığıyla ondan çıkan sonuçları meşru bilgi olarak alır ve her türlü a priori metafizik spekülasyonu reddeder. Matematiksel denklemler ve onlara dayanan bilimsel teoriler maddenin hareketi ile ilgili her şeyi herhangi bir bilinmeyen ilkeye veya güce başvurmadan açıklamaktadır: “Bundan böyle madde için güçler veya gizli özellikler yanılması düşmeden kontrol edilebilecektir.”³⁷ Sihirsel dönemden metafizik döneme doğru gidildikçe zayıflayan doğa ve insan arasındaki bağ, doğa ve insanın karşı karşıya geldiği pozitivist dönemde tümüyle dışsal bir ilişki biçimini almıştır. Yazarlara göre, dört tarihsel dönemde – sihir, mit, metafizik, pozitivism – bilimizi ilerleterek doğaya daha fazla egemen olmaya başladık da bunu kendimize ve topluma öncekinden daha az zararlı olmayan ve özgürlüğümüzü tehdit eden yeni güçler tanıtarak yaptık:

*İnsanın doğaya bugünkü bağımlılığı toplumsal ilerlemeden ayrı tutulamaz. İktisadi üretkenliğin artışı bir yandan adil bir dünya için gereken koşulları yaratırken, öte yandan teknik ağıta ve onun kontrolünü elinde tutan sosyal gruplara nüfusun geri kalanı üzerinde ölçsüz bir üstünlük sağlamaktadır. Bireyler ekonomik güçler karşısında bütünüyle etkisizleştirilmektedir. Bu güçler toplumun doğa üzerindeki egemenliğini akla hayale gelmez bir düzeye çıkarmaktadır.*³⁸

Ekonomik güçler dünyayı tüketime sunacağı endüstriyel meta üretimi için bir kaynak olarak görmekte, bilimi ve akli sermaye çoğaltımı ve nüfuz artırımı için seferber etmektedir. Ortaya çıkan bu yeni hesaplayıcı, faydacı akli Horkheimer “özel akıl” olarak adlandırır³⁹. Özel akıl düşüncenin içeriğinden ziyade sınıflayıcı ve biçimsel yönüyle ilgili olan, kişisel çıkar ve kendini koruma ilkesiyle hareket eden, ulaşılmak istenen amacın kendinde istenir ve rasyonel olup olmadığına bakmadan sadece verili amaca nasıl ulaşılacağını hesaplayan akıldır. İşte doğayı kendinde bir amaç olmaktan çıkarıp ekonomik büyüme ve zenginleşme için bir sömürü nesnesi olarak gören bu akıldır. Horkheimer özel aklın kendine ve doğaya yaklaşımını şu sözlerle ifade eder:

Göge baktıktan sonra, babasına “Baba, Ay neyin reklamı acaba?” diye soran çocuk, biçimsel akıl çağında insanla doğa ilişkisinin düştüğü durumun tipik bir göstergesidir. Bir yanda, doğa her türlü içsel değer ya da anlamdan arındırılmıştır. Öte yanda, insanın da varlığını sürdürmekten başka amacı kalmamıştır. Elinin değdiği her

³⁷ Adorno ve Horkheimer, s. 22.

³⁸ Adorno ve Horkheimer, s. 14.

³⁹ Max Horkheimer, *Aklın Tutulması*, Çev. Orhan Koçak, İstanbul 2013.

şeyi, bu amaca hizmet eden bir araca dönüştürmeye çalışmaktadır. Pragmatik ilişkilere sığmadığı sezilen her şeye kuşkuyla bakılmaktadır. Bir insanı ya da bir düşünceyi sırf kendisi için sevmeleri, sırf kendisi için saygı göstermeleri istendiğinde, insanlar hemen bir aşırı duygusallık kokusu almakta ve birinin kendilerine bir oyun oynadığını ya da bir şey satmaya çalıştığını düşünmektedirler. Ay'ın neyin reklamı olduğunu sormasalar bile, onu balistik ve uzay uçuşları açısından düşünmektedirler.⁴⁰

Uzayda maden arama ve Mars'ta koloni kurma girişimlerine tanık olduktan sonra Horkheimer'ın söylediklerinin abartılı veya zorlama olmadığını görebiliriz. Elbette bu, bilim insanlarının doğa araştırmalarını tevazu ve iyi niyetle yapmadıkları anlamına gelmemektedir. Ancak problem şu ki, dünyayı bilim insanları yönetmemektedir. Nerede bir bilimsel başarı hikayesi ortaya çıksa onu hükmedici veya kontrol sağlayıcı bir güce ve kâra dönüştürmek için ellerini ovuşturarak bekleyen birileri vardır. Doğaya dönük bu hesaplayıcı, faydacı tutumun sonucu duyarsızlıktır: “Doğaya karşı modern duyarsızlık, gerçekte, bir bütün olarak Batı uygarlığına özgü olan o pragmatik tutumun bir türevinden başka bir şey değildir.⁴¹” Duyarsızlaşma, insanın doğaya karşı görev ve sorumluluklarını unutarak onun geleceğine ilişkin herhangi bir endişe duymaması anlamına gelir. Dünyanın kaynaklarının tükeneceği ve yaşanmaz bir yer haline geleceği öngörüsüyle yerleşecek başka gezegen arayanların varlığı bu durumu kanıksamaya başladığımızın işaretidir. Kişinin sürekli hoşgörü, sıcaklık ve sempati beklediği fakat aynısını karşı tarafa göstermediği, hep aldığı ama hiç vermediği tek taraflı bir ilişkide karşı tarafın tahammül sınırı aşılmca ilişki nasıl bozuluyorsa, insanın gereken duyarlılığı göstermediği doğayla olan ilişkisinde de doğanın sınırları aşıldığında başkaldırmasına şaşırılmamalıdır. İklim değişikliği, bu başkaldırışın bir tezahürü olarak yorumlanabilir. O halde doğanın uyarılarını dikkate almalı ve ilişkimizi restore etmenin yollarını aramalıyız. Horkheimer'a göre bunu yapmanın tek yolu, bilgisizlik örtüsünü atarak özgürleşen ancak yeniden politiko-ekonomik erklere esir düşen akla özgürlüğünü geri vermektir: “Doğaya yardım etmenin tek yolu, onun görünüşteki karşıtını, bağımsız düşünceyi zincirlerinden kurtarmaktır.⁴²” Aydınlanmanın mirasçıları olarak Aydınlanma öncesi bir döneme geri gitmemiz onun kazanımlarını yok edeceğinden elbette düşünülemez. Bununla birlikte, Aydınlanma ideallerini tekrar hatırlamak yoluyla bozulan insan-doğa ilişkisini yeniden tesis etmeyi umabiliriz.

⁴⁰ Horkheimer, s. 126.

⁴¹ Horkheimer, s. 127.

⁴² Horkheimer, s. 144.

Sonuç: Aydınlanma ve İklim Değişikliği

Aydınlanmanın yarattığı akıl ile insanların yol açtığı zararlar arasında açık bir bağlantı var gibi görünmektedir. Aydınlanmanın bütün gayesi düşüncenin ilerlemesine mâni olan baskılardan kurtulmaktır. Batı uygarlığı açısından baskı unsurları öncelikli olarak dini dogmalar ve hiçbir rasyonel gerekçesi olmayan boş/batıl inançlardı. Bilimin güven duyulacak tek bilgi kaynağı olarak tesis edilmesiyle birlikte hangi inançların “boş” olduğu anlaşılmaya başlandı ve din politik-sosyal bir güç olmaktan çıkartılarak bireysel alana terk edildi. Ancak aklın özgürlüğü eline alması fazla uzun sürmedi. Maddi zenginleşme için bilimden faydalanabileceğini fark eden ekonomik güçler aklın yegâne amacını daha fazla mülkiyet elde etme olarak belirledi. Bilimdeki gelişmeler bir yandan yeni teknolojik aletleri tüketime sunarken diğer yandan artan nüfus ve enerji ihtiyacı doğanın kaynaklarının sınırsızca kullanılmasını beraberinde getirdi. Elbette bu çevrenin fütursuzca kirletilmesi anlamına geliyordu. Doğaya artan bir hızda ve kapsamda egemen olmanın ona ne yapacağını düşünmeden hareket edildiğinden, eş deyişle, doğanın akıbeti konusunda kayıtsız kalındığından onun başkaldırısına gecikmiş bir tepki verildi. İnsan etkisinin su götürmez bir gerçek olduğu hemen herkes tarafından kabul edilen iklim değişikliği fenomeni daha önce görülmemiş boyutlardaki çeşitli doğa olaylarıyla kendini iyiden iyiye hissettirmeye başlayınca ülkeler sonunda tedbir alma yoluna gittiler. Eğer taraflar sözlerinde durup üzerlerine düşeni yaparlarsa belki gelecek on yıllarda bizleri bekleyen ciddi felaketleri önleyebiliriz. Bu noktada göstereceğimiz kararlılık doğayla sağlıklı bir ilişki kurmamızda ve aydınlanmacı akla gerçek amaçlarını hatırlatmamızda bizim için kritik bir fırsat olabilir.

Kaynakça

ADORNO, Theodor W. ve HORKHEIMER, Max, *Aydınlanmanın Diyalektiği*, Çev. Nihat Ülner ve Elif Ö. Karadoğan, Kabalıcı Yayıncılık, İstanbul 2014.

BRIGGLE, Adam, *Thinking Through Climate Change: A Philosophy of Energy in the Anthropocene*, Palgrave Macmillan, Cham 2021.

DIDEROT, Denis, *Felsefe Konuşmaları*, Çev. Adnan Cemgil, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul 2010.

DYKE, James, *Fire, Storm & Flood: The Violence of Climate Change*, UniPress Books, London 2021.

EARLE, Steven, *A Brief History of the Earth's Climate: Everyone's Guide to the Science of Climate Change*, New Society Publishers, Gabriola Island 2021.

FLEMING, Rex J., *The Rise and Fall of the Carbon Dioxide Theory of Climate Change*, Springer, Cham 2020.

HORKHEIMER, Max, *Akl Tutulması*, Çev. Orhan Koçak, Metis Yayınları, İstanbul 2013.

HUME, David, *İnsanın Anlama Yetisi Üzerine Bir Soruşturma*, Çev. Ferit Burak Aydar, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul 2016.

JAHREN, Hope, *The Story of More: How We Got to Climate Change and Where to Go from Here*, Vintage Books, New York 2020.

KANT, Immanuel, "Aydınlanma Nedir? Sorusuna Yanıt", *Kant*, Ed. Nejat Bozkurt, Say Yayınları, İstanbul 2010, ss. 263-273.

KLEIN, Naomi, *This Changes Everything: Capitalism vs. The Climate*, Alfred A. Knopf, New York 2014.

KRAUSS, Lawrence M., *The Physics of Climate Change*, An Apollo Book, London 2021.

LA METTRIE, *Makine İnsan*, Çev. Aslı Avcan ve Enfal Erkan, Fol, Ankara 2022.

LEWIS, Simon ve MASLIN, Mark, *The Human Planet: How We Created the Anthropocene*, Pelican, London 2018.

MARSHALL, George, *Don't Even Think About It: Why Our Brains Are Wired to Ignore Climate Change*, Bloomsbury, New York 2014.

MASLIN, Mark, *Climate Change: A Very Short Introduction (4th Edition)*, Oxford University Press, Oxford 2021.

PINKER, Steven, *Enlightenment Now: The Case for Reason, Science, Humanism and Progress*, Viking, New York 2018.

SCHNEIDER, Bonnie, *Taking the Heat: How Climate Change Is Affecting Your Mind, Body and Spirit and What You Can Do About It*, Simon Element, New York 2021.

SMITH, Adam, *Ulusların Zenginliği (Seçmeler)*, Çev. Şükrü Alpagut, Say Yayınları, İstanbul 2019.

SPELLMAN, Frank R., *Understanding Climate Change: A Practical Guide*, Bernan Press, Lanham 2021.

STOTT, Peter, *Hot Air: The Inside Story of the Battle Against Climate Change Denial*, Atlantic Books, London 2021.

VOLTAIRE, *Candide*, Çev. Özlem Pekcan, Dorlion Yayınları, Ankara 2020.

WALLACE-WELLS, David, *The Uninhabitable Earth: Life After Warming*, Tim Duggan Books, New York 2019.

SANATÇI ELMAS DENİZ'İN ESERLERİNDE EKOLOJİK YANSIMALAR

Esra ÖZKAN KOÇ*

Giriş

Mağara duvar resimleri insanoğlunun doğayla ve hayvanlarla kurduğu ilişkiyi somutlayan ilk örneklerdendir. Zaman içerisinde doğayla kurulan bu ilişki Ortaçağ'la birlikte kesintiye uğrasa da Rönesans'la yeniden önem kazanmıştır. Bu dönüşüm içerisinde yer alan sanatçılar doğa üzerinde incelemelerde bulunmuş ve resimlerinde doğayı öne çıkarmışlardır.¹18. yüzyılda başlayan Sanayi Devrimi ile insanoğlunun doğayla olan ilişkisi büyük bir değişime uğramış; kentler büyümeye ve gelişmeye başlarken, yeni ulaşım ve iletişim araçları gibi insan hayatına katkı sağlayacak birçok değişim yaşanmıştır.² İnsan hayatına getirilen bu kolaylıklar beraberinde başka sorunlara da yol açmıştır. Artan yoğun fosil yakıt kullanımı, 20. Yüzyılla birlikte küresel ölçekte bir iklim değişimine, doğa tahribatına ve çevresel krize yol açmıştır. Aşırı sıcaklıkların yol açtığı kuraklıklardan erozyona, su kirliliğinden orman yangınlarına ve doğal ekosistemin bozulmasına kadar uzanan pek çok iklim ve çevre sorunu, konuya bütünsel bir yaklaşımla çözüm getirme gereğini doğurmuştur.³ Özellikle 2014'de gerçekleşen "Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli" (IPCC) sonucunda hazırlanan raporla birlikte, insan faktörlü sera gazı emisyonlarının iklim değişimine yol açtığı vurgulanmıştır. İnsan kökenli küresel ısınma dünyasında yaşanıldığının, gerekli adımlar atılmazsa gelecekte yaşamın giderek zorlaşacağı ve yaşama dair temel ihtiyaçlara erişimden halk sağlığına kadar birçok sorunla karşı karşıya kalınacağına altı çok net bir şekilde çizilmiştir.⁴

* Arş. Gör. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Sanat Tarihi Bölümü, Trabzon, esraozkan@ktu.edu.tr

¹ Nergis Abıyeva, "Diğerkâm Bir Yaklaşımla Doğa Tahayyülü", *Sanat Dünyamız*, Sayı 171, 2019, s.34; E.H. Gombrich, *Sanatın Öyküsü*, İstanbul 1992, s. 21.

² Ahu Antmen, *20.Yüzyıl Batı Sanatında Akımlar*, İstanbul 2008, s. 18.

³ Ethem Torunoğlu, "Küreselleşme Ve Çevre Sorunları: Dünyaya Ve Türkiye'ye Bir Bakış", *Uluslararası Türk Dünyası Çevre Sorunları Sempozyumu*, (2013), s.17.

⁴ T.J. Demos, "Sürdürülebilirlik Politikası: Çağdaş Sanat ve Ekoloji", *Sanat ve Ekoloji*, (Der. Eda Sezgin), İstanbul 2021, s. 21; İrem Daloğlu Çetinkaya, "İklim Krizi Neslimizin Belirleyici Sorunudur", *Bana Bırakacağınız Gelecek Kız Çocukları*

1960'lardan sonra yeni medya olanaklarının da yaygınlaşması ile sanatın anlatım olanaklarında genişleme yaşanmış; sanatçılar kullandıkları yeni malzemeler ile doğa ve çevre kirliliği, enerji tüketimi, artan nüfus, gıda ve sağlık sorunu, nükleer tehditler gibi evrensel pek çok ekolojik meseleye odaklanmışlardır. Sanat, farkındalık uyandıran bir mecraya dönüşürken, yeryüzü ise uçsuz bucaksız bir sergi mekânı olarak ortaya çıkmıştır.⁵ 20. yüzyılın ikinci yarısında etkileri derinden hissedilen endüstriyel gelişim ve teknolojik hızın neden olduğu tehdit ve tehlikeli boyutlarını sorgulamayı dert edinen ve doğaya dair farkındalık yaratmayı amaçlayan "Arazi Sanatı" ile birlikte doğanın sanattaki görünürlüğü artmıştır.⁶ Amerika'da ortaya çıkan Arazi Sanatı, kendisinden sonra gelen Yoksul Sanat, Ekolojik Sanat gibi sanat hareketlerinin oluşumuna zemin hazırlamış, bu oluşumlarla birlikte sanatta geleneksel mekân ve malzeme kullanımı anlayışının dışına çıkılarak yeni bir sergileme anlayışından söz edilir olmuştur.⁷

1990'lı ve 2000'li yıllarda dönemin değişen dinamikleri, talepleri doğrultusunda hareket eden sanatçılar, benzer kaygıları ve konuları, bu kez daha da içselleştirerek içinde yer aldıkları mekân, kentsel alanlarda ve toplumsal doku üzerinde çok katmanlı bir biçimde ortaya koymuşlardır.⁸ Doğa, politik bir tartışma alanı olarak yeni ifade olanakları ile ele alınarak, antropoloji, sosyoloji, tarih ve kültürel araştırmaların birlikteliği ile sanatsal üretimler içerisinde kendine yer bulmaya başlamıştır. Gerek kent merkezleri, gerekse kırsal kesimlerdeki tarım alanları, sulama, inşaat ve sanayileşme gibi projelerin yol açtığı birçok problem sanatçılar tarafından analiz edilerek resim, fotoğraf, performans ve video sanatı gibi farklı mecralar yoluyla aktararak, konuyla ilgili farkındalık yaratılmak istenmiştir.⁹

Ve İklim Krizi Bir Sergi Projesi, (Yayına Haz. Meral Akkent, Elif Duru Kireççi, S. Nehir Kovar, Deniz Özaydın, Bilge Yerli), İstanbul 2020, s. 23.

⁵ Damla Oğuz, "Sanat Perspektifinden Çevre Sorunları", *Sanat ve Tasarım Dergisi*, Cilt 5 / Sayı 8, 2015, s. 56; Bedia Ekiz, *21. Yüzyıl Görsel Sanatlarda Müdahale Edilmiş Doğa Anlayışı*, Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2019, s. 51.

⁶ Antmen, s. 251-252.

⁷ Merve Karaağaç, *Sanatta Doğaya Yaklaşımlar Bağlamında 16. İstanbul Bienali Yedinci Kıt*, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir 2022, s. 124.

⁸ Düriye Kozlu, "Türkiye'nin 1990 ve 2000'li Yıllardaki Çağdaş Sanat Ortamına Genel Bir Bakış" *Türk Sanatları Araştırmaları Dergisi*, Cilt 1 / Sayı 2, 2011, s. 150.

⁹ Yasemin Ülgen Saray, *2000'ler Türkiye'sinde Ekoloji Mücadelesi Ve Güncel Sanat İlişkisi*, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2019, s. 31, 40.

Bu çalışmada 2000’li yılların Türkiye güncel sanat ortamında ekoloji konusunda düzenlenen sanatsal pratikler, saha araştırmaları ve sergiler gibi etkinliklere ana hatlarıyla değinilecek olup; özelde ise sanatçı Elmas Deniz’in insan ve doğa ilişkisi, çevre kirliliği, iklim krizinin yol açtığı ekolojik sorunlar, doğanın ticarileşmesi gibi konu ve meselelere odaklandığı ekoloji merkezli çalışmalarından öne çıkanları analiz edilecektir.

Güncel Sanatta Ekoloji Konulu Çalışmalar

1980’li ve 1990’lı yıllarda çevrebilimciler, sivil inisiyatifler, yayınlar ve etkinlikler aracılığıyla iklim değişikliği konusunda çalışmalar başlasa da küresel ölçüde eş zamanlı kitlesel bir hareket 2000’li yıllarla birlikte ortaya çıkmıştır.¹⁰ 2005 yılında İstanbul, Ankara, İzmir gibi büyükşehirlerde iklim değişikliği protestoları, Birleşmiş Milletler (BM) İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’nin Montreal’de gerçekleşen 11. Taraflar Konferansı (28 Kasım-9 Aralık 2005), 16 Şubat 2006’da Türkiye Yeşilleri’nin Avrupa Yeşilleri ile birlikte başlattığı iklim değişikliğiyle mücadele ve kampanyası, 2006 ve 2007 yıllarında Kadıköy’de küresel ısınmayı durdurmaya yönelik ve Kyoto Protokolü’nün¹¹ imzalanması talebiyle gerçekleşen büyük çaplı çevre mitingleri, 2015 yılında 191 ülke tarafından imzalanan Paris İklim Anlaşması, ilgili bakanlıklardan ve çeşitli kurum ve şirketlerden üst düzey yetkililerin iklim değişikliğinin Türkiye’ye etkisinin neler olduğu ve bu minvalde alınacak tedbirlere dair yaptıkları görüşmeler gibi bir takım gelişmeler yaşanmıştır.¹²

Özellikle 2000’li yılların ortalarında toplumun dikkatini çevreye ve iklim değişiminin yarattığı tehlikeye çeken ekoloji odaklı çağdaş sanat sergileri ve bir takım projeler gerçekleşmiştir. Bu tür projeler arasında öne çıkanlardan bazıları şöyledir: Şikago’daki Smart Sanat Galerisi’nde düzenlenen “Beyond Green: Toward a Sustainable Art”, “Still Life: Art, Ecology and the Politics of Change” temalı 8. Şarika Bienali (2007), Londra’da Brabican Sanat Galerisi’nde gerçekleşen “Radical Nature: Art and Architecture for a Changing Planet 1969-2009” (2009), Nottingham

¹⁰Burak Kesgin, “Başlangıcından Günümüze İklim Hareketi: Sorunlar, Sınırlar ve Fırsatlar”, *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, Cilt 14 / Sayı 1, 2022, s. 62-63.

¹¹ Türkiye, 2009 yılı itibariyle Koyoto Protokolü’nü imzalamıştır. Bahar Şanlı, Seda Bayrakdar ve Beyhan İncekara, “Küresel İklim Değişikliğinin Etkileri ve Bu Etkileri Önlemeye Yönelik Uluslararası Girişimler”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 22 / Sayı 1, 2017, s. 201-212.

¹² Barış Gençer Baykan, “Türkiye’de İklim Hareketinin Kısa Tarihi: Uluslararası Müzakerelerden Ulusal Politikaya”, *Bahçeşehir Üniversitesi Ekonomik ve Toplumsal Araştırmalar merkezi BETAM Araştırma Notu*, Sayı 13/146, 2013, s. 2-4; Karaağaç, s. 56.

Çağdaş Sanat Merkezi'nde düzenlenen "Rights of Nature: Art and Ecology in the Americas"(2015).¹³

Türkiye sanat ortamında ise 2000'li yıllar boyunca çağdaş sanat müzeleri ve sanat galerilerinde benzer konuları odağına koyan azımsanamayacak sayıda çağdaş sanat sergisi ile sanata yön veren özel kuruluşlar ile yerel yönetimlerin durum saptamasına ve sorun çözümüne yönelik bazı çalışmalar gerçekleştirilmiştir¹⁴. İstanbul Perili Köşk'de 2014-2015 yılları boyunca süren "Ortak Zemin: Toprak, Su, Hava-Borusan Contemporary Koleksiyonu'ndan Seçkiler" adlı sergi dizisi, farklı mecralarda üretilmiş çok sayıda sanat eseriyle birbirleriyle ilişkili toprak, su ve hava gibi yaşam için önemli üç konuya odaklanarak, Borusan Contemporary koleksiyonuna tematik bir bakış açısı sunmayı hedeflemiştir. Sergilerden ilki koleksiyon içerisinde yer alan toprakla çeşitli açılardan bağlantılı eserleri bir araya getiren "Ortak Zemin: Toprak", ikincisi hem doğal hem de kültürel bakımdan su temsilleri ve su ile sanatın ilişkisine yer veren "Ortak Zemin: Su", üçüncüsü ise yine diğerleri gibi yaşam açısından önemli olan hava ile biçim ve içerik açısından ilişki kuran koleksiyonda bulunan eserleri içermekteydi.¹⁵

25 Mart-24 Temmuz 2011 tarihleri arasında İstanbul Modern'de açılan "Kayıp Cennet" adlı sergi, Ali Kazma, Pae White, Kiki Smith, Ergin Çavuşoğlu, Charles Sandison, Guy Maddin, Emre Hüner gibi çağdaş sanatçıların farklı tekniklerdeki üretimleriyle yaşamı derinden etkileyen ekolojik değişimlere ve doğa-insan-kültür ilişkisi gibi konulara yer vermiştir.¹⁶ 13 Ocak-5 Haziran 2016 arasında yine İstanbul Modern'de küratörlüğünü Çelenk Bafra ve Paolo Colombo'nun yaptığı ve Alper Aydın, Elmas Deniz, Pae White, Canan Tolon, Bingyi, Jan Ader gibi sanatçıların enstalasyon, çizim, fotoğraf, video ve heykel gibi eserlerinin yer aldığı "Yok Olmadan: Doğa ve Sürdürülebilirlik Üzerine Bir Sergi" doğa, ekoloji ve sürdürülebilirlik kavramlarına odaklanmıştır.¹⁷

2019'da çevre aktivistlerinin ve sivil toplum kuruluşlarının iklim değişiklikleri üzerine farkındalık uyandırmaya çalıştıkları bir dönemde

¹³ Demos, s. 21-22.

¹⁴ Ekoloji konusuyla ilişkili çalışmaların tümünü zikretmek bu çalışmanın sınırlarını aşacağından belli başlı öne çıkan örneklerle yetinilmesine karar verilmiştir.

¹⁵ <https://borusancontemporary.com/client/pdf/OrtakZeminToprakBrosuru.pdf> (E.T: 27.10. 2022)

¹⁶ https://www.istanbulmodern.org/tr/sergiler/gecmis-sergiler/kayip-cennet_276.html (E.T: 27.10. 2022)

¹⁷ https://www.istanbulmodern.org/tr/basin/basin-bultenleri/yok-olmadan_1777.html (E.T: 27.10. 2022)

küratör Nicolas Bourriaud tarafından açılışı gerçekleşen ve adını Pasifik Okyanusu'nun ortasındaki 3,4 milyon kilometre kare büyüklüğündeki devasa atık yığınının popüler bilimdeki adı Yedinci Kıta'dan alan 16. İstanbul Bienali, iklim sorunu ve çevre kirliliğine yönelik bir tartışma alanı açarak sorunların görünürlüğüne ve farkındalığın artırılmasına yönelik katkıda bulunmuştur.¹⁸ 16. İstanbul Bienali'nin küratörü Bourriaud, 1990'lı yıllardan bugüne dek önemli ölçüde artan insan kaynaklı her türlü tüketim malzemesinin akıntılar yoluyla bir araya gelerek “Büyük Pasifik Çöp Yaması” veya “Yedinci Kıta” olarak bilinen devasa bir çöp alanını işaret eden bu yeni alanın Antroposen'in¹⁹ somut bir yansıması olarak görülmesi gerektiğinin altını çizmiştir. Buna yol açan durumsa, insanın aşırıya kaçan üretimi ve tüketimi, yani gezegende son derece sorumsuz bir şekilde yaşayarak yarattığı tehlikelerdir.²⁰

11 Ekim 2020'de Dünya Kız Çocukları gününde açılan ve “Bana Bırakacağımız Gelecek” adını taşıyan sergi de odağına iklim krizini ve kız çocuklarının eşitlik mücadelesini yerleştirmiştir. İstanbul Kadın Müzesi küratörlüğünde gerçekleşen sergi için “İklim İçin Cumalar Türkiye” grubundan farklı şehirlerde yaşayan iklim aktivisti kız çocuklarıyla, Koşan Kaplumbağa Anaokulu'ndaki kız çocukları ve ebeveynleriyle Ammonite Digital Art Gallery'nin sanatçıları birlikte çalışarak Türkiye kız çocuklarının iklim krizine dair kaygılarına ve beklentilerine yer vermiştir.²¹

16, 17, 18 Aralık 2021 tarihlerinde İstanbul Planlama Ajansı (İPA) ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) Kültür Daire Başkanlığı iş birliğinde İPA Florya Kampüsü'nde üç gün süren ve İstanbul'da kültür sanat alanı ile birlikte, kültür sanat etkinliklerinin karbon ayak izini düşürmek ve kültür sanatın iklim değişikliği ile mücadelede nasıl bir rol oynayabileceğini tartışmaya açmak ve yapılabilecekleri değerlendirmek üzere “İklim Krizi ile Mücadelede Kültür Sanatın Rolü: COP26 Ardından Ekolojik ve

¹⁸ Karaağaç, s. 56;

https://www.iksv.org/i/content/14910_1_IKSV_Ekolojik_Donusum_2021.pdf (E.T: 27.10. 2022); Pelin Tan ve N. Bourriaud, “Nicolas Bourriaud İle Antroposen ve Sanatın Yöntemleri”, *Sanat Dünyamız*, Sayı 172, 2019, s.6-7.

¹⁹ Antroposen, Başını Paul Crutzen'in çektiği bir dizi sosyal bilimcinin imzasını taşıyan içinde bulunduğumuz gezegenin fiziki yapısı ve işleyişi üzerindeki en belirleyici unsurun insanlık olduğu tezi kapsamında öne sürülen bir kavramdır. Eray Çaylı, *İklimin Estetiği*, İstanbul 2020, s.17.

²⁰ Nicolas Bourriaud, “Yedinci Kıta: Küresel Isınma Çağında Sanat Üzerine Tezler”, *Yedinci Kıta Saha Raporu*. İstanbul 2019, s. 20, 33.

²¹ Meral Akkent, *Bana Bırakacağımız Gelecek Kız Çocukları ve İklim Krizi Bir Sergi Projesi*, (Yayına Haz. Meral Akkent vd.), İstanbul 2020, s. 23.

Sürdürülebilir Dönüşüm” adlı bir çalıştay gerçekleşmiştir.²² 1970’lerle birlikte sanata yön veren en önemli kurumlardan biri olan İstanbul Kültür Sanat Vakfı (İKSV), “Ekolojik Dönüşüm İçin Kültür ve Sanat” adını taşıyan ve Hande Peker tarafından hazırlanan rapor ile ekolojik krize dikkat çekerek, kültür ve sanat dünyasının ekolojik kriz meselesine yönelik fikir üretmesinin ve çözüm aramanın gerekliliğine vurgu yapmıştır.²³

SALT Beyoğlu’nda 7 Nisan 2021’de açılan “İklimcil: Mevsimler Sürüklenirken” adlı sergi de insan faaliyetlerinin iklimleri değiştirirken nasıl beslenilmesi gerektiğini inceleyen ve diğer sergilerle benzer bir çözüm diyalogu sunan bir etkinliktir. Hem bir sergi olmasının yanı sıra hem de iş birliklerine dayalı bir kamu programı olarak açılan etkinlikte, iklimcil kavramının gıdanın üretimi ve tüketimini etkileyen kuraklık döngüleri ya da değişen yağış düzenleri gibi alışlagelmedik mevsim koşulları ve iklim olaylarıyla ilişkisi sorgulanmıştır.²⁴

Grafik tasarım sanatçısı ve aynı zamanda iklim aktivisti Yasemin Sayıbaşı Akyüz’ün 18. Uluslararası Gümüşlük Müzik Festivali kapsamında 8 Eylül 2021’de Bodrum, Gümüşlük’teki Toprak Ev’de sanat ve iklim değişikliği konularına değindiği ve “Küresel Isıtma” adını verdiği sergisi²⁵, Aralık 2021’de UNİCEF’in 75. Kuruluş yıldönümünde Ankara Cer Modern Sanat Galerisi’nde açılan “İklim Değişikliği ve Çocuklar” adlı fotoğraf sergisi²⁶, 15 Aralık 2021’de Akasya Kültür Sanat Evi’nde İyilik İçin Sanat Derneği ve Akasya Kültür Sanat iş birliği ile hayata geçirilen ve disiplinlerarası bir platform olan Alenen Sanat’a dahil farklı disiplinlerden gelen 19 sanatçının iklim krizine dikkat çeken eserlerinin yer aldığı “İklim Değişiyor, Değişim Sanata Dönüşüyor” sloganına sahip sergi²⁷, 12 Mart 2022’de Eskişehir Tarihi Odunpazarı’ndaki Eldem Sanat Alanı Dalyancı Konağı’nda açılan suluboya, cam tüp, performans, resim gibi farklı mecralarla su ekolojisi ve su krizinin neden olacağı sorunlara odaklanan,

²² <https://ipa.istanbul/iklim-krizi-ile-mucadelede-kultur-sanatin-rolu/> (E.T: 27.10. 2022)

²³ https://www.iksv.org/i/content/14910_1_IKSV_Ekolojik_Donusum_2021.pdf (E.T: 27.10. 2022)

²⁴ <https://nyxmag.com/kuresel-iklim-krizinden-ilham-alan-sanatcilar/> (E.T: 27.10. 2022)

²⁵ <https://acikradyo.com.tr/iklim-kusagi-konusuyor/iklim-krizi-agir-bir-konu-ve-bu-konuda-cicekli-bocekli-neseli-tasarimlar> (E.T: 27.10. 2022)

²⁶ <https://m.bianet.org/bianet/sanat/254709-unicef-ten-sergi-iklim-degisikligi-ve-cocuklar> (E.T: 27.10. 2022)

²⁷ <https://www.haberler.com/kultur-sanat/haberler-sanatcilar-iklim-krizini-eserleriyle-yorumladi-14485085-haberi/> (E.T: 27.10. 2022)

küratörlüğünü Melike Bayık'ın üstlendiği “Su-suz Yaz” sergisi²⁸, Kale Tasarım ve Sanat Merkezi'nde 29 Mart 2022'de sanatçı Murat Germen'in Norveç, Svalbard Adası ve Grönland'da çekilen toplam 17 fotoğrafın yer aldığı “Küresel İkaz” adını taşıyan fotoğraf sergisi²⁹ küresel ısınma, iklim değişikliği, doğa tahribatı ve çevre kirliliği gibi çeşitli ekolojik kaygının görünür kılındığı ve farkındalık ve duyarlılık gibi çağrılarını olan sergiler arasındadır.

Sanatçı Elmas Deniz'in Ekoloji Odaklı Çalışmaları

1960'lı yıllardan itibaren pek çok ülkede tartışılmaya başlayan iklim değişimi, insan etkili çevre kirliliği ve ekoloji krizi 1990'lardan itibaren Türkiye'nin siyasi, toplumsal ve sanat gündeminde yerini almıştır. Farklı disiplinlerden gelen birçok sanatçı, içinde yaşadığı gezegenin iklim ve çevre problemi gibi sorunlarını masaya yatırarak durum saptaması yaparken, aynı zamanda da var olan iklim ve çevre politikalarını eleştiren ve sistemi sorgulayan işler üretmişlerdir. Tüketim odaklı ve ekonomik olarak sürekli büyüme ve ilerleme anlayışına sahip yaklaşımların hem yaşanılan çevre hem de insanın bu çevre içindeki kendi varlığı için oluşturduğu mevcut ve olası risklere duyarsız kalamamışlar, disiplinlerarası yaklaşımlarla çevre sorunlarını eserlerinde tartışmaya açmışlardır. Deniz Aktaş, Murat Germen, Mehmet Ali Uysal, Serkan Taycan, Varol Topaç, Ozan Atalan, Alper Aydın, Tayfun Erdoğan, Ali Taptık, Sibel Horada, Necla Rüzgar, Gökçe Erhan'ın aralarında olduğu çok sayıda güncel sanatçının ekoloji, insan ve doğa, doğanın değişen görüntüsü, insan etkili doğa tahribatı, çevre kirliliği ve atık problemi gibi konulara odaklanan resim, fotoğraf, heykel, video gibi farklı sanat türlerindeki çalışmaları bulunmaktadır.³⁰ Bu sanatçılardan biri de eserleri yurtiçinde ve yurtdışında açılan solo ve grup sergilerinde yer alarak güncel sanat ortamında öne çıkan Elmas Deniz'dir. 2003'de Dokuz Eylül Üniversitesi resim bölümünden mezun olan sanatçı, her ne kadar resim temelli bir eğitim almış olmasına karşın, resmin kendisi için sınırlı bir araç olduğunu, bu sebeple de fotoğraf, video, yerleştirme gibi sanatın farklı tekniklerini kullanarak çok katmanlı bir düşünce akışı üzerinden çalışmalarını ürettiğinden söz etmektedir.³¹ Kavramsal ve fikir odaklı işler

²⁸ <https://www.5harfliler.com/ortak-dertler-ve-dunyalar-melike-bayik-ile-su-suz-yaz-uzerine-soylesi/> (E.T: 27.10. 2022)

²⁹ Şüyün, 2022; <https://www.dunya.com/kose-yazisi/iklim-krizi-sanat-etkinliklerinde/653825> (E.T: 27.10. 2022)

³⁰ Abiyeva, s. 34; Gamze Pişkiner, *1990'lardan Günümüze Türkiye Sanatında Doğaya Yaklaşımlar*. İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2019, s. 77-101.

³¹ Özge Kara, “Doğa Nasıl Ticari Bir Meta Olur”, *Milliyet Sanat*, Sayı 663/06, 2014, s. 28.

ortaya koyan sanatçı eserlerinde çoğunlukla tarih boyunca insan-doğa ilişkisinin farklı değer sistemleri tarafından nasıl biçimlendiğine, doğanın değişen halleri ile tüketim kültürü ve atık problemi gibi bugünün ekolojik kaygılarına ve gerçeklerine odaklanmaktadır.³²

2000'lerin başından itibaren çalışmalarını izleyiciyle buluşturan ve doğa eksenli çalışmalar üreten Elmas Deniz³³, üzerine çalıştığı konuların belirginleşmesinin 2012 yılında Maçka Sanat Galerisi'nde açılan ve tüketim kültürü, yoksulluk ve atık kültürüne odaklandığı solo sergisiyle ortaya çıktığını belirtmiştir. İlerleyen yıllarda sanatçı, doğanın ticarileşmesi, insanın diğer canlı türleriyle olan ilişkisi, kapitalizmin doğaya müdahalesi, doğanın insan zihninde değişen algısı, insan sonrası yaşam ile yok oluş gibi konu ve kavramlara odaklanmıştır. Çalışmalarının birçoğunun kendi hayat hikâyesinden, sorumluluk bilincinden ve eleştirel düşüncesinden kaynaklı, sentezli bir anlayışla ortaya çıktığını belirtmektedir.³⁴

Sıradan ve doğal görüntüler üzerinden dünyanın farklılaşmakta olan yönlerine ve yakın gelecekte insanlığı bekleyen tehdit ve tehlikelere sanatın farklı anlatım olanaklarıyla işaret eden Deniz, mevcut ekosisteme yönelik sorgulayıcı ve eleştirel bir tavır içindedir. Hafızasında yer alan kendi çocukluk deneyimleri ve bugünün dünyası ile hem ilişki kuran hem de bir tür dün ve bugün arasında karşılaştırma yapan sanatçı, geçmişten bugüne doğada nelerin eksildiğini, değiştiğini eserleri yoluyla göstermeye çalışmaktadır.³⁵

Ekonomi ve bu yöndeki maddi kaygıların insan yaşamındaki öncelik durumunu kendine mesele edinen Deniz, Pilot Galeri'de 2014'de açılan ve video, yazı, desen ve enstelasyonlardan oluşan kişisel sergisi "Siyah Panteri Görebilmek" de tüketim alışkanlıkları, doğanın ticari bir alan haline gelmesi, insanın doğayla ilişkisi ve doğanın değişen halleri ve insanoğlunun doğaya bakışı ve algılayışı gibi sorunlara dikkati çekmiştir. Sergi kapsamında yer alan eserlerin tümü, uluslararası birçok sanatçıya üretme imkânı sağlayan sanatçı değişim programı kapsamında dört ay kadar kaldığı Stockholm'deki Laspis'de ortaya çıkmıştır.³⁶ Serginin kavramsal çerçevesi sanatçının Stockholm'de yer alan 500 yıllık bir meşe ağacından yola çıkarak ürettiği bir

³² <https://www.elmasdeniz.com/pdf/Elmas-Deniz-short-bio-2022-August.pdf> (E.T: 27.10. 2022)

³³ Elmas Deniz, "Hayvanları, İnsan ve Doğa Bütünlüğünde Sanat İle Anlamak", *Yeni Kültür Sanat Edebiyat Dergisi*, Sayı 52, 2021, s. 64.

³⁴ <https://www.elmasdeniz.com/pdf/ED-Artam.pdf> (E.T: 27.10. 2022)

³⁵ Deniz, s. 58-64; Merve Damcı, 2018; <https://yesilgazete.org/kapitalizmin-doga-icindeg-halleri-yazsiz-yil/> (E.T: 27.10. 2022)

³⁶ Kara, "Doğa Nasıl Ticari Bir Meta Olur", s. 26

dizi çalışmadan oluşmaktadır. Daha önceleri parayla satın alınamayana yönelik bir göndermede bulunan “Ağaç” adlı çalışma (Resim 1), insanın beğendiği ve istediği her şeye sahip olma güdüsü ile birlikte imkânsızı mümkün kılma arzusunu, doğayı tüketim malzemesi olarak kullanımı gibi duyarsız davranış modellerini eleştirirken; bu durumun doğurduğu sonuçları ortaya koymaktadır.³⁷



Resim 1. “Satın Almak İstediyim Ağaç”, 2014

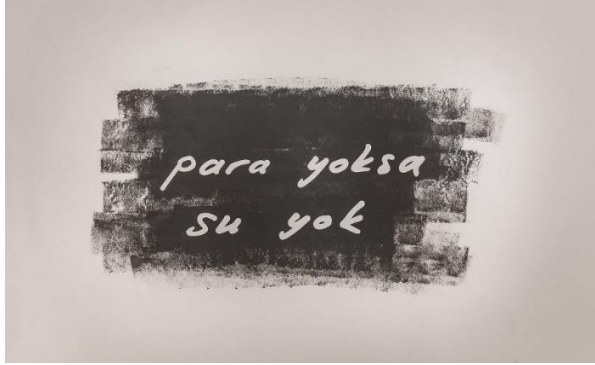
HD DVD Video, renkli ve sesli, 04’55’’³⁸

“Para Yoksa Su Yok” adlı duvara uyguladığı çalışması da (Resim 2) “Ağaç” işinde olduğu gibi doğanın alınıp satılabilir meta haline gelmesi, insanın doğayı yalnızca tüketmeye yönelik problemlili ilişkisi gibi benzer kaygıların ortaya konulduğu işlerden biridir.³⁹

³⁷ <http://www.pilotgaleri.com/exhibitions/detail/61> (E.T: 27.10. 2022); Pişkiner, s. 94.

³⁸ <https://www.zilbermangallery.com/elmas-deniz-a418-tr.htm> (E.T: 27.10. 2022)

³⁹ Deniz, s. 62



Resim 2. “Para Yoksa Su Yok”, 2014

Duvar yazısı, folyo harfler, değişken boyutlarda.⁴⁰

Sergiye adını veren “Siyah Panteri Görebilmek” ise sanatçının bir çerçevcede rasgele bulduğu küçük boyutlu bir çerçeve içindeki panter fotoğrafı ile ışıklı bir büyüteçten oluşmaktadır (Resim 3). Sanatçı, siyah renkteki panterin yine siyah bir zeminde çekilmiş fotoğrafını görmekte zorluk çeken insan gözü ile doğaya ait olanın yine insan tarafından görünmezlik hallerine değinerek, doğada yaşam süren vahşi hayvanların artık gerçek dünyada varlıklarının ve görünürlüğünün azaldığına vurguda bulunmuştur.⁴¹



Resim 3.“Siyah Panteri Görebilmek”, 2014

Yerleştirme, Bulunmuş Objeler, ışıklı mercek, çerçeve ölçüsü: 13.5x16cm⁴²

⁴⁰ <https://www.zilbermangallery.com/elmas-deniz-a418-tr.htm> (E.T: 27.10. 2022)

⁴¹ Deniz, s. 62

⁴² <https://www.zilbermangallery.com/elmas-deniz-a418-tr.htm> (E.T: 27.10. 2022)

Sanatçı, solo ve karma sergilerin yanı sıra bienaller gibi uluslararası ölçekteki sergilere de katılarak ismini sanat çevrelerinde duyurmayı başarmıştır. Güzel görünen bir manzaranın altında gizlenen sorunlara işaret eden “Panoramanın Altında” adlı çalışma, (Resim 4) 2015 yılında “Tuzlu Su” adıyla düzenlenen 14. İstanbul Bienali’nde sergilenmiştir. Elmas Deniz, bu çalışmasıyla insanın doğaya yönelik tahribatına, küresel ölçekteki tüketim ve atık sorunu ile tüm gezegeni ilgilendiren bu tür sorunların insanlar tarafından görmezden gelinişine dikkati çekmek istemiştir.⁴³ Yatay biçimde ikiye bölünmüş olan resmin üst kısmında mavi renkteki deniz görüntüsü insanın içini açarak her ne kadar olumlu duygular uyandırıyor olsa da sanatçı, o güzelliğin altında gizlenen plastik poşeti görmemizi ve güzellik, kirlilik ve kötülük gibi konular üzerine düşünmemizi istemektedir.



Resim 4. “Panoramanın Altında”, 2012

Baskı, Kum ve Naylon Poşet.⁴⁴

Sanatçı 2017 yılının sonbahar aylarında Sri Lanka’nın başkenti Kolombo’da düzenlenen “Re-evolution” sergisi için ürettiği eserlerin bir kısmını yeni çalışmalarıyla birlikte bir sonraki yıl Pilot Galeri’de açılan adını 1815’de Endonezya’da meydana gelen ve dünyanın birçok bölgesinde etkisini hissettiren yanardağ patlamasından alan “Yazsız Yıl” sergisinde sergilemiştir. İnsanın doğa içindeki yerini, diğer canlı türleriyle olan ilişkisini odağına alan sergideki eserlerden öne çıkanlar arasında “Satılmaz Eser” gelmektedir (Resim 5). Sanatçı uzun süre organik pazarlardan aldığı farklı renklerdeki sebze ve meyve tohumlarını kapaklı bir kutu içerisine

⁴³ <http://14b.iksv.org/works.asp?id=65> (E.T: 27.10. 2022)

⁴⁴ <https://www.elmasdeniz.com/panorama.html> (E.T: 27.10. 2022)

koyarak galeri mekanına yerleştirmiş ve satışı yasaklanan yerli tohumların satılan bir sanat eserine dönüşüm hikayesini ironik bir biçimde ele almıştır.⁴⁵



Resim 5. “Satılmaz Eser”, 2018

Organik tohumlar, tahta ve kumaş, 16x22.5x8 cm⁴⁶

“Yok İçin Sera” ise sanatçının abisiyle birlikte tasarladığı demir ve camdan üretilen küçük boyutlu bir sera uygulamasıdır (Resim 6). Düzeneğin alt kısmında toprak yer alırken, ortasında ise mıknatıs yardımıyla duran bir bitki bulunmaktadır. Bu çalışmasıyla sanatçı, galeri mekânının güneş ışığından mahrum oluşu gerçeği ile insanın kendisini beslemek güdüsüyle iklim koşullarını uygun hale getirmek için giriştiği çabayı anlatmak istemektedir.⁴⁷

⁴⁵ Abiyeva, 2018: <https://www.unlimitedrag.com/post/arte-povera-ruhuyula-gunceli-uretmek> (E.T: 27.10. 2022); Naz Kocadere, “Doğa ile insan ilişkisi üzerine”, *İstanbul Art News*, Sayı 50, 2018, s. 55.

⁴⁶ <https://www.zilbermangallery.com/elmas-deniz-a418-tr.htm> (E.T: 27.10. 2022)

⁴⁷ Cacekli, 2018: https://www.elmasdeniz.com/pdf/elmas_deniz-serhat_cacekli-Milliyet_sanat_2018.pdf (E.T: 27.10. 2022)



Resim 6. “Yok İçin Sera”, 2018

Demir, cam ve toprak,45x30x43.⁴⁸

Sanatçı, yine aynı sergide yer alan “Hata I” ve “Hata II” başlıklı çalışmalarıyla ise insanın doğa üzerinde yarattığı tahribatı kendi vicdanında aklamak adına keşfettiği atık ayrıştırmak konusuna ve insan kaynaklı tüketim kültürüne referans vermektedir (Resim 7). Yan yana duvara asılı bir şekilde gösterilen her iki çerçevede de iki plastik poşet bulunmakta; bunlardan biri 70 yılda, diğeri ise beş yılda parçalansa da doğaya karışan parçalarının balıklar tarafından yutulup, ölümlerine yol açacağı varsayımı anlatılmaktadır. Sanatçı, dikdörtgen iki çerçeve içerisinde yer alan ve doğada parçalanma süreleri farklı olan her iki plastik malzemeden üretilme poşetin aslında organik bir maddeye dönüşmediğinden toprağa karışmadığı gerçeğini göstermeye çalışmaktadır.⁴⁹

⁴⁸ <https://www.zilbermangallery.com/elmas-deniz-a418-tr.htm> (E.T: 27.10. 2022)

⁴⁹ Kocadere, s. 55.



Resim 7. “Hata I ve Hata II”, 2015

Plastik torba, doğada çözünen plastik torba, çerçeve, 40 x 48 cm⁵⁰

Serginin en katmanlı çalışmalarından biri, “Uçan Bitkiler, Köpekler ve Filler” adı verilen sanatçı kitabıdır (Resim 8). Sergi kapsamında yer verilen kitabın sayfaları Batılı okuma sisteminde olduğu gibi soldan-sağa duvara levha olarak yerleştirilmiştir. İngilizce kısa pasajlardan oluşan kitap, “İnsan eşlikçisi türler ile karşılaşmalar” alt başlığıyla başlamaktadır. Kendisi tarafından kaleme alınan metinlerde sanatçı, anlatıcı rolüne bürünmüştür. Metinlerin yanı sıra biyolojik çeşitlilik bakımından zengin yerlerden biri olan Sri Lanka’dan yurt dışına taşınan tropik bitkilerin baskıları kitap sayfalarındaki yerini almıştır.⁵¹ Kapitalist düzende yaşanan bir dünyada bitkiler de tıpkı diğer nesnelere ya da canlı türleri gibi buldukları coğrafyalarından çok farklı bölgelere taşınabilmekte ve birer tüketim nesnesi olarak satışı mümkün herhangi bir yerde konumlanabilmektedir. Deniz, kitabında Sri Lanka’dan dünyanın birçok bölgesine ihraç edilen ve ticari bir mal haline gelen süs bitkilerinin ipek baskılarına da yer vermiştir.⁵² Bu kitabı ilginç kılan detaylardan biri de sanatçının Sri Lanka’da soyu tehlike altında olan filleri korumak ve bu konuda kaynak yaratmak için kurulan Ecomaximus’un fil tezекlerinden ürettikleri kâğıtları kullanarak hem söz

⁵⁰ <http://www.pilotgaleri.com/exhibitions/detail/91> (E.T: 27.10. 2022)

⁵¹ Kocadere, s. 55.

⁵² Abiyeva, 2018: <https://www.unlimiteddrag.com/post/arte-povera-ruhuy-la-gunceli-uretmek> (E.T: 27.10. 2022)

konusu kuruluşu destek olmak, hem de o bölgenin ekosistemi ile ilişki kurmak amacı gütmektedir.⁵³



Resim 8. “Uçan Bitkiler, Köpekler ve Filler”, 2017

Fil gübresinden yapılmış kağıt üzerine serigraf baskı, 14 adet, A4 boyutu⁵⁴

Sanatçının insan ve doğa ilişkisine ve insanın doğayı algılayış biçimine yer verdiği, doğa ve çevre tahribatını ele aldığı çalışmalarından oluşan diğer bir sergisi de “Suyun Üç Rengi” adını taşımaktadır. 14 Aralık 2019’da İstanbul Zilberman Gallery’de açılan sergide yer alan “Keder” adlı video, çift yönlü büyük dev ekranlarla izleyiciyi karşılamaktadır (Resim 9). Nükleer santral yapılması planlanan İğneada Longoz Ormanları çevresindeki akarsu görüntülerinin yer aldığı videoda Elmas Deniz, nükleer santralin yapılmasıyla ilişkili olarak akarsuyun kirlenme olasılığına ve doğa tahribatına, kısacası tüm canlı ya da cansız pek çok türün yok olma tehdidi yaşadığı gerçeğine dikkat çekmektedir.⁵⁵

⁵³ Cacekli, 2018; https://www.elmasdeniz.com/pdf/elmas_deniz-serhat_cacekli-Milliyet_sanat_2018.pdf (E.T: 27.10. 2022)

⁵⁴ <http://www.pilotgaleri.com/exhibitions/detail/91> (E.T: 27.10. 2022)

⁵⁵ İlker Cihan Biner; <https://www.unlimitedrag.com/post/do%C4%9Fa-nerede> (E.T: 27.10. 2022)



Resim 9. “Keder”, 2019

İki kanallı video heykel yerleştirmesi, 15', Fotoğraf: Kayhan Kaygusuz⁵⁶

Sanatçının 2020 yılı içerisinde hem Şişhane’de video sanatına dair gösterimlerin yapıldığı Bilsart’da, hem de ondan biraz daha zaman sonra Pera Müzesi’nde küratörlüğünü Elena Sorokina’nın yaptığı “Kristal Berraklığı” adlı sergide, çekimi Deniz’in çocukluğunun bir döneminin geçtiği Ege Denizi’nde gerçekleşen “Böcek Adası adlı videosu gösterilmiştir (Resim 10). İnsan eliyle denizlerin kirletilmesinden, denizlerdeki oksijen seviyesinin bozulmasından ötürü birçok canlı türünün yok olduğu gerçeğinin uzun zamandır bilindiğini belirten sanatçı, bu çalışmasında kendisinin üzerinde durduğu temel problemin, denizdeki canlı türlerinin birbirlerine bağlı bir ekosistem içinde yaşama zorunluluğu olarak görülmeyip bu sistemin dışında tutulmasından kaynaklandığını anlatmaktadır. Her ne kadar başka canlı türleriyle ilişki kurmaya çalışsa da bunu bir türlü beceremeyen insan, denizlerde yaşayan böcek türlerini çokluk, küçüklük gibi özellikleriyle nadir olmayan varlıklar olarak algılamakta, onları önemsiz olarak görmektedir.⁵⁷ Sanatçıya göre insanlarca dikkate değer bulunmayan bu canlılar, insanla iletişim kuramayacaklarından ötürü de oldukça sessiz varlıklardı.⁵⁸

⁵⁶ <https://www.unlimitedrag.com/post/do%C4%9Fa-nerede> (E.T: 27.10. 2022)

⁵⁷ Deniz, 2021; <https://argonotlar.com/kuslarin-son-gunu-kayip-sular-musilaj/> (E.T: 27.10. 2022)

⁵⁸ Deniz, s. 59.



Resim 10. “Böcek Adası”, 2020

Video⁵⁹

Sanatçı Elmas Deniz, küratör Nicolas Bourriaud küratörlüğünde “Yedinci Kıta” temasıyla 2019’da gerçekleşen 16. İstanbul Bienali için “Kayıp Sular” ve “İsimsiz Bir Derenin Tarihi” adını taşıyan iki yeni iş sergilemiştir. Kapitalizm ve tüketim kültürünün yol açtığı ekolojik krize ve bu duruma yönelik düşünce biçimimize odaklanan sanatçının çalışmalarından ilki, eskiden bir su kenti olan İstanbul’un Şişli’den Taksim Meydanı’na kadar olan bölgeyi içeren, günümüzde kurumuş ve bugün üzerinden yolların geçtiği nehir ve dere yataklarının işaretlendiği İstanbul’un eski su haritasının çıkarıldığı üç boyutlu topografik bir kabartma olan “Kayıp Sular” adlı çalışmasıdır (Resim 11).⁶⁰

⁵⁹ <https://www.bilsart.com/sergiler/elmas-deniz/> (E.T: 27.10. 2022)

⁶⁰ <https://bienal.iksv.org/tr/sanatcilar/elmas-deniz> (E.T: 27.10. 2022)



Resim 11. “Kayıp Sular”, 2019

Üç boyutlu ahşap rölyef, 68x100x75 cm⁶¹

Deniz’in diğer çalışması ise büyüdüğü Bergama yakınlarında Gryneion adlı antik bir kentte bulunan bir dereyi merkeze alan ve bu iş üzerinden doğa tahribatı ile çevre kirliliğini yansıtan “İsimsiz Bir Derenin Tarihi” adını taşıyan bir duvar yerleştirmesidir.⁶² Yıllar sonra çocukluğunun geçtiği yere giderek derenin kurduğunu fark eden sanatçı, insan kaynaklı çevresel yıkım, doğaya yönelik insan müdahalelerini ve yok olan canlı türlerine dikkati çekmiştir. Çok parçalı yerleştirmesinde sanatçı, botanik desenlerin, Antik kent ve dere etrafından çıkan antik sikkelerin, heykellerin ve hayvan portrelerinin yanı sıra bir deniz kabuklusu olan Pina Nobilis’e yer vermiştir (Resim 12). Elmas Deniz, Pina’nın uzun süre denizde bulunan, çocukluğunda sıklıkla çıkardığı bir Akdeniz endemiği olduğunu söylerken, günümüzde ise küresel ısınma sebebiyle denizlerde ortaya çıkan parazit sonucu türlerinin büyük bir yok olma tehdidi ile karşı karşıya kaldığı gerçeğine dikkati çekmiştir. Sanatçı, insan zihninin küçük ve önemsiz olarak gördüğü Pina’lardan çocukken çıkardığı incilere de sergi kapsamında yer vermiştir (Resim 13).⁶³

⁶¹ <https://argonotlar.com/kuslarin-son-gunu-kayip-sular-musilaj/> (E.T: 27.10. 2022)

⁶² <https://biental.iksv.org/tr/sanaticilar/elmas-deniz> (E.T: 27.10. 2022)

⁶³ Topçu, 2019: <https://yesilgazete.org/elmas-deniz-sanatin-da-bir-agac-gibi-korunmaya-ihiyaci-var/> (E.T: 27.10. 2022)



Resim 12. “İsimsiz Bir Derenin Tarihi, (Pinna Nobilis)”, 2019
Pina Kabukları, 96x73cm⁶⁴



Resim 13. İsimsiz Bir Derenin Tarihi (Pinna Nobilis İncileri), 2019
25 yıllık Pina incileri, müze camı, çerçeve, 12x35x22 cm⁶⁵

⁶⁴ <https://www.kolekta.com.tr/yapit/isimsiz-bir-derenin-tarihi-pinna-nobilis/> (E.T: 27.10. 2022)

⁶⁵ <https://bantmag.com/bienal-roportajlari-emas-deniz/> (E.T: 27.10. 2022)

Sonuç

1960'lı yıllara dek sanatçılara önemli bir konu repertuarı sağlayan doğa, bu tarihten itibaren sanatsal yaklaşımlarda yaşanan değişimlerle birlikte büyük bir dönüşüme uğradı. Küresel ölçekli ekolojik sorunlar, sanatçılar tarafından işlenen öncelikli konular haline geldi. Özellikle 2000'li yılların Türkiye güncel sanat ortamında bu tür konular, birçok sanatçının farklı disiplinlerden gelen araştırmacılarla bir araya gelerek, farklı sanat teknikleri ve doğanın kendisini malzeme olarak kullandıkları, yani doğanın sanatın öznesi haline geldiği bir anlayış içinde üretimlerine yansdı. Diğer ülkelerin yanı sıra Türkiye sanat çevrelerinde de insanlığın çevreye verdiği zararları ortaya koyan, gezegenin maruz kaldığı tehditler ve gelecekte olası tehlikelere karşı farkındalık uyandıran sanatsal üretimler ve bunların izleyici ile bulunduğu politik dilin egemen olduğu kavramsal içerikli sergi etkinlikleri düzenlendi.

Bu çalışmaya konu edilen Elmas Deniz, özellikle 2000'li yıllardan sonraki çalışmalarında doğa ve insan ilişkisi, kapital düzen ve doğa sömürsü, doğanın değişen halleri ve insan aklının onu algılayış biçimleri, insan etkili çevre tahribatı gibi ekolojik bir takım meselelere odaklanan sanatçılar arasındadır. Çocukluğunu doğayla iç içe olduğu küçük bir sahil kasabasında geçiren sanatçının yaşamının geri kalanını İstanbul gibi büyük bir şehirde geçiriyor olması, sanatçının doğaya yönelik bakışını etkilemiş olmalıdır. Doğanın kendisini de sanatına malzeme yaparak anlatmak istediği konuyu etkili kılan ve eserleri birbirlerinin adeta tamamlayıcısı nitelikli olan sanatçı, kendi kişisel yaşamından, geçmiş hikâyelerinden ve bilinç dünyasından beslenerek çalışmalarını üretmektedir. İnsanın yaşadığı dünyaya ihaneti, ekolojik düzen için gerekli olan canlı ve cansız türlerine verdiği zararları, kendi vicdanında bu durumu aklama halleri, kendi istek ve arzusu uğruna doğayı nasıl sömürdüğü ve ona üstünlük sağladığı gerçeği eserlerinin başlıca sorunsalları arasındadır. Bu meseleleri sanatın tek bir türünden yararlanarak değil; resim, fotoğraf, video, heykel, yerleştirme gibi çok çeşitli mecraları kullanarak ortaya koymaktadır.

Kaynakça

ABIYEVA, Nergis, "Diğerkâm Bir Yaklaşımla Doğa Tahayyülü", *Sanat Dünyamız*. Sayı 171, 2019, s. 34.

AKKENT, Meral, *Bana Bırakacağınız Gelecek Kız Çocukları ve İklim Krizi Bir Sergi Projesi*, (Yayına Haz. Meral Akkent vd.), İstanbul 2020.

ANTMEN, Ahu, *20. Yüzyıl Batı Sanatında Akımlar*, İstanbul 2008.

BAYKAN, Barış Gençer, “Türkiye’de İklim Hareketinin Kısa Tarihi: Uluslararası Müzakerelerden Ulusal Politikaya”, *Bahçeşehir Üniversitesi Ekonomik ve Toplumsal Araştırmalar merkezi BETAM Araştırma Notu*, Sayı 13/146, 2013, ss. 1-12.

BOURRIAUD, Nicolas, “Yedinci Kıta: Küresel Isınma Çağında Sanat Üzerine Tezler”, *Yedinci Kıta Saha Raporu*. İstanbul 2019.

ÇETİNKAYA, İrem Daloğlu, “İklim Krizi Neslimizin Belirleyici Sorunudur”, *Bana Bırakacağınız Gelecek Kız Çocukları Ve İklim Krizi Bir Sergi Projesi*, (Yayına Haz. Meral Akkent vd.), İstanbul 2020, ss. 13-19.

DEMOS, T.J., “Sürdürülebilirlik Politikası: Çağdaş Sanat ve Ekoloji”, *Sanat ve Ekoloji*, (Der. Eda Sezgin), İstanbul 2021, ss. 19-65.

DENİZ, Elmas, “Hayvanları, İnsan ve Doğa Bütünlüğünde Sanat İle Anlamak”, *Yeni Kültür Sanat Edebiyat Dergisi*, Sayı 52, 2021, ss. 58-64.

EKİZ, Bedia, *21. Yüzyıl Görsel Sanatlarda Müdahale Edilmiş Doğa Anlayışı*, Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2019.

GOMBRICH, Ernst Hans, *Sanatın Öyküsü*, İstanbul 1992.

KARA, Özge, “Doğa Nasıl Ticari Bir Meta Olur”, *Milliyet Sanat*, Sayı 663/06, 2014, ss. 26-28.

KARAAĞAÇ, Merve, *Sanatta Doğaya Yaklaşımlar Bağlamında 16. İstanbul Bienali Yedinci Kıta*, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir 2022.

KESGİN, Burak, “Başlangıcından Günümüze İklim Hareketi: Sorunlar, Sınırlar ve Fırsatlar”, *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, Cilt 14 / Sayı 1, 2022, ss. 59-107.

KOCADERE, Naz “Doğa ile İnsan İlişkisi Üzerine”, *İstanbul Art News*, Sayı 50, 2018, s. 55.

KOZLU, Düriye, “Türkiye’nin 1990 ve 2000’li Yıllardaki Çağdaş Sanat Ortamına Genel Bir Bakış” *Türk Sanatları Araştırmaları Dergisi*, Cilt 1 / Sayı 2, 2011, ss. 147-160.

OĞUZ, Damla, “Sanat Perspektifinden Çevre Sorunları”, *Sanat ve Tasarım Dergisi*, Cilt 5 / Sayı 8, 2015, ss. 48-61.

PİŞKİNER, Gamze, *1990’lardan Günümüze Türkiye Sanatında Doğaya Yaklaşımlar*. İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2019.

ŞANLI, Bahar, BAYRAKDAR, Seda ve İNCEKARA, Beyhan, “Küresel İklim Değişikliğinin Etkileri ve Bu Etkileri Önlemeye Yönelik Uluslararası Girişimler”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 22 / Sayı 1, 2017, ss. 201-212.

TAN, Pelin ve BOURRIAUD, Nicolas, “Nicolas Bourriaud İle Antroposen ve Sanatın Yöntemleri”, *Sanat Dünyamız*, Sayı 172, 2019, ss. 4-13.

TORUNOĞLU, Ethem, “Küreselleşme ve Çevre Sorunları: Dünyaya Ve Türkiye’ye Bir Bakış”, *Uluslararası Türk Dünyası Çevre Sorunları Sempozyumu*, 2013, ss.17-22.

ÜLGEN SARAY, Yasemin, *2000’ler Türkiye’sinde Ekoloji Mücadelesi Ve Güncel Sanat İlişkisi*, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2019.

İnternet Kaynakçası

Abiyeva, 2018: <https://www.unlimitedrag.com/post/arte-povera-ruhuyula-gunceli-uretmek> (E.T: 27.10. 2022)

Biner, İlker Cihan; <https://www.unlimitedrag.com/post/do%C4%9Fa-nerede> (E.T: 27.10. 2022)

Cacekli, 2018: https://www.elmasdeniz.com/pdf/elmas_deniz-serhat_cacekli-Milliyet_sanat_2018.pdf (E.T: 27.10. 2022)

Damcı, 2018; <https://yesilgazete.org/kapitalizmin-doga-icindegihalleri-yazsiz-yil/> (E.T: 27.10. 2022)

Deniz, 2021; <https://argonotlar.com/kuslarin-son-gunu-kayip-sular-musilaj/> (E.T: 27.10. 2022)

<http://14b.iksv.org/works.asp?id=65> (E.T: 27.10. 2022)

<http://www.pilotgaleri.com/exhibitions/detail/61> (E.T: 27.10. 2022)

<https://acikradyo.com.tr/iklim-kusagi-konusuyor/iklim-krizi-agir-bir-konu-ve-bu-konuda-cicekli-bocekli-neseli-tasarimlar> (E.T: 27.10. 2022)

<https://borusancontemporary.com/client/pdf/OrtakZeminToprakBrosuru.pdf> (E.T: 27.10. 2022)

<https://ipa.istanbul/iklim-krizi-ile-mucadelede-kultur-sanatin-rolu/> (E.T: 27.10. 2022)

<https://m.bianet.org/bianet/sanat/254709-unicef-ten-sergi-iklim-degisikligi-ve-cocuklar> (E.T: 27.10. 2022)

<https://nyxmag.com/kuresel-iklim-krizinden-ilham-alan-sanatcilar/>
(E.T: 27.10. 2022)

<https://www.5harfliler.com/ortak-dertler-ve-dunyalar-melike-bayik-ile-su-suz-yaz-uzerine-soylesi> (E.T: 27.10. 2022)

<https://www.elmasdeniz.com/pdf/ED-Artam.pdf> (E.T: 27.10. 2022)

<https://www.elmasdeniz.com/pdf/Elmas-Deniz-short-bio-2022-August.pdf> (E.T: 27.10. 2022)

<https://www.haberler.com/kultur-sanat/haberler-sanatcilar-iklim-krizini-eserleriyle-yorumladi-14485085-haberi/> (E.T: 27.10. 2022)

https://www.iksv.org/i/content/14910_1_IKSV_Ekolojik_Donusum_2021.pdf (E.T: 27.10. 2022)

https://www.istanbulmodern.org/tr/basin/basin-bultenleri/yok-olmadan_1777.html (E.T: 27.10. 2022)

https://www.istanbulmodern.org/tr/sergiler/gecmis-sergiler/kayip-cennet_276.html (E.T: 27.10. 2022)

Şüyün, 2022; <https://www.dunya.com/kose-yazisi/iklim-krizi-sanat-etkinliklerinde/653825> (E.T: 27.10. 2022)

Topçu, 2019: <https://yesilgazete.org/elmas-deniz-sanatin-da-bir-agac-gibi-korunmaya-ihtiyaci-var/> (E.T: 27.10. 2022)

Yaşayanlar, 2022; <https://saglamart.com/elmas-deniz-keder> (E.T: 27.10. 2022)

İKLİM DEĞİŞİMİ VE TRABZON YAPI SANATINA ETKİ SENARYOLARI

Temel SAĞLAM*

Giriş

Yapı sanatı numuneleri olarak da adlandırılan tarihi mimarinin fiziksel eskimesine sebep olan etmenlerin biri de iklimsel değişimlerdir. Bilim insanlarının her türlü senaryo üzerinde on yıllardır çalışmaları göstermektedir ki Trabzon gibi kıyı yerleşmeleri bu etkileşimden en fazla zarar gören alanlardan biridir.

Kıyılar¹; bir yandan kara ve su ekosistemlerinin birleştiği, önemli doğal ve ekolojik alanları barındırırken diğer yandan insanoğlu tarafından tarih boyunca yerleşim alanı olarak seçilmiş olmaları sonucu önemli tarihi ve kültürel çevreler içerirler. Trabzon şehri de bu anlamda oldukça zengin tarihi kültür mirasına sahip bir liman kentidir. Trabzon gibi Karadeniz kıyılarında yerleşim kuran eski deniz kavimleri ticaret ve mimaride geliştirdikleri sosyokültürel düzey ile kendilerinden sonraki ardıklarını da etkilemişlerdir. Trabzon şehrinin eski yerleşkeleri kıyı ağzları; farklı dönemlere ait tarihsel kimlik taşıyan yapı türleri; kale, sur vb. gibi savunma yapıları; kıyı fenerleri, liman² gibi altyapı kalıntıları; özellikle 19.yy'dan sonra gelişmiş olan endüstriyel



Resim 1. Trabzon Eski PTT Binası kalemîşi süsleme detayı. (F. Akçay)

* Dr. Öğr. Üyesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Sanat Tarihi Bölümü. temel.saglam@ktu.edu.tr

¹ H. Karabey, *Kıyı Mekânının Tanımı, Ülkesel Kıyı Mekânının Düzenlenmesi İçin Bir Yöntem Önerisi*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), MSÜ, Mimarlık Fakültesi, 1978, s.23.

² M. Yavuz, "Osmanlı'nın Trabzon Limanını İnşa Gayretleri ve Hazırlanan Projeler", *CİEPO* 22, Trabzon 4 - 08 Ekim 2016, cilt.2, ss.275-290.

yapılar ile zengin bir tarihsel ve kültürel mirasa sahiptir.

İklim değişikliği, son yıllarda yapı koruma uygulamalarını³ en çok etkileyen bağımlı değişkenler arasında öne çıkan araştırma konularından⁴ biri olmuştur. Bu araştırmalar neticesinde iklim değişikliğinin atmosferik nem yükselişi, sıcaklık, deniz seviyesi yükselmesi, rüzgârlar, çölleşme, iklimsel kirlenme, biyolojik değişkenler üzerinden de çok farklı tehdit senaryoları belirlenebilmektedir. Trabzon gibi kıyı şehirlerinde iklim değişikliğinin bir sonucu olarak gelişen atmosferik nem yükselişi ile ortaya çıkan ve beklenen muhtemel senaryoların bile yapı sanatı için ne denli tehlikeli olduğu anlaşılmaktadır.

İklim değişikliği ile ortaya çıkan atmosferik nem yükselişi; yoğun yağışlara, sellere, tabladaki su miktarının artmasına, yeraltı sularının taban seviye değişimlerine, ıslaklık sürelerindeki artışa, nem döngülerindeki belirsizliklere neden olmaktadır. Bu durum da en başta toprağa gömülü arkeolojik kalıntıların⁵ Ph değerlerini bozmakta ve fiziksel eskimeyi hızlandırmaktadır. Tortu neminde ortaya çıkan değişimler, tarihi yapılarda statığın bozulmasına ve buna bağlı olarak çatlama ve kabarmalara⁶ yol açmaktadır. Ayrıca bağıl nem döngülerindeki ani şoklar, malzemelerin ve yüzeylerin tozlanmasını hızlandırmakta, böylelikle bölünmelere çatlamalara ve



Resim 2. Trabzon Gülbahar Hatun Camii kalemîşi süsleme detayı.

³ Ç. Erçin, *Mimarlıkta İklim Faktörü ve Bu Faktöre Bağlı Olarak Konut Alanlarında Fiziksel Yerleşme Yorgunluğunun Belirlenmesi İçin İlkeler*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Yakın Doğu Üniversitesi Fen ve Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2005, s. 48.

⁴ S. Toothman, "Cultural Resources Climate Change Strategy", *Cultural Resources, Partnerships, and Science Climate Change Response Program*, s. 10.

⁵ D. Özkut, "Arkeolojik Alanlarda Mimari Koruma Yaklaşımları", *Kârgir Yapılarda Koruma ve Onarım Semineri V Bildiri Kitabı*, 2013, 72-79.

⁶ A. Güleç, G. Emre, "Sultanahmet Büyük Saray Kazıları Kalıntıları Harç Sıva Analizleri", *Restorasyon Konservasyon*1/2, 2009, s. 50-60.

dökülmelere yol açmaktadır. İklim değişikliğine bağlı olarak tarihi yapılara zarar veren mikroorganizmalar, çoğalarak öncelikle harç gibi örgü birleştiricilerinin ayrışmasını hızlandırmaktadır. Ayrıca tarihi binaların organik materyalleri; böcekler, küfler, mantarlar, termitler gibi istilacı türler tarafından biyolojik saldırıya maruz kalmaktadır. Yükselen nem nedeniyle gözenekli yapı malzemelerinde ve kaplamalarda beklenmedik deformasyonlar kaçınılmaz olmaktadır. Diğer taraftan tarihi yapılarda yeterli olmayan su tahliye ve izolasyon sistemleri yoğun yağışlarla miktarı artan birikinti suyuna dayanamayarak çökmelere sebep olmaktadır. Yapıların oturduğu temel kısımları zemin ıslanması nedeniyle kayganlaşmakta ve ani çökmeler meydana gelmektedir. Su ve neme bağlı olarak kristalleşme-çözülme düzeyi üst seviyelere çıkmakta ve bu da ilk önce yapılardaki duvar resimlerini, freskleri ve özellikle kök boya ile yapılmış süslemeleri yok etmektedir. Nem dengesindeki değişimler tarihi yapılarda kullanılan metallerin aşırı hızda korozyona uğramasını sağlamaktadır. İklim değişikliğine bağlı olarak ortaya çıkan bütün bu olumsuz etkiler Trabzon'daki tarihi yapıların özgün yönlerinin yok olmasına yol açmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, iklim değişimlerinin kültürel miras üzerine oluşturduğu yıkıcı baskıları ve etki senaryolarını belirlemek ve olası yapı koruma⁷ tedbir planlarının⁸ ilgili kurumlarla paylaşılarak telafisi mümkün olmayacak sorunların önceden alınacak teknik tedbirlerle bertaraf edilmesinin sağlanmasına yardımcı olmaktadır.

Tanım ve Tarihi Altyapı

İklim değişikliği, iklimin ortalama durumunda ya da onun değişkenliğinde onlarca ya da daha uzun yıllar boyunca süren istatistiksel olarak dikkate değer değişimler olarak tanımlanabilir⁹. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nde (IPCC) açıklandığı üzere iklim değişikliğinin temelinde insan faktörü vardır¹⁰. Günümüze dile getirilen iklim değişikliği, özellikle Sanayi Devrimi'nden sonra atmosferin yapısında ortaya çıkan bozukluklar neticesinde sıcaklıkların artması ile ilişkilendirilmektedir¹¹. Sıcaklık artışının temelinde ise “sera gazları” olarak adlandırılan gazların yer

⁷ Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu, Tarih: 23/7/1983 Sayı: 18113, www.kultur.gov.tr

⁸ Z. Ahunbay, *Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon*, İstanbul: Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, 1996, s.116.

⁹ M. Türkeş, “Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler”, *İklim Değişikliği ve Çevre 1*, 2008, s. 46.

¹⁰ S. Bushell, G. S. Buisson, M. Workman and T. Colley, “Strategic narratives in climate change: towards a unifying narrative to address the action gap on climate change”, *Energy Research and Social Sciences* 28, 2017, s. 39.

¹¹ S. Bushell vd., agm. s. 40.

küreden gelen ışınları tutup onların atmosfer içinde kalmasına neden olarak atmosferde sıcaklık artışına yol açması vardır. Bu iklimsel değişim de çoğunlukla sıcaklık artışı olarak “küresel ısınma” ifadesiyle alanyazına girmiş ve “dünyanın aldığı güneş ışığı miktarı, dünyanın yansıttığı güneş ışığı miktarı, sıcaklığın atmosfer tarafından tutulması, su buharının evaporasyonu ve yoğunlaşması” faktörleri bağlamaları ile belirlenmiştir¹².

İklim değişiklikleri, yalnızca günümüzde ortaya çıkmış değildir. Paleocoğrafi ve morfoklimatik kanıtlar, jeolojik dönemlerden başlayarak günümüze gelinceye kadar, iklimde önemli değişimler olduğunu¹³, iklimsel değerlerin ani döngü geçişlerine maruz kaldığını ortaya koymuştur. Bir dönem yıllık sıcaklık ortalama değeri 20- 22 °C iken zamanla bu sıcaklık değerlerinde düşüşler başlamış ve sonraki dönemlerde yıllık ortalama sıcaklıklar yaklaşık olarak 10-11 °C civarına düşmüştür¹⁴. İklimin diğer parametrelerinde de meydana gelen değişimler neticesinde dünyanın çeşitli coğrafyalarında farklı fiziksel etkilere sebep olmuştur.

Medeniyetler tarihinin oluşumunda ve nedensellik sonuçlarının tartışılması esnasında bilim insanlarının iklim etkiselliği üzerinde de yoğun çalışmaları¹⁵ bulunmaktadır. İklimin, uygarlıkların kurulma ve gelişme aşamalarında inanç, sosyal yaşam tercihleri, siyasi ve ekonomik öğelerle etkileşim içinde olduğu hatta belirleyici ve yönlendirici olduğu ortaya koyulmuştur. İklim şartlarının önemli politik olaylardan hemen önceki toplumsal havayı ve davranış biçimlerini belirlemede çok önemli ve baskın bir rol oynadığı örneklerle açıklanabilmiştir. İklim değişiklikleri, İlkçağ uygarlıklarından günümüze değin dünyanın farklı alanlarında olduğu gibi uygarlıkları da etkilemiş¹⁶, tarımsal üretim, sağlık, ekonomi, sosyal

¹² C. S. Aksay, O. Ketenoğlu, ve L. Kurt, “Küresel Isınma ve İklim Değişikliği”, *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi* 25, 2005, s. 31.

¹³ R. Bradley, "1000 Years of Climate Change", *Science* 288, 2000, s. 1353.

¹⁴ C. S. Aksay, O. Ketenoğlu, L. Kurt, “Küresel ısınma ve iklim değişikliği”, *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi* 25, 2005, s. 31.

¹⁵ Bk. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, *İklim Değişikliği ve Uyum*, Ankara 2020; Y. Aksoy, *İklim Değişikliği ve Kentler*, İstanbul 2019; E. Çilen, *Mimarlıkta İklim Faktörü ve Bu Faktöre Bağlı Olarak Konut Alanlarında Fiziksel Yerleşme Yoğunluğunun Belirlenmesi İçin İlkeler*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Yakın Doğu Üniversitesi Fen ve Sosyal Bilimler Enstitüsü, Lefkoşe 2005; M. Kadioğlu, *Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi*, Ankara 2012; İ. Dölek, “İklim ve Medeniyet”, *Social Sciences Studies Journal* 4 (21), 2018, ss. 3511-3521.

¹⁶ M. A. Özdemir, “İklim Değişimleri ve Uygarlık Üzerindeki Yansımalarına İlişkin Bazı Örnekler”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, 6 (2), 2004, s. 176.

yapılanma, ikamet ve büyük göçler ile sanatsal üretimler üzerinde derin izler bırakmıştır.

İklim değişikliklerinin uygarlıklar üzerindeki derin etkileri erken dönemlerden itibaren belirgin bir şekilde görülmeye başlanmıştır. Mezolitik çağ sonlarından itibaren insanların aşırı soğuk iklimler (buzul çağı) sonrası M.Ö. 8000 ve M.Ö. 7000 yılları arasında ılımlı iklim koşulları sebebiyle çöl sahalarında yerleşimi uygun buldukları anlaşılmaktadır. Nitekim Neolitik çağ başlarında insanların günümüzde kurak ve yarı kurak olan sahalara yerleşerek tarım ve hayvancılık yaptıkları saptanmıştır¹⁷. Bu değişim insanların yaşam biçimlerine direkt etki ederek ihtiyaç fazlası üretimi elde etmelerini sağlamıştır. İnsanlar toplayıcılığı terk ederek, bir yandan kendi üretimleriyle ihtiyaçlarını giderirken diğer yandan ellerindeki ihtiyaç fazlası ürünü değerlendirmişler ve böylece kullanabilecekleri bir ekonomi ortaya çıkmıştır. Mimari yapılanma da bu devirden sonra belirgin bir şekilde çoğalmaya başlamıştır. Holosen başlarında iklimsel değişimlerin bir sonucu olarak Anadolu'da yavaş yavaş çekilen göllerin kenarlarında Neolitik yerleşmeler kurulmuştur¹⁸.

İklimsel değişimlerin mimari üzerindeki etkileri Antik dönemde de devam etmiştir. Bu dönemde bilim insanları tarafından takip edilebilen iklim değişim tesirleri özellikle Anadolu'da deniz seviyesinde ortaya çıkan farklılaşmalardır. Deniz seviyelerindeki değişimler, Anadolu kıyılarında yer alan çok sayıda tarihi limanın fonksiyonunu kaybetmesine sebep olmuş ve Trova, Efes, Milet, Prien, Seleukeia Pieria, Patara¹⁹ gibi antik kentlerin zamanla insanlar tarafından terkedilmesiyle sonuçlanmıştır. M.Ö. 500 ve 400 yılları arasında ortaya çıkan ve bilim insanlarınca Atlantik çözüme²⁰ adı



Resim 3. Trabzon Musa Paşa Camii.

¹⁷ Özdemir, agm., s. 178.

¹⁸ İ. Atalay, *Genel Fiziki Coğrafya*, İzmir 2001, s. 199.

¹⁹ F. Işık, *Patara Caput Gentis Lyciae*, İstanbul 2011.

²⁰ C. M. Grossi, P. Brimblecombe, "Effect of Long-Term Changes in Air Pollution and Climate on the Decay and Blackening of European Stone Buildings." *Special Publications 127*, London 2007, s. 119.

verilen iklim değişikliğinde özellikle Avrupa kıtasını büyük ölçüde etkileyen rüzgârlar ve nem döngülerindeki ani şoklar kıta mimarisinin fiziksel bozulmasını²¹ hızlandırmıştır.

İklim değişikliğinin mimari yıkım üzerine direkt etkilerinin yanında dolaylı olarak da tesirlerinin varlığı ortaya konulmuştur. Bronz Çağı sonrasında ortaya çıkan iklim değişikliklerine bağlı olarak kıta Avrupa'sının kuzey bölgelerinden başlayan İskandinavya kaynaklı göçlerden olan Cermen istilaları Güneydoğu Avrupa'yı etkilemiş²², ortaya çıkan savaşlar neticesinde mimari büyük oranda tahrip edilmiştir. 900 ile 1100 yılları arasında Ortaçağ sıcak dönemi olarak bilinen devrede uygun iklim koşullarının da elverişli ortamında Grönland'da Viking kolonileşmesi²³ ortaya çıkmış, bu oluşum Avrupa'da büyük iç karışıklıklara ve yıkımlara sebep olmuştur. Bilim insanları, Orta Amerika'da ve Güney Meksika'daki Yucatan'da kurulmuş olan Maya Uygarlığı'nın²⁴, 950 yılı civarındaki ani çöküşünün en büyük sebebi olarak kuraklık ve aşırı sıcakları göstermektedirler²⁵.

Bu dönemden sonra bilim insanlarının Küçük Buzul Çağı (1350-1850) olarak tanımladıkları ve dünyada sıcaklıkların düşmesi şeklinde görülen iklim değişimi sonucunda ilk olarak Grönland'da kurulmuş olan Viking kolonileşmesi tamamen yok olmuş, Avrupa ve Amerika kültürlerinde belirgin sosyal değişiklikler meydana gelmiştir²⁶. Küçük buzul çağının şehirlerin tarihi kent mimarisini de etkileyen iklimi, ani değişimler gösteren ve mevsimler arası sıcaklık farklarının arttığı bir özelliğe sahiptir. Bir dönem görülen şiddetli kuraklıkların ardından aşırı yağışların gelmesi, doğal çevrede olduğu gibi tarihi kent yapılarında da tahribatlara sebep olmuştur. Bu dönemde ekstrem iklim hadiselerinin görülme sıklığı da artmıştır. Özellikle sıcaklıktaki düşüşler ve bu düşüşlerin tarım bitkilerinin gelişim dönemlerine de rastlamasıyla, tarıma dayalı ekonomi çok daha kırılgan hale gelmiş, arkasından gelişen kıtlık, açlık, savaş, ayaklanma, salgın hastalık ve göçler Küçük Buzul Çağı'nın olağan olayları haline gelmiştir²⁷. Bu nedenle

²¹ S. Toothman, *Cultural Resources Climate Change Strategy*, Washington 2016, s. 43.

²² Özdemir, agm., 179.

²³ S. Özkan, "İskandinavya'nın Hıristiyanlaşmasında İngiltere'de Kurulan Viking Kolonilerinin Etkisi", *Tarih İncelemeleri Dergisi XXXI / 2*, 2016, 489-505.

²⁴ G. Parrinder, *World Religions From Ancient History to the Present*, New York 1971.

²⁵ İ. Buğdaycı, "Terkedilmiş Kentleriyle Gizemli Bir Uygarlık Mayalar", *Bilim ve Teknik Dergisi*, Eylül 1995, 59-65.

²⁶ Özdemir, agm., s. 181.

²⁷ B. Gönençgil, G. Vural, "Çevre Tarihi Açısından Küçük Buzul Çağı ve Sosyal Etkileri", TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, Ankara 2016, s. 14.

19. yüzyıl başlarından itibaren dünya genelinde tarihi kent mimarisi yeni yapılaşması ya miktar olarak azalmış ya da mimarinin boyutları küçülmüştür. Ayrıca bu dönemde mevcut yapıların yıkım süreci de hızlanmıştır.

1850'lerden sonra sıcaklıklarda yükselmeler ivme kazanmaya başlamıştır. Buzullar eriyerek geri çekilmiş, sanayi devrimi ile birlikte sıcaklıklar günümüze kadar düzenli olarak artmıştır. Özellikle bu artışlar 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren giderek ivme kazanmıştır²⁸.

Türkiye; coğrafyasının sağladığı uygun iklimsel koşullarıyla birçok medeniyete ev sahipliği yapmış ve bu uygarlıkların zengin yaşam birikimleri olan kültür varlıkları bakımından dünyanın sayılı ülkelerinden biri²⁹ konumuna ulaşmıştır. Anadolu'da kurulan şehirler bu zengin kültürün numuneleriyle dolu, açık hava müzesi biçiminde tarihi kent mimari mirasını barındırmaktadırlar. Tarihi kent mimarisi, içerisinde barındırdığı maddi kültür öğeleri olan anıtsal ve geleneksel mimari yapıların fiziksel görüngüsü yanında yerel nüfusa yaşadığı yere aidiyet, belli bir kimlik, estetik ve refah duygusu da kazandırmaktadır. Geleneksel yerleşmelerde örülen organik doku, bulunulan coğrafyanın belirleyici etkileri ile kendiliğinden gelişen bir yapıya sahiptir. Bu yapı: cebirsel bakımdan insani ölçülere bağlı olduğu kadar; akrabalık, arkadaşlık, komşuluk, birlikte vakit geçirmek ve yardımlaşmak cihetinden de sosyal bir organizasyondur. Teknolojinin değil, inanç ve ahlak alanının bir ürünü olarak görülen geleneksel mimari, varlığın bütünlüğü ve kuvvetler birliğine dayandırıldığı için hakikatin dili mesabesinde. Gelenekçi mimar, içinde yaşadığı toplum ve inanç sisteminin üst değerlerini çok iyi bildiğinden dolayı maddî, biyo-sosyal, psikolojik ve ruhî-aklî varlık düzeylerinin problemleriyle ilgili spesifik tutum ve uygun değerlendirme yetisine sahiptir. Bu nedenle ortaya koyacağı eserde, maddî ve manevî çevre ile tezat oluşturacak hiçbir unsura tenezzül etmemiştir. İncanın toplayıcı, birleyici sınırları çerçevesinde, maddî çevrenin ve milli amillerin farklı uygulamaları, değişik beldelerimizde zenginleşen bir mimari ortaya koymuştur. Bu yüzden geleneksel mimarimizle muhatap olan herhangi bir insan, hiçbir zaman ziyaretçi olamamış, kendisini mekâna mensup bilmiştir. Geleneksel yerleşim beldesinin herhangi bir sokak başı çeşmesinden içeri adımını attıktan sonra, dünyanın merkezi olarak kabul edilen Âdem'in makamına ulaşma hissi, sizi kuşatmaktadır. Gelenekli mimarlar bu makamı; hiyerarşik bir yapı barındırmadan, nispetleri ile

²⁸ W. Behringer, *A Cultural History of Climate*. UK Cambridge 2010, s. 186.

²⁹ D. Yılmaz, T. Öztürk, L. Kurnaz, "İklim Değişikliğinin Açık Hava Müzelerine Etkisi Göreme Açık Hava Müzesi Örneği", *III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi (TİKDEK)*, 2013, s. 3.

dengeli, sükûnetiyle vakarlı, sadeliğiyle asaletli mekânlar halinde insanlara sunarak oluşturmuşlardır³⁰.

İklim değişikliği tüm dünyada bir yandan insan sağlığını ve diğer canlıları olumsuz etkilerken diğer yandan insan yaşam birikimini oluşturan bu kültürün yok olmasını hızlandırmaktadır. Bilim insanlarının onlarca yıllık araştırmaları göstermektedir ki insanlığın maddi kültür mirasının önemli bir grubunu oluşturan mimari, bu değişimden en çok etkilenen sanat türlerinden biridir. Trabzon tarihi kent mimarisi de şehrin kurulmuş olduğu lokasyon nedeniyle bu yıkıcı etkiyi en fazla yaşayan yerler arasında bulunmaktadır. Trabzon Kültür Varlıklarını Koruma Kurulu Bölge Müdürlüğü tarafından tescil edilmiş yapı envanter listesi³¹ verilerine göre Trabzon, tarihi kent mimari mirası yönünden hayli zengindir. Bu envanter listesine göre Trabzon şehir merkezinde: 12 adet askeri/savunma yapısı, 98 adet cami/mescit yapısı, 37 adet manastır/kilise/şapel yapısı, 16 adet medrese/mektep/okul yapısı, 14 adet hamam yapısı, 63 adet çeşme yapısı, 10 köprü yapısı, 9 adet diğer su yapıları (su kemeri/menfes/su kanalı/sarnıç), 88 adet ticari yapı, 363 adet konut, 22 adet mezar yapısı (türbe/mezarlık/hazire/maşatlık) bulunmaktadır.

Trabzon tarihi kent mimarisinin bu zengin mirasının korunması³² ve gelecek nesillere aktarılması iktiza etmektedir. Bunun için önce Trabzon tarihi kent mimari mirasına yönelik tehditlerin farkına varılması, sonrasında da uygun koruma tedbirlerinin alınması gerekmektedir. Farklı bağımlı ve bağımsız değişkenlerin yanında iklim değişikliği bu tehditlerden biridir. Önlemleri alınmazsa, şiddeti artarak devam edeceği öngörülen iklim değişikliği, diğer birçok alandaki zararları yanında Trabzon tarihi kent mimarisinde de telafisi mümkün olmayacak hasarlar oluşturacaktır.

İklim değişikliği sonucu ortaya çıkan her bir parametrenin mimari yapılanma üzerine yıkıcı etkileri olduğu gözlenmektedir. Bu parametreler Trabzon şehir coğrafyası özelinde ele alınarak yapı sanatına etki senaryoları gözleme dayalı araştırma teknikleri ile değerlendirilmiştir. Atmosferik nem yükselişi, sıcaklık, deniz seviyesi yükselmesi, rüzgârlar, iklimsel kirlenme, biyolojik değişkenler üzerinden çok farklı tehdit senaryoları belirlenebilmektedir.

³⁰ T. Sağlam, “İslam Mimarisinin Sembolik Anlatıları Üzerine Bir Deneme”, *International Journal of Interdisciplinary and Intercultural Art*, 5/10, 2020, s. 259.

³¹ Trabzon Kültür Varlıklarını Koruma Kurulu Bölge Müdürlüğü taranmış arşiv envanter listesi.

³² T. Akar, “Tarihi Ticari Merkezlerde Koruma ve Kullanım Sorunları”, *Tarihi Çevrede Koruma: Yaklaşımlar, Uygulamalar 14. Dosya*, TMMOB Ankara Şubesi, ss. 43-49.

Atmosferik Nem Değişikliği ve Trabzon Tarihi Kent Mimarlığı

Atmosferik nem değişikliği; yoğun yağışlara, deniz ve nehir etkili sellere, su tablasındaki seviye değişikliklerine, yeraltı su miktarlarındaki artışlara, nem döngülerindeki zamansal makas aralığının küçülmesine ve miktarın büyümesine, ıslaklık süresinin artışına, toprak kimyasında farklılaşmalara ve deniz suyu tuzundaki klorür değişimlerine sebep olmaktadır. İklim değişimlerine bağlı olarak gelişen atmosferik nem oranı başkalaşımının diğer olumsuz etkileri yanında Trabzon tarihi kent mimarlığının da fiziksel bozulmalarına yol açtığı belirlenebilmektedir.

Trabzon şehrinin de içinde bulunduğu Doğu Karadeniz bölgesi, yıllık yağış miktarı bakımından ülkemizdeki en önde gelen lokasyona sahip alandır. Trabzon tarihi kent mimarlığı her ne kadar bu ilkim kuşağı verileri göz önünde bulundurularak inşa edilmişse de iklim değişikliklerine bağlı olarak artan yağış miktarının oluşturduğu su kütlesindeki büyüklük, yapıdan tahliye için öngörülmüş drenaj sistemlerini zorlamaktadır. Su tahliye sistemlerinin yetersizliği nedeniyle yapı üzerinden zamanında atılamayan yoğun su birikimi, örtü sistemlerinin çatlama ve çökmesine sebep olmaktadır. Yapıların üzerinden zamanında atılamayan yağmur suları, taşıyıcı beden duvarlarına ve ana taşıyıcı paye/ayak/sütunlara inerek yapıların statüğünü bozmakta ve yıkılmalar kaçınılmaz olmaktadır. İklim değişikliklerine bağlı olarak gelişen yoğun yağışlar,



Resim 4. Trabzon Ayasofyası freskleri ve güney cephe rölyefleri

öncelikle Gülbahar Hatun Camii (1507) gibi kubbeli yapılarda, Ayasofya Müzesi (1250-1260) gibi tonozlu yapılarda ve İç Kale Camii (1470) gibi kırma çatılı yapılarda örtü sistemlerindeki dış koruma metal kaplamalarında paslanma ve korozyona sebep olmaktadır. Bozulan metal korumalardan sızan su, zamanla üst örtünün çatlamalarına sebep olmakta ve bu çatlaklardan yapı içlerine kadar inebilmektedir. Alçı ile temas eden su hem sıva hem de üzerindeki düz perdah tabakasını kabartmakta ve dökülmesine yol açmaktadır. Yapılarda bu ince perdah tabakası üzerine işlenen fresk³³, kalem işi süslemeler ve hat yazıları gibi dekoratif unsurlar, öncelikli olarak deformasyonlara uğramakta ve zamanla yok olmaktadır. Trabzon tarihi kent mimarisini oluşturan yapıların çok kısa zamanlı olarak yüzey sıva çatlama ve kabarmalarına sebep olan asıl etmenlerden birinin bu atmosferik nem değişikliklerinin olduğu unutulmamalıdır.

İklim değişimlerine bağlı olarak ortaya çıkan nehir ve deniz etkili seller, tarih boyunca insan yaşamını ve kültürünü etkilemiştir. 1332'de Çin'de Sarı Nehir üst üste taşmış ve bu durum 1332'de 7.000.000 Çinli'nin yaşamını yitirdiği ortaçağın en büyük sel felaketiyle son bulmuştur. Bölgede sel sonrasında sellere kapılmış sahipsiz ceset, su kirliliğine bu da Dünya'yı kasıp kavuran veba salgınının çıkmasına sebep olmuştur. Hastalıklı farelerin taşıdığı tespit edilen veba salgını, liman ticareti yoluyla Dünya'ya yayılmış ve yalnızca iki yıl içinde Batı Avrupa nüfusunun üçte birinin yok olmasına yol açmıştır³⁴. Bunun yanı sıra iklim değişimlerine bağlı olarak artan nehir ve deniz etkili seller, vadilere ve deniz kenarlarına yapılan yapıları da yok etmektedir. Ayrıca dere yataklarında oluşan ani seller, taşıdıkları alüvyonla



Resim 5. Trabzon İç Kale surları ve derin çatlaklar

³³ Hristiyan dini yapılarında dini kompozisyonlu temaların yer aldığı duvar resim sanatı.

³⁴ Özdemir, agm., s. 182.

deniz ağzlarını doldurmakta ve kıyı şeridinin daralarak içe çekilmesine sebep olmaktadır. Trabzon Antik Limanı, Zağnospaşa Vadisi dere yataklarının dolması sonucunda kaybolmuştur. Yakın zamana kadar Moloz bölgesindeki Trabzon Şehir Camii güneyindeki balıkçı esnafı işyerlerine kadar ulaşan deniz, günümüzde oldukça geri çekilmiş ve altında birçok batık kalıntısını örten kara katmanına dönüşmüştür. Pazarkapı semtinde inşası devam eden Kadınlar Hali binası nedeniyle yapılan kurtarma kazılarında çıkan bulgular, liman hinterlandının yaklaşık olarak 2,5-3 m taşınmış balçık dolgu malzemesi ile kaplandığını göstermektedir. Gerek Tabakhane Vadisi gerekse Zağnospaşa Vadisi boyunca devam eden Trabzon kale surları³⁵ ve dere yataklarına kurulmuş olan köprüler, bu sellerden etkilenmişler ve eğer önlem alınmazsa daha büyük tahribatlara maruz kalacakları anlaşılmaktadır.

İklim değişiklikleri nedeniyle meydana gelen atmosferik nem değişikliğinin yapı sanatı üzerine olan yıkıcı etkilerinden birisi de su tablasındaki seviye değişimleridir. Toprak tarafından bitki su ihtiyacından fazla olarak alınan su miktarı, yeraltı suyu tablasına kadar süzülmemekte ve buradaki su seviyesinin yükselmesine sebep olmaktadır³⁶. Trabzon şehir yerleşkesinde olduğu gibi eğimi yüksek alanlarda üzerine oturan şevin taşıyıcısı ana kayaların tutuculuğu zaten zayıfken su tablasındaki seviye yükselmesi, oluşan yeni basınç karşı ana kayanın dayanımını azaltmakta³⁷ ve taban kaymalarına sebep olmaktadır. Trabzon tarihinin yaşayan şahidesi mesabesinde olan Yukarı Hisar (İç Kale) sur duvarları ve kale içi yapılanmasının tahribine sebep olan etmenlerden birisi de su tablasındaki seviye değişimleridir. Zağnospaşa Vadisi'ne inen eğimli alanda meydana gelen çok hafif de olsa şevsel kaymalar, iki kademeli yapılan ana sur duvarlarında yatay ve dikey biçimli büyük çatlaklara sebep olmuştur. Boztepe yamaçlarına kurulu olan Kızlar Manastırı, Çukurçayır'da yer alan Kaymaklı Manastır-kule ve şapeli, Bahçecik'te bulunan Kilise Ayazması, Boztepe Ahi Evren Camii ve Boztepe'de günümüzde yeniden yapılmış olan Gözaçan Camii vb. birçok yapı sanatı numunesi su tablası seviye değişimlerinden kaynaklı yapı bozulmalarına maruz kalmaktadır. Ne yazık ki şevi taşıyan anakayaçlara insan eli ile yapılan bilinçsiz müdahaleler de bu yıkım sürecini hızlandırmaktadır.

³⁵ M. Yavuz, "Kanuni Devrinde Trabzon İçkale'de (Yukarı Hisar) Yapılan Sur Duvarı Yenilemesi ve Düşündürdükleri", *1. Uluslararası Kanuni Sultan Süleyman Sempozyumu*, Trabzon 24 - 26 Nisan 2018.

³⁶ E. İmamverdi, C. Gülser, "Taban Suyu Tablası Yüksekliğinin Değişimine Bağlı Olarak Taban Suyu Seviyesinin Matematiksel Modellenmesi", *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 9(1), 2021, 24.

³⁷ S. Eren, C. O. Aksoy, "Yeraltısu Seviyesinin Açık Ocaklarda Şev Duraylılığına Etkilerinin Araştırılması", *MT Bilimsel Yeraltı Kaynakları Dergisi* 17, 2020, 27.

İklim değişikliğine bağlı olarak gelişen aşırı yağış, erozyon ve toprak kayması riskini artırmaktadır. İklim değişikliğinin zemin stabilitesine yönelik heyelanlara yol açma riski ve bunların kültürel miras üzerindeki sonuçları, uzun süreli gözlem, ölçüm ve alan tanılama çalışmaları³⁸, göstermiştir ki Trabzon gibi eğimli alanlarda kurulu bölgeler ciddi tehdit altındadır. Birleşik Krallık'taki Derwent Valley Mills'in, Yunanistan Girit Adası Kandiye (Heraklion) surlarının, Ürdün'deki Petra antik kentinin planlı bir şekilde iklim değişikliği çerçevesinde incelenmesi neticesinde mevcut jeolojik tehlikelerin yanında gelecek için de önlenemez tehdit senaryoları not edilmiştir³⁹. Bu deneysel tetkik sonuçları, heyelan ve erozyonun yanı sıra kaya düşme tehlikesini de somut olarak ortaya koymuştur.

Atmosferdeki nem miktarının artması, gözenekli taş, tuğla ve ahşap malzemenin su çekme olasılığını yükseltmekte, iklim değişikliğinin bir etkisi



Resim 6. Trabzon İç Kale kazısı: Damgalı pipo ve desenli seramik parçası

olarak havanın ani soğuma ve ısınması nedeniyle de çözümlerine yol açmaktadır. Yapı ya da yapı elemanlarının ana taşıyıcıları üzerinde önce yüzeyde başlayan bu çözünme zamanla malzemenin yapısını bozarak mukavemet direncini düşürmekte ve telafisi çok güç deformasyonlara sebep olmaktadır. Bu durum bir yandan malzemenin nemlenmesi veya tozlaşmasını

³⁸ F. Cigna vd., “Understanding geohazards in the UNESCO WHL Site of the Derwent Valley Mills (UK) Using Geological and Remote Sensing Data”, *4th International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy)*, Apr 04-08 2016 Paphos, Cyprus. Bellingham: Spie-Int Soc Optical Engineering. Vol. 9688, 96990X, s. 17.

³⁹ M. Ravankhah, vd., “Integrated Assessment of Natural Hazards, Including Climate Change's Influences, for Cultural Heritage Sites: The Case of the Historic Centre of Rethymno in Greece”, *International Journal of Disaster Risk Science*, 10(3), 2019, s. 343–361; C. Margottini, vd., “Advances in Sustainable Conservation Practices in Rupestrian Settlements Inscribed in the UNESCO's World Heritage List”, *Procedia Earth and Planetary Science*, 16, 2016, ss. 52–60.

hızlandırırken diğer yandan uygun ortam oluşması nedeniyle istilacı bitki ve hayvan türlerinin çoğalmasını tetiklemektedir. Trabzon gibi kıyı şeridinde kurulu ve bol yağış alan bölgelerde yapıların birleştirici harç ve benzeri malzemesini tahrip eden en önemli unsurlardan birisi istilacı bitki ve böceklerdir. Su kemerleri, çeşmeler, hamam, ayazma, sarnıç gibi su ile ilişkili yapı örnekleri başta olmak üzere günümüzde işlevsel kullanım dışında kalan kale, cephanelik, mezarlık vb. gibi eserlerde ortaya çıkan yosunlaşma ve bitki istilası büyük yıkımlara sebep olmaktadır. Islanma ve kurumanın neden olduğu tuzların kristalleşmesi ve çözünmesi ayakta duran yapıları, arkeolojiyi, duvar resimlerini, freskleri ve diğer dekore edilmiş yüzeylerin tahribine sebep olmaktadır. 1839 yılında Hazine Darzâde Osman Paşa'nın yaptırdığı Çarşı Camii ana kubbeye geçiş pandantiflerinde ortaya çıkan deformasyonlar, çözünme kaynaklıdır.

Sıcaklık Değişimi ve Trabzon Tarihi Kent Mimarlığı

İklim değişimlerine bağlı olarak değişen sıcaklık değerleri tarihi kent mimarisini tehdit eden bir diğer eyleyendir. Sıcaklık değerlerindeki değişimler; küresel ısınmaya, donma/çözülme döngülerindeki artmalara, permafrost⁴⁰ eriyiklere, yüksek bağıl nem oranlarına, artan orman yangınlarına, mevsimsel ve fenolojik⁴¹ değişimlere sebep olmaktadır.

Sıcaklık değişimlerine bağlı olarak gelişen küresel ısınma, ülkemizde günlük sıcaklık değerlerinin hem gündüz ortalamalarında hem de gece ortalamalarında giderek yükseldiğini⁴² göstermektedir. Türkiye'deki Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait olan 109 istasyonda 1960-2010 yıllarına ait verilerin kullanıldığı araştırmada Trabzon kentinin de içinde bulunduğu Kuzey şeridinde bu iklim indisi eğiliminin oldukça yüksek seyrettiği kanıtlanmıştır. Sıcaklık



Resim 7. Trabzon Atarük Köşkü

⁴⁰ En az iki yıl boyunca donmuş olarak kalan katman. Mimaride alışılmışın dışında çözülme ya da genleşme.

⁴¹ Doğada doğal olmayan gelişmeler.

⁴² Ş. Şensoy vd., "1960-2010 Yılları Arası Türkiye İklim İndisi Trendleri", 6. Atmosfer Bilimler Sempozyumu, İstanbul 2013.

değerlerinin yükseldiği gün sayısı 39 gün/100 yıl olarak artış gösterdiği yine bu çalışma ile belgelenmiştir⁴³. Küresel ısınmanın sebep olduğu günlük sıcaklık değerlerindeki artış, termal streslere yol açmaktadır. İnşa döneminden itibaren bulunduğu yerin sıcaklık değerlerine alışık olan mimari yapı cepheleri bu termal stres sonrası ani deformasyonlara maruz kalmaktadır. Trabzon Ayasofyası güney narteksi kemer alınlığında yer alan figürlü kabartma bezemeleri (rölyef) gibi plastik süslü cepheler, bu termal stres yıkımından ilk etkilenen yüzeylerdir. Trabzon Yukarı Hisar (İç Kale) doğu sur duvarının güney kısmındaki kulede yer alan Osmanlı kitabesi gibi yapı kitabelikleri de bu termal stres sonucu bozulmaktadır. Öncelikle bosajlı taş örgü beden duvarlarına sirayet eden termal stres etkisi, zamanla bütün mimarinin cephe kompozisyonlarına geri dönülmez zararlar vermektedir.

Sıcaklık değerlerinin artması, bir yandan konforlu iklim sunma gerekliliğine bağlı olarak ortamı soğutmak-ısıtmak için kullanılan klima-kalorifer gibi teknolojiler sebebiyle maliyet girdilerini kabartmakta diğer yandan dış-ış sıcaklık arasındaki farkı artırmaktadır. Bu teknolojinin yapı içerisine montajı sırasında orijinal dokuya ciddi zararlar verildiği hepimizin malumudur. Bunun yanı sıra değişen ani sıcaklık değeri şoklarına maruz kalan başta ahşap doğrama yapı elamanları olmak üzere, birleştirici (harç), kaplama (sıva) ve nihayet taşıyıcı yapı malzemesi üzerinde çözümlere sebep olmaktadır. Art nouveau üslubuyla yapılan ve Anadolu'daki ender örneklerden biri olan Trabzon/Atatürk Köşkü'nün dış cephe kaplama sıvalarının dökülmesi de iç mekân alçı kabartma (stuko) süslemelerinin bozulması da bu ani ısı değişimleri sebebiyledir. Sıcaklık değerlerinin ani değişimlerinin tetiklediği yapı beden duvarlarında görülen terleme ıslaklığı, özellikle su basman seviyesine toplanarak taban döşemesine ve yapı



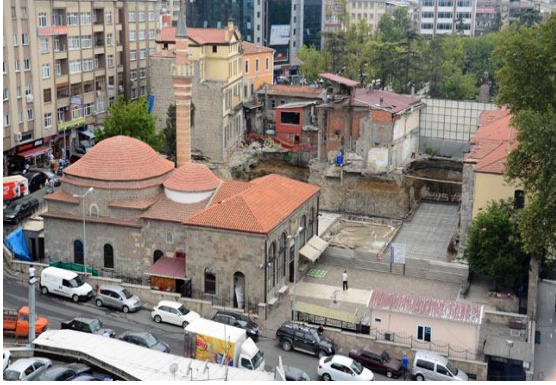
Resim 8. Atatürk Köşkü giriş kapı sundurma deformasyonları.

temellerine hasar vermektedir.

Ortahisar/Fatih Camii'nde olduğu gibi yapı çevresinin kot seviye yükselmesi neticesinde havasız kalan bina tabanı, rutubetlenerek mikroorganizma ve böceklerin çoğalacağı ortama dönüşmektedir. Ortahisar/İç Kale

⁴³ T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, *İklim Değişikliği ve Uyum*, Ankara 2020, s. 81.

Camii'nde olduğu gibi yol kotunun yükselmesi ile kapanan hava mazgalları taban döşemelerinin çok kısa sürede tahribine sebep olmaktadır.



Resim 9. Trabzon İskender Paşa Camii



Resim 10. Trabzon Hacı Kasım Camii

Sıcaklık değerlerinin artması neticesinde ortaya çıkan donma-çözülme etkili yapı bozulmaları, Trabzon gibi nem oranı yüksek şehirlerde diğer kentlere göre daha yıkıcı olmaktadır. Yaz-kış, gündüz-gece, iç-dış mekân arasında görülen ve sıcaklık değerlerinin ani

değişimlerine bağlı olarak gelişen mekanik çözülme, deniz etkili rüzgârların taşıdığı tuzlanmanın da dâhil olmasıyla mimari üzerinde büyük tahribatlara yol açmaktadır. Ortaya çıkan ısı farkları, buharlaşma döngülerinde artışlara sebep olmakta ve yapıların en sağlam malzemelerini dahi çözünürlüğe dâhil etmektedir. Denizsel rüzgâr etkili çözülme Zağnos Paşa Köprüsü⁴⁴ gibi vadi içlerindeki yapılara daha çok etki etmektedir. Köprünün ana taşıyıcıları olan kemer

taşlarındaki yüzeysel tozlaşma ve çözülme katmanı, yapının mukavemet direncini düşürmekte, köprü tabliyesinin faal kullanım neticesinde meydana gelen titreşimler ile de tahribat artmaktadır.

⁴⁴ Y. E. Şengül, "Trabzon Kent İçi Ulaşımında Köprüler", 38. *Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, 10 - 15 Eylül 2007, s. 3299-3305.

Sıcaklık değişimlerin sebep olduğu ısınma, mimari yapılarda permafrost eriyiklere yol açmaktadır. Yapı inşası esnasında kullanılan farklı malzeme türleri, ani ısınmalara karşı değişik tepkiler göstermektedir. Özellikle metal malzemenin genleşme-büzülme eğrisi taş ve ahşaba göre daha hızlı ve daha yoğun olduğundan ani ısınmalar, bu malzemeden mamul olan yapı elamanlarındaki bozulmaları hızlandırmaktadır. Üst örtü kaplama metal malzemenin aşırı genleşmesi-büzülmesi hem kaplamanın kendisine hem de koruduğu yapı elamanına zarar vermektedir. Ortahisar/Saraçzade Medresesi'nde⁴⁵ revak düzeninde, Ortahisar/İskenderpaşa Camii⁴⁶ son cemaat yerinde kemerler arası metal gergi kirişlerinde olduğu gibi yardımcı yapı elemanları deformasyonları gerçekleşmektedir. Trabzon tarihi kent mimarisinde Eski PTT binasında⁴⁷ olduğu gibi geç Osmanlı⁴⁸, erken Cumhuriyet dönemi sivil, ticari ve sosyal yapılarında⁴⁹ çok sık kullanılan demir şebeke pencere korkulukları, teras korkulukları ve kapı kanatları da permafrost eriyik tehlikesi ile karşı karşıyadır.

İklimsel sıcaklık artışının uzun yıllar boyunca stabil olan ve mevcut habitata uyum sağlamış toprak altındaki kültür varlıklarının bozulma⁵⁰ süresini hızlandırdığı yapılan analizlerle tespit edilmiştir⁵¹. Bu etkinin özellikle toprak altında kalmış ve bilimsel kazılarla ortaya çıkarılmayı bekleyen arkeolojik veri bakımından son derece tehlikeli olduğu anlaşılmaktadır. İklim değişimine bağlı olarak gelişen mikrobiyal farklılaşmanın bir sonucu olarak mezar yapıları ve iskeletler bakımından da önemli veri kaybı yaşanacaktır. Bu bakımdan Trabzon gibi arkeolojik kazı çalışmalarının çok geç başladığı alanlardaki kayıp oldukça büyük olacaktır.

⁴⁵ Ö. İskender Tuluk, "Harap şehrin Kayıp Mekânları: 20. Yüzyılın İlk Çeyreğinde Trabzon'un Tarihsel Topoğrafyası", *CIEPO Osmanlı Öncesi ve Osmanlı Araştırmaları Uluslararası Komitesi XVII. Sempozyumu Bildirileri*, Trabzon 2006, s. 242.

⁴⁶ Hamiyet Özen vd., *Trabzon Kent İçi Kültür Varlıkları Envanteri*, Trabzon 2010, s. 36.

⁴⁷ Kunduracılar Caddesi ile Semerciler Caddesi'nin kesiştiği Postane sokağında 1904 yılında Konstantin Kabayanidis tarafından yaptırılan iş yeri ve konut binası.

⁴⁸ D. Kuban, *Osmanlı Mimarisi*, YEM Yayınları, 2007, s.602.

⁴⁹ M. Yavuz, "Trabzon Tarihi Kent Mirasından Bir Grup Yapının Cephe Tasarımları Üzerine", XI. Ortaçağ-Türk Dönemi Kazı Sonuçları ve Sanat Tarihi Araştırmaları Sempozyumu, İzmir 17 - 18 Ekim 2007, ss.427-441.

⁵⁰ E. C. Saltık, "Taş ve Seramik Eserlerin Özelliklerinin ve Bozulmalarının Koruma Amacıyla İncelenmesi", *I. Ulusal Taşnabilir Kültür Varlıkları Konservasyonu ve Restorasyonu Kolokyumu*. 107-123.

⁵¹ H. P. Blankholm, "Long-Term Research and Cultural Resource Management Strategies in Light of Climate Change and Human Impact", *Arctic Anthropology*, 46(1-2), 2009, s. 17-24.

Çünkü Trabzon'da kurulduğu yazılı kaynaklarla belirlenen, Plesglar⁵², Miletoslular⁵³, Mithradesler⁵⁴ gibi birçok medeniyetin arkeolojik bulgularına henüz ulaşamamıştır.

Sıcaklık artışına bağlı olarak gelişen yüksek bağıl nem oranı, tuğla malzeme ve gözenekli taş türlerinde nem emilimini artırır ve küf oluşumunu hızlandırır. Nemi artan yüzeylerde giderek biriken kükürt dioksit, metal ve cam üzerinde daha yoğun olmak üzere yapı malzemelerinde korozyonlara sebep olmaktadır. Kostaki Konağı'nda olduğu gibi İtalya'dan ithal edilen vitray ve avize camları, konağın iç ısıtma merkezi şömine ve tesisatı bu korozyonel yıpranmanın tehdidi altındadır. Yüksek bağıl nem, yerel ustalar tarafından sanatkârane üslup ve el becerisi ile yapılmış ahşap yapı malzemesinin şişme, tozlaşma ve parçalanmalarına, applike ve oyma teknikli bezemelerin yok olmasına neden olmaktadır. Ayrıca yüksek bağıl nem, açık havada bulunan mezar taşlarının daha çabuk yosunlaşmasına sebep olmaktadır. Bu yosunlaşma ve küf oluşumu, Ortahisar/Hamzapaşa Mezarlığı'nda olduğu gibi mezar taşlarının yazı ve süslemelerini, sembol ifadelerini çok kolay tahrip etmektedir.



Resim 11. Trabzon Hamza Paşa Mezarlığı.

Sıcaklık artışının bir diğer yıkıcı etkisi de kolay yangınlara sebep olmasıdır. Ahşap malzemenin fazla miktarlarda kullanıldığı Trabzon tarihi kent mimarisinde bu yangınlar çok sayıda yapının yok olmasına sebep

⁵² J. P. Falmerayer, *Doğu'dan Fragmanlar*, (Çev. H. Salihoğlu), İstanbul 2002, s. 62.

⁵³ S. P. Karpov, *Trabzon İmparatorluğu Tarihi*, (Çev. E. Uzun), İstanbul 2016, s. 23.

⁵⁴ M. Goloğlu, *Trabzon Tarihi (Fetihten Kurtuluşa Kadar)*, İstanbul 2013, s. 30.

olmaktadır. Nitekim 1863 yılında çıkan yangında Trabzon hükümet konağı ve bölge hapishanesi yanmıştır⁵⁵. Hacı Kasım Camii yerindeki ahşap mescit 1821 öncesinde yanarak⁵⁶ yok olmuştur. Ayrıca şehir merkezi dışında son zamanlarda artan orman yangınlarının sebep olduğu ekolojik kayıplar yanında rüzgârlar ile taşınan kül ve kurum katmanı kültürel miras üzerine çökmektedir. Tarihi kent mimari mirasının yüzey renk kararmasına sebep olan bu felaket, ormanlarla çevrili Trabzon için de son derece tehlikeli sonuçlara gebe dir.

Deniz Seviyesi Yükselmesi/Çekilmesi ve Trabzon Tarihi Kent Mimarlığı

İklim değişimlerine bağlı olarak gelişen deniz seviye yükselme ve çekilmeleri; nundation⁵⁷ ve artan sel olaylarına, fırtına dalgalarının sıklık-şiddet artışına, kıyı erozyonu artışına, su tablası seviye yükselmesi gibi doğa ve yapı sanatını derinden etkileyen değişkenleri beraberinde getirmektedir. Karadeniz gibi çok hareketli olan denizlerde bu etkilerin daha yıkıcı olduğu gözlenmektedir.

Yükselen deniz seviyesi, kıyı bölgelerinde bulunan kültürel miras için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Akdeniz'e kıyısı olan kentlerin risk altındaki kültürel mirası⁵⁸, Sicilya'daki Motya arkeolojik sit alanı⁵⁹, Kanarya Adaları⁶⁰, Almanya'daki arkeolojik alanlar⁶¹, Amerika Birleşik Devletleri'nin güneydoğusunda sular altında kalma riski altındaki arkeolojik alanlar⁶², Trabzon kıyılarına da çok benzeyen Gürcistan'ın kent kıyıları⁶³ iklim değişikliğinin sebep olduğu deniz seviye yükselmesi ile alakalı olarak, yapı

⁵⁵ M. Yavuz Erler, "1870 Yılında Doğu Karadeniz'de Çıkan Yangın ve Etkileri", "Tarih Araştırmaları Dergisi", 20 (31), 2000, s. 210.

⁵⁶ Trabzon Kültür Varlıklarını Koruma Kurulu Arşivi, Tescil Fişi.

⁵⁷ Toprağın ihtiyacından fazla olan su miktarının kara katmanı yüzeyinde kalması.

⁵⁸ L. Reimann, vd., "Mediterranean UNESCO World Heritage at Risk from Coastal Flooding and Erosion Due to Sea-Level Rise", *Nature Communications*, 9(1), 2018, s. 4161.

⁵⁹ R. Ravanelli, vd., "Sea level rise scenario for 2100 A.D. for the archaeological site of Motya". *Rendiconti Lincei Scienze Fisiche e Naturali*, 30(4), 2019, s. 747–757.

⁶⁰ F. García Sanchez, vd., "Cultural Heritage and Sea Level Rise Threat: Risk Assessment of Coastal Fortifications in the Canary Islands", *Journal of Cultural Heritage*, 44, 2020, 211–217.

⁶¹ M. Heilen, vd., "Modelling Resource Values and Climate Change Impacts to Set Preservation and Research Priorities". *Conservation and Management of Archaeological Sites*, 20(4), 2018, s. 261–284.

⁶² Anderson, D. G., "Sealevel Rise and Archaeological Site Destruction: An Example From the Southeastern United States Using DINAA (Digital Index of North American Archaeology)". *PLoS One*, 12(11), 2017, s. 1-25.

⁶³ Heilen, 2018, s. 279.

sanatı üzerine günümüzde ve gelecekteki etkileri bakımından, tamamlanarak bilimsel çıktılarının paylaşıldığı bir dizi araştırmaya konu olmuştur. Bu araştırmalar, öncelikle sualtı ve batık arkeoloji kalıntılarının, sığ su erozyonu ve balçık kaplama katmanı bakımından tehdit altında olduğunu göstermiştir. Su altında kalan arkeolojik alanlar için bir örtü görevi gören deniz otu, yosun vb. katmanın erozyonunu hızlandıran, şiddeti yüksek ve büyük dalgalanmaların sualtı mirasını yok ettiği tespit edilmiştir. Resif alanındaki tortu dengesini de etkileyen deniz seviye yükselmesi, habitat ile birlikte kıyı arkeolojisini de yok etmektedir.



Resim 12. Trabzon İç Kale surları bitki istilası.

Deniz seviye yükselmesine bağlı olarak artan yağmurlar, kıyı şeridinde denizle birleşen ve doğal bariyer işlevi gören ormanların yok olması sonucu daha yıkıcı selleri⁶⁴ tetikleyecektir. Bu kıyı selleri, gemi enkazlarını ve kıyı şeridinde yatay mimari tasarımıyla yapılan iki katlı geleneksel mimari yapı örneklerinin temel seviyelerinin su altında kalmasıyla başlayan yıkılma sürecini hızlandıracaktır. Yükselen deniz seviyesi ile birlikte daha sıklaşan fırtına dalgaları, kıyı mirası alanlarını etkileyen kıyı taşkınlarının sıklığındaki artış, kıyı erozyonunu çoğaltacak ve bu da denizin yeniden şekillenmesine neden olacaktır. Dalga hareketlerindeki büyüklük ve şiddet ivmesindeki büyüme, sismik titreşimlere sebep olmaktadır⁶⁵ ve alan yıkımını daha da hızlandırmaktadır. Kıyılarda⁶⁶ taşkınları önlemek için yapılan

bariyerlerin zamanla yıpranarak çökmesi, çok daha büyük yıkımları beraberinde getirecektir. Denizin taşkın sularına bir kez maruz kalmış olursa bile deniz suyu tuzunun mimari yapı malzemeleri için son derece zararlı

⁶⁴ M. L. Berenfeld, "Climate Change and Cultural Heritage: Local Evidence, Global Responses", *The George Wright Forum*, 25(2),2008, ss. 66–82.

⁶⁵ Mattei, G., vd., "A Tool for Evaluating the Archaeological Heritage Vulnerability to Coastal Processes: The Case Study of Naples Gulf (Southern Italy)", *Ocean & Coastal Management*, 2019, s. 13.

⁶⁶ B. Duru, *Kıyı Yönetiminde Bütüncül Yaklaşımlar ve Ulusal Kıyı Politikası*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2001, s.23.

olduğu bilinmektedir. Bunu Venedik şehrindeki koruma çalışmalarında⁶⁷ çok daha somut olarak görebilmekteyiz.

İklim değişikliklerine bağlı olarak ortan sıcaklığın deniz suyunu ısıttığı yapılan araştırmalar⁶⁸ ile tespit edilmiştir. Isınan deniz suyunun oksijen seviyelerinde deniz suyu tuzluluk oranlarında büyük değişiklikler⁶⁹ ortaya çıkmaktadır. Ayrıca artan deniz suyu tarafından atmosferdeki karbondioksit emilimindeki artış su asitleşmesini beraberinde getirecek ve bütün canlı hayatında olduğu gibi mimari mirasın da yıpranma ve yok olma sürecini hızlandıracaktır. Ayrıca deniz suyu asitleşmesi metal malzemenin korozyon oranını artırarak aşınmasını⁷⁰ Bunun yanı sıra iklim değişimlerine bağlı olarak yağışların artmasına sebep olan deniz seviye farklılaşması, hidrolojik döngünün yoğunlaşmasını, deniz suyu tuz oranının artmasını ve buharlaşmanın yoğunlaşmasını beraberinde getirmektedir. Bütün bu değişimler resif alanlarında beklenmedik organizma farklılaşmasına ve artmasına⁷¹ sebep olmaktadır. Bu farklılaşma, sualtı arkeolojisini de batık enkazlarını da aslında iyi korunmuş nitelikli kalıntıları da istilacı türlerin tahribine maruz bırakmaktadır. Deniz seviyesi yükselmesi, artan yağışlar ve sıcaklık değerlerindeki ısınma, son yıllarda özellikle kıyı alanlarında buharlaşmanın daha yoğun bir şekilde gerçekleştiğini ortaya



Resim 13. Trabzon kıyı dolgusu ve Trabzon Şehir Camii.

⁶⁷ Di Sipio, E., Zezza, F., “Present and Future Challenges of Urban Systems Affected by Seawater and its Intrusion: The Case of Venice”, *Italy, Hydrogeology Journal*, 19(7), 1387–1401.

⁶⁸ E. Perez Alvaro, E., “Climate Change and Underwater Cultural Heritage: Impacts and Challenges”. *Journal of Cultural Heritage*, 21, 2016, s. 842–848.

⁶⁹ J. Wright, “Maritime Archaeology and Climate Change: An Invitation”, *Journal of Maritime Archaeology*, 11(3), s. 255–270.

⁷⁰ Perez, 2016, s. 845.

⁷¹ P. J. Durack, “Ocean Salinities Reveal Strong Global Water Cycle Intensification During 1950 to 2000”, *Science*, 336(6080), 2012, p. 450.

koymuştur. Trabzon gibi kıyıya paralel uzanan yüksek dağlar ile deniz arasında kalan yerleşmelerin yoğun buharlaşma sebebiyle nemlilik oranı artmakta bu da mantar⁷², küf ve termitler gibi istilacı türlerin artmasına sebep olmaktadır. Trabzon'da yapılan yüzey araştırmaları ve arkeolojik kazı tecrübeleri, mevcut kültürel mirasa yönelik en büyük tehditlerden birinin de bu istilacı türler olduğunu göstermiştir.

İklim değişikliğinin tetikleme sonrasında ortaya çıkan nundation ve artan sel olayları, Trabzon gibi kıyı şeridi şehirlerinde, tersane⁷³, liman⁷⁴, deniz feneri⁷⁵, liman hinterlandı yapıları⁷⁶, gümrük yapıları⁷⁷, ticari yapılar⁷⁸, alt yapı sistemleri başta olmak üzere tarihi kent mimarisinin ya fiziksel eskime hızına ivme kazandırmakta ya da tamamen yok olmasına sebep olmaktadır. Deniz seviyesindeki yükselme bir yandan kıyı taşkınlarına diğer yandan eğimli



Resim 14. Trabzon Büyük Fatih Camii kuzey giriş sütun başlığı.

⁷² M. Dunkley, "Climate is What We Expect, Weather is What We Get: Managing the Potential Effects of Climate Change on Underwater Cultural Heritage", (Ed. In W. Willems, H. van Shaik), *Water and heritage: Material, conceptual, and spiritual connections*, 2015, p. 220.

⁷³ Rumeysa Kars, "18. Yüzyılın İlk Yarısında Karadeniz Bölgesi'ndeki tersane Ocaklarının Osmanlı Donanması Açısından Önemi ve Askeri Lojistik Potansiyeli", (Ed. Mehmet Okur vd.), *Geçmişten Günümüze Karadeniz'de Ulaşım*, Trabzon 2020, s. 114-142.

⁷⁴ Süleyman Çiğdem, "Eskiçağda Trabzon Limanı: Askeri ve Ekonomik Yönden Gelişimi ve Doğu-Batı İlişkilerinde Rolü", *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10 (2), s. 133-155.

⁷⁵ Zeynel Özlü, M. Murat Çay, "Fenerlerin Deniz Ulaşımındaki Rolü ve Karadeniz Sahillerinde Kurulan Fenerler", (Ed. Mehmet Okur vd.), *Geçmişten Günümüze Karadeniz'de Ulaşım*, Trabzon 2020, s. 81-114.

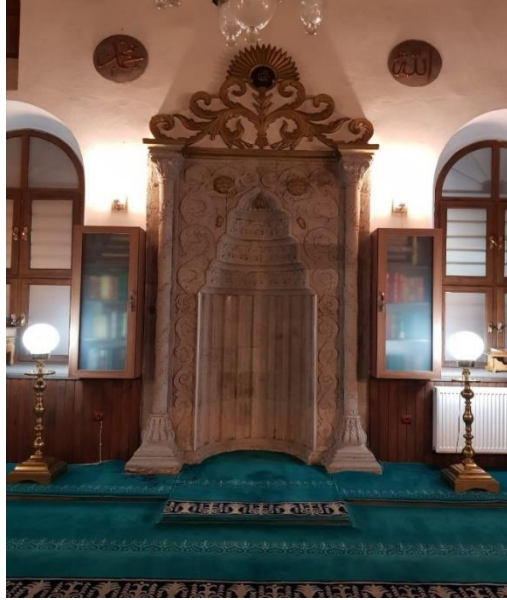
⁷⁶ Necmettin Aygün, *Trabzon Gümrüğü 1750-1800*, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara 1997, s. 78-79.

⁷⁷ Temel Öztürk, "Osmanlılar Zamanında (1650-1750) Trabzon Gümrüğünün İşletim Sistemi", *Uluslararası 9. Türk Deniz Ticareti Tarihi Sempozyumu*, 4 - 05 Mayıs 2017, s. 1-13.

⁷⁸ Tuluk, Ö. İ., Düzenli, H. İ., *Trabzon Kent Mirası: Yer-Yapı-Hafıza*, İstanbul 2010, s. 372.

yamaçlardan gelen suyun drenaj sorununa sebep olmaktadır. Kıyı şeridinde suya doymuş olan toprak yüzeyinde kalan su, bu alandaki yapıların oturduğu zeminin ıslanmasına, temel seviyesinde yapıların statik değerlerinin bozulmasına ve nihayet çürüme-çatlama-çökmelere sebep olmaktadır. Bunun yanı sıra yamaçlardan akan suların taşıdığı alüvyonel birikinti miktarları artmakta, yapıların toprağa gömülme süresini hızlandırmaktadır. Antik Trabzon (=Hadrianus) Limanı da, Araklı (=Hyssos) Limanı da bu şekilde kaybolan⁷⁹ yapı sanatı örneklerindedir. Doğal dolgu yanında insanların kıyı bandını denize doğru genişletme çabaları da alanda kara katmanı altına kalan yapı numunelerinin izlerini sürmeyi daha da zorlaştırmaktadır. Nitekim Trabzon eski liman ağzı moloz dökülerek kapatılmış ve üzerine de Trabzon Şehir Camii inşa edilmiştir.

İklim değişikliği ile şiddeti, büyüklüğü ve oluşma sıklığı artan fırtına dalgalarının kıyı şeridini tahribi oldukça hızlanmıştır. Bu tahribatı engellemek isteyen yönetimler, denizin resif bölgesi ilerisine yüksek set tabliyeleri yapmakta ve elde edilen alan imara açılarak kullanıma sunulmaktadır. Su altı yüzey araştırması ve arkeolojisi araştırılmadan yapılan bu müdahaleler, mevcut tarihi kalıntılara bir daha ulaşamama sorunsalına dönüşmektedir. Bunun yanı sıra tarihi çevre ile doğa arasına ayırıcı, modern ve çok geniş bir şerit oluşturulmakta, esasında olması gereken doğa ve kent mimari



Resim 15. Trabzon Konak Camii mihrabı.

birlikteliği görünüşü kaybolmaktadır. Yaroz Burnu'da 1885 yılında yaptırılan deniz fenerinin daha gerisinde eski bir deniz fenerinin olduğu⁸⁰ fakat kıyı şeridinin denize doğru doldurulması ile bu eski fenerin işlevini yitirdiği ve yok olduğu anlaşılmaktadır.

⁷⁹ Osman Emir, "Yüzey araştırmaları ve Antik Kaynaklar Işığında Güneyden Trabzon ve Araklı Limanlarına Ulaşan Tarihi Yollar", (Ed. Mehmet Okur vd.), *Geçmişten Günümüze Karadeniz'de Ulaşım*, Trabzon 2020, s. 2.

⁸⁰ Özlü, Çay, a.g.m., s. 96.

Rüzgârlar ve Trabzon Tarihi Kent Mimarlığı

İklim değişikliğine bağlı olarak gelişen rüzgârlar, esinti kaynaklı yağmurlara, tuz ve mikroorganizma taşınmasına, kum fırtınalarına, esinti yön değişimlerine neden olmaktadır. Rüzgârlar, mimari mirasa taşıdıkları değişik madde kaynaklı hasarın yanında hız yükselmeleri ile de zarar vermektedirler. Trabzon'da yapılan ölçümlerde, 8 veya daha büyük (bofor) kuvvetinde, hızı ise 63 km/saate çıkan ve fırtına olarak tanımlanan⁸¹ hava olaylarının son 30 yılda giderek arttığı gözlemlenmiştir⁸². Fırtınalar ile birlikte gelişen bu kuvvetli esintiler, Trabzon gibi kıyı yerleşimlerinde özellikle denize dönük yamaçlardaki mimari miras üzerinde büyük tahribatlara sebep olmaktadır. Rüzgâr hızı ve yönündeki değişikliklerin yanı sıra fırtınalar sırasında esen bu rüzgârların esinti kaynaklı yağmurlarla birleşmesi, tarihi kent yapı sanatında büyük deformasyonlara sebep olmaktadır⁸³.

İklim değişikliğine bağlı olarak gelişen rüzgârlar, yapıların üst örtü sistemleri ile duvarların oyuk ve derzlerine bitki tohumları taşırlar ve bu alanlara tutunmalarını sağlarlar. Trabzon gibi nemi bol olan kıyı yerleşmelerinde bu tohumlar kısa sürede büyür ve yapıyı bitki istilasına maruz bırakır. Özellikle kullanım dışı kalan tarihi yapılarda bu bitki istilası büyük hasarlara sebep olur. Rüzgârlar denizden taşıdıkları tuzların yapı yüzeylerine, birleştiricilere, kaplama malzemesi üzerine taşınması sonucu da anıtsal yapılara çözülme yolu ile büyük zararlar verirler. Rüzgârların taşıdığı kum yapı yüzey aşınmalarının başlıca eyleyeni olarak iklimsel değişim ile daha yıkıcı olmaktadır.

İklim değişikliği ile artan denizsel buharlaşma içerisindeki tuz ve mikroorganizmalar, artan rüzgârlarla karaya taşınmaktadır.

Trabzon'da deniz yönünden esen rüzgârlar, yüksek Doğu Karadeniz Sıradağları'nı aşıp iç bölgelere yayılmadığı için



Resim 16. Trabzon Zağnos Paşa Köprüsü

⁸¹ İ. Engin, "Trabzon'da Fırtınalar", *Doğu Coğrafya Dergisi*, 12, s. 125.

⁸² Engin, a.g.m., s. 131.

⁸³ Grossi, C. M., Brimblecombe, P., "Effect of Long-Term Changes in Air Pollution and Climate on the Decay and Blackening of European Stone Buildings", *Geological Society*, 271(1), 2007, p. 121.

içerisinde yüklü olan bu kimyasalların büyük bir miktarını kent merkezine taşımaktadırlar. Anıt yapıların cephelerine, üst örtülerine taşınan tuz⁸⁴, yapı malzemesinin kolay çözülmesini sağlamaktadır. Ayrıca yapı malzemesi yüzeyine taşınarak tutunan bu kristalleşme, çiçeklenme yoluyla renk değişimlerine⁸⁵ sebep olmaktadır. Rüzgârın sebep olduğu erozyon yoluyla taşınan tuz tanecikleri, diğer parçacıklarla birleşerek⁸⁶ yapılar üzerindeki bozulma riskini artırmaktadır. Ayrıca rüzgâr ile taşınan diğer parçacıklar, tuz bileşenlerinin gücünü ve gidebilecekleri mesafeleri artırarak daha geniş alanlara tesir etmelerini sağlamaktadırlar.

İklimin Kirliliğe Etkileri ve Trabzon Tarihi Kent Mimarlığı

İklim değişimlerine bağlı olarak artan hava kirliliği üzerine yapılan araştırmalar, kirliliğin tarihi kent mimarisine üzerine önemli ölçüde zararlar verdiğini⁸⁷ ortaya koymuştur. Değişen iklimlerle hem miktarı hem de etki alanı genişleyen hava kirliliği, su buharı ile reaksiyona girerek asit yağmurları biçimine dönüşmektedir⁸⁸. Bu yağmurlar, yapı sanatı mirasının fiziksel eskime hızını artırmakta ve yıkım sürecine⁸⁹ ivme kazandırmaktadır. Asit yağmurlarının yapı sanatı üzerindeki etkileri, iklim değişikliğine bağlı olarak artan hava olayları nedeniyle giderek yoğunlaşmaktadır. Yapıları oluşturan malzemenin türüne bağlı olarak değişen bu etki⁹⁰, ahşap ve metal malzemenin çok daha hızlı deformasyonlarına sebep olmaktadır. Asit yağmurları, kireç taşlarını, mermerleri, traverten ve kalsit bağlayıcılı kum taşlarını daha çok etkilerken, saf kumtaşı ve granitlere daha az zararlar⁹¹ vermektedir.

⁸⁴ A. Erkal, vd., “Assessment of Wind-Driven Rain İmpact, Related Surface Erosion and Surface Strength Reduction of Historic Building Materials”, *Building and Environment*, 57, 2012, p. 340.

⁸⁵ C. Sabbioni, vd., “The atlas of climate change impact on European cultural heritage”, *Scientific analysis and management strategies*, Anthem Press, 2010.

⁸⁶ A. Haugen, J. Mattsson, “Preparations for climate change's influences on cultural heritage”. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 3(4), 2011, p. 391. <https://doi.org/10.1108/17568691111175678>

⁸⁷ B. Y. Büyükakıncı, “Hava Kirliliğinin Tarihi Eserlere Etkisi ve Alınması Gereken Önlemler”, *ABMYO Dergisi*, 19, 2010, s. 47.

⁸⁸ Büyükakıncı, a.g.m., s. 48.

⁸⁹ A. Sezginer, “Hava Kirliliğinin Yarattığı Eski Eser Yağması”, *Çevre Koruma Dergisi*, 12, 1982.

⁹⁰ O. S. Angı, “Kargir Yapılardaki Koruma ve Onarım Çalışmalarında Doğal Taşların Jeo-mühendislik Özelliklerinin Önemi”, *Kargir Yapılarda Koruma ve Onarım Semineri V Bildiri Kitabı*, 165-176.

⁹¹ Büyükakıncı, a.g.m. s. 48.

Duman partiküllerinin isli bir tabakaya bürünmesi ile tarihi yapıların yüzey kararması şeklinde başlayan hava kirliliği tesiri, giderek yapı bileşenleri üzerinde yıkıcı etkilere dönüşmektedir. Yapı yüzeylerine asidik yağmur ve rüzgâr marifetiyle taşınan sülfat türleri, su ile kolaylıkla reaksiyona girerek çözünebilir ve bulunduğu yüzeyin erimesine, korozyonuna sebep olur.

Uçucu olmadığı için taşındığı yüzeyde birikebilen ve kuvvetli bir asit türü olan sülfürik asitler, yapı içlerine de kolaylıkla sızabilmektedirler. Tarihi eserin bir yandan içyapı malzemesinin⁹² bozulma hızını artırırken diğer yandan yapı elemanlarının ve dekoratif unsurların deformasyonlarına sebep olmaktadır. Bu asit birikmesi, kireçli sıva ve boyalarla reaksiyona girer ve duvar resimlerinde kopmalar ve renk solmaları meydana gelir. Kirli hava ile taşınan asitlerin demir, bakır, hatta çelik gibi metalleri paslanma ve korozyon yolu ile deforme ettiği⁹³ belirlenmiş bir gerçektir. Bunun yanı sıra müzelerin içerisinde teşhir edilen kâğıt ve dokuma seksiyonları başta olmak üzere değerli koleksiyon malzemelerinin yapısını bozmakta ve dokularını zayıflatmaktadır. Kâğıtlarda sararma ve kırılmağa, yün ve ipek gibi protein temelli malzemede renk solmasına, parşömen ve deride kırmızı lekeler oluşmasına sebep olmaktadır⁹⁴. Ayrıca müze bahçelerinde, açık alanlarda sergilenen inorganik malzemenin (mermer⁹⁵, kireçtaşı vb.), sülfürik asit içeren yağmur suları ile yıkanması ayrışmalara neden olur ve zamanla taş yüzeylerinde önemli tahribatlar meydana gelir.



Resim 17. Trabzon Eski PTT binası 1845 İngiltere imalatı "Milners" çelik kasa arması. (F. Akçay)

⁹² A. Uygur, "Müzelerde Bulunan Tarihi Tekstil Ürünlerinin Korunmasını Etkileyen Koşullar ve Alınabilecek Önlemler", *I. Ulusal Taşınabilir Kültür Varlıkları Konservasyonu ve Restorasyonu Kolokiyumu*. s. 65-73.

⁹³ A. H. Kuzucuoğlu, M. Polat, "Kültürel Mirasın Korunması Yönelik Hava Kirliliği Analizi: Vakıflar Genel Müdürlüğü Türk İnşaat ve Sanat Eserleri Müzesi Depolama Alanları Örneği", *Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 2014, s. 48.

⁹⁴ Büyükkakıncı, a.g.m., s. 49.

⁹⁵ H. Böke, "Mermerin Kükürt Dioksit İle Olan Bozulmasının Bazı Kimyasal Malzemeler İle Kontrolü", *I. Ulusal Taşınabilir Kültür Varlıkları Konservasyonu ve Restorasyonu Kolokiyumu*. 131-139.

İklim değişikliğine bağlı olarak artan kirli atmosferde bulunan diğer bir kükürtlü bileşik türü olan hidrojen sülfür⁹⁶, gümüş eserlerle tepkimeye girerek nesne yüzeyinde kalınlaştıkça koyulaşan bir tabaka oluşturur⁹⁷. Kirlenen hava içerisinde bulunan bir diğer asit türü de hem inorganik hem de organik malzemeyle tepkimeye girerek oksidasyon yoluyla bozulmalara neden olan nitrik asitlerdir. Aslında doğal olarak yüksek atmosferde oluşan ozon gazı ise şehir ortamında, ulaşım araçlarının yakıt atıkları, elektronik cihazlar, elektrostatik hava temizleyicileri marifetiyle yüzeye yakın alanlarda da ortaya çıkmaktadır. Kuvvetli oksitleyici bir özelliği olan ozon, organik malzemenin molekül bağlarını parçalar ve kauçuk vb. malzemenin yapısını çok hızlı bir şekilde bozar. Mimaride kullanılan birleştirici ve kaplama malzemelerini de ayrıştıran bu asidik oluşumlar, Trabzon şehrinde görülen yüksek nem ile birleşerek daha büyük deformasyonlara sebep olmaktadır.

Özellikle karbon kaynaklı enerji türlerinin kullanılması neticesinde oluşan is tanecikleri, yanmamış karbon, uçucu kül ve havada savrulan kimyasal duman biçiminde yapı numunelerinin dış yüzeylerine sarılmakta kirli, kararmış bir katman oluşturmaktadır. İS tanecikleri ile kirlenen hava, nem ve yağmur ile birleşerek yapı yüzeylerinden akmakta ve örtü ve cepheleri sarmaktadır. Yüzeye sıvayan bu katman, ısınan havalarda malzemeye yapışmakta ve çok çirkin bir görünüm arz etmektedir. Aynı zamanda oluşan bu kirli kara katmanın temizlenmesi sırasında malzemede çözülme ve



Resim 18. Atatürk Köşkü radyatör detayı.

parçalanmalar oluşturmaktadır. Havada dolaşan bu kirlilik, rüzgâr marifetiyle bina içlerine de taşınabilmektedir. Bina içerisindeki yapı elamanları, taşınabilir objeler ya da sergilenen envanter üzerinde de bünyesinde nem tutabilen kirli bir katman birikir. Bina içine ziyaretçilerin giysileri ile taşınan kumaş havı, deri, tüy gibi organik maddeler bu malzemenin üzerindeki katman ile tepkimeye girerek mantar sporları ve higroskopik kütleler oluştururlar. Bu durum, başta malzeme yapı bozulması

⁹⁶ Kuzucuoğlu, Polat, a.g.m., s. 56.

⁹⁷ Büyükkakıncı, a.g.m., s. 49.

olmak üzere, renk değişimi, çatlama, kabarma ve yüzey perdah havı atmalarına sebep olmaktadır.

Sonuç ve Değerlendirme

Sosyal, politik, ekonomik ve kültürel gelişmelerin toplamı olarak da tanımlanan mimari, insanın yaşamış olduğu yerlerde yıllardır vardır ve olmaya da devam edecektir. Mimari mirasın temsilcileri olan yapı sanatı numuneleri, üstlendiği tarihi ve kültürel mesajı, yeni nesillere taşımak ve bu ileti sürekliliğinin sağlanması gibi büyük bir göreve talip olmuştur. Sosyal ve yaşam kültürünün kavşağında yer alan mimari, bir milletin ulusal ve uluslararası fiziksel temsili işaretidir. Bu nedenlerle tarihi mimari mirasın her nesil için kendinden sonraki ardıllarına aktarılma görevi bilincinde olması elzemdir.

Tarihi mimari mirasın eskimesine ve yok olmasına neden olan etkenlerden birisi de iklimsel değişimlerdir. Her ne kadar iklim değişikliği ile ilgili söylemsel bir fikir birliği oluşturulmuşsa da gereken tedbirlerin alınması anlamında yeteri kadar çabanın sarf edilmediği gözlenebilmektedir.

İklim değişikliği ile ortaya çıkan negatif etkiler, ayrıntılı olarak bütün alanlarda işlenmeli, incelenmeli ve gerekli saptamalar yapılmalıdır. İklim değişikliği yapı sanatı korunması⁹⁸ bakımından da daha detaylı çalışmalar ile değerlendirmeli ve gerekli tedbirler alınmalıdır. Ortaya çıkan yeni şartların yapı sanatı üzerine olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi için değişime nasıl ayak uydurulacağı sorusunun cevapları aranmalıdır.



Resim 19. Trabzon İç Kale Bizans Saray yapısı kalıntıları.

⁹⁸ N. Naycı, N. Ş. Güçhan, “Tarihi Çevre ve Kıyı Koruma: Tanımlar, Araçlar, Sorunlar”, (Ed. E. Özhan), *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VI. Ulusal Konferansı Bildiriler Kitabı*, s. 151-162.

Dünyanın ve Türkiye'nin birçok bölgesinde artan sıcaklıklara bağlı olarak gelişen kuraklık, tatlı su kaynaklarındaki kıtlık, atmosferik nem değişkenliği, yağış tür ve miktarındaki değişimler, deniz seviyesi yükselti farklılaşmaları, rüzgârlar ve hava kirliliği gibi eyleyenler iklim değişikliği ile ilişkilendirilmektedir. Ülkemizde son yıllarda art arda yaşanan aşırı yağış ve dolu gibi olağandışı hava olayları, büyük yıkımlara sebep olmuştur. İklim değişikliğinin etkileri giderek gündelik hayata sirayet etmekte, kent nüfusunun gündelik hayatını ve kentin ekonomik aktiviteleri ile birlikte tarihi ve doğal çevreyi de etkiler duruma gelmektedir. Yükselen deniz seviyeleri, şiddetli fırtınalar, ani gelen yaz yağışları, seller, sık ve güçlü tropikal kasırgalar ve sıcak hava dalgaları gelecekte kentler için daha ciddi bir tehdit oluşturacaktır. Bu tehlikelerin büyük bir bölümü, Türkiye'yi ve kıyı kenti Trabzon'u da etkisi altına alacaktır.

İklim değişikliğine bağlı olarak ortaya çıkması muhtemel etki senaryolarına hazırlığını yapmamış kentler için sonuçlar önemli derecede yıkıcı olacaktır. Yapılan son çalışmalar, Dünyanın en büyük 136 liman şehrindeki yalnızca liman altyapı yatırımlarının⁹⁹ bile gelecekte iklim değişikliğine bağlı gelişmeler neticesinde bazı devletlerin yıllık bütçelerinden daha büyük zararlar görebileceğini ortaya koymaktadır. Kentlerin, iklim değişikliğinin kaçınılmaz ve yıkıcı etkilerine karşı önlemlerini bugünden alması ve daha dirençli, dayanıklı bir yapı kazanması günümüzde bir zaruret halini almıştır. Bu nedenle iklimsel değişimlerin olasılıklarını ve bu senaryoların gerçekleşme durumunda kentteki iklime kırılgan mimari mirasa somut etkilerini önceden analiz etmek ve ilgili paydaşlarla iletişim ve iş birliği içinde etkin tedbirler geliştirmek şarttır.

Kaynakça

AHUNBAY, Z. Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon, İstanbul 1996.

AKAR, Tuba, "Tarihi Ticari Merkezlerde Koruma ve Kullanım Sorunları", *Tarihi Çevrede Koruma: Yaklaşımlar, Uygulamalar 14. Dosya*, TMMOB Ankara Şubesi, 2009, ss. 43-49.

AKSAY, C. Vd., "Küresel Isınma ve İklim Değişikliği", *Selçuk Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 25, 2005, ss. 29-41.

AKSOY, Y., *İklim Değişikliği ve Kentler*, İstanbul 2019.

⁹⁹ Augustin Colette, "Climate Change Consultant, UNESCO World Heritage Centre (2006), Predicting and managing the impacts of climate change on World Heritage", *Climate Change and World Heritage*, 19-38.

ANDERSON, D. G., "Sealevel Rise and Archaeological Site Destruction: An Example From the Southeastern United States Using DINAA (Digital Index of North American Archaeology)". *PLoS One*, 12(11), 2017, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188142>.

ANGI, O. Serkan, Kargir Yapılardaki Koruma ve Onarım Çalışmalarında Doğal Taşların Jeo-mühendislik Özelliklerinin Önemi, *Kârgir Yapılarda Koruma ve Onarım Semineri V Bildiri Kitabı*, 2013, ss. 165-176.

ATALAY, İ., *Genel Fiziki Coğrafya*, İzmir 2001.

AUGUSTİN, Colette, Climate Change Consultant, UNESCO World Heritage Centre (2006), Predicting and managing the impacts of climate change on World Heritage, *Climate Change and World Heritage*, ss. 19-38.

AYGÜN, N., *Trabzon Gümrüğü 1750-1800*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara 1997.

BEHRİNGER, W., *A Cultural History of Climate*. UK Cambridge 2010.

BERENFELD, M. L., "Climate Change and Cultural Heritage: Local Evidence, Global Responses", *The George Wright Forum*, 25(2), 2008, ss. 66-82.

BLANKHOLM, H. P., "Long-Term Research and Cultural Resource Management Strategies in Light of Climate Change and Human Impact", *Arctic Anthropology*, 46(1-2), 2009, ss. 17-24.

BÖKE, Hasan, "Mermerin Kükürt Dioksit İle Olan Bozulmasının Bazı Kimyasal Malzemeler İle Kontrolü", *I. Ulusal Taşınabilir Kültür Varlıkları Konservasyonu ve Restorasyonu Kolokyumu* 2000, ss. 131-139.

BRADLEY, R., "1000 Years of Climate Change", *Science* 288, 2000, ss. 1353-1355.

BUĞDAYCI, İ., "Terkedilmiş Kentleriyle Gizemli Bir Uygarlık Mayalar", *Bilim ve Teknik Dergisi*, Eylül 1995, ss. 59-65.

BUSHELL, S., vd., "Strategic narratives in climate change: towards a unifying narrative to address the action gap on climate change", *Energy Research and Social Sciences* 28, 2017, ss. 39-49.

BÜYÜKAKINCI, B. Y., "Hava Kirliliğinin Tarihi Eserlere Etkisi ve Alınması Gereken Önlemler", *ABMYO Dergisi*, 19, 2010, 47-52.

C. SALTİK, E., "Taş ve Seramik Eserlerin Özelliklerinin ve Bozulmalarının Koruma Amacıyla İncelenmesi", *I. Ulusal Taşınabilir Kültür Varlıkları Konservasyonu ve Restorasyonu Kolokyumu*. 2000, 107-123.

CİGNA, F., vd., "Understanding geohazards in the UNESCO WHL Site of the Derwent Valley Mills (UK) Using Geological and Remote Sensing Data", *4th International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy)*, Apr 04-08 2016 Paphos, Cyprus. Bellingham: Spie-Int Soc Optical Engineering. Vol. 9688, 96990X, ss. 1-29.

ÇİĞDEM, S., “Eskiçağda Trabzon Limanı: Askeri ve Ekonomik Yönden Gelişimi ve Doğu-Batı İlişkilerinde Rolü”, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10 (2), s. 133-155.

ÇİLEN, E., *Mimarlıkta İklim Faktörü ve Bu Faktöre Bağlı Olarak Konut Alanlarında Fiziksel Yerleşme Yoğunluğunun Belirlenmesi İçin İlkeler*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Yakın Doğu Üniversitesi Fen ve Sosyal Bilimler Enstitüsü, Lefkoşe 2005.

DİSİPİO, E., ZEZZA, F., “Present and Future Challenges of Urban Systems Affected by Seawater and its Intrusion: The Case of Venice”, *Italy, Hydrogeology Journal*, 19(7), 1387–1401. <https://doi.org/10.1007/s10040-011-0784>.

DÖLEK, İ., “İklim ve Medeniyet, *Social Sciences Studies Journal* 4 (21), 2018, ss. 3511-3521.

DUNKLEY, M., “Climate is What We Expect, Weather is What We Get: Managing the Potential Effects of Climate Change on Underwater Cultural Heritage”, (Ed. In W. Willems, H. van Shaik), *Water and heritage: Material, conceptual, and spiritual connections*, 2015, ss. 217–230.

DURACK, P. J., vd., “Ocean Salinities Reveal Strong Global Water Cycle Intensification During 1950 to 2000”. *Science*, 336(6080), 2012, 455–458. <https://doi.org/10.1126/science.1212222>.

DURU, B., *Kıyı Yönetiminde Bütüncül Yaklaşımlar ve Ulusal Kıyı Politikası*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2001.

EMİR, O., “Yüzey araştırmaları ve Antik Kaynaklar Işığında Güneyden Trabzon ve Araklı Limanlarına Ulaşan Tarihi Yollar”, (Ed. Mehmet Okur vd.), *Geçmişten Günümüze Karadeniz’de Ulaşım*, Trabzon 2020, ss. 1-22.

ENGİN, İ., “Trabzon’da Fırtınalar”, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 12, ss. 119-142.

ERÇİN, Ç., *Mimarlıkta İklim Faktörü ve Bu Faktöre Bağlı Olarak Konut Alanlarında Fiziksel Yerleşme Yoğunluğunun Belirlenmesi İçin İlkeler*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Yakın Doğu Üniversitesi Fen ve Sosyal Bilimler Enstitüsü, Lefkoşe 2005.

EREN, S., AKSOY, C. O., “Yeraltısuyu Seviyesinin Açık Ocularda Şev Duraylılığına Etkilerinin Araştırılması”, *MT Bilimsel Yeraltı Kaynakları Dergisi* 17, ss. 23 - 31.

ERKAL, A., vd., “Assessment of Wind-Driven Rain İmpact, Related Surface Erosion and Surface Strength Reduction of Historic Building Materials”, *Building and Environment*, 57, 2012, ss. 336–348. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.05.004>.

ERLER, M. Yavuz, “1870 Yılında Doğu Karadeniz’de Çıkan Yangın ve Etkileri”, “Tarih Araştırmaları Dergisi”, 20 (31), 2000, ss. 209-218.

FALMERAYER, J. P., *Doğu'dan Fragmanlar*, (Çev. H. Salihoğlu), İstanbul 2002.

G. SANCHEZ, F., vd., "Cultural Heritage and Sea Level Rise Threat: Risk Assessment of Coastal Fortifications in the Canary Islands", *Journal of Cultural Heritage*, 44, 2020, 211–217. <https://doi.org/10.1016/j.culher>.

GOLOĞLU, M., *Trabzon Tarihi (Fetihten Kurtuluşa Kadar)*, İstanbul 2013.

GÖNENÇGİL, B., VURAL, G. "Çevre Tarihi Açısından Küçük Buzul Çağı ve Sosyal Etkileri", TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, Ankara 2016, ss. 10-25.

GROSSİ, C. M., BRİMBLECOMBE, P., "Effect of Long-Term Changes in Air Pollution and Climate on the Decay and Blackening of European Stone Buildings", *Geological Society*, 271(1), 2007, 117–130, <https://doi.org/10.1144/gsl.Sp.2007.271.01.13>

GÜLEÇ, A., EMRE, G., "Sultanahmet Büyük Saray Kazıları Kalıntıları Harç Sıva Analizleri", *Restorasyon Konservasyon1/2*, 2009, ss 50-60.

HAUGEN, A., Mattsson, J., "Preparations for climate change's influences on cultural heritage". *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 3(4), 2011, 386–401.

HEİLEN, M., vd., "Modelling Resource Values and Climate Change Impacts to Set Preservation and Research Priorities". *Conservation and Management of Archaeological Sites*, 20(4), 2018, 261–284, <https://doi.org/10.1080/13505033.2018.1545204>

İŞİK, F., *Patara Caput Gentis Lyciae*, İstanbul 2011.

İMAMVERDİ, E. ve GÜLSER, C., "Taban suyu tablası yüksekliğinin değişimine bağlı olarak taban suyu seviyesinin matematiksel modellenmesi", *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 9(1), 2021, ss. 23-29.

JONES, M.D., vd., "Nar Gölü Geç Holosen İzotop Kaydındaki Değişimler ile Kuzey Atlantik ve Muson İklimleriyle Bağlantıları", *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu 2008 Bildiriler Kitabı*, ss. 418-429.

KADIOĞLU, M., *Türkiye'de İklim Değişikliği Risk Yönetimi*, Ankara 2012.

KARABEY, H., *Kıyı Mekânının Tanımı, Ülkesel Kıyı Mekânının Düzenlenmesi İçin Bir Yöntem Önerisi*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi, MSÜ, Mimarlık Fakültesi, İstanbul 1978.

KARPOV, S. P., *Trabzon İmparatorluğu Tarihi*, (Çev. E. Uzun), İstanbul 2016.

KARS, R., "18. Yüzyılın İlk Yarısında Karadeniz Bölgesi'ndeki tersane Ocaklarının Osmanlı Donanması Açısından Önemi ve Askeri Lojistik Potansiyeli", (Ed. Mehmet Okur vd.), *Geçmişten Günümüze Karadeniz'de Ulaşım*, Trabzon 2020, s. 114-142.

KUBAN, D., *Osmanlı Mimarisi*, İstanbul 2007.

KUZUCUOĞLU, A. H., POALT, M., “Kültürel Mirasın Korunması Yönelik Hava Kirliliği Analizi: Vakıflar Genel Müdürlüğü Türk İnşaat ve Sanat Eserleri Müzesi Depolama Alanları Örneği”, *Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 2014, ss. 45-70.

Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu, Tarih: 23/7/1983 Sayı: 18113, www.kultur.gov.tr

MARGOTTİNİ, C., vd., “Advances in Sustainable Conservation Practices in Rupesian Settlements Inscribed in the UNESCO's World Heritage List”, *Procedia Earth and Planetary Science*, 16, 2016, ss. 52–60.

MATTEİ, G., vd., “A Tool for Evaluating the Archaeological Heritage Vulnerability to Coastal Processes: The Case Study of Naples Gulf (Southern Italy)”, *Ocean & Coastal Management*, 2019, ss. 1-27. <https://doi.org/10.1016/j.>

NAYCI, N., Ş. GÜÇHAN, N., “Tarihi Çevre ve Kıyı Koruma: Tanımlar, Araçlar, Sorunlar”, (Ed. E. Özhan), *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VI. Ulusal Konferansı Bildiriler Kitabı*, 2006, ss. 151-162.

ÖZDEMİR, M. A., “İklim Değişmeleri ve Uygarlık Üzerindeki Yansımalarına İlişkin Bazı Örnekler”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, 6 (2), 2004, ss. 173-192.

ÖZEN, H. vd., *Trabzon Kent İçi Kültür Varlıkları Envanteri*, Trabzon 2010.

ÖZKAN, S., “İskandinavya'nın Hıristiyanlaşmasında İngiltere'de Kurulan Viking Kolonilerinin Etkisi”, *Tarih İncelemeleri Dergisi XXXI / 2*, 2016, ss. 489-505.

ÖZKUT, Deniz, Arkeolojik Alanlarda Mimari Koruma Yaklaşımları, *Kârgir Yapılarda Koruma ve Onarım Semineri V Bildiri Kitabı*, 2013, ss. 72-79.

ÖZLÜ, Z., ÇAY, M. M., “Fenerlerin Deniz Ulaşımındaki Rolü ve Karadeniz Sahillerinde Kurulan Fenerler”, (Ed. Mehmet Okur vd.), *Geçmişten Günümüze Karadeniz'de Ulaşım*, Trabzon 2020, s. 81-114.

ÖZTÜRK, T., “Osmanlılar Zamanında (1650-1750) Trabzon Gümrüğünün İşletim Sistemi”, *Uluslararası 9. Türk Deniz Ticareti Tarihi Sempozyumu*, 4 - 05 Mayıs 2017, s. 1-13.

PARRİNDER, G., *World Religions From Ancient History to the Present*, New York 1971.

P. ALVARO, E., “Climate Change and Underwater Cultural Heritage: Impacts and Challenges”. *Journal of Cultural Heritage*, 21, 2016, 842–848. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2016.03.006>.

RAVANELLİ, R., vd., “Sea Level Rise Scenario for 2100 A.D. for the Archaeological Site of Motya”. *Rendiconti Lincei Scienze Fisiche e Naturali*, 30(4), 2019, 747–757. <https://doi.org/10.1007/s12210-019-00835-3>.

RAVANKHAH, M., vd., “Integrated Assessment of Natural Hazards, Including Climate Change's Influences, for Cultural Heritage Sites: The Case of the Historic Centre of Rethymno in Greece”, *International Journal of Disaster Risk Science*, 10(3), 2019, ss. 343–361.

REİMANN, L. vd., “Mediterranean UNESCO World Heritage at Risk from Coastal Flooding and Erosion Due to Sea-Level Rise”, *Nature Communications*, 9(1), 2018, s. 4161, <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06645-9>.

ROBERTS, N., vd., “Palaeolimnological evidence for an east-west climate see-saw in the Mediterranean since AD 900”, *Global and Planetary Change, Special Issue, Perspectives on Climate in the Medieval Climate Anomaly 84-85*, 2012, ss. 23–34.

SABBİONİ, C., vd., “The atlas of climate change impact on European cultural heritage”, *Scientific analysis and management strategies*, Anthem Press, 2010.

SAĞLAM, T., “İslam Mimarisinin Sembolik Anlatıları Üzerine Bir Deneme”, *International Journal of Interdisciplinary and Intercultural Art*, 5/10, 2020, ss. 251-279.

SEZGİNER, A., “Hava Kirliliğinin Yarattığı Eski Eser Yağması”, *Çevre Koruma Dergisi*, 12, İstanbul 1982.

ŞENGÜL, Y. E., “Trabzon Kent İçi Ulaşımında Köprüler”, *38. Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, 10 - 15 Eylül 2007, ss. 3299-3305.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, *İklim Değişikliği ve Uyum*, Ankara 2020.

TOOTHMAN, S., *Cultural Resources Climate Change Strategy*, Washington 2016.

TOOTHMAN, Stephanie, “Cultural Resources Climate Change Strategy, Cultural Resources”, *Partnerships, and Science Climate Change Response Program*, 2016, ss. 3-51.

TULUK, Ö. İ., “Harap şehrin Kayıp Mekânları: 20. Yüzyılın İlk Çeyreğinde Trabzon'un Tarihsel Topoğrafyası”, *CIEPO Osmanlı Öncesi ve Osmanlı Araştırmaları Uluslararası Komitesi XVII. Sempozyumu Bildirileri*, Trabzon 2006, ss. 221-250.

TULUK, Ö. İ., DÜZENLİ, H. İ., *Trabzon Kent Mirası: Yer-Yapı-Hafıza*, İstanbul 2010.

TÜRKEŞ, M., “Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler”, *İklim Değişikliği ve Çevre 1*, 2008, ss. 45-64.

TÜRKEŞ, M., İklim Değişiklikleri: Kambriyen'den Pleyistosen'e, Geç Holosen'den 21. Yüzyıl'a, *Ege Coğrafya Dergisi*, 22/1, 2013, ss. 1-25.

UYGUR, Ayşe (2000), Müzelerde Bulunan Tarihi Tekstil Ürünlerinin Korunmasını Etkileyen Koşullar ve Alınabilecek Önlemler, *I. Ulusal Taşınabilir Kültür Varlıkları Konservasyonu ve Restorasyonu Kolokiyumu*. ss. 65-73.

WRİGH, J., “Maritime Archaeology and Climate Change: An Invitation”, *Journal of Maritime Archaeology*, 11(3), 255–270. [https://doi.org/ 10.1007/s11457-016-9164-5](https://doi.org/10.1007/s11457-016-9164-5).

YAVUZ, M., “Osmanlı’nın Trabzon Limanını İnşa Gayretleri ve Hazırlanan Projeler”, *CİEPO 22*, Trabzon 4 - 08 Ekim 2016, cilt.2, ss.275-290.

YAVUZ, M., “Kanuni Devrinde Trabzon İçkale’de (Yukarı Hisar) Yapılan Sur Duvarı Yenilemesi ve Düşündürdükleri”, *I. Uluslararası Kanuni Sultan Süleyman Sempozyumu*, Trabzon 24 - 26 Nisan 2018.

YAVUZ, M., “Trabzon Tarihi Kent Mirasından Bir Grup Yapının Cephe Tasarımları Üzerine”, XI. Ortaçağ-Türk Dönemi Kazı Sonuçları ve Sanat Tarihi Araştırmaları Sempozyumu, İzmir 17 - 18 Ekim 2007, ss.427-441.

**İKLİM DEĞİŞİR VE ÇEVRE DEĞİŞİR:
DEĞİŞEN İKLİMİN ÇEVRE ÜZERİNE ETKİLERİ**

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE BİTKİLER ÜZERİNE ETKİSİ

Neslihan SARUHAN GÜLER*

Asım KADIOĞLU**

Giriş

Küresel ısınma ve buna bağlı olarak oluşan iklim değişiklikleri, etkileri ve sonuçları açısından dünyayı yakından ilgilendiren 21. yüzyılın önemli sorunlarından biridir. İklim değişikliği küresel çapta sadece insanlar üzerinde değil tüm ekosistem ve canlılar için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Doğanın dengesinin bozulması biyoçeşitliliği azaltırken, geriye dönüşü olmayan tahribatlar ve kaynakların yok olması iklim değişikliğinin sonuçları arasında yer almaktadır. Sanayi devrimi, küresel ısınmanın ana nedeni olarak kabul edilmektedir. İklim değişikliği, esas olarak sanayileşme sonrası dönemde fosil yakıtların yanması ve atmosferdeki sera gazlarının konsantrasyonunun artması sonucu meydana gelmiş ve yakın gelecekte de hızlanarak artmaya devam etmesi beklenmektedir.¹

Hem doğal hem de antropojenik faaliyetler (insan etkinlikleri) atmosferdeki sera gazlarının emisyonuna katkıda bulunur.² Sera gazları başlıca karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), nitröz oksit (N₂O) ile birlikte su buharları atmosferdeki kızılötesi radyasyonu emen ve yayan sera etkisi olgusundan sorumludur.³ İnsan faaliyetleri, atmosferdeki sera gazı

* Prof. Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 61080, Trabzon. nsguler@ktu.edu.tr

** Prof. Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 61080, Trabzon. kadioglu@ktu.edu.tr

¹ P. Dutta, S. Chakraborti, K. M. Chaudhuri ve S. Mondal. "Physiological responses and resilience of plants to climate change". Ed. A. Rakshit, H.B. Singh, A.K. Singh, U.S. Singh, L. Fraceto. *New frontiers in stress management for durable agriculture*. Springer, Singapore, 2020. ss. 3-20.

² P. Arora, S. Chaudhry. "Vegetation and soil carbon pools of mixed plantation of *Acacia nilotica* and *Dalbergia sissoo* under social forestry scheme in Kurukshetra, India". *Journal of Materials and Environmental Science*, 8(12), 2017. ss. 4565-4572.

³ IPCC. "Climate change 2014: synthesis report". *Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Ed. R.K. Pachauri, L.A. Meyer. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014, ss. 151.

konsantrasyonunu artırarak küresel ısınmaya ve hidrolojik döngülerin bozulmasına neden olmaktadır. Atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun 280 ppm'den 410 ppm'nin üzerine, yani sanayi devriminden bu yana yaklaşık %45'e yükseldiği rapor edilmiştir⁴ ve 2100 yılına kadar 730-1000 ppm'ye yükselmesi beklenmektedir.⁵ Artan CO₂ konsantrasyonu, diğer sera gazları ile birlikte 2017'de ortalama yıllık sıcaklığı yaklaşık 0.8 °C yükseltmiştir.⁶ Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'ne göre,⁷ artan CO₂ konsantrasyonunun küresel sıcaklığı 1.0–3.7 °C aralığında artırması öngörülmektedir. Ayrıca, iklim değişikliğinin yağış düzenini bozması ve dolayısıyla dünyanın kurak bölgelerinde kuraklık olaylarını artırması da olasıdır.⁸

Ekosistemin bir parçası olan her canlının iklim değişikliğinden etkilenmesi kaçınılmazdır. İklim değişikliğinin gezegenimizdeki tüm canlıların çevresinde olumsuz etkileri olsa da, diğer canlılara nazaran daha dirençsiz olan bitkiler bu durumdan daha fazla etkilenmektedirler. Biz insanlar hayatta kalabilmek için bitkilere ihtiyaç duyarız. Tükettiğimiz her şey, besin zinciri boyunca bitkilerden veya bitkilerle beslenen hayvanlardan oluşur. Bitkiler aynı zamanda doğal ekosistemin bel kemiğini oluştururlar ve her yıl insanlar tarafından atmosfere yayılan karbondioksitin %30'unu absorbe ederler. Ancak iklim değişikliğinin etkileri arttıkça, atmosferdeki daha yüksek CO₂ seviyelerinin ve daha yüksek sıcaklıkların bitki popülasyonunu nasıl etkileyeceğini tahmin etmek zordur. Bitkiler, değişen çevre koşullarına uyum sağlamalarını zorlaştıran uzun ömürleri nedeniyle iklim değişikliğine karşı çok hassastırlar.⁹ Çevresel koşullarda iklim değişikliğinin neden olduğu değişiklikler, bitki üretkenliğini ve verimini ciddi şekilde etkilemektedir. Uzun vadede bitki örtüsünde değişikliklere,

⁴ P. Ciais v.d., "Carbon and other biogeochemical cycles". *Climate change 2013: the physical science basis, contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, University Press, Cambridge, 2014, ss. 465–570.

⁵ IPCC, ss. 151.

⁶ M.E. Dusenage, A.G. Duarte, D.A. Way. "Plant carbon metabolism and climate change: elevated CO₂ and temperature impacts on photosynthesis, photorespiration and respiration". *New Phytologist*, 221(1), 2019, ss. 32-49.

⁷ IPCC, ss. 151.

⁸ IPCC, ss. 151.

⁹ M. Lindner, v.d., "Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems". *Forest Ecology and Management*, 259(4), 2010, ss. 698-709.

bitkilerdeki besin elementlerinin azalmasına, geniş çapta kuraklığa ve bitki zararlı ve hastalıklarının çoğalmasına neden olması beklenmektedir.¹⁰

İklim değişikliğinin artan etkisi, bitki topluluklarının yapısında ve bileşiminde, biyolojik üretkenlikte, biyolojik çeşitlilikte ve dağılım düzenlerinde de değişikliklere neden olmaktadır.¹¹ Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli, gelecekteki artan iklim değişikliğinin bitki türlerinin yok olma riskini daha da artıracığını göstermiştir.¹² Ayrıca, iklim değişikliğinin, bitki topluluklarının sayısı ve çeşitliliği üzerinde ciddi ve yaygın bir etki yaratabileceği ve Avrupa'daki tüm endemik bitki türlerinin yaklaşık %3-21'nin 2050 yılına kadar yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalabileceği tahmin edilmektedir.¹³ İklim değişikliğiyle çeşitli hassas türlerin yok olma riskinin artması ekolojik üretkenlik ve çeşitlilik üzerinde de değişikliğe yol açmaktadır. Sıcaklıktaki değişiklikler, hava olaylarının sıklığı ve yoğunluğundaki artış, yağış düzenindeki belirgin değişiklikler ve bazı yeni bitki topluluklarının oluşmasıyla ekosistemler içindeki bitkilerin dağılımı değişebilir. Bitkilerin neslinin tükenmesi ve yüksek rakımlara kayması da iklim değişikliğine uyum sağlamaları için gerçekleşmektedir. Bazı bitki türleri, belirli iklim koşulları altında başarılı bir şekilde yetişebilmektedir. Bu koşulların değişmesi durumunda, bu türler ya değişen koşullara adapte olacak ya da yetiştirilebilmesi için uygun alanlara gereksinim duyacaktır. Aksi durum türlerin yok olma problemini beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda bazı bitki türleri, iklim değişikçe dağılımlarını değiştiremedikleri için yani 'geride kaldıkları' için yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadırlar.¹⁴

Günümüzde artan küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin neden olduğu çevresel stresler, tarım sektöründeki en büyük zorluklardan biri olmaya devam etmekte ve mahsullerin verimliliğini önemli ölçüde sınırlandırarak gıda güvenliğini tehlikeye sokmaktadır.¹⁵ Sıcaklık

¹⁰ FAO. *Climate change and food security: risks and responses*. FAO. 2015. ISBN 978-92-5-108998-9.

¹¹ M.G. Mulneh. "Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective—a review article." *Agriculture and Food Security*, 2021, 10:36.

¹² IPCC. ss. 151.

¹³ C.D. Thomas, v.d., "Extinction risk from climate change". *Nature*, 427, 2004, ss. 145-148.

¹⁴ C.S. Seth. "A review on effects of climate change on plants and ecosystems and certain approaches for plant response studies under climate change scenario with specific focus on FACE." *Journal of Food and Nutritional Disorders*, 4,1. 2014.

¹⁵ S. Jalil, M.I. Ansari. "Stress implications and crop productivity." *Plant ecophysiology and adaptation under climate change: mechanisms and perspectives Vol. I.*, Ed. H. Mirza, 2020, ss. 74-82; S. Chaudhry, G.P.S. Sidhu. "Climate change

dalgalanmaları ve yağış periyotlarındaki değişimler, çevresel streslerin en önemli göstergeleridir. Çevresel değişikliklerin bir sonucu olarak, aşırı sıcaklık, kuraklık, tuzluluk ve metal toksisitesi gibi abiyotik stresler ile patojen ve yabancı ot gibi biyotik stresler ana mahsuller için verimin %50'ye varan oranlarda azalmasına neden olmaktadır.¹⁶ İklim değişikliği etkileriyle yüzleşmek için abiyotik ve biyotik streslere karşı bitki toleransının geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle bitkiler, çevresel streslerin etkilerini azaltmak için spesifik hücresel tepkiler oluşturan çeşitli mekanizmalar geliştirmişlerdir.¹⁷ Ayrıca abiyotik ve biyotik streslere karşı bitki toleransı ve sürdürülebilir tarım için yeni kültürel yöntemlerin geliştirilmesi, çeşitli mahsul şemalarının uygulanması ve farklı geleneksel ve geleneksel olmayan yaklaşımların benimsenmesi önemlidir. Bitkilerin yetiştirilme şekilleri, kuraklık ve sıcaklık koşullarına daha iyi uyum sağlayan iklim değişikliklerine dayanıklı mahsullerin geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Genom çapında ilişkilendirme çalışmaları (GWAS), yüksek verimli fenotipleme ile genomik seçim (GS) ve genotipleme stratejileri, iklim değişikliği koşullarında mahsulün iyileştirilmesi için farklı genlerin belirlenmesinde önemlidir. Aynı zamanda genetik mühendisliği yaklaşımları ile abiyotik ve biyotik stres cevaplarına karşı toleranslı transgenik bitkiler geliştirilmesi de önemli bir stratejidir.¹⁸

İklim değişikliğinden etkilenen olgular arasında bitki-toprak etkileşimleri, toprak ve toprak ile ilişkili canlılarda bulunmaktadır. Bitkiler gibi toprak mikrobiyotası da küresel ısınmadan büyük ölçüde etkilenmektedir. Bitki türlerinin değişime uğraması, hızlı bir şekilde nesillerin tükenmeye başlaması, türlerin değişime uğraması, toprak yapısının değişimine etki ederken bu etkiden zarar gören mikroorganizmalar ekosistem döngüsünün farklılaşmasına öncülük etmektedir.¹⁹

regulated abiotic stress mechanisms in plants: a comprehensive review". *Plant Cell Reports*, 41, 2022, ss. 1-31.

¹⁶ E. Stavridou, v.d., "Plant adaptation to stress conditions: the case of glutathione S-transferases (GSTs)" *Biotic and Abiotic Stress Tolerance in Plants*. Ed. S. Vats. Singapore, Springer Singapore, 2018, ss. 173-202; A. Francini, L. Sebastiani. "Abiotic stress effects on performance of horticultural crops". *Horticulturae*, 5, 2019, s. 67-70.

¹⁷ S. Yadav, v.d., "Effect of abiotic stress on crops". *Sustainable Crop Production*. Ed. Mirza Hasanuzzaman, M.C.M.T.F. Mirza Hasanuzzaman, M. Fujita, T.A. Rodrigues Nogueira., London, United Kingdom: IntechOpen, 2020, ss. 3-24.

¹⁸ A. Raza, v.d., "Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: a review". *Plants*, 8, 2019, ss. 34.

¹⁹ Z. Salgın. "İklim değişikliğinin bitkiler üzerinde moleküler değişimleri". 2021, www.bezelyedergi.net.

Bitkilerin çevresel değişimlerin neden olduğu iklim tehdidine nasıl tepki vereceğinin bilinmesi son derece önemlidir. Bugüne kadar laboratuvarda ve sahada yapılan çalışmalar artan CO₂ ve sıcaklık dalgalanmalarının bitkilerin çimlenmesi, fotosentez ve transpirasyonu (terleme), bitki morfolojisi ve anatomisi, bitki fizyolojisi ve ürün verimliliği üzerine nasıl bir etkiye sahip olduğuna dair sonuçlar vermektedir.²⁰ Buna rağmen günümüzde yaşanan olumsuz etkiler bitkilerin iklim değişikliğine nasıl uyum sağlayabileceği sorusunu gündeme getirmekte ve bilim insanları iklim değişikliğine adaptasyona yardımcı olabilecek genleri keşfetmeye devam etmektedirler. Bu bölümde iklim değişikliğinin neden olduğu çevresel stres faktörleri, bitkiler üzerindeki etkileri, değişen çevresel koşullarla fotosentetik performanstaki değişimler, modern bitki yetiştirme teknolojileri, küresel iklim değişikliği ile mücadelede biyoteknolojik stratejiler ve genetik mühendisliği teknikleriyle üretilecek transgenik bitkilerin iklim değişikliğinin neden olduğu gıda güvenliği sorunlarına getireceği çözümler değerlendirilecektir.

İklim Değişikliğinin Bitki Büyümesi ve Gelişimi Üzerine Etkisi

Bitkiler, aktif hareket edemediklerinden dolayı çevresel koşullardaki değişikliklere ve olumsuz koşullara en fazla maruz kalan canlılardır. Yaşam döngüleri boyunca gerçekleşen kuraklık, tuzluluk, aşırı yağış, yüksek ve düşük sıcaklık gibi iklimsel değişikliklere bağlı abiyotik stres koşulları bitki büyüme ve gelişmesini doğrudan etkilemektedir.²¹ Bitkiler, çevresel koşullarda meydana gelebilecek olan bu değişikliklerden en az zarar görecektir şekilde büyüme ve gelişme mekanizmalarını geliştirirler ve uzun bir süre aynı iklim koşullarına maruz kaldıklarında çevresel etmenlerden en az etkilenecek şekilde uyum sağlayabilirler. Aynı türe ait bitkilerin iklim özellikleri değişen bölgelerdeki dağılımları, farklı çevresel koşullara uyum sağlayabildiklerinin en önemli göstergesidir. Bu kapsamda bakıldığında çevresel streslerle karşılaşan bir bitkide sadece fizyolojik değil, metabolik anlamda da birçok değişikliğin meydana gelebileceğini tahmin etmek güç değildir. Bitkiler çevresel streslerle karşılaştıklarında, meydana gelen stresin

²⁰ M. Han, v.d., "Interactive effects of elevated CO₂ and temperature on the anatomical characteristics of leaves in eleven species". *Frontiers of Biology in China*, 2, 2007, ss. 333-339; C.A. Martinez, v.d., "Moderate warming increases PSII performance, antioxidant scavenging systems and biomass production in *Stylosanthes capitata* Vogel". *Environmental and Experimental Botany*, 102, 2014, ss. 58-67; E. Habermann, v.d., "Increasing atmospheric CO₂ and canopy temperature induces anatomical and physiological changes in leaves of the C4 forage species *Panicum maximum*". *PLoS ONE*, 14(2), 2019, e0212506.

²¹ L. Taiz, E. Zeiger. "Plant Physiology". Ed. Fifth. *Sinauer Associates*, U.S.A., 2010.

şiddetine ve süresine bağlı olarak yaşam döngülerini de değiştirecek kadar çarpıcı bir şekilde metabolizmalarını yeniden yapılandırabilirler.²²

Farklı çevresel koşullarda yetişen türler arasındaki fonksiyonel farklılıkların temelinde gelişim süreçlerindeki çeşitlilik yatmaktadır. Çevresel streslerin bir bitkinin farklı dokuları ve organları üzerinde değişen etkileri vardır ve bu nedenle strese karşı moleküler, hücresel ve morfolojik tepkiler dokular arasında ve bir bitkinin gelişim sürecinde değişiklik gösterir. Türler arasındaki gelişim süreçlerindeki çeşitlilik ve belirli bir türdeki bir bitkinin çevreye tepki olarak bu gelişimsel süreçleri dinamik olarak değiştirme yeteneği, doğal ve tarımsal ortamlarda bitki başarısının anahtarı kabul edilmektedir. Çevresel etkilere karşı bitkilerin tepkisi gelişimsel olayların gelişimin başlangıcında değişime uğraması ile gelişimsel süreçlerin zamanlamasındaki farklılıklarla ortaya çıkar ve organ seviyesinde hatta tüm bitki seviyesinde değişime neden olur.²³ Gelişimsel olayların başlangıçta değişime uğramasına örnek olarak su eksikliğine tepki olarak yan köklerin baskılanması verilebilir.²⁴ Gelişimsel süreçlerin zamanlamasının değişimine örnek ise, *Arabidopsis thaliana*'da yüksek sıcaklığa tepki olarak vejetatif gelişimden üreme gelişimine daha erken bir geçiş oluşturur.²⁵ Bu değişiklikler nihai olarak bitki organlarında ve tüm bitki seviyesinde gözlemlenebilir. Soya fasulyesinde artan CO₂'ye yanıt olarak ek yaprak düğümlerinin ve daha büyük yaprakların varlığı buna güzel bir örnektir.²⁶

Artan CO₂ Konsantrasyonunun Bitki Büyüme ve Gelişimi Üzerine Etkisi

Atmosferdeki artan CO₂'nin bitkiler üzerindeki etkileri diğer çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilir. Yapılan çalışmalar, artan CO₂ konsantrasyonunun bitkilerdeki fotosentezi, gaz değişimini ve diğer gelişim süreçlerini doğrudan etkilediğini göstermiştir. Artan CO₂ konsantrasyonunun, bitkilerde fotosentezi uyararak verimliliğinin artmasına, su ve besin döngülerinin değişmesine neden olduğu, bazı bitkilerde ise mezofil hücre, kloroplast, sap uzunluğu ve çapı, gelişmiş kök yapısı ile yan

²² S.B. Gray, S.M. Brady. "Plant developmental responses to climate change". *Developmental Biology*, 419(1), 2016, ss. 64-77.

²³ Gray ve Brady. "Plant developmental responses to climate change". *Developmental Biology*, 419(1), 2016, ss. 64-77.

²⁴ A. Babe, v.d. "Repression of early lateral root initiation events by transient water deficit in barley and maize Philos". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 367, 2012, ss. 1534-1541.

²⁵ S. Balasubramanian, v.d. "Potent induction of *Arabidopsis thaliana* flowering by elevated growth temperature". *PLoS Genetics*, 2, 2006, ss. 0980-0989.

²⁶ O. Dermody, v.d. "How does elevated CO₂ or ozone affect the leaf-area index of soybean when applied independently?" *New Phytologist*, 169, 2006, ss. 145-155.

köklerin oluşumu ve kök/sürgün oranlarında artışa yol açtığı bilinmektedir.²⁷ Yüksek CO₂, karbonu daha kullanılabilir hale getirirken, bitkiler topraktan elde edilen mineraller de dahil olmak üzere başka kaynaklara ihtiyaç duyarlar. Artan CO₂, bu mineral elementleri doğrudan daha kullanılabilir hale getirmeyebilir, bazı elementlerin alımını bile azaltabilir.²⁸ Bitkilerin artan fotosentez aktivitesi ve büyüme ile artan CO₂ 'ye tepki verme yeteneği, düşük mineral mevcudiyeti koşulları altında sınırlı olabilir. Bu etki en iyi azot için kanıtlanmıştır. Topraktaki yüksek azot konsantrasyonu azaldığında yüksek CO₂ ile fotosentez aktivitesinde daha az artış olduğu bulunmuştur. Aynı zamanda bitkilerde topraktan nitratların köklere doğru daha az hareketine ya da kök yapısında değişime neden olarak, daha az yaprak azot içeriğine yol açtığı,²⁹ bitki büyümesini değiştirmesinin yanında üretilen çok miktardaki şeker ile simbiyotik ilişkideki mikorizal funguslarla *Rhizobium* bakterilerinin artmasına neden olduğu saptanmıştır.³⁰ Bitki dokularındaki protein konsantrasyonları da, bitkilerin azot miktarı ile yakından ilişkilidir. Bitki dokusu azot konsantrasyonundaki değişikliklerin daha yüksek trofik seviyelerde türler üzerinde önemli etkileri olması muhtemeldir.³¹ İnsan beslenmesi üzerindeki etkileri de bulunmaktadır. Buğday, çeltik ve arpa tanelerindeki ve patates yumrularındaki protein konsantrasyonları, yüksek CO₂ altında %5-14 oranında azalmaktadır.³² Kalsiyum, magnezyum ve fosfor gibi besinsel açıdan önemli minerallerin mahsul konsantrasyonları da yüksek CO₂ altında azalabilir.³³

Artan CO₂ ile etkileşime giren çevresel faktörlerden biri atmosferik ozondur (O₃). Yüksek CO₂ koşullarında stoma açıklığının azalması, hassas dokuların ozona maruz kalmasını azaltabilir. Ayrıca, yüksek CO₂, soya fasulyesinde artan ozon miktarının fotosentez, büyüme ve tohum verimi üzerindeki olumsuz etkilerini önemli ölçüde azaltır. Yüksek atmosferik ozon

²⁷ Gray ve Brady. "Plant developmental responses to climate change". ss. 64-77.

²⁸ D.R. Taub. "Effects of rising atmospheric concentrations of carbon dioxide on plants". *Nature Education Knowledge*, 3(10), 2010, ss. 21.

²⁹ Y.B. Li, v.d. "Diazotrophic *Paenibacillus beijingensis* BJ-18 provides nitrogen for plant and promotes plant growth, nitrogen uptake and metabolism". *Frontiers in Microbiology*, 10, 2019, ss. 1119.

³⁰ S. Bhargava, S. Mitra. "Elevated atmospheric CO₂ and the future of crop plants". *Plant Breeding*, 140, 2021, ss. 1-11.

³¹ A. Hussien. "Review on: response of cereal crops to climate change". *Advances in Bioscience and Bioengineering*, 8(4), 2020, ss. 63-72.

³² D. Taub, v.d. "Effects of elevated CO₂ on the protein concentration of food crops: a meta-analysis". *Global Change Biology*, 14(3), 2008, ss. 565-575.

³³ D. Taub, X. Wang. "Why are nitrogen concentrations in plant tissues lower under elevated CO₂? A critical examination of the hypotheses". *Journal of Integrative Plant Biology*, 50(11), 2008, ss. 1365-1374.

konsantrasyonları yapraklara zarar verebilir ve bitki büyümesinin ve fotosentezin azalmasına neden olabilir.³⁴

Fotosentezin Artan CO₂'ye Tepkisi

Fotosentez, iklim değişikliği senaryosunda beklenen, yüksek CO₂ koşullarında doğrudan etkilenebilecek birincil bitki olgusudur. Atmosferde toplam 7000 milyar ton CO₂ vardır ve fotosentez ile yılda 100 milyar tondan fazlası fikse edilmektedir.³⁵ Fotosentez ile asimile edilen CO₂, mahsul üretiminin ve dolayısıyla hayvan ve insan gıdasının temelini oluşturmaktadır. Bu durum bitki üretimini artırma hedefi olarak fotosenteze olan ilginin yenilenmesine yol açmıştır ve günümüzde bitkilerin fotosentetik özelliklerini iyileştirme stratejisinin bitki verimini artırabileceğini gösteren kanıtlar vardır. Bu bağlamda bitkilerin büyümesi için CO₂'ye ihtiyaç varsa, daha fazla CO₂ daha fazla bitki büyümesi anlamına gelmez mi? sorusu akla gelmektedir. Artan atmosferik CO₂'nin bitkiler üzerindeki etkilerini modelleyen çalışmalar bunun o kadar basit olmadığını ve küresel mahsul üretimini nasıl etkileyeceğini belirlemek için tek bir etkinin yeterli olmadığını göstermektedir. Araştırmacılar, artan CO₂ ve daha yüksek sıcaklıkların genellikle fotosentezi iyileştirdiğini, ancak bu koşullarda bitki yapraklarındaki gözeneklerin (stoma) kısmen kapandığını ve bitkilerin havaya salınan nem miktarını (buharlaştırma-terleme) azalttığını gözlemlemişlerdir. Bitkilerin fizyolojisindeki bu değişiklik, bazı bitkilerin suyu daha verimli kullanacağı anlamına gelebilir. Bilim adamları bunun bitkilerin atmosfere daha az su salmasına ve böylece karada, toprakta ve akarsularda daha fazla suyun kalmasına neden olabileceğini tahmin etmektedirler. İklim değişikliğinden kaynaklanan yüksek CO₂ konsantrasyonu, bitkilerin 'karbon fertilizasyon etkisinden' faydalanmasını ve büyümek için daha az su kullanmasını sağlayabilir, ancak bu, bitkiler için tamamen olumlu bir durum değildir. Aslında durum daha karmaşıktır, çünkü iklim değişikliği aynı zamanda besinler, sıcaklık ve su gibi bitkilerin büyümesi için kritik olan diğer faktörleri de etkilemektedir.³⁶

Bitkiler, yüksek fotosentez hızları ile düşük su kaybı oranı arasındaki dengeyi korumak için gaz alışverişi yaptığı gözenekler olan stoma

³⁴ P.B. Morgan, v.d. "Season-long elevation of ozone concentration to projected 2050 levels under fully open-air conditions substantially decreases the growth and production of soybean". *New Phytologist*, 170, 2006, ss. 333-343.

³⁵ M. Baslam, v.d. "Photosynthesis in a changing global climate: scaling up and scaling down in crops". *Frontiers in Plant Science*, 11, 2020, ss. 882.

³⁶ R. Cho. "How climate change will affect plants, Columbia Climate Scholl Lamont-Doherty Earth Observatory". 2022, <https://lamont.columbia.edu/news/how-climate-change-will-affect-plants>.

açıklığının derecesini düzenlerler. Atmosferdeki CO₂ konsantrasyonu arttıkça, bitkiler nispeten düşük stoma iletkenliği ile yüksek fotosentetik hızlarını koruyabilirler. Fotosentez ve stoma davranışı, bitki karbon ve su metabolizmasının merkezinde yer aldığından, bitkilerin yüksek CO₂ altında büyümesi, bitkilerin fizyolojisi üzerinde çok çeşitli ikincil etkilere yol açar. Fotosentez sonucu oluşan ek ürünlerin (bu ürünler şekerlerdir) mevcudiyeti, çoğu bitkinin artan CO₂ altında daha hızlı büyümesini sağlar.³⁷ Yapılan araştırmalar kuru madde üretiminin, bitki kısımları göz önünde bulundurulduğunda yer üstü organlar için ortalama %17 ve yer altı organlar için %30'dan fazla arttığını göstermiştir. Bu artan büyüme, aynı zamanda, artan CO₂ koşullarında %12-14 verim artışı gösteren buğday, çeltik ve soya fasulyesi ile mahsullerin hasat edilebilir verimine de yansımaktadır.³⁸

Atmosferdeki yüksek CO₂ konsantrasyonu bitki dokularının kimyasal bileşiminde de değişikliklere neden olur. Artan fotosentetik aktivite nedeniyle, birim yaprak alanı başına yapısal olmayan karbonhidrat miktarının (şekerler ve nişastalar) ortalama %30-40 arttığı bulunmuştur.³⁹ Diğer taraftan bitki dokularındaki azot konsantrasyonunun yüksek CO₂ altında azaldığı ve azot miktarındaki bu azalışın birim yaprak alanı başına %13 olduğu belirlenmiştir.⁴⁰ Azottaki bu azalma muhtemelen birkaç faktörden kaynaklanmaktadır. Bunlar, artan karbonhidrat konsantrasyonundan dolayı azot miktarının seyrelmesi, stoma iletkenliği azaldığı ve bitkiler daha az su aldığı için topraktan mineral alımının azalması ve nitratın organik bileşiklere asimilasyon hızında azalmalarıdır.⁴¹

Yüksek CO₂'ye tepki olarak tür farklılıklarının en önemli belirleyicilerinden biri fotosentetik tiptir. Bitkiler fotosentez

³⁷ Cho. "How climate change will affect plants, Columbia Climate Scholl Lamont-Doherty Earth Observatory".

³⁸ Taub. "Effects of rising atmospheric concentrations of carbon dioxide on plants". ss. 21.

³⁹ E.A. Ainsworth, S.P. Long. (2005). "What have we learned from 15 years of free-air CO₂ enrichment (FACE)? A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO₂". *New Phytologist*, 165, 2005, ss. 351-372; E.A. Ainsworth. "Rice production in a changing climate: a meta-analysis of responses to elevated carbon dioxide and elevated ozone concentration". *Global Change Biology*, 14, 2008, ss. 1642-1650.

⁴⁰ Ainsworth ve Long. "What have we learned from 15 years of free-air CO₂ enrichment (FACE)?", A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO₂. *New Phytologist*, 165, 2005, ss. 351-372.

⁴¹ Taub ve Wang. "Why are nitrogen concentrations in plant tissues lower under elevated CO₂?", A critical examination of the hypotheses. *Journal of Integrative Plant Biology*, 50(11), 2008, ss. 1365-1374.

mekanizmalarının farklılığına göre üç gruba ayrılmaktadırlar. Bu bitkiler C3, C4 ve CAM bitkileri olarak sınıflandırılmışlardır. Bitkilerin büyük çoğunluğunu (yaklaşık %90) C3 (buğday, çeltik, meyve ve sebzeler) bitkileri oluşturmaktadır olup, diğer türler ise C4 (mısır, sorgum, darı, şeker kamışı) ve CAM (ananas gibi kuraklığa dayanıklı bitkiler) mekanizmalarını kullanırlar. Bu üç sınıfa ayrılma sebepleri ise karbonu kullanma şekillerinin birbirinden farklı oluşlarıdır. Dünyadaki kara alanlarının %40'ı gibi bir oran, kurak, yarı kurak gibi verimsiz alanlar olarak sınıflandırılır ve geleneksel tarım için verimsiz yerler olarak kabul edilir. Bu da C3 ve C4 bitkileri için olumsuz etkiler oluşturur. Hem C3 ve hem de C4 bitkilerinde artan CO₂, stoma iletkenliğini azaltarak, su kullanım etkinliğini (WUE) artırmaktadır.⁴² Bu durum C3 bitkilerinin veriminde, özellikle serin iklim tahıllarında, % 8-70 arasında artış meydana getirmekte ancak mahsüllerin kalitesinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. C3 bitkilerindeki artan CO₂ konsantrasyonu, optimumun üzerindeki sıcaklık değerlerinde yetişen bitkiler hariç fotosentezde sıcaklığa toleransı artırmakta, CO₂ konsantrasyonunun daha da artması ise fotosentezi ya etkilememekte ya da azaltmaktadır. C4 bitkilerinde artan CO₂, optimuma yakın sıcaklıklarda ve optimumun üzerindeki sıcaklıklarda fotosentetik termotoleransı azaltmaktadır.⁴³ Artan CO₂ konsantrasyonunun bazı C3 bitkilerinde vejetatif dönemin kısılmasına ve çiçeklenmenin erkene kaymasına neden olduğu saptanmıştır.⁴⁴ Ayrıca yüksek CO₂ ve vejetasyon süresinin kısılmasına bağlı olarak bir C4 bitkisi olan mısır veriminin de azaldığı bulunmuştur. Artan CO₂ koşullarında, azot kullanım etkinliği ile su kullanım etkinliğinin C4 bitkilerinde, C3'lerden daha yüksek olduğu, bu durumun C4 bitkilerindeki gelişmiş yaprak yapısı ile bitki su kullanım etkinliğinin, daha yüksek fotosentez oranı ve daha düşük stoma iletkenliğinden kaynaklandığı rapor edilmiştir.⁴⁵ Ayrıca, mevcut koşulların tohum sayısı ile toplam bitki yeşil aksamın da artışa yol açtığı, hem yabani ve hem de kültür bitkilerinin tohumlarındaki azot içeriğinin azalmasına neden olduğu saptanmıştır.⁴⁶

⁴² E.A. Ainsworth, A. Rogers. "The response of photosynthesis and stomatal conductance to rising (CO₂): mechanisms and environmental interactions". *Plant, Cell and Environment*, 30, 2007, ss. 258-270.

⁴³ A. Hussen. "Review on: response of cereal crops to climate change". *Advances in Bioscience and Bioengineering*, 8(4), 2020, ss. 63-72.

⁴⁴ O. Ghannoum, v.d. "Nitrogen and water use efficiency of C4 plants". Ed. A.S. Raghavendra, R.F. Sage, *C4 photosynthesis and related CO₂ concentrating mechanisms*, Netherlands: Springer, 2011, ss. 129-146.

⁴⁵ Hussen. "Review on: response of cereal crops to climate change". *Advances in Bioscience and Bioengineering*, 8(4), 2020, ss. 63-72.

⁴⁶ Bhargava ve Mitra. "Elevated atmospheric CO₂ and the future of crop plants". *Plant Breeding*, 140, 2021, ss. 1-11.

Sıcaklığın Bitki Büyüme ve Gelişimi Üzerine Etkisi

Sıcaklık, bitkilerin ekosistemdeki dağılımını, büyümesini ve gelişimini etkileyen önemli bir faktördür. Her bitki türü belirli bir optimum sıcaklık aralığında (maksimum 25-30 °C'de) büyüdüğünden, bitkilerin morfolojik ve fizyolojik süreçleri bitki türlerinin büyüdüğü sıcaklık koşullarına bağlıdır. IPCC'ye göre,⁴⁷ önümüzdeki 30-50 yıl içinde ortalama sıcaklığın 1,2-3,7 °C artacağı tahmin edilmektedir. İklim değişikliğinin istisnai olarak düşük ve yüksek sıcaklıkların sıklığını, süresini ve yoğunluğunu artırması beklenmektedir. Optimum aralığın üzerindeki sıcaklık, bitkilerde ısı hasarlarına neden olur. Yaz aylarında sıcaklıktaki değişiklik, normal bitki büyümesi için gerekli olan moleküller arası etkileşimlere zarar vererek meyve tutumunu ve gelişimini etkileyebilir. Bitkiler, karmaşık bir yoğunluk, hız ve yüksek sıcaklık periyodu ile karşı karşıyadır. Bitkilerin uzun süre yüksek sıcaklığa maruz kalması, metabolik faaliyetlerde ciddi değişikliklere, büyüme ve gelişmenin azalmasına yol açan hücresel düzensizliğe neden olur. Ayrıca, hücresel yapıların denatürasyonuna, protein stabilitesinin, membran yapısının ve metabolizmanın bozulmasına neden olarak aşırı ROS üretimine yol açar ve bitkilerde ciddi oksidatif strese neden olur.

Bitkilerin sıcaklık stresinden en çok etkilenen büyüme evresi çimlenmedir. Yüksek sıcaklık, bitkilerde hücre boyutunu ve nihayetinde büyümeyi azaltan hücresel su içeriği kaybına neden olarak bitkilerde çimlenme yüzdesini, canlılığı, tüy ve kök büyümesini azaltır. Dürr v.d.,⁴⁸ tohum kuru ağırlığını azaltan ve mahsulün besin değerinde değişikliklere neden olan artan sıcaklığa maruz kaldığında buğday (*Triticum aestivum*) ve bezelye (*Pisum sativum*)'nin çimlenmesinde azalma olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde, Laghmouchi v.d.,⁴⁹ sıcaklığın *Origanum compactum*'un tohum çimlenmesi üzerindeki etkisini incelemiş ve yüksek sıcaklıkta çimlenmenin sıfıra düştüğünü bildirmiştir. Yüksek sıcaklıkta tohum çimlenmesindeki azalma, optimum sıcaklık aralığında belirli enzimlerin aktivasyonunu içeren bitkilerin metabolizması üzerindeki doğrudan etki ile ilişkilidir. Diğer taraftan sıcaklık stresi altında bitkilerin net asimilasyon

⁴⁷ IPCC. ss. 151.

⁴⁸ C. Dürr, v.d. "Changes in seed composition and germination of wheat (*Triticum aestivum*) and pea (*Pisum sativum*) when exposed to high temperatures during grain filling and maturation". *Crop and Pasture Science*, 69(4), 2018, ss. 374-386.

⁴⁹ Y. Laghmouchi, v.d. "Effect of temperature, salt stress and pH on seed germination of medicinal plant *Origanum compactum*". *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 10, 2017, ss. 156-160.

hızının (NAR) azalması nedeniyle şeker kamışı ve makrofitlerde nispi büyüme oranında azalma olduğunu saptanmıştır.⁵⁰

Sıcaklık stresi, bitkilerin fizyolojisini ve metabolizmasını diğer çevresel faktörlerden bağımsız olarak değiştirebilir. Ancak kuraklık ve tuz stresi gibi diğer abiyotik streslerle birlikte bitkiler üzerindeki olumsuz etkisi artar. Yüksek sıcaklıklar, bitkilerin daha hızlı gelişmesine neden olmakta, dolayısıyla vejetasyon süresi kısaltmakta ve daha düşük verimle sonuçlanmaktadır.⁵¹ Sıcaklık stresinin bitkilerde büyüme ve üreme üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Bitkilerdeki en karmaşık fizyolojik süreçlerden birisi olan fotosentez, CO₂'nin indirgenmesi, fotosistemler ve elektron taşıma sistemi dâhil olmak üzere çok sayıda bileşeni içermektedir. Bunlar arasında, fotosistem II (PSII), sıcaklığa en duyarlı olanıdır. Bitkilerin yüksek sıcaklıklara maruz kalması ister kısa vadede ister uzun vadede olsun, fotosentezin azalmasına yol açarak, bitkilerde büyüme ve verimi olumsuz etkileyen fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler değişikliklere neden olmaktadır. Orta şiddetteki sıcaklık stresi fotosentezin merkezi enzimi olan Rubisco'nun faaliyetlerinde azalmaya ve fotosentetik sürecin durmasına yol açmaktadır. Yüksek sıcaklıklar, bitkilerin boyunu kısaltmakta ve çiçeklenmeyi hızlandırmaktadır. Ayrıca fotosentetik pigmentlerin seviyesini ve antioksidan enzimlerin aktivitesini azaltarak bitkilerin fotosentetik mekanizmalarını önemli ölçüde etkilemektedir.⁵² Diğer taraftan düşük sıcaklıkların da bitkilerde fizyolojik ve biyokimyasal süreçleri etkilediği bilinmektedir. Hücre zarının viskozitesi, geçirgenliği ve akışkanlığındaki değişikliklerin yanı sıra antioksidan enzimlerin ve fotosentez mekanizmasında görevli enzimlerin sentezinde değişikliklere veya inhibisyonuna neden olmaktadır. Ani sıcaklık düşüşlerinin bitki karbon transferini geciktirdiği, büyümede azalmaya ve azot alım etkinliğinin düşmesine neden olduğu saptanmıştır. Sıfırın altındaki sıcaklıklar ise bitkilerin donmasına sebep olmaktadır. Tüm bu olumsuz etkiler göz önünde bulundurulduğunda, küresel iklim değişikliği ile mücadelede bilim insanları ıslah ve genetik çalışmaları yürüterek, yüksek ve düşük sıcaklığa dayanıklı

⁵⁰ S. Srivastava, v.d. "Hydrogen peroxide-scavenging enzymes impart tolerance to high temperature induced oxidative stress in sugarcane". *Journal of Environmental Biology*, 33(3), 2012, ss. 657; H.C. Chalanika De Silva, T. Asaeda. "Effects of heat stress on growth, photosynthetic pigments, oxidative damage and competitive capacity of three submerged macrophytes". *Journal of Plant Interactions*, 12(1), 2017, ss. 228–236.

⁵¹ F. Morales, v.d. "Photosynthetic metabolism under stressful growth conditions as a bases for crop breeding and yield improvement". *Plants*, 9(1), 2020, ss. 88.

⁵² A. Jajoo, S.I. Allakhverdiev. "High-Temperature Stress In Plants: Consequences And Strategies For Protecting Photosynthetic Machinery". *Plant Stress Physiology* (2nd Ed.), Cab International, Oxfordshire, 2017, ss. 138-154.

türlerin geliştirilmesi yoluyla bitkilerin sıcaklığa toleransını iyileştirmeye çalışmaktadırlar.⁵³

Kuraklığın Bitki Büyüme ve Gelişimi Üzerine Etkisi

Küresel iklim değişikliğinin sebep olduğu önemli olaylardan biri de kuraklıktır. Meteorolojide kuraklık terimi, kritik yağışların olmadığı dönem olarak tanımlanmaktadır. Bitkiler, toprak suyu mevcudiyetinin daha az olduğu durumlarda kuraklık stresi yaşar, iklim koşulları nedeniyle su buharlaşma ve transpirasyon (terleme) yoluyla sıklıkla kaybedilir. Tarımsal kuraklık, bitkilerin büyüme ve gelişme dönemlerinde ihtiyaç duydukları suyu toprakta bulamaması olarak tanımlanır. Kuraklık, bitki üretimini, büyüme hızını, biyokütleyi ve verimi ciddi şekilde değiştiren en önemli çevresel streslerden biridir. Son birkaç on yılda yoğunluğu artarak küresel gıda güvenliğini de tehdit etmektedir. Bu mevcut senaryoda, kuraklık stresinin, 2050 yılına kadar ekilebilir alanların %50'sinden fazlasında bitki büyüme modelinde hasarlara yol açabileceği ileri sürülmüştür. Kuraklığın yaşandığı bölgelerde yağışların beklenen düzeyin de altında kalması, düzensiz yağış rejimleri, artan nüfusla beraber su kaynaklarının kontrolsüz ve plansız kullanımına bağlı olarak su kaynaklarının nitelik ve nicelik olarak azalması ile bitkisel üretimde beklenen verim sağlanamayacaktır. Bozulan ekosistemler nedeni ile bitki deseni ve ürün profilindeki değişimler, bitki hastalıklarındaki artışlar, kuraklık nedeni ile tarımsal verim kayıpları ve çölleşme, ormanlar ile biyoçeşitliliğin kaybı günümüzün en önemli sorunudur.⁵⁴

Bitkilerin moleküler, biyokimyasal, fizyolojik, morfolojik ve ekolojik özellikleri, kuraklık stresi koşulları altında bozulmaktadır. Su eksikliği olan ortamlarda bitki verimi ve kalitesi olumsuz etkilenir. Kuraklığın bitkiler üzerindeki etkisi stresin şiddetine, süresine ve bitkinin büyüme aşamasına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bazı tarla bitkileri, özellikle çimlenme ve fide gelişiminin erken evrelerinde kuraklığa karşı son derece hassastır. Kuraklık stresi, su emilimini sınırlayarak çimlenmeyi etkiler ve fide canlılığını azaltır.⁵⁵ Su eksikliği, ozmotik dengenin ve hücresel düzeyde metabolik aktivitenin bozulmasına, DNA, RNA ve protein yapılarında değişikliklere, membran hasarına, solunumun azalmasına ve daha az ATP üretimine yol açan aşırı ROS üretimine ve sonuçta tohumun

⁵³ Morales vd. "Photosynthetic metabolism under stressful growth conditions as a bases for crop breeding and yield improvement". *Plants*, 9(1), 2020, ss. 88.

⁵⁴ Chaudhry ve Sidhu. "Climate change regulated abiotic stress mechanisms in plants", *A Comprehensive Review. Plant Cell Reports*, 41, 2022, ss. 1-31.

⁵⁵ M. Farooq, v.d. "Plant drought stress: effects, mechanisms and management". *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 2009, ss. 185-212.

çimlenmesi ve canlılığında azalmaya neden olur.⁵⁶ Bitkilerin kuraklık stresine hassasiyetinin en fazla olduğu evrelerden biri de generatif dönemdir. Yapılan araştırmalar sonucunda, tohum oluşumunun başladığı gelişim evresinde gerçekleşen şiddetli kuraklık koşullarının %95'lere varan oranda verim kaybına yol açtığını ortaya koymaktadır. Özellikle çiçeklenme evresinde gerçekleşen kuraklığın bitkide kısırlığa yol açtığı bilinmektedir.⁵⁷

Kuraklık koşullarında bitki büyümesindeki değişim kuraklığın süresine bağlıdır. Kuraklık stresinin erken evrelerinde, bitki daha fazla suya ulaşabilmek için gövde uzamasını yavaşlatıp kök gelişimini artırır. Buna karşın, kurak koşulların bitkide hasara yol açabilecek kadar uzun sürmesi durumunda hem gövde hem de kök gelişimi durur, yaprak alanı ve yaprak sayısı azalır ve hatta bazı yapraklar sarararak dökülür. Bitki büyümesindeki azalma, sürgün ve kök meristemlerindeki hücre bölünmesinin ve hücrelerin genişlemesinin durmasına bağlı olarak gelişmektedir.⁵⁸ Hücre bölünmesinin veya genişlemesinin durması ise kuraklık nedeniyle fotosentez oranının düşmesi ile doğrudan ilişkilidir.⁵⁹ Bununla birlikte, azalan yaprak su potansiyeli ve turgor basıncı, stomaların kapanması ve hücre büyümesi ve genişlemesi gibi fizyolojik etkiler ile yapraklarda senesens (yaşlanma), sararma, yaprak kıvrılması, çiçeklerin kapanması ve sarkması, etiolasyon (solma), yaprakların erken düşmesi gibi morfolojik etkiler kuraklık stresinin bitkiler üzerindeki önemli etkileridir. Ayrıca, kuraklık stresi, fotosentez, klorofil sentezi, besin metabolizması, iyon alımı ve translokasyonu, solunum ve karbonhidrat metabolizması gibi çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal fonksiyonları etkileyerek bitki büyümesini azaltır.⁶⁰

Kuraklığın bitkiler üzerinde yukarıda ifade edilen olumsuz etkileri düşünüldüğünde, akla şu soru gelmektedir. Bitkiler çevrelerinde yeterli su yoksa hayatta kalabilmek için ne yapıyorlar? Şaşırtıcı bir şekilde, tüm bitkiler, DNA'larında kodlanmış kuraklık savunma stratejileri için bir dizi gene sahiptir. Genler, bir kitaptaki bölümler gibi DNA'nın küçük bölümleridir. Bitkilerin bu genleri nasıl kullandıkları, kuraklıktan kurtulma

⁵⁶ M.F. Seleiman, v.d. "Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects". *Plants*, 10, 2021, ss. 259.

⁵⁷ Farooq, v.d. "Plant drought stress: effects, mechanisms and management". *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 2009, ss. 185-212.

⁵⁸ Seleiman, v.d. "Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects", *Plants*, 10, 2021 ss. 259.

⁵⁹ S.A. Anjum, v.d. "Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress". *African Journal of Agricultural Research*, 6(9), 2011, ss. 2026-2032.

⁶⁰ M. Farooq, v.d. "Drought stress in plants: an overview". Ed. R. Aroca. *Plant responses to drought stress*. Springer, Berlin, 2012, ss. 1-33.

yeteneklerini belirler. Bitkilerde kuraklığa karşı iki ana savunma stratejisi vardır: stresten kaçınma ve strese tolerans.⁶¹ Stresten kaçınan bitkiler yalnızca orta şiddetteki kuraklık stresi durumunda hayatta kalırken strese toleranslı bitki grupları ise koruyucu mekanizmalarını çalıştırmak suretiyle çok daha şiddetli kuraklık stresi durumunda hayatta kalabilirler. Kuraklığa dayanıklı bitki grupları içerisinde yer alan dirilen (resurrection) bitkilerde, suyun kısıtlı olduğu periyotlarda vejetatif dokulardaki bağlı su içeriğinin %5'ine kadar kaybedilebildiği ve suyun yeniden alınabilir olması durumunda rehidrasyonun gerçekleşebildiği oldukça farklı bir strateji izlenir. Bu bitkilerin vejetatif dokuları ışık varlığında gerçekleşen aşırı kuraklıkla ilişkili streslerle mücadele edebilme yeteneğine sahiptir. Kuraklığa dayanıklı bazı bitkiler ise çok kurak ortamlarda yaşayabilmek ve hayatta kalmak için yapısal özelliklere sahiptirler. Bu bitkiler genellikle suyun kolayca bulunabildiği bölgelerde yaşayan bitkilerden oldukça farklı görünürler. Sukkulent olarak adlandırılan bitkiler, içinde suyun depolanabileceği kalınlaşmış ve etli yaprak ve gövdelere sahiptirler ve kuraklıktan kaçınma stratejilerine sahip bitkilere iyi bir örnektir.⁶² Bazı bitkiler de su kaybını en aza indirmek için daha küçük yapraklara ve dolayısıyla daha az stomaya sahip olacak şekilde yapılanmıştır. Bunlar dikene benzeyen iğne yapraklı bitkilerdir. Bazı bitkiler de su kaybını önlemek için kuraklık sırasında yapraklarını tamamen dökerler. Yaprakların kıvrılması veya katlanması da stresten kaçınmada önemli bir mekanizmadır.⁶³ Bitkiler kuraklığın olumsuz etkilerinden korunmak için sadece yapısal özelliklere değil aynı zamanda içsel savunma sistemlerine de sahiptirler. Ozmotik ayarlama, antioksidan savunma mekanizması, stoma kapanmasının metabolik ve biyokimyasal dinamikleri, çözünen madde birikimi ve kök sürgün oranındaki artış, kuraklığa toleransa yardımcı olan stratejilerdir. Ayrıca bitkiler strese duyarlı genleri ve sinyal yollarını düzenleyerek de kuraklığa tolerans sağlarlar.⁶⁴

Tarım açısından dünyanın en zengin topraklarına ve en uygun iklimsel özelliklere sahip Türkiye'nin küresel ısınma nedeni ile yaşayacağı en önemli doğal afet kuraklıktır. Büyük bir kısmı yarı-kurak bir iklimin

⁶¹ Seleiman, v.d. "Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects". *Plants*, 10, 2021, ss. 259.

⁶² T. Kalefetoğlu, Y. Ekmekçi. "The effects of drought on plants and tolerance mechanisms (review)". *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 18(4), 2005, ss. 723-740.

⁶³ A. Kadioğlu, R. Terzi. "A dehydration avoidance mechanism: leaf rolling". *Botanical Review*, 73, 2007, ss. 290-302; A. Kadioğlu, v.d. "Current advances in the investigation of leaf rolling caused by biotic and abiotic stress factors". *Plant Science*, 182, 2012, ss. 42-48.

⁶⁴ Seleiman, v.d. "Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects". *Plants*, 10, 2021, ss. 259.

etkisi altında olan Türkiye, küresel ısınmadan en fazla etkilenecek ülkelerin başında gelmektedir. Bu nedenle gelecekteki gıda talebini karşılamak için, kuraklığa dayanıklı bitkiler üzerinde daha fazla çalışmanın teşvik edilmesi, kuraklığa dayanıklı bitkisel gen kaynaklarının korunması, gen aktarım çalışmaları ile ekonomik ve faydalı tarım uygulamalarının kullanılması büyük önem taşımaktadır.

Tuzluluğun Bitki Büyüme ve Gelişimi Üzerine Etkisi

Na^+ ve Cl^- gibi fazla mineral tuzların bitkiler üzerindeki zararlı etkisi, tuz veya tuzluluk stresi olarak adlandırılır. Tuz stresi bitki gelişimi için önemli bir kısıtlamadır ve küresel iklim değişikliği ve artan sulama uygulamaları nedeniyle artması beklenmektedir. Daha düşük yağış, yüksek buharlaşma ve transpirasyon oranı, artan sıcaklık ve suyun sınırlı mevcudiyeti olan kurak ve yarı kurak alanların tuzluluk stresinden etkilenme olasılığı daha yüksektir.⁶⁵ Toplam ekilen ve sulanan tarım arazilerinin %50'si küresel düzeyde yüksek tuzluluktan etkilenmektedir. Sulama suyu ile sulama, düşük yağış ve yüksek buharlaşma, tarım arazilerinde yıllık %10 oranında tuz oranının artmasına neden olan temel faktörlerdir. Bu oranda, ekilebilir arazilerin %50'sinden fazlası 2050 yılına kadar yüksek tuz mevcudiyetinden olumsuz etkilenecektir. Tuzdan etkilenen ekilebilir alanların genişlemesi, dünya gıda güvenliğine yönelik büyük bir tehdit olarak ortaya çıkmıştır. Ekilen alanların yaklaşık %6'sı, dünya genelinde her yıl %1-2'lik sürekli ilave ile toprak tuzlanmasıyla yok edilmekte ve mısır, çeltik ve buğday gibi temel tahıl ürünlerinde önemli verim kayıplarına neden olmaktadır.⁶⁶ Yüksek buharlaşma-transpirasyon oranları, toprak yüzeyinde tuz birikmesine neden olur. Bu tür koşullarda ekinler için kullanılan yeraltı sularının çoğu tuzlu hale gelir ve yüksek oranda Na^+ ve Cl^- gibi çözünür tuz iyonları ve daha düşük miktarlarda K^+ , Ca^{2+} ve NO_3^- içerir. Bu iyonların varlığı, reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikmesiyle metabolik bozulmaya ve oksidatif strese neden olan hiperiyonik tuz stresi ile sonuçlanır, böylece mahsul verimini olumsuz etkiler.

Tuz stresinin olumsuz etkileri ve bitkilerin tuza toleransı, büyük ölçüde çevre koşullarına, bitki türlerine, ışık yoğunluğuna ve toprak

⁶⁵ K. Nawaz, v.d. "Fatality of salt stress to plants: morphological, physiological and biochemical aspects". *African Journal of Biotechnology*, 9(34), 2010, ss. 5475–5480.

⁶⁶ R. Muns, M. Tester. "Mechanisms of salinity tolerance". *Annual Review of Plant Biology*, 59(1), 2008, ss. 651-681.

koşullarına bağlıdır.⁶⁷ Tuz stresi, ilk olarak hem kısa hem de uzun vadede bitki büyümesini engelleyen bitki kökleri tarafından algılanır. Kısa vadeli etki, bitkilerde ozmotik strese neden olan suyun mevcudiyetinin azalmasından kaynaklanmaktadır. Buna karşılık, uzun süreli etki, bitkilerde aşırı miktarda tuz nedeniyle tuz kaynaklı iyon toksisitesine yol açmaktadır. Tuz stresi bitkilerin çimlenmesini, büyümesini, fotosentezini, su durumunu, oksidatif stresini ve üremesini olumsuz etkilemektedir. Bitkiler, tuzluluğun meydana getirdiği osmotik ve iyon stresine karşı çeşitli biyokimyasal ve moleküler mekanizmalar geliştirmişlerdir. İyonların biriktirilmesi veya atımı, kökten iyon alımının ve sürgüne iletiminin kontrolü, tüm bitkide ve hücrelerde iyonların belirli bölümlerde biriktirilmesi ve ozmotik düzenleyicilerin sentezi ile antioksidan sistemler, tuz stresiyle ilgili genlerin aktive edilerek transkripsiyon faktörlerinin sentezlenmesi ve stres proteinlerinin üretiminin teşvik edilmesi önemli tolerans stratejileridir.⁶⁸

İklim Değişikliğinin Uyardığı Abiyotik Streslerin Kültür Bitkileri Üzerindeki Etkisi

Çevre koşullarında iklim değişikliğinin neden olduğu değişiklikler, bitki üretkenliğini ve verimini ciddi şekilde etkilemektedir. İklimsel dalgalanmalar, bitkilerde esas olarak mahsul türlerinin performansını değiştiren abiyotik streslere neden olmaktadır. Bitkilerdeki başlıca iklim değişikliğinin neden olduğu abiyotik stresler arasında yüksek CO₂ konsantrasyonu, yüksek sıcaklık, tuzluluk ve kuraklık yer almaktadır. Artan CO₂ konsantrasyonu, mahsul bitkilerinin morfolojisi ve fizyolojisi üzerinde hem olumlu hem de olumsuz etkilere sahiptir. Yüksek CO₂ konsantrasyonu, bitkilerin büyümesini, biyokütlesini ve verimini olumlu yönde etkileyen bitkilerde fotosentezin artmasına neden olur. Örneğin, van der Kooi v.d.⁶⁹ yüksek CO₂ altında bitkilerde daha fazla büyüme ve verime yol açan artan fotosentetik karbon fiksasyonunu olduğunu gözlemlemiştir. Bununla birlikte, yüksek CO₂ konsantrasyonu, mahsul bitkilerinde protein, vitamin ve mineral seviyelerini azaltarak mahsul kalitesini engelleyen bitkiler üzerinde zararlı etkilere neden olmaktadır. Zhu v.d.⁷⁰ artan atmosferik CO₂ konsantrasyonuna

⁶⁷ X. Tang, v.d. "Global plant-responding mechanisms to salt stress: physiological and molecular levels and implications in biotechnology". *Critical Reviews in Biotechnology*, 35, 2015, ss. 425–437.

⁶⁸ S. Hao, v.d. "Review on plant responses to salt stress and their mechanisms of salt resistance". *Horticulturae*, 7, 2021, ss. 132.

⁶⁹ C.J. van der Kooi, v.d. "Growth and yield stimulation under elevated CO₂ and drought: a meta-analysis on crops". *Environmental and Experimental Botany*, 122, 2016, ss. 150–157.

⁷⁰ C. Zhu, v.d. "Carbon dioxide (CO₂) levels this century will alter the protein, micronutrients, and vitamin content of rice grains with potential health

yanıt olarak çeltik bitkilerinde protein, demir ve çinko içeriğinin azaldığını rapor etmiştir. Benzer şekilde, Goufo v.d.⁷¹ yüksek CO₂ koşulları altında fide, kardeşlenme, uzama ve çiçeklenme safhasında çeltikte fenolik ve favonoid içeriğinin azaldığını saptamışlardır.

Değişen iklim koşulları altında, kuraklık ve sıcaklık stresi mahsul performansını sınırlayan iki önemli abiyotik stres faktörüdür. Kuraklık stresi bitkilerde büyümeyi, fizyolojiyi ve gelişmeyi olumsuz etkileyerek mahsul veriminin düşmesine neden olmaktadır. Daryanto v.d.⁷² 1980'den 2015'e kadar mahsul bitkilerinin verimindeki düşüşü analiz etmiş ve bitki veriminin buğday (*Triticum aestivum*) ve mısır (*Zea mays*) için sırasıyla %21 ve %40'a düştüğünü rapor etmiştir. Saeidi ve Abdoli,⁷³ buğdayda net fotosentez hızı, stoma iletkenliği, transpirasyon (terleme) oranı ve klorofil içeriğinin azaldığını ve bunun bitkilerde verim azalmasına neden olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, mısır bitkilerinde de su stresi koşulları altında bitki boyunda, yaprak boyutunda ve gövde çevresinde azalma gözlenmiştir.⁷⁴ Aşırı sıcaklıklar da, küresel olarak mahsul üretimini önemli ölçüde engellemektedir. Düşük sıcaklık veya soğuk stresi, oluşan tanelerin kısırlığına ve düşmesine neden olurken, yüksek sıcaklık buğday bitkilerinde tane sayısının azalmasına neden olmaktadır.⁷⁵ Soğuk stresinin *Sorghum* bitkilerinde fotosentetik CO₂ alım oranını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir.⁷⁶ Sıcaklık stresi, birçok tahıl ve baklagillerde tohum ağırlığının ve tohum sayısının azalmasına, nohut ve mercimek bitkilerinde ise küçük ve

consequences for the poorest rice-dependent countries". *Science Advances*, 4(5), 2018, ss. 1-8.

⁷¹ P. Goufo, v.d. "Rice (*Oryza sativa* L.) phenolic compounds under elevated carbon dioxide (CO₂) concentration". *Environmental and Experimental Botany*, 99, 2014, ss. 28-37.

⁷² S. Daryanto, L. Wang, P.A. Jacinthe. "Global synthesis of drought effects on maize and wheat production". *PLoS One*, 11(5), 2016, e0156362.

⁷³ M. Saeidi, M. Abdoli. "Effect of drought stress during grain filling on yield and its components, gas exchange variables, and some physiological traits of wheat cultivars". *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(4), 2015, ss. 885–898.

⁷⁴ M.B. Khan, v.d. "Seed priming with CaCl₂ and ridge planting for improved drought resistance in maize". *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(2), 2015a, ss. 193–203.

⁷⁵ K.M. Barlow, v.d. "Simulating the impact of extreme heat and frost events on wheat crop production: A review". *Field Crops Research*, 171, 2015, ss. 109-119.

⁷⁶ R. Ortiz, v.d. "Genetic architecture of photosynthesis in *Sorghum bicolor* under non-stress and cold stress conditions". *Journal of Experimental Botany*, 68(16), 2017, ss. 4545-4557.

buruşuk tohum üretimine ve fotosentezin gelişmekte olan tohumlara translokasyonunun azalmasına neden olabilir.⁷⁷

İklim Değişikliği İle Mücadelede Bitkiler Tarafından Geliştirilen Stratejiler

Çevresel değişiklikler, küresel olarak bitkilerin büyümesi ve üretkenliği üzerinde köklü bir etkiye sahiptir. Gıda güvenliği aşırı iklim koşullarından ciddi şekilde zarar görmektedir. Bununla birlikte günümüzde iklim değişikliği ile mücadele çalışmalarının oldukça az olduğu bilinmektedir. Tarımsal üretimler çoğunlukla belirli bölgelerin iklim koşullarına uygun mahsullerin seçimine bağlı olduğundan, tarım her zaman bazı bölgesel özelliklere sahip iklime bağlı bir biyo-endüstri olarak kabul edilir. Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) son raporuna göre, mevcut antropojenik sera gazı (GHG) emisyonları ve iklim değişikliği eğilimleri devam ederse, insan beslenmesinde önemli olan birçok mahsulün veriminin azalacağı öngörülmektedir. Bu nedenle, mahsullerin üretkenliğini ve dayanıklılığını artırmak için yenilikçi çözümler ortaya koyulmalıdır. Çeşitli yöntemlerle toleranslı ürün çeşitleri geliştirerek ürünlerin adaptasyon kapasitesini artırmaya yönelik girişimlerde bulunmaktadır. Geleneksel bitki yetiştirme teknikleri, bitkilerin yabancı akrabalarından dirençli özellikler elde etme kapasitesi kullanılarak uygulanmaktadır. Nispeten, daha hızlı ve daha kesin bir yöntem olarak biyoteknoloji, modern genetik mühendisliği tekniklerini kullanarak genetik olarak geliştirilmiş iklim değişikliğine hazır mahsuller yetiştirmek için kullanılır. Genetik mühendisliğindeki son gelişmeler, bitki ıslahında ve mahsul veriminin artırılmasında devrim niteliğindedir. Genomik destekli yetiştirme, yeni nesil dizileme yöntemleri ve genom düzenleme, iklim değişikliklerine dayanıklı, yüksek verimli, daha iyi adapte edilmiş mahsul çeşitlerinin oluşturulmasında kullanılan araçlardan bazılarıdır.

Tarımsal Uygulamalar

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, iklim değişikliğiyle mücadele etmek ve bitki adaptasyonu için sulama tekniklerinin değiştirilmesi, mahsul rotasyonu, ekim ve hasat zamanındaki farklılıklar, kısa yaşam döngülerine sahip mahsullerin toplanması ve mahsul şemalarındaki değişiklikler gibi birçok yararlı agronomik yaklaşımın olduğunu göstermiştir. Bir mahsulün ekim zamanındaki değişiklik, strese dayanıklı çeşitlerin ekilmesi ve yeni mahsullerin yetiştirilmesi, iklim koşullarının yarattığı tehlikeyi azaltarak bitkilerin değişen çevreye uyum sağlamasına yardımcı olacak, böylece

⁷⁷ M. Farooq, v.d. "Heat stress in grain legumes during reproductive and grain-filling phases". *Crop and Pasture Science*, 68(11), 2017, ss. 985–1005.

küresel gıda güvenliği sağlanacaktır.⁷⁸ Mylonas v.d.,⁷⁹ Güney Avrupa'da buğday bitkilerinin erken ekilmesinin, kış öncesi daha iyi kök sisteminin gelişmesine ve bitkilerin düşük kış sıcaklıklarına toleranslı hale gelmesine neden olduğunu bildirmiştir. Birçok çalışma, gecikmiş ekimin buğday bitkilerinin verimini önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir.⁸⁰ Abiyotik stres faktörleri özellikle de kuraklık ve tuzluluk mahsul üretimini olumsuz etkiler. Sınırlı kullanılabilir su, dünya çapında mahsul verimini değiştiren ana faktördür.⁸¹ Kuraklık stratejilerinin uygulanması, mahsul bitkilerinde kuraklık stresinin etkisini azaltarak stres koşullarında mahsul gelişimini artıracaktır. Mondal v.d.,⁸² buğdaydaki kuraklık stresinin, erken olgunlaşan çeşitler seçilerek aşılabileceğini, böylece dane doldurma aşamasının stresin etkisinden önce tamamlanabileceğini bildirmiştir. Aşılama, bitkilerde su kullanım verimliliğini artırabilen ve kurak ortamlarda bitkilerin adaptasyonunu ve performansını artırabilen başka bir yöntemdir.⁸³ Diğer taraftan uygun gübreleme, abiyotik stres etkilerinin hafiflemesine ve bitkilerin adaptasyonuna yardımcı olabilir. Ayrıca gübreler, toprak verimliliğinin korunmasına yardımcı olur ve bitkilere enerji sağlar, böylece mahsul verimliliğini artırır.⁸⁴ Nitratlı gübrelerin kullanımı, aşırı su altında bitkilerin hayatta kalma oranını artırabilir.⁸⁵ Bitkilere, bitki büyümesini

⁷⁸ Chaudhry ve Sidhu. "Climate change regulated abiotic stress mechanisms in plants". A Comprehensive Review. Plant Cell Reports, 41, 2022, ss. 1-31.

⁷⁹ I. Mylonas, v.d. "Better farming practices to combat climate change". Ed. M. Ozturk, A. Gul. *Climate change and food security with emphasis on wheat*. Academic Press, 2020, ss. 1-29.

⁸⁰ X. Dai, v.d. "Delayed sowing can increase lodging resistance while maintaining grain yield and nitrogen use efficiency in winter wheat". *The Crop Journal*, 5(6), 2017, ss. 541-552.

⁸¹ Mylonas, v.d. "Better farming practices to combat climate change". In: Ozturk M, Gul A (eds). *Climate change and food security with emphasis on wheat*. Academic Press, 2020, ss. 1-29.

⁸² S. Mondal, v.d. "Early maturity in wheat for adaptation to high temperature stress". Ed. Y. Ogihara, S. Takumi, H. Handa. *Advances in wheat genetics: from genome to field*. Springer, Tokyo, 2015, ss. 239-245.

⁸³ L. Mariani, A. Ferrante. "Agronomic management for enhancing plant tolerance to abiotic stresses-drought, salinity, hypoxia, and lodging". *Horticulturae*, 3(4), 2017, ss. 52.

⁸⁴ A. Raza, v.d. "Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: a review". *Plants*, 8(2), 2019c, ss. 34.

⁸⁵ Mariani ve Ferrante. "Agronomic management for enhancing plant tolerance to abiotic stresses". drought, salinity, hypoxia, and lodging. *Horticulturae*, 3(4), 2017, ss. 52.

teşvik eden bakterilerin uygulanması da, mahsulün strese toleransı olumlu yönde etkileyen önemli bir unsurdur.

Islah Çalışmaları ve Genomiks

Ekonomik yönden önemli olan bitki çeşitlerinin genetik yapısını, genetik ve sitogenetik esaslardan yararlanarak yetiştirici ve tüketicinin istekleri doğrultusunda planlı şekilde değiştirme ve geliştirmeye bitki ıslahı denilmektedir. Bitki ıslahında temel amaç, genetik yapıda gerçekleştirilecek değişiklik ile ortaya çıkacak varyasyondan yararlanıp, yapılacak seleksiyonla daha kaliteli, yüksek verimli, hastalık ve zararlılara dayanıklı ve adaptasyon yeteneği yüksek olan yeni çeşitleri mümkün olduğunca kısa sürede elde etmektir. Çevresel stres koşullarında bitki ıslahı, mahsullerin geliştirilmesinde ve iyileştirilmesinde dinamik teknikler sağlar. Raza et al.,⁸⁶ yeni çeşitler elde etmek için polimorfizm, melezleme, çeşitlendirme ve rekombinasyon kullanan ıslah tekniklerinde genetik sapma analizinin kullanılmasının önemli bir husus olduğunu bildirmiştir. Islah teknikleri sırasında, strese dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilmesi için strese dayanıklı özelliklerin fenotipik taraması ve germplazm toplanması yapılır. Moleküler markörler; QTL (Quantitative Trait Loci) analizlerinde, genetik haritalamada, kültür çeşitlerinin tanımlanmasında, yeni geliştirilen çeşitlerin koruma altına alınmasında, genetik akrabalıkların belirlenmesinde, gen kaynaklarının karakterizasyonunda, genetik kaynağın yapısını anlamada, duplike olan genotiplerin belirlenmesinde, genetik kaynağın tekrar organizasyonunda ve ıslah programında kullanılacak ebeveynlerin belirlenmesinde kullanılırlar. Ayrıca moleküler markör teknolojisi, çeşitli stres etmenleri ile ilişkili genom bölgelerinin belirlendiği ve genom yapısı hakkında bilgi edinildiği çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca, markör destekli seleksiyon (MAS) ve genom boyu ilişkilendirme çalışmaları (GWAS), strese dayanıklı çeşitlere yardımcı olan moleküler ve entegre yetiştirme tekniklerinde yer alan önemli yaklaşımlardır. Birçok mahsul bitkisinde, moleküler ıslahta büyük başarı elde etmek ve strese karşı direnç sağlamaya yardımcı olan bazı özellikleri taramak için ıslah teknikleri genomik çalışmalarla entegre edilmiştir. Bu ileri teknolojiler, değişen iklim koşullarında verimi ve üretimi artıran, değişen iklim koşullarına uyarlanmış mahsullerin üretilmesine yardımcı olur.⁸⁷

⁸⁶ A. Raza, v.d. "Genetic diversity analysis of Brassica species using PCR-based SSR markers". *Gesunde Pflanzen*, 71(1), 2019a, ss. 1-7.

⁸⁷ S.J. Roy, E.J. Tucker, M. Tester. "Genetic analysis of abiotic stress tolerance in crops". *Current Opinion in Plant Biology*, 14(3), 2011, ss. 232-239.

Genetiği Değiştirilmiş (Transgenik) Bitki Teknolojisi

Küresel iklim değişikliğinin mevcut durumu büyük bir endişe kaynağıdır ve tüm ekosistem için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. İklim değişkenleri ve etkileri, mahsul büyümesi ve üretkenliği üzerinde olumsuz etkiler yapmaya devam etmektedir. Geçmişte bu olumsuz etkilerin üstesinden gelmek için birçok girişimde bulunulmuştur. Yeşil devrim böyle bir atılımdır, ancak iklim değişikliğinin bitkiler üzerindeki etkilerinin kapsamı zamanla değişmiştir. Yüksek verimli mahsul çeşitlerini, kimyasal gübre girdisini ve kimyasal pestisit kullanımını içeren yaygınlaştırılmış tarım (yeşil devrim), değişen iklim koşullarında sınırlı bir öneme sahiptir. Bu nedenle, mahsul üretimi üzerine odaklanması ve iklim değişikliğinin ele alınması, entegre ve sürdürülebilir bir şekilde yapılmalıdır. Genetiği değiştirilmiş bitkilerin geliştirilmesi, iklim değişikliğine karşı etkili bir uyum stratejisi olarak kabul edilebilir. Daha fazla karbon tutabilen bitkilerin geliştirilmesinden iklim değişikliğine dayanıklı bir gıda sisteminin sağlanmasına kadar hatta daha kritik senaryolarda bile, genetiği değiştirilmiş bitkilerle karşılaşıyoruz. Son yıllarda iklim krizine dayanıklı ‘akıllı bitkiler’ üretmek üzere çalışmalar başlatılmıştır. Buğday, mısır ve çeltik gibi insan beslenmesinde önemli yer tutan mahsul bitkileri, farklı türlerden genler dahil edilerek iklim değişikliğine daha dayanıklı olacak şekilde tasarlanabildiğinden, genetiği değiştirilmiş mahsullerin kullanımının büyük bir potansiyele sahip olduğu bilinmektedir. Ayrıca iklim değiştiçe gıda güvenliği ve tarımsal sürdürülebilirliği sağlamak için ihtiyaç duyulan akıllı iklim mahsullerini üretmekte kullanılan ıslah programlarına uyarlanabilecek iklimle adapte olan genleri tanımlamak için var olan mahsulleri ve onların yabani akrabalarındaki doğal varyasyonların kullanılmasının iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir strateji olabileceği düşünülmektedir.⁸⁸

Transgenik teknoloji, tarımda en hızlı gelişen teknoloji olarak kabul edilmektedir. Herhangi bir kaynaktan (bitkiler, hayvanlar, mikroorganizmalar ve hatta yapay olarak sentezlenmiş genler) arzu edilen gen(ler)in geleneksel olmayan yöntemlerle belirli bir bitkiye aktarılması için kullanılan bir dizi tekniği ifade eder. Hem dirençli hem de duyarlı bitkilerde bulunan on binlerce genin rastgele karıştırılmasını içeren geleneksel ıslahın aksine, rekombinant DNA teknolojisi, duyarlı bitkilere yalnızca arzu edilen genlerin transferine ve önemli ekonomik özelliklerin korunmasına izin verir. Ayrıca, direnç için genetik kaynaklar sadece yakından ilişkili bitki türleri ile sınırlı değildir. Küresel ısınmanın neden olduğu abiyotik ve biyotik stres

⁸⁸ İklim Gazetesi. “Genetiği değiştirilmiş mahsuller iklim kriziyle mücadelede yardımcı olabilir mi?” <https://iklimgazetesi.com/genetigi-degistirilmis-mahsuller-iklim-kriziyle-mucadelede-yardimci-olabilir-mi/>. (SGT: 29.10.2022).

türleriyle mücadele, sürdürülebilir tarımın temelini oluşturmaktadır. Geleneksel ıslah ve markör destekli ıslah günümüzde daha umut verici çeşitler geliştirmek için kullanılıyor olsa da, iki yıllık veya çok yıllık bahçe bitkileri, özellikle meyve ağaçları söz konusu olduğunda, bu tür teknikler uzun eşeyli üreme dönemleri nedeniyle uygulanabilir değildir. Transgenik teknolojinin en büyük avantajı, tarımsal açıdan önemli çeşitli özellikleri yöneten genlerin herhangi bir organizmadan (bitkiler veya mikroorganizmalar, vb.) izole edilerek bitki transformasyonu için kullanılabilmesidir. Böylece, herhangi bir arka plandan gelen yeni özellikler, hedef bitkiye kolaylıkla dahil edilebilir. Bununla birlikte, gen transferi için, yüksek frekanslı, verimli bir bitki rejenerasyonu ve genetik transformasyon protokolünün geliştirilmesi ve standardizasyonu en büyük ön koşuldur.⁸⁹

Transgenik bitkiler yoluyla iklim değişikliği etkilerinin hafifletilmesi sera gazı (GHG) emisyonlarına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Philippot ve Hallin,⁹⁰ azaltılmış sera gazı emisyonlarına sahip tarım sistemlerinde kullanılacak çeşitler geliştirmeye öncelik verilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bu bağlamda, transgenik bitkiler, hem pestisit kullanımını azaltmakta hem de toprak işlemez doğrudan ekim gibi koruyucu uygulamaların hızla yaygınlaşmasıyla fosil yakıt kullanımını azaltarak daha düşük sera gazı emisyonlarına katkıda bulunmaktadır. 1996'dan beri transgenik bitkilerle yapılan tarımın, 133.639 milyon ton CO₂'ye eşdeğer ek toprak karbonunun tutulmasına yol açtığı tahmin edilmektedir. Benzer şekilde, çeşitli halojenli bileşiklerin metabolizmasında anahtar bir enzim olan sitokrom P450E1'i aşırı ifade eden transgenik kavak ağaçlarının, metabolizma hızlarını artırdığı ve trikloroetilen, vinil klorür, karbon tetraklorür, benzen ve kloroform dahil olmak üzere hidrokarbonlar gibi uçucu çevresel kirleticilerin uzaklaştırılmasını sağladığı bildirilmiştir.⁹¹ Atmosferdeki fazla CO₂'i doğal yolla hapsedmek için üzerinde durulan yöntemlerden biri 'karbon yiyen bitkilerin' geliştirilmesidir. Bu yöntemde siyah mantar ve kavun gibi bitkilerde bulunan suberin maddesinin büyük önem taşıdığı ve bilim insanlarının dünyada en çok yetiştirilen mısır, çeltik ve kanola gibi bitkilere genetik mühendisliğini kullanılarak suberin üretmelerinin sağlanabileceği ileri sürülmektedir. Peki, suberin ne işe

⁸⁹ N. Parmar, v.d. "Genetic engineering strategies for biotic and abiotic stress tolerance and quality enhancement in horticultural crops: a comprehensive review". *3 Biotech*, 7, 2017, ss. 239.

⁹⁰ L. Philippot, S. Hallin. "Towards food, feed and energy crops mitigating climate change". *Trends in Plant Science*, 16, 2011, ss. 476–480.

⁹¹ R. Ortiz, v.d. "Plant genetic engineering, climate change and food security". *CCAFS Working Paper no. 72. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS)*. Copenhagen, Denmark, 2014.

yarayacak? Bilim insanlarına göre bu maddenin salgılanması ekinlerin köklerinin daha derine gitmesini sağlayacak ve hasat mevsiminde ekinler toplandığında ve tarla sürüldüğünde bile bu derin kökler toprakta kalacak ve atmosferden emilen karbondioksit uzun yıllar toprakta hapsolacaktır. Bilim insanları bitkilerin ve toprak mikroorganizmalarının atmosferden karbonu çeşitli şekillerde yakalama ve depolama yeteneğini geliştirmek için CRISPR gen düzenleme teknolojisini kullanmaktadırlar. Topraktaki mikroorganizmalar da küresel ısınmanın etkilerini hafifletmek ve karbonu tutmak için kullanılabilir. Bitkilerin fotosentez sırasında oluşturdukları faydalı moleküllerin %20'ye kadarı kökleri aracılığıyla toprakta yaşayan mikroorganizmalarla paylaşılır. Araştırmacılar, genetik mühendisliğini kullanarak kökler ve mikrobiyal topluluklar arasındaki iletişimin ve etkileşimin ayarlanabileceğini, topraktaki karbonu stabilize etmeye yardımcı olarak orada kalmasını sağlayabileceklerini rapor etmişlerdir. Ayrıca fotosentezi optimize etmek için, genetik mühendisliği teknikleri ile atmosferde daha az karbondioksit anlamına gelen yaklaşık %40 daha üretken bitkiler geliştirilebileceği de bildirilmiştir.⁹²

Genetiği değiştirilmiş bitkiler, gelecekteki gıda tedarik ihtiyaçlarını sürdürülebilir bir şekilde karşılayabilir mi? Bu hala çevrecilerin, ekonomistlerin, kalkınma ve beslenme uzmanlarının dikkatini çeken, güncelliğini koruyan bir sorudur. Fakat getireceği fırsatlarla genetiği değiştirilmiş tarımsal gıdaları ve genetiği değiştirilmiş bitki teknolojisi üretkenliğini artırabilmek ve ekonomiye katkı sağlayabilmek açısından etkili bir seçenek gibi görünmektedir.

Sonuç

İklim değişikliği, etkileri ve günümüzde daha sık gözlemlenmeye başlayan sonuçları itibariyle önemli bir küresel sorun niteliğindedir. Son yıllarda küresel ölçekte yaşanan taşkın, yangın ve kuraklık gibi doğal afetler, tüm ekosistemi ve insan yaşamını tehdit etmekte olup görülme sıklığı, etkisi ve süresinde artışlar gözlemlenmektedir. İklim değişikliği artık bir çevre sorunu olmaktan öte doğrudan insan yaşamının sürdürülebilirliğini etkileyen önemli bir sorundur. Doğal ve antropojenik faaliyetlerin etkisiyle küresel ısınma önemli ölçüde artmakta, bu durum sıcaklık ve su mevcudiyetinde aşırı farklılıklara yol açmaktadır. Bitkiler, ekosistemdeki diğer canlılara nazaran daha dirençsiz oldukları ve aktif olarak hareket edemedikleri için iklimdeki dalgalanmalardan daha fazla etkilenmektedirler. Artan iklim değişikliği doğal bitki örtüsünde değişikliklere neden olmakta ve bitki hastalık

⁹² World Economic Forum. "How engineered crops can fight climate change". <https://www.weforum.org/agenda/2022/07/engineered-crops-can-fight-climate-change>. (SGT. 29.10.2022)

ve zararlıları için uygun ortamlar oluşabilmektedir. Ani olarak gelişebilen bu hastalık ve zararlı istilası nedeniyle ürün miktarı ve kalitesi düşmektedir. Tarımın hakim olduğu alanlar, bitkilerin veriminde abiyotik stres kaynaklı kayıplara yol açan azalan yağış miktarı ile entegre olarak artan sıcaklıkla karşı karşıyadır. Bu, çevresel değişikliklere dayanıklı yeni bitki çeşitlerinin geliştirilmesini gerektirmektedir. Bununla birlikte, moleküler biyoloji alanındaki gelişmelere rağmen, iklim kriziyle mücadele için geliştirilen yöntemlerin doğrudan tarlalarda büyüyen bitkilere entegrasyonuna ilişkin çok az çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle, artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak ve iklim değişikliğine dayanıklı mahsuller üretmek için biyoteknolojik ve ıslah programlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, iklim değişikliği tahminleri, yakın gelecekte ekolojik hasarın daha sık ve şiddetli olacağını gösterdiğinden, farklı abiyotik koşullar altında bitki tepkilerini anlamak ve bu mekanizmaların altında yatan genetik temeli keşfetmek çok önemlidir. Bu nedenle, yeni mahsul çeşitlerinin geliştirilmesi için bitki yetiştiricilerinin, araştırmacıların, tarım ve mahsul iyileştirme stratejileri alanında çalışanların, küresel ısınmanın neden olduğu abiyotik stres ve mekanizmaları ile ilgili daha fazla bilgilendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

AINSWORTH, E.A. “Rice production in a changing climate: a meta-analysis of responses to elevated carbon dioxide and elevated ozone concentration”. *Global Change Biology*, 14, 2008, s. 1642-1650.

AINSWORTH, E.A., Long, S.P. “What have we learned from 15 years of free-air CO₂ enrichment (FACE)? A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO₂”. *New Phytologist*, 165, 2005, s. 351-372.

AINSWORTH, E.A., Rogers, A. “The response of photosynthesis and stomatal conductance to rising (CO₂): mechanisms and environmental interactions”. *Plant, Cell and Environment*, 30, 2007, s. 258-270.

ANJUM, S.A., Xie, X.Y., Wang, L.C., Saleem, M.F., Man, C., Lei, W. “Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress”. *African Journal of Agricultural Research*, 6(9), 2011, s. 2026-2032.

ANJUM, S.A., Ashraf, U., Tanveer, M., Khan, I., Hussain, S., Shahzad, B., Zohaib, A., Abbas, F., Saleem, M.F., Ali, I., Wang, L.C. “Drought induced changes in growth, osmolyte accumulation and antioxidant metabolism of three maize hybrids”. *Frontiers in Plant Science*, 8, 2017a, s. 1-12

ARORA, P., Chaudhry, S. “Vegetation and soil carbon pools of mixed plantation of *Acacia nilotica* and *Dalbergia sissoo* under social forestry scheme in Kurukshetra, India”. *Journal of Materials and Environmental Science*, 8(12), 2017, s. 4565-4572.

BABÉ, A., Lavigne, T., Séverin, J.P., Nagel, K.A., Walter, A., Chaumont, F., Batoko, H., Beeckman, T., Draye, X. “Repression of early lateral root initiation events by transient water deficit in barley and maize Philos”. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 367, 2012, s. 1534-1541.

BALASUBRAMANIAN, S., Sureshkumar, S., Lempe, J., Weigel, D. “Potent induction of *Arabidopsis thaliana* flowering by elevated growth temperature”. *PLoS Genetics*, 2, 2006, 0980-0989.

BARLOW, K.M., Christy, B.P., O’Leary, G.J., Riffkin, P.A., Nuttall, J.G. “Simulating the impact of extreme heat and frost events on wheat crop production: A review”. *Field Crops Research*, 171, 2015, s. 109-119.

BASLAM, M., Mitsui, T., Hodges, M., Priesack, E., Herritt, M.T., Aranjuelo, I., Sanz-Sáez, Á. “Photosynthesis in a changing global climate: scaling up and scaling down in crops”. *Frontiers in Plant Science*, 11, 2020, s. 882.

BHARGAVA, S., Mitra, S. “Elevated atmospheric CO₂ and the future of crop plants”. *Plant Breeding*, 140, 2021, s. 1–11.

CHALANIKA DE SILVA, H.C., Asaeda, T. (2017). Effects of heat stress on growth, photosynthetic pigments, oxidative damage and competitive capacity of three submerged macrophytes. *Journal of Plant Interactions*, 12(1), 2017, s. 228–236.

CHAUDHRY, S., Sidhu, G.P.S. “Climate change regulated abiotic stress mechanisms in plants: a comprehensive review”. *Plant Cell Reports*, 41, 2022, s. 1–31.

CHO, R. “How climate change will affect plants, Columbia Climate Scholl Lamont-Doherty Earth Observatory”, <https://lamont.columbia.edu/news/how-climate-change-will-affect-plants>. 2022.

CIAIS, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, J., Chhabra, A., DeFries, R., Galloway, J., Heimann, M., Jones, C. “Carbon and other biogeochemical cycles”. *Climate change 2013: the physical science basis, contribution of working group I to the fifth assessment report of the*

intergovernmental panel on climate change, University Press, Cambridge, 2014, s. 465–570.

DAI, X., Wang, Y., Dong, X., Qian, T., Yin, L., Dong, S., Chu, J., He, M. “Delayed sowing can increase lodging resistance while maintaining grain yield and nitrogen use efficiency in winter wheat”. *The Crop Journal*, 5(6), 2017, s. 541–552.

DARYANTO, S., Wang, L., Jacinthe, P.A. “Global synthesis of drought effects on maize and wheat production”. *PLoS One*, 11(5), 2016, e0156362.

DERMODY, O., Long, S.P., DeLucia, E.H. “How does elevated CO₂ or ozone affect the leaf-area index of soybean when applied independently?” *New Phytologist*, 169, 2006, s. 145-155.

DUSENGE, M.E., Duarte, A.G., Way, D.A. “Plant carbon metabolism and climate change: elevated CO₂ and temperature impacts on photosynthesis, photorespiration and respiration”. *New Phytologist*, 221(1), 2019, s. 32–49.

DUTTA, P., Chakraborti, S., Chaudhuri, K.M., Mondal, S. “Physiological responses and resilience of plants to climate change”. Ed. A, Rakshit, H.B. Singh, A.K. Singh, U.S. Singh, L. Fraceto. *New frontiers in stress management for durable agriculture*. Springer, Singapore, 2020, s. 3–20.

DÜRR, C., Brunel-Muguet, S., Girousse, C., Larmure, A., Larré, C., Rolland-Sabaté, A., Wagner, M.H. “Changes in seed composition and germination of wheat (*Triticum aestivum*) and pea (*Pisum sativum*) when exposed to high temperatures during grain filling and maturation”. *Crop and Pasture Science*, 69(4), 2018, s 374-386.

GHANNOUM, O., Evans, J.R., von Caemmerer, S. “Nitrogen and water use efficiency of C4 plants”. Ed. A.S. Raghavendra, R.F. Sage. *C4 photosynthesis and related CO₂ concentrating mechanisms*, Netherlands: Springer, 2011, s. 129–146.

GOUFO, P., Pereira, J., Moutinho-Pereira, J., Correia, C.M., Figueiredo, N., Carranca, C., Rosa, E.A., Trindade, H. “Rice (*Oryza sativa* L.) phenolic compounds under elevated carbon dioxide (CO₂) concentration”. *Environmental and Experimental Botany*, 99, 2014, s. 28-37.

GRAY, S.B., Brady, S.M. “Plant developmental responses to climate change”. *Developmental Biology*, 419(1), 2016, s. 64-77.

FAO, Climate change and food security: risks and responses. (2015) ISBN 978-92-5-108998-9.

FAROOQ, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S.M.A. "Plant drought stress: effects, mechanisms and management". *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 2009, s. 185-212.

FAROOQ, M., Hussain, M., Wahid, A., Siddique, K.H.M. "Drought stress in plants: an overview". Ed. R. Aroca. *Plant responses to drought stress*. Springer, Berlin, 2012, s. 1–33.

FAROOQ, M., Nadeem, F., Gogoi, N., Ullah, A., Alghamdi, S.S., Nayyar, H., Siddique, K.H. "Heat stress in grain legumes during reproductive and grain-filling phases". *Crop and Pasture Science*, 68(11), 2017, s. 985–1005.

FRANCINI, A., Sebastiani, L. "Abiotic stress effects on performance of horticultural crops". *Horticulturae*, 5, 2019, s. 67–70.

HABERMANN, E., San Martin, J.A.B., Contin, D.R., Bossan, V.P., Barboza, A., Braga, M.R., vd. "Increasing atmospheric CO₂ and canopy temperature induces anatomical and physiological changes in leaves of the C4 forage species *Panicum maximum*". *PLoS ONE*, 14(2), 2019, e0212506.

HAN, M., Ji, C., Zuo, W., He, J. "Interactive effects of elevated CO₂ and temperature on the anatomical characteristics of leaves in eleven species". *Frontiers of Biology in China*, 2, 2007, s. 333–339.

HAO, S., Wang, Y., Yan, Y., Liu, Y., Wang, J., Chen, S. A. "Review on plant responses to salt stress and their mechanisms of salt resistance". *Horticulturae*, 7, 2021, s. 132.

HUSSEN, A. "Review on: response of cereal crops to climate change", *Advances in Bioscience and Bioengineering*, 8(4), 2020, s. 63-72.

IPCC. "Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change" Ed. Core Writing Team, R.K. Pachauri, L.A. Meyer. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014, s. 151.

JAJOO, A., Allakhverdiev, S.I. "High-temperature stress in plants: consequences and strategies for protecting photosynthetic machinery". *Plant Stress Physiology* (2nd ed.), CAB International, Oxfordshire, 2017, s. 138-154.

JALIL, S., Ansari, M.I. "Stress implications and crop productivity. In: Plant ecophysiology and adaptation under climate change: mechanisms

and perspectives Vol. I.” Ed. H. Mirza. 2020, s. 74-82. ISBN 978-981-15-2156-0.

KADIOĞLU, A., Terzi, R. “A dehydration avoidance mechanism: leaf rolling”. *Botanical Review*, 73, 2007, s. 290–302

KADIOĞLU, A., Terzi, R., Saruhan, N., Sağlam, A. “Current advances in the investigation of leaf rolling caused by biotic and abiotic stress factors”. *Plant Science*, 182, 2012, s. 42–48.

KALEFETOĞLU, T., Ekmekçi, Y. “The effects of drought on plants and tolerance mechanisms (review)”. *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 18(4), 2005, s. 723-740.

KHAN, M.B., Hussain, M., Raza, A., Farooq, S., Jabran, K. “Seed priming with CaCl₂ and ridge planting for improved drought resistance in maize”. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(2), 2015a, s. 193–203.

LAGHMOUCHI, Y., Belmehdi O, Bouyahya A, Senhaji N, Abrini J. “Effect of temperature, salt stress and pH on seed germination of medicinal plant”. *Origanum compactum, Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 10, 2017, s. 156-160.

LI, Y.B., Li, Y.L., Zhang, H.W., Wang, M.Y., Chen, S.F. “Diazotrophic *Paenibacillus beijingensis* BJ-18 provides nitrogen for plant and promotes plant growth, nitrogen uptake and metabolism”. *Frontiers in Microbiology*, 10, 2019a, s. 1119.

LINDNER, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., GarciaGonzalo, J., Seidl, R., Delzon, S., Corona, P., Kolström, M., Lexer, M.J. “Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems”. *Forest Ecology and Management*, 259(4), 2010, s. 698-709.

MARIANI, L., Ferrante, A. “Agronomic management for enhancing plant tolerance to abiotic stresses—drought, salinity, hypoxia, and lodging”. *Horticulturae*, 3(4), 2017, s. 52.

MARTINEZ, C.A., Bianconi, M., Silva, L., Approbato, A., Lemos, M., Santos, L. vd. “Moderate warming increases PSII performance, antioxidant scavenging systems and biomass production in *Stylosanthes capitata* Vogel”. *Environmental and Experimental Botany*, 102, 2014, s. 58–67.

MONDAL, S., Joshi, A.K., Huerta-Espino, J., Singh, R.P. “Early maturity in wheat for adaptation to high temperature stress”. Ed. Y. Ogihara,

S. Takumi, H. Handa. *Advances in wheat genetics: from genome to field*. Springer, Tokyo, 2015, s. 239-245.

MORALES, F., Ancín, M., Fakhret, D., González-Torralba, J., Gámez, A. L., Seminario, A., Soba, D., Ben Mariem, S., Garriga, M., Aranjuelo, I. “Photosynthetic metabolism under stressful growth conditions as a bases for crop breeding and yield improvement”. *Plants*, 9(1), 2020, s. 88.

MORGAN, P.B., Mies, T.A., Bollero, G.A., Nelson, R.L., Long, S.P. “Season-long elevation of ozone concentration to projected 2050 levels under fully open-air conditions substantially decreases the growth and production of soybean”. *New Phytologist*, 170, 2006, s. 333–343.

MULUNEH, M.G. Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective—a review article. *Agriculture and Food Security*, 10:36, 2021.

MUNS, R., Tester, M. “Mechanisms of salinity tolerance”. *Annual Review of Plant Biology*, 59(1), 2008, s. 651-681.

MYLONAS, I., Stavrakoudis, D., Katsantonis, D., Korpetis, E. Better farming practices to combat climate change. In: Ozturk M, Gul A (eds). *Climate change and food security with emphasis on wheat*. Academic Press, 2020, s. 1-29.

NAWAZ, K., Hussain, K., Majeed, A., Khan, F., Afghan, S., Ali, K. “Fatality of salt stress to plants: morphological, physiological and biochemical aspects”. *African Journal of Biotechnology*, 9(34), 2010, s. 5475–5480.

ORTIZ, R., Jarvis, A., Fox, P., Aggarwal, P.K., Campbell, B.M. “Plant genetic engineering, climate change and food security. *CCAFS Working Paper no. 72. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS)*. Copenhagen, Denmark. 2014.

ORTIZ, D., Hu, J., Salas Fernandez, M.G. “Genetic architecture of photosynthesis in *Sorghum bicolor* under non-stress and cold stress conditions”. *Journal of Experimental Botany*, 68(16), 2017, s. 4545–4557.

PARMAR, N., Singh, K.H., Sharma, D., Singh, L., Kumar, P., Nanjundan, J., Khan, Y.J., Chauhan, D.K., Thakur, A.K. “Genetic engineering strategies for biotic and abiotic stress tolerance and quality enhancement in horticultural crops: a comprehensive review. *3 Biotech*, 7, 2017, s. 239.

PHILIPPOT, L., Hallin, S. “Towards food, feed and energy crops mitigating climate change”. *Trends in Plant Science*, 16, 2011, s. 476–480.

RAZA, A., Razzaq, A, Mehmood, S.S., Zou, X., Zhang, X., Lv, Y., Xu, J. “Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: a review”. *Plants*, 8, 2019, s. 34.

RAZA, A., Mehmood, S.S., Ashraf, F., Khan, R.S.A. “Genetic diversity analysis of Brassica species using PCR-based SSR markers”. *Gesunde Pflanzen*, 71(1), 2019a, s. 1-7.

RAZA, A., Razzaq, A., Mehmood, S.S., Zou, X., Zhang, X., Lv, Y., Xu, J. “Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: a review”. *Plants*, 8(2), 2019c, 34.

ROY, S.J., Tucker, E.J., Tester, M. “Genetic analysis of abiotic stress tolerance in crops”. *Current Opinion in Plant Biology*, 14(3), 2011, s. 232–239.

SAEIDI, M., Abdoli, M. “Effect of drought stress during grain filling on yield and its components, gas exchange variables, and some physiological traits of wheat cultivars”. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(4), 2015, s. 885–898.

SALGIN, Z. “İklim değişikliğinin bitkiler üzerinde moleküler değişimleri”. www.bezelyedergi.net, 2021.

SELEIMAN, M.F., Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Dindaroglu, T., Abdul-Wajid, H.H., Battaglia, M.L. “Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects”. *Plants*, 10, 2021, s. 259.

SETH, C.S. “A review on effects of climate change on plants and ecosystems and certain approaches for plant response studies under climate change scenario with specific focus on FACE”. *Journal of Food and Nutritional Disorders*, 4,1, 2014.

SRIVASTAVA, S., Pathak, A.D., Gupta, P.S., Shrivastava, A.K., Srivastava, A.K. “Hydrogen peroxide-scavenging enzymes impart tolerance to high temperature induced oxidative stress in sugarcane”. *Journal of Environmental Biology*, 33(3), 2012, s. 657.

STAVRIDOU, E., Voulgari, G., Bosmali, I., Chronopoulou, E.G., Cicero, L.L., Piero, A.R.L., vd. “Plant adaptation to stress conditions: the case of glutathione S-transferases (GSTs),” *Biotic and Abiotic Stress Tolerance in Plants*. Ed. S. Vats. Singapore, Springer Singapore, 2018, s. 173–202.

TAIZ, L., Zeiger, E. "Plant Physiology", Ed Fifth. *Sinauer Associates*, U.S.A. 2010.

TANG, X., Mu, X., Shao, H., Wang, H., and Brestic, M. "Global plant-responding mechanisms to salt stress: physiological and molecular levels and implications in biotechnology". *Critical Reviews in Biotechnology*, 35, 2015, s. 425-437.

TAUB, D., Miller, B., Allen, H. "Effects of elevated CO₂ on the protein concentration of food crops: a meta-analysis". *Global Change Biology*, 14(3), 2008, s. 565-575.

TAUB D, Wang X. "Why are nitrogen concentrations in plant tissues lower under elevated CO₂? A critical examination of the hypotheses". *Journal of Integrative Plant Biology*, 50(11), 2008, s. 1365-1374.

TAUB, D.R. "Effects of rising atmospheric concentrations of carbon dioxide on plants". *Nature Education Knowledge*, 3(10), 2010, s. 21.

THOMAS, C.D., Cameron, A., Green, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y.C., Erasmus, B.F.N., de Siqueira, M.F., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., van Jaarsveld, A.S., Midgley, G.F., Miles, L., OrtegaHuerta, M.A., Peterson, A.T., Phillips, O.L., Williams, S.E. "Extinction risk from climate change". *Nature*, 427, 2004, s. 145-148.

URL 1. Genetiği değiştirilmiş mahsuller iklim kriziyle mücadelede yardımcı olabilir mi? <https://iklimgazetesi.com/genetigi-degistirilmis-mahsuller-iklim-kriziyle-mucadelede-yardimci-olabilir-mi/>. 2021.

URL 2. How engineered crops can fight climate change. <https://www.weforum.org/agenda/2022/07/engineered-crops-can-fight-climate-change>. 2022.

VAN DER KOOI, C.J., Reich, M., Löw, M., De Kok, L.J., Tausz, M. "Growth and yield stimulation under elevated CO₂ and drought: a meta-analysis on crops". *Environmental and Experimental Botany*, 122, 2016, s. 150-157.

YADAV, S., Modi, P., Dave, A., Vijapura, A., Patel, D., Patel, M. "Effect of abiotic stress on crops, in Sustainable Crop Production". Ed. M.C.M.T.F. Mirza Hasanuzzaman, M. Fujita, T.A. Rodrigues Nogueira. London, United Kingdom: IntechOpen, 2020, s. 3-24.

ZHU, C., Kobayashi, K., Loladze, I., Zhu, J., Jiang, Q., Xu, X., Liu, G., Seneweera, S., Ebi, K.L., Drewnowski, A., Fukagawa, N.K., Ziska, L.H. "Carbon dioxide (CO₂) levels this century will alter the protein,

micronutrients, and vitamin content of rice grains with potential health consequences for the poorest rice-dependent countries”. *Science Advances*, 4(5), 2018, s. 1-8.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN YENİLENEBİLİR ENERJİ ALANINDAKİ GELİŞMELERE ETKİSİ

Tülin BALI*

Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri

İklim değişikliği, "nedeni ne olursa olsun iklimin ortalama durumunda ve/veya değişkenliğinde onlarca yıl ya da daha uzun süre boyunca gerçekleşen değişiklikler" biçiminde tanımlanmaktadır. Bu değişimler hem doğal süreçler hem de insan kaynaklıdır. İklim genel olarak güneşten gelen ve yansıtılan radyasyondaki değişimler ve sera gazlarının atmosferdeki oranı nedeniyle değişmektedir. Doğal sera etkisi; atmosferdeki sera gazları, bulutlar ve okyanuslar yardımıyla yeryüzünün ısı dengesinin düzenlendiği bir süreçtir. Günümüzde sözü edilen küresel iklim değişikliği ise iklimin doğal değişkenliğine ek olarak; fosil yakıtların yakılması, enerji üretimi, arazi kullanımı değişiklikleri, ormanlık alanların azalması, insan konforu, teknoloji ve sanayi süreçleri gibi insan etkinlikleriyle atmosfere salınan sera gazı birikimlerindeki hızlı artışın doğal sera etkisini kuvvetlendirmesi sonucunda dünyanın ortalama yüzey sıcaklıklarındaki artışı ve iklimde oluşan değişiklikleri ifade etmektedir.¹

Birleşmiş Milletler öncülüğünde imzalanan, küresel ısınmaya yönelik hükümetler arası ilk sözleşme niteliğinde olan ve 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde (BMİDÇS) iklim değişikliği, "karşılaştırılabilir bir zaman döneminde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik" biçiminde tanımlanmaktadır.²

Küresel ortalama sıcaklık değeri 2021 yılında, sanayi öncesi ortalamanın yaklaşık 1.11 ± 0.13 °C üzerinde gerçekleşmiş ve 2015'ten 2021'e kadar olan son yedi yıl, kaydedilen en sıcak yedi yıl olmuştur. Küresel ortalama deniz seviyesi de 2021'de yeni bir rekor seviyeye ulaşarak 2013-2021 döneminde yılda ortalama 4,5 mm yükselmiştir. İnsan faaliyetleri nedeniyle atmosferdeki artan sera gazı seviyeleri, 20. yüzyılın ortalarından bu yana iklim değişikliğinin ana itici gücü olmuştur. COVID-19 pandemisi

* Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Trabzon, bali@ktu.edu.tr

¹ <https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx>, (ET: 12.08.2022)

² <https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx>, (ET: 12.08.2022)

başladıktan sonra 2020'de atmosferik sera gazı mol fraksiyonları yeni zirvelere ulaşmış, küresel olarak ortalama yüzey mol fraksiyonları karbondioksit (CO₂) için 413.2 ± 0.2 ppm (milyonda bir parça), metan (CH₄) için 1889 ± 2 ppb (milyarda bir parça) ve diazot monoksit (N₂O) için 333.2 ± 0.1 ppb olarak gerçekleşmiş ve sanayi öncesi seviyelerinin sırasıyla %149, %262 ve %123'üne ulaşmıştır.³

BMİDÇS; insan kaynaklı çevresel kirliliklerin iklim üzerinde tehlikeli etkileri olduğunu kabul ederek atmosferdeki sera gazlarının seviyesinin düşürülmesini ve bu gazların olumsuz etkilerinin en aza indirilerek belli bir seviyede tutulmasını amaçlamaktadır. Sözleşme kapsamında her yıl taraflar konferansı düzenlenmektedir. 2015 yılında Paris'te düzenlenen BMİDÇS 21. Taraflar Konferansı'nda 2020 sonrası iklim değişikliği rejiminin çerçevesini oluşturan Paris Anlaşması kabul edilmiş, bu anlaşma 04 Kasım 2016'da yürürlüğe girmiştir. Anlaşma kapsamında ortalama küresel sıcaklık artışının sanayi öncesi döneme göre en fazla 1.5 °C ile sınırlanması hedeflenmektedir. Günümüzde 1.1 °C'lik sıcaklık artışına ulaşılmıştır. 1.5 °C sınırını aşmamak için 2030 yılında CO₂ emisyonlarının 2010 yılına göre %45 azaltılması ve 2050 yılında net sıfır emisyonu sağlanması gerekmektedir. Uluslararası iklim politikalarının hedefine ulaşması için ülkeler ve bölgesel iradeler farklı uygulamalar yapmaktadırlar. Bu alanda Avrupa Birliği (AB) özellikle geçtiğimiz 5 yılda hayata geçirdiği plan ve politikalar ile öne çıkmaktadır. Mart 2020'de Avrupa Komisyonu tarafından AB'de net sıfır emisyon hedefini yasal olarak bağlayıcı kılacak İklim Yasası AB Parlamentosu'na sunulmuş ve yasa teklifi Komisyon tarafından 24 Haziran 2021 tarihinde onaylanarak 09 Temmuz 2021'de yürürlüğe girmiştir.⁴

Atmosferdeki su buharı, karbondioksit, metan, azotoksit, ozon, kloroflorokarbonlar ve hidrokloroflorokarbonlar gibi sera gazlarının artması tehlikesi iklim değişikliği sürecini hızlandırmaktadır. Ek önlem alınmazsa, mevcut politikalar bu yüzyılda 2.8 °C'lik küresel ısınmaya yol açacaktır.⁵ Küresel ısınmanın kontrol altına alınmaması sonucu buzulların erimesi, iklim değişiklikleri, denizlerin seviyesinde yükselme, bitki ve hayvan yaşam türlerindeki değişiklikler, kuraklık ve canlıların kitlesel ölümleri görülebilecektir.

³ *State of the Global Climate 2021 Report*, World Meteorological Organization, No:1290, 2022, ss. 2-4.

⁴ *Enerji Görünümü 2020*, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş., 2020, ss. 88-91.

⁵ *Emissions Gap Report 2022: The Closing Window*, UN Environment Programme, 2022, p. XVI.

Fosil ve biyokütle yakıtların yakılması, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının en büyük kaynağıdır. Çimento üretimi karbondioksit, tarım ve katı atık düzenli depolama sahaları metan gazı salmaktadır. Gübre kullanımı ve naylon üretimi, diazot monoksit ve buzdolabı ile klimalar florine sera gazı emisyonlarını artırmaktadır. Arazi kullanımı değişiklikleri de iklim sistemini önemli ölçüde etkilemektedir. Tarım amaçlı kullanım için arazi açılması, koyu renkli yüzeyin miktarını artırmakta ve sonuç olarak gelen güneş radyasyonu yansımaktan çok emilmektedir. Arazi açılması ayrıca, ormanların tahrip edilmesi nedeniyle, karbondioksiti tutan ve depolayan ağaç ve bitkilerin azalması anlamına gelmektedir. Çölleştirme, atmosfere geçen toz miktarında artışa neden olması dolayısıyla güneşten yerküre yüzeyine gelen enerjiyi azaltarak küresel ısınmayı yavaşlatan bir etkiye sahip olabilmektedir. Şehirleşme, şehir ısı adalarının, yani şehirlerde çevrelerine göre daha sıcak alanların oluşmasına yol açmaktadır.⁶

Fosil Kaynaklardan Enerji Üretiminin İklim Değişikliğine Etkisi

Enerji insanın yaşam ve konforunu sürdürmesinde en önemli araçlardan biridir. Teknoloji her geçen gün yeni bir ürünü insan yaşam ve konforunun iyileştirilmesi için kullanıma sunmaktadır. Bu ürünlerin yapımında, çalıştırılmasında olduğu kadar ömrü bittiğinde geri dönüşüm işlemlerinde de enerjiye ihtiyaç vardır. Enerji konvansiyonel kaynaklar (kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtlar) başta olmak üzere, nükleer kaynaklar ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, rüzgâr, güneş, su, biyokütle, jeotermal, hidrojen gibi tükenmeyen kaynaklardır.

Şekil 1'de dünyada birincil enerji tüketimi görülmektedir.⁷ Birincil enerji, enerji kaynağının herhangi bir dönüşümden geçmeden direkt olarak kullanılması anlamındadır. Örneğin; kömür, petrol, doğal gaz, güneş, rüzgâr direkt olarak kullanılabilen birincil kaynaklardır. Elektrik, akaryakıt gibi kaynaklar bir dönüşümden geçerek kullanıma sunulduğundan ikincil kaynaklar olarak adlandırılırlar. Birincil enerji talebi 2021'de %5.8 artarak 2019 seviyelerinin %1.3'ünü aşmıştır. Fosil yakıtların tüketimi genel olarak değişmemiş, fosil yakıtlar, 2019'da %83 ve beş yıl önce %85 iken, geçen yıl birincil enerji kullanımının %82'sini oluşturmuştur.⁸

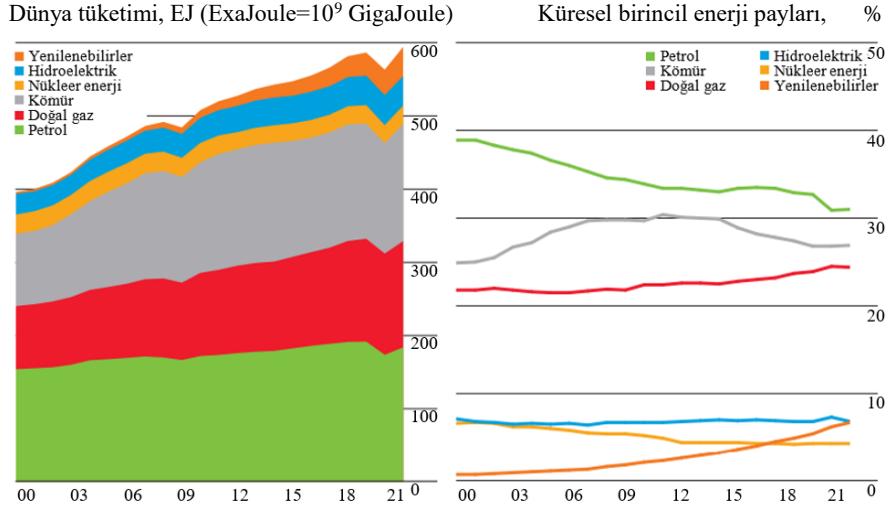
Enerji kullanımı, endüstriyel prosesler, yanma ve metan kaynaklı CO₂ emisyonları, 2021'de %5.7 artarak 39.0 GtCO₂e' e (Gigaton CO₂ eşdeğeri) yükselirken, enerji kaynaklı CO₂ emisyonları %5.9 artarak 33.9

⁶ <https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx>, (ET: 23.08.2022)

⁷ *bp Statistical Review of World Energy 2022*, 71st Edition, 2022, s. 10.

⁸ *bp Statistical Review of World Energy 2022*, 71st Edition, 2022, s. 3.

GtCO_{2e} ile 2019 seviyelerine yakın gerçekleşmiştir. Yanmadan kaynaklanan CO₂ emisyonları ve metan, endüstriyel işlemlerden kaynaklanan emisyonlar sırasıyla %2.9 ve %4.6 oranında bir artış göstermiştir. Elektrik üretimi 2021'de %6.2 artmıştır.



Şekil 1. Dünyada yıllara göre birincil enerji tüketimi. Kaynak: bp 2022, ss. 10.

Kömür, 2020'de %35.1'den %36'ya çıkarak, 2021'de elektrik üretiminde baskın yakıt olmaya devam etmiştir. Elektrik üretiminde doğalgazın payı 2020'de %23.7'den 2021'de %22.9'a düşmesine rağmen 2021'de %2.6 artmıştır.

Yenilenebilir enerji üretimi 2019 ve 2021 arasında 8 EJ'nin üzerinde artmıştır. Rüzgâr ve güneş, 2021' de elektrik üretiminde %10.2'lik bir paya ulaşmış, ilk kez rüzgâr ve güneş enerjisi, küresel gücün %10' undan fazlasını sağlayarak nükleer enerjinin katkısını aşmıştır.⁹ 2019 ve 2021 yılları arasında birincil enerjideki artış tamamen yenilenebilir enerji kaynaklarından kaynaklandı. Düşük petrol talebi (-8 EJ), daha yüksek doğal gaz (5 EJ) ve kömür (3 EJ) tüketimi ile dengelenirken, 2019 ve 2021 yılları arasında fosil yakıt enerji tüketimi seviyesi değişmedi.⁹

Tablo 1'de Dünya'da enerji kaynaklı CO₂ emisyonu değerleri görülmektedir. Asya Pasifik (büyük oranda Çin) 2021 yılında dünyadaki enerji kaynaklı CO₂ emisyonunda %52.3' lük paya sahiptir. 2011-2021 yılları arasında Amerika ve Avrupa kıtalarında bu emisyon değerleri düşerken diğer kıtalarda artış olmuştur. Toplam dünya emisyon değerleri ise bu yıllar arasında %0.6 artmıştır.

⁹ bp Statistical Review of World Energy 2022, ss. 3-4.

Tablo 1. Enerji kaynaklı CO₂ emisyonları

Yıllık büyüme oranı

Milyon ton CO ₂	2011	2020	2021	2011-2021 %	2021'in payı, %
Kuzey Amerika	6352.2	5295.6	5602.2	-1.2	16.5
G. ve Orta Amerika	1225.1	1094.6	1213.1	-0.1	3.6
Avrupa	4599.1	3608.3	3793.7	-1.9	11.2
BDT	2046.5	1984.5	2132.5	0.4	6.3
Orta Doğu	1764.5	2044.0	2117.2	1.8	6.2
Afrika	1103.6	1222.6	1290.7	1.6	3.8
Asya Pasifik	14813.5	16829.0	17734.6	1.8	52.3
Toplam Dünya	31904.6	32078.5	33884.1	0.6	100
OECD ile	12842.4	10744.7	11292.5	-1.3	33.3
OECD olmadan	19062.2	21333.9	22591.5	1.7	66.7
Avrupa Birliği	3300.8	2564.2	2728.2	-1.9	8.1

BDT: Bağımsız Devletler Topluluğu (Rusya, Ukrayna, Beyaz Rusya, Moldova, Kazakistan, Kırgızistan, Özbekistan, Türkmenistan, Tacikistan, Azerbaycan, Ermenistan, Gürcistan)

Not: Yukarıdaki karbon emisyonları yalnızca yanma ile ilgili faaliyetler için petrol, gaz ve kömür tüketimi ve IPCC tarafından Ulusal Sera Gazı Envanterleri Kılavuzunda (2006) listelenen 'Yanma için Varsayılan CO₂ Emisyon Faktörleri'ne dayanmaktadır. Bu, diğer karbon emisyon kaynakları veya diğer sera gazı emisyonları için tutulan herhangi bir karbonu içermez.¹⁰

Emisyonlar büyük ölçüde enerji üretiminden kaynaklıdır ancak diğer sektörlerin etkisi de göz ardı edilemez. Emisyonlar özellikle beş küresel ekonomik sektör arasında bölünebilir: Enerji arzı; sanayi; tarım, ormancılık ve diğer arazi kullanım değişikliği; ulaşım ve binalarda doğrudan enerji kullanımı. 1990'dan beri, emisyonlardaki büyümenin çoğu enerji arzı, sanayi ve ulaşım sektörlerinden olmuştur. 2019'da gerçekleşen CO₂ emisyonlarına; enerji tedarik sektörü 20 GtCO₂e (toplamın %34'ü), sanayi 14 GtCO₂e (%24), tarım, orman ve arazi kullanım değişikliği 22 GtCO₂e (%13), ulaşım 8.7 GtCO₂e (%15) ve binalar 3.3 GtCO₂e (%6) katkıda bulunmuştur. Elektrik ve ısı üretimi (örneğin enerji tedarik sektöründe) ile ilgili emisyonların nihai tüketici sektörlerine yeniden tahsis edilmesi, sanayi ve bina sektörlerinin katkısını sırasıyla %34 ve %16'ya yükseltmektedir.¹¹

British Petroleum (BP) tarafından yapılan istatistiksel incelemeye göre, küresel enerji tüketimi geçen yıl %5.5 artarak tüm zamanların en yüksek seviyesine ulaştı. Fosil yakıtlar 2021 yılında birincil enerji

¹⁰ bp *Statistical Review of World Energy 2022*, s. 12.

¹¹ *Climate Change 2022*, 6. Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022, s. 12.

kullanımının %82'sini oluşturdu. Birincil enerji kullanımının geri kalan payı %6.8 hidroelektrik, %6.7 yenilenebilir enerji ve %4.2 nükleer enerji olarak gerçekleşti.¹² Enerji talebi artan nüfus ve konfor şartlarının iyileşmesi nedeniyle gitgide artmaktadır. Bu durumun mevcut haliyle sürmesi dünyamızı önlenemez tehditlerle karşı karşıya bırakacaktır. Bu durum sadece dünyamızın dengesini değil, ülke ekonomilerini de tehdit etmekte, politik sonuçlara ve savaşlara neden olabilmektedir. Ülkeler iklim değişikliği etkisinin sonuçları için senaryolar geliştirmekte ve ülke politikalarını bu senaryolara göre düzenlemektedirler. Buradaki başarı başta ulusların birlikte alacağı kararlar, sürdürülebilir düzenlemeler ve önlemlere büyük ölçüde bağlıdır.

Ülkelerin kalkınmada, refaha erişmede ve refahı sürdürmede kullanmak zorunluluğunda oldukları birincil enerji kaynaklarının seçimi ulusal düzeyde ekonomik imkânlarla, bölgesel ve/veya uluslararası düzeyde de ekonomik olduğu kadar siyasî ve stratejik konjonktürlere bağımlı olmaktadır. Dünyada birbirinden enerji kaynağı alışverişinde bulunan ülkelerin dışında, belirli bir enerji kaynağının kullanılması, ilk bakışta diğer ülkeleri etkilememekte ve ilgilendirmemektedir. Ancak son yıllarda enerji kaynaklarının kullanımının çevreye ve dünya iklimine olumsuz etkilerinin ortaya çıkması, coğrafi olarak birbirlerinden çok uzakta bulunan ve herhangi bir enerji kaynağı alışverişinde bulunmayan ülkeler arasında da enerji kullanımıyla ilgili sorunların baş göstermesine yol açmıştır. Özellikle dünya ikliminin, insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazları salımından önemli ölçüde etkilendiğinin, ciddi kanıtlarla ortaya konmasından sonra uluslararası toplulukta duyarlık artmış, bunun sonucunda siyasî örgütlenmeler ortaya çıkmış ve bir dizi siyasî kararlar alınmaya başlanmıştır. Öte yandan, enerji kaynakları rezervlerinin çok fazla olmadığı ve ülkelere kaynak seçiminde fazla seçenek kalmadığı gerçeğinden hareketle, 21. yüzyılda pek çok ülkenin enerji kullanımı ve iklim değişikliği kısıtlamaları karşısında siyasî ve ekonomik problemlerle karşılaşacağı anlaşılmaktadır.¹³

Dünya' da ve Türkiye' de Yenilenebilir Enerji Alanındaki Gelişmeler

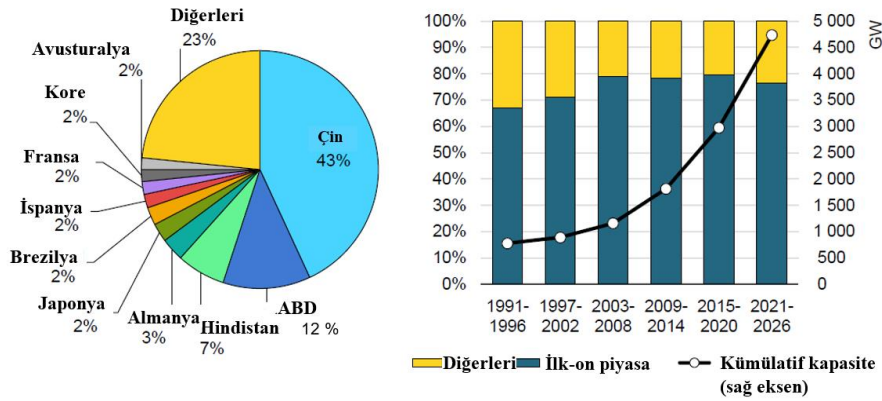
İklim değişikliği ve yaşanan COVID-19 pandemisi, verimli ve güvenilir güç erişimine gereksiniminin önemini ortaya koymuştur. Pandeminin petrol, doğal gaz, kömür gibi geleneksel enerji kaynaklarını

¹² *bp Statistical Review of World Energy 2022*, ss. 3-4.

¹³ https://www.mfa.gov.tr/21_yuzyilda-enerji-kullanimi-ve-iklim-decisiklici.tr.mfa (ET: 10.09.2022)

etkilemesi, odağın yeşil enerjiye ve yenilenebilir kaynaklara kaymasına neden oldu.¹⁴

Ülkelerin enerji üretiminde yenilenebilir kaynaklara olan yönelimleri ve arayışları gittikçe artmaktadır. Şekil 2’ de dünyada toplam kurulu yenilenebilir kapasitede, ilk on ülkenin payı, yıllara göre değişimi ve 5 yıllık tahmini durumu görülmektedir. On ülke, 2021-2026 döneminde tüm yenilenebilir kapasite artışının neredeyse %80’ini oluşturmaktadır. Tek başına Çin, tahminlere göre tüm yenilenebilir enerji artışının neredeyse %45’ini sağlamakta ve onu ABD, Hindistan ve Almanya izlemektedir. 1990’dan bu yana, dünya çapında yenilenebilir kapasite dört kattan fazla artmış, ancak ilk on büyüyen piyasa aşağı yukarı aynı kalmıştır. En büyük on ülkenin dışındaki ülkelerde muazzam bir ekonomik ve kaynak potansiyeli olmasına rağmen, bu piyasalar, 2000’lerin başından beri sabit kalmış olup bu trendin tahmin dönemi boyunca da devam etmesi beklenmektedir. Avrupa’nın yenilenebilir kapasitesinin %45 oranında artması beklenmekte ve bu büyümenin dörtte üçünün Almanya, İspanya, Fransa, Hollanda, Türkiye, İngiltere ve Polonya tarafından gerçekleştirileceği öngörülmektedir.¹⁵



Şekil 2. Toplam kurulu yenilenebilir kapasitede ilk on ülkenin payı, tarihsel ve tahmin dönemi, 1991-2026.¹⁶

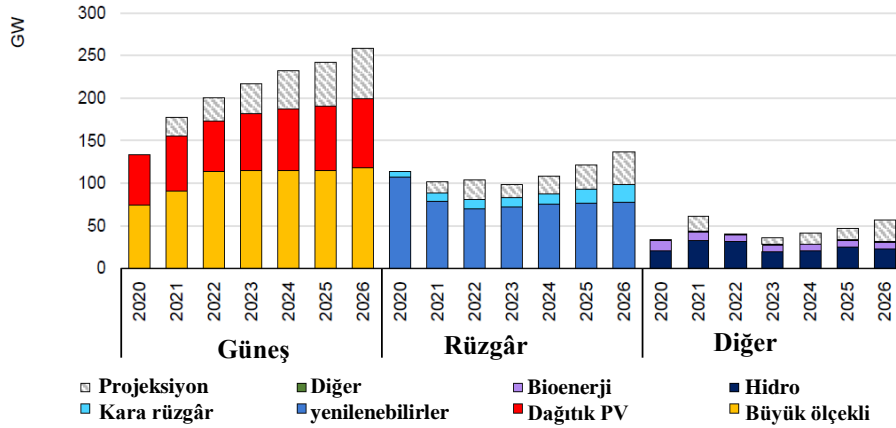
Şekil 3’de yenilenebilir kaynakların yakın gelecekteki yıllık kapasite artışları tahminsel olarak verilmektedir. Yıllık kapasite artışları yerel güneş (dağıtık PV-fotovoltaik) ve büyük ölçekli güneş enerjisi (güneş santralleri)

¹⁴ Danial Khojasteh, Ehsan Davani, Abbas Shamsipour, Milad Haghani and William Glamore, “Climate Change and COVID-19: Interdisciplinary Perspectives from Two Global Crises”, *Science of the Total Environment*, Volume 844, 2022, ss. 1-9.

¹⁵ *Renewables 2021 Analysis and Forecast to 2026*, International Energy Agency (IEA), December 2021, s.52.

¹⁶ *Renewables 2021 Analysis and Forecast to 2026*, s. 26.

ile kara rüzgâr (on shore) ve deniz rüzgâr (off shore) santralleri ayrı ayrı olarak gösterilmiştir. Tüm yenilenebilir kaynaklarda gittikçe artan büyüme trendleri görülmekle birlikte gelişmenin en fazla güneş enerjisinde olacağı tahmin edilmektedir. Hızlandırılmış projeksiyonda, küresel güneş PV kapasitesinin toplam büyümesi, yıllık ilavelerin sürekli artmasıyla %22 daha yüksek olabilir ve 2026 yılına kadar yaklaşık 260 GW'a ulaşabilir. Artış, Çin, Avrupa, Amerika Birleşik Devletleri ve Hindistan gibi kilit pazarlarda en büyük olmakla birlikte Sahra altı Afrika ve Orta Doğu gibi gelişmekte olan pazarlarda kayda değer bir büyüme potansiyeli vardır.¹⁷



Şekil 3. Güneş, rüzgâr ve diğer yenilenebilir kaynakların yıllık kapasite artışları, güncel durum ve 2020-2026 projeksiyonları, *Kaynak: IEA 2021, s. 27.*

İklim değişikliği etkisi tüm dünyada olduğu kadar ülkemizde de yenilenebilir kaynaklara olan yönelimleri güçlendirmiştir. Türkiye önemli yenilenebilir kaynak (rüzgâr, güneş, jeotermal) kapasitesine sahiptir. Bu kapasitenin değerlendirilmesi iklim değişikliğiyle mücadelede önem arz etmektedir.

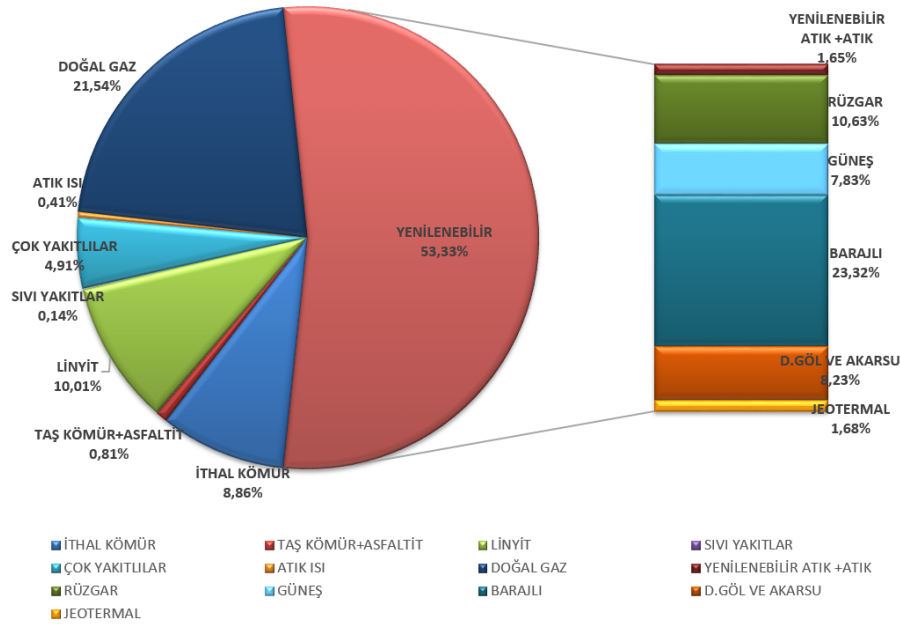
Ülkemizde T.C. Dışişleri Bakanlığı tarafından, 21. Yüzyılda enerji kullanımı ve iklim değişikliği alanındaki çalışmaların bir analizi yapılmıştır. 2015 yılı itibarıyla yapılan bu değerlendirmeler, bir yandan ekonomik büyüme ve çevresel endişeleri dikkate alırken, öte yandan birincil enerji kaynaklarının temin edilebilirliğini veya diğer bir deyişle rezervlerin miktarını dikkate almaktadır. Bu çalışmalar sonucunda;

- mevcut enerji sistemi gelişmesi devam ettiği takdirde sürdürülebilir kalkınma hedeflerine varmanın mümkün olmayacağı,

¹⁷ *Renewables 2021 Analysis and Forecast to 2026, s. 27.*

- sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesi, yüksek enerji verimleri, yenilenebilir kaynaklar ve ileri enerji teknolojilerinin bir arada uyumlu bir şekilde düzenlenmesine bağlı olacaktır,
- bir yandan kaynakların kısıtlı olması ve eşit dağılmaması, öte yandan kalkınma çabalarının bölgeler ve ülkeler arasında önemli değişiklikler göstermesi ve nihayet insanların geleceğini tehdit eden iklim değişikliği belirtileri, 21. yüzyılda siyasetçileri, teknoloji geliştiricileri ve iktisatçıları çok fazla meşgul edeceği ortaya konulmuştur.¹⁸

Enerji sisteminin daha esnek bir yapıya kavuşturulması amacıyla üretim ve tedarik kaynaklarının çeşitlendirilmesi, ülkemizin temel arz güvenliği politikaları arasındadır. Dolayısıyla yenilenebilir enerji; kaynakların çeşitlendirilmesi, yerli kaynakların değerlendirilmesi ve enerji talebinin yeşil seçeneklerle karşılanması açısından ayrı bir öneme sahiptir.¹⁹



Şekil 4. Türkiye 2021 kurulu gücünün birincil enerji kaynaklarına göre dağılımı²⁰

¹⁸ https://www.mfa.gov.tr/21_-yuzyilda-enerji-kullanimi-ve-iklim-decisiklici.tr.mfa (ET: 10.09.2022)

¹⁹ *Enerji Sektör Görünümü 2021*, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası AŞ, 2021, s. 30

²⁰ <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri> (ET: 14.09.2022)

Günümüzde Türkiye'nin kurulu gücü 100 GW'ı aşmıştır. Kurulu güç içindeki yenilenebilir kaynak oranı ise 2000'li yıllarda %43 iken 2006 yılında %32'ye düşmüş ve Şekil 4'den görüldüğü üzere 2021 yılında %53.33 olarak gerçekleşmiştir. Kurulu güç içinde yenilenebilir kaynakların payları 2021 yılı için, toplam hidrolik 31493 GW, jeotermal 1676 GW, rüzgâr 10607 GW ve güneş 7816 GW'tır.

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin artırılması hedefleri kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teşvik mekanizmaları geliştirilmiştir. Bu amaçla ilk olarak 2010 yılı sonunda lisanssız elektrik üretim yönetmeliği devreye alınmıştır. Lisanssız elektrik yönetmeliği ilk olarak 500 kW üst sınırında ve ilişkili tüketim tesisinin tüketim veya gücünden bağımsız olarak lisanssız santrallerin kurulup işletilmesine imkân sağlıyordu. 2013 yılının Mart ayında Cumhurbaşkanı Kararı ile lisanssız faaliyet yapabilecek yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinin kurulu güç üst sınırı 1 MW'a, 2019 yılı Mayıs ayında ise kurulu güç üst sınırı 1 MW'tan 5 MW'a çıkarılmıştır. Lisanssız elektrik üretimi kapsamında aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanmaya yönelik olarak teşvik mekanizmaları geliştirilmiştir. Bu mekanizmalar Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM) ve Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA) mekanizmalarıdır. YEKDEM, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanılmasına İlişkin Kanun (YEK) çerçevesinde rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, dalga, akıntı, gel-git ile kanal veya nehir veya rezervuar alanı on beş kilometrekarenin altında olan hidroelektrik santrallerinin faydalandığı satın alım garantisidir. YEKA ise kamu ve hazine arazilerinde elektrik enerjisi üretimine uygun yenilenebilir enerji kaynak alanlarının belirlenmesi, derecelendirilmesi, korunması ve kullanılmasına ilişkin bir sistemdir ve asıl amacı yerli ekipman üretiminin desteklenmesidir. YEKDEM ile, şebeke bağlantılı yenilenebilir enerji sistemi tarafından üretilen fazla elektrik bulunduğu bölgedeki dağıtım şirketi ile yapılan mahsuplaşma doğrultusunda 10 yıl satın alma garantisi kapsamına alınmaktadır.²¹

30 Ocak 2021 tarihli resmi gazetede yayınlanan 3453 sayılı cumhurbaşkanı kararına göre 2025 yılı sonuna kadar işletmeye girecek YEK Belgeli yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesisleri için uygulanacak fiyatlar ve süreler ile fiyatların güncellenmesine ilişkin kararlar

²¹ *Enerji Sektör Görünümü 2020*, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası AŞ, 2020, s. 16.

yürürlüğe konulmuş ve her yıl üçer aylık dönemlerle düzenlenmesi kararlaştırılmıştır.²²

Ülkemizde düzenlemelerin daha etkin hale gelmesi ile bu alanda son yıllardaki ivmemizi arttırarak devam ettirmek için büyük potansiyelimiz mevcuttur. Aynı zamanda yenilenebilir enerji potansiyelinin değerlendirilmesinde özellikle tüketicilerin lisanssız elektrik üretimi kapsamında yapmış oldukları küçük çaplı kurulumların dağıtım sistemine yapacağı etki iyi irdelenmeli ve etkin bir planlama gerçekleştirilmelidir. Dağıtık üretimin şebeke ve piyasa entegrasyonunun artmasıyla oluşacak yeni düzende, bu kaynakların yönetilmesiyle tüm enerji sisteminin verimliliğinin artmasını sağlayacak düzenlemelere ve uygulamalara ihtiyaç olacaktır.²³

Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türkiye'nin Yeşil Mutabakat Eylem Planı

Eylül 2015'te gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi (2030 Agenda for Sustainable Development), 193 ülkenin imzasıyla kabul edilmiş ve gündem belgesinde yer alan 17 adet Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarının (SKA) uygulama süreci 1 Ocak 2016 tarihinde başlamıştır.²⁴ Söz konusu Gündem kapsamında tanımlanan 17 "Sürdürülebilir Kalkınma Amacı" refah ve esenliğin artırılması ve yoksulluğa son verilmesinin yanı sıra iklim değişikliği ile küresel mücadeleyi ekonomik ve sosyal açıdan kapsayıcı bir kalkınma modelinin ayrılmaz parçası haline getirmeyi öngörmektedir.²⁵

Sürdürülebilir bir dünya için küresel çapta çabaların tüm paydaşlar tarafından her düzeyde artırılması ihtiyacı, 2020 yılında COVID-19 salgınının yarattığı sosyal ve ekonomik güçlüklerin yansımaları ile daha da pekişmiş ve COVID-19 krizi sonrası toparlanma döneminde, sürdürülebilir ve kapsayıcı bir küresel ekonominin inşası uluslararası toplumun öncelikli gündemi haline gelmiştir. Bu süreçte, insan kaynaklı sera gazı salımlarını sınırlandırmaya ve azaltmaya yönelik çabaların yanı sıra; iklim değişikliğinin, ekonomi, uluslararası ticaret, sağlık, göç, güvenlik gibi diğer küresel sorunlarla bağlantılı olarak ele alınması kaçınılmaz hale gelmiştir.

²² Resmi gazete, 30 Ocak 2021 Cumartesi, Sayı: 31380, Cumhurbaşkanlığı Kararı, Karar sayısı: 3453

²³ *Yenilenebilir Dağıtık Enerji Üretiminin Şebeke ve Piyasa Entegrasyonu*, SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi, Sabancı Üniversitesi, 2021.

²⁴ https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/03/Surdurulebilir-Kalkinma-Amaclari-Degerlendirme-Raporu_13_12_2019-WEB.pdf (ET: 22.09.2022)

²⁵ *Yeşil Mutabakat Eylem Planı 2021*, TC. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, (ET: 12.10.2022)

<https://ticaret.gov.tr/data/60f1200013b876eb28421b23/MUTABAKAT%20YE%C5%9E%C4%BOL.pdf>

Ekonomik büyümeyi iklim gündemini göz önünde tutarak gerçekleştirmek ve yatırımcılar ile işletmelerin küresel ısınmayı sınırlandıran bir senaryo ile uyumlu faaliyet göstermelerini teşvik etmek için küresel düzeyde ilave reformlara duyulan ihtiyaç, iklim değişikliği ile mücadeleyi uluslararası ekonomi ve ticaret politikalarının merkezine taşımıştır. Nitekim AB, 11 Aralık 2019 tarihinde açıkladığı Avrupa Yeşil Mutabakatı ile 2050 yılında iklim-nötr ilk kıta olma hedefini ortaya koyarken; aynı zamanda sanayisinin dönüşümünü gerektiren yeni bir büyüme stratejisi benimseyeceğini ve tüm politikalarını iklim değişikliği ekseninde yeniden şekillendireceğini açıklamıştır. Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamındaki ilgili eylemler, enerji, ulaşım, sanayi, finans, inşaat, tarım dâhil AB ekonomisini yeniden şekillendirecek ve her geçen yıl ivme kazanacak bir dönüşümün temellerini teşkil etmektedir.²⁶

2019 yılında açıklanan Avrupa Yeşil Mutabakatı ile AB birçok sektörde hayata geçireceği değişiklikler ve düzenlemelerle temelde 2050 yılına kadar sera gazı emisyonlarını sıfırlamak hedefini gütmektedir. AB, kendi içindeki ülkelerin hedeflerinin haricinde, daha ileri bir adımla Birlik genelinde 2030 yılına kadar sera gazı salımını 1990 yılı seviyesine kıyasla en az %55 azaltmayı taahhüt etmiştir. AB ayrıca, 2050 yılında net sıfır emisyon seviyesine ulaşmayı hedeflemektedir. Avrupa Yeşil Mutabakatı bu anlamda sadece bir iklim politikası değil aynı zamanda ekonomik bir dönüşüm programı olarak da kurgulanmıştır.²⁷

AB, 2050 yılı itibarıyla iklim açısından nötr olmayı hedeflemektedir. Bu hedefe ulaşmak için AB ekonomisindeki tüm sektörlerinin harekete geçmesi gerekmektedir. Örneğin:

- Çevre dostu teknolojilere yatırım yapılması
- Sanayi sektörünü yenilik yapma konusunda desteklenmesi
- Daha temiz, daha ucuz ve daha sağlıklı özel ve toplu taşıma biçimlerinin yaygınlaştırılması
- Enerji sektörünün karbondan arındırılması
- Binaların enerji açısından daha verimli olması

²⁶ *Yeşil Mutabakat Eylem Planı 2021*, s. 26

²⁷ Kübra Ecer, Oğuz Güner ve Murat Çetin, "Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türkiye Ekonomisinin Uyum Politikaları", *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, Cilt 9 (2), 2021, ss. 125-144.

- Küresel çevre standartlarını iyileştirmek için uluslararası ortaklarla birlikte çalışılması gibi.²⁸

Ülkemiz enerji stratejisinin temel unsurları arasında, enerji kaynaklarının verimli, çevreye duyarlı şekilde değerlendirilerek ülke refahına en yüksek katkının sağlanması amacıyla sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile uyumlu olarak çevreye ilişkin kaygıların dikkate alınması ve enerji verimliliğinin artırılması öne çıkmaktadır.

Dünyada sera gazı emisyonlarının azaltılmasına verilen önemin artışı ve karbon yoğunluğu düşük bir küresel ekonomiye geçişin sağlanması, küresel ölçekte enerji politikalarının gözden geçirilmesine yol açmıştır. Bununla birlikte, iklim değişikliği ile mücadele kapsamında hayata geçirilmesi hedeflenen politikaların enerji politikaları ile eşgüdümünün sağlanması gerekliliği, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğine yönelik düzenleme ve uygulamaların önceliklendirilmesini gündeme getirmiştir. Bu çerçevede, 2012 yılında yayımlanan Enerji Verimliliği Strateji Belgesinde (2012-2023), “sürdürülebilir kalkınmanın öneminin gittikçe daha çok anlaşıldığı günümüzde, enerji verimliliğine yönelik çabaların değerinin de aynı oranda artması çerçevesinde; enerji üretimi ve iletiminden nihai tüketime kadarki bütün aşamalarda enerji verimliliğinin geliştirilmesi, bilinçsiz kullanımın ve israfın önlenmesi, enerji yoğunluğunun gerek sektörler bazında gerekse makro düzeyde azaltılmasının ulusal enerji politikamızın öncelikli ve önemli bileşenleri” olduğu belirtilmiş ve bir politika seti ortaya konmuştur. Enerji Verimliliği Strateji Belgesi ile belirlenen enerji verimliliği hedeflerinin Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı ile etkin bir biçimde uygulamaya geçirilmesi ve izlenmesi öngörülmüştür. Ayrıca ülkemizde yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılmasına ve bu sayede sera gazı emisyonlarının azaltımına özel önem verilerek; 11. Kalkınma Planında, enerji arzının sürekli, kaliteli, sürdürülebilir, güvenli ve katlanılabilir maliyetlerle sağlanması temel amaç olarak belirlenmiş ve söz konusu amaç çerçevesinde enerji verimliliğinin ve yenilenebilir kaynaklardan enerji üretiminin artırılmasına yönelik politika ve tedbirlere yer verilmiştir.²⁹

Sera gazı emisyonlarının azaltılması bakımından kilit önem taşıyan yenilenebilir enerji üretiminin artırılması için atılan adımlar neticesinde Türkiye, bugün yenilenebilir enerji kurulu gücünde Dünya’da 12., Avrupa’da 5. sırada yer almaktadır. Türkiye rüzgâr ve güneş kurulu gücünde Avrupa 7.’si, jeotermalde Dünya 4.’sü konumundadır. Jeotermalde aynı zamanda Avrupa’da 1. sıradadır. Türkiye, ısıtma amaçlı güneş enerjisi kullanımında

²⁸ Kübra Ecer, Oğuz Güner ve Murat Çetin, s. 129.

²⁹ Yeşil Mutabakat Eylem Planı 2021, s. 26.

Çin ve ABD'den sonra 3. sırada yer almıştır. Hidroelektrik santral kurulu gücünde ise ülkemiz Dünya'da 9., Avrupa'da 2. sırada yer almaktadır. Bu alanda, Türkiye'nin taşıdığı potansiyel temiz, ekonomik ve güvenli enerji arzının geliştirilmesinin yanı sıra, Eylem Planı ile hedeflenen yeşil dönüşümün geliştirilmesi bakımından kritik önemdedir. Bu bağlamda, ülkemizin yenilenebilir enerji ve düşük karbonlu enerji kaynaklarının kullanımının artırılmaya devam edilmesi ve enerji verimliliğinin geliştirilmesi önem teşkil etmektedir. Bu doğrultuda, bu başlık altında, ülkemizin yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği çalışmaları, Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında getirilen değişiklikler çerçevesinde gözden geçirilerek gelişim alanlarının değerlendirilmesi; ayrıca enerji verimliliği konusunda sanayimize yönelik bilgilendirme ve farkındalık çalışmaları yapılması hedeflenmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması amacıyla Yeşil Tarife (YETA) uygulaması 1 Ağustos 2020 tarihi itibarıyla başlatılmıştır. YETA kapsamında elektrik kullanmak isteyen tüketiciler kendi bölgelerinde faaliyet gösteren tedarik şirketlerinden yazılı talepleri ile birlikte yenilenebilir kaynaklara dayalı elektrik temin edebilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik tedarik etmek isteyen tüketicilerin kullandıkları enerjinin bu kaynaklardan üretildiğinin şeffaf ve güvenilir bir şekilde tüketicilere kanıtlanabilmesi ise, "Yenilenebilir Enerji Kaynak Garantisi" Belgesi (YEK-G Belgesi) ile sağlanacaktır. Elektrik Piyasasında Yenilenebilir Enerji Kaynak Garantisi Belgesi Yönetmeliği 14 Kasım 2020 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanmış olup, YEK-G uygulamasına 1 Haziran 2021 tarihinde başlanmıştır. Bu çerçevede, YEK-G Belgesi ve Yeşil Tarife ile ilgili altyapı ve bilinçlendirme çalışmaları sürdürülecektir. Ayrıca, Milli Enerji ve Maden Politikamıza paralel olarak yıllık 1000'er MW'lık rüzgâr enerjisi ve güneş enerjisi kurulu gücü geliştirilecektir. Bunlara ilaveten, enerji verimli ve düşük karbonlu ısıtma ve soğutma sistemlerine yönelik ulusal çapta strateji ve kılavuz belgeleri hazırlanması öngörülmektedir.³⁰

Yenilenebilir Enerjinin Geleceği, Dağıtık Enerji Üretimi ve Akıllı Şehirler

İklim değişikliğinin en önemli sebeplerinden biri enerji üretiminde ortaya çıkan ve gittikçe artan emisyon değerleridir. Bu artış düşük karbonlu üretimi ve yenilenebilir enerji alanlarına daha fazla yönelmeyi gerektirmektedir. Dünya genelinde iklim değişikliği ile mücadele ve enerji güvenliğinin artırılması için elektrik üretiminde bir değişim arzu edilmekte ve yenilenebilir enerjiler ve dağıtık üretim desteklenmektedir. Günümüzde

³⁰ *Yeşil Mutabakat Eylem Planı 2021*, ss. 26-27

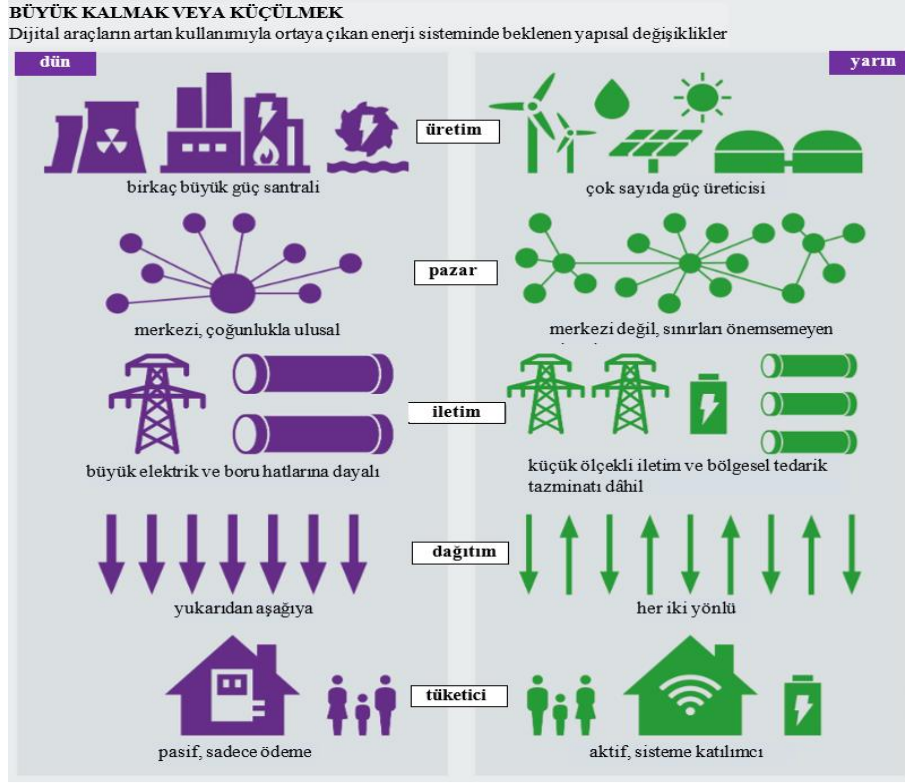
güneş, rüzgâr, jeotermal, biokütle, dalga vb. yenilenebilir enerjili sistemlerdeki gelişmeler hız kazanmakta; geleneksel enerji üretimi yanında yerel dağıtık üretim modeli gelişmekte, şebeke alt yapısı bilgisayar ve ağ teknolojilerinin entegrasyonu ile güçlendirilmektedir. İklim değişikliği nedeniyle yenilenebilir enerjili sistemlerin daha fazla kullanımının yaşantımızda önemli değişimlere yol açacağı kaçınılmazdır. Örneğin akıllı şehirler, akıllı binalar, akıllı şebeke, sürdürülebilir ulaşım, enerji verimliliği kavramlarını sıkça duymaktayız.

Akıllı şebeke, yeterli kapasite ve kapsama alanına sahip, erişilebilir, güvenli, ekonomik, güvenilir, verimli ve sürdürülebilir elektriği verimli bir şekilde sunmak için jeneratörleri ve tüketicileri akıllı bir şekilde entegre eden elektrik şebekeleri olarak tanımlanmaktadır.³¹

Elektrik şebekeleri ile bilgisayar ve ağ teknolojisinin entegre edilerek elde edilen şebeke sistemine “Akıllı Şebeke” (Smart Grid) denilmektedir. Bir akıllı şebekenin temel bileşenleri ve teknolojileri, Akıllı Üretim, Akıllı İstasyonlar, Akıllı Dağıtım, Akıllı Sayaçlar, Bütünleştirilmiş Haberleşme, İleri Kontrol Metotları olarak sıralanabilir.³² Akıllı Şebeke sisteminin iki temel ayağı vardır: Donanım (sayaçlar, ev aletleri, büyük sistemler, vb.) ve Yazılım (veri altyapısı, internet tabanlı sistemler, diğer yazılımlar, vb.)

³¹ Ozan Erdiç, “Yenilenebilir Enerji, Akıllı Şebekeler ve Enerji Verimliliği”, *Sürdürülebilir Şehirler Eğitimi*. İstanbul, 1-2 Ağustos, 2017.

³² Bilal Şimşek, “Dağıtım Şebekelerinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Entegrasyonunda Akıllı Şebekelerin Rolü”, *Uluslararası İstanbul Akıllı Şebekeler Kongre ve Sergisi ICSG*, İstanbul, 9-10 Mayıs, 2013, ss. 1-34.



Şekil 5. Geleneksel bir sistemin (solda) ve akıllı şebekenin (sağda) özellikleri

Şekil 5'te geleneksel sistem yapısı ile bir akıllı şebekenin karşılaştırması verilmektedir.³³ Akıllı şebekeler, çok sayıda güç üreticisinin hem üretici hem tüketici olmak suretiyle aktif olarak sisteme katıldığı, çift yönlü enerji akışına olanak sağlayan ve dağıtık üretim modelini destekleyen yapıdadır.

Akıllı şebekeler yardımıyla;

- doğrudan güç kayıpları, dolayısıyla enerji tüketimi azaltılarak,
- daha büyük ölçekli yenilenebilir kaynaklara (ör. rüzgâr, güneş) ve dağıtık üretime (ör. küçük rüzgâr türbini veya mikro bileşik ısı-güç üretim sistemi) izin verilerek,
- tüketicilerin enerjilerini daha verimli kullanarak daha iyi katılımlarına yardımcı olmak suretiyle, (dağıtık üretimdeki,

³³ https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_grid (ET: 14.10.2022).

tüketicilerin fazla elektriği geri satan üreticiler gibi hareket etmelerine de izin verebilir, ör. fişli elektrikli araçlar)

karbon emisyonları azaltılabilir ve enerji verimliliği artırılabilir.³⁴

Akıllı Şebekeler, enerji kullanımını ve pik (en yüksek) talebi azaltarak maliyetli yeni nesil şebeke kapasitesi ihtiyacını azaltabilir.

Gelecekte elektrik şebeke sisteminde bilgisayar ve ağ teknolojilerinin eklenmesi ile günümüzde kullanılan konvansiyonel şebekeler akıllı şebekelere dönüşecektir. Ancak günümüz enerji ağları/şebekeler, büyük ölçekli düşük/sıfır karbon üretimi ve etkili bir talep yanıtı ile başa çıkmak için inşa edilmemiştir. Bu enerji ağlarının günümüzde ve gelecekteki ihtiyaçlara cevap verebilmesi için yapılması gerekenler aşağıda sıralanmıştır.³⁵

- Daha fazla yenilenebilir enerji sistemini birbirine bağlamak için eskiyen ağların değiştirilmesi veya güçlendirilmesi gerekmektedir. Büyük ölçekli yenilenebilir kaynaklar için, genellikle yük merkezlerinden uzakta yer alan uygun maliyetli bağlantı çözümlerine ihtiyaç vardır.
- Elektrik üretimi (arz) ve talep dengelenmelidir. Günümüzün genellikle yüksek karbonlu enerji santrallerine veya pompalı depolamaya alternatif olarak gösterilen değişken yenilenebilir kaynaklar (ör. güneş ve rüzgâr) dengeleme fırsatları sunarken, aynı zamanda dengeyi korumada zorluklar da ortaya çıkarabilir.
- Büyük miktarda deniz üstü (off shore) rüzgâr santrali bağlama ihtiyacı
- Şebeke, daha küçük ölçekli veya dağıtık üretim ile başa çıkabilmelidir, örn. küçük rüzgâr türbini, küçük hidroelektrik santraller veya mikro bileşik ısı-güç üretim sistemi.

Akıllı şebekeler sayesinde tüketicilerin yaşam alanları akıllı evlere dönüşecektir. Ev ve iş alanları dünyadaki enerji tüketiminin yaklaşık %40'ını teşkil ettiğinden bu alanlar; talep tarafında enerji tüketimini azaltmak ve yük şeklini düzenlemek açısından önemli bir parametre olarak görülmektedir. Ev ve iş alanları mevcut hali ile düşük enerji verimliliği ve

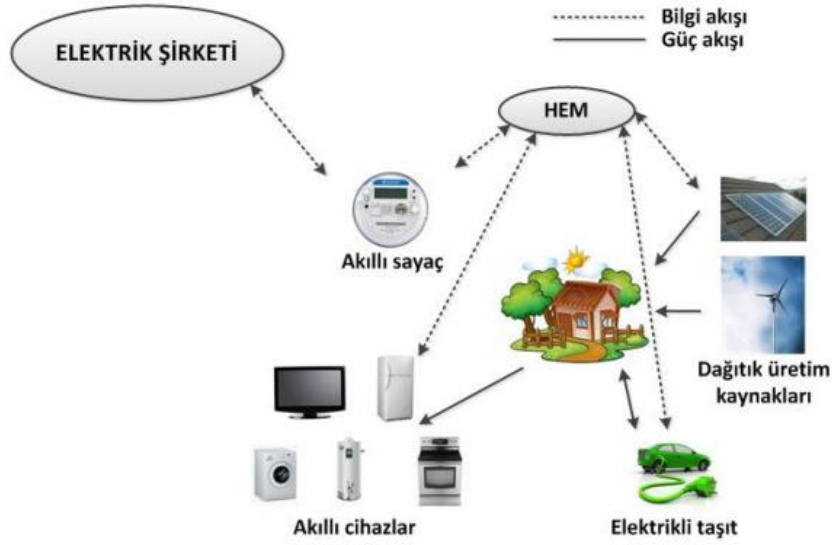
³⁴ Una Shortall, "How Smart Grids can Help Meet The EU's Climate Change Targets – The Drivers, Solutions and Regulatory Challenges" CEER Smart Grids Side Event at UN Climate Change Conference, 9 December, Copenhagen, 2009, s. 25.

³⁵ Una Shortall, CEER Smart Grids Side Event at UN Climate Change Conference, s. 26.

sürdürülebilirliğe sahip, izole edilmiş, enerji tüketen ünitelerdir. Akıllı ev konseptine bağlı olarak bu üniteler, enerjinin çoğunun yerel olarak üretildiği ve kaynak ile yüklerin akıllı bir şekilde yönetildiği akıllı şebeke noktalarına dönüşebilirler. Birçok projede akıllı evler için yeni teknolojiler içeren bilgi ve iletişim teknolojileri geliştirilmektedir. Bu yaklaşım ile birlikte akıllı evler, yerel çevresi ile ve akıllı şebeke içerisinde daha yüksek seviyedeki birimler ile etkileşime girip işbirliği yapan etkin tüketiciler olarak dikkate alınmaktadır. Burada talep tarafı aksiyomlarının evsel alanlardaki etkinliğini artıran birçok cihaz ve teknoloji bulunmaktadır. Özellikle akıllı sayaçlar ve ev enerji yönetim sistemleri (Home Energy Management Systems-HEM) akıllı ev kavramı içerisinde öncü bir role sahiptir. HEM teknolojisi yükün talep tarafında yönetimi açısından yenilikçi bir yaklaşımdır. Burada HEM ile müşterek olarak hareket edebilecek yeni nesil akıllı cihazların varlığı da sistem performansı açısından önemli bir faktördür.³⁶ Şekil 6'da ev enerji yönetim sistemi görülmektedir. HEM ile sağlanan dinamik enerji yönetimi dört ana bileşenden meydana gelmektedir.

1. Akıllı cihazlar (Ör. fırın, çamaşır makinesi gibi cihazlar, aydınlatma, iklimlendirme ekipmanları)
2. Akıllı dağıtık enerji kaynakları (güneş, rüzgâr enerji sistemleri, mikro türbinler, enerji depolama sistemleri vb.)
3. Akıllı bina kontrol sistemleri (akıllı sayaçlar, kontrolörler vb.)
4. Entegre haberleşme mimarisi (Wi Fi, ZigBee, vb.)

³⁶ Mehmet Uzunoğlu ve Ozan Erdiç, *Akıllı Şebekelere Giriş*, Nobel Yayınları, 1.Basım, Ekim 2013, ss.135-136.



Şekil 6. Ev enerji yönetim sistemi (Home Energy Management System)

Yenilenebilir enerjiler ve dağıtık üretimin desteklenmesi yenilenebilir enerjilerin elektrik üretimindeki paylarını artırmaktadır. Günümüz vizyonundan akıllı şebeke vizyonuna geçiş uzun zamanlı bir değişim sürecidir ve bu değişim süreci birçok sosyal, teknik ve ekonomik zorluğu beraberinde getirmektedir.³⁷ Esnek olmayan bir sistemde yenilenebilir üretimin artması, akıllı şebeke sisteminin geliştirilmesinde ve uygulanmasındaki en büyük zorluktur.³⁸ Dağıtık üretimin elektrik dağıtım sistemine eklenmesi, dağıtık sistemin geliştirilmesinde temel itici güç olmuştur ancak dağıtık üretim genellikle yenilenebilir kaynakları kullandığından sistem yönetimine katılmaz. Bunun iki nedeni vardır. Birincisi yenilenebilir kaynaklardan dağıtık üretimin sabit tarife garantisi altında olup elektrik piyasası fiyatlarından muaf olması, ikincisi ise dağıtım ağlarındaki jeneratörlerin genellikle çok küçük olup dengeleme piyasalarında şebeke yönetimi amaçları için gereken teknoloji ve özelliklerle donatılmamış olmalarıdır.³⁹ Ayrıca yaşanan sorunlardan biri de artan yenilenebilir payların

³⁷ Erdinç, *Sürdürülebilir Şehirler Eğitimi*.

³⁸ N. Phuangpornpitak and S. Tia, "Opportunities and Challenges of Integrating Renewable Energy in Smart Grid System", *Energy Procedia*, Volume 34, 2013, ss. 282-290. *10th Eco-Energy and Materials Science and Engineering Symposium (EMSES2012)*

³⁹ Christine Brandstätt, Gert Brunekreeft and Nele Friedrichsen, *Smart Pricing to Reduce Network Investment in Smart Distribution Grids Experience in Germany*, Elsevier Inc., 2012, ss. 317-342.

dağıtım şebekelerinde tıkanıklığa neden olabileceğidir.⁴⁰ Diğer problemler arasında yenilenebilir kaynaklardan üretimin kesintili olması⁴¹ ve dağıtım kabiliyetinin olmaması sayılabilir.⁴² Örneğin güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakları sürekli bir kaynak değildir. Bulunulan yerdeki güneşlenme süreleri, güneş ışınımı, sıcaklık, rüzgâr hızı değerleri günlük ve mevsimsel olarak değişmekte, bu durum enerji üretiminde süreksizliğe yol açmaktadır. Akıllı şebeke teknolojisi, enerji işbirliğini gerçekleştirerek rüzgâr veya güneş (PV) gibi yenilenebilir kaynakların bir özelliği olan değişken üretimi entegre etmek için gereken esnekliği sağlayabilir.

Tek bir enerji kaynağının kullanılması yerine daha fazla yenilenebilir enerji kaynağı kullanarak enerji üreten sistemler hibrit sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Şebeke bağlantılı ve/veya şebeke bağlantısız tekil (güneş, rüzgâr, hidro vb.) veya hibrit sistemler (güneş-rüzgâr, güneş-rüzgâr-hidro vb.) enerji üretiminde süreklilik sağlama hususunda avantajlıdır. Bu tip sistemler küçük veya orta ölçekli sistemler (dağıtık sistemler) olarak düşünülebileceği gibi büyük ölçekli (yenilenebilir enerji santralleri) olarak ta düşünülebilir.

Enerji depolama üniteleri de yenilenebilir enerji sistemlerini içeren elektrik enerji sistemlerinde üretim-tüketim dengesinin her durumda başarı ile karşılanabilmesi açısından oldukça büyük öneme sahiptirler. Özellikle şebekeden bağımsız uygulamalar için enerji depolama ünitelerinin araştırılması ve incelenmesi oldukça büyük önem arz etmektedir. Bu şekildeki uygulamalarda enerji depolama ünitelerinin kullanımı ile birlikte oldukça büyük kurulum maliyetine sahip enerji iletim hatlarına olan gereksinim büyük oranda azaltılabilmektedir.⁴³

Akıllı şehir mimarilerinin oluşturulmasında çok önemli bir bileşen olan akıllı enerji ve elektrik ağları; sadece yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonunu ve ulaşımın elektrifikasyonunu kolaylaştırmakla kalmayıp, aynı zamanda enerjiyle ilgili yeni katma değerli hizmetleri mümkün kılabilirdikleri için, sürdürülebilir bir enerji geleceğine yönelik stratejilerin

⁴⁰ Antonello Gaviano, Karl Weber and Christian Dirmeier, "Challenges and Integration of PV and Wind Energy Facilities from a Smart Grid Point of View", *Energy Procedia*, Volume 25, 2012, ss.118-125.

⁴¹ Monica Alanso, Hortensia Amaris and Carlos Alvarez-Ortega, "Integration of renewable energy sources in smart grids by means of evolutionary optimization algorithms", *Expert Systems with Applications*, Volume 39 (5), 2012, ss. 5513-5522.

⁴² Barış Baykant Alagoz, Asım Kaygusuz and Abdulkemal Karabiber, "A user-mode distributed energy management architecture for smart grid applications", *Energy*, Volume 44 (1), 2012, ss.167-177.

⁴³ Erdinç, *Sürdürülebilir Şehirler Eğitimi*.

temelinde yer almaktadır. Akıllı enerjiye ve akıllı şehirlere geçiş, zaman içinde önemli yatırımların harekete geçirilmesini gerektirecektir. Kısa vadeli maliyetlerin ve uzun vadeli faydaların farklı oyuncular arasında adil bir şekilde dağıtılması, belirsizlikleri azaltmak ve yatırımları teşvik etmek için bir ön koşuldur. Sadece şebekenin kendisi için değil aynı zamanda çevresel, enerji, ekonomik, toplumsal etkilerin bir bütün olarak akıllı şehir tasarımına tutarlı ve uyumlu bir şekilde dâhil edilmeleri, ayrıntılı bir analiz ve aynı zamanda maliyet fayda analizinin uygulanması yoluyla dikkatlice düşünülmelidir.⁴⁴

Enerji alanı ayrıca Endüstri 4.0 kavramıyla da ilişkilendirilebilir. Bu kavramın getirisi olan yeni nesil yazılım ve donanımlarla birlikte enerji üretiminin, iletiminin ve dağıtımının daha verimli ve yüksek güvenilirlikli olması hedeflenmektedir. Mevcut şebekelerin bu hedefi gerçekleştirmede yeterli olamayacağı görüldüğünden devreye esnek, güvenilir, temiz, sürdürülebilir ve yüksek verimli elektrik enerjisi vadeden akıllı şebekeler girmektedir. Endüstri 4.0 devrimini oluşturan siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, makineler arası iletişim vb. bileşenlerin enerji alanında özellikle de akıllı şebeke sistemlerinde, enerji üretiminden son kullanıcı dağıtım noktasına kadar, her aşamada teknolojinin yoğun bir şekilde kullanılmasına neden olmaktadır. Bu sayede çevremizde görmüş olduğumuz elektrik şebekeleri de dâhil olmak üzere her şeyin siber dünyada bir ikizi oluşturularak sistem içerisindeki bilgisayarların, sensörlerin ve haberleşme cihazlarının nesnelerin interneti sayesinde hem internete bağlanabildiği hem de birbirleriyle iletişim kurabildiği bir ortam geliştirilmesi mümkün olacaktır. Bu ortamın enerji sistemlerindeki karşılığı ise akıllı şebekelerdir. Daha fazla yenilenebilir enerjili dağıtık üretim sistemi desteklenecek, şebeke içerisindeki cihazlar birbiriyle iletişim kurabilecek ve elde edilen veriler üzerinden uzaktan yönetilebileceklerdir. Üretim, iletim ve dağıtım adımlarındaki herhangi bir arıza durumunda bu arızanın tüketiciye yansıtılmadan giderilmesi sağlanacaktır. Gerçek zamanlı haberleşmeyle şebekeye veya sayaçlara dışarıdan müdahalelerin önüne geçilecektir. Tüm bu getirilerle birlikte işletme verimliliğinin artması, maliyetlerin azalması, enerji verimliliğinin artması, sera gazı etkisinin azalması, kesinti sayısı ile kesinti süresinin azalması, kayıp/kaçak oranlarının düşmesi, enerji

⁴⁴ Marcelo Masera, Ettore F. Bompard, Francesco Profumo, and Nouredine Hadjsaid, "Smart (Electricity) Grids for Smart Cities: Assessing Roles and Societal Impacts", *Proceedings of the IEEE*, Volume 106 (4), 2018, ss. 613-625.

kalitesinin artması, üretim ve depolama sistemlerinin daha iyi yönetilmesi beklenilmektedir.⁴⁵

Hem dünyadaki hem de ülkemizdeki tüm bu çalışmaların yoğunlaşmış olduğu ve günlük yaşamımızda sürekli olarak karşılaşmaya başladığımız akıllı araç, akıllı ev, akıllı şehir, akıllı şebeke gibi kavramlar aracılığıyla daha akıllı ve daha güvenilir bir dünya inşa etmek mümkün olacaktır. Bu doğrultuda fiziksel işlemlerin siber-fiziksel sistemlerle izlenmesi, fiziksel dünyanın sanal bir kopyasını oluşturulması ve nesnelerin interneti aracılığıyla siber-fiziksel sistemlerin birbirleriyle ve insanlarla gerçek zamanlı bir iletişimle çalışması atılması gereken adımlardır.⁴⁶

Yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilginin artması bu alanda zaten var olan ivmelenmenin daha da artmasına katkı sağlayacaktır. Ancak gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarının geleneksel kaynaklara karşı rekabet gücünü artırmak için kısa, orta ve uzun vadeli yeni planlamalara ihtiyaç vardır. Yenilenebilir enerji alanlarında teknolojik gelişmelerin kullanılması biyo-ekonomiyi iyileştirebilir, karbon emisyonlarını azaltabilir, atıkları kullanılabilir enerjiye dönüştürebilir ve sürdürülebilir bir gelecek sağlayabilir.⁴⁷

Ülkemizin önümüzdeki yıllarda sürdürülebilir bir gelecek sağlamak için ithal fosil kaynaklara dayalı elektrik üretiminden; nükleer, yerli linyit ve yenilenebilir kaynaklara yönelmesi olasıdır. Enerjinin verimli kullanımı ile rekabetçi bir enerji piyasasının varlığı, tüketici memnuniyetinin ve katılımının artırılmasına ve toplumsal refahın beklenen seviyelere getirilmesine büyük katkı sağlayacaktır. Türkiye’de enerji verimliliği politikaları; enerji verimliliği, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi, enerji arz güvenliğinin sağlanması, dışa bağımlılıktan kaynaklanan risklerin azaltılması, düşük karbonlu, çevre dostu bir ekonomiye geçiş gibi ulusal stratejik hedeflerini tamamlayan bir alan olarak görülmektedir.⁴⁸

Türkiye’de yakın bir zamanda elektrikli araçların önemli sayılara ulaşacağı, akıllı sayaçların yaygınlaşacağı, akıllı sayaçlar sayesinde şebeke

⁴⁵ Özge Tuttokmağ, Asım Kaygusuz, “Akıllı Şebekeler ve Endüstri 4.0”, 2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing (IDAP), IEEE, 28-30 Eylül 2018, ss.1-6.

⁴⁶ Özge Tuttokmağ, Asım Kaygusuz, ss. 3.

⁴⁷ Danial Khojasteh, Ehsan Davani, Abbas Shamsipour, Milad Haghani, William Glamore, “Climate Change and COVID-19: Interdisciplinary Perspectives from Two Global Crises”, *Science of the Total Environment*, Volume 844, 2022, ss. 1-9.

⁴⁸ *Türk Elektronik Sanayi Almanığı 2020*, Akıllı Enerji Yönetim Sistemleri, ENTES, 2021, ss. 36-37.

kayıplarının azalacağı ve sistem kalite göstergelerinin AB standartlarına yaklaşacağı öngörülmektedir.

Sonuç

Küresel ısınma dünyamızı her açıdan tahrip eden sorunların başında gelmektedir. Dünya nüfusunun hızlı artışı, tüketim bolluğu ve gittikçe bireyselleşen yaşam tarzları da mevcut görünümü gittikçe kötüleştirmektedir. Bu tahribatların artması sonucu insanlık 21. yüzyılda ekonomik sorunlar yanında sosyolojik ve psikolojik sorunlarla da karşı karşıya kalacaktır.

Gelişmiş ülkelerin öncülüğünde iklim krizine çözüm arayışları sürmektedir. Ülkeler düşük karbonlu üretimi ve yenilenebilir enerji sistemlerini teşvik etmekte, yerinde (dağıtık) üretim modelleri ve mevcut şebekeler üzerinde geliştirmeler yapmakta, yenilenebilir enerji satın alım garantisi gibi destek mekanizmalarını hayata geçirmektedirler. Geliştirilen politika ve stratejiler iklim nötr hedefine ulaşmak için önemli bir adım niteliğindedir. Ancak büyüyen sorunun küresel ölçekte ciddiyetle ele alınması kaçınılmazdır. İklim değişikliği sorununun geleceği tüm ülkelerin işbirliği içinde, aynı zamanda az gelişmiş ülkelere gerekli destekleri sağlayarak ve haklarını gözeterek, çözüm odaklı stratejileri titizlikle uygulamasına bağlıdır.

Avrupa Yeşil Mutabakatı ile AB, 2050 yılına kadar iklim nötr olmayı hedeflemektedir. Bu mutabakat küresel düzeyde bir eylem planı olarak yaygınlaştırılmalı ve tüm sektörlerde küresel bir dönüşüme öncülük etmelidir. Bu bağlamda emisyonların önemli oranda enerji sektöründen kaynaklandığı düşünüldüğünde iklim değişikliğinin getirdiği zararları en aza indirmek için yenilenebilir enerji üretim kapasitesi artırılmalı (düşük karbon emisyonu), elektrik şebekeleri yenileştirilmeli (akıllı şebekeler ve dağıtım sistemi yönetimi), ulaşım ve taşımacılıkta emisyonlar azaltılmalı (elektrikli araçların kullanımı), yakıt pili ve enerji depolama teknolojileri geliştirilmeli, mevcut binaların enerji verimliliği (tasarruflu cihazlar, yalıtım, ısı pompaları, vb.) iyileştirilmeli, atıkların geri dönüşümü (atık ısıl enerji, çöp, elektronik cihaz, vb.) sağlanmalı, iklim nötr hedefine ulaşmak için geliştirilen mevzuatlar bir an önce uygulamaya alınmalı ve toplumsal bilinç düzeyi artırılmalıdır.

“Ben” yerine “Biz” diyerek, tüm canlıların ve gelecek nesillerin yaşama hakkına saygı göstererek.

Kaynakça

ALAGÖZ, Barış Baykant, KAYGUSUZ, Asım and KARABİBER, Abdulkemim, “A user-mode distributed energy management architecture for smart grid applications”, *Energy*, Volume 44 (1), 2012, ss.167-77.

ALONSO, Monica, AMARIS Hortensia, ALVAREZ-ORTEGA, Carlos, “Integration of renewable energy sources in smart grids by means of evolutionary optimization algorithms”, *Expert Systems with Applications*, Volume 39 (5), 2012, ss.5513-5522.

BrandSTÄTT, Christine, BRUNEKREEFT, Gert and FRIEDRICHSEN, Nele, *Smart Pricing to Reduce Network Investment in Smart Distribution Grids Experience in Germany*, Elsevier Inc., 2012.

bp Statistical Review of World Energy 2022, 71st Edition, 2022.

Climate Change 2022, 6. Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022.

ECER, Kübra, GÜNER, Oğuz ve ÇETİN, Murat, “Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türkiye Ekonomisinin Uyum Politikaları”, *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, Sayı 9/2, 2021, ss. 125-144.

Emissions Gap Report 2022: The Closing Window, UN Environment Programme, 2022.

Enerji Sektör Görünümü 2020, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş., 2020.

Enerji Sektör Görünümü 2021, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası AŞ, 2021.

ERDİNÇ, Ozan, Yenilenebilir Enerji, Akıllı Şebekeler ve Enerji Verimliliği, *Sürdürülebilir Şehirler Eğitimi*, İstanbul, 1-2 Ağustos, 2017.

GAVIANO, Antonello, WEBER, Karl, DIRMEIER, Christian, “Challenges and Integration of PV and Wind Energy Facilities from a Smart Grid Point of View”, *Energy Procedia*, Volume 25, 2012, ss.118-125.

KHOJASTEH, Danial, DAVANI, Ehsan, SHAMSIPOUR, Abbas, HAGHANI, Milad and GLAMORE, William, “Climate Change and COVID-19: Interdisciplinary Perspectives from Two Global Crises”, *Science of the Total Environment*, Volume 844, 2022, ss. 1-9.

MARCELO, Masera, ETTORE F. Bompard, FRANCESCO, Profumo and NOUREDINE Hadjsaid, “Smart (Electricity) Grids for Smart Cities: Assessing Roles and Societal Impacts”, *Proceedings of the IEEE*, Volume 106 (4), 2018.

Renewables 2021 Analysis and Forecast to 2026, International Energy Agency (IEA), December 2021.

PHUANGPORNPIITAK, N. and TIA, S., “Opportunities and Challenges of Integrating Renewable Energy in Smart Grid System” *Energy Procedia*, Volume 34, 2013, ss. 282-290. *10th Eco-Energy and Materials Science and Engineering Symposium (EMSES2012)*.

Resmi gazete, 30 Ocak 2021 Cumartesi, Sayı:31380, Cumhurbaşkanlığı Kararı, Karar sayısı: 3453

State of the Global Climate 2021 Report, World Meteorological Organization, No:1290, Geneva, 2022.

SHORTALL, Una, “How Smart Grids can Help Meet The EU’s Climate Change Targets – The Drivers, Solutions and Regulatory Challenges” CEER Smart Grids Side Event at UN Climate Change Conference, 9 December, Copenhagen, 2009.

ŞİMŞEK, Bilal, “Dağıtım Şebekelerinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Entegrasyonunda Akıllı Şebekelerin Rolü”, *Uluslararası İstanbul Akıllı Şebekeler Kongre ve Sergisi ICSG*, İstanbul, 9-10 Mayıs, 2013.

TUTTOKMAĞI, Özge ve KAYGUSUZ, Asım, “Akıllı Şebekeler ve Endüstri 4.0”, *2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing (IDAP)*, IEEE 28-30 Eylül 2018, ss.1-6.

Türk Elektronik Sanayi Almanağı 2020, Akıllı Enerji Yönetim Sistemleri, ENTES, 2021.

UZUNOĞLU, Mehmet ve ERDİNÇ Ozan, *Akıllı Şebekelere Giriş*, Nobel Yayınları, 1.Basım, Ekim 2013.

Yenilenebilir Dağıtık Enerji Üretiminin Şebeke ve Piyasa Entegrasyonu, SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi, Sabancı Üniversitesi, 2021.

İnternet Kaynakçası

<https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx> (ET: 12.08.2022)

<https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx> (ET: 12.08.2022)

<https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx> (ET: 23.08.2022)

https://www.mfa.gov.tr/21_-yuzyilda-enerji-kullanimi-ve-iklim-decisikligi.tr.mfa (ET: 10.09.2022)

https://www.mfa.gov.tr/21_-yuzyilda-enerji-kullanimi-ve-iklim-decisiklici.tr.mfa (ET: 10.09.2022)

<https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri> (ET: 14.09.2022)

https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/03/Surdurulebilir-Kalkinma-Amaclari-Degerlendirme-Raporu_13_12_2019-WEB.pdf (ET: 22.09.2022)

https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_grid (ET: 14.10.2022)

<https://ticaret.gov.tr/data/60f1200013b876eb28421b23/MUTABAK-AT%20YE%C5%9E%C4%B0L.pdf>, *Yeşil Mutabakat Eylem Planı 2021*, TC. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, (ET: 12.10.2022)

DEĞİŞEN İKLİMLE YÜKSELEN DENİZ SEVİYESİ

Emine TANIR KAYIKÇI*

Mualla YALÇINKAYA**

Cansu BEŞEL***

Ahmet YAVUZDOĞAN****

Günümüzde iklim değişikliğine bağlı olarak atmosferdeki sera gazı miktarında ortaya çıkan artış, sıcaklıklar gittikçe artmakta ve artan sıcaklıklar ise deniz ve okyanus sularının genleşmesine, buzulların erimesine ve düzensiz ekstrem yağışlara sebep olmaktadır. Dünya nüfusunun büyük bir kısmının kıyı yerleşim alanlarında yaşıyor olması sebebiyle deniz seviyesi değişimlerinin izlenmesi insan hayatı için oldukça önemlidir. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change) verilerine göre iklim değişimine bağlı sebeplerle deniz seviyesinde öngörülen artış hızı gerçekleşirse dünya kıyılarındaki birçok şehir sular altında kalacaktır. Ortalama deniz seviyesi uzun yıllar boyunca değişmeyen bir yüzey olarak kabul edilmiş ve düşey kontrol ağlarının datumu olarak kullanılmıştır. Geçen zaman içinde yapılan araştırmalar, global deniz ve okyanus seviyesindeki yüksek artış hızları ve ilerleyen dönemlerde de deniz seviyesinde tahmin edilen artış hızları, deniz seviyesinin değişmeyen bir yüzey olmadığını gerçeğini ortaya koymuştur.¹ Deniz ve okyanus sularındaki artışlar kıyılarındaki yaşam alanlarında taşkınlara ve kıyılara yakın arazilerin sular altında kalmasına ve böylece kıyı ekosisteminin bozulmasına sebep olmaktadır.²

* Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Trabzon, etanir@ktu.edu.tr

** Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Trabzon, mualla@ktu.edu.tr

*** Arş.Gör., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Trabzon, cansubesel@ktu.edu.tr

**** Arş.Gör., Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, yavuzdogan@gumushane.edu.tr

¹ Church, J. A., vd. (2004). Estimates of the regional distribution of sea level rise over the 1950–2000 period. *Journal of climate* 17(13): 2609-2625.

² Church, J. A., vd. (2013). Sea-level rise by 2100. *Science* 342(6165): 1445-1445.

Günümüzde birçok farklı bilim dalı için; deniz seviyesi değişimine etki eden mekanizmaların güncel yöntemlerle araştırılması, deniz seviyesi değişiminin ve değişime sebep olan parametrelerin yersel ve uydu teknikleri ile uzun dönemlerde izlenmesi, deniz seviyesi değişimine ilişkin iklim projeksiyonları paralelinde tahminler yapılması ve deniz seviyesi değişiminin sonucu olarak ortaya çıkabilecek hidrolojik/meteorolojik doğal afetlerin ve etkilerinin araştırılması önemli araştırma konuları arasındadır. Bu çalışmada (1) deniz seviyesi ölçüm yöntemleri, (2) deniz seviyesi değişimine etki eden parametrelerin belirlenmesi, (3) deniz seviyesinin yüksek doğrulukta tahmin edilmesi konularında Türkiye’de ve Dünya’da yapılan güncel çalışmalara değinilecek ve araştırma sonuçları paylaşılacaktır.

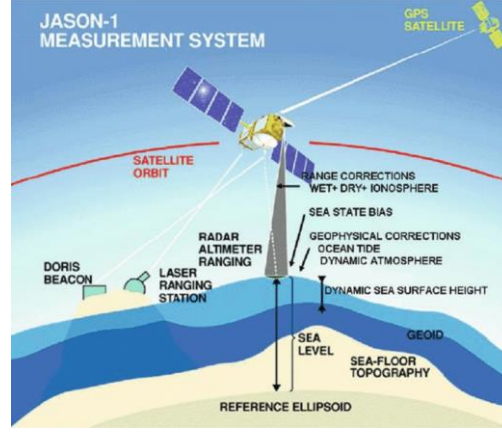
Geleceğe yönelik deniz seviyelerinin yüksek doğrulukta tahmin edilmesi kıyı ekosistemlerinin izlenmesi, kıyı yapılarının bakımı ve planlanması, küresel ısınmanın etkilerinin gözlenmesi, su ve kıyı politikalarının hazırlanması ve temel haritacılık faaliyetlerinde kullanılan düşey kontrol ağlarının datumunun belirlenmesi açısından önemlidir. Denize kıyısı olan ülkelerde özellikle kıyı taşkınlarına karşı alınacak önlemlerin belirlenmesi ve kıyı taşkını, tsunami gibi denizden kaynaklanan afetlere karşı risk değerlendirmelerinin yapılabilmesi için de deniz seviyesinin yüksek doğrulukta tahmini önemli olmaktadır. Bu nedenlerle deniz seviyelerinin tahmini için optimum modellerin geliştirilmesi inşaat mühendisliği, klimatoloji, meteoroloji, jeodezi, kıyı mühendisliği gibi birçok farklı disiplin için önemli araştırma konusudur.

1.1. Deniz Seviyesi Ölçüm Yöntemleri

Deniz seviyesi ilk zamanlarda deniz kenarına yerleştirilen miralar ve mareograf istasyonları gibi yersel ölçüm yöntemleri yardımıyla ölçülmüştür. Özellikle lokal deniz seviyesi değişimini belirlemek için halen mareograf istasyonlarından yararlanılmaktadır. Mareograf istasyonlarında, analog deniz seviyesi ölçüm sistemi, dinlendirme kuyulu deniz seviyesi ölçüm sistemi, şamandıralı deniz seviyesi ölçüm sistemi, akustik deniz seviyesi ölçüm sistemi, radar deniz seviyesi ölçüm sistemi, hava kabarcıklı deniz seviyesi ölçüm sistemi olarak farklı ölçüm sistemleri kullanılmaktadır. Mareograf verileri buzul izostatik ayarı (Glacial Isostatic Adjustment), kosismik ve postsismik deformasyonlar ve arazi çökmesi gibi etkenlerle düşey yüzey hareketini (Vertical Land Motion- VLM) içermektedir.

Uydu tabanlı radar ölçüm tekniklerinin gelişmesi sonucunda radar altimetre tekniği ile deniz seviyesi değişimleri ölçülmeye başlamıştır. Radar altimetre ile deniz seviyesi değişimleri yer merkezli referans sistemi

üzerinde hem yerel hem de global ölçekte belirlenebilmektedir.³ Radar altimetre ile deniz seviyesi değişimlerinin belirlenmesi temel olarak yüzeye gönderilen radar dalgasının, yüzeyden yansyarak alıcıya ulaşması arasındaki sürenin belirlenmesi ve bu sürenin ışık hızı ile çarpılması sonucu alıcının yüzeye göre bağıl konumunun hesaplanması işlemidir (Şekil 1). Ardından yüksek duyarlılıklı uydu konum bilgileri bu bilgiler ile karşılaştırılarak yüzeyde meydana gelen değişimler hesaplanabilmektedir.



Şekil 1. Radar altimetre ölçüm tekniği⁴

Deniz seviyesi değişimleri Mutlak Deniz Seviyesi Değişimi (ASL- Absolute Sea Level Change) ve Bağıl Deniz Seviyesi Değişimi (RSL- Relative Sea Level Change) olarak iki farklı şekilde izlenmektedir. Bağıl deniz seviyesi değişimi plaka hareketleri, deformasyonlar ve tektonik hareketler gibi bozucu etkileri içerir. Mutlak deniz seviyesi değişimi ise bu bozucu etkilerden arındırıldıktan sonra elde edilen gerçek deniz seviyesi değişimidir. Mutlak deniz seviyesi ve bağıl deniz seviyesi değişimi arasındaki ilişki:

$$RSL = VLM + ASL \quad (1)$$

VLM (Vertical Land Motion) düşey yönlü kara hareketini temsil

³ Simav M. (2007). Doğu Akdeniz'de uydu altimetre verileri ile deniz seviyesi değişimlerinin araştırılması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

⁴ Nadzir, Z. A. (2017). Coastal Sea State Bias: Correcting Coastal Sea Level by Studying the Relation between Wind, Waves, and the Radar Signals. Munich, Technische Universität München.

etmektedir. Mareograf istasyonlarından elde edilen deniz seviyesi değişimleri karadaki bir röper noktasında göre ölçülmektedir. Röper noktasında meydana gelecek düşey yönlü hareketler deniz seviyesi ölçüm değerlerine de yansımakta ve mutlak deniz seviyesi değişim değerlerini bozucu bir etki yapmaktadır. Mareograf istasyonlarında elde edilen bağıl deniz seviyesi değişimlerini kara hareketlerinden ayırtmak amacıyla mareograf istasyonlarında GNSS, nivelman ve gravite ölçüleri gerçekleştirilmektedir. Uydu altimetre ile elde edilen deniz seviyesi ölçümleri ise herhangi bir yeryüzü noktasına göre ölçülmediğinden düşey yönlü kara hareketlerini içermezler. Doğrudan yer merkezli bir referans sisteminde ölçüldüğü için mutlak deniz seviyesi değişimlerini gösterirler.

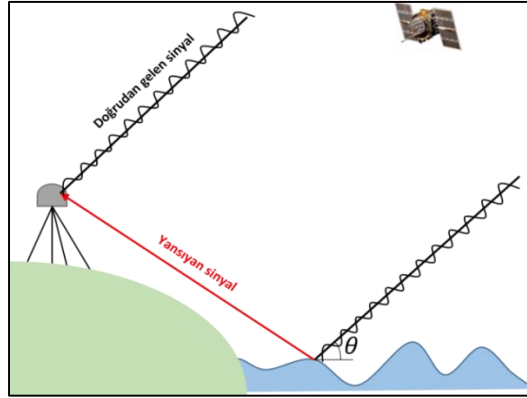
Deniz seviyesi değişiminin izlenmesi temelde mareograf istasyonları ve uydu altimetre tekniği kullanılarak yapılmasına rağmen, yansıyan GNSS sinyallerini kullanarak deniz seviyesi değişiminin belirlenmesine olanak sağlayan GNSS-IR (GNSS Interferometrik Relektometri) tekniği yeni ve geliştirilmeye açık bir teknik olarak karşımıza çıkmaktadır. Sinyal yansıma etkisi, GNSS gözlemleri için istenmeyen hata kaynaklarından biridir. GNSS-IR tekniği doğrudan gelen sinyal yerine yansıyan sinyalin kullanılması prensibine dayanmaktadır. Deniz yüzeyinden yansıyan GNSS sinyalleri, yüksek zamansal ve konumsal çözünürlükle deniz yüzey yüksekliğini ölçmektedir. Bu nedenle, yansıyan GNSS sinyalleri yeryüzünü yüksek doğrulukta, sürekli, her hava koşulunda ve gerçek zamanlı uzaktan algılama aracı olarak görüntüleyebilmektedir.

GNSS-IR tekniği; deniz seviyesi, kar kalınlığı, toprak nemi, buz kalınlığı ve ekstrem hava olayların belirlenmesi gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Hassas konum belirleme için önemli hata kaynaklarından biri olan sinyal yansıma etkisinin deniz seviyesi gözlemlerinde kullanılması, GNSS elektromanyetik dalgalarındaki doğrudan ve dolaylı sinyal girişimlerinin yansıma yüzeylerinin özelliklerinin kestirilmesi ile başlamıştır. Daha sonraki dönemlerde okyanuslarda doğrudan gelen ve yansıyan sinyaller arasındaki Sinyal Gürültü Oranı (Signal to Noise Ratio, SNR) girişim desenlerini hesaplamıştır. ⁵ ilk kez GNSS tabanlı mareograf ile bağıl deniz seviyesi değişimini, SNR gözlemleri kullanılarak ölçmüştür. Daha sonraki yıllarda ⁶ SNR verilerine dalgacık dönüşümünden sonra Lomb-Scargle periodogram (LSP) yöntemini uygulamış ve kısa dönemli SNR

⁵ Larson, K. M., Löfgren, J. S., & Haas, R. (2013). Coastal sea level measurements using a single geodetic GPS receiver. *Advances in Space Research*, 51(8), 1301-1310.

⁶ Wang, X., Zhang, Q. ve Zhang, S. (2018). Water levels measured with SNR using wavelet decomposition and Lomb-Scargle periodogram. *GPS Solutions*, 22(1). doi:10.1007/s10291-017-0684-8.

verileri için geliştirilen yöntemin daha uygun olduğunu görmüştür.⁷ Uluslararası Jeodezi Birliği (IAG) çalışma grubu 4.3.9 kapsamında gerçekleştirilen, bağımsız araştırma gruplarının yapmış olduğu SNR verilerine dayalı GNSS-IR tekniği ile hesaplanan deniz seviyesi sonuçlarını karşılaştırmıştır.⁸ SNR verilerini kullanarak çoklu-GNSS için ters çözüm ile Doğu Afrika kıyılarında iki yıllık zaman aralığında deniz seviyesi değişimini belirleyerek tersine çözümün doğruluğunu araştırmıştır. GNSS-IR tekniği halen devam etmekte olan iyileştirme çalışmaları ile birlikte deniz seviyesinin belirlenmesine alternatif bir teknik olarak gösterilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Deniz seviyesi değişiminin belirlenmesinde GNSS-IR (θ ; uydü yükseklik açısı)

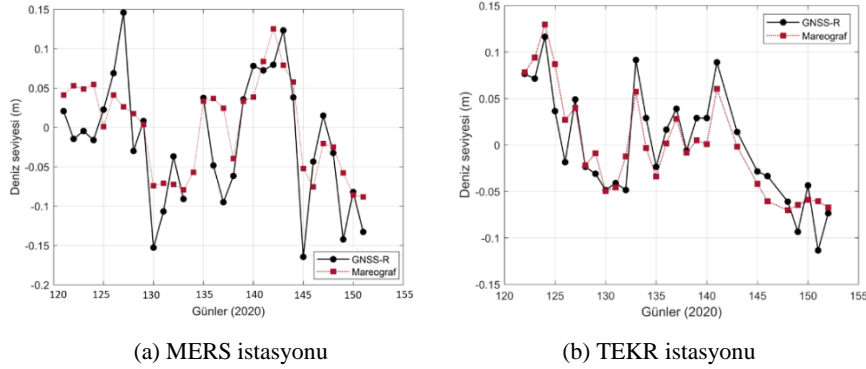
GNSS-IR tekniğinin kıyusal deniz seviyesinin izlenmesi çalışmalarında bazı önemli avantajlara sahiptir; (1) mareografin aksine düşey yüzey hareketinden etkilenmez; (2) geleneksel mareografa nazaran kıyıda daha geniş alandaki deniz seviyesi değişikliklerini algılama kapasitesine sahiptir; (3) kurulum ve bakım maliyeti daha azdır; (4) sensörü kalibre etme ihtiyacına gerek yoktur; (5) Uluslararası Yersel Referans Ağı'na (ITRF) göre deniz seviyesi değişiminin belirlenmesine olanak sağlar.

Literatürde ülkemiz denizlerinde GNSS-IR tekniğine dayalı deniz

⁷ Geremia-Nievinski, F., Hobiger, T., Haas, R., Liu, W., Strandberg, J., Tabibi, S., ... Williams, S. (2020). SNR-based GNSS reflectometry for coastal sea-level altimetry: results from the first IAG inter-comparison campaign. *Journal of Geodesy*, 94(8), 1–15. doi:10.1007/s00190-020-01387-3

⁸ Zheng, N., Chen, P. ve Li, Z. (2021). Accuracy analysis of ground-based GNSS-R sea level monitoring based on multi GNSS and multi SNR. *Advances in Space Research*, 68(4), 1789–1801. doi:10.1016/j.asr.2021.04.024.

seviyesi belirleme çalışmalarının ⁹, ¹⁰ ve ¹¹'de yapıldığı dikkat çekmektedir. Türkiye kıyılarında TUSAGA-Aktif ağında bulunan ANMU, DATC, FASA, SINP ve TEKR istasyonları, IGS (International GNSS Service) ağında bulunan MERS ve 116Y186 kodlu TÜBİTAK 1001 projesi kapsamında tesis edilen SAME sabit GNSS istasyonlarına ait SNR sinyallerinin dominant sinyal yansıma etkisi frekansı LSP yöntemi ile belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, MERS ve TEKR istasyonlarının güçlü yansıma genliklerine sahip olduğu ve anlamlı gözlemler içerdiği görülmüş olup GNSS-IR ile deniz seviyesi değişimi belirlenmesine uygun istasyonlar olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Aynı zamanda, MERS ve TEKR istasyonlarında hesaplanan GNSS tabanlı deniz seviyesi gözlemleri istasyon yakınında bulunan Erdemli ve Marmara Ereğlisi mareograf gözlemleri ile karşılaştırılarak aralarında sırasıyla 0.76 ve 0.91 korelasyon bulunmuştur.



Şekil 3. GNSS-IR ve mareograf deniz seviyesi değişimi karşılaştırması

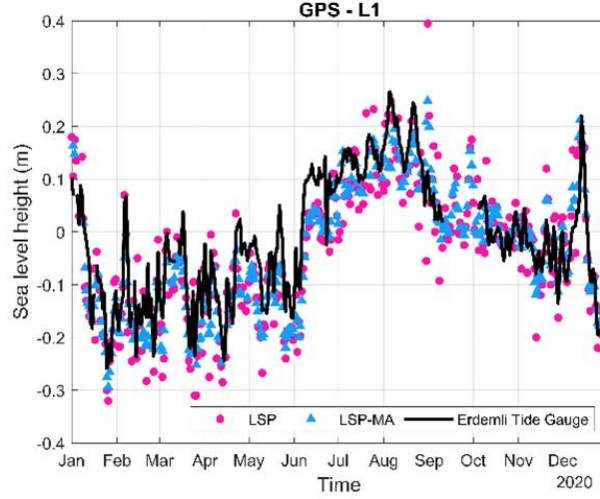
Ülkemiz Akdeniz kıyısında deniz seviyesi değişimini GNSS-IR tekniği ile belirlemek için Mersin'de bulunan MERS IGS istasyonuna ait

⁹ Beşel C., Tanır Kayıkçı E., Larson K. M., Sezen E., Keskin İ. H. (2021). Türkiye Kıyılarında TUDS Ortak Yerleşkeli GNSS İstasyonlarında GNSS-IR Tekniği İle Deniz Seviyesi Değişiminin Belirlenmesi, 18. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, Türkiye, 26 - 29 Mayıs 2021.

¹⁰ Beşel C., Tanır Kayıkçı E. (2021a). Türkiye denizlerinde GNSS reflektometre tekniği ile deniz seviyesi değişiminin araştırılması, Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi, cilt.8, sa.1, ss.1-17, 2021.

¹¹ Beşel C., Tanır Kayıkçı E. (2021b). Retrieving Sea Level Heights around Turkish Coasts using GPS Interferometric Reflectometry, The first workshop of the Inter-Commission Committee on Geodesy for Climate Research (ICCC) of the International Association of Geodesy (IAG), "Geodesy for Climate Research", 29 - 31 Mart 2021.

GPS L1 ve L5 SNR verilerini kullanılmıştır.¹² Çalışmada SNR serilerindeki dominant yansıma etkisi frekansı, LSP ve LSP-MA bütünlük bir yaklaşımla belirlenmiştir.¹³ Ardından, her iki yöntemle elde edilen deniz seviyesi değişimi MERS istasyonu yakınında bulunan Erdemli mareograf istasyonu deniz seviyesi gözlemleri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. MERS istasyonu deniz seviyesi değişimleri

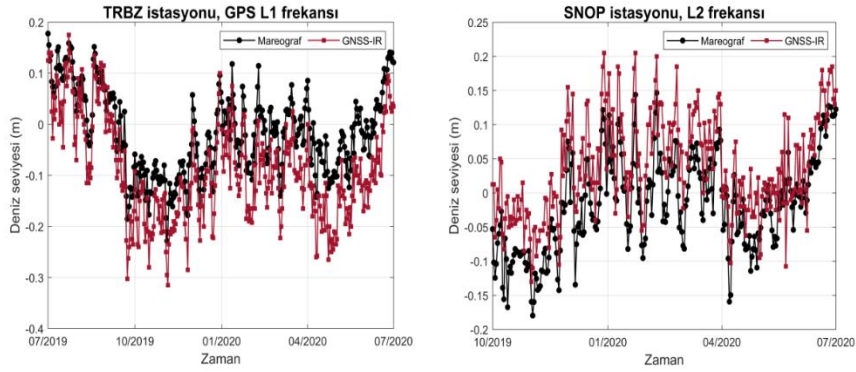
GNSS-IR ve mareograf deniz seviyesi gözlemleri karşılaştırıldığında, LSP ile L1 ve L5 frekanslarında GNSS-IR ve mareograf gözlemleri ile belirlenen deniz seviyeleri arasındaki korelasyon sırasıyla 0.88 ve 0.84 olarak bulunmuştur. LSP-MA yöntemiyle ise L1 ve L5 frekanslarında korelasyon sırasıyla 0.91 ve 0.88 olarak elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, LSP-MA yönteminin GNSS-IR tabanlı deniz seviyesi belirleme performansını artırdığı görülmüştür.

Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Servisi'ne (TUDES) bağlı mareograf istasyonları ile ortak yerleşkeli sabit GNSS istasyonlarında GNSS-IR tekniği ile deniz seviyesi değişimlerinin izlenmesi ve sonuçların

¹² Beşel C., Tanır Kayıkçı E. (2021b). Retrieving Sea Level Heights around Turkish Coasts using GPS Interferometric Reflectometry, The first workshop of the Inter-Commission Committee on Geodesy for Climate Research (ICCC) of the International Association of Geodesy (IAG), "Geodesy for Climate Research", 29 - 31 Mart 2021.

¹³ Beşel C., Tanır Kayıkçı E. (2022a). Determination of Sea Level Variations in Turkish Mediterranean Coast Using GNSS Reflectometry, SURVEY REVIEW, cilt.54, sa.385, ss.310-319, 2022.

geleneksel mareograf gözlemleri ile karşılaştırılması yapılmıştır.¹⁴ Çalışmada, Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) Harita Mühendisliği Bölümü ve Harita Genel Müdürlüğü (HGM) arasında Mart 2020 tarihinde başlatılan “Karadeniz Kıyılarındaki Deniz Seviyesi Değişiminin GNSS-IR Tekniği İle Araştırılması” başlıklı ortak araştırma projesi kapsamında yapılmış çalışmalardan sonuçlar sunulmuştur. KTÜ ve HGM arasında bir işbirliği protokolü çerçevesinde yürütülmekte olan bu araştırma projesi Türkiye’de GNSS-IR tekniği ile deniz seviyesi değişimlerinin izlenmesine öncülük edecek ilk araştırma projesi olması bakımından önemlidir. Çalışma kapsamında Karadeniz kıyılarında Trabzon ve Sinop mareograf istasyonları ile ortak yerleşkeli GNSS istasyonlarında kaydedilen SNR sinyallerinin dominant sinyal yansıma etkisi frekansı LSP yöntemi ile belirlenmiştir. Daha sonra GNSS-IR tabanlı deniz seviyesi gözlemleri ortak yerleşkeli Trabzon ve Sinop mareograf istasyonlarındaki deniz seviyesi gözlemleri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 5).

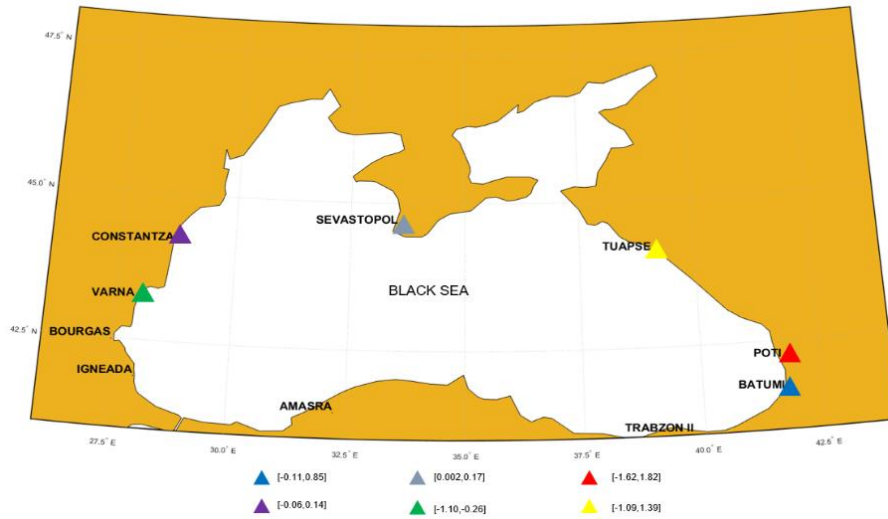


Şekil 5. GNSS-IR ve mareograf deniz seviyesi değişimleri

Trabzon ve Sinop istasyonlarında GNSS-IR tabanlı deniz seviyesi ve mareograf istasyonları gözlemlerinden elde edilen deniz seviyesi değişimleri arasında sırasıyla 0.95 ve 0.90 düzeyinde yüksek bir korelasyon elde edilmiştir.

¹⁴ Beşel C., Tanır Kayıkçı E., Larson K. M. , Sezen E., Keskin İ. H. (2021). Türkiye Kıyılarında TUDES Ortak Yerleşkeli GNSS İstasyonlarında GNSS-IR Tekniği İle Deniz Seviyesi Değişiminin Belirlenmesi, 18. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, Türkiye, 26 - 29 Mayıs 2021.

Karadeniz kıyılarındaki deniz seviyesi değişimini Tekil Spektrum Analizi (Singular Spectrum Analysis, SSA) kullanılarak belirlemiştir.¹⁵ Bunun için Karadeniz kıyısında bulunan 10 mareograf (Amasra, Batumi, Bourgas, Constantza, Igneada, Poti, Sevastapol, Trabzon II, Tuapse ve Varna) istasyonuna ait Sürekli Ortalama Deniz Seviyesi Servisi'nden (PSMSL- Permanent Service for Mean Sea Level) aylık ortalama şeklinde temin edilen ortalama deniz seviyesi verileri kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda, en fazla veri kaydına sahip olan Batumi, Poti ve Tuapse istasyonlarında ortalama deniz seviyesinin artma eğiliminde olduğu görülmüştür. Batumi istasyonunda -0.11 ila 0.85 mm, Constantza istasyonunda -0.06 ila 0.14 mm, Sevastapol istasyonunda 0.02 ila 0.17 mm, Varna istasyonunda -1.10 ila -0.26 mm, Poti istasyonunda -1.62 ila 1.82 mm, Tuapse istasyonunda -1.09 ila 1.39 mm arasında trendler bulunmuştur. Diğer istasyonlarda belirgin bir trend görülmemiştir (Şekil 6).



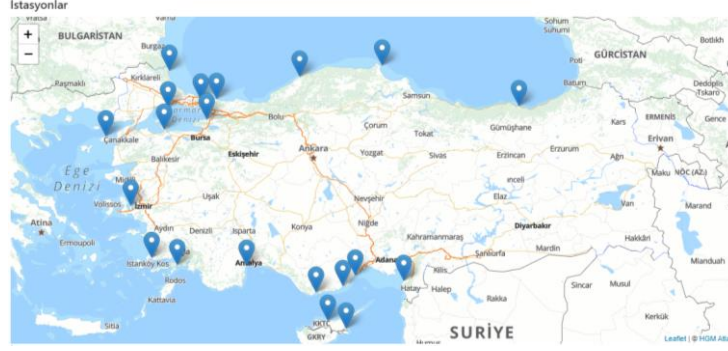
Şekil 6. Çalışmada kullanılan istasyonlar ve trend analizi sonuçları

1.2. Türkiye Deniz Seviyesi İzleme Sistemi (TUDES)

Dünyada birçok kıyı ülkesi kıyılarındaki deniz seviyesini izlemek amacıyla kendi ulusal deniz seviyesi gözlem ağını kurmuş durumdadır. Bu ulusal deniz seviyesi izleme sistemleri aynı zamanda bölgesel/global ağlara da katkı sağlamaktadır. Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Sistemi

¹⁵ Beşel C., Tanır Kayıkçı E. (2020). Investigation of Black Sea mean sea level variability by singular spectrum analysis, International Journal of Engineering and Geosciences , 5 (1) , 33-41 . DOI: 10.26833/ijeg.580510.

(TUDES), Harita Genel Müdürlüğü tarafından kurulmuş ve işletilmekte olan ulusal bir deniz seviyesi izleme sistemidir. İki KKTC kıyılarında olmak üzere toplam 20 sayısal/otomatik mareograf istasyonundan oluşmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. TUDES (Türkiye Deniz Seviyesi İzleme Sistemi) İstasyonları ¹⁶

Bütün mareograf istasyonlarında sadece deniz seviyesi izlenmemekte aynı zamanda deniz seviyesi değişimlerini etkileyen hava basıncı, rüzgâr, nem, hava sıcaklığı v.b. bir çok meteorolojik parametreler de ölçülmektedir. İlk TUDES istasyonları Antalya (1935) ve İzmir (Karşıyaka mareograf istasyonlarıdır. Geçen zaman içinde TUDES istasyonlarını kurma ve işletme sorumluluğu Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne devredilmiş olsa da 1983 yılında bu görev yeniden Harita Genel Müdürlüğüne devredilmiştir. 1983 yılı itibarıyla tüm mevcut olan eski mareograf istasyonları iptal edilip yeni istasyonlar kurulmaya başlanmıştır. Zaman içinde tesis edilen mareograf istasyonlarında dinlendirme kuyulu ve şamandıralı gibi analog sistemler, sayısal ve otomatik akustik ve radar sistemler kullanılmış, 2021 yılına kadar yapılan modernizasyon çalışmaları ile artık tüm istasyonlarda GNSS entegreli radar sensörlü deniz seviyesi ölçüm sistemleri kullanılmaktadır.

Harita Genel Müdürlüğü (HGM), TUDES sistemini operasyonel olarak işletmeden sorumlu bir kurum olmanın yanı sıra deniz seviyesi izleme amaçlı üniversiteler tarafından yapılan araştırma faaliyetlerine de katkı sağlamaktadır. Mili Savunma Bakanlığı Harita Genel Müdürlüğü Jeodezi Dairesi Başkanlığı ve KTÜ Harita Mühendisliği Bölümü Arasında imzalanan Araştırma Projesi Protokolü kapsamında “Karadeniz Kıyılarındaki Deniz Seviyesi Değişiminin GNSS Reflektometre (GNSSR) Tekniği ile Araştırılması” projesi yürütülmektedir (04.03.2020-04.03.2023).

¹⁶ URL-1: <https://tudes.harita.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 7 Ekim 2022.

HGM, bu projenin yanı sıra diğer üniversitelerle deniz seviyesi izleme sistemleri ile ilgili yürütülen ulusal araştırmaya projelerine destek olmaktadır.¹⁷

1.3. Deniz Seviyesine Etki Eden Faktörler

Deniz seviyesi farklı oranlarda, geniş zaman ölçeğinde ve konuma göre değişerek kısa, orta ve uzun vadede etkili olan birçok parametreye bağlı olarak sürekli değişmektedir. Küresel ve bölgesel ölçekte deniz seviyesi değişimine etki eden parametrelerin belirlenmesi iklim değişikliği çalışmalarında önemlidir. Son birkaç on yılda uydu verilerinden tahmin edilen küresel ortalama deniz seviyesi değişimi oranı ± 3 mm/yıl olarak belirtilmiştir. Fakat bu oran dünya genelinde farklılıklar göstermektedir. Global ölçekte okyanus ve deniz seviyesi değişimlerinin birçok nedeni olsa da değişimin büyük çoğunluğu buzulların erimesi ve okyanus sularındaki genişleme, buzul ve yer altı suları arasındaki su değişimden kaynaklanan seviye artışlarıdır. Bölgesel ölçekte ise, okyanus sirkülasyonu, atmosferik basınç ve jeofiziksel etmenler gibi bazı oşinografik faktörlerle deniz seviyesi değişiminde farklılıklar oluşmaktadır. Bu farklılıklar düşey kara hareketleri, yerel gravite, deniz suyu yoğunluğu, bölgesel farklılık gösteren meteorolojik faktörler, kıyısal akıntılar ve gel-git nedeniyle oluşmaktadır.¹⁸

Deniz seviyesi yükselmesi son yıllarda hızlanmıştır ve 1950'den bu yana ekstrem olayların düzeninde de değişiklikler gözlenmektedir. İklim değişikliği senaryolarında önemli bir parametre olan deniz seviyesi değişiminin izlenmesinde hem bölgesel hem de küresel etkilerin bilinmesi ve bu etkilerin değerlendirilmesi önemlidir. Özellikle, deniz seviyesinin yükselmesi kıyı alanlarında yaşayan insan nüfusunu büyük ölçüde etkileyecektir. Bu nedenle, gelecekte deniz seviyesinde meydana gelecek olan değişimin kestirilmesi ve değişiminden etkilenecek olan bölgelerin tespiti ve alınacak önlemler önemli olmaktadır.

- **Gel-Git Etkileri**

Dünya üzerinde ay ve güneşin çekim etkisi nedeniyle deniz seviyesinde değişimler meydana gelir. Bu değişimler saatlik veya günlük kısa vadeli veya aylık, yıllık veya birkaç yıllık uzun vadeli olabilir. Deniz seviyesi üzerinde gel-git etkisi en fazla Ekvator kısımlarında görülmekte olup genel olarak etkisi yaklaşık yarım metre civarındadır. Ancak bu etki bazen çok daha etkili bir şekilde de ortaya çıkabilmektedir. Örneğin

¹⁷ URL-2: <https://www.harita.gov.tr/universitelerle-yurutulen-projeler>, Erişim Tarihi: 7 Ekim 2022.

¹⁸ Cazenave A., Dieng H-B., Meyssignac B., Schuckmann K. von, Decharme B. and Berthier E.. 2014. The rate of sea-level rise, Nature Climate Change volume 4, pages358–361 (2014).

Kanada'nın atlas okyanusu kıyılarında 12.9 metre büyüklüklere varan çekim etkileri gözlemlenmiştir.¹⁹

GNSS-IR tekniğinin gelgit bileşenlerinin belirlenmesine katkısını araştırılmıştır. Çalışmada TUDES ağındaki mareograf istasyonu ile ortak yerleşkeli TRBZ sabit GNSS istasyonuna ait SNR verileri ile deniz seviyesi gözlemleri hesaplanmıştır.²⁰ GNSS- IR ve mareograf gözlemlerinden elde edilen deniz seviyesi gözlemlerinden yarı-günlük (M2, S2) ve günlük (K1, O1, P1) gelgitlerin genlikleri tahmin edilmiştir.²¹ Elde edilen genlikler karşılaştırıldığında, maksimum ve minimum fark sırasıyla 4.16 cm ve 0.09 cm olarak bulunmuştur. Son olarak, mareograf kayıtlarından ve GNSS-IR tabanlı deniz seviyesi gözlemlerinden hesaplanan gelgit bileşenleri EOT20 küresel okyanus gelgit modeli ile karşılaştırılmıştır. GNSS-IR ve EOT20 küresel okyanus gelgit modeli arasındaki maksimum ve minimum genlik farkları sırasıyla 4.65 cm ve 0.35 cm olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda, yapılacak iyileştirmelerle beraber ülkemizde GNSS-IR tekniğinin de gelgit bileşenlerinin belirlenmesinde bir potansiyel olabileceği öngörülmüştür.

- **Meteorolojik Etkiler**

Atmosfer basıncı, hava sıcaklığı, rüzgarlar deniz seviyesini etkileyen meteorolojik etkiler arasındadır. Bu etkiler düzenli bir periyotta olmadıklarından etkilerini belirlemek ve modellemek güçtür. Atmosfer basıncı deniz seviyesi üzerinde negatif yönlü bir etkiye sahiptir. Yaklaşık olarak 1 milibarlık atmosfer basıncı artışı deniz seviyesi üzerinde 1 santimetre azalmaya sebep olur. Hava sıcaklıklarının artması deniz suyu sıcaklığını artırır ve deniz suyunda genleşmeye sebep olur. Bu genleşme sonucu deniz seviyesi artar. Rüzgarlar ise deniz suyunun sürüklenmesine sebep olduklarından deniz seviyesinin kısa dönemli (saatlik, günlük) olarak değişimine sebep olmaktadır.

Ege kıyısında bulunan 2 mareograf istasyonundan (Menteş ve Bodrum) elde edilen uzun dönemli deniz seviyesi değişimleri ve bu istasyonlara ait meteorolojik parametreler (hava sıcaklığı, hava basıncı, nem, rüzgar hızı) arasındaki ilişkiyi Kapula temelli bir analiz metodu ile

¹⁹ Gürdal, M. A. (2002). "Deniz Seviyesi Değişimlerine Neden Olan Etkiler." Harita Dergisi **27**: 19-33.

²⁰ Beşel C. ve Tanır Kayıkçı E. (2022b). Karadeniz Kıyısında TUDES Ortak Yerleşkeli GNSS İstasyonu Deniz Seviyesi Gözlemlerinden GNSS-IR Tekniği ile Gelgit Bileşenlerinin Belirlenmesi, Harita Dergisi, sa.168, ss.1-12.

²¹ Beşel C. ve Tanır Kayıkçı E. (2022c). GNSS-IR Tekniği İle Karadeniz Kıyılarında Deniz Seviyesi İzleme ve Gelgit Genlik Tahmini, 5. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı, Trabzon, Türkiye, 1 - 02 Haziran 2022, ss.210-211.

incelemiştir. Bodrum ve Menteş istasyonlarında Kapula bağımlılık fonksiyonları ile deniz seviyesi-hava sıcaklığı ve deniz seviyesi- hava basıncı arasında pozitif yönde güçlü bağımlılık ilişkisi elde edilmiştir. Ancak deniz seviyesi-rüzgar hızı arasında negatif yönde zayıf bağımlılık bulunmuş; deniz seviyesi-hava nemı arasında ise anlamlı bir bağımlılık bulunamamıştır.²²

Ege Denizi'nde bulunan 8 mareograf istasyonunda (Thessaloniki, Alexandroupolis, Khilos, Mentos, Bodrum 2, Leros, Siros, Khalkis North), 1990-2008 yılları arasında kaydedilen aylık ortalama deniz seviyesi verileri ile Ege Denizi'nin uzun dönemli deniz seviyesi değişimleri ve bu değişimlerin deniz yüzey sıcaklığı anomalileri ile olan ilişkisi Kapula fonksiyonları ile araştırılmıştır. Kapula fonksiyonları ile deniz seviyesi-zaman ve deniz seviyesi-deniz yüzey sıcaklığı arasındaki ilişki modellenmiş, bu modele uygun simülasyon verileri veri uzayında üretilerek yorumlanmıştır.²³ Deniz seviyesi-deniz yüzey sıcaklığı arasında pozitif yönde bir korelasyon tespit edilmiş ve bu korelasyonun üst kuyrukta yüksek bir bağımlılık gösterdiği belirlenmiştir. Deniz seviyesi-deniz yüzey sıcaklığı arasındaki pozitif yönde güçlü korelasyon elde edilmiştir. Bu çalışma, Kapula fonksiyonlarının uzun dönemli deniz seviyesi tahmin çalışmaları açısından önemli sonuçlar sunmuştur.

- **Oşinografik Etkiler**

Deniz suyu tuzluluğu ile deniz seviyesi arasında negatif yönde bir bağımlılık ilişkisi vardır. Şöyle ki; tuzluluk seviyesindeki artış deniz suyunun yoğunluğunu artırır, deniz suyunun yoğunluğunun artması sonucu da deniz seviyesi azalır.

- **İklim Değişikliği ve Buzulların Erimesi**

İklim değişikliğinin bir sonucu olarak atmosferdeki sera gazındaki artış atmosferin ısınmasına, buzulların erimesine dolayısı ile deniz seviyesinin artmasına sebep olmaktadır. Deniz seviyesinin büyük ölçekte

²² Tanır Kayıkçı E., Yavuzdoğan A. (2018a). Meteorolojik Parametreler ve Deniz Seviyesi Değişimi Arasındaki İlişkinin Kapula Fonksiyonları ile Analizi- Analysis of the Relationship Between Meteorological Parameters and Sea Level with Copula Functions, VI. Uluslararası GAP Mühendislik Kongresi, Şanlıurfa, Türkiye, 8 - 09 Kasım 2018, ss.335-340.

²³ Tanır Kayıkçı E., Yavuzdoğan A. (2018b). Ege Denizi Kıyılarındaki Uzun Dönemli Deniz Seviyesi Değişimlerinin Kapula Fonksiyonları ile Belirlenmesi, Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu (TUJK) Bilimsel Toplantısı, İzmir, 1 - 02 Kasım 2018.

iklim değişimine bağlı sebeplerle global ölçekte artmakta olduğu ve artış hızının da pozitif yönde ivmeye sahip olduğu hükümetler arası iklim değişikliği paneli raporunda belirtilmektedir.

- **Nehir Akışları**

Deniz seviyesi ile nehir akışları arasında pozitif bir ilişki mevcuttur. Artan nehir ve akarsu akışları deniz seviyesi üzerinde artışa sebep olur.

- **Düşey Kabuk Hareketleri ve Denizaltı Depremler**

Düşey kabuk hareketleri deniz seviyesi değerleri üzerinde bozucu bir etki yapar. Bu nedenle deniz seviyesi ölçümlerinde düşey kabul hareketi etkilerinin iyi derecede ölçülerek modellenmeli ve bu etkiler giderilerek deniz seviyesi belirlenmelidir. Diğer taraftan Tsunami olarak bilinen denizaltı depremler de kıyılarda yıkıcı hasarlara sebep olabileceği gibi aniden ortaya çıkan yüksek dalgalanmalara ve metrelerce deniz seviyesi değişimlerine de sebep olabilirler.

1.3. Deniz Seviyesi Tahmin Edilmesi

Okyanus ve iç deniz dinamiklerinin birbirlerinden oldukça farklı olması sebebiyle literatürde deniz seviyesi tahmini ile ilgili yapılan çalışmalar, global ve bölgesel ölçekte yapılan çalışmalar olmak üzere iki farklı kısımda gerçekleştirilmektedir. Bu iç dinamikler çökme, okyanus akıntıları, arazi yüksekliğindeki değişiklikler, tuzluluk oranı ve bölgesel meteorolojik farklılıklar olarak sayılabilir. Global ölçekte yapılan çalışmalarda genellikle geleceğe yönelik yapılan tahminler birtakım kısıtlamalar (jeodezik, jeofiziksel, oşinografik kısıtlamalar) sebebiyle yüksek doğruluğa sahip değildir. Ancak bu çalışmalar deniz seviyesindeki artışların yol açacağı global problemleri ve deniz seviyesi değişimindeki trendleri göstermek ve küresel önlemler almak için yeterli olmaktadır. Buna karşın bölgesel ölçekte yapılan çalışmalar daha sınırlı alanlarda yapılmaktadır. Bölgesel çalışmalarda denizlerin sahip olduğu iç dinamikler global çalışmalara kıyasla çok daha homojendir. Bu sebeple bölgesel çalışmalarda deniz seviyelerini tahmin etmek için oluşturulan tahmin modelleri global modellere kıyasla çok daha yüksek doğruluktadır. Ayrıca bölgesel çalışmalarda yüksek doğrulukta deniz seviyesi tahmini yapılabilmesi için, her iç denizin sahip olduğu kendi özel iç dinamikleri sebebiyle farklı bir tahmin modeli kurulması gereklidir. Örneğin Akdeniz için oluşturulan bir tahmin modeli Karadeniz'de kullanıldığında oldukça yanıltıcı ve hatalı tahmin sonuçları verecektir. Literatürde deniz seviyesi tahmini için kullanılan yöntemler iki farklı grupta incelenebilir. Birinci grup, tek değişkenli ve doğrusal tahminler yapan geleneksel yöntemlerdir. Bu yöntemler; Üstel Düzeltme Yöntemi (Exponential Smoothing Method -

ESM), Otoregresif Hareketli Ortalama (Autoregressive Moving Average - ARMA) ve Bütünleşik Otoregresif Hareketli Ortalama (Autoregressive Integrated Moving Average - ARIMA) yöntemleridir. Bu geleneksel tek değişkenli yöntemler, minimum hacimde veri seti ile kullanıma uygundur ve çok değişkenli bilgilerden yararlanamaz. Makine öğrenme yöntemlerine kıyasla bu yöntemlerde daha az sayıda parametre kullanılmaktadır. Bu nedenle bu yöntemler, değerli bilgiler elde etme ve yüksek kaliteli tahmin sunma konusunda yetersiz kalmaktadır. Geleneksel yöntemlerden farklı olarak deniz seviyesi tahmini için kullanılan diğer yöntemler ise Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Network-ANN), Derin Öğrenme yöntemleri (Deep Learning - DL) ve Makine Öğrenimi yöntemleridir (Machine Learning-ML). Temel olarak makine öğrenimi yöntemleri geleceğe yönelik yapacağı tahminlerde geçmiş gözlem değerlerini kullanır. 1990 yılından itibaren zaman serisi tahmini için yapay sinir ağı ve derin öğrenme yöntemleri sıklıkla kullanılmaktadır. Özellikle geleneksel yöntemler ile yüksek doğrulukta tahmin edilemeyen doğrusal olmayan karmaşık bağımlılık yapılarındaki zaman serilerinin tahmininde makine öğrenimi yöntemleri büyük başarılar sağlamıştır. Bunun temel nedeni olarak makine öğrenimi yöntemlerinin bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkilerden doğrudan bilgi çıkarabilmesi gösterilebilir. Doğrusal olmayan deniz seviyesi zaman serilerinde makine öğrenimi yöntemlerinin geleneksel yöntemlere göre çok daha yüksek doğrulukta tahmin sonuçları verdiği de birçok çalışmada gösterilmiştir. Bu sebeplerle deniz seviyesi tahmin modelleri için makine öğrenimi yöntemleri giderek daha popüler hale gelmektedir.

Uluslararası literatürde, bölgesel ölçekte makine öğrenimi yöntemleri ile yapılan deniz seviyesi tahmini çalışmaları incelendiğinde;

Çin Denizi kıyılarındaki 17 mareograf istasyonundan elde edilen deniz seviyesi verileri kullanarak Uzun Kısa Süreli Bellek ağı (Long-Short Term Memory-LSTM) ile bir tahmin modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen tahmin modeli ile Tayvan kıyılarındaki deniz seviyeleri yaklaşık 5 cm karesel ortalama hata (KOH) ile tahmin edilmiştir.²⁴

Avustralya'nın Queensland Eyaletinde bulunan 7 farklı mareograf istasyonundan elde edilen deniz seviyesi verileri kullanarak İleri Beslemeli

²⁴ Yang, C.-H., Wu, C.-H., & Hsieh, C.-M. (2020). Long short-term memory recurrent neural network for tidal level forecasting. *IEEE Access*, 8, 159389-159401.

tek katmanlı bir derin öğrenme ağı ile Queensland kıyısındaki deniz seviyesi değişimlerini 4.8-6.3 cm KOH ile tahmin etmiştir.²⁵

Japon Denizi'nde bulunan mareograf istasyonundan ve radar altimetre verilerinden elde edilen deniz seviyesi verilerini kullanarak bir Uzun Kısa Süreli Bellek ağı ile tahmin modeli geliştirmiştir. Bu çalışmada derin öğrenme ağı girdi olarak sadece deniz seviyesi değerlerinden farklı olarak bazı meteorolojik parametreleri de kullanılmıştır. Çalışma sonucunda Japon Denizi'nde deniz seviyesi değerleri 10 cm KOH ile tahmin edilmiştir.²⁶

Akdeniz'in bir kolu olan Adriyatik Denizi'nde deniz seviyesi değişimlerini tahmin etmek için topluluk-derin öğrenme yöntemine (Ensemble Deep Neural Network) dayanan yeni bir yöntemi sunmuştur. Koper mareograf istasyonundan elde edilen deniz seviyesi, rüzgar hızı ve hava basıncı verileri kullanılarak Adriyatik Denizi'nde deniz seviyelerini 10-12 cm KOH ile tahmin edecek bir model geliştirmiştir.²⁷

Malezya kıyılarındaki 21 farklı mareograf istasyonundan elde edilen deniz seviyesi verileri kullanarak bir Uzun Kısa Süreli Bellek ağı ile deniz seviyesi tahmin modeli geliştirmiştir. Bu tahmin modeli ile Malezya kıyılarındaki deniz seviyeleri yaklaşık 6.7 - 8 cm KOH ile tahmin edilmektedir.²⁸

Endonezya Bali kıyılarındaki deniz seviyesini tahmin etmek için Bali mareograf istasyonundan elde edilen deniz seviyesi değişimleri kullanılarak bir Uzun Kısa Süreli Bellek ağı ile deniz seviyesi tahmin modeli geliştirmiştir. Bu model ile Bali kıyılarındaki deniz seviyesi değişimleri 6 cm KOH ile belirlenmiştir.²⁹

²⁵ Riazi, A. (2020). Accurate tide level estimation: A deep learning approach. *Ocean Engineering*, 198, 107013.

²⁶ Ishida, K., Tsujimoto, G., Ercan, A., Tu, T., Kiyama, M., & Amagasaki, M. (2020). Hourly-scale coastal sea level modeling in a changing climate using long short-term memory neural network. *Science of The Total Environment*, 720, 137613. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137613

²⁷ Žust, L., Fettich, A., Kristan, M., & Ličer, M. (2021). HIDRA 1.0: deep-learning-based ensemble sea level forecasting in the northern Adriatic. *Geoscientific Model Development*, 14(4), 2057-2074.

²⁸ Balogun, A.-L., & Adebisi, N. (2021). Sea level prediction using ARIMA, SVR and LSTM neural network: assessing the impact of ensemble Ocean-Atmospheric processes on models' accuracy. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 12(1), 653-674.

²⁹ Winona, A. Y., & Adytia, D. (2020). Short Term Forecasting of Sea Level by Using LSTM with Limited Historical DataToplantıda Sunulan Bildiri.

Uzun Kısa Süreli Bellek ağı kullanılarak geliştirilen tahmin modeli ile Akdeniz içindeki İyonya Denizi ve Adriyatik Denizi'ndeki deniz seviyesi 2-3 cm KOH ile belirlenmiştir.³⁰

Literatürde burada bahsedilmeyen birçok farklı çalışma da mevcuttur. Bu çalışmalar genel olarak deniz seviyelerini yüksek doğrulukta tahmin etmek için derin öğrenme yöntemlerini ve yapay sinir ağlarını kullanmaktadırlar. Söz konusu çalışmalarda birçok farklı ağ mimarileri ve farklı hiper-parametreler kullanılmaktadır.

Karadeniz özelinde, deniz seviyeleri ile ilgili birçok farklı çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar genellikle geçmişten günümüze elde edilen deniz seviyesi verilerinin çeşitli analizlerle incelenmesi ve istatistiksel sonuçlarının tartışılması ile mevcut durumun ortaya çıkarılması üzerinedir.³¹

Karadeniz'de ilk defa deniz seviyesini yüksek doğrulukta modelleyen bir Kapula temelli tahmin modeli geliştirmiştir. Bu çalışma Karadeniz'de deniz seviyesinin yüksek doğrulukta modelleyen ilk çalışma olarak Kapula fonksiyonlarına dayanan yeni bir tahmin modeli yaklaşımını da ilk kez literatüre kazandırmıştır. Çalışmada uydu temelli radar altimetre verileri kullanılarak Karadeniz'de deniz seviyesi ortalama 22 mm KOH ile tahmin edilmiştir. Kapula temelli model tahminleri ve uydu temelli radar altimetre deniz seviyesi gözlemleri arasında %96 korelasyon bulunmuştur.³²

Deniz seviyesi tahmini için deniz yüzey sıcaklığı zaman serilerinde Kapula temelli yeni bir trend analiz methodu ile regresyona dayalı trend analiz sonuçlarını karşılaştırmıştır.³³ Çalışmada Ege Denizi'nde bulunan 5 mareograf istasyonundan elde edilen bağıl deniz seviyesi değişimi zaman serilerinin trendleri, Kapula-temelli trend analiz yöntemi ile incelenmiştir. 1990-1998 (1. Dönem) ve 1999-2008 (2. Dönem) olmak üzere gerçekleştirilen iki dönemli trend analizleri sonucunda 1. Dönemde tüm

³⁰ Accarino, G., Chiarelli, M., Fiore, S., Federico, I., Causio, S., Coppini, G., & Aloisio, G. (2021). A multi-model architecture based on Long Short-Term Memory neural networks for multi-step sea level forecasting. *Future Generation Computer Systems*, 124, 1-9.

³¹ Alpar, B., & Yüce, H. (1998). Sea-level variations and their interactions between the Black Sea and the Aegean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 46(5), 609-619.

³² Yavuzdoğan, A., Tanır Kayıkçı, E. (2020a). A copula approach for sea level anomaly prediction: a case study for the Black Sea. *Survey review*, 1-11. doi:10.1080/00396265.2020.1816314

³³ Yavuzdoğan A., Tanır Kayıkçı E. (2020b). Ege Denizi Bağıl Deniz Seviyesi Değişimlerinde Kapula Fonksiyonları İle Trend Analizleri, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, cilt.6, sa.1, ss.49-65, 2020.

istasyonlarda global deniz seviyesi değişim hızlarına göre oldukça yüksek deniz seviyesi artış hızları tespit edilmiş, bu artış hızlarının 2. Dönemde Khilos ve Menteş mareograf istasyonlarında yön değiştirdiği ve deniz seviyesinin azaldığı tespit edilmiştir. Thessaloniki mareograf istasyonunda 1. Dönem oldukça yüksek olan deniz seviyesi artış hızı 2. Dönemde sabit kalmış ve önemli bir değişim tespit edilememiştir. Alexandroupolis mareograf istasyonunda ise 1. Dönemde yüksek olan deniz seviyesi artış hızı, 2. Dönemde azalarak Global deniz seviyesi değişim hızlarına göre düşük bir hıza ulaşmıştır. Böylece tüm istasyonlarda deniz seviyesi 1. Dönemde oldukça yüksek bir şekilde artarken 2. Dönemde artış miktarının azaldığı veya yön değiştirerek deniz seviyelerinde azalmaların meydana geldiği görülmüştür. Bu değişimlerin nedeni olabileceği düşünölen deniz yüzey sıcaklıkları 1990-1998 (1.Dönem) ve 1999-2008 (2. Dönem) olarak iki dönemde Kapula temelli trend analiz yöntemi ile incelenmiştir. Ege denizinde 1990-1998 yılları arasında deniz seviyesinin oldukça hızlı bir şekilde arttığı, 1999-2008 yılları arasında ise deniz seviyesinin düştüğü görülmüştür. 1990- 1998 yılları arasında deniz seviyelerindeki artışın deniz yüzey sıcaklıklarındaki sıcaklık artışlarından kaynaklandığı, 1999-2008 yılları arasındaki deniz seviyesindeki azalmaların da deniz yüzey sıcaklıklarındaki soğumalardan kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Bu çalışma ile deniz seviyesi zaman serilerinde trend analizi için Kapula fonksiyonlarına dayanan yeni bir trend analiz yöntemi de literatüre kazandırılmıştır.

Ege denizindeki iki mareograf istasyonundan elde edilen kısa dönemli deniz seviyelerinin tahmini için makine öğrenimi yöntemleri kullanılarak tahmin modelleri oluşturmuş ve tahmin modellerinin performanslarını karşılaştırmıştır.³⁴ Bu çalışma kapsamında anlık deniz seviyesini yüksek hassasiyetle tahmin edebilmek amacıyla 3 makine öğrenimi algoritması uygulanmış ve tahmin performansları karşılaştırılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan yöntemlerden Çoklu Doğrusal Regresyon (Multiple Linear Regression, ÇDR) algoritması ile anlık deniz seviyesi doğrusal bir model ile tahmin edilmiştir. Böylece doğrusal bir model ile karmaşık bağımlılık yapısına sahip anlık deniz seviyesi değişimlerinin ne kadar hassasiyetle tahmin edileceği gösterilmiştir. Deniz seviyesi tahmini için kullanılan bir diğer fonksiyon olan Destek Vektör Regresyonu (Support Vector Regression, DVR) algoritması ile radyal temelli fonksiyon içeren bir çekirdek fonksiyonu kullanılarak, doğrusal olmayan bir model ile anlık deniz seviyeleri modellenmiştir.

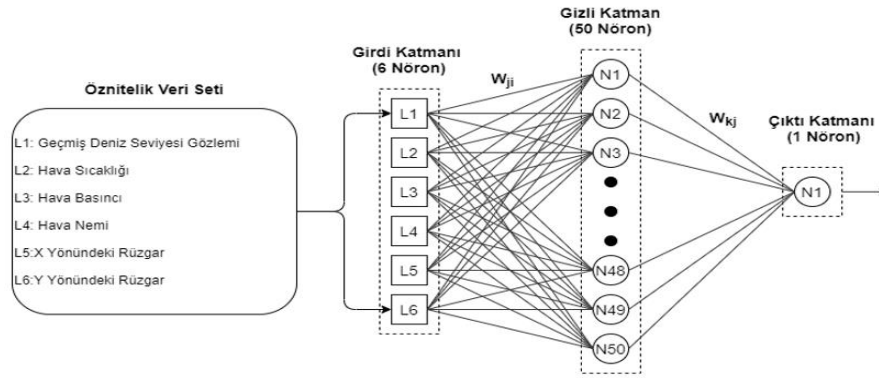
³⁴ Yavuzdoğan, A, Tanır Kayıkçı, E . (2021a). Ege Denizi'nde makine öğrenimi yöntemleri ile anlık deniz seviyesi değişimlerinin tahmini. Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi, 8 (2), 84-103 . DOI: 10.9733/JGG.2021R0007.

Son olarak kullanılan RO Regresyonu (ROR) algoritması ile ağaç algoritma yapısındaki bir fonksiyon ile doğrusal olmayan bir model kullanılarak anlık deniz seviyesi tahmin etmek amaçlanmıştır. Makine öğrenimi algoritmalarının kısa süreli deniz seviyesini tahmin etmek için kullanacağı öncül bilgiler (feature) istasyonlarda ölçülen meteorolojik veriler ve anlık deniz seviyesi zaman serilerinin doğrusal trend ve harmonik bileşenleridir. Bu kapsamda ÇDR, DVR ve ROR makine öğrenimi algoritmaları kullanılmıştır. Makine öğrenimi algoritmaları eğitim verileri ile eğitilmiş, test verileri kullanılarak deniz seviyesi tahmin performansları korelasyon katsayısı ve KOH metrikleri ile değerlendirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda mareograf istasyonlarında deniz seviyesi ROR algoritması kullanılarak %96 ila %84 korelasyon ve 29 ila 64 mm KOH değerleri ile oldukça yüksek doğrulukta tahmin edilmiştir. En yüksek tahmin performansı ROR algoritması ile elde edilirken en düşük tahmin performansı ÇDR algoritması ile elde edilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar geçmişte yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında, her ne kadar aynı veri setleri ve aynı öncül bilgiler kullanılmasa da okuyuculara ROR algoritmasının ve kullanılan öncül bilgilerin anlık deniz seviyesini belirlemedeki başarısı hakkında fikir vereceği düşünülmektedir. Bu nedenle geçmiş çalışmalar incelendiğinde, anlık deniz seviyeleri makine öğrenimi yöntemleri kullanılarak Imani vd. (2018) tarafından 34 mm, Imani vd. (2014a) tarafından 35 mm, Roshni vd. (2019) tarafından 75 mm RMSE hassasiyetle belirlenirken, bu çalışmada anlık deniz seviyeleri Bodrum istasyonunda 29 mm, Menteş istasyonunda ise 64 mm KOH ile belirlenmiştir.

Ege Denizi'nde bulunan Bodrum mareograf istasyonundan elde edilen deniz seviyesi gözlemleri ve meteorolojik parametreleri kullanarak, kısa süreli deniz seviyesi değişimlerini tahmin edebilen bir derin öğrenme ağı geliştirmiştir.³⁵ Deniz seviyesi gözlemleri TUDES kapsamında Harita Genel Müdürlüğü'nden temin edilen saatlik mareograf gözlemleri olup, veri aralığı 1999-2011 yıllarını kapsamaktadır. Meteorolojik veriler mareograf istasyonunda ölçülen saatlik hava sıcaklığı, hava basıncı, hava nemi ve rüzgâr yönü ile rüzgâr şiddeti değişkenlerini içermektedir. Çalışmada kullanılan derin öğrenme ağı, Tekrarlayan Sinir Ağlarının (RNN) özel bir hali olan Uzun Kısa Süreli Bellek (Long Short Term Memory-LSTM) ağıdır. Geliştirilen ağ sayesinde geçmiş deniz seviyesi değerleri ve meteorolojik parametreler kullanılarak kısa süreli (saatlik) deniz seviyeleri tahmin

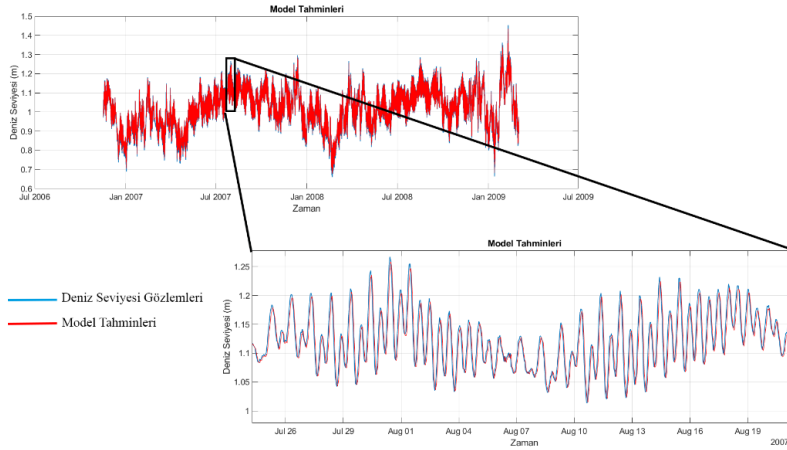
³⁵ Yavuzdoğan A., Tanır Kayıkçı E. (2021b). Ege Denizi'nde Tekrarlayan Sinir Ağları (RNN) ile Kısa Dönemli Deniz Seviyesi Değişimlerinin Tahmini, 18. Harita Bilimsel Teknik Kurultayı, Ankara, Türkiye, 26 - 29 Mayıs 2021.

edilebilmektedir. Geleceğe yönelik yapılan tahminlerde farklı tahmin uzunlukları kullanılarak (1 saat, 6 saat, 12 saat, 24 saat) tahminler yapılmış ve LSTM ağının tahmin performansı KOH ile ölçülmüştür. Kullanılan LSTM ağının mimarisi en yüksek tahmin doğruluğuna göre belirlenmiş ve LSTM ağı optimize edilmiştir. Çalışmanın veri ön işleme aşamasında, zaman serilerindeki uyuşumsuz ölçülerin tespit edilmesi, veri boşluklarının enterpolasyonu, verilerin normalizasyonu gibi işlemler yapılmıştır. Ardından geçmiş deniz seviyeleri ve meteorolojik parametrelerden saatlik deniz seviyesi tahmini yapan bir LSTM modeli geliştirilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Model tahmin algoritması

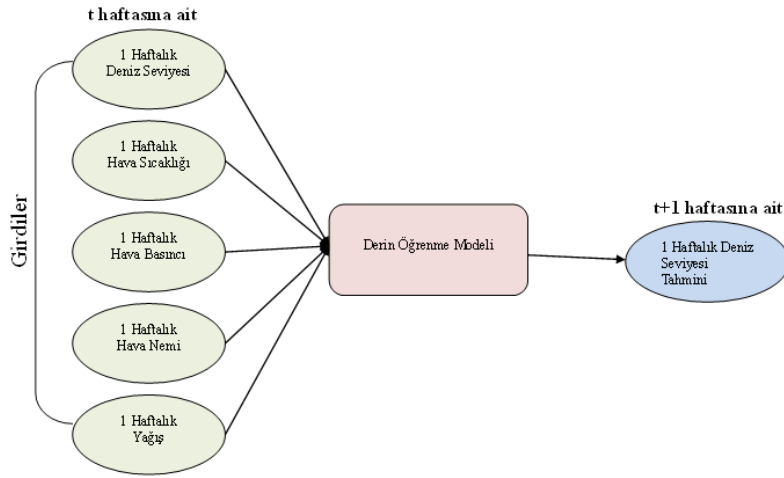
Çalışma sonucunda en yüksek doğruluk derecesine 1 saatlik tahmin penceresi kullanılarak ulaşılmış, kısa süreli deniz seviyesi değişimleri 11 mm KOH belirlenmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Kısa dönemli deniz seviyesi gözlemleri ve model tahminleri

Çalışmada elde edilen sonuçlar geçmiş çalışmalar ile kıyaslandığında şimdiye kadar elde edilen en yüksek tahmin doğruluğuna ulaşıldığı görülmektedir (Tablo 1). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar kısa süreli deniz seviyesi değişimlerinin modellenmesi için LSTM ağlarının kullanılabilirliğini ve önemli bir araç olabileceğini göstermesi bakımından son derece önemlidir.

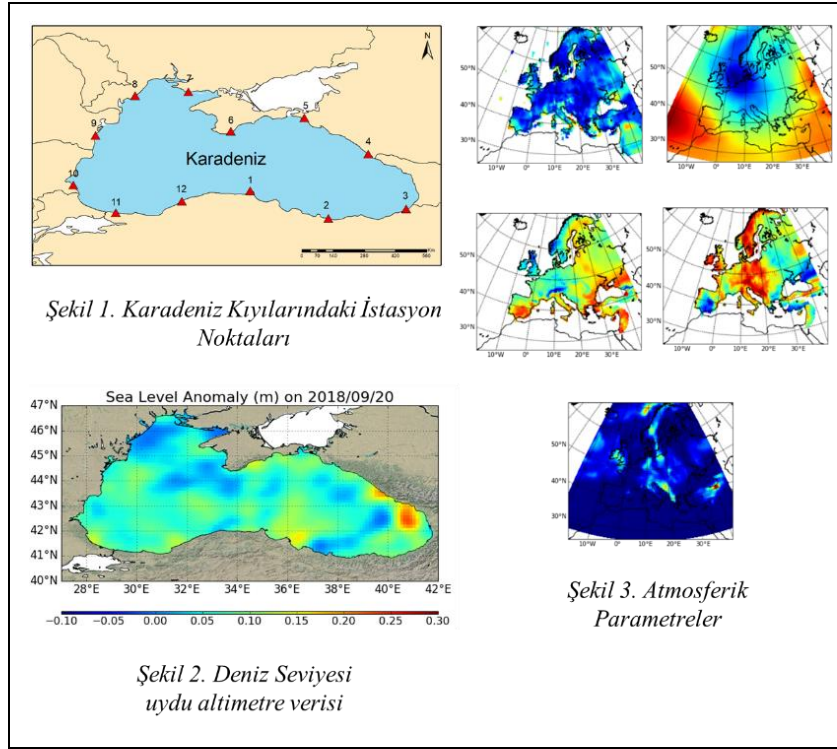
Karadeniz kıyıları boyunca 12 istasyonda deniz seviyesi değişimlerini yüksek doğrulukta tahmin eden bir LSTM derin öğrenme modeli geliştirmiştir (Şekil 10).³⁶



Şekil 10. Deniz seviyesi tahmin modeli

Kurulan derin öğrenme modeli ile geçmiş atmosferik parametreler ve geçmiş deniz seviyesi anomalileri kullanılarak geleceğe yönelik deniz seviyesi tahmini yapılabilmektedir (Şekil 11).

³⁶ Yavuzdoğan A., Tanır Kayıkçı E. 2022. Modeling of Sea Level Changes on The Black Sea Coasts With Long-Short-Term Memory Deep Learning Method, 5. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı, Trabzon, Türkiye, 1 Haziran - 04 Temmuz 2022, Ss.208-209.



Şekil 11. Çalışma alanı ve kullanılan veri setleri

Model tarafından yapılan tahminlerin gerçek deniz seviyesi gözlem değerlerine oldukça yakın olduğu görülmüştür. LSTM tahmin modelinin yüksek doğrulukta deniz seviyesi tahmini (1-5 cm KOH ile) yaptığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan 1 haftalık tahmin penceresi ile LSTM derin öğrenme modeli, geçmiş bir haftalık verileri inceleyerek gelecekteki 1 haftalık deniz seviyesi değişimlerini günlük olarak yüksek doğrulukta tahmin edebilmektedir. Bu çalışmada yapılan bütün analizler Python ortamında yazılan kodlar ile gerçekleştirilmiştir.

2. Sonuçlar

Deniz seviyesi değişimlerinin yerinde ve uydu teknikleri ile izlenmesi ve farklı algoritmalarla tahmin tahmin edilmesi, jeodezik düşey datumun belirlenmesi ve güncellenmesi, kıyı alanlarının korunması, kıyı yapılarının planlanması ve bakımı, iklim değişikliği etkilerinin gözlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Deniz seviyesi izlenmesi, kıyılarına yerleştirilen miralarla başlamış daha sonraki dönemlerde kıyılarda tesis edilen mareograf istasyonları ile devam etmiştir.

Mareograf istasyonlarından deniz seviyesi izleme tekniklerine paralel olarak uydu altimetre tekniği de uygulamalarda yerini almıştır. Son yıllarda GNSS-IR tekniği deniz yüzeyinden yansıyan GNSS sinyallerinden faydalanarak deniz seviyesi gözlemi sağlayan güncel bir teknoloji aracıdır. Deniz seviyesi izlenmesi için sürekli gelişen teknolojiden yararlanmanın yanı sıra, deniz seviyesi tahmini için de doğrusal yaklaşıma dayanan geleneksel yöntemler ve son dönemlerde makine öğrenimi algoritmaları kullanılmaktadır. Bu çalışmada, deniz seviyesi ölçüm izleme teknikleri ve tahmin yöntemleri hakkında genel bilgilendirmeler yapılmış. Ülkemizde özellikle jeodezik araştırmalar amaçlı yapılan deniz seviyesi izleme ve tahmin amaçlı uygulamalardan örnekler verilmiştir.

Kaynakça

ACCARINO, G., CHIARELLI, M., FIORE, S., FEDERICO, I., CAUSIO, S., COPPINI, G., & ALOISIO, G. (2021). A multi-model architecture based on Long Short-Term Memory neural networks for multi-step sea level forecasting. *Future Generation Computer Systems*, 124, 1-9.

ALPAR, B., & YÜCE, H. (1998). Sea-level variations and their interactions between the Black Sea and the Aegean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 46(5), 609-619.

AVSAR, N. B., JIN, S., KUTOGLU, H., & GURBUZ, G. (2016). Sea level change along the Black Sea coast from satellite altimetry, tide gauge and GPS observations. *Geodesy and Geodynamics*, 7(1), 50-55.

BALABANOV, I. P. (2007). Holocene sea-level changes of the Black Sea. In *The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate, and Human Settlement* (ss. 711-730): Springer.

BEŞEL C., TANIR KAYIKÇI E. (2020). Investigation of Black Sea mean sea level variability by singular spectrum analysis, *International Journal of Engineering and Geosciences* , 5 (1) , 33-41 . DOI: 10.26833/ijeg.580510.

BEŞEL C., TANIR KAYIKÇI E., LARSON K. M., SEZEN E., KESKİN İ. H. (2021). Türkiye Kıyılarında TUDES Ortak Yerleşkeli GNSS İstasyonlarında GNSS-IR Tekniği İle Deniz Seviyesi Değişiminin Belirlenmesi, 18. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, Türkiye, 26 - 29 Mayıs 2021.

BEŞEL C., TANIR KAYIKÇI E. (2021a). Türkiye denizlerinde GNSS reflektometre tekniği ile deniz seviyesi değişiminin araştırılması, *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, cilt.8, sa.1, ss.1-17, 2021.

BEŞEL C., TANIR KAYIKÇI E. (2021b). Retrieving Sea Level Heights around Turkish Coasts using GPS Interferometric Reflectometry, The first workshop of the Inter-Commission Committee on Geodesy for Climate Research (ICCC) of the International Association of Geodesy (IAG),“Geodesy for Climate Research”, 29 - 31 Mart 2021.

BEŞEL C., TANIR KAYIKÇI E. (2022a). Determination of Sea Level Variations in Turkish Mediterranean Coast Using GNSS Reflectometry, SURVEY REVIEW, cilt.54, sa.385, ss.310-319, 2022.

BEŞEL C. ve TANIR KAYIKÇI E. (2022b). Karadeniz Kıyısında TUDES Ortak Yerleşkeli GNSS İstasyonu Deniz Seviyesi Gözlemlerinden GNSS-IR Tekniği ile Gelgit Bileşenlerinin Belirlenmesi, Harita Dergisi, sa.168, ss.1-12.

BEŞEL C. ve TANIR KAYIKÇI E. (2022c). GNSS-IR Tekniği İle Karadeniz Kıyılarında Deniz Seviyesi İzleme ve Gelgit Genlik Tahmini, 5. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı, Trabzon, Türkiye, 1 - 02 Haziran 2022, ss.210-211.

BALOGUN, A.-L., & ADEBİSİ, N. (2021). Sea level prediction using ARIMA, SVR and LSTM neural network: assessing the impact of ensemble Ocean-Atmospheric processes on models' accuracy. Geomatics, Natural Hazards and Risk, 12(1), 653-674.

CAZENAVE A., DIENG H.-B., MEYSSIGNAC B., SCHUCKMANN K. von, DECHARME B. and BERTHIER E.. 2014. The rate of sea-level rise, Nature Climate Change volume 4, pages358–361 (2014).

CAZENAVE, A., BONNEFOND, P., MERCIER, F., DOMINH, K., & TOUMAZOU, V. (2002). Sea level variations in the Mediterranean Sea and Black Sea from satellite altimetry and tide gauges. Global and Planetary Change, 34(1-2), 59-86.

CHURCH, J. A., vd. (2004). Estimates of the regional distribution of sea level rise over the 1950–2000 period. Journal of climate 17(13): 2609-2625.

CHURCH, J. A., vd. (2013). Sea-level rise by 2100. Science 342(6165): 1445-1445.

DEMİRBAĞ, E., GÖKAŞAN, E., OKTAY, F. Y., ŞİMŞEK, M., & YÜCE, H. (1999). The last sea level changes in the Black Sea: evidence from the seismic data. Marine Geology, 157(3-4), 249-265.

GEREMIA-NIEVINSKI, F., HOBIGER, T., HAAS, R., LIU, W.,

STRANDBERG, J., TABIBI, S., ... Williams, S. (2020). SNR-based GNSS reflectometry for coastal sea-level altimetry: results from the first IAG inter-comparison campaign. *Journal of Geodesy*, 94(8), 1–15. doi:10.1007/s00190-020-01387-3

GÜRDAL, M. A. (2002). "Deniz Seviyesi Değişimlerine Neden Olan Etkiler." *Harita Dergisi* 27: 19-33.

ISHIDA, K., TSUJIMOTO, G., ERCAN, A., TU, T., KIYAMA, M., & AMAGASAKI, M. (2020). Hourly-scale coastal sea level modeling in a changing climate using long short-term memory neural network. *Science of The Total Environment*, 720, 137613. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137613

KOROTAEV, G. K., RATNER, Y. B., IVANCHIK, M. V., KHOLOD, A. L., & IVANCHIK, A. M. (2016). Operational system for diagnosis and forecast of hydrophysical characteristics of the Black Sea. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 52(5), 542-549.

LARSON, K. M., LÖFGREN, J. S., & HAAS, R. (2013). Coastal sea level measurements using a single geodetic GPS receiver. *Advances in Space Research*, 51(8), 1301-1310.

LERICOLAIS, G., BULOIS, C., GILLET, H., & GUICHARD, F. (2009). High frequency sea level fluctuations recorded in the Black Sea since the LGM. *Global and Planetary Change*, 66(1-2), 65-75.

NADZİR, Z. A. (2017). Coastal Sea State Bias: Correcting Coastal Sea Level by Studying the Relation between Wind, Waves, and the Radar Signals. Munich, Technische Universität München.

RIAZI, A. (2020). Accurate tide level estimation: A deep learning approach. *Ocean Engineering*, 198, 107013.

SIMAV M. (2007). Doğu Akdeniz'de uydu altimetre verileri ile deniz seviyesi değişimlerinin araştırılması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

STANEV, E. V., & PENEVA, E. L. (2001). Regional sea level response to global climatic change: Black Sea examples. *Global and Planetary Change*, 32(1), 33-47.

TANIR KAYIKÇI E., YAVUZDOĞAN A. (2018a). Meteorolojik Parametreler ve Deniz Seviyesi Değişimi Arasındaki İlişkinin Kapula Fonksiyonları ile Analizi- Analysis of the Relationship Between Meteorological Parameters and Sea Level with Copula Functions, VI.

Uluslararası GAP Mühendislik Kongresi, Şanlıurfa, Türkiye, 8 - 09 Kasım 2018, ss.335-340.

TANIR KAYIKÇI E., YAVUZDOĞAN A. (2018b). Ege Denizi Kıyılarındaki Uzun Dönemli Deniz Seviyesi Değişimlerinin Kapula Fonksiyonları ile Belirlenmesi, Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonu (TUJK) Bilimsel Toplantısı, İzmir, 1 - 02 Kasım 2018.

TSIMPLIS, M. N., JOSEY, S. A., RIXEN, M., & STANEV, E. V. (2004). On the forcing of sea level in the Black Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 109(C8).

WANG, X., ZHANG, Q. ve ZHANG, S. (2018). Water levels measured with SNR using wavelet decomposition and Lomb–Scargle periodogram. *GPS Solutions*, 22(1). doi:10.1007/s10291-017-0684-8.

WINONA, A. Y., & ADYTIA, D. (2020). Short Term Forecasting of Sea Level by Using LSTM with Limited Historical DataToplantıda Sunulan Bildiri.

YANG, C.-H., WU, C.-H., & HSIEH, C.-M. (2020). Long short-term memory recurrent neural network for tidal level forecasting. *IEEE Access*, 8, 159389-159401.

YAVUZDOĞAN, A., TANIR KAYIKÇI, E. (2020a). A copula approach for sea level anomaly prediction: a case study for the Black Sea. *Survey review*, 1-11. doi:10.1080/00396265.2020.1816314

YAVUZDOĞAN A., TANIR KAYIKÇI E. (2020b). Ege Denizi Bağlı Deniz Seviyesi Değişimlerinde Kapula Fonksiyonları İle Trend Analizleri, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, cilt.6, sa.1, ss.49-65, 2020.

YAVUZDOĞAN, A., TANIR KAYIKÇI, E . (2021a). Ege Denizi'nde makine öğrenimi yöntemleri ile anlık deniz seviyesi değişimlerinin tahmini. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, 8 (2), 84-103 . DOI: 10.9733/JGG.2021R0007.

YAVUZDOĞAN A., TANIR KAYIKÇI E. (2021b). Ege Denizi'nde Tekrarlayan Sinir Ağları (RNN) ile Kısa Dönemli Deniz Seviyesi Değişimlerinin Tahmini, 18.Harita Bilimsel Teknik Kurultayı, Ankara, Türkiye, 26 - 29 Mayıs 2021.

YAVUZDOĞAN A., TANIR KAYIKÇI E. 2022. Modeling of Sea Level Changes on The Black Sea Coasts With Long-Short-Term Memory Deep Learning Method, 5. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı, Trabzon, Türkiye, 1 Haziran - 04 Temmuz 2022, Ss.208-209.

ZALESNY, V. B., DIANSKY, N. A., FOMIN, V. V., MOSHONKIN, S. N., & DEMYSHEV, S. G. (2012). Numerical model of the circulation of the Black Sea and the Sea of Azov. *Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling*, 27(1), 95-112.

ZHENG, N., CHEN, P. ve LI, Z. (2021). Accuracy analysis of ground-based GNSS-R sea level monitoring based on multi GNSS and multi SNR. *Advances in Space Research*, 68(4), 1789–1801. doi:10.1016/j.asr.2021.04.024.

ŽUST, L., FETTICH, A., KRISTAN, M., & LIČER, M. (2021). HIDRA 1.0: deep-learning-based ensemble sea level forecasting in the northern Adriatic. *Geoscientific Model Development*, 14(4), 2057-2074.

İnternet Kaynakçası

URL-1: <https://tudes.harita.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 7 Ekim 2022.

URL-2: <https://www.harita.gov.tr/universitelerle-yurutulen-projeler>, Erişim Tarihi: 7 Ekim 2022.

MOTORLARDAN KAYNAKLANAN EGZOZ KİRLİLİĞİNİN DOĞA, BİTKİLER, HAYVANLAR VE İNSANLAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Zehra ŞAHİN*

Orhan DURGUN**

1. Giriş

Uzakları yakın eden ve insanoğlunun yaşamını kolaylaştıran motorlu taşıtların insan hayatındaki yerini ve önemini anlatmaya sayfalar yetmeyebilir. Modern yaşamda sağladığı kolaylıklar nedeniyle, günümüzde nüfus artışına paralel olarak, motorlu taşıt sayısı da sürekli artmaktadır. Ancak, motorlu taşıt sayısının hızla artması sonucu motorlardan dışarıya atılan zararlı egzoz emisyonları ile ilgili problemler de gittikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Motorlardan kaynaklanan bu kirleticilerin birçoğu zehirlidir ve söz konusu gazların doğaya, bitkilere, hayvanlara ve insan sağlığına olumsuz etkileri öteden beri bilinmektedir. Bunun sonucunda yakın yıllarda motorlardan kaynaklanan çevre kirliliği çok yüksek boyutlara ulaşmıştır ve bu durumun üstesinden gelebilmek için bilim insanları, otomotiv firmaları ve yöneticiler yoğun bir şekilde çalışmaktadırlar. Günümüzde mevcut yakıtlara ek olarak kullanılacak alternatif yakıt katkıları, ayrıca motorlarda saf olarak kullanılacak alternatif yakıtlar ile ilgili çalışmalar, motorlarda ve taşıtlarda gerçekleştirilen yapısal gelişmeler ve iyileştirmeler ve egzoz gazları ile ilgili standartlar bu çalışmalara örnekler olarak verilebilir.^{1,2,3}

* Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Trabzon, zshahin@ktu.edu.tr

** Avrasya Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Trabzon, odurgun@ktu.edu.tr

¹ B. Tesfa, R. Mishra R, F Gu, AD. Ball, “Water Injection Effects on the Performance and Emission Characteristics of a CI Engine Operating with Biodiesel”, *Renewable Energy*, Vol. 37(1), 2012, ss. 333-44.

² Zehra Şahin, Orhan N. Aksu. “Experimental Investigation of the Effects of Using Low Ratio n-Butanol/Diesel Fuel Blends on Engine Performance and Exhaust Emissions in a Turbocharged DI Diesel Engine”, *Renewable Energy*, Vol. 77, 2015, ss. 279-290.

³ Zehra Şahin, Orhan Durgun, Mustafa Tuti, “An Experimental Study on the Effects of Inlet Water Injection of Diesel Engine Heat Release Rate, Fuel Consumption, Opacity, and NO_x Emissions”, *Exergetic, Energetic and Environmental Dimensions*, 2018, ss. 981-996.

Motorların egzoz gazlarının içerisinde karbondioksit, su buharı, oksijen ve azottan başka; çoğu zehirli veya zararlı olan tam yanmış, yarı yanmış veya yanmamış maddeler de bulunur. Egzoz gazlarının içerisinde bulunabilecek başlıca zehirli veya zararlı maddeleri; karbon monoksit (CO), azot oksitler (NO_x'ler), parçalanmış hidrokarbonlar (HC) ve kükürt dioksitten (SO₂) oluşturur. Ayrıca, karterden ve borulardan çeşitli yollarla yakıt ve yağ buharları oluşarak egzoz gazlarına karışabilir veya doğrudan havaya atılabilir. Buharlaşmış bu bileşikler uçucu organik bileşikler (UOB) şeklinde göz önüne alınabilir.^{4,5} Bunların yanında dizel motorlarında eksik yanma veya kısmi eksik yanma sonunda yanmamış karbon parçacıkları is (siyah kurum) şeklinde egzozla dışarı atılır. Benzin motorlarında vuruntuya dayanımı artırmak için yakın zamanlara kadar benzine katılan kurşun tetra etil de kurşun kirliliğine neden olmaktadır. Ayrıca ilk bakışta zararlı gözükmeyen karbondioksit (CO₂) zamanla atmosferin üst tabakalarında birikerek sera etkisine neden olmakta ve zamanla global ısınmaya yol açmaktadır.⁴ Bunlara ek olarak çevreye atılan ve yaklaşık (800-1000) K sıcaklığında olan egzoz gazlarının dünyanın ortalama sıcaklığını yükselttiği de bilinmektedir. Yukarıda anlatılan kirliliğin yanında motorlu taşıtların gürültü kirliliği de insan sağlığını ve hayvan yaşamını olumsuz yönde etkileyen çok önemli bir kirlilik kaynağıdır.

Bu çalışmada ilk olarak motorlu taşıtlardan kaynaklanan başlıca egzoz kirleticileri ve bu kirleticilerin doğa, bitkiler, hayvanlar ve insanlar üzerindeki etkileri açıklanacaktır. Ardından da motorlardan kaynaklanan egzoz emisyonlarını kontrol etmek ve çevre kirliliğini azaltmak için günümüzde uygulanan yöntemler anlatılacaktır. Bilindiği gibi, günümüzde teknolojinin ve bilgisayarların gelişmesi ve modern taşıt motorlarında otomotiv mekatroniğinin uygulanması ile; bir taraftan egzoz emisyonları önemli düzeyde azaltılırken öte yandan motor performansı ve yakıt tüketiminde belirgin şekilde iyileştirmeler sağlanmaktadır. Sunulan çalışmada, söz konusu iyileştirmeler hakkında da bilgiler verilecektir.

⁴ Orhan Durgun, *İçten Yanmalı Motorlar, Temel İlkeler*, TMMOB Gemi Mühendisleri Odası, İkinci Basım, İstanbul, 2022, ss. 248-308.

⁵ Hideyuki Ogawa ve T Li, "Volatile Organic Compounds in Exhaust Gas from Diesel Engines under Various Operating Conditions", *Int. J. Engine Res.*, Vol. 12, 2010, s. 30.

2. Başlıca Kirleticiler

Literatürden bilindiği gibi; hava kirliliğinin bir bölümü volkanik olaylar, orman yangınları vb. gibi doğal kaynaklardan ve asıl önemli bölümü ise yapay olarak insanlar tarafından oluşturulan kirletici olaylarda kaynaklanmaktadır.^{4,6} Sunulan çalışmada insanlar tarafından oluşturulan ve hava kirliliğine neden olan kirleticilerden ve söz konusu kirleticilerin insan, çevre ve iklim üzerindeki etkilerinden ayrıntılı biçimde söz edilecektir.

İnsan kaynaklı kirleticiler; gaz kirleticiler ve parçacık kirleticiler şeklinde gruplandırılabilir. En önemli gaz kirleticiler; CO, HC'ler, SO₂ ve NO_x'lerdir. Bunların yanında, tam yanma ürünü olan CO₂ de dünyanın toplam iklimi üzerinde olası etkisi nedeni ile kirletici olarak göz önüne alınabilir. Başlıca gaz kirleticilerin karakteristik özellikleri ve hava kirliliğine etkileri Tablo 1'de verilmiştir.⁴

Parçacık (partikül) kirleticiler katı ve sıvı parçacıklar şeklinde olabilir. Katı parçacıkları; toz, is ve duman; sıvı parçacıkları ise sprey (püskürtülen sıvı parçacıkları) ve sis oluşturur.⁴ Söz konusu kirleticilerin boyutları değişken olabilir ve aralarındaki ayırım parçacıkların veya damlaların boyutlarına göre yapılmaktadır.

Tablo 1. Başlıca gaz kirleticiler.⁴

Adı ve Kimyasal Formülü	Önemli Özellikleri	Hava Kirleticisi Olarak Özelliği
Kükürtdioksit (SO ₂)	Renksiz gaz, keskin koku, sülfüroz asit oluşumu	Bitki örtüsüne ve insan sağlığına zararlı etki
Hidrojen sülfid (H ₂ S)	Çürük yumurta kokusu	Yüksek düzeyde zehirli
Azotoksit (NO)	Renksiz gaz	NO ₂ 'ye dönüşüm, zehirlenme (boğulma), yüksek sıcaklıkta yanma oluşumu
Karbonmonoksit (CO)	Renksiz ve kokusuz gaz	Zehirli, eksik yanma ürünü
Karbondioksit (CO ₂)	Renksiz ve kokusuz gaz	Toplam dünya iklimine olası etki, yanma ürünü
Azotdioksit (NO ₂)	Kahverengi-turuncu renkli gaz	Fotokimyasal smog oluşumu
Ozon (O ₃)	Çok reaktif gaz	Bitki ve malzemelerde tahribat, fotokimyasal smog oluşumu
Hidrokarbonlar (HC)	Çeşitli	Motorlu taşıtlardan ve sanayi kuruluşlarından yayılma

⁶ TC Milli Eğitim Bakanlığı, "Hava Kirliliği", 850CK0032, Ankara, 2011, s. 9.

Toz	: 1 mikron'dan büyük katı parçacıklar
İs ve duman	: 1 mikron'dan küçük katı parçacıklar
Sprey	: 10 mikron'dan büyük sıvı damlacıklar
Sis	: 10 mikron'dan küçük sıvı damlacıklar

Parçacık (partikül) boyutu genellikle aerodinamik çap olarak gösterilir. 2.5µm (mikrometre)'den daha büyük çaplılar kaba parçacıklar, 2.5 µm'den daha küçükler ince parçacıklar (PM2.5), 100 nm (nanometre) çaptan daha küçük olanlar ise çok ince parçacıklar olarak adlandırılır.⁷ Ayrıca, çapı 10 µm küçük parçacıklar da vardır ve bunlar PM₁₀ şeklinde gösterilirler.

Bunların yanında, hava kirleticileri arasında UOB de vardır. Bu bileşikler; yapısal olarak hidrojen, oksijen ve azot gibi diğer elementlerle birleşmiş karbon içeren moleküler maddeler veya metan olmayan hidrokarbonlar (NMHCs) şeklinde tanımlanmaktadır. UOB, alkanlar (etan, propan, vb.), sikloalkanlar (siklopropan, siklobütan vb.), alkinler (asetilen, propin, vb.), alkenler (etilen, propen, vb.), aromatikler (benzen, toluen vb.) ve bunların çok sayıdaki türevlerinden oluşur. Söz konusu bileşiklerin düşük kaynama sıcaklıkları vardır ve kaynama sıcaklıkları (50-250) °C aralığında değişmektedir.⁸ Örneğin, dizel motorlardan kaynaklanan formaldehit ve benzen gibi zararlı uçucu organik bileşiklerdir ve bu bileşiklerin oranları endişe verici düzeylere ulaşmaktadır. UOB, toplam HC emisyonları ile ilişkilidir. Literatürden, dizel motorlarında, düşük yük veya rölanti koşullarında UOB ve aldehit bileşiklerinin toplam HC'lerden daha önemli boyutlarda olduğu bilinmektedir.⁵ Ayrıca; UOB, çeşitli endüstriyel ve çevresel etkinlikler sonucunda da ortaya çıkmaktadır. UOB, toksik ve kanserojendir.⁸ Tablo 2'de, 2017 yılında Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Kanada'da çeşitli sektörlerden kaynaklanan UOB ve diğer önemli bazı kirleticilerin oranları gösterilmiştir.⁹

Ayrıca; kirleticiler, birincil ve ikincil kirleticiler şeklinde de gruplandırılabilir. Birincil kirleticiler doğrudan atmosfere atılan kirleticilerdir. İkincil kirleticiler ise; havaya atılan bazı maddelerin, atmosfer içinde bazı reaksiyonları sonunda oluşur. Örneğin termik santrallerden ve motorlu taşıtlardan atılan kükürtoksitler (SO_x) ve azotoksitlerin (NO_x'lerin)

⁷ Sevil Akbulut Zencirci ve Burhanettin Işıklı, "Hava Kirliliği", *Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Halk Sağlığı Dergisi*, 2(2), 2017, ss. 29-30.

⁸ Nevrin Altınkum, *Meteorolojik Parametrelerin Atmosferik Uçucu Organik Bileşikleri Üzerine Etkisinin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2013, s. 1.

⁹ Air Pollution Series, Actions on Air Quality in North America, United Nations Environment Programme, 2021, ss. 1-53.

birincil kirleticilerden olmasına karşın, kükürt oksitlerin ve azotoksitlerin havadaki su ile reaksiyonu sonucu oluşan sülfirik asit (H_2SO_4) ve nitrik asit (HNO_3) ise ikincil kirleticileri oluşturmaktadır. Bunların yanında, fotokimyasal sis (smog) de yine ikincil kirleticiler grubuna örnek olarak verilebilir.^{4,10}

3. Hava Kirliliğinin Kaynakları

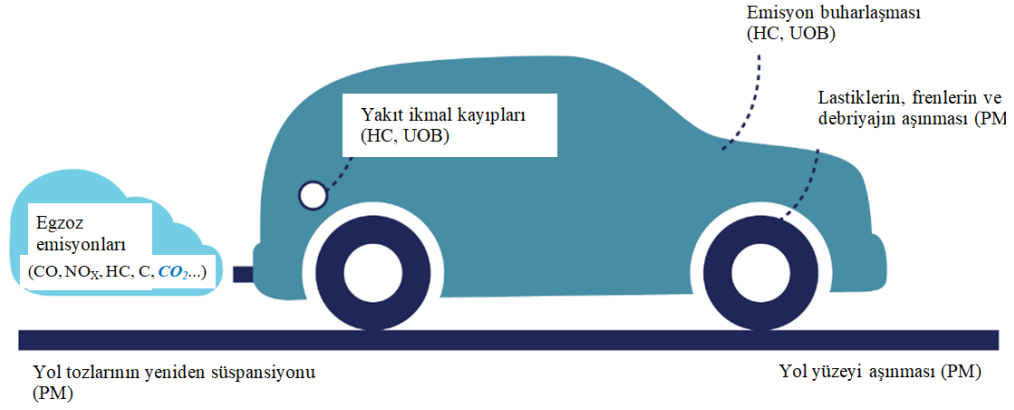
Yukarıdaki bölümde açıklandığı gibi, hava kirliliğinin bir bölümü doğal kaynaklardan ileri gelir. Örneğin; volkanik olaylardan çeşitli gazlar ve tozlar, orman yangınlarında çeşitli gazlar ve duman, rüzgar etkisi ile çöllerden ve çiçek polenlerinden çeşitli tozlar, ayrıca deniz yüzeyinden spreylere şeklinde su damlacıkları yayılır.⁴

İnsan etkinliklerinden kaynaklanan hava kirliliği en önemli kirlilik nedenidir. Söz konusu kirliliğin büyük bir bölümü termik makinalarda meydana gelen yanma işlemleri sonunda ortaya çıkmaktadır. Tablo 2’de 2017 yılında, ABD ve Kanada’da farklı sektörlerden kaynaklanan SO_2 , NO_x ve UOB yüzde oranları sunulmuştur. İlgili tablodan görülebileceği gibi, ABD’de SO_2 kirliliğinin % 50’si elektrik üretiminden ve % 38’i ise sanayi kuruluşlarından kaynaklanmaktadır.⁹ Ayrıca, Tablo 2’den anlaşılacağı gibi, Kanada’da da SO_2 kirliliği açısından benzeri durum söz konusudur. 2021 Türkiye’nin Bilgilendirici Envanter Raporuna göre, 2019 yılında Türkiye’deki SO_2 kirliliğinin % 75’i elektrik ve ısı üretiminden ve % 8 ise konutlardaki ısıtmadan kaynaklanmaktadır.¹¹ Bu rapora göre, taşımacılık sektöründen önemli düzeyde SO_2 kirliliği oluşmamaktadır.

Benzin, dizel yakıtı, ağır yağlar, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlar; çeşitli içten yanmalı motorların, buhar ve gaz türbinlerinin ısı kaynağını oluşturmak amacı ile yakılırlar. Motorlu taşıtların yanında; uçaklar, bazı gemiler ve trenler de hareketli hava kirleticilerdir. Ayrıca günümüzde dünyanın her tarafında yaygın biçimde kullanılan aşırı sayıdaki motorlu karayolu taşıtları, ulaşımdan doğan kirliliğin en önemli bölümünü oluşturmaktadır. Şekil 1’de bir otomobilden yayılan ve meydana gelen kirleticiler şematik biçimde gösterilmiştir. Ayrıca, Tablo 2’den de görülebileceği gibi, örneğin ABD’de ve Kanada’da karayolu ve diğer taşımacılık sektörlerinden ileri gelen NO_x kirliliği % 60 ve % 52 düzeyindedir.

¹⁰ Bülent Ulusoy, *Alternatif Yakıtların Benzinli Motor Emisyonları Üzerine Etkisinin İncelenmesi*, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale, 2007, ss.1-85.

¹¹ Türkiye’nin Bilgilendirici Envanter Raporu (IIR) 2021, TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Hava Yönetimi Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2021, ss. 1-320.



Şekil 1. Bir otomobilden kaynaklanan başlıca kirleticiler.¹² Burada; UOB, uçucu organik bileşikler göstermektedir. CO₂ egzoz emisyonu değildir, tam yanma ürünüdür. Bu nedenle, CO₂ bu şekilde egzoz gazları içerisinde mavi renkte ve italik şekilde gösterilmiştir. Ancak CO₂ sera etkisi oluşturduğundan zararlı kirleticiler arasında gösterilmiştir.

Tablo 2. 2017 yılında ABD ve Kanada'da çeşitli sektörlerde oluşan kirleticilerin oranları.⁹ (Bu tablodaki kısaltmalar: **EÜ**: Elektrik üretimi, **KDT**: Karayolu dışı taşımacılık, **KT**: Karayolu taşımacılığı, **EDY**: Endüstri dışı yanma, **DİE**: Diğer insan etkinlikleri, **SK**: Solvent kullanımı)

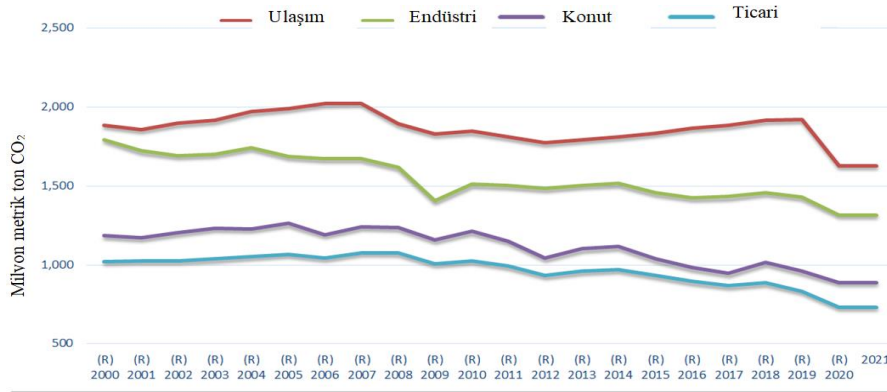
Amerika Kanada	EÜ (%)	Endüstri (%)	KDT (%)	KT (%)	EDY (%)	DİE (%)	SK (%)	Toplam
SO ₂	50	38	3	1	4	4	0	2.5 milyon ton/yıl
NO _x	11	22	25	35	5	3	0	9.7 milyon ton/yıl
UOB	0	27	12	13	3	23	22	12.5 milyon ton/yıl
SO ₂	26	71	2	0	1	0	0	1 milyon ton/yıl
NO _x	8	35	30	22	5	0	0	1.8 milyon ton/yıl
UOB	0	43	9	8	13	9	18	1.8 milyon ton/yıl

Önceden belirtildiği gibi, motorlu taşıtlardan yayılan egzoz gazları; CO, NO_x, HC, C (is), farklı partikül maddeler (PM), ... gibi önemli hava kirleticilerini içerir. Bu kirleticilerin miktarları; kullanılan yakıtın kimyasal yapısı, motorun tasarımı ve teknolojik düzeyi, motorun çalışma koşulları (hızı, yükü), ortam koşulları, motorun genel mekanik durumu (ayarları ve bakımı) gibi birçok etkene bağlıdır.⁴

Ayrıca, motorlu taşıtlardan kaynaklanan ve tam yanma ürünü olan CO₂ küresel ısınmaya ve iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Yapılan araştırma sonunda, Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde ulaşım kaynaklı sera

¹² <https://www.eea.europa.eu/media/infographics/different-types-of-emissions-from-vehicles/view>

gazları; AB'nin toplam sera gazlarının % 22'sini, karayolu taşımacılığı ise ulaşım sektöründeki sera gazlarının % 95'ini oluşturmaktadır. Otomobil ve hafif ticari taşıt kaynaklı sera gazları AB'nin toplam karayolu taşımacılığının % 73'ü düzeyindedir.¹³ Bu bilgilerden karayolu taşımacılığının sera gazı etkisinin ve küresel ısınmanın ana kaynağını oluşturduğu anlaşılmaktadır. Şekil 2'de yıllar boyunca ABD'de CO₂'nin değişimi de verilmiştir. Bu şekilden görülebileceği gibi, ABD'nin tüm ekonomik sektörlerinde, son yirmi yılda CO₂ değerlerinde hafif bir düşüş eğilimi yaşamıştır. Ancak ulaşım, COVID-19 pandemisi nedeniyle 2020'de keskin bir düşüş yaşanana kadar sektörler arasında en az düşüşü göstermiştir.¹⁴ Şekil 3'de dünya sıcaklığında olağan dışı değişim sunulmuştur.¹⁵ İlgili şekilden anlaşılabilir gibi son yıllarda dünya sıcaklığında olağan dışı artışlar yaşanmaktadır. Bu durum iklim değişiminin en önemli nedenleri arasında sayılabilir. Sıcaklık artışlarının buzulların erimesindeki en önemli etkenlerden olduğu bilinmektedir.



Şekil 2. ABD'de farklı sektörlerden kaynaklanan CO₂ kirliliğinin yıllar boyunca değişimi. Bu şekilde tarihlerin üzerindeki R (reel) harfleri gerçek değerler anlamına gelmektedir.¹⁴

Motorlu taşıtlardan yayılan egzoz kirleticilerin miktarlarını azaltmak amacı ile son yıllarda çok sayıda farklı çalışmalar yapılmıştır ve ilgili çalışmalar yoğun bir şekilde devam etmektedir. Bu çalışmalar arasında; değişik motor ve taşıt donanımlarının geliştirilmesi gibi tasarım çalışmalarının yanında, farklı alternatif yakıtların ve yakıt katkılarının ve alternatif çözüm yöntemlerinin geliştirilmesi sayılabilir. Güncel tasarım

¹³ Türkiye Otomotiv Ana Sanayi Sürdürülebilirlik Raporu, Otomotiv Sanayi Derneği, 2020, s.58.

¹⁴ <https://www.bts.gov/content/us-carbon-dioxide-emissions-energy-use-sector>

¹⁵ https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v4/

gelişmelerine örnekler olarak; benzin motorlarında bilgisayar kontrollü yakıt püskürtme ve ateşleme donanımlarının kullanılması, dizel motorlarında (1500–2000) Atm basınçlı common-rail (ortak hat) yakıt püskürtme donanımlarının kullanılması, türboşarj donanımlarının kullanılması, çift emme-egzoz supabının veya 3 emme-2 egzoz supabının kullanılması, çeşitli katalitik yakıcıların ve filtrelerin kullanılması verilebilir. Söz konusu çözümler genellikle taşıtın maliyetini arttırmakla birlikte; hem motorun taşıtın performansının artmasını, hem de yakıt tüketiminin ve egzoz kirliliğinin azaltılmasını sağlamaktadır. Bunun yanında; yüksek sıkıştırma oranlarına uygun kurşunsuz benzin üretilmekte, benzine ve dizel yakıtına vuruntuya dayanımı ve performansı artırıcı-yanmayı iyileştirici çeşitli katkı maddeleri katılmakta, ayrıca alternatif yakıtlar geliştirilmeye çalışılmaktadır. Özellikle taşıtlardan kaynaklanan çevre kirliliğinin gittikçe artması ve tehlikeli boyutlara ulaşması karşısında çoğu gelişmiş ülkeler egzoz emisyonları ile ilgili standartlar geliştirmiş ve egzoz emisyonları ile ilgili gittikçe düşürülen alt sınırları içeren sıkı kurallar getirmişlerdir.⁴

Başlıca literatürden çok iyi bilindiği gibi; yenilenebilir yakıtlar arasında başı çeken biyo-etanol benzinle karıştırılabildiği gibi doğrudan yakıt olarak da kullanılabilir. ^{4,16,17,18,19} Yasal mevzuata göre bir çok ülkede % 2, % 5.7, % 7.7, % 10 ve % 15 oranlarında benzine, oktan sayısını arttırmak, hava kirliliğini azaltmak ve emisyon kalitesini arttırmak amacıyla karıştırılmaktadır. Benzine yapılan %10 etanol katkısı; CO emisyonlarını % (25-30), CO₂ ürününü % (6-10), UOB % (7-30), SO_x emisyonlarını % 30'a kadar ve ayrıca egzoz gazlarının içerisindeki benzen ve yanmamış HC miktarını da oldukça azaltmaktadır.^{4,16} Buradan biyoyakıtlardan etanolün çevre üzerindeki olumlu etkisi açıkça görülmektedir. Ayrıca n-bütanolün de benzin motorlarında benzine belirli oranlarda karıştırılmasının, motor performansı ve çevre kirliliği açısından ümit verici sonuçları verdiği de

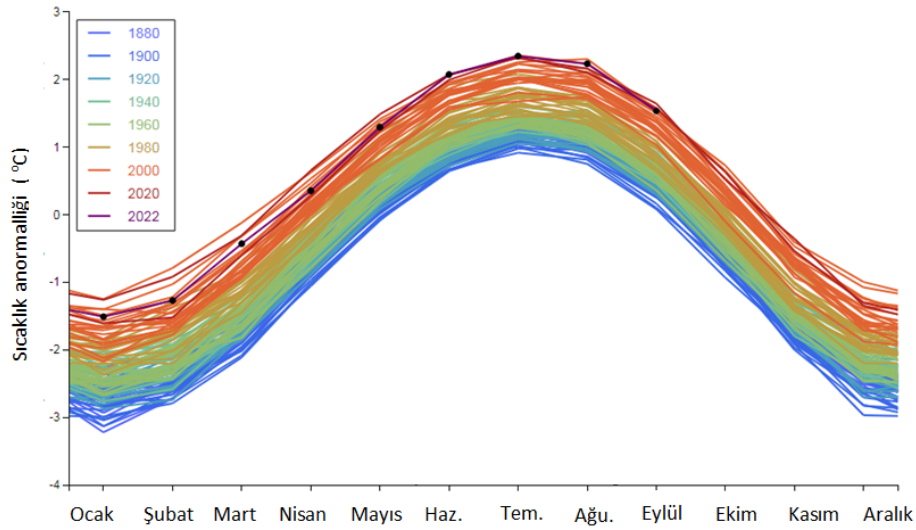
¹⁶ Derya Dağdelen, *Küresel Biyoyakıt Politikalarının AB ve Türkiye Açısından Değerlendirilmesi*, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müd., AM Uzmanlık Tezi, Ankara, 2015.

¹⁷ Andres Z. Mendiburu, Carlos H. Lauermann, Thamy C. Hayashi, Diego J. Marinos, Roberto Berlini Rodrigues da Costa, Christian J.R. Coronado, Justo J. Roberts, Joao A. de Carvalho Jr., "Ethanol as a renewable biofuel: Combustion characteristics and application in engines", *Energy*, Sayı 257, (124688), 2022, ss.1-27.

¹⁸ Orhan, Durgun, *Yakıtlar ve Yanma Ders Notları*, KTÜ Müh. Fak. Makine Müh. Böl. Trabzon, 2005, (Basılmamış).

¹⁹ Ali Sürmen, İhsan Karamangil ve Rıdvan Arslan, *Motor Termodinamiği*, Aktüel Yayınları, 2. Basım, İstanbul, 2004.

bilinmektedir.^{20,21} Biyodizel, ülkemizin öz kaynaklarından üretilebilecek yenilenebilir ve çevreci bir alternatif yakıttır. Türkiye’de yetiştirilebilen çok farklı yağlı bitkiden elde edilebilmektedir ve dizel motorlarında çok fazla değişikliğe gerek kalmadan kullanılabilir. Ayrıca dizel yakıtına göre daha çevreci bir yakıttır. Biyodizel suya karıştığında, 28 günde % 95 oranında bozunabilmektedir, bu oran saf dizel yakıtı için % 40’dır. Ayrıca çok iyi bilindiği gibi; biyoyakıtların içerisindeki karbon, bitkiler fotosentez olayında havanın karbondioksitini kullanarak büyüdüğü için, biyoyakıtların yakılması, dünya atmosferinde bir CO₂ artışına neden olmaz. Yani biyoyakıtların sera etkisi yoktur.^{1,4,18,19}



Şekil 3. Dünya sıcaklığında beklenmedik (olağan dışı) değişim. 1980-2015 arasındaki mevsimsel döngü değerlerinden yararlanarak, MERRA2 (Küresel Modelleme ve Asimilasyon Ofisi- NASA) tarafından ortalama % 95 güvenilirlikle analiz edilerek üretilmiştir.¹⁵

Öte yandan, çeşitli taşıtlar gibi hareketli hava kirliliği kaynakları yanında, stasyonere (durağan) kirlenici kaynakları da çok önemlidir. Yukarıdaki bölümlerde de açıklandığı üzere, ilgili kirleniciler arasında t

²⁰ X. Zhen, Y. Wang, D. Liu, “Bio-Butanol as a New Generation of Clean Alternative Fuel for SI (Spark Ignition) and CI (Compression Ignition) Engines”, *Renewable Energy*, Sayı 147, 2020, ss. 2494-2521.

²¹ Zehra Şahin, Orhan N. Aksu ve Coşkun Bayram, “The Effects of n-Butanol/Gasoline Blends and 2.5% n-Butanol/Gasoline Blend with 9% Water Injection into the Intake Air on the SIE Engine Performance and Exhaust Emissions”, *Fuel* Sayı 303, 2021, 121210.

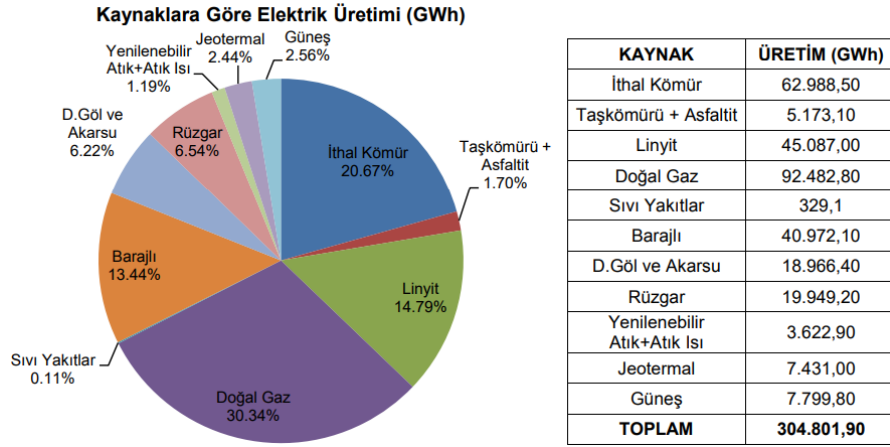
oplam kirlenme açısından termik elektrik santrallerinin belirgin yeri vardır. Bu tip santrallerde ısı enerjisi genellikle doğal gaz, kömür, ağır sıvı yakıtlar (fuel oil) gibi yakıtların yakılması ile elde edilir ve kükürt oksitler, azot oksitler, karbon oksitler ve parçacıklar gibi kirleticilerin yoğun biçimde çevreye yayılmasına neden olurlar. Bu kirleticilerin çoğu ancak büyük maliyet artışları doğurarak kontrol edilebilir.⁴

Ülkemizde 2018 yılındaki elektrik üretiminin yaklaşık % 68'i fosil yakıtlardan ve % 37'sinden fazlası kömürden elde edilmektedir. Avrupa ülkelerindeki (Türkiye dahil) kömürlü termik santrallerin yaklaşık % 38'inde linyit yakılmaktadır. Kasım 2018 verilerine göre, Türkiye'de 27 kömürlü termik santralin 16'sında linyit kullanılmakta (yaklaşık termik santrallerin % 60'ı), kömüre dayalı kurulu gücün ise % 52'sinde linyit yakılmaktadır. Şekil 4'te gösteriliği gibi, TEİAŞ'ın 2018 yılı Faaliyet Raporundan alınan verilere göre, 2018 yılında Türkiye'de elektrik enerjisi üretiminin % 37.16'sını kömür ve kömür türevleri (taş kömürü, asfaltit, linyit) oluşturmaktadır. Kömür kaynaklı elektrik üretimi; güneş enerjisinin yaklaşık 15 katı ve rüzgar enerjisinin yaklaşık 6 katıdır.²² Sağlık ve Çevre Birliği HEAL, 'Türkiye'de Kronik Kömür Kirliliği: Kömürün Sağlık Yükü ve Kömür Bağımlılığını Sonlandırmak' başlıklı raporunda, 2019 yılında Türkiye'deki kömür yakıtlı termik santrallerden kaynaklı cıva emisyonunun çocuklarda toplam 8 bin 850 IQ puanı kaybına neden olduğunu belirtmektedir. Öte yandan, termik santrallerdeki standart filtrelerle cıva % 100 olarak tamamen tutulamamaktadır. Havadaki cıva, çökme veya yağış yoluyla suya geçmekte ve besin zincirindeki toksik yolculuğu başlamaktadır. Böylece, kömür yakılmayan bölgelerde dahi gıda yoluyla insanların ve hayvanların bünyesine girebilmektedir.²³ TÜİK tarafından yürütülen termik santral su, atık su ve atık istatistikleri 2018 yılı anket çalışması sonuçlarına göre, 2018 yılında yakıt olarak kömür kullanan 23 termik santralden toplam 23.315.821 ton cüruf ve uçucu kül oluşmuştur.²⁴ Bu açıklamalardan Türkiye'deki elektrik üretiminin genellikle fosil kökenli yakıtlardan sağlandığı anlaşılmaktadır. Bunun sonucunda da hava kirliliğinin en büyük kaynakları arasında termik elektrik santrallerinin geldiği söylenebilir.

²² Hava Kirliliği Raporu, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 2019.

²³ Kara Rapor 2021, Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri, Temiz Hava Hakkı Platformu, 2021.

²⁴ 6. Çevre Durum Raporu, ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Ankara, 2021.



Şekil 4. TEİAŞ Verilerine Göre, 2018 yılında üretilen elektrik enerjisinin kaynaklara göre dağılımı.²²

Hava kirliliğinin diğer önemli bir kaynağı ise sanayi işlemleridir. Örneğin; demir ve çelik fırınları, ham maddelerin kırıldığı, öğütüldüğü, karıştırıldığı ve ısıtıldığı çimento fabrikaları önemli düzeyde parçacık kirleticiler yayarlar. TÜİK tarafından yürütülen imalat sanayi su, atık su ve atık istatistikleri 2018 yılı anket çalışması sonuçlarına göre; demir ve çelik sektöründen kaynaklanan toplam 11.2 milyon ton atığın 8.2 milyon tonunun yanmadan kaynaklanan atıklar olduğu belirtilmiştir. Söz konusu yanma atığının % 91.6'sı ise geri kazanılmıştır.²⁴ Bunların yanında, elektro kaplama tesislerinden de çözücü buharları ve yakıt rafinerilerinden hidrokarbonlar çevreye yayılır.⁴

Katı atıklar genellikle kirliliğin bir ölçüde kontrol edilebildiği kapalı fırınlarda yakılır. Fakat yine de birçok yerlerde çöpler açık yerlerde yakılmaktadır. Bu tür yetersiz yanma durumlarında, artıkların miktarının azaltılmış olmasına karşın; birçok gaz kirleticiler ve önemli miktarda kül kontrolsüz biçimde çevreye yayılır.⁴

Ömrünü tamamlamış taşıtlar ve taşıtlardan kaynaklanan atıklar, ömrünü tamamlamış lastikler direkt doğaya bırakıldığında çevre ve insan sağlığı açısından zararlı olabilirler. Örneğin, ömrünü tamamlamış lastik yığınları, günlerce söndürülmesi mümkün olmayan yangınların çıkış nedeni olabilir. Bu yangınlarla atmosfere siyah bir duman halinde tonlarca is ve dioksin-furan gibi zehirli gazlar yayılabilir. Atmosfere yayılan bu kirleticiler insan sağlığını doğrudan tehdit etmenin yanı sıra yakın çevrelerindeki toprağın ve suların kirlenmesine de neden olabilir. Türkiye'de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından ömrünü tamamlamış taşıt ve taşıt artıkları

için lisanslı teslim noktaları oluşturulmuştur. Ülkemizde 2020 verilerine göre, ilgili atıkların teslim edilmesi için izin almış 513 adet teslim noktası ve 2020 yılı Ekim ayı itibarıyla 117 adet geçici depolama tesisi bulunmaktadır.²⁴

4. Hava Kirleticilerinin İnsan Sağlığına Etkileri

Hava kirleticisi maddelerin çoğu solunumla ciğerlerden insan vücuduna girer. Bir bölümü ise sulara karışarak, bitkilerin üzerinde birikerek bitkilere, oradan da bitkilerle beslenen canlılara (hayvanlara) ve benzer şekilde beslenme yolu ile de insan vücuduna girerler. Bu kirleticilerin insan sağlığı ve çevre üzerinde birçok değişik zararlı etkileri vardır. Yukarıdaki bölümlerde sunulduğu gibi, hava kirliliğinin en önemli bölümlerinden birisini ulaşım kaynaklı kirlilik oluşturduğu için aşağıdaki bölümde özellikle motorların egzoz gazlarının içerisinde bulunan kirleticilerin kısaca oluşum mekanizmaları, özellikleri ve insan sağlığına etkileri üzerinde durulacaktır.

Karayolu taşımacılığında yaygın olarak içten yanmalı motorlar kullanılmaktadır. Benzin motorları çoğunlukla özel otomobillerde kullanılmasına rağmen dizel motorları özel otomobillerden, ticari taşıtlara ve kamyonlara kadar daha geniş yelpazede kullanılmaktadırlar. TÜİK verilerine göre, 2021 Ocak ayında 117 bin 313 adet taşıtın trafiğe kayıt yaptırdığı görülmüştür. Trafiğe kaydı yapılan taşıtların % 63.5'ini otomobil, %19.1'ni kamyonet, % 8.9'unu motosiklet, % 4.4'ünü traktör, % 2.7'sini kamyon % 0.5'ini minibüs, % 0.5'ini özel amaçlı ve % 0.4'ünü ise otobüs oluşturmuştur. Trafiğe kaydı yapılan taşıt sayısının 2020 yılının ocak ayına göre % 24.1 arttığı belirtilmiştir. Böylece, 2021 Ocak ayı sonu itibari ile Türkiye'de trafiğe kayıtlı toplam taşıt sayısı 24 milyon 256 bin 741 olmuştur. Yine TÜİK verilerine göre, 2021 yılı Ocak ayında trafiğe kaydı yapılan otomobillerin % 53.0'ı benzin yakıtlı, % 35.9'u dizel yakıtlı, % 5.7'si LPG yakıtlı ve % 5.4'ü elektrikli veya hibrittir.²⁵ Buradan, Tablo 3'ten de görülebileceği gibi, karayolu ulaşımında ağırlıklı olarak içten yanmalı motorlardan yararlandırıldığı ve söz konusu motorların çoğunda ise fosil kökenli yakıtların kullanıldığı söylenebilir.

²⁵ <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Road-Motor-Vehicles-January-2021-37411>.

Tablo 3. 2021 Ocak ayı itibari ile trafiğe kaydı yapılan otomobillerin yakıt türüne göre dağılımı.²⁵

	Ocak			
	2020		2021	
	Sayı	Pay (%)	Sayı	Pay (%)
Toplam	66001	100.0	74505	100.0
Benzin	28988	43.9	39474	53
Dizel	30232	45.8	26732	35.9
LPG	5364	8.1	4244	5.7
Elektrikli-Hibrit	1417	2.2	4055	5.4

4.1. Karbon Monoksitin (CO'nun) Oluşumu ve Sağlığa Etkileri

CO; özellikle benzin motorlarında $\alpha < 1$ hava fazlalık katsayısı altında yüksek sıcaklıklarda yanma sonunda egzoz gazlarının içerisinde, hacimsel olarak, ortalama % (0.02–0.10) oranında bulunabilir. Motorun boşa ve maksimum güçte çalışma durumlarında CO oranı en yüksek değerine ulaşır. Bunun yanında; yanlış yakıt ve ateşleme donanımı ayarı (özellikle eski tip motorlarda karbüratör ve ateşleme avansı ayarı), düşük oktan sayılı yakıtların kullanılması, örneğin sekmanlar, piston ve silindir duvarları gibi bazı motor elemanlarının yıpranmış olması durumlarında CO oluşumu artar. Buradan, taşıtların yıllık bakımlarının yaptırılmasının özellikle zamanında yapılmasının önemi anlaşılmaktadır.⁴

Dizel motorlarında hava fazlalık katsayısının genel olarak çok daha yüksek (1.25'ten daha büyük) olması ve benzin motorlarına göre daha düşük yanma sonu sıcaklıkları nedenleri ile, benzin motorlarına göre daha az, benzin motorlarının yaklaşık (1/2-1/3)'ü oranında CO oluşur.⁴

CO, renksiz ve kokusuz olduğu için kolay fark edilemeyen bir gazdır. Ayrıca, 28 kg/kmol'luk kilomol kütlesi havanın kilomol kütlesine çok yakın olduğundan, havanın içerisinde kolay yayılmaz ve iyi havalanmayan çukur yerlerde fark edilmeden birikebilir. Böylece farkına varılmadan ve belirgin bir rahatsızlık doğurmadan solunabilir. Uzun süre solunduğunda bu CO kandaki hemoglobinin doymasına yol açarak kanın oksijen taşıma yeteneğinin azalmasına ve temizlenmesine engel olur. Böylece havanın içerisindeki CO oranı belirli bir değerin üstüne çıktığında zehirlenmeler (boğulmalar) görülebilir.⁴ Havanın içerisindeki bulunabilecek CO oranı ile ilgili bazı standartlar verilmektedir.⁴ Örneğin Tablo 4'te; CO ve diğer egzoz gazları ile ilgili AB ülkeleri ve Türkiye'deki sınır değerler sunulmuştur.²⁶

²⁶ Hava Kirliliği Raporu 2017, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 2017, ss. 1-72.

Tablo 4. Hava kirleticileri için AB sınır değerleri ile Türkiye değerlerinin karşılaştırması.²⁶

	Sınır değer				Yıllık aşılan toplam gün sayısı	
	AB ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Türkiye (2017) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Türkiye (2018) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Türkiye (2018) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AB	Türkiye
SO ₂ (24 saatlik ort.)	125	175	150	125	3 kez/yıl	3 kez/yıl
PM ₁₀ (24 saatlik ort.)	50	70	60	50	35 kez/yıl	35 kez/yıl
PM _{2.5} (24 saatlik ort.)	25 (yıllık ort.)	-	-	-	-	-
CO (8 saatlik ort.)	10.000	10.000	10.000	10.000	-	-
NO ₂ (saatlik ort.)	200	270	260	250	18	35 kez/yıl

4.2. Azot Oksitlerin (NO_x'lerin) Oluşumu ve Sağlığa Etkileri

Motorların egzoz gazlarının, hacimsel olarak, % (0.001-0.200)'ünü NO_x'ler oluşturur. Benzin motorlarında yüksek sıkıştırma oranlarında ve yanma sıcaklıklarının artması durumunda NO_x'lerin oranı da artar. Ancak dizel motorlarında; yanma sıcaklıklarının benzin motoruna göre daha düşük olmasına karşın oksijen miktarının çok daha yüksek olması ve bölgesel ve anlık yüksek sıcaklıklar nedeni ile bazı zincirleme yanma mekanizmaları sonucunda daha yüksek oranda NO_x'ler oluşur. Bunun sonucunda, dizel motorlarında en önemli ve zararlı egzoz emisyonu NO_x'lerdir. Modern taşıt dizel motorlarında NO_x emisyonlarını azaltmak amacı ile; egzoz gazları geri dolaşımı (resirkülasyonu), egzoz amonyak gönderilmesi (selektif katalitik yakma) gibi yöntemler uygulanmaktadır.⁴

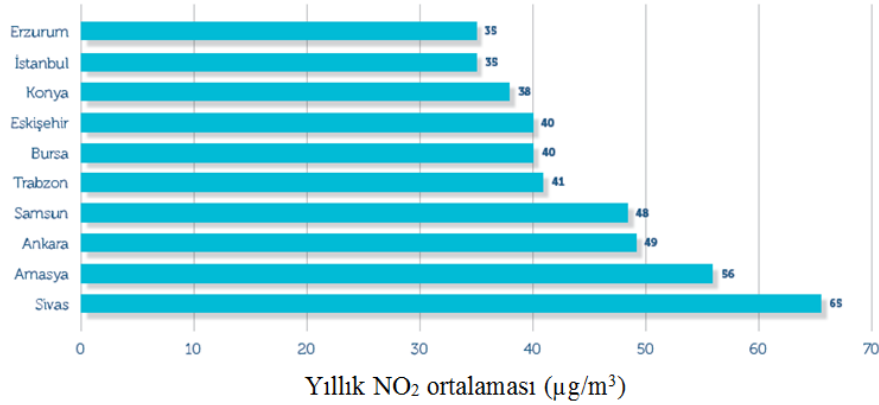
NO_x'ler; azot monoksit (NO), azot dioksit (NO₂), diazot oksit (N₂O), diazot trioksit (N₂O₃), diazot tetraoksit (N₂O₄) ve diazotpentaoksit (N₂O₅) olmak üzere 6 farklı gazın karışımından oluşmaktadır. Bunlardan NO ve NO₂ önemli hava kirleticilerden kabul edilirler ve atmosferde kalış süreleri yaklaşık 2-5 gündür.²⁷ Örneğin; 2020 yılında Ankara, Bursa ve İstanbul gibi büyük şehirlerin yanı sıra; Sivas, Amasya, Samsun ve Trabzon'da çoğunlukla ulaşım için kullanılan taşıtlarda yakılan dizel yakıtı ve benzin vb. gibi fosil yakıtlardan kaynaklanan NO₂ ortalamaları Şekil 5'te görüldüğü gibi çok yüksek çıkmıştır.²³

²⁷ Sıddık S. Cindoruk, "Havadaki NO ve NO₂ Parametrelerinin Marmara Temiz Hava Merkezi Ölçümleri Kapsamında İncelenmesi", *Ömer Halis Demir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt 7, Sayı 2, (2018), ss. 600-611.

NO_x'lerde, CO'ya benzer şekilde kandaki hemoglobinin doymasına neden olur, ayrıca su ile reaksiyona girerek nitrik asit (H₂NO₃) oluşturarak gözlerin tahriş olmasına ve ciğer ödemi gibi rahatsızlıklara yol açar. Bunların yanında, nitrik asit ayrıca motor elemanlarında korozyona ve asit yağmurlarına da neden olur.⁴ NO_x'ler suda erimediğinden üst solunum yollarında elimine edilmeden akciğerlerin en uç noktalarına kadar ulaşabilirler ve burada olumsuz etkiler oluştururlar.⁷ NO_x'lerin O₃ ile etkileşimi sonucu güçlü bir oksidan olan NO₂ meydana gelir. NO₂'e kısa süre maruz kalmak hava yolu duyarlılığına ve akciğer hasarına neden olurken uzun süre maruz kalmak bağışıklık sistemini baskılar ve solunum yolu enfeksiyonlarına yol açar.

4.3. Yanmamış Hidrokarbonların (HC'lerin) Oluşumu ve Sağlığa Etkileri

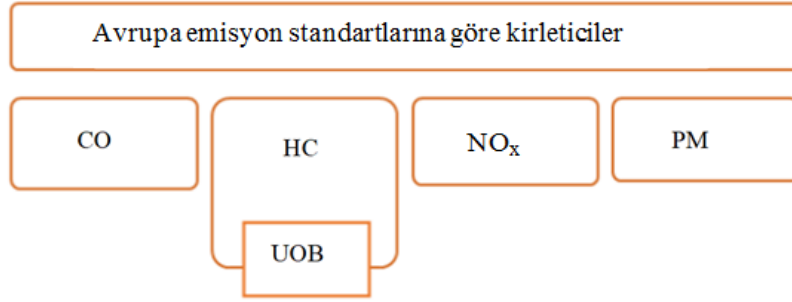
Özellikle dizel motorlarında; yakıt-hava karışımının homojen oluşmaması, yüksek sıcaklıklar ve püskürtülen yakıtın soğuk yanma odası duvarlarına çarpması gibi nedenlerle büyük moleküllü bileşiklerin parçalanması ile değişik parçalanmış hidrokarbonlar oluşur veya bileşikler olduğu gibi dışarı atılır. Yarı yanmış veya hiç yanmamış bu hidrokarbonların çoğu, örneğin aldehitler, kanserojendir ve hem insan sağlığı, hem de çevre için zararlıdır.⁴



Şekil 5. 2020 yılı NO₂'nin yıllık ortalamasının en yüksek olduğu on (10) il.²³

Şekil 1'de gösterildiği gibi, motorlu taşıtlardan çevreye uçucu organik bileşikler (UOB) de yayılmaktadır. Çoğu çalışmada; UOB, yanmamış hidrokarbonların içerisinde gösterilmektedir. Ancak; son yıllarda, UOB ayrı olarak ölçülmeye ve değerlendirilmeye başlanmıştır. Avrupa emisyon

standartlarına göre hava kirleticileri Şekil 6’da gösterilmiştir.²⁸ İlgili şekilden de görülebileceği gibi; UOB, HC’lerin içerisinde değerlendirilmektedir. UOB fiziksel özelliklerinden dolayı lipit zarlardan kolayca geçebilir ve hızlı bir şekilde vücut içindeki organlara dağılırlar. Bu yüzden, UOB’ye maruz kalma, akut ve kronik sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Hem UOB hem de parçalanma ürünleri, solunum yolu hastalıklarının epidemiyolojisinde ve kanserde önemli bir yer tutmaktadır.²⁹ Buna ek olarak, UOB küresel ısınma, stratosferik ozon tüketimi, fotokimyasal ozon oluşumu ve koku rahatsızlığı gibi önemli çevre sorunlarına da yol açmaktadır.^{29,30}



Şekil 6. Avrupa emisyon standartlarına göre kirleticiler.²⁸

4.4. Farklı Tür Parçacıkların (Partikül Maddelerin, PM) Oluşumu ve Sağlığa Etkileri

Dizel motorlarının egzozunda farklı tür parçacık maddeler (parçacıklar) bulunabilir. Ancak Şekil 7’den görülebileceği gibi ilgili parçacık maddeler içerisinde yanmamış karbon parçacıklarının (isin) oranı daha yüksektir.³¹ Bilindiği gibi, dizel motorlarında; $\alpha < 1$ altında yanma sonunda veya yakıt ile havanın tam homojen karışamaması durumunda yanmamış karbon parçacıkları is şeklinde egzozla dışarı atılır. İis hem çevre kirliliğine, hem de ciğerlerde astım ve bronşit gibi hastalıklara neden olur.⁴

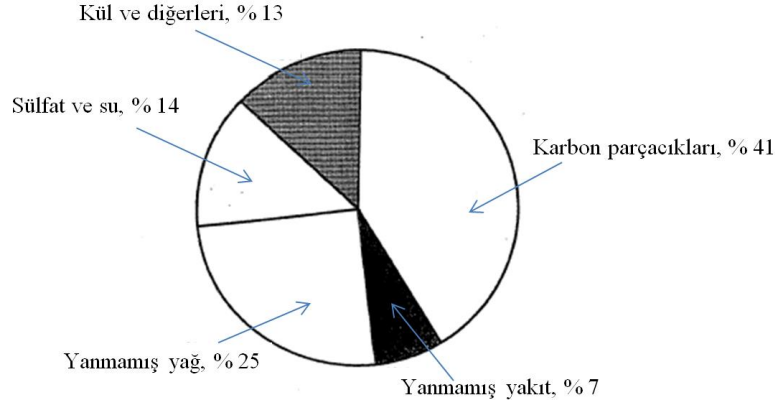
²⁸ Aleksandra Keşka ve Anna Janicka, “Determination of Volatile Organic Compounds for Combustion Engines Compliant with EURO 4 and EURO 6”, *Proceedings of ECOpole*, Cilt 11(2), ss. 387-394.

²⁹ Barış Güzel, Oltan Canlı, Elmas Ö. Olgun, “Sularda Bulunan Uçucu Organik Bileşikler ve Sağlığa Etkileri”, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Tekn. Dergisi C-Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, Cilt 7 (2), 2018, ss. 277-290.

³⁰ Lance A. Wallace, “Comparison of Risks from Outdoor and Indoor Exposure to Toxic Chemicals”, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 95, 1991, ss. 7-13.

³¹ Gordon E. Andrews, Hu Li ve Stephen Wright, “Particulate Mass Emissions from Aircraft: The Measurement Problems in the Light of Experience of Diesel Particulate Mass Emission Measurement”, *ASME IGTI Turbo Expo 2009*, ASME Paper GT2009-59572.

Benzin motorlarının egzozunda da Şekil 7'dekine benzer parçacık kirleticileri yer almaktadır. Ancak, parçacık kirleticiler, dizel motorlarının egzozunda benzin motorlarına göre biraz daha yüksek oranda bulunur.



Şekil 7. Dizel motorlarının egzozunda bulunabilecek parçacık maddeler ve oranları.³¹

Taşıtlardan (özellikle dizel motorlu taşıtlardan) kaynaklanan parçacıkların boyutları genellikle 10 µm (PM₁₀, çapı 10 mikrondan küçük) ve 2.5 µm (PM_{2.5}) sınıfına girmektedir. İnce parçacıklar, özellikle PM_{2.5}'ler, çok küçük ve hafif olduğundan, daha ağır parçacıklardan daha uzun süre havada kalma eğilimindedir. Bu durum, insanların ve hayvanların bu parçacıkları solunum yoluyla bünyesine alma olasılığını artırır. PM_{2.5}'ler küçük boyutları nedeniyle burun ve boğazdan rahatlıkla geçebilir ve ciğerlere nüfuz edebilir, hatta bazıları dolaşım sistemine bile girebilir. Böylece, insan sağlığına etkilerine bakıldığında; özellikle PM_{2.5}'ler olarak adlandırılan ince partiküller, kalp krizi ve felç de dahil olmak üzere kardiyovasküler sistem üzerinde zararlı etkilere neden olabilmektedir. PM_{2.5}'lere ve PM₁₀'lara maruz kalındığında ayrıca astım atakları da dahil olmak üzere solunum üzerinde kötü etkiler oluşmaktadır.^{7,32,33} Yukarıdaki paragrafta belirtildiği gibi söz konusu parçacıkların en yaygını karbon parçacıklarıdır ve bunlar, kanserlere ve akciğerlerde fonksiyon bozukluklarına neden olurlar.⁴

Hava Kirleticilerinin İnsan Sağlığına Etkileri bölümünde (4. Bölüm) anlatılanlardan anlaşılacağı gibi; hava kirleticilerinin atmosferdeki farklı bileşimleri insan sağlığı üzerinde çok çeşitli etkilere neden olmaktadır. Aslında hava kirliliğinden etkilenmeyen organ ve sistem neredeyse yoktur. Özellikle kalp damar ve solunum sistemlerini daha çok etkilenmektedirler.

³² Hava Kirliliği Raporu, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 2020, ss. 1-158.

³³ <https://drhakangercekoglu.com/genel/pm2-5-nedir-neden-tehlikelidir.html>

Bilimsel araştırmalar, hava kirliliğine maruz kalmanın kalp krizi, felç ve kalp yetmezliği olaylarında artışa neden olarak uzun ve kısa vadeli kalp-damar hastalıklarına bağlı ölüm hızını artırdığını göstermiştir. Ayrıca, yakın tarihli bir derleme çalışması hava kirliliğine sürekli maruz kalmanın vücuttaki her organı etkileyerek mevcut sağlık koşullarını karmaşıklaştırıp, kötüleştirebileceğini ortaya koymuştur. Dünya Sağlık Örgütü, hava kirliliğine maruz kalma ile Tip 2 diyabet, obezite, sistemik inflamasyon, alzheimer hastalığı ve bunama arasındaki bağlantılara ilişkin kanıtlar sunmuştur.³⁴ Yine, Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre dünyada her yıl toplam 7 milyon insan hava kirliliğinin yol ağtığı hastalıklar nedeniyle ölmektedir ve dünyada her 10 kişiden 9'u kirli hava solumaktadır.²³

5. Hava Kirleticilerinin Bitkilere, Hayvanlara ve Malzemelere Etkileri

Hava kirleticilerinin çoğunun bitki örtüsü üzerinde zararlı etkileri vardır ve meyve, sebze, ağaç ve çiçeklerin tahrip olmalarına neden olurlar. Tarım ürünlerinin yaprakları kirleticilerle kaplandığında veya renksiz duruma geldiğinde yaprak yapısı bozulabilir, böylece fotosentez olayı tam gerçekteştirilemez ve bitkilerin büyümesi düzensizleşebilir. Ayrıca kirlenen tatlı sular da bitkilerin yapısına girerek bozulmalarına yol açabilir. Hayvanlar kirlenmiş veya bozulmuş bu bitkisel ürünleri yediklerinde de, su gereksinimini karşılamaya ve solunuma ek olarak, kirleticilerden etkilenmiş olurlar.⁴

Asit yağmurları yaklaşık 5.6 pH değerinden fazla asit iğereren yağmura denmektedir. SO₂ ve NO_x emisyonları genellikle termik elektrik santrallerinden ve motorlu taşıtlardan yayılırlar ve havadaki nem (su buharı) ile reaksiyona girerek sülfirik asite veya nitrik asite dönüşürler. Bu asitler; ormanlarda, tatlı su göllerinde, akarsularda, tarım bitkilerinde, beton, metal gibi malzemelerde önemli bozulmalara (tahribatlara) neden olan asit yağmurları şeklinde yeryüzüne düşerler.⁴ Yapılan araştırmalar, asit yağmurlarının ormanlar üzerindeki etkilerinin çok büyük olduğunu göstermiştir. Örneğin, Avusturya ormanlarının % 50'si, Almanya ormanlarının ise % 34'ü değişik seviyelerde olmak üzere hastadır. ABD'de ise hava kirliliğine bağlı olarak oluşan asit yağmurları ticari ürünlerin % 90'ını etkilemekte ve her yıl 1-2 milyar dolar zarara yol açmaktadır.³⁵

Toz ve is gibi parçacık kirleticiler binaların ve çevrenin kirlenmesine neden olur. Ayrıca rüzgar tarafından taşınan katı parçacıklar binaların

³⁴ [https://www.env-health.org/wp-](https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2022/03/Hava_Kirliligi_Bilgi_Notu.pdf)

[content/uploads/2022/03/Hava_Kirliligi_Bilgi_Notu.pdf](https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2022/03/Hava_Kirliligi_Bilgi_Notu.pdf)

³⁵ Erdal Elkoca, "Hava Kirliliği ve Bitkiler Üzerindeki Etkileri", *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, Cilt 34 (4), 2003, ss. 367-374.

yüzeylerinde erozyon doğurur. Birçok tarihsel yapı ve anıt bu yüzden bozulmaktadır. Kirli havanın içinde bulunabilecek azot oksitlerden ve kükürt dioksitten ileri gelen, asitler metallerde korozyona ve bozulmalara yol açar. Benzer şekilde; tekstil ve deri ürünleri, lastik, naylon ve diğer yapay maddeler kirleticilerin etkisi ile zamanla bozulurlar ve renkleri kaybolur.⁴

6. Hava Kirleticilerinin Atmosfere ve İklim Etkileri

Hava kirliliği ve iklim değişikliği birbiri ile bağlantılıdır. Yukarıdaki bölümlerde açıklanan birçok kirleticinin, iklim değişikliğine ve küresel ısınmaya neden olduğu bilinmektedir. Şekil 3'te 1980-2015 yılları arasındaki mevsimsel döngü değerlerinden yararlanarak dünya sıcaklık artışının olağan dışı değişimi sunulmuştur. İlgili şekilden anlaşılabilceği gibi dünyanın ısınma eğilimi çok yüksektir. Bu durum iklim değişiminin en önemli nedenleri arasında sayılabilir. Ayrıca bu ısınma periyodu uç sıcaklık değişimlerine, şiddetli yağış, dolu ve hortum gibi ekstrem olaylarının daha fazla görülmesine yol açmaktadır.²³ Sıcak hava dalgaları, ekstrem olaylarının en önemlileri arasında sayılabilir. Çünkü yüksek sıcaklıklar başta ölüm olmak üzere birçok hastalığa neden olduğu gibi birçok doğal afetlere de sebep olmaktadır. Literatürde yer alan bir araştırmaya göre, 2003 yılında, Avrupa'da meydana gelen sıcak hava dalgası sırasında 70.000'den fazla ölüm meydana gelmiştir.²³ Sıcak hava dalgaları ayrıca orman yangınlarının çıkmasının da en önemli nedenler arasında sayılabilir. Orman yangınları siyah karbon parçacıklarının oluşmasına ve sonuçta iklim değişikliğine neden olmaktadır. Bu durumlar böylece zincirleme olarak iklim değişikliklerine, daha fazla orman yangınlarına ve canlıların ölümüne yol açmaktadır.

Motorlu taşıtlar açısından iklim değişikliği düşünüldüğünde, motorlardan ve diğer termik makinalardan (özellikle termik santraller vb. gibi) kaynaklanan ve havada asılı kalan parçacıklar, azot oksitler ve hidrokarbonlar gibi gaz kirleticiler atmosferde görüşün zayıflamasına neden olur. Bu olumsuzluk; özellikle ışığın saçılmasından veya fotokimyasal sisin (smogun) oluşmasından ileri gelir. Havadaki parçacıklar yeryüzüne ulaşabilecek güneş radyasyonuna engel olarak sıcaklığı düşürebilir. Öte yandan hidrokarbon yakıtların yanması sonunda yayılan karbondioksitin troposferde birikmesi ile oluşan tabakanın doğurduğu sera etkisi daha baskın gelerek, sonuçta yeryüzü sıcaklığında artma eğilimi görülmektedir. Çeşitli kirleticiler bir taraftan da yüksek atmosferde bulunan ozon tabakasının incelmeye neden olmaktadır. Ozon tabakasının incelmeye yeryüzü için potansiyel bir tehlike oluşturmaktadır. Aslında, hava kirliliğinin toplam etkileri çok karmaşık yapıdadır ve henüz tam olarak çözümlenememiştir. Ancak, fosil kökenli yakıtların kullanıldığı motorlu taşıtların iklim değişikliğine etki eden en önemli nedenler arasında yer aldığı çok iyi

bilinmektedir. Buna karşın günümüzde ulaşımda içten yanmalı motorların yerini alabilecek daha etkili bir ısı makinası tam da bulunmuş değildir. Aşağıdaki 7 bölümünde; taşıt motorlarında, çevre kirliliğini azaltmak ve daha çevreci ve performanslı motorlar üretebilmek için son yıllarda yapılan yenilikler, gelişmeler ve alternatif çözümler 4 nolu kaynaktan yararlanarak kısaca sunulmuştur.⁴

7. Motorlarda Egzoz Emisyonlarını Kontrol ve Çevre Kirliliğini Azaltma Yöntemleri

Şimdiye kadar sık sık vurgulandığı gibi; motorların egzoz gazlarının içerisinde bulunabilecek bu çoğu zehirli olan zararlı maddeleri azaltmak amacı ile öteden beri, özellikle günümüzde, birçok çalışma yapılmakta ve çeşitli çözüm yöntemleri geliştirilerek uygulanmaktadır. Söz konusu çözüm yöntemlerinin bir bölümü motorları ve donanımlarını geliştirmeye, bir bölümü ise yakıtlara yöneliktir. 1980'lere kadar egzoz emisyonlarının azaltılması ancak motorun maliyetinin ve yakıt tüketiminin artması ile gerçekleştirilebilmekteydi. Günümüzde ise teknolojinin ve bilgisayarların da gelişmesi ve modern taşıt motorlarında otomotiv mekatroniğinin uygulanması ile; bir taraftan egzoz emisyonları önemli ölçüde azaltılırken öte yandan da motor performansı ve yakıt tüketimi belirgin şekilde iyileştirilmektedir.⁴

7.1. Motorların Tasarımını ve Çalışma İşlemini İyileştirmek

Benzin motorlarında bilgisayar kontrollü yakıt püskürtme ve ateşleme donanımlarının kullanılmasıyla; hem motorun çalışma koşullarına ve ortam koşullarına en uygun yakıt-hava karışımı daha iyi oluşturulmakta, hem de ateşleme ve yanma iyileşmektedir. Son zamanlarda yakıtın doğrudan yanma odasına püskürtüldüğü kademeli dolgulu motorlar (KDM) yapılarak yanmanın daha da iyileştirilmesine çalışılmaktadır.⁴ Literatürden bilindiği gibi, KDM'larda daha kontrollü yanma sağlanabilmekte ve bunun sonucunda önemli egzoz emisyonlarından olan HC ve CO'lar azaltılmaktadır. Ayrıca bu motorların sıkıştırma oranı daha yüksek seçilebilmektedir, volumetrik verimleri daha yüksektir ve yakıt tüketimleri emme havasına benzin püskürtülen geleneksel benzin motorlarına göre % (5-15) oranında daha düşüktür.³⁶ Söz konusu motorlar az yakıt tükettikleri için çevreyi de daha az kirletirler. Modern taşıt dizel motorlarında, ön yanma odası uygulaması yerine, (1500-2000) atm gibi çok yüksek püskürme basınçlarının

³⁶ Xu He, Yang Zhou, Zechang Liu, Qing Yang, Magnus Sjoberg, David Vuilleumier, Carl-Philipp Ding, Fushui Liu, "Impact of Coolant Temperature on the Combustion Characteristics and Emissions of a Stratified-Charge Direct-Injection Spark-Ignition Engine Fueled with E30", Vol. 309, (1), 2022, 121913, ss. 1-14.

uygulandığı common-rail püskürtme donanımları yaygın olarak kullanılmaktadır. Böylece hem yakıt-hava karışımı çok daha iyi ve homojen şekilde oluşturulmakta, hem de her koşulda duyarlı biçimde kontrol edilebilmektedir.⁴

Yüksek hızlı hafif motorlarda mekanik verimin ve volumetrik verimin düşmesini önlemek için her silindirde 1 emme, 1 egzoz supabı yerine; 2 emme, 2 egzoz supabı, hatta 3 emme, 2 egzoz supabı kullanılmaktadır. Ayrıca değişken supap zamanlaması uygulanarak hem volümetrik verim artırılmakta, hem de sıkıştırma oranı düşük, genişleme oranı yüksek, daha yüksek verimli olan Atkinson ve Miller Çevrimlerine göre çalışan, motorlar yapılamaya çalışılmaktadır. Bunun yanında yine yüksek hızlı taşıt motorlarında hem mekanik verimin, hem de volümetrik verimin düşmesini önlemek için strok-çap oranı (H/D oranı) 1'den küçük veya 1'e yakın seçilmektedir.⁴

Özellikle otomobil dizel motorlarında aşırı doldurma (türboşarj) yöntemi uygulanarak hem motor gücü artırılmakta, hem de motorun yakıt tüketimi bir ölçüde azaltılmaktadır. Türboşarjlı motorlarda yüksek basınç ve sıcaklıklar nedeni ile bazı kirleticiler biraz artabilirse de, yakıt tüketiminin düşmesi toplam iklim üzerinde etkili olan CO₂ kirliliğinin azalmasını da sağlamaktadır.⁴

Benzin motorlarında egzoz takılan termik veya katalitik yakıcılarda; egzoz gazlarının içerisinde bulunabilecek çoğu yarı yanmış veya yanmamış bileşiklerden oluşan kirletici maddeler ek oksijenle tekrar yakılarak tam yanmış, zararsız veya daha az zararlı maddelere dönüştürülmektedir. Taşıt dizel motorlarında ise; egzozdaki bazı kirleticileri, özellikle is (karbon) parçacıklarını tutmak için çeşitli filtreler kullanılmaktadır. Yine dizel motorlarında azot oksit kirliliğini azaltmak için elektronik kontrollü egzoz gazları geri dönüşümü (resirkülasyonu) yöntemi uygulanmaktadır. Ayrıca özellikle kamyon-otobüs dizel motorlarında ve bazı modern otomobil dizel motorlarında egzoz takılan selektif katalitik dönüştürücülerde ek amonyak kullanılarak azot oksitler azota ve su buharına dönüştürülmektedir.⁴

7.2. Uygun Yakıtlar Kullanmak

Sıvı motor yakıtları rafinerilerde ham petrolden üretilirken, bazı kimyasal işlemler sonunda, vurutuya dayanıklı bileşikler daha yüksek oranda içerecek ve zararlı maddeleri içermeyecek şekilde hazırlanmaktadır. Örneğin benzine vurutuya dayanıklılığını arttırmak için kurşun tetra etil katacak yerde yapısındaki izo-parafin veya benzeri maddelerin oranı artırılmaktadır veya benzine etil alkol gibi zararsız başka katkı maddeleri katılmaktadır. Benzer şekilde dizel yakıtının yapısında hiç kükürt bulunmaması istenmektedir.⁴

Yapılan teorik ve deneysel çalışmalar sonunda dizel yakıtına belirli oranda benzin veya etil alkol gibi hafif yakıtlar karıştırıldığında veya bu hafif yakıtlar emme kanalına veya yanma odasına püskürtüldüğünde yanmanın iyileştiği; NO_x ve CO oranının ve is miktarının azaldığı, ayrıca motor performansının ve yakıt tüketiminin bir ölçüde iyileştiği belirlenmiştir. Bu düşüncelerle hafif yakıt (örneğin benzin, etil alkol)-dizel yakıtı veya dizel yakıtı-doğal gaz karışımları ile çalışan çift yakıtlı motorlar geliştirilmeye çalışılmaktadır.⁴

7.3. Değişik Çalışma İlkesi Olan Motorlar veya Makinalar Kullanmak

Klasik motorların geliştirilmesi yanında; yukarıda kısaca değinilen sıkıştırma oranı ve genişleme oranları farklı değişken supap zamanlamalı motorlar, 5 veya 6 zamanlı motorlar ve değişik hareketli eleman mekanizmaları olan motorlar üzerinde de çalışılmaktadır. Bunlara bir örnek eskiden beri bilinen sıcak havalı (veya başka akışkanlı) Stirling Motorudur. Öte yandan kinetik enerjinin yüksek eylemsizlik momentli ve çok düşük sürtünmeli volanlarda depolanması ile taşıtların yürütülmesi veya karayolu taşıtlarında elektrik motorlarının kullanılması çalışmaları da sürmektedir. Ayrıca mekanik enerjinin basınçlı hava aracılığı ile depolanması ve bu basınçlı havanın motora benzer pistonlu bir makinanın çalıştırılmasında kullanılması da düşünülebilir. Yakın gelecekte en uygun çözümün elektrik motoru ile klasik içten yanmalı motorun birlikte kullanıldığı hibrit taşıtların veya ileride tam elektrikli taşıtların olacağı tahmin edilmektedir.⁴

7.4. Motorlarda Petrol Yerine Kullanılabilecek Alternatif Yakıtlar

Petrol kaynaklarının sınırlı olması ve gelecekte tükenme tehlikesi ve egzoz kirliliğinin zararlı etkileri nedenleri ile petrol yerine kullanılabilecek ve çevreyi daha az kirleten alternatif enerji kaynaklarına ve yakıtlara yönelik çalışmalar gittikçe önem kazanmaktadır. Motorlarda güncel olarak kullanılabilecek başlıca alternatif yakıtlar, sıvı ve gaz yakıtlar olarak iki gruba ayrılabilir.

Motorlarda kullanılabilecek alternatif sıvı yakıtlardan alkoller ve biyodizel üzerinde en fazla çalışılan yakıtlardır.^{4,37,38} Etil alkol (etanol)

³⁷ Punit Kumar Singh, AS Ramadhas, Reji Mathai, ve Ajay Kumar Sehgal, "Investigation on Combustion, Performance and Emissions of Automotive Engine Fueled with Ethanol Blended Gasoline", *SAE Int. J. Fuels Lubr.*, Cilt 9(1), 2016, ss. 215-223.

³⁸ S. Thiruvengkatachari, C.G. Saravanan, Vallinayagam Raman, M. Vikneswaran, J.S. Femilda Josephin, Edwin Geo Varuvel, "An Experimental Study of the Effects of Fuel Injection Pressure on the Characteristics of a Diesel Engine Fueled by the Third Generation Azolla Biodiesel", *Chemosphere*, Vol. 308 (1), 2022, ss. 1-10.

benzin motorlarında saf olarak veya benzine belirli oranlarda karıştırılarak kullanılabilen yenilenebilir, alternatif bir yakıttır. Dizel motorlarında ise düşük oranlarda özellikle hacimsel olarak %10'un altında emme havasına eklenerek hafif yakıt fumigasyonu şeklinde kullanılmaktadır.^{4,39} Ancak, etanolün oktan sayısı yüksek olduğu için söz konusu yakıt benzin motorlarında kullanılmaya daha uygundur ve etanolün benzin motorlarında kullanımı ile ilgili çalışmalar dizel motorlarına göre daha fazladır.⁴

Etanol benzin motorlarında benzine uygun oranlarda (genellikle hacimsel olarak % 10'un altında) karıştırılıp kullanıldığında motor performansı ve egzoz emisyonları açısından olumlu sonuçlar elde edilmiştir.^{4,18,19,37} Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, benzine %5, %10 ve %20 oranlarında etanol karıştırılmasının motor performansı ve egzoz emisyonları üzerindeki etkileri deneysel olarak incelenmiştir. İlgili çalışmada; yakıt tüketiminde %2.5'luk azalma ve motorun efektif gücünde ve döndürme momentinde ise % 2.5'luk artmalar elde edilmiştir. Aynı çalışmada, % 20 etanol kullanımının, CO emisyonlarında % 65 ve HC emisyonlarında da % 38'lik azalmalar sağlanmıştır.³⁷ Etanol benzin motorlarında daha farklı yöntemlerle de kullanılmaktadır. Ancak etanolün benzine belirli oranlarda karıştırılıp kullanıldığı yöntem en yaygın uygulanan yöntemdir. Etanolün en önemli yetersizliği günümüz teknikleri ile üretiminin pahalı olması ve Ukrayna-Rusya savaşı nedeniyle gıda ihtiyacının daha ön plana çıkmasıdır. Bilindiği gibi; etanol, güncel olarak şeker pancarı, şeker kamışı, patates gibi tarımsal ürünlerin fermantasyonu (mayalanması) ile üretilmektedir.⁴

Kanola (kolza), ayçiçeği, soya vb. yağlı tohum bitkilerinden ve artık kızartma yağlarından esterleşme (transesterifikasyon) yöntemiyle biyodizel üretilmektedir. Biyodizelin yakıt özellikleri dizel yakıtına çok yakındır. Biyodizel saf ve dizel yakıtına farklı oranlarda karıştırılarak dizel motorlarında önemli bir değişiklikler yapılmadan kullanılabilir. Yapılan çalışmalar % 20 oranında biyodizelin dizel yakıtına karıştırılması durumunda motor performansı ve egzoz emisyonları açısından en uygun sonuçların elde edildiğini göstermiştir.^{4,18,19} Tarıma dayalı ülkeler ve Türkiye için biyodizel dizel motorlarında kullanılacak en önemli yenilenebilir alternatif yakıtlar arasında gösterilebilir. Türkiye'de Resmi Gazete'de 16 Haziran 2017'de yayınlanan ve 1 Ocak 2018 tarihi itibarıyla yürürlüğe giren Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'nun kararı ile dizel yakıtına en az binde 5

³⁹ Zehra Şahin, Orhan Durgun ve Mustafa M. Kurt, "Experimental Investigation of Improving Diesel Combustion and Engine Performance by Ethanol Fumigation-Heat Release and Flammability Analysis ", *Energy Conversion and Management*, Vol. 89, 2015, ss. 175-187.

(% 0,5) oranında biyodizelin karıştırılması zorunluluğu getirilmiştir.⁴⁰ 2022 yılında yapılan bir çalışmada; Hindistanda yetişen azolla bitkisinden (sivrisinek eğreltiotu, su mercimeği eğreltiotu, peri yosunu, su eğreltiotu) üretilen biyodizelin common-rail püskürtme sistemine sahip bir motorda kullanımının etkileri sunulmuştur. Söz konusu çalışmada, % 20 oranında biyodizel (B20) dizel yakıtına karıştırılmıştır. B20 karışımının motor performansı ve egzoz emisyonları üzerindeki etkileri (300, 450, 600 ve 900) bar gibi farklı püskürtme basınçları altında incelenmiştir ve sonuçlar dizel yakıtı ile karşılaştırılmıştır. 900 bar yüksek basınç altında B20 karışımının, HC, CO ve isleri sırasıyla 13.3%, 28.5%, ve 12.3% oranlarında azalttığı deneysel olarak görülmüştür. Ancak, NO_x emisyonlarının % 11.7 ve yakıt tüketiminin de % 3 oranlarında arttığı belirlenmiştir. Biyodizel ile ilgili yapılan çalışmalarda, yakıt tüketiminin ve NO_x'lerin biraz arttığı farklı çalışmalarda da görülmüştür. Ancak, biyodizel kullanımı ile diğer egzoz emisyonlarının önemli ölçüde azaldığı bilinmektedir.^{1,19} Son yıllarda; NO_x'leri azaltmak için, motorlarda biyodizel kullanımı ile birlikte emme havasına düşük oranda su eklenmesi ile ilgili çalışmalar da yapılmaktadır.^{1,18}

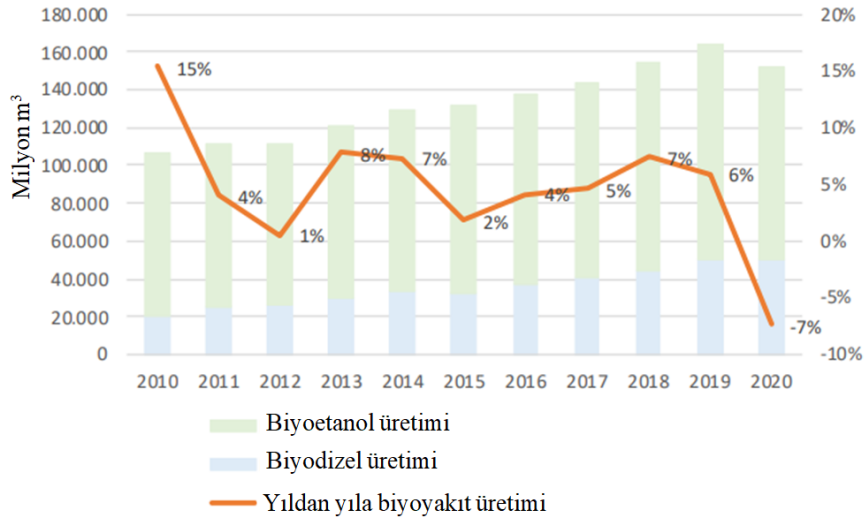
Burada daha önceden de belirtildiği gibi, bitkisel kökenli yakıtların (biyoyakıtlar) sera etkisinde bir artışa neden olmadığı unutulmamalıdır. Bitkiler fotosentez olayında havanın karbondioksitini kullandıklarından ve yanma sonunda aynı karbondioksit salındığından, atmosferdeki karbondioksit miktarında ek bir artış doğurmazlar.⁴ Sonuç olarak; bitkisel kökenli sıvı yakıtların kullanımının çevre kirliliğini önemli ölçüde azalttığı bilinmektedir. Ayrıca, ilgili yakıtlar, sınırlı rezervlere sahip fosil yakıtlarla birlikte veya saf olarak kullanılabilirler, güneş var olduğu sürece sürekli üretilebilir ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak düşünülebilirler. Öte yandan yerel kaynaklara dayanarak biyoyakıtların mümkün olduğu kadar yüksek miktarda üretilerek kullanılmasının ülkemizde hem tarımı teşvik edeceği, hem de enerji açısından dışa bağımlılığı azaltacağı açıktır. 2011-2020 yılları arasında küresel sıvı biyoyakıt (biyoetanol, biyodizel, vb. gibi) üretimi % 36 oranında artmıştır.⁴¹ Şekil 8'de 2011-2020 yılları arasındaki 10 yıl boyunca biyoyakıt üretimi miktarları milyon m³ olarak sunulmuştur. Şekil 9'da da 2011-2020 yılları arasındaki 10 yıl boyunca küresel biyoyakıt tüketimi sunulmuştur. İlgili şekilden görülebileceği gibi 2019 yılında biyoyakıt tüketimi 163000000 m³ ile maksimum olmuştur. 2011-2020 yılları arasında biyoyakıt tüketim oranı ise % 47 oranında artmıştır. Sıvı biyoyakıt tüketiminde % 39 ile Amerika birinci ve % 24 ile

⁴⁰ Biyodizel Endüstri Raporu 1, Biyodizel Sanayi Derneği, İzmir, 2019, ss. 1-43.

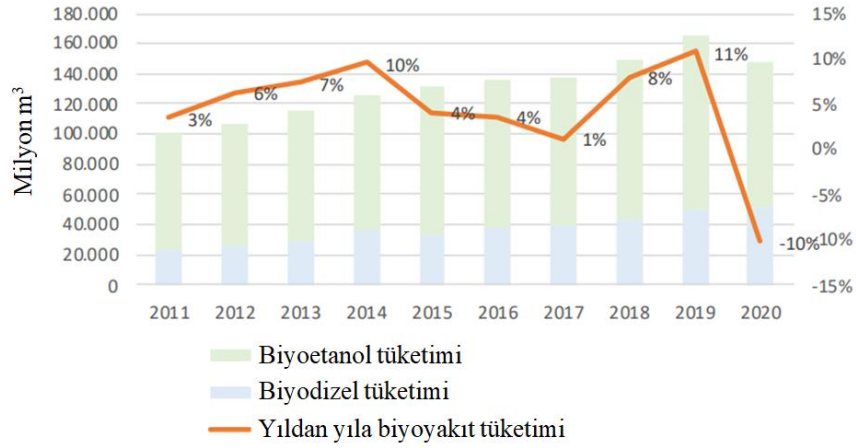
⁴¹ Agustín Torroba, "Liquid Biofuels Atlas 2020-2021", *Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture (IICA)*, Costa Rica, 2021, ss.1-34,

Brezilya ikinci sıradadır. Bu ülkeleri % 6 ile Endonezya, % 3 ile Almanya ve % 2 ile Çin izlemektedir.⁴¹

Motorlara uygun ve ticari olarak elde edilebilir başlıca gaz yakıtlar; propan ve bütan karışımından oluşan petrol gazı ve metandan oluşan doğal gazdır. Bunların yanında motorlarda biyolojik artıklardan elde edilen biyogaz ve çoğunlukla elektrolizle üretilen hidrojen de kullanılabilir.⁴



Şekil 8. 2011-2020 yılları arasında küresel sıvı biyoyakıt üretimi.⁴¹



Şekil 9. 2011-2020 yılları arasında küresel sıvı biyoyakıt tüketimi.⁴¹

Oktan sayısı yüksek olduğundan ve kolay sıvılaştırılarak depolanabildiğinden sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG); genellikle buji ateşlemeli motorlarda kullanılmaktadır. Bu amaçla yakın zamana kadar orijinal olarak benzine göre tasarlanarak üretilmiş olan taşıt motorları bir dönüşüm sistemi ile LPG ile çalıştırılabilir duruma dönüştürülmekteydi. LPG kullanıldığında; yakıt tankı bagajda önemli bir yer tutar, volümetrik verim düşük değerler alacağından motorun toplam verimi, gücü ve taşıtın performansı düşer, yüksek sıcaklıklar ve basınçlar sonucu bazı motor elemanları zarar görebilir ve ayrıca yağlama yağına olumsuz etki nedenleri ile motor daha erken yıpranabilir. Bütün bunlara karşın egzoz kirliliği daha azdır ve özellikle ülkemizde petrol gazından alınan vergi ve fiyatı daha düşük olduğundan, dolmuş-taksi gibi ticari taşıtlarda kullanımı ekonomik olmaktadır.⁴ Bir fikir vermesi açısından, Türkiye’de yakıt türüne göre trafikte tescilli taşıt oranları Şekil 10’da gösterilmiştir.⁴²

Doğal gaz, 130 gibi çok yüksek oktan sayısı olduğundan ve düşük egzoz emisyonları ile yandığından, ayrıca rezervleri çok yaygın olduğundan motorculuk açısından çekici bir yakıttır. Oktan sayısı çok yüksek olduğu için benzin motorlarına uygundur. Buna karşın setan sayısı düşük olduğundan dizel motorlarında doğrudan doğruya kullanıma uygun değildir.⁴ Doğal gaz dizel motorlarında dizel yakıtı ile birlikte, çift yakıt uygulaması olarak bilinen yöntemle kullanılabilir. Bu uygulamada doğal gaz emme havası içerisine püskürtülür ve hava-doğal gaz karışımı düşük orandaki pilot dizel yakıtının püskürtülmesi ile yakılır. Doğal gaz görece yüksek basınçlar altında sıkıştırılarak gaz fazında (CNG) veya sıvılaştırılarak sıvı fazında (LNG) depolanabildiğinden büyük ve ağır yakıt depoları gerektirmesi nedeniyle özellikle büyük taşıtlar için uygundur. Doğal gaz; çoğu ülkelerde ve ülkemizde de, ısınmadan sanayiye ve elektrik üretimine kadar çok geniş alanlarda da kullanılmaktadır. Ülkemiz açısından güncel olarak doğal gazın en önemli yetersizliği dışa bağımlı bir enerji kaynağı olmasıdır.⁴ Ukrayna-Rusya savaşı nedeniyle, Rusya’dan doğal gaz ihracatında da ayrıca sorunlar yaşanabilir. Bu açıklama aslında yerli kaynakların önemini ve dizel motorları için yerli kaynaklardan biyodizelin üretiminin gerekliliğini vurgulamaktadır.

⁴² AYGAZ Yatırımcı Sunumu, Mayıs 2022, ss.1-48.

elektrikli taşıtların hem daha ekonomik, hem de çevreci çözümler olarak yaygınlaşacağı öngörülmektedir.

Kaynakça

AKBULUT ZENCİRCİ Sevil ve IŞIKLI Burhanettin, “Hava Kirliliği”, *Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Halk Sağlığı Dergisi*, 2(2), 2017, ss. 24-36.

ALTINKUM Nevrin, *Meteorolojik parametrelerin atmosferik uçucu organik bileşikleri üzerine etkisinin yapay sinir ağları ile modellenmesi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2013, ss. 1-85.

Air Pollution Series, Actions on Air Quality in North America, United Nations Environment Programme, 2021, ss. 1-53, (https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/37958/NA_AAQ.pdf).

ANDREWS GORDON E., Li HU ve Wright STEPHEN, “Particulate Mass Emissions from Aircraft: The Measurement Problems in the Light of Experience of Diesel Particulate Mass Emission Measurement”, *ASME IGTI Turbo Expo 2009*, ASME Paper GT2009-59572, doi: 10.1115/GT2009-59572.

AYGAZ Yatırımcı Sunumu, Mayıs 2022, ss.1-48, https://www.aygaz.com.tr/uploads/yatirimci-iliskileri/yatirimci-sunumlari/f8cd4fa5_31e4_462b_aea4_1a2eb853da6d__aygaz-ir-sunumu_mayis.pdf

Biyodizel Endüstri Raporu 1, Biyodizel Sanayi Derneği, İzmir, 2019, ss. 1-43, <http://www.biyodizel.org.tr/asset/pdf/biyodizel.pdf>.

CİNDORUK S. Sıddık, “Havadaki NO ve NO₂ Parametrelerinin Marmara Temiz Hava Merkezi Ölçümleri Kapsamında İncelenmesi”, *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt 7, Sayı 2, 2018, ss. 600-611, doi.org/10.28948/ngumuh.443194.

DAĞDELEN Derya, *Küresel Biyoyakıt Politikalarının AB ve Türkiye Açısından Değerlendirilmesi*, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Avrupa Birliği Ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, AM Uzmanlık Tezi, Ankara, 2015.

DURGUN Orhan, *Yakıtlar ve Yanma Ders Notları*, KTÜ Müh. Fak. Makine Müh. Böl. Trabzon, 2005, (Basılmamış).

DURGUN Orhan, *İçten Yanmalı Motorlar, Temel İlkeler*, TMMOB Gemi Müh. Odası, İkinci Basım, İstanbul, 2022, ss. 248-308.

ELKOCA Erdal, “Hava Kirliliği ve Bitkiler Üzerindeki Etkileri”, *Atatürk Üniviversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, Vol. 34 (4), 2003, ss. 367-374.

GÜZEL Barış, CANLI Oltan , OLGUN Elmas Ö., “Sularda Bulunan Uçucu Organik Bileşikler ve Sağlığa Etkileri”, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi C-Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, Cilt 7 (2), 2018, ss. 277-290, doi: 10.18036/aubtdc.401509.

Hava Kirliliği Raporu 2017, TMMOB Çevre Müh. Odası, 2017, (https://www.cmo.org.tr/resimler/ekler/0d082104dca4a86_ek.pdf?tipi=72&turu=X&sube=0).

Hava Kirliliği Raporu, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 2019, (https://www.cmo.org.tr/resimler/ekler/cc7041481f4624d_ek.pdf?tipi=72&turu=X&sube=0).

Hava Kirliliği Raporu, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 2020, https://www.cmo.org.tr/resimler/ekler/3723c3df2e3d62a_ek.pdf.
<https://drhakangercekoglu.com/genel/pm2-5-nedir-neden-tehlikelidir.html> https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2022/03/Hava_Kirliligi_Bilgi_Notu.pdf

HE Xu, ZHOU Yang, LIU Zechang, YANG Qing, SJOBERG Magnus, VUILLEUMIER David, DING Carl-Philipp, LIU Fushui, “Impact of Coolant Temperature on the Combustion Characteristics and Emissions of a Stratified-Charge Direct-Injection Spark-Ignition Engine Fueled with E30”, Vol. 309, (1), 2022, 121913, doi.org/10.1016/j.fuel.2021.121913.

Kara Rapor 2021, Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri, Temiz Hava Hakkı Platformu, 2021, (<https://www.temizhavahakki.com/wp-content/uploads/2021/09/KaraRapor2021.pdf>).

KEŠKA Aleksandra ve JANICKA Anna, “Determination of Volatile Organic Compounds for Combustion Engines Compliant with EURO 4 and EURO 6”, *Proceedings of ECOpole*, Cilt 11 (2), ss. 387-394, doi: 10.2429/proc.2017.11(2)038.

OGAWA Hideyuki, ve LI T., “Volatile Organic Compounds in Exhaust Gas from Diesel Engines under Various Operating Conditions”, *Int. J. Engine Res.*, 12, 2010, ss. 30-40, doi: 10.1243/14680874JER595.

MENDIBURU Andres Z., LAUERMANN Carlos H., HAYASHI Thamy C., MARİNOS Diego J., RODRİGUES DA COSTA Roberto Berliini, CORONADO Christian J.R., ROBERTS Justo J., DE CARVALHO JR Joao A., "Ethanol as a renewable biofuel: Combustion characteristics and application in engines", *Energy*, Sayı 257, (124688), 2022, ss.1-27, doi.org/10.1016/j.energy.2022.124688.

SINGH Punit Kumar, RAMADHAS AS, MATHAI Reji ve SEHGAL Ajay Kumar, "Investigation on Combustion, Perf. and Emissions of Automotive Engine Fueled with Ethanol Blended Gasoline", *SAE Int. J. Fuels Lubr.*, Cilt 9(1), 2016, ss. 215-223, doi:10.4271/2016-01-0886.

SÜRME Ali, KARAMANGİL İhsan ve ARSLAN Rıdvan, *Motor Termodinamiği*, Aktüel Yayınları, 2. Basım, İstanbul, 2004.

ŞAHİN Zehra, AKSU Orhan N., "Experimental Investigation of the Effects of Using Low Ratio n-Butanol/Diesel Fuel Blends on Engine Performance and Exhaust Emissions in a Turbocharged DI Diesel Engine", *Renewable Energy*, Vol. 77, 2015, ss. 279-290, doi.org/10.1016/j.renene.2014.11.093.

ŞAHİN Zehra, DURGUN Orhan ve KURT Mustafa M., "Experimental Investigation of Improving Diesel Combustion and Engine Performance by Ethanol Fumigation-Heat Release and Flammability Analysis", *Energy Conv. and Mang.*, Vol. 89, 2015, ss. 175-187, doi.org/10.1016/j.enconman.2014.09.053.

ŞAHİN Zehra, DURGUN Orhan, TUTİ Mustafa, "An Experimental Study on the Effects of Inlet Water Injection of Diesel Engine Heat Release Rate, Fuel Consumption, Opacity, and NO_x Emissions", *Exergetic, Energetic and Environmental Dimensions*, 2018, ss. 981-96, doi.org/10.1016/j.fuel.2012.10.080.

ŞAHİN, Zehra, AKSU, Orhan N. ve BAYRAM, Coşkun, "The Effects of n-Butanol/Gasoline Blends and 2.5% n-Butanol/Gasoline Blend with 9% Water Injection into the Intake Air on the SIE Engine Performance and Exhaust Emissions", *Fuel* Sayı 303, 2021, 121210, doi.org/10.1016/j.fuel.2021.121210.

ULUSOY Bülent Ersoy, *Alternatif Yakıtların Benzinli Motor Emisyonları Üzerine Etkisinin İncelenmesi*, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale, 2007, ss. 85.

TC Milli Eğitim Bakanlığı, "Hava Kirliliği", 850CK0032, Ankara, 2011, ss. 1-59.

TESFA B., MISHRA R., Gu F. ve BALL A.D., “Water Injection Effects on the Performance and Emission Characteristics of a CI Engine Operating with Biodiesel”, *Renewable Energy*, 2012:37(1), ss. 333-44, doi.org/10.1016/j.renene.2011.06.035.

THIRUVENKATACHARI S, SARAVANAN C.G., RAMAN Vallinayagam, VIKNESWARAN M., FEMILDA JOSEPHIN J.S., VARUVEL Edwin Geo, “An Experimental Study of the Effects of Fuel Injection Pressure on the Characteristics of a Diesel Engine Fueled by the Third Generation Azolla Biodiesel”, *Chemosphere*, Vol. 308 (1), 2022, ss. 1-10, doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136049.

TORROBA Agustín, “Liquid Biofuels Atlas 2020-2021”, *Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture (IICA)*, Costa Rica, 2021, ss.1-34.

Türkiye Otomotiv Ana Sanayi Sürdürülebilirlik Raporu, Otomotiv Sanayi Derneği, 2020, ss.1-100. <https://www.bts.gov/content/us-carbon-dioxide-emissions-energy-use-sector>.
https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs_v4/

Türkiyenin Bilgilendirici Envanter Raporu (IIR) 2021, TC Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Hava Yönetimi Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2021, ss. 1-320.

<https://www.eea.europa.eu/media/infographics/different-types-of-emissions-from-vehicles/view>

WALLACE Lance A, “Comparison of Risks from Outdoor and Indoor Exposure to Toxic Chemicals”, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 95, 1991, ss. 7-13, doi: 10.1289/ehp.91957.

ZHEN X., WANG Y., LIU D., “Bio-Butanol as a New Generation of Clean Alternative Fuel for SI (Spark Ignition) and CI (Compression Ignition) Engines”, *Renewable Energy*, Sayı 147, 2020, ss. 2494-2521, doi.org/10.1016/j.renene.2019.10.119.

6. Çevre Durum Raporu, ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Ankara, 2021, (https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/tc-dr_2020-rapor-v18-web-20210217135643.pdf).

<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Road-Motor-Vehicles-January-2021-37411>.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN KENT EKOSİSTEMİNE OLAN ETKİLERİNİN EKOLOJİK AYAK İZİ BAĞLAMINDA İRDELENMESİ

Ertan DÜZGÜNEŞ*

“Sürdürülebilirlik veya doğanın olanakları içerisinde tatmin edici hayatlar, insanların doğanın tekrar üretebileceğinden daha fazla ekolojik hizmet kullanmamasından emin olmaya bağlıdır. İnsan baskısı dünyanın ekolojik kapasitesini daha şimdiden aştığından sürdürülebilirlik mücadelesi toplam insan baskısını nasıl azaltılacağına dönüşmektedir. Eğer bu baskıyı herkes için adil bir şekilde azaltmazsak bu mücadelede şüphesiz başarılı olamayız.¹”

Giriş

19. yy. sanayi devrimi sonucu kaynak değerleri üzerinde meydana gelen tahribatların günümüz çevre bilinci ile farkına varılması 1950’li yıllara denk gelmektedir. Nüfus artışı, kırdan kente göçün hızlanması, kaynak tüketiminin artması, biyolojik çeşitliliğin azalması ve beraberinde meydana gelen iklim değişiklikleri çevresel sorunları gözle görülür kılmıştır.

İklim, insanların günlük rutinlerinden fizyolojik ihtiyaçlarına; kişisel gelişimlerinden kültürel oluşumlarına kadar doğrudan veya dolaylı olarak birçok yönden etkilemekte ve şekillendirmektedir.² Başka bir ifadeyle yapılaşmanın ve nüfusun hızla arttığı kentlerde meydana gelen iklim ve hava kalitesindeki değişim insan sağlığı ve yaşam kalitesi üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Teknolojik gelişmelerin hızlı gerçekleştiği günümüz dünyasında insanoğlunun yaşam kalitesi artarken diğer yandan da çevresel sorunlar meydana gelerek iklimsel koşulları da olumsuz olarak etkilemektedir. Bunun sonucunda kent ölçeğinde meydana gelen sıcaklık artışları, mevsimsel döngünün düzensizliği ve kentsel ısı adaları kent ekosistemini ve kentliyi olumsuz olarak etkilemektedir.

Doğanın bir parçası olan insan yaşamak için temel gereksinimlerini doğadan karşılamaktadır. Ancak günümüzde tüketimin doğanın taşıma

* Doç. Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Trabzon, ertanduzgunes@gmail.com

¹ WACKERNAGEL, M, What We Use And What We Have: Ecological Footprint And Ecological Capacity. Redefining Progress, San Francisco. [Http://www.prosus.uio.no/english/susdev/tools/oslows/1.htm](http://www.prosus.uio.no/english/susdev/tools/oslows/1.htm) (ET:10.01.2007).

² TÜRKEŞ, M, Klimatoloji Ve Meteoroloji, Kriter Yayın Evi, İstanbul, 2010.

kapasitesini aşmasıyla, diğer bir ifadeyle doğal kaynak değerlerinin tükenmesiyle kentlerin sürdürülebilir kalkınma adı altında ekonomik gelişimlerini sağlayacak hammadde tedarikinde sorunlar meydana getirmiştir. Bu durum aslında ekonomik kentsel kalkınma ile doğal kaynak değerleri arasında doğrusal bağın mevcut olduğunun bir göstergesi niteliğindedir.

Doğanın insanoğluna sunduğu etki-tepki sonucu meydana gelen olumsuzluklar aslında çevreyle birlikte doğal kaynakların ne derece önemli olduğunu bir kez daha kanıtlamaktadır. Son yıllarda yapılan akademik çalışmalar kentsel gelişim süreci boyunca oluşan kentsel iklimin insan kaynaklı olduğunu göstermiştir.³ Bu nedenle kent ekosisteminde çevresel göstergelerin dikkate alınarak bir başka deyişle koruma-kullanma dengesini gözetenek kentsel gelişimin ve ekonomik kalkınmanın sağlanması gerektiği konusunda uzlaşmıştır.

Ülkelerin ve toplumların gelişmişlik düzeyleri farklılık gösterse de günümüzde meydana gelen iklime bağlı çevresel sorunlar yerel ya da bölgesel olmaktan daha çok küresel ölçekte ele alınmaktadır.⁴ Bu bağlamda söz konusu sorunlara çözüm önerileri getirebilmek amacıyla bir dizi yeni yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bunlardan biri de “Ekolojik Ayak İzi” yaklaşımıdır.

Ekolojik Ayak İzi çevresel sürdürülebilirliği nicel yöntemlerle ölçülebilir kılan ve insan odaklı kullanımlar sonucu meydana gelen doğal kaynaklar üzerindeki baskının niceliğini ve hangi faktörlerden kaynaklandığını ortaya koyan bir yaklaşımdır.⁵ Bu çalışmada günümüzün en önemli sorunlarından biri olan iklim değişikliğinin kent ekosistemine olan etkileri Ekolojik Ayak İzi bağlamında irdelenmiştir. Bu bağlamda ekolojik ayak izi bileşenleri ve hesaplamada kullanılan yaklaşımlara yer verilmiştir. Ekolojik ayak izinin küresel kent ölçeğindeki mevcut durumu ortaya konularak ekolojik ayak izinin azaltılması noktasında öneriler sunulmuştur.

İklim ve Kent

Dünya nüfusunun yaklaşık %70’inin kentlerde yaşaması beraberinde çarpık kentleşme, kentsel alanların kontrolsüz büyümesi, kent içerisindeki yeşil alanların imara açılması, artan trafik, hava kirliliği ve kent ekosistemi

³ TOY, S, Biyoklimatik Konfor Değerleri Bakımından Doğu Anadolu Bölgesi Rekreatyonel Alanlarının İncelenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2010.

⁴ URL-1. <http://geka.org.tr>, (ET: 20.01.2014).

⁵ Ruževićus, J, Ecological Footprint as an Indicator of Sustainable Development, Economics and Management, 2010, 15.

içindeki doğal kaynak değerleri üzerindeki baskının artması gibi olumsuz sonuçların meydana gelmesine neden olmuştur. Bununla beraber insanoğlunun insan merkezci yaklaşımı benimsemesi parçası olduğu kent ekosisteminin bozulmasında itici bir güç olmuştur. Söz konusu olumsuz insan odaklı müdahaleler kentlerin karbon salınımını artırarak küresel ısınmanın artmasında katalizör görevi görmüştür. Özellikle fosil yakıt kullanımı ve yeşil alan tahribatı sonucu ortaya çıkan CO₂ kent ekosistemini çevreleyen hava katmanını bir ısı adası haline getirmiştir.

İklim, biyosferi oluşturan litosfer, hidrosfer, kriyosfer, ekosfer ve atmosfer tabakalarının birbirleri ile karşılıklı etkileşimlerinin sonucunda oluşan doğa olayıdır. Güneş ışınlarının farklı açılarda ve zamanlarda biyosfere olan etkisi ısı-sıcaklık değerleri, hava olayları ve yağış faktörlerini oluşturmaktadır.⁶ Bu kapsamda kentsel çevrenin yaşam alanlarını oluşturma noktasında en etkili faktörlerdendir.⁷

Atmosferi oluşturan gazlar azot (%78,09), oksijen (%20,95) ve argon (%0,93)'tür. Bununla beraber karbondioksit, karbonmonoksit, azot oksit, kloroflorokarbon ve ozon gazları da %0,5-4 oranında bulunmaktadır. Bu oran her ne kadar az gibi gözükse de küresel ısınmayı etkilemede büyük rol oynamaktadır. Sera gazı olarak da adlandırılan bu gazlar dünya yüzeyindeki su buharı şeklinde bulunarak biyosfer sıcaklığını dengelemektedir. Ancak insan kaynaklı müdahaleler sonucu meydana gelen değişiklikler küresel ısınmayı tetiklemektedir. Şekil 1'de sera gazlarının yıllara göre değişimi Şekil 2'de ise ülkelerin karbon salınım payları gösterilmektedir.

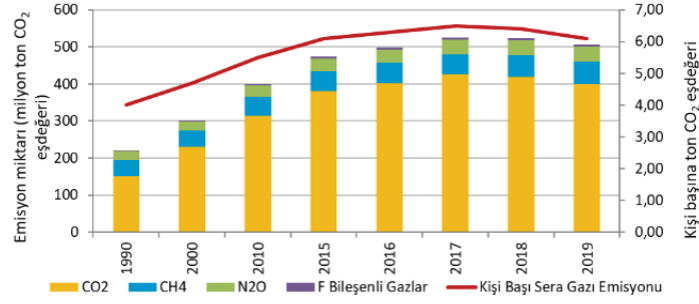
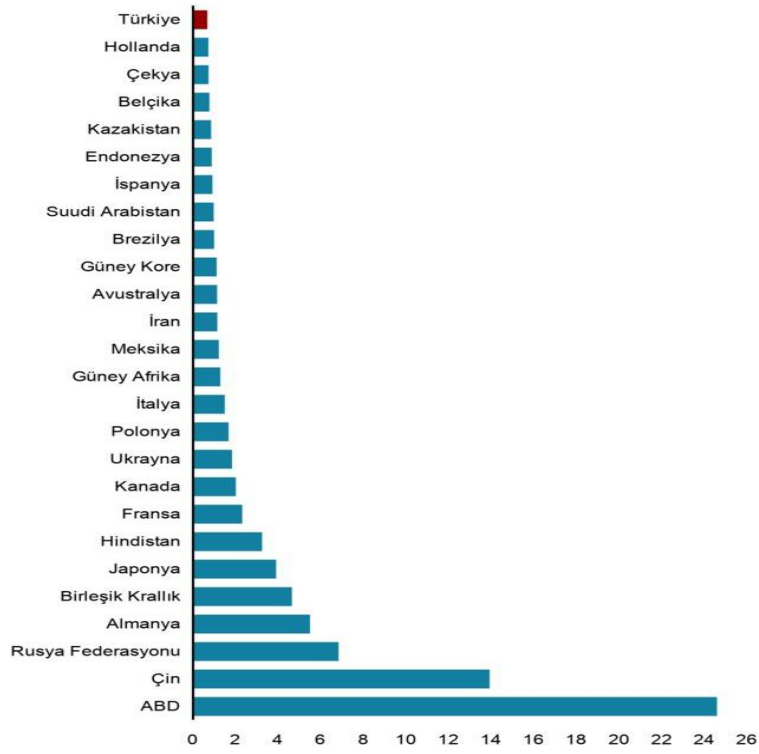
⁶ NASA, What's the difference between weather and climate? Global Climate Change. <https://climate.nasa.gov/faq/13/whats-the-difference-between-weather-and-climate/> (ET: 15.02.2021).

⁷ Olgyay, V, Design With Climate: Bioclimatic Approach To Architectural Regionalism, U.S.A: Princeton Univ. Press, Ewing, New Jersey, 1963.

Topay, M, Yılmaz, B, Biyoklimatik Konfora Sahip Alanların Belirlenmesinde CBS'den Yararlanma Olanakları, Muğla ili örneği, 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildiri Kitabı, İstanbul, 2004, 425-434.

Çetin, M, Topay, M, Kaya, L, G, Yılmaz, B, Biyoiklimsel Konforun Peyzaj Planlama Sürecindeki Etkinliği: Kütahya Örneği, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1, 2010, 83-95.

Yang, F, Lau, S, Y, Qian, F, Thermal Comfort Effects Of Urban Design Strategies In High-Rise Urban Environments In A Sub-Tropical Climate, Architectural Science Review, 54, 4, 2011, 285-304.

Şekil 1. Seragazi Emisyonlarının Yıllara Göre Değişimi⁸Şekil 2. 2020 Yılı İtibariyle Dünya Genelinde Ülkelerin Karbon Salınım Payları⁹⁸ URL-2.

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fcevreselgostergeler.csb.gov.tr%2Fseragazi-emisyonlari-i-85722&psig=AOvVaw3SHu0Zchub4ZLYvFkxm1X&ust=1667302105546000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjRxqFwoTCMDk0r-uivsCFQAAAAAdAAAAABAE> (ET: 20.05.2020).

İnsan odaklı kullanımlar ve endüstriyel faaliyetler sonucu ortaya çıkan gazlar atmosferde birikerek depolanmaktadır. Özellikle kömür, petrol, doğalgaz gibi yenilenemez enerji kaynaklarının yoğun kullanımı atmosferin fiziksel ve kimyasal yapısını hızla değiştirmektedir. Bu durum ani iklim değişiklikleri ve küresel ısınma ile sonuçlanmaktadır. Küresel açıdan insan odaklı kullanımlara bağlı olarak açığa çıkan karbondioksit salımınının %80'i ulaşım ve sanayi kaynaklıdır. %20'sini ise ormanlık alanların tahribi ve bitkisel veya hayvansal atıklardan elde edilen yakıtların kullanımı oluşturmaktadır¹⁰. Bununla beraber Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'ye göre iklim değişikliğinin nedeni %95 insan kaynaklıdır.¹¹ Bu kapsamda kent ölçeğinde iklim sayesinde aşağıdaki etkiler meydana gelmektedir.¹²

- Canlı ve cansız varlıklar üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak sürekli etkilidir.
- Sıcaklık değerlerinin hissedilir biçimde değişmesi genişleme, bozulma ve mekanik gerilim üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır.
- Nemlilik, sıcaklık, yağış, çözülme ve donma maddelerin fiziksel ve kimyasal olarak değişmesine neden olmaktadır.
- Güneş ışınları renklendirilmiş materyallerin solmasına neden olmaktadır.
- Canlılar üzerine doğrudan fizyolojik olarak etki etmektedir.
- Etnik grupları yönlendirebilmekte veya bir arada tutabilmektedir.

⁹URL-2.

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fcevreselgostergeler.csb.gov.tr%2Fseragazi-emisyonlari-i-85722&psig=AOvVaw3SHu0Zchub4ZLYvFkxm1X&ust=1667302105546000&source=images&ccd=vfe&ved=0CA0QjRxqFwoTCMDk0r-uivsCFQAAAAAdAAAAABAE> (ET: 20.05.2020).

¹⁰ Hardy, J, T, Climate Change: Causes, Effects, and Solutions, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, England, 2003.

¹¹ IPCC, IPCC Climate Change 2014: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.), IPCC, Geneva, Switzerland, 2014.

¹² Akman, Y, İklim Ve Biyoiklim, Palme Yayınları, Ankara, 2011.

Oke kent iklimi üzerine dört önemli faktör tanımlamıştır.¹³ Bunlar;

- Kentsel yapı (binaların boyutları ve aralarındaki boşluklar, sokak genişlikleri ve aralıkları,¹⁴
- Kent örtüsü (yapı parçaları, döşemeler, bitki örtüsü, çıplak toprak ve su),¹⁵
- Kentsel doku-yapısal ve doğal malzemeler,¹⁶
- Kent metabolizması (insan faaliyetleri nedenli kirleticiler)dir.

Söz konusu dört faktör tüm kentsel morfoloji ile ilişki içerisindedir.¹⁷ Bir bölgenin yüzey ve atmosferik özelliklerinin doğasında oluşan radikal değişikliklerde, kırsal ve kentsel alanlardaki bölgesel iklim değişimleri ile atmosfer ve enerji akısındaki insan faktörü önemli rol oynamaktadır (Şekil 3).

¹³ Oke, T, R, Towards Better Scientific Communication In Urban Climate, Theoretical And Applied Climatology, 84,1-3, 2006, 179-190.

¹⁴ Oke, T, R, Street Design And Urban Canopy Layer Climate, Energy And Buildings, 11, 1, 1988, 103-113.

Johansson, E, Urban Design And Outdoor Thermal Comfort In Warm Climates, Ph.D. Thesis, Lund University, Printed In Sweden By Grahns Tryckeri Ab, Lund, 2006.

Priyadarsini, R, Hien, W, N, Wai David, C, K, Microclimatic Modeling Of The Urban Thermal Environment Of Singapore To Mitigate Urban Heat Island, Solar Energy, 82, 8, 2008, 727-745.

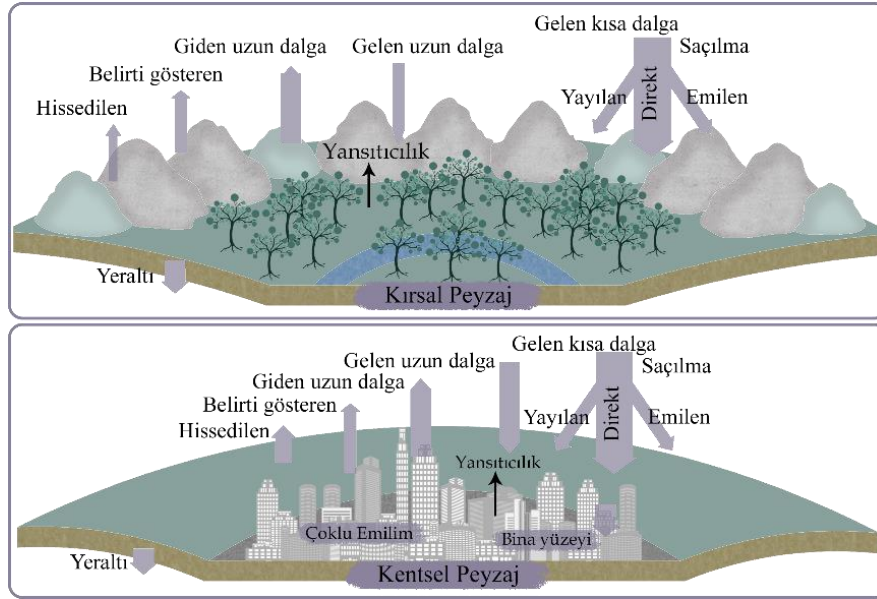
¹⁵ Whitford, V, Ennos, A, R, Handley, J, F, City Form And Natural Processes: Indicators For The Ecological Performance Of Urban Areas And Their Application To Merseyside, Uk. Landsc Urban Plan, 20, 2001, 91-103.

Pauleit, S, Ennos, R, Golding, Y, Modeling The Environmental Impacts Of Urban Land Use And Land Cover Change-A Study In Merseyside, Uk. Landscape And Urban Planning, 71, 2, 2005, 295-310.

¹⁶ Doulos, L, Santamouris, M, Livada, I, Passive Cooling Of Outdoor Urban Spaces. The Role Of Materials, Solar Energy, 77, 2, 2004, 231-249.

Priyadarsini, R, Hien, W, N, Wai David, C, K, Microclimatic Modeling Of The Urban Thermal Environment Of Singapore To Mitigate Urban Heat Island, Solar Energy, 82, 8, 2008, 727-745.

¹⁷ Zhao, C, Fu, G, Liu, X, Fu, F, Urban Planning Indicators, Morphology And Climate Indicators: A Case Study For A North-South Transect Of Beijing, China, Building And Environment, 46, 5, 2011, 1174-1183.



Şekil 3. Oke ve Hasyim'den geliştirilerek Kırsal ve Kentsel Peyzaj Üzerinde Radyasyon Ve Enerji Akıları (okların genişliği akı görelî boyutuna yakın olarak uyarlanmıştır)¹⁸

Günümüzde yerkürenin yüzey sıcaklığı 5°C ile 8°C artmış ve kriyosfer tamamen yok olmuştur. Bunun sonucunda biyosferde (karbon dengesi, okyanus kimyası, deniz ve kara ekosistemleri, dünya iklimi) değişiklikler meydana gelmiştir.¹⁹ IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) raporuna göre, dünya 1°C ısındı ve en erken 2030, en geç 2052 yılları arasında 1,5°C'ye yükselmesi beklenilmektedir.²⁰

Kırdan kente göçün arttığı günümüz dünyasında kentsel alanlarda meydana gelen aşırı kaynak kullanımı, nüfus artışı, trafik ve endüstriyel

¹⁸ Oke, T, R, Boundary Layer Climates, Methuen & Co. Ltd., London, 1978.

Hasyim, A, W, 2008. Urban Climate: Poor Land Use Management As A Factor On Urban Heat Island (UHI) A Case Of Klojen Sub District In Malang City. Urban Climate, 2008,1:26.

Bezirkan, M, Trabzon Kenti'ndeki Farklı Rekreatif Alan Kullanımlarının Termal Konfor Açısından İncelenmesi, Ktü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 2022.

¹⁹ McInerney, F, A, Wing, S, L, The Paleocene-Eocene Thermal Maximum: A Perturbation Of Carbon Cycle, Climate, And Biosphere With Implications For The Future, Annual Review Of Earth And Planetary Sciences, 39, 2011, 489-516.

²⁰ URL-3, Special Report: Global Warming of 1.5 °C - Chapter 1: Framing and Context. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-1-pdf/> (ET: 13.03.2021).

tesislerin varlığı karbon salınımının artmasında etkili olmaktadır. Üzerinde bulunduğu doğa parçalarını müdahaleler sonucu değiştirerek yeni çevresel koşulları oluşturan kentlerde topografya, ekolojik yapı ve atmosferik özellikler de değişmektedir.²¹ Bunun sonucunda kent yüzeylerinde ısı adaları oluşmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Miller ve Akay'dan Geliştirilerek Kentsel Isı Adası Oluşumu²²

Meydana gelen ısı adalarının temel sebeplerinden biri insan odaklı müdahale ve faaliyetlerdir. Bu müdahale ve faaliyetler sonucu özellikle yapay materyallerin yoğun ve fazla kullanıldığı alanlar sıcaklığı uzun bir süre boyunca absorbe ettiğinden kent merkezleri her zaman kırsal alan çeperine göre 3⁰C-5⁰C daha sıcak olmaktadır.²³ (Şekil 5).

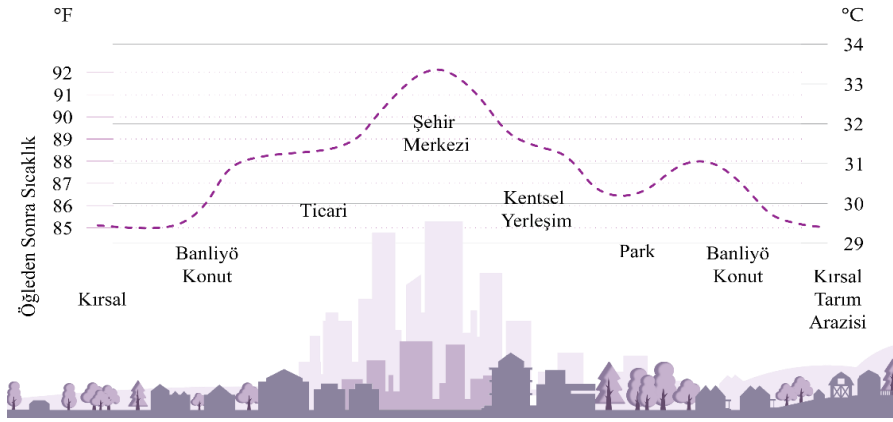
²¹ Akay, A, Kentsel Mekanlarda Oluşan Isı Adası Etkisinin Azaltılmasında Sürdürülebilir Peyzajın Öneminin Ankara Kenti Örneğinde Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1996.

²² Akay, A, Kentsel Mekanlarda Oluşan Isı Adası Etkisinin Azaltılmasında Sürdürülebilir Peyzajın Öneminin Ankara Kenti Örneğinde Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1996.

Düzgüneş, E, Bezirkan, M, Rekreatyonel Planlamalarda Biyoklimatik Konforun Önemi, European Conference On Science Art Culture (Ecsac), 18 - 21 Nisan 2019, 183-191.

²³ Streutker, D, R, A Study Of The Urban Heat Island Of Houston-Texas, Ph.D. Thesis, Rice University Department Of Physics And Astronomy, Houston, Texas, U.S.A., 2003.

Fan, H, Urbanization Of Mesoscale Models. Ph.D. Thesis, Tulane University Department Of Mechanical Engineering, N.O., U.S.A., 2004.



Şekil 5. EPA'ya Göre Kentsel Isı Adası Profili (EPA'dan geliştirilmiştir)²⁴

Ekolojik Ayak İzi ve Kent

Sanayi devrimi sonucu dünyanın hızlı gelişimi ile artan kaynak tüketimi, konforlu hayat isteği ve küresel ısınma sürdürülebilir bir dünya düzeninden uzaklaşılmasına neden olmuştur. Kullanılan fosil yakıtlar ile açığa çıkan karbondioksik, azotoksit, metan gibi sera gazlarının dünyayı zehirleyecek miktarlara ulaşması ile birlikte dünya alarm vermeye başlamıştır. Ülkelerin ve kentlerin öncelikli hedefleri arasında yer alan ekonomik kalkınma odaklı tüketim ve üretim olgusu da doğal kaynakların hızlı tükenmesine yol açmıştır.

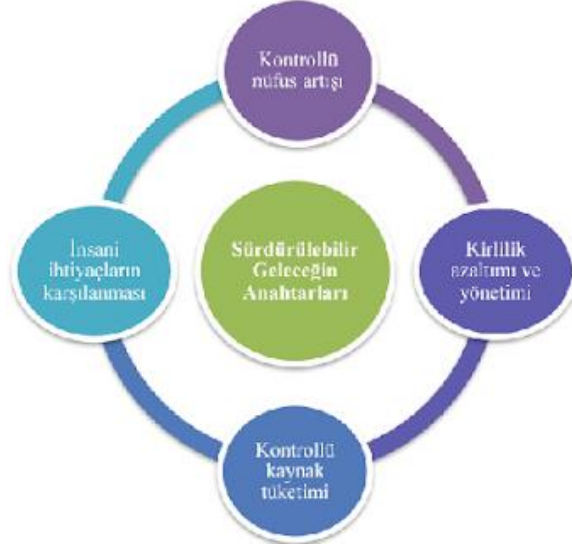
Küresel çapta artan sıcaklık, değişen iklim koşulları yönetimlerin bir araya gelerek bazı kararlar almasına sebep olmuştur. Öncelikli olarak salınan sera gazlarının azaltılması için belirli düzenlemeler getirilmiş daha sonra başta ülke ve kent bazında, daha sonra kişisel olarak karbon salınımı belirlenmeye çalışılmıştır.²⁵ Büyümenin Limitleri adlı raporda gıda ve yenilenemeyen kaynakların bilinçsiz tüketimi azaltılarak sürdürülebilir bir gelecek için gerekli olan temel koşullar belirtilmiştir. Rapora göre bu koşullar denetimli nüfus artışı, kirlilik azaltımı ve yönetimi, denetimli kaynak tüketimi ve insani ihtiyaçların karşılanmasıdır.²⁶ (Şekil 6).

²⁴ EPA, Learn About Heat Islands, United States Environmental Protection Agency, <https://www.epa.gov/heatislands/learn-about-heat-islands> ET: 11.03.2021).

²⁵ Kaypak, Ş, Ekolojik Ayak İzinden Çevre Barışına Bakmak, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 6 (1) 2013,154-159.

Tosunoğlu, B, T, Sürdürülebilir Küresel Refah Göstergesi Olarak Ekolojik Ayak İzi. Hak İş Uluslararası Emek Ve Toplum Dergisi, 3(5) 2014.

²⁶ Meadows, D, H, Meadows, D, L, Randers, J, Behrens, W, W, The Limits To Growth, New York, 102, 27, 1972.



Şekil 6. Sürdürülebilir Gelecek İçin Temel Koşullar²⁷

İnsan yaşamı boyunca üretim ve tüketimi nedeniyle dünyaya kalıcı bir iz bırakmaktadır. Bu iz, yaşam süresi boyunca ulaşım, ısınma, giyim, tüketilen gıda ve benzeri için kullanılmakta olan kaynaklar ve bunlardan kalan atıklar ile sürekli artmaktadır. Ancak, doğal kaynakların azalması göz önüne alındığında insan ihtiyaçlarının yenilenebilir doğal kaynaklarla karşılanması sürdürülebilirlik kavramı açısından giderek daha önemli hale gelmektedir.²⁸ Ekonomik büyüme ile doğal kaynaklar arasındaki organik bağın fark edilmesiyle çeşitli yöntem ve modeller geliştirilmiştir. Bunlardan birisi de Ekolojik Ayak İzidir.

Sürdürülebilir kalkınma ile birlikte gündeme gelen Ekolojik Ayak İzi, Mathis Wackernagel ve William Rees tarafından 1990'lı yılların başında British Columbia Üniversitesi'nde geliştirilmiştir.²⁹ Bir takım ölçüt ve

Paul, B, D, A History Of The Concept Of Sustainable Development: Literature Review, The Annals Of The University Of Oradea, 17(2), 2008, 581.

²⁷ Meadows, D, H, Meadows, D, L, Randers, J, Behrens, W, W, The Limits To Growth, New York, 102, 27, 1972.

²⁸ Han, E, Kaya, A, Kalkınma Ekonomisi, Teori ve Politika, Nobel Yayıncılık, 8. Baskı, Ankara, 2013.

²⁹ Wackernagel, M, Using 'Appropriated Carrying Capacity' as An Indicator: Measuring The Sustainability Of A Community, The Ubc Task Force On Healthy And Sustainable Communities, Ubc School Of Community And Regional Planning, Vancouver, 1991.

göstergelerle tüketilen kaynakların üretimi sırasında oluşan atığın bertarafı için gerekli toprak ve su alanını küresel hektar (kha) olarak ifade eden nicel bir veri kümesinden oluşmaktadır.³⁰ Toprak ve su alanları biyolojik açıdan verimli olan ormanlar ve balık avcılığı yapılan alanlardan oluşurken bu alanlara çöller, buzullar ve açık okyanuslar dahil değildir.³¹ Bununla beraber altyapı ve karbondioksitin emilimini sağlayacak bitki örtüsü için gerekli alanları da içermektedir.³²

Dünya, ülke, toplum ve bireyler yanında kentlerin ekolojik açıdan tutum ve davranışlarını ortaya koyan Ekolojik Ayak İzi kent ekosistemine hizmet eden kaynakların sürdürülebilirliğini sağlamaktadır. Kent üzerindeki insan odaklı baskı sonucu (arazi desenindeki değişim, arazi ve toprak kaybı, su kirliliği, nehir hızı akışındaki değişimler, küresel iklim değişimi) meydana gelen etkileri (biyolojik çeşitliliğin azalması, tür kaybı, insan sağlığının bozulması, ekonomi) basitçe ifade eden göstergelere sahiptir.³³ Bu kapsamda küresel ölçekte Küresel Ayak İzi Ağı oluşturulmuştur. Bu ağ her yıl 150'den fazla ülkenin biyolojik kapasite talebini ölçmekte ve Ulusal Ayak İzi Hesapları'nı yayımlamaktadır.³⁴

Ekolojik Ayak İzinin hesaplanması iki aşamadan oluşmaktadır. İlki tüketilen kaynaklar ile üretilen atıkların izlenmesi, diğeri ise üretilen

Wackernagel M., (1994), Ecological Footprint And Appropriated Carrying Capacity: A Tool For Planning Toward Sustainability, Doktora Tezi, University Of British Columbia.

Wackernagel, M, Rees W, Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact On The Earth, New Society Publishers, Philadelphia, 1998, 7-85.

Rees W, E, Ecological Footprints And Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves Out, Environment And Urbanization, 4(2), 1992, 121-130.

³⁰ Kuru, A, T, Tüketimin Ayak İzleri: Dünyaya Bakış, İktisat ve Toplum, Sayı 24, 2012, 13-19.

WWF, Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzi Raporu. Global Footprint Network. http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/Turkey_Ecological_Footprint_Report_Turkish.pdf, (ET: 13.06.2015).

³¹ Bowyer, J, Comparing The Ecological Footprints Of The U.S. And The E.U., Dovetail Partners, Inc, 2009.

³² Kuru, A, T, Tüketimin Ayak İzleri: Dünyaya Bakış, İktisat Ve Toplum, Sayı 24, 2012, 13-19.

³³ Hoekstra A, Y, Wiedmann T, O, Humanity's Unsustainable Environmental Footprint, Science, 344 (6188), 2014,1114-1117.

³⁴ Tosunoğlu, B, T, Sürdürülebilir Küresel Refah Göstergesi Olarak Ekolojik Ayak İzi. Hak İş Uluslararası Emek Ve Toplum Dergisi, 3(5) 2014.

atıkların bertarafı için gerekli olan biyolojik üretken alanın ölçümüdür.³⁵ Ekolojik ayak izi ulusal ölçek hesaplama (National Footprint Accounts) formülü şu şekildedir;³⁶

$$\text{Ekolojik Ayak İzi} = \text{Tüketim} \times \text{Üretim Alanı} \times \text{Nüfus}$$

Hesaplama yiyecek, barınma, ulaşım, enerji, tüketim mallar ve hizmet kategorileri incelenmektedir.

Ülkelerin büyüme hızı bu şekilde devam ettiği müddetçe 2030 yılında 2; 2050 yılında ise 2,8 gezegene insanoğlunun ihtiyacı olacaktır. 2020 itibariyle bu rakam 1,7'dir.³⁷ Öyle ki Türkiye'de kişi başına düşen ayak izi 2,7 (kha)'dır. Bu rakam ise dünya ortalamasının üstündedir.³⁸ Bu durum sürdürülemez bir orandır.³⁹

Ekolojik Ayak İzi altı bileşenden oluşmaktadır. Bunlar otlak ve orman alanı, balıkçılık sahası, tarım arazisi, yapılaşmış alan ve karbon ayak izidir.

- **Otlak ayak izi** tüketilen et, süt, deri, yün gibi hayvansal ürünlerin yetiştiriciliği yapmak için kullanılan otlak alanlardır. Bunun için hayvansal yemlerin miktarı ile bir yıl içindeki bütün hayvanlar için gerekli olan otlak alanlardan elde edilen yem miktarı karşılaştırılmaktadır.⁴⁰ Dünya genelinde kişi başı 0,21kha olan otlak ayak izinin toplam ayak izine oranı %11'dir.⁴¹

³⁵ Tosunoğlu, B, T, Sürdürülebilir Küresel Refah Göstergesi Olarak Ekolojik Ayak İzi. Hak İş Uluslararası Emek Ve Toplum Dergisi, 3(5) 2014.

³⁶ Tosunoğlu, B, T, Sürdürülebilir Küresel Refah Göstergesi Olarak Ekolojik Ayak İzi. Hak İş Uluslararası Emek Ve Toplum Dergisi, 3(5) 2014.

³⁷ Mızık E, T, Yiğit Avdan, Z, Sürdürülebilirliğin Temel Taşı: Ekolojik Ayak İzi. Doğ Afet Çev Derg, 6(2): 2020, 451-467.

³⁸ Kaypak, Ş, Ekolojik Ayak İzinden Çevre Barışına Bakmak, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 6 (1) 2013,154-159.

Tosunoğlu, B, T, Sürdürülebilir Küresel Refah Göstergesi Olarak Ekolojik Ayak İzi. Hak İş Uluslararası Emek Ve Toplum Dergisi, 3(5) 2014.

³⁹ San-Francisco, A, Sopenana, N, Fernandez J.M., Otegi J, R, Mınguez R., Analysis About The Incorporation Of Remanufacturing Concept Into Life Cycle Assessment Theorie, Journal Of Remanufacturing, 2020, 1-13.

⁴⁰ Kitzes, J, Peller A, Goldfinger S, Wackernagel M, Current Methods For Calculating National Ecological Footprint Accounts, Science for Environment & Sustainable Society, 4(1), 2007, 1-9.

⁴¹ WWF, Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzi Raporu. Global Footprint Network. http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/Turkey_Ecological_Footprint_Report_Turkish.pdf, (ET: 13.06.2015).

- Orman alanın ayak izi tüketilen orman ürünlerinin (kağıt, kereste, sanayi odunu, yakacak vb.) üretimi için gerekli olan ormanlık alanı ifade etmektedir. Küresel ölçekte toplam ayak izinin en büyük paya sahip üçüncü bileşenidir.⁴²
- Balıkçılık sahası ayak izi tüketilen balık ve deniz ürünlerinin yaşaması için gerekli deniz ve tatlı su alanını ifade etmektedir.
- Tarım arazisi ayak izi tüketilen gıda, yağ, buğday, pamuk, kauçuk, elyaf vb. ürünler için gerekli olan bitkilerin büyümesine yönelik gerekli tarım arazisidir. Dünya genelinde ve Türkiye’de en büyük ikinci ayak izi bileşenidir.⁴³
- Yapılmış alan ayak izi konut, ulaşım, endüstriyel ve enerji yapıları gibi ihtiyaçların karşılanması amacıyla gerekli olan alt ve üst yapı ile kaplı alanın yüzölçümünün hesaplanması ile elde edilmektedir.
- Karbon ayak izi kullanım sonucu ortaya çıkan karbondioksit salınım miktarının toplamıdır.

Ekolojik Ayak İzi’nin güçlü yönleri olduğu kadar zayıf yönleri de bulunmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Ekolojik Ayak İzi’nin Güçlü ve Zayıf Yönleri⁴⁴

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
Talebin ne ve hangi yönde kullanılacağı gerektiği konusunda sürdürülebilir bir yön tanımlamaktadır.	Yoksulluk gibi sosyo-ekonomik yönden incelemeler yapmamaktadır. Bu yönüyle sürdürülebilir kalkınma perspektifinin birçok önemli boyutundan yoksundur.
Bireyden başlayarak yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası ölçekte bu yöntem kullanılmaktadır.	Hesaplamalar karmaşıktır ve yöntemsel problemler bulunmaktadır.
Birçok bilim insanının dikkatini çektiğinden yöntem geliştirilebilir bir	Çok büyük ve nicel olarak fazla sayıda veriye ihtiyaç duyulduğundan verilere

⁴² Aras, B, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarındaki Gelişimin Türkiye’nin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkisi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 2021.

⁴³ Aras, B, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarındaki Gelişimin Türkiye’nin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkisi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 2021.

⁴⁴ Wilson, J, Anielski, M, Ecological Footprints Of Canadian Municipalities And Regions, Canada, Anielski Management Inc., 2005.

yöne sahiptir.

ulaşmakta güçlük çekilebilir.

Yaklaşımın faydalı birçok yönü kanıtlanmıştır.

Bozulma ve çevresel kalite konuları bu yaklaşımda değerlendirilmemektedir.

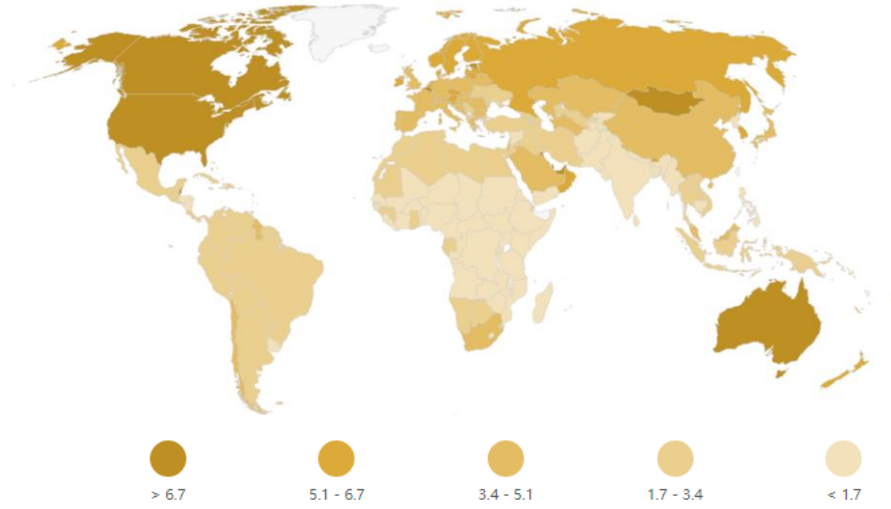
WWF'nin bu yaklaşımı kullanması yöntemin güçlülüğünü göstermektedir.

Enerji tüketimi konusunda alınabilecek önlemleri ve politikaları ön görememektedir.

Tüketimin alt boyutları gibi farklı kategorileri ortaya çıkararak potansiyelini genişletmemektedir.

Uygulama alanının ne kadar geniş bir kapsamda olacağı belirlenmemiştir.

Dünya kaynakları dahilinde yaşamak için, dünyanın Ekolojik Ayak İzi, şu anda 1,6 küresel hektar olan dünyada kişi başına mevcut biyolojik kapasiteye eşit olmalıdır. Yani bir ulusun kişi başına Ekolojik Ayak İzi 6.4 küresel hektar ise, vatandaşları dünyanın yenileyip atmosferde emebileceği kaynak ve atıkların dört katını talep ediyor demektir. Bu bağlamda ülke nüfusunda kişi başına düşen ekolojik ayak izine ait harita Şekil 7'de verilmektedir.



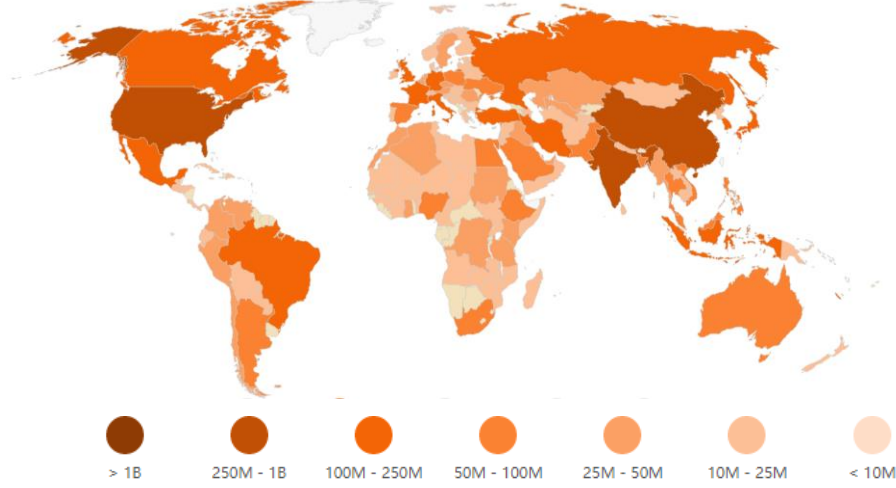
Şekil 7. Kişi Başına Düşen Ekolojik Ayak İzi (kha)⁴⁵

45

URL-4.

https://data.footprintnetwork.org/#/??_ga=2.234486556.385581548.1667468724-1299903505.1665991231 (ET: 13.03.2021).

Şekil 8’de ise ülke nüfusunun toplam ayak izi harita üzerinde gösterilmektedir.



Şekil 8. Ülke Nüfusunun Toplam Ayak İzi (kha)⁴⁶

Tartışma ve Sonuç

Hızlı nüfus artışı, insanların büyük kentlere göçünün yoğunlaşması, doğal kaynakların ekonomik kalkınma adına bilinçli/bilinçsizce kullanılması ve beraberinde tüketilmesi, yeşil alanların imara açılması, sera gazlarıyla sürekli biçimde kirletilmesi sonucu meydana gelen küresel ısınma ile kişi ve toplum sağlığının giderek bozulması gibi çeşitli sorunlar bir yandan kent ekosistemini diğer yandan da insanoğlunun yaşam kalitesini olumsuz olarak etkilemektedir. Tüketim ekonomisine dayalı günümüzde doğal kaynakların tüketim hızı daha da artarak kaynak değeri kendisini yenileyebilme aralığını tolere edememeye başlamıştır. Dolayısıyla kentleşmeye paralel olarak artan küresel ısınma ve çevresel sorunlar kentsel alanlarda Ekolojik Ayak İzinin etkilerinin incelenmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

İklim özelinde kentsel alanların Ekolojik Ayak İzinin tespiti kentin ekosisteme yaptığı baskının niceliksel olarak ortaya konulmasında önemli veriler sağlamaktadır. Bu durum kentte yaşayan bireyler üzerinde ekolojik farkındalığın geliştirilmesinde etkili bir rol oynamaktadır. Kentlerin ekolojik açıdan matematiksel olarak bilançosunu ortaya koyan Ekolojik Ayak İzi kaynak yönetimi noktasında veri sağlayarak doğal değerlerin devamlılığını

⁴⁶ URL-4.

https://data.footprintnetwork.org/#/?_ga=2.234486556.385581548.1667468724-1299903505.1665991231 (ET: 13.03.2021).

sağlayabilmektedir. Ekolojik Ayak İzini hesaplayan kentler ekolojik açıdan meydana gelen sorunların veya gelebilecek potansiyel risklerin çözümü noktasında önemli projeksiyonlar sunabilmektedir. Öyle ki WWF'in verilerine göre insanoğlu günümüzde 2 dünya varmış gibi yaşamaktadır.⁴⁷ Eğer bu şekilde devam ederse 2050 yılında 2,8 gezegene ihtiyaç olacaktır.⁴⁸

Sürdürülebilir kentler için ekolojik ayak izinin mutlaka küçültülmesi gerekmektedir. Kent içi seyahat şeklinin (yaya, bisiklet, özel araç, toplu taşıma vb.) doğa dostu olanları tercih edilmelidir. Ekolojik ayak izini azaltabilmek amacıyla fosil yakıtlara olan bağımlılığın yerine yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalıdır. Sucul alanların nitelik ve niceliği korunmalıdır. Koruma-kullanma dengesi gözetilerek doğal kaynak değerleri kullanılmalıdır. Nüfus artışı ekolojik ayak izini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Bu nedenle kontrolsüz nüfus artışının önüne geçilmelidir. Geri dönüşüm ve sıfır atık bilincinin toplumun her bireyine aktarılması için faaliyetler düzenlenmeli, politikalar geliştirilmelidir. Özellikle üretim için kullanılan doğada dönüşebilen ve çözünebilir maddeler kullanılarak karbon salınımı azaltılmalıdır. Ağır metal, toksik ve sentetik maddelerden kaçınılmalıdır. Bunun yerine organik olarak üretilen yerel ürünler daha çok kullanılmalıdır.

Yönetimler, doğal tarım, hayvancılığı desteklemeli ve bunların atık yönetimi ile birlikte sürdürülebilir hale gelmesine destek olmalıdır. Hükümetlerce yeşil politikalar üretilerek teşvik ve destek programları hazırlanmalıdır. Evsel ısınma ve soğutma amaçlı araç kullanımları minimum seviyeye düşürülmelidir. Özellikle klima kullanımı doğaya büyük oranda karbon salınımına sebep olmaktadır. Fosil ve diğer yakıtlar ile ısınma mümkün oranda kullanılmamalıdır. Bunun için kent içindeki tüm yapıların ısıya karşı dayanıklı ve geçirgen olmayan malzemelerden yapılması ve yalıtımının sağlanması gereklidir. Güneş ve rüzgarın verimli kullanımı ile hem ısınma hem soğutma işlemlerini büyük oranda çözebilecek sistemler kullanılmalıdır.

Her ağaç yılda ortalama 12kg, ömrü boyunca ise yaklaşık 1 ton CO₂ emilimi sağlamakta ve CO₂'yi O₂'ye dönüştürmektedir. Bu nedenle kent içi yeşil alanlar arttırılmalı, orman alanlarının bakımları yapılmalı ve koruma altına alınması sağlanmalıdır. Araçların, sanayi ve evsel bacaların karbon salınımını azaltmak için gerekli filtreleme önlemleri alınmalı ve karbon salınımı az olan kısmen daha temiz yakıtlar kullanılmalıdır.

⁴⁷ URL-5. https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/lpr_2022_tr_kck_.pdf (ET: 08.05.2021).

⁴⁸ Tosunoğlu, B, T, Sürdürülebilir Küresel Refah Göstergesi Olarak Ekolojik Ayak İzi. Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, 3(5) 2014.

Kaynakça

AKAY, A, *Kentsel Mekanlarda Oluşan Isı Adası Etkisinin Azaltılmasında Sürdürülebilir Peyzajın Öneminin Ankara Kenti Örneğinde Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1996.

AKMAN, Y, *İklim ve Biyoiklim*, Palme Yayınları, Ankara, 2011.

ARAS, B, *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarındaki Gelişimin Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkisi*, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 2021.

BEZİRKAN, M, *Trabzon Kenti'ndeki Farklı Rekreatif Alan Kullanımlarının Termal Konfor Açısından İncelenmesi*, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 2022.

BOWYER, J, *Comparing the Ecological Footprints of the U.S. and the E.U.*, Dovetail Partners, Inc, 2009.

ÇETİN, M, TOPAY, M, KAYA, L, G, YILMAZ, B, Biyoiklimsel Konforun Peyzaj Planlama Sürecindeki Etkinliği: Kütahya Örneği, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 2010, 83-95.

DOULOS, L, SANTAMOURIS, M, LIVADA, I, Passive Cooling Of Outdoor Urban Spaces. The Role of Materials, *Solar Energy*, 77, 2, 2004, 231-249.

DÜZGÜNEŞ, E, BEZİRKAN, M, Rekreatif Planlamalarda Biyoklimatik Konforun Önemi, *European Conference on Science Art Culture (ECSAC)*, 18 - 21 Nisan 2019, 183-191.

EPA, Learn About Heat Islands, United States Environmental Protection Agency, <https://www.epa.gov/heat-islands/learn-about-heat-islands> ET: 11.03.2021).

FAN, H, *Urbanization of Mesoscale Models*. Ph.D. thesis, Tulane University Department of Mechanical Engineering, N.O., U.S.A., 2004.

HARDY, J, T, *Climate Change: Causes, Effects, and Solutions*, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, England, 2003.

HAN, E, KAYA, A, *Kalkınma Ekonomisi, Teori ve Politika*, Nobel Yayıncılık, 8. Baskı, Ankara, 2013.

HASYIM, A, W, 2008. Urban Climate: Poor Land Use Management as a Factor On Urban Heat Island (UHI) A Case of Klojen Sub District in Malang City. *Urban Climate*, 2008,1:26.

HOEKSTRA A, Y, WIEDMANN T, O, Humanity's Unsustainable Environmental Footprint, *Science*, 344 (6188), 2014,1114-1117.

IPCC, *IPCC Climate Change 2014: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.), IPCC, Geneva, Switzerland, 2014.

JOHANSSON, E, *Urban Design and Outdoor Thermal Comfort in Warm Climates*, Ph.D. Thesis, Lund University, Printed in Sweden by Grahns Tryckeri AB, Lund, 2006.

KAYPAK, Ş, Ekolojik Ayak İzinden Çevre Barışına Bakmak, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 6 (1) 2013,154-159.

KITZES, J, PELLER A, GOLDFINGER S, WACKERNAGEL M, Current Methods for Calculating National Ecological Footprint Accounts, *Science for Environment & Sustainable Society*, 4(1), 2007, 1-9.

KORU, A, T, Tüketimin Ayak İzleri: Dünyaya Bakış, *İktisat ve Toplum*, Sayı 24, 2012, 13-19.

MCINERNEY, F, A, WING, S, L, The Paleocene-Eocene Thermal Maximum: A Perturbation of Carbon Cycle, Climate, and Biosphere with Implications For The Future, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 39, 2011, 489-516.

MEADOWS, D, H, MEADOWS, D, L, RANDERS, J, BEHRENS, W, W, *The Limits to growth*, New York, 102, 27, 1972.

MIZIK E, T, YİĞİT AVDAN, Z, Sürdürülebilirliğin Temel Taşı: Ekolojik Ayak İzi. *Doğ Afet Çev Derg*, 6(2): 2020, 451-467.

NASA, What's the difference between weather and climate? Global Climate Change. <https://climate.nasa.gov/faq/13/whats-the-difference-between-weather-and-climate/> (ET: 15.02.2021).

OKE, T, R, *Boundary Layer Climates*, Methuen & Co. Ltd., London, 1978.

OKE, T, R, Street Design and Urban Canopy Layer Climate, *Energy and Buildings*, 11, 1, 1988, 103-113.

OKE, T, R, Towards Better Scientific Communication in Urban Climate, *Theoretical and Applied Climatology*, 84,1-3, 2006, 179-190.

OLGYAY, V, *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*, U.S.A: Princeton Univ. Press, Ewing, New Jersey, 1963.

PAUL, B, D, A History Of The Concept Of Sustainable Development: Literature Review, *The Annals of The University of Oradea*, 17(2), 2008, 581.

PAULEIT, S, ENNOS, R, GOLDING, Y, Modeling the environmental impacts of urban land use and land cover change-a study in Merseyside, UK. *Landscape and Urban Planning*, 71, 2, 2005, 295-310.

PRIYADARSINI, R, HIEN, W, N, WAI DAVID, C, K, Microclimatic Modeling Of The Urban Thermal Environment Of Singapore To Mitigate Urban Heat Island, *Solar Energy*, 82, 8, 2008, 727-745.

REES W, E, Ecological Footprints And Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves Out, *Environment and Urbanization*, 4(2), 1992, 121-130.

REES W, E, Revisiting Carrying capacity: area-based indicators of sustainability, *Population and Environment*, 17(3), 1996, 195-215.

RUŽEVIČIUS, J, Ecological Footprint as an Indicator of Sustainable Development, *Economics and Management*, 2010, 15.

SAN-FRANCISCO, A, SOPELANA, N, FERNANDEZ J.M., OTEGI J, R, MINGUEZ R., Analysis About The Incorporation Of Remanufacturing Concept Into Life Cycle Assessment Theorie, *Journal of Remanufacturing*, 2020, 1-13.

STREUTKER, D, R, *A Study of the Urban Heat Island of Houston-Texas*, Ph.D. thesis, Rice University Department of Physics and Astronomy, Houston, Texas, U.S.A, 2003.

TOPAY, M, Yılmaz, B, Biyoklimatik Konfora Sahip Alanların Belirlenmesinde CBS'den Yararlanma Olanakları, Muğla ili örneği, 3. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildiri Kitabı*, İstanbul, 2004, 425-434.

TOSUNOĞLU, B, T, Sürdürülebilir Küresel Refah Göstergesi Olarak Ekolojik Ayak İzi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 3(5) 2014.

TOY, S, *Biyoklimatik Konfor Değerleri Bakımından Doğu Anadolu Bölgesi Rekreatyonel Alanlarının İncelenmesi*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2010.

TÜRKEŞ, M, *Klimatoloji ve Meteoroloji*, Kriter Yayın Evi, İstanbul, 2010.

URL-1. <http://geka.org.tr>, (ET: 20.01.2014).

URL-2.

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fcevreselegostergel.er.csb.gov.tr%2Fseragazi-emisyonlari-i85722&psig=AOvVaw3SHu0Zchub4ZLYvFkxm1X&ust=1667302105546000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjRxqFwoTCMDk0r-uivsCFQAAAAAdAAAAABAE> (ET: 20.05.2020).

URL-3, Special Report: Global Warming of 1.5 °C - Chapter 1: Framing and Context. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-1-pdf/> (ET: 13.03.2021).

URL-4.

https://data.footprintnetwork.org/#/??_ga=2.234486556.385581548.1667468724-1299903505.1665991231 (ET: 13.03.2021).

URL-5.

https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/lpr_2022_tr_kck_.pdf (ET: 08.05.2021).

WACKERNAGEL, M, *Using 'Appropriated Carrying Capacity' as an Indicator: Measuring The Sustainability of a Community*, The UBC Task Force On Healthy And Sustainable Communities, UBC School of Community and Regional Planning, Vancouver, 1991.

WACKERNAGEL, M, *Ecological Footprint And Appropriated Carrying Capacity: A Tool For Planning Toward Sustainability*, Doktora Tezi, University of British Columbia, 1994.

WACKERNAGEL, M, REES W, *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*, New Society Publishers, Philadelphia, 1998, 7-85.

WACKERNAGEL, M, *What We Use and What We Have: Ecological Footprint and Ecological Capacity. Redefining Progress*, San Francisco. <http://www.prosus.uio.no/english/susdev/tools/oslows/1.htm> (ET:10.01.2007).

WHITFORD, V, ENNOS, A, R, HANDLEY, J, F, *City Form And Natural Processes: Indicators For The Ecological Performance Of Urban Areas And Their Application To Merseyside, UK. Landsc Urban Plan*, 20, 2001, 91–103.

WILSON, J, ANIELSKI, M, *Ecological Footprints of Canadian Municipalities and Regions*, Canada, Anielski Management Inc., 2005.

YANG, F, LAU, S, Y, QIAN, F, Thermal Comfort Effects Of Urban Design Strategies İn High-Rise Urban Environments İn A Sub-Tropical Climate, *Architectural Science Review*, 54, 4, 2011, 285-304.

WWF, Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzi Raporu. Global Footprint Network. http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/Turkey_Ecological_Footprint_Report_Turkish.pdf, (ET: 13.06.2015).

ZHAO, C, FU, G, LIU, X, FU, F, Urban Planning İndicators, Morphology And Climate İndicators: A Case Study For A North-South Transect Of Beijing, China, *Building and Environment*, 46, 5, 2011, 1174–1183.

KARADENİZ'E KARA ADI VERİLMESİNDE ETKEN OLAN COĞRAFİK, METEOROLOJİK VE OŞİNOGRAFİK FAKTÖRLER

Coşkun ERÜZ*

Karadeniz'in Coğrafik, Oşinografik Özellikleri ve Işık Geçirgenliği

Karadeniz, Avrupa ile Asya arasında, Balkanların doğusunda, Kafkasların batısında ve Doğu Avrupa'nın güneyi ve Anadolu'nun kuzeyi arasında uzanan Akdeniz'e bağlantılı marjinal bir iç denizdir. Coğrafik olarak Türkiye, Bulgaristan, Gürcistan, Romanya, Rusya ve Ukrayna ile çevrilidir. Coğrafik olarak altı ülke ile çevrili olmasına karşın, yağış ve akarsu havzası Tuna, Dinyeper, Don, Rioni, Çoruh, Kızılırmak, Yeşilirmak havzaları başta olmak üzere Avrupadaki 23 ülkeyi kapsar. Antik çağdan günümüze balıkçılık, taşımacılık, askeri ve diğer faaliyetlerinde, deniz yüzeyi kadar, Karadeniz'e dökülen akarsularda kullanılmış olduğu için Karadeniz çok geniş bir beşeri coğrafyanın merkezi olmuştur. Karadeniz son buzul çağı sonrası (10-14.000yıl önce) eriyen buzullar nedeni ile yükselen okyanuslar ve Akdeniz'e bağlı olarak, Akdeniz sularının Marmara üzerinden İstanbul Boğazı yoluyla Karadeniz'e dolması sonrası tatlı su karakterli bir gölden acı su¹ karakterli bir denize dönüşmüştür.

436.400 km²'lik bir alana sahip Karadeniz, maksimum 2,212m derinliğe ve 547.000 km³ su hacmine sahiptir. Kuzey batı kıyıları harici kıyılar, Anadolu'da Karadeniz, doğuda Kafkaslar, Kırım ve batıda İstiranca dağları ile çevrili ve oldukça diktir (eğim %20-30). Karadeniz, İstanbul Boğazı aracılığıyla Marmara Denizine ve Çanakkale Boğazı aracılığıyla Akdeniz'e bağlanır².

Churilova vd. tarafından Karadeniz'de ışık geçirgenliği düzeyinin 30-40m arasında olduğu tespit edilmiştir³(Şekil 1). Bat vd. 1980'lerde, kıyı

* Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Müh. Bölümü, Trabzon, ceruz@ktu.edu.tr

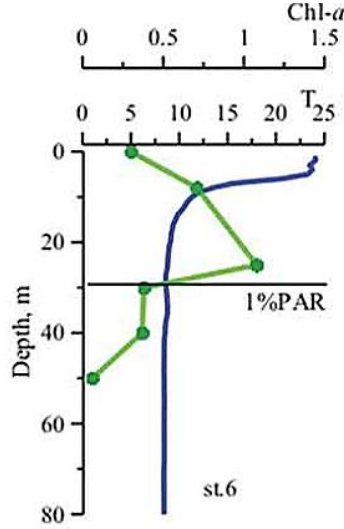
¹ Acı su: 0,5 ila 30 ppt arasında çözünmüş tuz içeren su.

² Temel Oğuz, Black Sea State Of Environment Report 2009-2014/5, http://www.blacksea-commission.org/Inf.andResources/Publications/SOE2014/#_SoE2014_Chapter1

³ T. Churilova, V. Suslin, H.M. Sosik, T. Efimova, N. Moiseeva, S. Moncheva, V. Mukhanov, O. Rylkova, O. Krivenko Phytoplankton light absorption in the deep

sularında ötrofikasyon- fitoplankton patlamaları, asılı partikül madde ve sedimentasyonun artmasına, şeffaflığın ve fotosentetik ışık yoğunluğunun (PAR) azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir.⁴ (Şekil 1 ve 2)

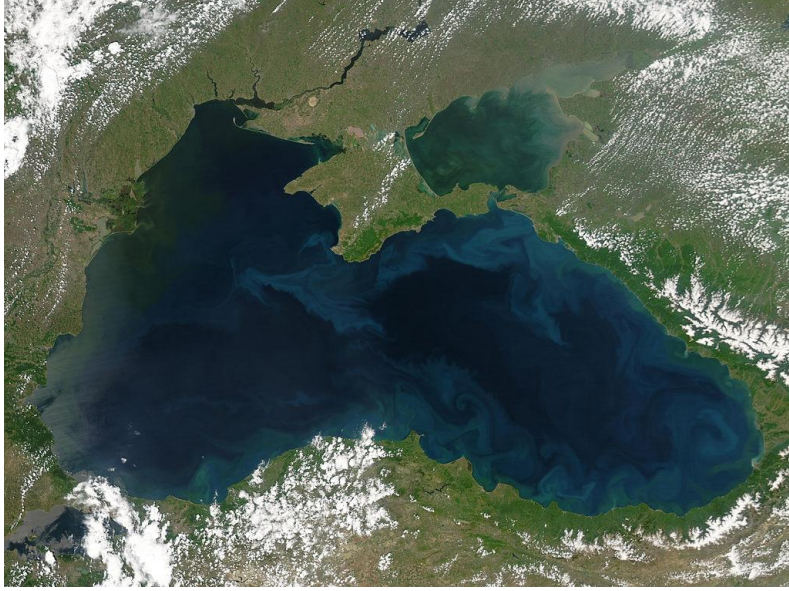
Bu durum Karadeniz'in, ışıklı tabakanın 200m ye kadar indiği Akdeniz ve diğer denizlere göre, doğası gereği 30m den sonrası görünmez, karanlıktır. Bu durum yukarıdan bakıldığında, kıyılarda dahi denizcilerin denizin dibini görememesine neden olur. Bu özellik antik çağda da günümüzde de benzerdir. Güneş ışığının yüzeyden derine (maksimum 30-40 m) nüfusu ve ışık yoğunluğunu etkileyen en önemli faktörler şu şekilde ifade edilebilir; Işık şiddeti ve açısının değişmesi (ışığın geliş açısı ve yoğunluğu mevsimsel olarak değişir), havanın açık ya da bulutlu oluşu (kapalı havalarda ışık yoğunluğu ve denize nüfusu azalır), üçüncü ve en önemli etken ise su içerisinde bulunan canlı (plankton, bakteri vd.) ve cansız (asılı bulunan inorganik ve organik partikül) parçacık maddelerdir. Partikül maddelerin yoğunluğu suya giren ışığı yansıtarak, kırarak yâda soğurarak yüzeyden derine ulaşmasına engel olur. Karadeniz yılın tamamında yoğun partikül madde barındırması nedeni ile ışık geçirgenliği her zaman düşük ve buna bağlı olarak diğer denizlere göre daha koyu renkte ve karanlık görünür.



Şekil 1. Karadeniz'de fotosentetik ışık Yoğunluğunun derinlikle değişimi⁴

chlorophyll maximum layer of the Black Sea ,Eur. J. Remote Sens., 52 (2019), pp. 123-136., s.127 (1996-2016 yılları arasında farklı dönemlerde yapılan ışık geçirgenliği ve fitoplanktonlar tarafından kullanılabilir ışık düzeyinin 30-40m arasında olduğu tespit edilmiştir)

⁴ Levent Bat ve ark. An overview of the Black Sea pollution in Turkey. 2018, s. 82,



Şekil 2. Karadeniz’de, Karadeniz’de siklonik ve antisiklonik kıyı girdapları ve merkezi akıntılara bağlı fitoplankton yoğunluğu ve sedimantasyon dağılımı⁵

Karadeniz’in Meteorolojik Özellikleri

Karadeniz, kıtasal orta enlem iklim bölgesinde yer alan Avrupa ve Asya kıtaları arası sınırdaki geniş bir su havzasıdır. Bu su havzası kıyılarındaki ülkelerin (Bulgaristan, Romanya, Ukrayna, Rusya, Gürcistan ve Türkiye) iklimi için önemli bir faktördür. Kuzeydeki açık ovalar, kışın Sibirya Yüksek basınç (Antisiklon) sisteminin güneye yayılımını mümkün kılar ve bu nedenle özellikle Karadeniz’in kuzeyinde sıklıkla ve zaman zaman tüm bölgede sert meteorolojik kış olayları görülür. Buna karşın, havzanın güney kıyıları, Akdeniz iklimi etkisi altındadır: Akdeniz siklonları bölgeden sıklıkla geçerek iklimi ılımanlaştırır veya ılıman hava koşullarına yol açar⁶.

Karadeniz’in mevsimsel iklim özellikleri, kalıcı Azor antisiklonları, Avrasya’nın (Sibirya) büyük kıta antisiklonu ve kuzey Afrika (Basra Alçak)

⁵ 25 Mayıs 2004, NASA görüntüsü

⁶ Mirna Matov, Elisavea Peneva, Vasko Galabov. Black Sea Freezing and Relation to the Winter Conditions in 2006–2021. Atmosphere 2022, 13, 974. s.1

ve tropikal Atlantik üzerindeki alçak basınç gibi ana basınç sistemlerinin hareketi ve gelişimi ile doğrudan ilişkilidir⁷

Karadeniz iklimi ve değişimi, Kuzey Atlantik salınımının işleyişinden, yılın tamamında kuzey Atlantik ve orta enlem hava kütleleri arasındaki etkileşimden, yaz dönemi Basra alçak basınç ve kış aylarında etkin Sibiryaya yüksek basınç sistemi ve buna bağlı hava kütlelerinden kaynaklanan iklim mekanizmalarının etkisi altındadır. Özellikle siklonik ve antisiklonik hava kültelerinin etkisi altında gelişen hava olayları, yerelde ani ve kararsız yağış, rüzgar ve basınç değişimine neden olurlar. Havzanın orta kesimlerinde olduğu kadar, hava akımlarının ilerleyişi önünde bariyer görevi gören Anadolu'nun Karadeniz sıradağları kıyılarında da, özellikle güneybatı Karadeniz'de şiddetli rüzgarlara ve buna bağlı kararsız ve güçlü dalgaların oluşmasına ve akıntıların şiddetlenmesine neden olur.

Deniz üzerindeki rüzgarların etkinliğine bağlı olarak, Karadeniz de büyük dalgalar çoğunlukla sonbahar ve kış aylarında gelişir. Havzada rüzgar hızı yönüne bağlı olarak 1-3 m yüksekliğindeki dalgalar hakimdir. Açık deniz alanlarında dalga yüksekliği 7 m'ye kadar ulaşabilir, şiddetli fırtınaların etkisi altında daha yüksek dalgalarda görülebilmektedir⁸.

Karadeniz ve kıyılarda özellikle sonbahar, kış ve ilkbahar dönemlerinde görülen şiddetli rüzgarlar, ani ve kararsız yağış ve mevsim geçişlerinde deniz seviyesinde uzun süre etkin olan sisin denizciliği etkileyen önemli meteorolojik etkenlerdir. Antik çağdan günümüze, pusula ve karadan yada yıldızlardan kerteriz alarak geminin yönünü ve yolunu bulmaya çalışan gemiler için, kapalı, sisli ve rüzgarlı havalar büyük tehdit idi. Kıyıları takip ederek gitmeye çalışan tekneler ani fırtınalar ve bunlara bağlı yüksek ve etkin dalgalar, güçlenen yüzey akıntıları nedeni ile manevra kabiliyetini kaybederek kıyılara, kayalıklara vurarak parçalanma riski altında idi. Aynı şekilde sis ve şiddetli yağış ile görüş mesafesinin aşırı düşmesi de, gemilerin rotadan çıkarak kıyılara sürüklenip zarar görmesine neden olmakta idi. Günümüzde dahi Batı Karadeniz Şile-Zonguldak arasında kıyılara yakın seyreden gemiler, fırtınalı havalarda manevra kabiliyetini kaybedip zarar görme ve de batma olayları yaşamaktadır.

⁷ Serafeim E.Poulos , The Mediterranean and Black Sea Marine System: An overview of its physico-geographic and oceanographic characteristics, Earth-Science Reviews, Volume 200, 2020,s.7.

⁸ Galina Surkova , Victor Arkhipkin and Alexander Kislov , Atmospheric circulation and storm events in the Black Sea and Caspian Sea, Cent. Eur. J. Geosci. • 5(4) • 2013 • 548-559- s.549

Karadeniz’de Denizcilik ve Karadeniz Adı ile İlgili Tarihsel Süreç

Karadeniz Kıyıları, ilk çağlardan bu yana kesintisiz yerleşime sahne olan bir coğrafyadır. Karadeniz’in konumu, önemli ticaret yollarının üzerinde bulunması, barındırdığı maden rezervleri ve orman kaynakları, zengin balık ve besinler bu bölgeyi eski çağlardan günümüze her zaman cazip hale getirmiştir. Kariyalılar ve Akalılar, korkmalarına rağmen hiç tanımadıkları bu denize açılmışlar, M.Ö.10. yüzyıldan itibaren Karadeniz’in Asya kıyılarında altın ve demir madenleri işletmişlerdir. Ayrıca Kilikyalı denizciler, korsanlık amacıyla Karadeniz’de dolaşmış ve söz konusu coğrafyadaki yerli halklarla ilişkiler kurmuşlardır⁹. Ege ve Akdeniz dünyasının denizci toplulukları kolonizasyon döneminden çok daha önce Karadeniz hakkında bilgi sahibi olmuş ve ulaşmayı başarmışlardır.

Helen tarihindeki “Büyük Kolonizasyon (MÖ 750-550)” döneminde Pontos Eukseinos (=Karadeniz) kıyılarında birçok koloni kurulmuştu. Ana geçim kaynağı denizcilik ve ticaret olan bu kolonilerin dış dünyaya açıldıkları birer limanları vardı. Başlangıçta bu liman kentlerinin, henüz Helen kültürüyle tanışmamış olan kıyı ardı ve Anadolu’nun iç bölgeleriyle iletişimi oldukça sınırlıydı¹⁰.

Karadeniz ve kıyıları, yetiştirilen tarım ürünlerinin çeşitliliği ve bolluğuyla, her dem yeşil ormanları, maden ocaklarından çıkarılan cevherlerin kalitesiyle ve iyi işlenmesiyle, kıyılarındaki balık endüstrisiyle ve sözü edilen ürünlerin dış piyasaya açılmasını sağlayan limanlarıyla antik dünyanın ticari pazarında önemli bir yere sahip idi. Fakat bölge yalnızca ekonomik avantajlarıyla değil, aynı zamanda denizin ters akıntılarıyla, fırtınalarıyla, kayalık ve demirlemeye imkân vermeyen kıyılarıyla ve kıyılarında yaşayan sert mizaçlı ve alışılmadık geleneklere sahip, Helen olmayan halklarıyla da kötü bir ün kazanmıştı¹¹. İon (Yunan) kolonizasyon hareketi sırasında Karadeniz ile doğrudan tanışan Hellenlerin, bu denizde seyahat etmeye uygun gemilerinin olmaması, sözü edilen denizin dev dalgaları, koylardan yoksun ve dik kayalık kıyıları, kestirilemeyen sert fırtınaları, adalarının ya da demirleme yapılabilecek doğal limanlarının yok

⁹ Esen Aktaş, Antik Çağda Doğu Karadeniz Bölgesi Kıyı Yerleşmeleri Ve Yerleşim Stratejileri, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Arkeoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2007, s. 9.

¹⁰ Kamil Doğanç, The Roads Connecting the Coast Cities of Pontus to Inland Regions in Antiquity, Tarih Okulu Dergisi (TOD) Şubat 2020 Yıl 13, Sayı XLIV, s. 145, <https://johschool.com/sayi/92730c57-9c37-4ee3-9227-c747c4bcc00f.pdf>,

¹¹ Mesun Kınacı, Antikçağda Pontos Bölgesi'nin Tarihi Coğrafyası, 2015, Cedrus III (2015) 181-229, s.182

denecek kadar az oluşu ve kıyılarda yaşayan halkların yabancılara düşmanca tavırları nedeniyle bu metaforun doğruluk payı bulunmaktaydı. Sözü edilen nedenlerden dolayı Hellenler Pontos'tan korkmuş ve onu misafir sevmeyen olarak adlandırmışlardır. Böylelikle bu denizin adı Aksenos Pontos (= Misafir Sevmeyen Deniz) olarak anılmaya başlanmıştır. Bu durum, gemi inşa teknolojisinde gelişmelerin yaşandığı M.Ö. VIII. yüzyıla kadar devam etmiştir⁸.

MÖ10. yüzyıllarda Akdenizli denizciler Karadeniz'e açılarak altın ve demir madenleri işletmiş, Karadeniz insanı ile temas kurmuştu. Karadeniz'de karşılaştıkları olumsuzluklardan etkilenen yabancı Helen denizciler Karadeniz'e, "dost sevmeyen deniz" anlamında "Pontos Aexeinos" demişlerdir. "Aexeinos"un Farsça bir kelime olan "karanlık, muzlim" gibi anlamlar içeren "Ahşæna"dan geldiği öngörülmektedir¹².

Antik çağda ticaret ve koloni kurma amaçlı olarak gelinen Karadeniz'e ilk açılan Grek (Yunan, Helen) ve diğer kavimlerin denizcileri tarafından, sahip olduğu yabancı ve tehlikeli topluluklar ve sahiller, kuvvetli akıntılar, görüşü engelleyen ve karanlık oluşturan sis ve bulutlar, korkunç fırtınalar, denizcilerin yaşadığı maceralar, Karadeniz ile ilgili mitolojik hikayelere dönüşerek, yazılı yada sözlü olarak, nesiller boyunca aktarılmak sureti ile günümüze ulaştı⁶. Öztürk, Diodorus Sicilus un İason yolculuğunu anlatırken Pontus Euxinos'un sahillerinin Axenios (yabancı düşmanı) adı verilen barbar halklarla dolu olduğunu, bunların kıyıya çıkan yabancılara katlettiğini bildirmişti¹³

Karadeniz'in adı, Yunanlılar tarafından; neredeyse tüm kıyılarının, keşfedilip kolonileşmeden nasibini aldığı süreçte "konuksever deniz" anlamına gelen Pontus Euxinus (Πόντος Εύξεινος) olarak değiştirilmiştir. Karadeniz'in "konuk sevmeyen" anlamındaki eski adını tam tersiyle değiştirerek kötü özelliklerinin de değişeceği umulmuş olunmalıdır. Bununla birlikte Euxinus adı, eski ad olan Axenus'u tam olarak unutturmamış, zaman zaman çeşitli yazarlarca eski ad anılmış, Karadeniz ve sahillerinin pek çok Yunanlı gemiciye mezar olmasından şikâyetçi olunmuştur¹¹

Eskiçağ'da Pontus Aexeinos sonra Pontus Euxinus denilen deniz Anadolu'daki Türk hâkimiyetinden itibaren Karadeniz adıyla anılmaya başlanmış ve bu ad diğer dillere de karanın "siyah" anlamında tercüme edilmesiyle Black Sea (İng.), Mer Noire (Fr.), Schwarze Meer (Alm.), Mare

¹² Hasan Kanpolat, Deniz Haber,2006, <https://www.denizhaber.com/karadenizin-degis-en-jeopolitigi>, s.1

¹³ Özhan Öztürk,. Pontus: Antik Çağ'dan Günümüze Karadeniz'in Etnik ve Siyasi Tarihi. Nika Yayınları. Ankara, 2016

Nero (İt.), Çernoje More (Rusça), Marea Neagra (Rumence) el-Bahrü'l-esved (Ar.) Bahr-i Siyah (Far.) şekillerinde girmiştir. Tuncel tarafından, adın başındaki kara kelimesinin, eski Türk dilinde renklerin aynı zamanda yön ifade etmeleri sebebiyle “kuzey” anlamında olduğu belirtilmiştir¹⁴.

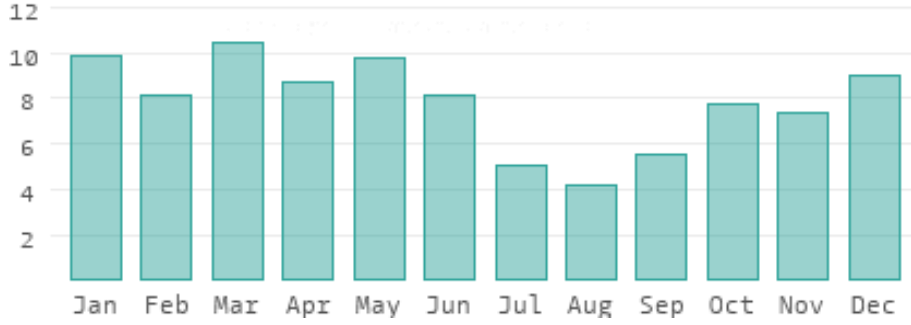
Trabzonlu rahip Bijişkyan'ın geçmişe dayalı olarak aktardığı bir rivayete göre, geçmişte Pontus(Karadeniz Bölgesi) çevresinde yaşamış Kimmer (Kimri, muhtemel İskit) halkı, siyah rengi sevinç sembolü saydığından Karadeniz'e bu adı vermişti¹⁵

Karadeniz'in Kara adıyla anılması ile ilgili hipotezlerden birisi de; Karadeniz'in toplam su kütlelerinin yaklaşık %86 sının, 150-200m den daha derin su kütlelerinin, anoksik (yüksek yapılı canlı yaşamayan oksijensiz) yapıda olması ve Karadeniz'in bu ismi, anoksikliğe neden olan, içindeki hidrojen sülfür yoğunluğundan dolayı aldığı yönündedir. Kara isminin verilmesi ile ilgili olması düşük ihtimal olmuş olsa da Karadeniz'de yüksek organik madde varlığı, dipte yoğun çürüme ve anoksikliğe bağlı olarak kil ağırlıklı zeminde sediment rengi ağırlıklı olarak siyahtır. Bu hipotezle bağlantılı olarak, suda boğulan insanlar, hayvanlar ve organik kökenli nesnelere anoksik tabakaya çökerek, çürümeye bağlı oluşan gazlar etkisiyle tekrar yüzeye çıkıp kıyıya vurduğunda, içine girdikleri çamur ve hidrojen sülfid gazı etkisi ile renginin karardığı veya siyah çamur kaplandığını yönündedir. Denizin dibinden çıkarılan yada kıyıya vuran kararmış nesnelere varlığı, bu öngörüye ortaya çıkarmış olmalıdır.

Meteorolojik koşulların, özellikle cephe sistemleri ve orografik etkiye bağlı ani ve şiddetli rüzgar ve yağışa, sise neden olduğu batı ve doğu Karadeniz kıyıları, çağlar boyunca gemicilerin korkarak sefer yaptığı denizler olmuştur. Yılın en az 1/3-2/3 ünde yağışlı(Şekil 3), dolayısı ile bulutlu ve kapalı bir havaya sahip olan Karadeniz'de güneş ışığının azalmasına bağlı olarak denizin rengi de ışık azlığından dolayı bulutlar gibi kararır. Özellikle soğuk cephe geçişi olan alanlarda, günün geceye geçişi gibi alacakaranlık olabilmekte, deniz hepten ışıksız karanlık bir su halini almaktadır.

¹⁴ Metin Tuncel, Karadeniz, İslam Ansiklopedisi, 24.cilt. s. 384-85, <https://islamansiklopedisi.org.tr/karadeniz>

¹⁵ Minas Bijişkyan, Pontos Tarihi ve Karadeniz Kıyıları Tarih ve Coğrafyası , 1998, S.16.



Şekil 3. Karadeniz de aylık ortalama yağış miktarları¹⁶

Antikçağ-ortaçağ gemicilerinin Karadeniz'i insan sevmez yâda kara deniz olarak anmalarının temelinde meteorolojik koşullara bağlı ışık, dalga ve akıntı durumunun etkin olduğunu söylemek, Karadeniz adındaki Kara adının kökenini ifade etmekte en doğru yaklaşım olacaktır.

Günümüzde de Karadeniz havzasında; hepsi Karadeniz anlamına gelen, Yunancada Maure (Mavro) Thalassa, Bulgarcada Çerno More, Romence Merea Negra, Ukraynaca Çerno More, Rusça Çerno More, Gürcüce Şavi Zğva adları kullanılmaktadır.

Karadeniz ne karadır, nede insan sevmeyen bir deniz değildir. Dünyanın en büyük oksijensiz su kütlesi, en kritik ve kırılğan ekosistemlerinden birisi ve en yüksek verimliliğe sahip denizlerden birisi olan Karadeniz, ne yazık ki Avrupa'nın en kirli denizidir. Kendine has akıntı sistemi, kendine has orta enlem iklimi, fırtınaları, yağış rejimi olan, birim alana göre dünyanın en fazla yağış ve tatlı su girdisi olan denizdir. Bilimsel kriterlere ve coğrafik özelliklere dayalı bilinçli bir denizcilik, koruma temelli balıkçılık ve ekonomik faaliyetler yapmak koşulu ile hem balıkçılık, hem denizcilik açısından son derece stratejik ve verimli bir denizdir Karadeniz.

Kaynaklar

AKTAŞ, Esen, Antik Çağda Doğu Karadeniz Bölgesi Kıyı Yerleşmeleri Ve Yerleşim Stratejileri, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Arkeoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2007, s. 9.

BAT, Levent, ÖZTEKİN, Ayşah, ŞAHİN Fatih, ARICI, Elif, ÖZSANDIKÇI, Uğur, An overview of the Black Sea pollution in Turkey. 2018, s. 82.

¹⁶ URL 1. https://www.worlddata.info/asia/turkey/climate-black-sea-region.php#google_vignette

BIJIŞKYAN, Minas, Pontos Tarihi ve Karadeniz Kıyıları Tarih ve Coğrafyası , 1998, S.16.

CHURILOVA, T., SUSLIN, V., SOSIK H.M., EFIMOVA, T., MOISEEVA, N., MONCHEVA, S., MUKHANOV, V., RYLKOVA, O., KRIVENKO, O., Phytoplankton light absorption in the deep chlorophyll maximum layer of the Black Sea ,Eur. J. Remote Sens., 52 (2019), ss. 123-136.

DOĞANCI, Kamil, The Roads Connecting the Coast Cities of Pontus to Inland Regions in Antiquity, Tarih Okulu Dergisi (TOD) , 2020, Yıl 13, Sayı XLIV, ss.129-156, s. 145.

KANPOLAT, Hasan, Deniz Haber,2006, <https://www.denizhaber.com/karadenizin-degisen-jeopolitigi>

KINACI, Mesut, Antikçağda Pontos Bölgesi'nin Tarihi Coğrafyası,2015, Cedrus III (2015), 181-229.

MATOV, Mirna, PENEVA, Elisavea, GALABOV, Vasko. Black Sea Freezing and Relation to the Winter Conditions in 2006–2021. Atmosphere, 2022, 13, 974.

ÖZTÜRK, Özhan,. Pontus: Antik Çağ'dan Günümüze Karadeniz'in Etnik ve Siyasi Tarihi. Nika Yayınları. 2016, Ankara.

OĞUZ , Temel, Black Sea State Of Environment Report 2009-2014/5, http://www.blacksea-commission.org/Inf.andResources/Publications/SOE2014/#_SoE2014_Chapter1

SERAFEIM, Poulos E.,The Mediterranean and Black Sea Marine System: An overview of its physico-geographic and oceanographic characteristics, Earth-Science Reviews,Volume 200, 2020.

SURKOVA, Galina, ARKHIPKIN, Victor and KISLOV, Alexander, Atmospheric circulation and storm events in the Black Sea and Caspian Sea, Cent. Eur. J. Geosci. • 5(4) • 2013 • 548-559, s.549

TUNCEL, Metin, Karadeniz, İslam Ansiklopedisi, 24.cilt. s. 384-85.

URL 1. https://www.worlddata.info/asia/turkey/climate-black-sea-region.php#google_vignette

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, ARILAR VE ARICILIK

Sevgi KOLAYLI*

Yakup KARA**

Giriş

Giderek artan dünya nüfusu, tarım alanlarının azalması, nükleer silahlar, endüstriyel atıklar, atmosfere yayılan karbon ve sera gazlarının artmasına, küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. İklim değişikliği başta biyoçeşitlilik olmak üzere tüm canlıları doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Bal arıları (*Apis mellifera*) tarımsal alanlardaki tozlaşmayı sağlayan en önemli böcekler olup, iklim değişikliğinden doğrudan veya dolaylı olarak etkilenirler. Bal arılarının fizyolojik döngüleri, kışlatma özellikleri, doğurganlıkları, beslenmeleri, nektar kaynakları gibi pek çok faktör iklim ve çevre kirliliğinden etkilenirler. Belli bir bölgenin iklim ve floral özelliklerine uyum sağlamış bal arıları, iklim değişikliklerinden doğrudan etkilenmektedir. Bunu ülkemize spesifik bir bal türü olan çam balı ile örnek ile açıklamak mümkündür. Dünya da en büyük çam balı üretimi Türkiye de yapılmaktadır. Bir salgı balı olan çam balı en fazla Ege bölgesinde ve daha az miktarda Akdeniz ve güney Marmara bölgesinde üretilmektedir. Bu bölgenin iklim özelliklerine uyum sağlamış *Marchalina hellenica* böceği, çam ağaçlarında yaşayan bir afittir. Ancak son zamanlarda küresel ısınma ile bölgedeki ani sıcaklık değişiklikleri, örneğin, kuraklık, yangınlar, seller böceğin habitatını önemli derecede etkilemekte olup, bunun sonucunda çam balı verimi ve kalitesi giderek azalmaktadır. Ayrıca böcek daha serin bölgelere Kuzeye doğru göç etmeye başlamış olup, son yıllarda Kuzey Marmara bölgesi çam ağaçlarına hücum etmektedirler. Kısacası, iklim değişikliği arı ve arı ürünleri olmak üzere pek çok alanda hayatımızı etkilemektedir.

İklim Değişikliği ve Küresel Isınma

Dünyadaki hızlı nüfus artışı ile artan yeme, içme, giyinme, barınma ve ısınma ihtiyaçlarından dolayı atmosfere salınan karbon kaynakları hızlı

* Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, skolayli@ktu.edu.tr

** Arş. Gör., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, yakupkara@ktu.edu.tr

bir şekilde artmaktadır.¹ 1700'lü yıllarda başlayan sanayi devrimi ile fosil yakıtlarının kullanımının artmasıyla küresel ısınma hayatımıza girmeye başlamıştır. Fosil yakıtlarının yanması ile atmosfere salınan çok farklı çeşitlilikte karbon, azot ve kükürt oksitlerinden oluşan gazlar sera gazları olarak adlandırılırlar. Güneşten gelen kısa dalga boylu ışınların yüzeye ulaştıktan sonra uzun dalga boylu ısı ışınları şeklinde atmosfere geri dönmesi ve atmosferde biriken sera gazları sebebiyle yüzeye gönderilmesi sonucunda oluşan etkiye sera etkisi denilmektedir.² Su buharı (H₂O), karbondioksit (CO₂), karbonmonoksit(CO), azot oksit gazları(N₂O, NO₂, NO₃ gibi), kükürt oksit gazları (SO₂, SO₃ vs), metan (CH₄), Ozon (O₃), hidroflorür karbonlar (HFCs), perfloro karbonlar (PFCs), sülfürhekza florid (SF₆) gazları birer sera gazlarıdır. Küresel ısınma sıcaklığın doğal ya da insan etkisiyle atmosferin dünya yüzeyine yakın kısımlarında artması olarak tanımlanır.

Fosil yakıtlarının kullanımı, tarımsal faaliyetler, artan nüfusa bağlı insan faaliyetleri nedeni ile atmosfere salınan gazlardaki kalitatif ve kantitatif artışlar son yüz yılda atmosferin sıcaklığını yaklaşık 1,0 °C artırmıştır. Duruma müdahale edilmez ise küresel ısınma hızlı bir şekilde artacak olup, 2050 yılında 1-3 °C daha artması beklenmektedir.³

Küresel ısınma ile ilk etapta buzulların erimesi, deniz su seviyesinin yükselmesi, ani sıcaklık değişimlerini takip eden mevsim değişiklikleri, sel ve fırtınalar şeklinde kendini göstermektedir. Giderek azalan tatlı su kaynakları, tarım alanlarının sular altında kalması ve kuraklıkla birlikte çölleşmeler doğanın dengesini bozmaktadır.

İklim değişikliğinin sebep olduğu en büyük zarar ekilebilir tarım alanlarının hızlı bir şekilde yok olması ve buna bağlı biyoçeşitliliğin azalmasıdır. Hayvansal ve bitkisel biyoçeşitliliğin birbiri ile olan ilişkisi düşünüldüğünde herhangi biri üzerinde oluşan değişimler diğer canlılıkları da etkisi altına almış olmaktadır.

İklim Değişikliğinin Bitki Florası Üzerine Etkileri

Küresel ısınma ile meydana gelen iklim değişiklikleri, canlıların hayat döngülerinde ciddi değişikliklere sebep olmaktadır. Sıcaklığın 1-2 °C artış göstermesi ekvatorial bölgede canlılığını sürdüren bitkiler için kutuplara

¹ Houghton, J. Global warming. *Reports on progress in physics*, 68(6), 1343, 2005. Change, P. C. Global warming of 1.5° C. *World Meteorological Organization: Geneva, Switzerland*, 2018.

² Aksay, C. S., Ketenoğlu, O., & Latif, K. U. R. T. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 1(25), 29-42, 2005

³ Topal, E., Özsoy, N., & Şahinler, N. Küresel Isınma ve Arıcılığın Geleceği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 2016

doğru bir harekete sebep olacaktır. Bunun sonucu olarak da ekosistemin coğrafi konumu ve yer yüzüne dağılışı farklılaşacak, yeni koşullara uyum sağlayamayan türler yok olacaktır. Türlerin değişmesi ile iklim değişikliği bağlantılı süreçler olup doğrudan etkileşim halindedir. Türkiye'ye baktığımızda dört iklimin yaşandığı bir coğrafya olması sebebi ile iklim değişikliğinden direk etkilenmesi kaçınılmazdır.⁴ Dünya çapında uygulanan bölgesel iklim değişim modellerine bakıldığında Türkiye'de Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerinin olası iklim değişikliğinden ilk etkilenecek bölgeler olabileceğini öne sürülmektedir.⁵ Kurak ve karasal iklimin etkili olduğu bölgeler ve su kaynakları açısından fakir olan bölgeler iklim değişimine karşı etkilenecek olan bölgeler olarak nitelendirilebilir.⁵ İklim değişikliği bu bölgelerde yapılan tarımsal ve ormanlık ekim/dikim süreçleri olumsuz etkileyecektir. Bunun yanı sıra sıcaklığın artması bu bölgelerde yangın riskini arttırmaktadır.

İklim Değişikliğinin Çam Florası Üzerine Etkileri

Önemli sera gazlarından olan CO₂'in yeryüzünde depolama alanları olarak atmosfer, kara biyosferi ve okyanuslardır. Karasal biyosfer denildiğinde akla ilk olarak ormanlar gelmektedir. Ormanlarda bulunan bitkiler CO₂'i özümseyerek fotosentezde kullanmak suretiyle depolamaktadır. Küresel karbonun ılıman, tropik ve iğne yapraklı ormanlarda depolanmalarına bakıldığında yarıya yakınının iğne yapraklı ormanlarda (Boreal) toplandığı görülmektedir. İğne yapraklı ormanlara bakıldığında çam florasına sahip ormanların olduğu görülmektedir. Çam ormanların düşük sıcaklığa ve yüksek rakıma sahip dağlık alanlarda dağılım yaptığı bilinmektedir.⁶ Türkiye'de ise özellikle yüksek rakımlı bölgelerde doğu ladinine (*Picea orientalis*) rastlanmaktadır.

Küresel ısınmanın etkilerinin hissedilebileceği en hassas biyomların başında boreal orman örtüsü gelmektedir.⁷ Çam ormanların Türkiye'deki önemli bir kısmını oluşturan doğu ladininin bulunduğu ormanlarda sıcaklık

⁴ Öztürk, K. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi. 22(1), 2002.

⁵ Giorgi, F., Lionello, P. Climate Change Projections for the Mediterranean Region. Global and Planetary Change. 63(2):90-104, 2008. Kapluhan, E. Türkiye'de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi. Marmara Coğrafya Dergisi. 27: 487-510, 2013.

⁶ Kılınç, M. ve H.G. Kutbay. Bitki Ekolojisi. Palme Yayıncılık, No: 275. Ankara, 2004.

⁷ Soja, A. J., Tchepakova, N. M., French, N. H., Flannigan, M. D., Shugart, H. H., Stocks, B. J., ... & Stackhouse Jr, P. W. Climate-induced boreal forest change: predictions versus current observations. Global and planetary change, 56(3-4), 274-296, 2007.

yıllık bazda ortalama 5-10 dereceyi bulmaktadır. Kış aylarında bu sıcaklık -20 dereceye kadar yaz aylarında ise 30 dereceye kadar çıkabilmektedir.⁸

Çam florasına sahip ormanlara küresel ısınmanın muhtemel etkileri şu şekilde sıralanabilir; orman yangınlarında artış, ağaç dağılımında ve yayılımında değişim, orman tür bileşiminde değişim ve zararlı böcek miktarında artış.⁹ Özellikle ilkim değişimi modelleri küresel ısınmanın sebep olduğu yangınlar nedeni ile çam ormanlarının azalacağı yönündedir. Bununla beraber böcek salgınlarının küresel ısınma ile artış gösterdiği bilinmekte ve bu durum çam ormanlarını olumsuz etkilemektedir.¹⁰ Küresel ısınmanın bir diğer etkisi de ağaçların büyüme hızlarıdır. Alaska'da ak ve kara ladin ormanlarında yapılan bir çalışmada küresel ısınmaya bağlı olarak oluşan kuraklık stresine bağlı olarak ak ladinde büyümeyi azaltıcı etki, kara ladinde ise büyümeyi arttırıcı etki yaptığı tespit edilmiştir.¹¹ Küresel ve ulusal çaptaki bu değişim çam florasını olumsuz etkileyecek ve çam florası üzerinden elde edilen başta çam balı gibi çıktılarda istenmeyen azalmalar söz konusu olabilecektir.

İklim Değişikliğinin Arı Irkları Üzerine Etkileri

Küresel ısınmanın bitkiler üzerine olumsuz etkileri olduğu gibi böceklere de davranışsal ve yaşamsal açıdan etki etmektedir. Küresel ısınmaya bağlı olarak sıcaklık ve nem miktarındaki artış böceklerin üreme ve gelişimini arttıracak, bunun sonucu olarak da yayılım bölgesinin artmasına

⁸ Erkuloğlu Ö. S., Doğu Ladini El Kitabı. Orm. Aaştırma Ens. Yayınları, Yayın No: 58, Bahçelievler, Ankara, 2001. Terzioğlu, S., Tüfekçioğlu, A., & Küçük, M. Vegetation and plant diversity of high-Altitude Mountains in eastern Karadeniz (Black Sea) region of Turkey and climate change interactions. In Climate change impacts on high-altitude ecosystems (ss. 383-408). Springer, Cham. 2015.

⁹ Soja, A. J., Tchebakova, N. M., French, N. H., Flannigan, M. D., Shugart, H. H., Stocks, B. J., ... & Stackhouse Jr, P. W. Climate-induced boreal forest change: predictions versus current observations. *Global and planetary change*, 56(3-4), 274-296, 2007.

¹⁰ Berg, E.E., Henry, J.D., Fastie, C.L., De Volder, A.D., Matsuoka, S.M., Spruce beetle outbreaks on the Kenai Peninsula, Alaska, and Kluane National Park and Reserve, Yukon Territory: relationship to summer temperatures and regional differences in disturbance regimes. *Forest Ecology and Management* 227 (3), 219–232, 2006.

¹¹ Soja, A. J., Tchebakova, N. M., French, N. H., Flannigan, M. D., Shugart, H. H., Stocks, B. J., ... & Stackhouse Jr, P. W. Climate-induced boreal forest change: predictions versus current observations. *Global and planetary change*, 56(3-4), 274-296, 2007.

sebepl olacaktır. Bu gelişmeler süregelen ekolojik döngüleri, çevresel faktörleri ve böceklerin toplumsal davranışlarını etkileyecektir.¹²

Küresel ısınmaya bağlı olarak iklim değişikliği sonucu bir bölgenin ekosisteminde bulunan böcek popülasyonu artabileceği gibi azalarak yeni istilacı türlerin artışına da sebep olabilir. İklim değişimine bağlı olarak bazı arı türlerinin yaşam döngülerini tamamlayamadığı ancak bazı türlerin (yaban arısı) ise döngülerini tamamlayarak değişen koşullara uyum sağlayabildiği görülmüştür.¹³

Küresel ısınma sonucu oluşabilecek iklim değişikliği bal arılarının davranış ve fizyolojilerinde önemli ölçüde etki gösterebilir. Bununla birlikte bazı arı türlerinin genetik yapısının değişen sıcaklık koşullarına karşı güçlü bir adaptasyona sahip olduğu bildirilmektedir.¹⁴ İnsanlık için önemli bir yere sahip olan bal arıları doğrudan sıcaklık değişiminden etkilenmese bile yayılım gösterdikleri alanlardaki bitki florasının değişmesi bal üretiminde azalmalara sebep olacaktır. Bitki florasında değişimlere ek olarak bitkilerdeki nektar kaynaklarında azalma da bal arısı türlerinin iklim değişikliğinden etkilenmesine sebep olacaktır. Aynı zamanda bal arılarının nektar kaynağı olarak kullandığı bu bitki florasının kalitesinde azalma olması arı kolonilerinin gelişimini ve hasat miktarını da olumsuz etkileyecektir. İklim değişikliği sonucunda bitki florasındaki azalma arı kolonilerini rekabete sürükleyecek, bunun sonucunda da kolonilerde göç zorunlu hale gelecektir. Buda hem kolonide azalmaya hem de koloninin davranışsal ve fizyolojik değişikliğe uğramasına sebep olacaktır.¹⁵

Ege bölgesinde yapılan bir çalışmada Muğla ekotipine ait ve İtalyan ekotipine ait bal arılarının yöre koşullarına uyumları, koloni gelişimi ve ürün verimlilikleri kıyaslandığı bildirilmektedir. İtalyan ekotipindeki bal arılarının uçuş etkinliği ve üretim veriminin yüksek olduğu bulunurken, Muğla ekotipinin bölgeye adaptasyonunun daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Muğla ekotipindeki bal arılarının adaptasyonunun yüksek olması bölgede çam balı üretimine daha yatkın tür olduklarını göstermektedir.

¹² Akbulut, S. Küresel Isınmanın Böcek Populasyonları Üzerine Muhtemel Etkileri. *Ekoloji*. 9(36): 25-27, 2000.

¹³ Fründ, J., Zieger, S.L., Tschardtke, T. Response Diversity of Wild Bees to Overwintering Temperatures. *Oecologia*. 173(4):1639-1648, 2013.

¹⁴ Şahin, M., Topal, E., Özsoy, N., & Altunoğlu, E. İklim değişikliğinin meyvecilik ve arıcılık üzerine etkileri. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2), 147-154, 2015.

¹⁵ Conte, Y., Navajas, M. Climate Change: Impact on HoneyBee Populations and Diseases. *Revue scientifique et technique International Office of Epizootics*. 27:485-97, 2008

Bal üretim mevsiminde yetişkin gelişimini arttırdıkları ve İtalyan ekotipine göre daha verimli bal üretimi yaptıkları bildirilmiştir.¹⁶ Orta Avrupa, İskandinav ve Akdeniz ülkeleri olmak üzere 11 ülkede yapılan 16 farklı genetik özelliğe sahip *Apis mellifera* türüne ait bal arılarının yıllık gelişimleri izlenmiş ve yavru popülasyonu kuzeyde daha düşük bulunurken güneyde ise yetişkin popülasyonunun düşük olduğu gözlenmiştir. Buda bize soğuk ilkimin olduğu ülkelerde yavru gelişiminin daha kısa kaldığını, sıcak iklim gösteren ülkelerdeki ise yetişkin arıların yaşam sürelerinin daha kısa olduğunu göstermektedir.¹⁷

Adaptasyon kabiliyeti yüksek olan bal arılarının, ülkelerin kalkınma projeleri kapsamında yeni türler ile değiştirilmesi veya karıştırılması yerel arı türlerinin geleceğini tehlikeye atmaktadır. Yeni türlerden ziyade yerel türün genetik modeller ve ıslah çalışmaları ile geliştirilmesi daha doğru bir karar olacaktır.¹⁸ Türkiye'nin Ege bölgesi koşullarında yapılan bir çalışmada iklim değişikliğinin bölgede bazı arı türlerinin yetiştirilmesine imkân vermediği ortaya konulmuştur.¹⁹

Küresel ısınmanın bir sonucu olarak bölgelerin bitki örtüsünde değişim veya azalma olmaktadır. Arıların yavrulama dönemlerinde yeterli çiçek ve nektara ulaşamaması yavruların gelişiminde olumsuz etki bırakacak ve kolonilerin azalmasına neden olabilecektir. Yapılan çalışmalarda yavru yetiştirme dönemlerinde yeterli kaynağa ulaşamadığını dile getiren arıcular bu dönemlerde ek beslenme yapılmasının zorunlu hale geldiğini dile getirmektedir.²⁰ Ek beslenmenin yapılmadığı durumlarda arıların strese maruz kaldığı ve koloniler arasında rekabetin ortaya çıktığı bildirilmiştir.

¹⁶ Yücel B, Kösoğlu M. Ege Bölgesi'nde Muğla Ekotipi ve İtalyan Melezi Bal Arılarının Kimi Performans Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması. Kafkas Univ. Vet Fak. Derg. 17 (6): 1025-1029, 2011.

¹⁷ Hatjina, F., Costa, C., Büchler, R., Uzunov, A., Drazic, M., Filipi, J., Kezic, N. Population Dynamics of European HoneyBee Genotypes Under Different Environmental Conditions. Journal of Apicultural Research. 53(2):233-247, 2014.

¹⁸ Zakour M K, Bienefeld K. Basic considerations in the development of breeding plans for honey bees, illustrated by data on the native Syrian honey bee (*Apis mellifera syriaca*). Journal of Apicultural Research, 53(2), 314-326, 2014.

¹⁹ Koç, A. U., Karacaoğlu, M. Kafkas (*A. m. caucasica*), İtalyan (*A. m. ligustica*) Irkları ve Anadolu Arısı Ege Ekotipi (*A. m. anatoliaca*) ile Bazı Melezlerinin Ege Bölgesi Koşullarında Koloni Gelişimleri. TRALLEIS. 1(1):28-35, 2012.

²⁰ Bekret, A., Çankaya, S., Silici, S. The Effects of Mixture of Plant Extracts and Oils are Added to Syrup on HoneyBee Colony Development and Honey Yield. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology. 3(6), 2015.

Buna ek olarak yeterli besin olmaması halinde yetişkin arıların gelecek jenerasyonu koruyabilmek adına kendilerini feda ettikleri görülmüştür.²¹

İklim değişikliği sonucunda bitkilerde çiçek tüp derinlikleri değişmekte ve bölgedeki arıların dil uzunlukları yeterli adaptasyonu sağlayamamış ise koloninin gelişimine ve bal üretimine olumsuz etki yapmaktadır. Alplerde yapılan bir çalışmada bombus türü arıların iklim değişikliği sonucu nektara ulaşmak için dil uzunluklarını kısaltarak adaptasyon geçirdiği bildirilmiştir. Uzun tüplü çiçeklerin bulunduğu bazı bölgelerde kısa dilli arıların yeterli nektara ulaşamaması sonucu strese girdiği yine bu çalışmada ortaya konulmuştur.²²

İklim değişikliğinin böcek popülasyonu üzerine etkilerini incelemek için Sgolastra vd. tarafından yapılan çalışmada erken kış modelinde arıların duraklama gelişim döneminde olumsuz sonuç alırken fiziksel gelişimlerinde önemli bir değişiklik olmadığı görülmüştür.²³ Geç kış modelinde ise orta kış modeline kıyasla daha fazla enerji kullanımı olduğu ve mortalitede artış olduğu gözlenmiştir. Özetle küresel ısınmanı hem bitki popülasyonu üzerinden hem de arıların genetik ve fizyolojik durumları üzerinden olumsuz etkileri olduğu görülmektedir.

Sonuç

Yaşadığımız bu dönemde insanlık kaynaklı sera etkisi ve buna bağlı gelişen küresel ısınmanın farkına varmalı ve bu konuda somut adımlar atılmalıdır. Doğanın insansız yaşayabileceği, ancak insanların doğasız yaşayamayacağı gerçeğini unutmamalı ve doğa ile olan etkileşim bu yönde şekillendirilmelidir. Küresel ısınma ile mücadelede öncelikli olarak CO₂ emisyonu azaltılmalı ve doğa ile olan denge korunmalıdır. Bununla beraber evrensel ve ulusal çapta gıda üretiminin tarımsal faaliyetlerdeki dengesizlik sonucu azalma riskinin olduğu unutulmamalıdır. Bitkilerde ve tarımsal üretimde polinasyonun iklim değişikliğinden büyük oranda etkilenmesi sonucu polinatörlerin görevlerini yeterli düzeyde yerine getiremeyeceği

²¹ Yücel, B. Çevresel Sorunların Bal Arıları Üzerine Etkileri. *Hasad*. 279:40-43, 2008. Hranitz, J.M., Barthell, J.F., Abramson, C.I., Brubaker, K.D., Wells, H. Stress Protein Responses in Honeybees: Is It Useful to Measure Stress Responses of Individual Bees in the Hive? *Uludag Bee Journal*. 2:60-71, 2009.

²² Miller-Struttman N E, Geib J C, Franklin J D, Kevan P G, Holdo R M, Ebert-May D, Galen C. Functional mismatch in a bumble bee pollination mutualism under climate change. *Science*, 349(6255), 1541-1544, 2015.

²³ Sgolastra, F., Kemp, W.P., Buckner, J.S., Pitts-Singer, T.L., Maini, S., Bosch, J. The Long Summer: Pre-Wintering Temperatures Affect Metabolic Expenditure and Winter Survival in a Solitary Bee. *Journal of insect physiology*. 57(12):1651-1659, 2011.

öngörülmektedir. Polinasyonda oluşabilecek aksaklıklar hem biyoçeşitlilik açısından hem de tarımsal üretimde büyük oranda verim kaybının olması sebebiyle önemli sorunlara neden olacaktır.

Flora takibi ve ani sıcaklık değişimleri nedeniyle arıların belirli dönemler de göç ettirilme zorunluluğu arıcılar için fazladan iş yükü ve maliyet olarak ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda arılarda yeterli besin kaynağına ulaşamaması koloni içinde strese sebep olmakta ve ana arı dahil sağlıklı kolonilerin oluşmasına neden olmaktadır. Küresel ısınmanın önüne geçilemediği durumda sadece bitkiler ve böcekler üzerinden olumsuz etki oluşmayacak aynı zamanda özellikle arıcılık sektöründe maliyetlerin artması ve kolonilerin sağlıklı olamaması sebebiyle ya üretim azalacak ya da ürünün değeri gereğinden fazla artacaktır.

Durum değerlendirildiğinde küresel ısınma pek çok alanda olduğu gibi zircirleme etkileşimlerle arı türlerini ve arıcılığı olumsuz etkilemektedir. Özellikle Türkiye gibi gezgin arıcılık yapılan ülkelerde küresel ısınmanın etkileri çok daha hızlı bir şekilde kendini göstermektedir. Bu bağlamda uluslararası düzeyde küresel ısınmanın etkenlerinin azaltılmasına yönelik çalışmalar arttırılmalı, adaptasyon kabiliyeti ve ürün verimliliği yüksek arı türlerinin ıslah stratejileri geliştirilmelidir.

Kaynakça

AKBULUT, S. (2000). Küresel Isınmanın Böcek Populasyonları Üzerine Muhtemel Etkileri. *Ekoloji*. 9(36): 25-27.

AKSAY, C. S., Ketenoğlu, O., & Latif, K. U. R. T. (2005). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 1(25), 29-42.

BEKRET, A., Çankaya, S., Silici, S. (2015). The Effects of Mixture of Plant Extracts and Oils are Added to Syrup on HoneyBee Colony Development and Honey Yield. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 3(6).

BERG, E.E., Henry, J.D., Fastie, C.L., De Volder, A.D., Matsuoka, S.M., (2006). Spruce beetle outbreaks on the Kenai Peninsula, Alaska, and Kluane National Park and Reserve, Yukon Territory: relationship to summer temperatures and regional differences in disturbance regimes. *Forest Ecology and Management* 227 (3), 219–232.

CHANGE, P. C. (2018). Global warming of 1.5° C. World Meteorological Organization: Geneva, Switzerland.

ERKULOĞLU Ö. S., (2001). *Doğu Ladini El Kitabı*. Orm. Aaştırma Ens. Yayınları, Yayın No: 58, Bahçelievler, Ankara.

FRÜND, J., Zieger, S.L., Tschardtke, T. (2013). Response Diversity of Wild Bees to Overwintering Temperatures. *Oecologia*. 173(4):1639-1648.

GIORGİ, F., Lionello, P. (2008). Climate Change Projections for the Mediterranean Region. *Global and Planetary Change*. 63(2):90-104.

HATJINA, F., Costa, C., Büchler, R., Uzunov, A., Drazic, M., Filipi, J., Kezic, N. (2014). Population Dynamics of European HoneyBee Genotypes Under Different Environmental Conditions. *Journal of Apicultural Research*. 53(2):233-247.

HOUGHTON, J. (2005). Global warming. *Reports on progress in physics*, 68(6), 1343.

Hranitz, J.M., Barthell, J.F., Abramson, C.I., Brubaker, K.D., Wells, H. (2009). Stress Protein Responses in Honeybees: Is It Useful to Measure Stress Responses of Individual Bees in the Hive? *Uludag Bee Journal*. 2:60-71.

KAPLUHAN, E. (2013). Türkiye’de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*. 27: 487-510.

KILINÇ, M. ve H.G. Kutbay. (2004). *Bitki Ekolojisi*. Palme Yayıncılık, No: 275. Ankara.

KOÇ, A. U., Karacaoğlu, M. (2012). Kafkas (*A. m. caucasica*), İtalyan (*A. m. ligustica*) Irkları ve Anadolu Arısı Ege Ekotipi (*A. m. anatoliaca*) ile Bazı Melezlerinin Ege Bölgesi Koşullarında Koloni Gelişimleri. *TRALLEIS*. 1(1):28-35.

LE CONTE, Y., Navajas, M. (2008). Climate Change: Impact on HoneyBee Populations and Diseases. *Revue scientifique et technique International Office of Epizootics*. 27:485-97.

MİLLER-STRUTTMANN N E, Geib J C, Franklin J D, Kevan P G, Holdo R M, Ebert-May D, Galen C. (2015). Functional mismatch in a bumble bee pollination mutualism under climate change. *Science*, 349(6255), 1541-1544.

ÖZTÜRK, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 22(1).

SGOLASTRA, F., Kemp, W.P., Buckner, J.S., Pitts-Singer, T.L., Maini, S., Bosch, J. (2011). The Long Summer: Pre-Wintering Temperatures Affect Metabolic Expenditure and Winter Survival in a Solitary Bee. *Journal of insect physiology*. 57(12):1651-1659.

SOJA, A. J., Tchebakova, N. M., French, N. H., Flannigan, M. D., Shugart, H. H., Stocks, B. J., ... & Stackhouse Jr, P. W. (2007). Climate-induced boreal forest change: predictions versus current observations. *Global and planetary change*, 56(3-4), 274-296.

ŞAHİN, M., Topal, E., Özsoy, N., & Altunoğlu, E. (2015). İklim değişikliğinin meyvecilik ve arıcılık üzerine etkileri. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2), 147-154.

TERZİOĞLU, S., Tüfekçioğlu, A., & Küçük, M. (2015). Vegetation and plant diversity of high-Altitude Mountains in eastern Karadeniz (Black Sea) region of Turkey and climate change interactions. In *Climate change impacts on high-altitude ecosystems* (ss. 383-408). Springer, Cham.

TOPAL, E., Özsoy, N., & Şahinler, N. (2016). Küresel Isınma ve Arıcılığın Geleceği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1).

YÜCEL B, Kösoğlu M. (2011). Ege Bölgesi'nde Muğla Ekotipi ve İtalyan Melezi Bal Arılarının Kimi Performans Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması. *Kafkas Univ. Vet Fak. Derg.* 17 (6): 1025-1029.

YÜCEL, B. (2008). Çevresel Sorunların Bal Arıları Üzerine Etkileri. *Hasad*. 279:40-43.

ZAKOUR M K, Bienefeld K. (2014). Basic considerations in the development of breeding plans for honey bees, illustrated by data on the native Syrian honey bee (*Apis mellifera syriaca*). *Journal of Apicultural Research*, 53(2), 314-326.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ'NİN TÜRKİYE'NİN ANTARKTİKA POLİTİKASINA ETKİSİ

Kadriye KOYUNCU*

İsmail KÖSE**

Giriş

Küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkileri özellikle 19. yy. da sanayileşmenin etkisi ile daha fazla hissedilmeye başlanmıştır. Yerkürenin jeolojik tarihine bakıldığında çeşitli dönemlerde iklim değişikliklerinin meydana geldiği, bazı dönemlerde soğuma ve ısınmaların yaşandığı bilinmektedir. Ancak bu dönemler tamamen doğal süreç sonucu, insan etkisi olmadan meydana gelmiştir.¹ İnsanlığın ilerlemesi ile birlikte 19. yy.'da sanayi devrimi ortaya çıkmış, insanlığın doğaya ve iklime müdahalesi başlamıştır. Sanayileşme ile birlikte atmosfere salınan karbondioksit ve sera gazları son yüzyılda karşı karşıya kalınan küresel ısınmanın başlıca nedenlerindedir. Atmosferin kendi doğal sera etkisinin yanında endüstriyel faaliyetlerden kaynaklı Karbondioksit ve sera gazı emisyonları, ozon tabakasını inceltmektedir.²

Dünyanın şekli ve atmosfer hareketleri nedeniyle iklim değişikliğinin etkilerinin belirgin olarak ilk ortaya çıktığı alanlar kuzey ve güney kutbudur. Nitekim kutuplardaki buzulların her 10 yılda ortalama %8 oranında eridiği bilinmektedir.³ Her ne kadar bu durum dünyanın ekolojik dengesi üzerinde olumsuz etkilerde bulunsa da, küresel ısınmaya bağlı olarak buzulların erimesi dünya deniz taşımacılığı konusunda yeni fırsatları da ortaya çıkartmaktadır. Özellikle Kuzey Kutup Dairesi tepe noktası Arktik

* Yüksek Lisans Öğrencisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Uluslararası İlişkiler Bölümü. kadriyekoyuncu107@gmail.com.

** Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi Uluslararası İlişkiler Bölümü, ismailkose@hotmai.com

¹ ErnestoPino-Cortés vd., "The Black Carbon dispersion in the Southern Hemisphere and its Transport and Fate to Antarctica, an Anthropocene Evidence for Climate Change Policies", *Science of Total Environment*, Sayı 778, 2021, s. 1-3.

² İsmail Köse, "İklim Değişikliği Müzakereleri: Türkiye'nin Paris Anlaşması'nı İmza Süreci", *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, Cilt 9, Sayı. 1, 2018, s. 55.

³ Atilla Çetiner ve Mehmet Akif Sankaya, "Buzullar ve İklim Değişikliği", *Türkiye de iklim değişikliği ve sürdürülebilir enerji*, Ed. Volkan Ediger, A4 Ofset, İstanbul: 2013, s. 44.

bölgesindeki buzulların giderek erimesi sonucu yeni deniz rotaların ortaya çıkacağı ve bu rotaların öncekilere oranla hem zaman hem de maliyet bakımından daha avantajlı olacağı düşünülmektedir.⁴ Benzer şekilde Antarktika Kıtası da küresel ısınma nedeniyle her yıl buzul kaybı yaşamaktadır. Araştırmalar, mevcut koşulların devamı halinde yaklaşık 80 sene sonra, 2100 yılı dolaylarında Antarktika'daki sıcaklığın dört derece artacağını saptamıştır.⁵ Küresel iklim değişikliğinin Antarktika kıtasındaki etkileri sadece buzulların eriyip dünyanın su rezervlerinin serbest kalması ile sınırlı değildir. Antarktika deniz kaynakları ve buzullarında milyonlarca yıldır muhafaza edilen su potansiyelinin geleceğin su ve gıda güvencesi olmasının yanında çeşitli bilim alanları için çok sayıda yaşamsal alternatifte sahip bir çalışma alanı olma özelliğini taşımaktadır. Antarktika jeofizik, biyoloji, uzay bilimleri gibi alanlar için doğal bir laboratuvar niteliğindedir.⁶

Her iki kutup noktası Arktik ve Antarktika'daki atmosferik olaylar tüm küresel sistemi etkilemektedir. Buzul, okyanus, flora ve fauna arasındaki büyük ölçekli etkileşimler, geribildirimler, biyokimyasal döngüler, derin okyanus sirkülasyonu, ısının, nemin ve kirleticilerin atmosferik taşınması, büyük kitleler halinde buz kütlesi dengelerindeki değişiklikler etkilerin en dikkat çekenleridir.⁷ Bütün bunlara ek olarak Antarktika, gerek buz tabakasında gerekse kara tortullarında paleo-çevresel bilgi açısından zengin bir havuzdur.⁸ Bu yönüyle denebilir ki Antarktika dünyanın iklim tarihine açılan bir kapıdır ve aynı zamanda dünya üzerindeki yaşamsal faaliyetlerin devamı için ikamesi güç önemi bulunmaktadır. Antarktika'nın buzulları bu günkü hızla erimeye devam ederse ileriki yıllarda dünyanın yaklaşık 70 metre yükseltiye kadar sular altında kalacağı öngörülmektedir.⁹ Söz konusu durum deniz seviyesine yakın kara parçaları üzerinde kurulmuş ülkeler için risk faktörü büyük tehditler oluşturmaktadır. Küresel iklim değişikliğinin Antarktika üzerindeki etkilerinin yaşamsal sonuçları doğal olarak küresel aktörlerin dikkatlerini güney kutup dairesine yoğunlaştırmıştır.

⁴ Susan Joy Hassol and Robert W. Corell, "Arctic Climate Impact Assessment", *Avoiding Dangerous Climate Change*, (ed.) Hans Joachim Schellnhuber, Cambridge University Press, Cambridge: 2006, s. 205-206.

⁵ Nicholas R. Golledge vd., "Global Environmental Consequences of Twenty-First-Century Ice-Sheet Melt", *Nature*, Sayı 566, 2019, s. 65.

⁶ *Antarktika Antlaşması*, 2022, <https://www.mfa.gov.tr/antarktika-antlasmasi.tr.mfa>, (ET: 29. 10. 2022).

⁷ Gunter Weller and Manfred Lange, "Antarctica and Global Change Research", *Advancing Earth and Space Science*, Cilt 11, Sayı 73, 1992, s. 116.

⁸ Weller ve Lange, s. 116.

⁹ Neloy Khare, "Assessing the Antarctic Environment from a Climate Change Perspective, an Integrated Approach", *Springer Charm*, Switzerland, 2022, s. 10.

Devletlerin ve uluslararası kamuoyunun ilgisi 19. yy.'a kadar uzansa da daha öncesinde Antarktika'nın varlığına dair çeşitli fikirler ortaya atılmıştır. Antik Yunan'da MÖ 600-300 yılları arasında yaşayan filozoflar dünyanın denge ve simetri üzerine inşa edildiği varsayımlarına dayanak olarak Antarktika'nın varlığına işaret eden görüşler ileri sürmüşlerdir. Bu fikre göre dünyanın kuzeyindeki en uç noktasında bulunan buzul bölgesi, dünyanın güneyindeki en uç noktasında da bulunmaktadır.¹⁰ Osmanlı Devleti Klasik Çağı'nda Derya Sancak Beyi görevinde bulunan Türk Kartograf Piri Reis'in günümüze yarısı ulaşabilen haritasında Antarktika kıtasının tasvir edildiği bilinmektedir.¹¹ Antarktika'nın resmi olarak keşfedilişi, Piri Reis'ten iki buçuk asır sonra, 28 Ocak 1820 yılında Fabian Gottlieb von Bellingshausen, Edward Bransfield, Nathaniel Palmer ve beraberindeki mürettebatın Antarktika'yı görmesiyle başlamıştır. Bu keşiften 20 sene sonra 1840 yılında Amerika Birleşik Devletleri (ABD) donanmasının Wilkes'e ulaşması sonrasında 1900'lü yıllara kadar Amerika ve Avrupa'dan çok sayıda görevli, maceracı ve kaşif vatandaşı oldukları devletlerin desteğinde kıtayı keşfe yönelik seferler düzenlemişlerdir.¹² Bu çalışmada Türk dış politika karar alıcılarının Antarktika'ya yönelik uzun süreli ilgisizliği ve son dönemdeki ilgi değişimi iklim değişikliği kapsamında irdelenecektir.

İklim Değişikliğinin Antarktika Kıtası Üzerindeki Etkileri

Yeni Kıta Antarktika'nın keşfi uluslararası aktör devletlerin egemenlik hak iddialarını da beraberinde getirmiştir. On dokuzuncu yüzyılın başlarından itibaren Arjantin, Avustralya, Fransa, Şili, Norveç, İngiltere ve Yeni Zelanda kıta üzerinde çeşitli egemenlik iddialarında bulunmuşlardır. Coğrafi yakınlık ve keşif seferleri söz konusu iddialara genelde kaynaklık etmiştir.¹³ Yirminci yüzyılın ortalarına kadar devam eden bu durum 1959 yılında iddia sahibi yedi devlet ve ABD, Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği (SSCB), Japonya, Belçika ve Güney Afrika'nın bir araya gelerek Antarktika Antlaşmasını imzalamasıyla son bulmuştur. Antlaşma Antarktika'nın doğal muhafazasını ve bilimsel çalışmaların yürütülmesini

¹⁰ Ahmet Civanoglu, "Türk Dış Politikasında Yeni Yönelimler: Antarktika'da Türk Araştırma Üssü Kurulması ve Kıtanın Geleceği Hakkında Öngörüler", *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 2019, s. 29.

¹¹ Muazzez İlmiye Çığ, "Piri Reis'in Haritası Üzerinde Amerika'da Yapılan Geniş ve Derin Çalışmaları İçeren Kitap'ın Türkçe Özeti", *Bellekten*, 1992, Sayı 56, 216, s. 415.

¹² Banu Cantekin, *Antarktika Kıtası 28 Ocak 1820'de Keşfedildi*, <https://www.iienstitu.com/blog/antarktika-kitasi-kesfedildi>, (ET: 25.10.2022).

¹³ Abdülkadir Akıl, "Uluslararası Hukuk Çerçevesinde İnsanlığın Ortak Mirası Olarak Antarktika", *Erciyes Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, Cilt 16, Sayı 2, 2021, s. 363.

esas alırken herhangi bir egemenlik iddialarını da dondurmıştır.¹⁴ Bu antlaşma daha sonra üç ilave antlaşma ile genişleyerek Antarktika Antlaşmalar Sistemini oluşturmuştur. Bu antlaşmalar, 1972 tarihli “Antarktika Ayı Balıklarının Koruma Sözleşmesi” (CCAS); 1980 tarihli “Deniz Canlı Kaynaklarının Korunması Hususunda Sözleşme” (CCAMLR); ve 1991 tarihli “Antarktika Antlaşması Çevre Koruma Protokolü (Madrid Protokolü)”dür.¹⁵

Antarktika hakkında mevcut olan veya planlanan birçok program bulunmaktadır. Antarktika Araştırmaları Bilimsel Komitesi (SCAR), Antarktika bölgesindeki bilimsel çalışmaları başlatmak geliştirmek ve koordine etmekle görevlidir.¹⁶ Bunun yanında Antarktika, küresel değişim çalışmaları açısından Uluslararası Jeosfer-Biyosfer Programı (IGBP) ve Dünya İklim Araştırmaları Programı (WCRP) nezdinde oldukça kritik bir öneme sahiptir. Ayrıca Antarktika Antlaşmalar Sistemi bünyesinde oluşturulan Antarktika Koruma Alanları adı altında üç tür koruma alanı belirlenmiştir. Bunlar: Antarktika Özel Koruma Alanları (ASPA), Antarktika Özel Olarak Yönetilen Alanlar (ASMA) ve Tarihi Yerler ve Anıtlar (HSM)’dir.¹⁷ Antarktika ile ilgili son yüzyılda yoğunlaşan çalışma ve girişimlere karşın Antarktika’yı ilk haritalandıran kartograf bir Türk olmasına rağmen Türkiye’nin kutba ilgisi oldukça geç kalarak son on yıllarda rutin uygulamaların dışına çıkmıştır. Gecikmenin çeşitli nedenleri mevcuttur.

Antarktika ile ilgili gelişmeleri takip eden bilim insanları görüşlerini dönemlerindeki hükümetlere iletmişler fakat istenilen, gerekli destek ve ilgiyi çekmeyi başarmamışlardır.¹⁸ Türkiye’nin Antarktika’ya yönelik ilk girişimi 1995 yılında Antarktika Antlaşmasını imzalaması ile başlamıştır.¹⁹ Bu tarihten sonra Türk bilim insanları Antarktika’ya giderek çeşitli bilimsel faaliyetlerde bulunmuşlardır. Bu çalışmaların ilki 1959 yılında Atok

¹⁴ Kemal Başlar, “Antarktika Antlaşmalar Sistemi (1961-2001): 40 Yılım Ardından Antarktika’nın Hukuki Rejimi”, *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, Cilt 52, 2003, s. 77-99.

¹⁵ *Antarktika Antlaşması, 2022*, <https://www.mfa.gov.tr/antarktika-antlasmasi.tr.mfa> (ET: 29.10.2022).

¹⁶ *Welcome to The Scientific Committee on Antarctic Research*, <https://www.scar.org/>, (ET: 24.10.2022).

¹⁷ Weller and Lange, s. 116.

¹⁸ Nesrin Algan, “Türkiye’nin Antarktika Antlaşmasına Taraf Olma Süreci”, *Antarktika’da Türk Araştırma Üssü Kurulması Çalıştayı*, 30 Nisan 2013, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, İstanbul: 2013, s. 1-4.

¹⁹ *Antarktika Antlaşması, 2022*, <https://www.mfa.gov.tr/antarktika-antlasmasi.tr.mfa> (ET: 29.10.2022)

Karaali'nin Antarktika'yı ziyaretidir. Karaali döneminde ileri bir adım olan bu çalışmada Antarktika'da iyonosferik fizik çalışmaları yapmıştır. Ardından Ümran İnan Antarktika'nın üst atmosferi ile ilgili bilimsel araştırmalar gerçekleştirmiştir. Uzun bir aradan sonra Sertap Tilav 1990 ve 1991 yıllarında Antarktika'da bilimsel çalışmalarda bulunmuştur. Türk bilim insanlarının Antarktika kıtasında yaptıkları çalışmalardan dolayı bazı bölgelere Türk bilim insanlarının adı verilmiştir (Karaali Kayalıkları, İnan Tepesi, Tilav Buz yalağı).²⁰ Tilav'ın araştırmalarının dört yıl ertesinde, 1995 senesinde Türkiye Antarktika Antlaşması'na taraf olmuştur.

Taraf olma kararına karşın, dikkat çekici şekilde 2013 yılına kadar dünyada ilginin hızla arttığı Antarktika'ya yönelik herhangi bir girişimde bulunulmamıştır. Söz konusu politikada iklim değişikliği müzakerelerinin de etkisiyle değişime gidilmiş, 2013 yılı itibariyle toplantılarına katılım sağlanıp, 2017 yılında Cumhurbaşkanlığı himayesinde I. Ulusal Antarktika Bilim Seferi düzenlenmiştir.²¹ Bu seferin ardından Antarktika'da bir bilim üssü kurmak için bilim seferlerine TAE I, TAE II, TAE III ve TAE IV seferleriyle devam edilmiştir.²² Antarktika dünyanın el değmemiş en doğal ve temiz bölgesi olması açısından da önem taşımaktadır. Buna karşın dünyada hızla etkisini arttıran küresel iklim değişikliği olumsuz etkilerini Antarktika Kıtasında da göstermektedir. Antarktika'daki atmosfer hareketleri, buz tabakası, okyanus yapısı, fauna ve flora içerisinde meydana gelen etkileşimler, değişimler, olası gelişmeler ve biyo-jeokimyasal döngüler tüm küresel sistemi etkilemektedir. Bu etkiler çoğunlukla ısının, nemin ve çeşitli kirleticilerin taşınması ve buzul kütlelerinin hacim ve konumundaki değişimler olarak görülmektedir. Ayrıca Antarktika'nın buz tabakaları, okyanus ve kara tortulları özellikle paleo-çevresel bilgi havuzu olma bakımından önemlidir.²³ Yapılan inceleme ve ölçümlerde giderek artan sera gazları etkisi nedeniyle 2100 yılına gelindiğinde Antarktika'daki sıcaklığın yaklaşık 4 derece artacağı saptanmıştır.²⁴ Bütün bunlara ek olarak Antarktika siyah karbon salınımlarından da etkilenmektedir. Siyah karbonlar Antarktika'nın atmosferinde birikmekte, birikme kalıcı olamamakla birlikte Güney Yarımküre ülkelerinden yayılan kontrolsüz emisyonlar siyah

²⁰ Başar, s. 210.

²¹ Lerna K. Yanık ve H. Emrah Karaoğuz, "Science and Flags: Deconstructing Turkey's Antarctic Strategy", *Third World Quarterly*, Cilt 42, Sayı 8, 2021, s. 1662.

²² Başar, s. 211.

²³ Weller and Lange, s. 116.

²⁴ Kevin A. Hughes vd., "Developing resilience to climate change impacts in Antarctica: An evaluation of Antarctic Treaty System protected area policy", *Environmental Science and Policy*, Sayı 124, 2021, s. 12.

karbonların Antarktika'ya taşınmasını arttırabilmektedir.²⁵ Söz konusu durum kriyosfer ve dünyanın radyasyon dengesini etkileyerek küresel ısınmanın etkisini arttırmaktadır. Bütün bu Türkiye dahil gelişmekte olan ülkeleri yüksek risk derecesinde olumsuz etkileme potansiyeline sahip olumsuzlukların azaltılabilmesi için Güney Yarım Küre'deki orman yangınlarına karşı uygulamaya yönelik sıkı tedbirlerin alınması, etkili kamu politikaları ve önleyici tedbirler geliştirilmesi gerekmektedir.²⁶

Küresel iklim değişikliğinin büyük çoğunluğunun insan eliyle meydana gelmesi Antarktika'da insan etkisini de öne çıkarmaktadır. Burada özellikle gemi enkazları gibi akut-kronik kirliliklere ek bölgede artan turizm faaliyetleri önemli ölçüde rol oynamaktadır. Örneğin Antarktika'da 2019-2020 yaz sezonunda Kovid 19 pandemisi nedeniyle turizm faaliyetlerinde azalma olmasına rağmen 74.401 kişinin kıtayı ziyaret etmesiyle turizm endüstrisinde önemli ölçüde genişleme görülmüştür. Turizm faaliyetlerinin fosil yakıtların yakılmasına bağlı olduğu ve bu faaliyetlerin kıtanın çoğunluğunun bulunduğu buzsuz alanlarda gerçekleştirildiği düşünüldüğünde, Antarktika'ya doğrudan insan eliyle verilen zararın büyüklüğü anlaşılmaktadır. Antarktika Antlaşması Çevre Koruma Protokolüne rağmen kıtanın biyolojik toplulukları ve türleri insan etkilerinden zarar görmüş ve yerlerinden edilmiştir.²⁷

İklim değişikliği Antarktika'da orta yüzey sıcaklıklarının ve toprak ıslaklığının artmasına, buzsuz alanların genişlemesine neden olmuş, bu da artan insan faaliyetlerine bağlı olarak yeni türlerin ortaya çıkma olasılığını arttırmış ve doğal kolonizasyon olaylarına neden olmuştur. Bunun yanında iklim değişikliği Antarktika'daki deniz buzulu mevsimin öngörülebilirliği ve süresinde de değişikliklere neden olmaktadır. Bu durum kıtada yaşayan penguen türlerinin besin kaynaklarına ulaşımını ve üreme habitatlarını etkilemiş durumdadır.²⁸ Küresel iklim değişikliği ve sera gazlarının ozon tabakasının delinmesine neden olduğu bilinmektedir. Buna karşın ozon tabakasındaki deliğin Antarktika'yı küresel ısınmanın etkilerinden bir dereceye kadar koruduğu da belirtilmektedir. Ozon tabakasındaki boşluk Güney Okyanusu ve çevresindeki batı rüzgarlarının gücünü artırarak ısının Antarktika'ya taşınmasını azaltmıştır. Böylece Antarktika Kıtası artan sera gazı konsantrasyonlarından bir dereceye kadar korunmuştur. Ancak ozon boşluğunun yer değiştirmesi ya da iyileşmesi durumunda ısınma etkilerinin

²⁵ Cortes, s. 1-8.

²⁶ Cortes, s. 1-2.

²⁷ Hughes vd., s. 13.

²⁸ P. N. Trathan vd., "Managing Fishery Development in Sensitive Ecosystems: Identifying Penguin Habitat Use to Direct Management In Antarctica.", *Ecosphere*, Cilt 9, Sayı 8, 2018, s. 1-18.

artacağı, buna bağlı olarak sera gazı konsantrasyonlarının artmaya devam edeceği bilinmektedir. Bu durumda Antarktika üzerinde küresel ısınmanın olumsuz etkilerinin artması kaçınılmazdır.²⁹

Antarktika'da meydana gelebilecek ısı artışlarının yağış oranlarını %30 oranında artırarak deniz buzu boyutunun yine %30 oranında azalacağı tahmin edilmektedir. Bu tür bir gelişme neticesinde Orta ve Kuzey Antarktika'daki buzsuz alanların oranında yaklaşık üç katı kadar bir artış gerçekleşecektir. Bu tür bir gelişmenin Antarktika'da bulunan biyolojik topluluklar üzerinde büyük etkileri olabileceği gibi kıtanın kıyı bölgelerindeki buzulların da geri çekilmesine neden olması kaçınılmazdır.³⁰

Antarktika'nın doğallığını korumak için atılan birçok uluslararası ölçekteki adıma dikkat çekmekte yarar vardır. Antarktika Antlaşması ile başlayan süreçte birbirini tamamlayıcı antlaşma, protokol yayımlanmış, kıtayı korumak için çeşitli adımlar atılmıştır. Ancak yukarıda belirtilenlerden de anlaşılacağı üzere atılan bunca adıma ve farkındalık çalışmalarına rağmen Antarktika'nın buzulları her geçen gün erimeye devam etmekte, kıta faunası tehditlerle karşı karşıya kalabilmektedir. Öyle ki Antarktika Antlaşması'nın Çevre Koruma Protokolü'ne rağmen kıtadaki biyolojik varlıklar ve türler insan etkilerinden zarar görüp, yerlerinden edilmiştir.³¹ Özellikle son dönemde artış gösteren turizm faaliyetleri dikkat çekicidir. Zira dünyanın doğrudan iklim yapısına etki edebilecek bir kıtanın kontrolsüz turizm faaliyetleri ile zarar görmesi, tahribata uğraması, doğal yaşam alanlarını olumsuz etkilemesi iklim değişikliği kadar olmasa da ciddi bir sorundur.

Türkiye'nin Yeni Antarktika Politikası: İklim Değişikliği ve Antarktika'ya Yönelik Uluslararası Girişimler

Antarktika Kıtasıyla ilgili en önemli girişimlerden birisi Antarktika Antlaşmasıdır. Söz konusu Antlaşma 1959 yılında Arjantin, Avustralya, Fransa, Şili, Norveç, İngiltere, Yeni Zelanda, ABD, SSCB, Japonya, Belçika ve Güney Afrika tarafından Washington'da imzalanmış ve 1961 yılında yürürlüğe girmiştir. Antlaşmanın temel hedefleri: Antarktika'nın sadece barışçıl amaçlarla kullanılması, nükleer silahların yerleştirilmesi, askeri deneylerin yasaklanması, mevcut veya potansiyel egemenlik iddialarının dondurulması ve yeni egemenlik iddialarının tanınmayacak olması şeklinde

²⁹ Hughes vd., s. 13.

³⁰ Hughes vd., s. 13.

³¹ Bernard Coetzee ve Steven L. Chown, "A Meta-Analysis of Human Disturbance Impacts on Antarctic Wildlife: Human Disturbance Impacts on Antarctic Wildlife", *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, Cilt 91, Sayı 3, 2015, s. 1-19.

ifade edilmiştir.³² Antlaşma sonrasında Antarktika Fokları Sözleşmesi, Antarktika Deniz Canlı Kaynaklarını Koruma Sözleşmesi (CCAMLR) ve Antarktika Antlaşması Çevre Koruma Protokolü'nün (Madrid Protokolü) eklenmesiyle Antarktika Antlaşmalar Sistemi ortaya çıkmıştır.³³

Antarktika Antlaşmalar sisteminin yanında kıtaya yönelik bilimsel faaliyetlerin yürütülebilmesi için Antarktika Araştırmaları Bilimsel Komitesi (SCAR) faaliyete sokulmuştur. SCAR, Güney Okyanusu da dahil olmak üzere Antarktika bölgesinin dünya sistemindeki rolü hakkında uluslararası bilimsel araştırmaları başlatmak, geliştirmek ve koordine etmek görevlerini yürütmektedir. SCAR ayrıca Antarktika Antlaşması Danışma Toplantıları ve BM İklim Değişikliği Konferansı (UNFCCC), Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) gibi kuruluşlara nesnel ve bağımsız tavsiyelerde bulunmaktadır.³⁴

SCAR'ın son yayımladığı ve politika önerilerini de içeren raporda Antarktika Antlaşmasına taraf devletler ve Antlaşmanın gözlemcilerinin Paris İklim Antlaşması'nın en azından ulusal olarak belirlenen katkılarını yerine getirmelerinin gerekliliklerini, hükümetlerine ve sivil topluma iletmesi gerektiği belirtilmiştir. Burada ulusal bazdaki katkılardan kasıt her ülkenin kendi sera gazı emisyonlarını azaltma hedefleridir. Aynı zamanda Antarktika ve Güney Okyanusu'nun son 200 yıldır bilinen durumuna yakın bir durumda korunmasını sağlamak ve ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasını sağlamaya yardımcı olmak da hedefler arasında yer almaktadır.³⁵ Aynı şekilde IPCC'nin, "İklim Değişikliği 2022: İklim Değişikliğinin Azaltılması" adlı raporunda uluslararası çevresel ve sektörel anlaşmalar, düşük sera gazı emisyon yatırımlarını teşvik ettiklerini ve dolayısıyla emisyonları azaltmaya yardımcı olduklarını belirtilmiştir. Ozon tabakasının incilmesi ve sınır aşan hava kirliliğinin önlenmesine yönelik anlaşmaların da küresel ısınmanın azaltılmasına katkıda bulunduğu saptaması raporda yer almaktadır. Raporda ticaret kurallarının azaltım politikalarının uluslararası olarak benimsenmesinin teşvik edebilme potansiyelinin olduğu belirtilmekle birlikte ülkelerin ticaretle ilgili iklim

³² Başlar, "Antarktika Antlaşmalar Sistemi...", s. 80-81.

³³ *Antarktika Antlaşması, 2022*, <https://www.mfa.gov.tr/antarktika-antlasmasi.tr.mfa>, (ET: 29.10.2022).

³⁴ *What is SCAR?*, <https://www.scar.org/about-us/scar-overview/>, (ET: 21.10.2022).

³⁵ Steven L. Chown vd., "Antarctic Climate Change and the Environment: A Decadal Synopsis and Recommendations for Action.", *Scientific Committee on Antarctic Research*, Chambridge: 2022, s. 10-12.

politikaları belirleme yeteneklerini de sınırlayabileceği belirtilmiştir.³⁶ Türkiye dahil uluslararası aktörlerin Antarktika ve iklim değişikliğiyle mücadele politikalarının iç içe geçmiş bir şekilde birbiriyle ilintili olduğu görülmektedir.

Antarktika özelinde uluslararası alanda gerçekleştirilen girişimler dünya iklim politikaları için yaşamsal önemdedir. Zira Antarktika'nın korunması için atılan adımlar salt Antarktika'yı etkilememektedir. Esasında Antarktika'yı korumak, dünyayı iklim değişikliğine karşı korumak için yapılacak çalışmaların ana unsurlarından birisidir. Bu saptamayı destekler şekilde iklimi ve çevreyi korumak da Antarktika'yı korumak anlamına gelmektedir. Yukarıda da ifade edildiği üzere iklim değişikliği salt bir bölgede gerçekleşen bir olay değildir ve uluslararası işbirliğiyle oluşturulmuş politikalara ihtiyaç vardır. Son dönemde Türkiye'nin Antarktika'ya yönelen yoğun ilgisi ve 2021 yılı Ekim ayında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın görev yapısıyla organizasyonel şemasına iklimin de eklenerek Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı olarak yeniden yapılandırılması Türkiye'nin yeni Antarktika politikasını tamamlayıcı bir adım olmuştur.³⁷

İklim değişikliği küresel bir sorundur buna karşın Antarktika'ya ve küresel iklim değişikliğine yönelik uluslararası alanda atılan adımların yapıcılığı ve uygulama iradesi tartışmalıdır. Zira devletler bazen kendi ulusal ve ekonomik çıkarları doğrultusunda küresel ısınma gibi bir gerçeği görmezden gelebilmektedirler. Örneğin dünya ekonomi devi ABD, Donald Trump döneminde Paris İklim Antlaşması'ndan çekilmiştir. ABD'nin antlaşmadan çekilmesi sadece süper güç konumundaki bir devletin uluslararası bir anlaşmadan çekilmesi olarak görülmemelidir. ABD aynı zamanda çevre kirliliğinde en çok payı bulunan ülkeler arasındadır. Bu nedenle söz konusu karar ulusal ve ekonomik çıkarların çevre bilincinin önüne geçmesinin bir göstergesidir.³⁸ Antarktika ile ilgilenen diğer uluslararası aktör Avrupa Birliği'dir (AB). AB, sürdürülebilir kalkınma

³⁶ Priyadarshi R. Shukla vd., "Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change Summary for Policy Makers", *Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2022, s. 52.

³⁷ Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın Tarihçesi, <https://csb.gov.tr/tarihcemiz-i-7012>, (ET: 28.10.2022).

³⁸ Ayfer Deliktaş, "Küresel İklim değişikliği Konusunda Amerikan Yaklaşımı", *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt 6, Sayı 9, 2021, s. 309-322.

çerçevesinde ekonomik büyümeyi sağlarken aynı zamanda sera gazı emisyonlarını azaltma hedefini Yeşil Mutabakatta tartışmaktadır.³⁹

İklim değişikliği konusunda ilk uluslararası adım olan Kyoto Protokolüne (1997) ABD ve Avustralya katılmamış, Çin ve Japonya, Hindistan gibi ülkeler ise sera gazı emisyonunda herhangi bir azaltmaya gitmeyeceklerini bildirmişlerdir.⁴⁰ Bunun yanında Rusya, Japonya, Yeni Zelanda ve Kanada protokolden çekilmek istemişlerdir. Dolayısıyla sera gazı salınımlarının %85 gibi hemen hemen tamama yakın yükseklikte bir oranından sorumlu olan ülkeler emisyon hacimlerinin azaltılması çalışmaları aktif olarak rol almak istememektedirler.⁴¹ Söz konusu politikalar bu devletlerin herhangi bir sorumluluk almamalarına neden olmuştur. Belirtilen nedenlerle küresel iklim değişikliği ve Antarktika özelinde atılmak istenen duyarlı adımların verimliliğinde istenilen optimal düzey yakalanamamakta, iklim değişikliğinin olumsuz etkileri küresel zarar verme durumunu sürdürmektedir. Gelişmekte olan bir ülke olan Türkiye yeni Antarktika politikasındaki ileri pozisyon alma siyasetini iklim değişikliği ile mücadelede de sürdürmekte, Kıta ile ilgili antlaşmalara aktif katılım sağlanmaktadır.

Antarktika Antlaşmalar sistemini oluşturan devletlerin ilk keşif dönemi sonrasında Kıta üzerinde egemenlik iddialarında bulunmuş olmaları günümüz politikalarında göz görülmeven fakat varlığı hissedilen bir etki yaratmaktadır. Söz konusu devletler: Arjantin, Avustralya, Fransa, Şili, Norveç, İngiltere ve Yeni Zelanda olmakla birlikte, bu devletler Antarktika keşfedildiğinde Kıta'da yaşayan vatandaşları olmamasına rağmen önceki sayfalarda da ifade edildiği gibi coğrafi yakınlık veya yaptıkları bilimsel araştırmalar gerekçesiyle egemenlik iddialarında bulunmuşlardır.⁴² Günümüzde Antarktika kıtasına yönelik herhangi bir egemenlik iddiası kabul görmemektedir. Ancak gelecekte bu veya başka devletlerin egemenlik iddialarını gündeme getirebilme olasılığı çok düşük değildir. Çünkü devletler, insanlık tarihi boyunca ulusal çıkarları veya ideolojileri uğruna

³⁹ Sanja Filipovic vd., "The Green Deal – Just Transition and Sustainable Development Goals Nexus", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Cilt 168, 2022, s. 1-12.

⁴⁰ M. Tamer Özmen, "Sera Gazı- Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü", *İMO Dergisi*, Cilt 453, Sayı 1, 2009, s. 45.

⁴¹ Murat Batan ve Zeynel Fuat Toprak, "Küresel İklim Değişikliğinin Olumlu Etkileri ve Bu Etkilerin İklim Değişikliğine Uyum Kapsamında Değerlendirilmesi", *Mühendislik Dergisi*, Cilt 6, Sayı 2, 2015, s. 95.

⁴² Karen N. Scott, "Managing Sovereignty and Jurisdictional Disputes in the Antarctic: The Next Fifty Years", *Yearbook of International Environmental Law*, Cilt 20, Sayı 1, 2009, s. 8-9.

dünyada felaketlere neden olabilecek birçok karar almışlardır. Bundan dolayı her ne kadar uluslararası işbirlikleri tarihte en üst seviyesine ulaşırsa da devletlerin kendi çıkarlarını öncelediğini de unutmamak gerekir.

Antarktika Antlaşması ile kurulan ulus üstü sistemde Kıta'nın "Bilim ve Barış Kıtası", "İnsanlığın Ortak Mirası" gibi kavramlarla ilişkilendirilmesi sağlanmıştır. Literatüre bakıldığında, bu tanımların özellikle de "insanlığın ortak mirası" tanımının tartışmalı olduğu görülmektedir. Bunun başlıca nedeni Antarktika Antlaşmalar Sistemindeki karar verme mekanizmasından kaynaklanmaktadır. Antarktika Antlaşması zamanla 54 ülkenin katılımıyla küresel bir boyuta ulaşmış olsa da Antlaşmaya katılan devletlerin karar mekanizmasına katılabilmeleri için Antarktika Antlaşmasını imzalamaları ve bilimsel çalışmalar yaparak kıtaya olan ilgilerini kanıtlamaları gerekmektedir. Şu an Antarktika Antlaşmasını ilk imzalayan devletlerle birlikte, kıtada bilimsel araştırma üssüne sahip 29 devlet istişari, diğer ifadeyle danışman devletler olarak adlandırılmaktadır. Antarktika Antlaşmasına katılmakla birlikte kıtada herhangi bir bilimsel araştırma üssü bulunmayan devletler ise istişari olmayan, diğer ifadeyle danışman olmayan devletler statüsündedir. İstişari devletler Antarktika hakkında verilecek kararlarda görüş bildirme ve oy kullanma hakkına sahiptir. İstişari olmayan devletler ise toplantılara katılmakla birlikte oy kullanma hakları yoktur. Ayrıca istişari devletlerce alınan kararlar bağlayıcı niteliktedir. Bu durumda insanlığın ortak mirası olarak adlandırılan bir Kıta'nın geleceğine 29 ülkenin karar vermesi gibi temsilde ve karar alma organlarında adaletin olmadığı bir durum ortaya çıkmaktadır.⁴³

Bu saptamayı destekler şekilde ilk yıllarda Kıta'da egemenlik iddiasında bulunmuş olan ülkeler insanlığın ortak mirası tanımının Antarktika'ya uymadığını savunmaktadırlar. Buna karşın Antarktika Antlaşmasına taraf olmayan devletler BM nezdindeki girişimleriyle Kıta'nın insanlığın ortak mirası statüsüne alınmasını istemektedirler. Bu duruma güçlü itirazlar mevcuttur. Nitekim, 1982 yılında Malezya Başbakanı M. Mohamad BM Genel Kurulu'nda yaptığı konuşmada, Antarktika'ya ve Antarktika üzerinde egemenlik iddia eden devletlere atıfta bulunarak, zengin devletlerin istedikleri toprakları ve kaynakları kendileri için aldıkları dönemlerin sona erdiğini, keşfedilmiş toprakların insanlığın ortak malı olarak kabul edilmesi gerektiğini ve BM'nin dikkatini Antarktika'ya yöneltmesi gerektiğini ifade etmiştir.⁴⁴

⁴³ Akıl, s.s. 339-363.

⁴⁴ Kemal Başlar, "Ne İşimiz Var Antarktika'da!", *Antarktika'da Türk Araştırma Üssü Kurulması Çalıştayı*, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, İstanbul: 30 Nisan 2013, s. 15.

Yukarıdaki olumsuzluklara ek olarak dikkat çeken diğer konu Antarktika Antlaşması ve Çevre Koruma Protokolü'nde iklim değişikliğinden açıkça bahsedilmemesi ve Kıta'nın mevcut korunan alanlarının belirlenmesi ve bu alanların yönetimine ilişkin kılavuzların çok az dikkate alınmasıdır. Madrid Protokolü'nün en önemli zafiyet noktası taraf devletlere getirdiği ayrılma kayıdır. Madrid Protokolü Antarktika'da maden araştırmalarını yasaklamıştır. Protokolün imzasını takiben üç yıl içerisinde taraf devletlerin protokolden ayrılma hakları vardır. O süreçte bu hakkı hiçbir imzacı devlet kullanmamıştır fakat böyle bir durum söz konusu olsaydı maden araştırmalarına başlanması mümkündür. Bütün bunlara ek olarak Madrid Protokolü, 50 yıllık süreç içerisinde uzlaşma sağlanırsa oy birliği ile değişebilecektir.⁴⁵ Görüldüğü gibi Madrid Protokolü ile atılan adımların yapıcılığının ve ileriye dönük olarak güven vericiliğinin şüpheli olduğunu saptamak mümkündür.

Antarktika'nın ve doğal olarak dünyanın iklim değişikliğinden kaynaklanan olumsuzluklarının azaltılması için ulusal iklim stratejileri geliştirmeleri önemlidir. Bilindiği üzere iklim değişikliği ve çevre üzerine yapılan çalışmalar tek taraflı veya sadece birkaç kişinin veya devletin girişimleriyle netice vermesi olanaksızdır. Her devletin kendi bünyesinde bir iklim stratejisi planı geliştirmesi ve bunu mevzuatına eklemesi gerekmektedir. Buna karşın bütün devletler bu konuda ortak kanaat oluşturduğunda ve samimi şekilde yapıcı adımlar attıklarında iklim değişikliği adına güçlü sonuçlar alınabilecektir. Ülkelerin Antarktika bilim politikası oluşturmaları ve çeşitli bilimsel çalışmalarda bulunmaları gerek iklim değişikliği gerekse de Antarktika çalışmaları açısından yaşamsal önemdedir. Uzun süreli durağanlık sonrasında Türkiye gerek Antarktika'ya gerekse iklim değişikliğiyle mücadeleye öncelik veren ülkeler arasında yer almış, dış politikada bu amaca yönelik değişiklikler yapılmıştır.

Türkiye'nin Yeni Antarktika Politikası

Antarktika sadece bilimsel faaliyetlere kaynaklık etmesi açısından değil aynı zamanda bünyesinde barındırdığı zengin yer altı kaynakları açısından da önemlidir. Bu sebepten devletler buradan elde edecekleri çıkarları düşünerek hareket etmektedirler. Günümüzde Antarktika kıtasında bilimsel faaliyette bulunmak kıtanın geleceği hakkında söz sahibi olabilmek için başat koşuldur. Bölgesel güç olma iddiasındaki Türkiye'nin Antarktika ile ilgilenmesi, ülkemizin uluslararası alanda aktifliği ve gelişen, değişen dünya sistemine ayak uydurması açısından esaslı öneme sahiptir. Türk Dış Politikası da bu sayede daha geniş hareket ve faaliyet alanı kazanırken, dış politikanın etki faktörü çarpan değere sahip olabilecektir.

⁴⁵ Başlar, "Antarktika Antlaşmalar Sistemi...", s. 77-99.

Türkiye Antarktika Antlaşmasına 1995 yılında taraf olmuştur. Bu dönem aynı zamanda iklim değişikliği ve çevre sorunlarının dünyada dikkatleri çekmeye başladığı yıllardır. Soğuk Savaş sonrası dış politikada yeni ufuklara doğru genişleme sağlanırken, BM'nin "Ortak Geleceğimiz" raporu ile küresel müştereklerin korunması vurgusu ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için hükümetlerin etkin bir şekilde rol alması gerektiğinin belirtilmesi gibi gelişmeler, Türkiye'nin çevre politikalarına yönelmesinde etkili olmuştur. Antarktika Antlaşması, Türkiye'nin gündemine Soğuk Savaş sonrası döneme koşullarına uyum sağlama çabalarının baskın olduğu bir dönemde girmiştir. Türkiye, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin Ek-I'inde yer alan gelişmiş ülkeler içerisinde yer alması nedeniyle küresel düzeyde sorumlu olmadığı çevresel zararların giderilmesi ve bu zararlara sebep olan gelişmiş ülkelerle aynı yükümlülükleri üstlenmiş olması sorunlarıyla karşı karşıya kalmıştır. Bu nedenle küresel çevre politikaları ihtiyatla karşılanmıştır.⁴⁶

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesindeki yükümlülük durumu değiştirilmeye çalışılırken, Yeni Zelanda Dışişleri Bakanlığı'nın Türkiye'yi Antarktika Antlaşması'nın aktif taraflarından biri olarak görmeyi arzu ettikleri mesajı Dışişleri Bakanlığı aracılığıyla Çevre Bakanlığına iletilmiştir. Çevre Bakanlığı bu konuyu Türkiye'nin Antarktika rejimine dahil olmasının yararlı olacağı şeklinde değerlendirmiştir. Ancak Türkiye'nin küresel çevre politikaları çerçevesinde üstlenilecek maddi yükümlülüklerle hassasiyetli bir şekilde yaklaşılması Antarktika Antlaşmasına istişari olmayan ülke statüsünde katılım gösterilmesini gerektirmiştir.⁴⁷

Daha önce de ifade edildiği gibi Türkiye, içinde bulunduğu ekonomik sorunlar nedeniyle Antarktika çalışmalarına sadece Antlaşmaya taraf olarak katılmış ve uzun zaman Antarktika'da herhangi bir bilimsel faaliyette bulunmamıştır. Burada dikkat çeken noktalardan birisi Türkiye'nin Antarktika Antlaşması'na geç taraf oluşu diğeri ise maddi yetersizlikler gerekçesiyle bilimsel araştırma konusunda herhangi bir sürdürülebilir adım atılamaması belirtilirken; ekonomik olarak Türkiye'den çok daha geride olan Pakistan'ın Antarktika'da bilimsel araştırma üssünün bulunmasıdır. Bu durum Türk bilim insanları tarafından eleştirilip, ısrarlı bir şekilde Türkiye'nin bir an önce Antarktika'da bilim üssü kurma çalışmalarına başlaması gerektiği dile getirilmiştir.⁴⁸

⁴⁶ Algan, s. 1-3.

⁴⁷ Algan, s. 1-4.

⁴⁸ Temel Oğuz vd., "Antarktika'da Türk Araştırma Üssü Kurulması ve Bir Bilim Programı Önerisi", *Antarktika'da Türk Araştırma Üssü Kurulması Çalıştayı*, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, İstanbul: 30 Nisan 2013, s. 57-59.

Kemal Başlar, Antarktika'da bilim üssü kurulmasının gerekçelerini; Antarktika'nın yönetimine dahil olarak oy kullanma hakkı elde etmek, seçilecek üssün stratejik yerde bulunması ve bilimsel araştırma yapma zorunluluğu, dünyanın 17. büyük ekonomisi olmanın gereklilikleri, küresel bir güç olarak Türkiye ve prestij arayışı, Antarktika'daki maden ve petrol rezervlerinin işletmeye açılma olasılığı ve çevrenin korunmasına katkıda bulunmak olarak belirtmektedir.⁴⁹ Bu tespitler büyük oranda doğrudur ve bunlara bölgesel güç olma yolunda iddialı adımlar atan Türkiye'nin Antarktika'da etki faktörü yüksek çalışma ve faaliyetlerde bulunma gerekliliğiyle Türk dış politikasının yeni vizyonunun getirdiği küresel anlayış da eklenmelidir.

Daha önce de ifade edildiği gibi Türkiye Antarktika Antlaşması'na istişari olmayan ülke statüsünde katılmıştır ve doğal olarak Antarktika ile ilgili toplantılarda söz hakkına sahip değildir. Bu durum Türkiye açısından esaslı bir dezavantajdır. Çünkü Türkiye yukarıda da belirtildiği üzere BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin Ek-I'inde gelişmiş ülkelerle aynı grupta yer almakta ve sorumluluğu da buna göre artmaktadır. Türkiye, Antarktika Antlaşması'na katılmasından itibaren 2013 yılına kadar herhangi bir girişimde bulunulmamış, 2013 yılından itibaren ise hem istişare toplantılara katılmış hem de Antarktika'ya bilim seferleri düzenlemek için çalışmalar başlatılmıştır. Bu doğrultuda 2017 yılında Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı himayesinde I. Ulusal Antarktika Bilim Seferi / Turkey's Antarctic Science Expedition (TAE) düzenlenmiştir. Ardından yer bilimlerine katkı sağlamak amacıyla 2018 yılında Ulusal Kutup Bilimi Programı'nı oluşturulmuş ve çok sayıda ulusal ve uluslararası bilim insanını bu programa dahil edilerek çeşitli disiplinlerde bilime katkıda bulunmaları sağlanmıştır.⁵⁰ Bu kapsamda 2017 ve 2018 yılında yapılan TAE I ve TAE II seferlerinde Türkiye'nin Antarktika'da kuracağı bilim üssü için uygun bölgeler araştırılmıştır. Üçüncü girişim olan 2019 yılındaki TAE III seferinde Horeshoe Adası'nda geçici bilim kampı kurulmuş, 2020 yılındaki TAE IV seferiyle kalıcı üs kurma çalışmalarına hız verilmiştir.⁵¹ Horseshoe Adası'nda kurulan geçici bilim üssünün üç yaz sezonu boyunca Türk bilim insanlarına hizmet vermesi beklenmektedir.⁵² Türkiye dahil Antarktika'ya

⁴⁹ Kemal Başlar, "Antarktika'da Türk Bilimsel Araştırma Üssü Kurulması", *Bilge Strateji*, Cilt 7, Sayı 13, 2015, s. 11-16.

⁵⁰ Ersan Başar, "Antarctic Research Strategy of Turkey", *Journal of ETA Maritime Science*, Cilt 8, Sayı 3, 2020, s. 210-212.

⁵¹ Başar, s. 211.

⁵² *Türkiye Antarktika'da ne yapıyor?*, <https://www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-50946556>, (ET: 19.10.2022).

son dönemde artan ilgi uluslararası ilişkiler bilimi tarafından kuramsal tartışmaları da beraberinde getirmiştir.

Kuramsal tartışmaların başını liberal ve realist yaklaşımlar çekmektedir. Her iki perspektiften ele alınan bir politika anlayışına göre Antarktika'ya yönelik girişimler yeni bir sömürge anlayışını barındırmaktadır. Özellikle devletlerin ulusal çıkar düşüncesiyle hareket ettikleri düşünüldüğünde Antarktika'nın maden ve petrol rezervlerinin işletilmeye açılması talepleri çok uzak görülmemektedir. Realist görüşe göre: Kıta'nın barış ve bilime adanması gerektiği vurgusunun yanında yapılan bilimsel araştırmalar ve üs kurma faaliyetlerine ilginin artması, Antarktika üzerinde söz sahibi olmak için atılan adımlardır. Devletlerin bu bilimsel araştırma girişimlerinin altında aslında gelecekte yaşanması muhtemel hak iddialarında var olmak olgusunun yatması olasıdır.⁵³ Kuramsal yaklaşımlarda Türkiye'nin son yıllardaki Antarktika açılımı da "Antarktika Milliyetçiliği" çerçevesinde tartışılmıştır. Buna göre Türkiye'nin Antarktika'ya yönelirken öne sürdüğü argümanları, amaçları ve söylemleri milliyetçilik ile bağdaştırılmıştır. Bilimsel çabayı Türk bayrağı ile birleştirme, bu çerçevede uluslararası konumunu güçlendirme anlayışı hakimdir.⁵⁴ Söz konusu yaklaşıma göre Türkiye'nin Antarktika stratejisi uluslararası arenada bir statü arayışı şeklinde ifade edilebilir.⁵⁵ Türkiye'nin teknolojiye kendi kendine yeterliliğini gösterme arzusu ve bir küresel aktör olma gayesinin kendisini Antarktika stratejisinde gösterdiği de akademik çerçevelerde dile getirilmektedir.⁵⁶

Eleştirilere ya da karşıt söylemlere karşın Türkiye, Antarktika'nın geleceğinde söz sahibi olabilmesi, çıkar hırsıyla hareket eden diğer devletlerin ve uluslararası şirketlerin Antarktika'ya zarar vermelerini önleyebilmesi ve en önemlisi çevre bilinciyle hareket ederek doğanın korunmasına katkıda bulunması açısından Antarktika'da bilimsel araştırma üssü kurmalı ve istişari ülke statüsüne yükselmelidir. Ayrıca Antarktika'daki yer altı kaynaklarının işletime açılması zamanı geldiğinde Türkiye saf dışında kalmamalıdır. Açıkta ilan edilecek bu tür bir amaç Türkiye'nin uluslararası alanda prestijine zarar verebilir. Bu nedenle Türkiye Antarktika'da bilimsel çalışmalara odaklanmalı, olanakları ölçüsünde bu konuda bilime katkı sunarak uluslararası konumunu güçlendirmelidir. Ultra

⁵³ Seymen Atasoy, "Türkiye Nasıl Bir Antarktika Politikası Geliştirmeli? Realizm, İdealizm ve Güney Kore Örneği", *Antarktika'da Türk Araştırma Üssü Kurulması Çalıştayı*, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, İstanbul: 30 Nisan 2013, s. 73-88.

⁵⁴ Yanık ve Karaoğuz, s. 1662.

⁵⁵ Ali Bilgic, "Turkey's Antarctic Quest Historical Legacies, Geopolitical Ambitions", *The RUSJ Journal*, Cilt 166, Sayı 6-7, 2021, s. 64-72.

⁵⁶ Yanık ve Karaoğuz, s.1662.

milliyetçilikle irtibatlandırılabilir siyasi açıklamalardan uzak kalınıp, diğer devletlerle uzlaşmacı bir tutum benimsenmelidir.

Bu tür bir stratejinin sadece Antarktika'da değil ülke içerisinde de yürütülmesi ülkemizin uluslararası alanda saygınlığını ve prestijini arttıracığı gibi Türkiye'nin daha yaşanılabilir, temiz bir çevreye kavuşmasına olanak sağlayacaktır. Çok sayıda çevre antlaşmasına taraf olunması, atılacak adımlarda Türkiye'nin hem kendi içinde hem de uluslararası arenadaki konumunu güçlendirecektir. Ulusal Kutup Bilim Programının ve Antarktika Bilim Seferlerinin önemi gerek Türk dış politikasının etki faktörü gerekse geleceğe yönelik başat bölgesel güç olma çalışmaları için yaşamsal önemdedir.

Sonuç

Geleceğin su deposu olan Antarktika'nın korunması, küresel iklim değişikliği bağlamında çok kritik bir noktaya gelindiği günümüzde oldukça önem arz etmektedir. Yayımlanan çeşitli iklim değişikliği raporları mevcut soruna dikkat çekmeye çalışsa da devletlerin iklim değişikliğine yönelik çevreci politikalara yönelmesi ve bunları samimi bir şekilde uygulaması gerekmektedir. Burada devletlerin karşısına çıkan en büyük sorun aslında ekonomik çıkarlar ve dolayısıyla ekonomik büyümenin sağlanmasıdır. Yine de çevreyle uyumlu ekonomi politikaları yürütmek ve büyümeyi sürdürülebilir kılmak çok kolay bir şey değildir. Bu tür çevre politikalarının küresel düzeyde etki sağlaması Antarktika açısından da olumlu bir olay olacaktır.

Küresel iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılmasında bireysel veya bölgesel olmaktan çok küresel adımlara ihtiyaç duyulduğu hatırlatıldığında küresel düzeyde yapılan girişimlerin önemi daha anlaşılır olmaktadır. Gerek BM bünyesinde gerek AB gerekse Antarktika Antlaşmalar sistemi bünyesindeki yapıcı çalışmalar ileriki yıllarda iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya ciddi şekilde yardımcı olacaklardır. Ancak şimdiye kadar atılan adımların yapıcılığı ve samimiyeti tartışmalıdır. Bunun nedeni devletlerin ekonomik veya ulusal çıkarlarıyla çevre sorumluluklarının çelişmesidir. Amerika ve Çin gibi dünya genelindeki sera gazı salınımının büyük bir kısmından sorumlu olan ülkeler çevre politikalarına istekli yaklaşmamaktadırlar. Söz konusu durumun temel nedeni ekonomik büyümenin çevre politikaları tarafından sınırlandırılacağı düşüncesidir.

Antarktika özelinde bakıldığında ise, sera gazı emisyonunun %85 gibi hemen hemen tamamına yakın oranına neden olan ülkelerin Antarktika Kıtası'nda bilimsel faaliyet yürütmeye önem gösterdikleri görülmektedir. Özellikle ABD'nin Antarktika Antlaşmasına taraf olması ve kıtada oldukça gelişmiş bir üssünün bulunması, aynı şekilde Çin'in de Antarktika'da

bilimsel faaliyetler yürütmesi dikkat çekicidir. Antarktika üzerinde daha önceki çeşitli egemenlik iddiaları düşünüldüğünde son durumun aslında egemenlik iddialarının bir başka versiyonu olduğu ileri sürülebilir. Ülkelerin Antarktika'da bilimsel faaliyetler alanında neredeyse bir yarışa doğru gittiği ve bunun da ileride ortaya çıkabilecek egemenlik iddialarında kullanılacak olması ihtimali üzerinde de durulmaktadır. Buna karşın devletlerin Antarktika'dan kazanacaklarından çok kaybedecekleri olma ihtimali de yüksektir. Zira küresel ısınma ve iklim değişikliği insanoğluna gelecekte yaşanılabilir bir dünya bırakmayabilir. Bu nedenle devletlerin çıkar ve güç uğruna çevreyi tahrip etmeye devam etmesi kazanımlarının değerini düşürecektir.

Antarktika'da iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması konusunda çeşitli çalışma grupları oluşturulmuş ve sözleşmeler imzalanmıştır. Bunun yanında Kıta'ya turizm faaliyetleri nedeniyle verilen zararların önlenmesi konusunda daha fazla önlem alınmalıdır. Ayrıca sadece Antarktika Kıtası'nda değil çevresindeki ülkelerin de Kıta'yı kirletmemek için siyah karbonların Antarktika'ya taşınmasını önleyici tedbirler almaları gerekmektedir. Antarktika hakkında bir diğer sorun ise Antarktika Antlaşmalar sisteminden kaynaklanan istişari olan/olmayan ülke sorunudur. Sorunun Antarktika'da söz hakkına sahip olma bağlamında önemi tartışılmaktadır. Ana sorun ise Antarktika'nın Kıta üzerindeki egemenlik iddiaları tanınmazken ve Kıta insanlığın ortak mirası biçiminde tanımlarken Kıta ile ilgili kararları 29 ülkenin vermesidir. Antarktika Antlaşmalar sisteminin 54 ülkeyi barındırmasına rağmen bunlardan sadece 29 tanesi istişari ülke statüsünde ve karar alma mekanizmasında söz sahibidir. Bu nedenle diğer devletlerin eleştirilerine maruz kalınmaktadır.

Türkiye, Antarktika'ya yönelmekte geç kalmıştır. Antarktika Antlaşması'na taraf olunan 1995 yılından bu yana gelinen süreç 2017 yılında Antarktika'ya bilim seferinin yollanmasıyla hız kazanmış olsa da Kıta'daki diğer devletleri yakalamak adına daha çok kaynağa ve yatırıma ihtiyaç duyulduğu bir gerçektir. Türkiye'nin Antarktika stratejisi bilimsel faaliyetler çerçevesinde barışçıl bir şekilde ilerlemeli ve uluslararası alanda tedirginlik yaratabilecek hareketlerden kaçınılmalıdır. Bu bağlamda Türkiye'nin Antarktika politikası uluslararası alanda bir statü arayışı olarak tanımlanmakla birlikte aynı zamanda dünyanın beyaz kıtasını insani bir görevle koruma misyonuna öncelik verilmelidir.

Kaynakça

AKIL, Abdülkadir, “Uluslararası Hukuk Çerçevesinde İnsanlığın Ortak Mirası Olarak Antarktika”, *Erciyes Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, Cilt 16, Sayı 2, 2021, ss. 339-363.

ALGAN, Nesrin, “Türkiye’nin Antarktika Antlaşmasına Taraf Olma Süreci”, *Antarktika’da Türk Araştırma Üssü Kurulması Çalıştayı*, 30 Nisan 2013, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, İstanbul 2013, ss. 1-4.

Antarktika Antlaşması, 2022, <https://www.mfa.gov.tr/antarktika-antlasmasi.tr.mfa> (ET: 29.10.2022).

ATASOY, Seymen, “Türkiye Nasıl Bir Antarktika Politikası Geliştirmeli? Realizm, İdealizm ve Güney Kore Örneği”, *Antarktika’da Türk Araştırma Üssü Kurulması Çalıştayı*, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, İstanbul 30 Nisan 2013, ss. 73-88.

BAŞAR, Ersan, “Antarctic Research Strategy of Turkey”, *Journal of ETA Maritime Science*, Cilt 8/ Sayı 3, 2020, ss. 210-212.

BAŞLAR, Kemal, “Antarktika Antlaşmalar Sistemi (1961-2001): 40 Yılın Ardından Antarktika’nın Hukuki Rejimi”, *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, Cilt 52/ Sayı 2, 2003, ss.77-99.

BAŞLAR, Kemal, “Antarktika’da Türk Bilimsel Araştırma Üssü Kurulması”, *Bilge Strateji*, Cilt 7/ Sayı 13, 2015, ss. 11-16.

BAŞLAR, Kemal, “Ne İşimiz Var Antarktika’da!”, *Antarktika’da Türk Araştırma Üssü Kurulması Çalıştayı*, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, İstanbul 30 Nisan 2013, ss. 8-23.

BATAN, Murat ve TOPRAK, Zeynel Fuat, “Küresel iklim değişikliğinin olumlu etkileri ve bu etkilerin iklim değişikliğine uyum kapsamında değerlendirilmesi”, *Mühendislik Dergisi*, Cilt 6, Sayı 2, 2015, ss. 93-102.

BİLGİC, Ali, “Turkey’s Antarctic Quest Historical Legacies, Geopolitical Ambitions”, *The RUSJ Journal*, Cilt 166, Sayı 6-7, 2021, ss. 64-72.

CANTEKİN, Banu, Antarktika Kıtası 28 Ocak 1820’de Keşfedildi, <https://www.iienstitu.com/blog/antarktika-kitasi-kesfedildi>, (SGT: 28.01.2020).

CHOWN, Steven L. vd., “Antarctic Climate Change and the Environment: A Decadal Synopsis and Recommendations for Action.”, *Scientific Committee on Antarctic Research*, Chambridge 2022, ss. 1-108.

CIVANOĞLU, Ahmet, “Türk Dış Politikasında Yeni Yönelimler: Antarktika’da Türk Araştırma Üssü Kurulması ve Kıtanın Geleceği Hakkında Öngörüler”, Trakya üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Edirne, 2019, ss. 1-245.

COETZEE, Bernard ve CHOWN, Steven L.,” A Meta-Analysis of Human Disturbance Impacts on Antarctic Wildlife: Human Disturbance Impacts on Antarctic Wildlife”, *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, Cilt 91, Sayı 3, 2015 ss. 1-19.

CORTES, Ernesto Pino vd., “The black carbon dispersion in the Southern Hemisphere and its transport and fate to Antarctica, an Anthropocene evidence for climate change policies”, *Science of Total Environment*, Sayı 778, 2021, ss. 1-8.

ÇETİNER, Atilla ve SARIKAYA, Mehmet Akif, “Buzullar ve İklim Değişikliği”, *Türkiye de iklim değişikliği ve sürdürülebilir enerji*, Ed. Volkan Ediger, A4 Ofset, İstanbul 2013, ss. 19-58.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nun Tarihçesi, 2022, <https://csb.gov.tr/tarihcemiz-i-7012>, (ET: 28.10.2022).

ÇİĞ, Muazzez İlmiye, “Piri Reis’in Haritası Üzerinde Amerika’da Yapılan Geniş ve Derin Çalışmaları İçeren Kitap’ın Türkçe Özeti”, *Belleten*, (1992), S. 56 (216), s. 40-436.

DELİKTAŞ, Ayfer, “Küresel İklim değişikliği Konusunda Amerikan Yaklaşımı”, *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt 6, Sayı 9, 2021, ss. 309-322.

FİLİPOVİĆ, Sanja vd., “The Green Deal – Just Transition and Sustainable Development Goals Nexus”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Cilt 168, 2022, ss. 1-12.

GOLLEDGE, Nicholas R. vd., “Global Environmental Consequences of Twenty-First-Century Ice-Sheet Melt”, *Nature*, Sayı 566, 2019, ss. 65-72.

HASSOL, Susan Joy ve CORELL, Robert W., “Arctic Climate Impact Assessment”, *Avoiding Dangerous Climate Change*, Ed. Hans Joachim Schellnhuber, Cambridge University Press, Cambridge 2006, ss. 205-206.

HUGHES, Kevin A. vd., “Developing resilience to climate change impacts in Antarctica: An evaluation of Antarctic Treaty System protected area policy”, *Environmental Science and Policy*, Sayı 124, 2021, ss. 12-22.

KHARE, Nelay, “Assessing the Antarctic Environment from a Climate Change Perspective, an Integrated Approach”, Springer Charm, Switzerland, 2022, ss. 1-373.

KÖSE, İsmail, “İklim Değişikliği Müzakereleri: Türkiye'nin Paris Anlaşması'nı İmza Süreci”, “*Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*”, Cilt 9, Sayı 1, 2018, ss.55-81.

OĞUZ, Temel vd., “Antarktika'da Türk Araştırma Üssü Kurulması ve Bir Bilim Programı Önerisi”, *Antarktika'da Türk Araştırma Üssü Kurulması Çalıştayı*, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, İstanbul 30 Nisan 2013, ss. 57-59.

ÖZMEN, M. Tamer, “Sera Gazı- Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü”, *İMO Dergisi*, Cilt 453, Sayı 1, 2009, ss. 42-46.

SCOTT, Karen N., “Managing Sovereignty and Jurisdictional Disputes in the Antarctic: The Next Fifty Years”, *Yearbook of International Environmental Law*, Cilt 20, Sayı 1, 2009, ss. 3-40.

SHUKLA, Priyadarshi R. vd., “Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change Summary for Policy Makers”, *Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2022, ss. 1-53.

TRATHAN, P. N. vd., “Managing Fishery Development in Sensitive Ecosystems: Identifying Penguin Habitat Use to Direct Management In Antarctica.”, *Ecosphere*, Cilt 9, Sayı 8, 2018, ss. 1-18.

Türkiye Antarktika'da ne yapıyor?, <https://www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-50946556>, (SGT: 30.12.2019).

Welcome to The Scientific Committee on Antarctic Research, <https://www.scar.org/>, (ET:12.08.2022).

WELLER, Gunter ve LANGE, Manfred, “Antarctica and Global Change Research”, *Advancing Earth and Space Science*, Cilt 11, Sayı 73, 1992, ss. 116-116.

What is SCAR?, <https://www.scar.org/about-us/scar-overview/>, (ET: 12.08.2022).

YANIK, Lerna K. ve KARAOĞUZ, H. Emrah, “Science and Flags: Deconstructing Turkey's Antarctic Strategy”, *Third World Quarterly*, Cilt 42, Sayı 8, 2021, ss. 1661-1678.

**İKLİM DEĞİŞİR VE SAĞLIK DEĞİŞİR:
DEĞİŞEN İKLİMİN SAĞLIK ÜZERİNDEKİ
ETKİLERİ**

İKLİM DEĞİŞİR VE RUH SAĞLIĞI DEĞİŞİR: DEĞİŞEN İKLİMİN RUH SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Hatice ODACI*

Tuğba TÜRKKAN**

Giriş

İklim değişikliğinin insanları ve doğal sistemleri birçok yönden olumsuz etkilediği ve insanlığın yakın gelecekte karşı karşıya kalacağı en ciddi küresel tehditlerden biri olduğu konusunda bilimsel bir fikir birliği vardır.¹ İnsan eylemlerinin küresel ısınma üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır.² Küresel ısınmanın gerçekten meydana geldiğine, büyük ölçüde insan kaynaklı sera gazı emisyonlarından kaynaklandığına, etkilerinin şimdiden gözlemlenebilir olduğuna ve daha fazla ısınmanın meydana geleceğine dair literatürde güçlü bilimsel kanıtlar mevcuttur. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin 2007 tarihli dördüncü değerlendirme raporu, mevcut küresel ısınmanın sanayi öncesi seviyelerin neredeyse 0,8°C üzerinde olduğunu bildirmekte ve önümüzdeki yıllarda daha fazla artış öngörmektedir. Bu rapor aynı zamanda, son 50 yılda küresel ısınmadan en çok insan kaynaklı sera gazı emisyonunun sorumlu olduğunu ve emisyonlar büyük ölçüde azaltılsa bile, dünya atmosferindeki mevcut emisyon

* Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü, hatodaci@hotmail.com

** Dr. Öğr. Gör., Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sosyal Hizmet Bölümü, turkkan83@hotmail.com

¹ American Psychological Association (APA), "Society's Grand Challenges: Insights from Psychological Science", 2008. Available online at March 24th 2022: <http://www.apa.org/research/action/gc-climate-change.pdf>: Anthony Costello et al., "Managing the Health Effects of Climate Change", *The Lancet*, Volume 373, 2009, ss. 1693-1733; Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), "Climate Change 2013: The Physical Science Basis", Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 2014.

² John Cook et al., "Consensus on consensus: A synthesis of Consensus Estimates on Human-Caused Global Warming", *Environmental Research Letters*, Volume 11, no.4, 2016, Article 048002; Thomas Dietz et al., "Household Actions Can Provide a Behavioral Wedge to Rapidly Reduce Us Carbon Emissions", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Volume 106, no. 44, 2009, 18452-18456.

birikiminin gelecek yüzyılda bir miktar daha ısınmaya neden olacağını teyit etmektedir.³ Değişen iklim, gıda güvenliği, su mevcudiyeti, sağlık, barınma, altyapı, tarım, biyoçeşitlilik ve doğal ekosistemler için önemli ve artan riskler oluşturmaktadır.⁴ Küresel sıcaklıklar 2100 yılına kadar sanayileşme öncesi seviyelerin 3,7–4,8°C üzerine çıkacak ve feci sonuçlar doğurmaya devam edecektir.⁵

Değişen iklim, sıcak hava dalgaları, kasırgalar, seller, orman yangınları ve kuraklık üzerinde etkilerini şimdiden göstermektedir. İklim değişikliği yalnızca aşırı hava olaylarının sıklığının ve şiddetinin artmasını değil, aynı zamanda dolaylı ve daha sinsi değişiklikleri de içerir. Daha da önemli olan, önümüzdeki on yıllarda iklimimizi karakterize edecek olan ve daha fazla insanı etkileme potansiyeli bulunan ortalama sıcaklık, deniz seviyeleri ve yağış düzenlerindeki daha yavaş değişimlerdir. Hem ani hem de kademeli etkiler, insan sistemlerini ve ekosistemleri ciddi şekilde etkileyecek, bununla birlikte artan ekonomik zorluklara, daha yüksek hastalık prevalansı ve ölüm oranlarına, zorunlu göç ve türlerin yok olmasına neden olacaktır.⁶

İklim değişikliği öncelikle kutup ayılarını etkileyen bir sorun olarak kavramsallaştırılsa da⁷, çalışmalar insan refahının da bu durumdan olumsuz etkileneceğini bildirmektedir. İklim değişikliği, hava, su ve yiyecek gibi yaşamın temel sağlık gereksinimlerinin yapısını bozarak ciddi bir küresel sağlık tehdidi oluşturmaktadır.⁸ Doğal afetlerin akut etkilerine ek olarak ısı, su ve vektör kaynaklı hastalıkların yayılması nedeniyle bireylerin fiziksel sağlığı da tehdit altına girecektir.⁹ Fiziksel sağlığa yönelik tehditler arasında doğrudan ölümler ve yaralanmalar, yüksek oranda bulaşıcı hava, gıda ve su kaynaklı hastalıklar, ısıyla ilgili hastalıklar ve gıda kıtlığından kaynaklanan

³ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), "Climate Change 2007: Synthesis Report", Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2007, p. 104.

⁴ IPCC, "Climate Change 2013: The Physical Science Basis".

⁵ IPCC, "Climate Change 2013: The Physical Science Basis".

⁶ IPCC, "Climate Change 2013: The Physical Science Basis".

⁷ Dorothea Born, "Bearing Witness? Polar Bears as Icons for Climate Change Communication in National Geographic", *Environmental Communication*, Volume 13, no. 5, 2019, ss. 649-663.

⁸ Nick Watts et al., "Health and Climate Change: Policy Responses to Protect Public Health", *Lancet*, Volume 386, 2015, ss. 1861-1914.

⁹ Nick Watts et al., "The 2019 Report of the Lancet Countdown on Health and Climate Change: Ensuring that the Health of a Child Born Today is not Defined by a Changing Climate", *Lancet*, Volume 394, no. 10211, 2019, ss. 1836-1878.

yetersiz beslenme yer alır.¹⁰ Bununla birlikte yerli halk, yaşlılar, çocuklar ve önceden sağlık sorunları olan savunmasız gruplar politik veya ekonomik güç eksikliği veya fizyolojik faktörler nedeniyle bu etkilere daha fazla maruz kalacaklardır.¹¹ Bahsedilen etkilerin yalnızca fiziksel sağlıkla sınırlı olmadığı, bireylerin zihinsel sağlığı ve sosyal ilişkilerinin de risk altına gireceği bildirilmektedir.¹² Bu çalışma, iklim değişikliğinin etkilerini ve zihinsel sağlık açısından sonuçlarını ele almakta ve psikoloji biliminin bu konudaki rolünü tartışmaktadır. Çalışma aynı zamanda değişen iklimle ilişkili ruh sağlığı sorunlarını önlemeye ve tedavi etmeye yönelik politika ve uygulamaların geliştirilmesi ve bireylerin sürdürülebilir çevre yanlısı davranışlara teşvik edilmesi açısından önemli çıkarımlara sahiptir.

İklim Değişikliğinin Ruh Sağlığı Üzerindeki Etkileri

İklim değişikliği, aşırı hava olaylarının artan sıklığı ve şiddeti ile ilişkilidir ve doğal afetler gibi olayların ruh sağlığı üzerindeki etkileri, akut stres reaksiyonları, uyku bozuklukları, depresyon, kaygı, madde bağımlılığı ve intihar olarak bildirilmektedir.¹³ Nitekim birçok araştırma, büyük fırtınalar, kuraklıklar veya toprak kaybı gibi iklim değişikliğiyle ilişkili olayların yaşanmasının psikolojik sağlık ve duygular üzerindeki doğrudan etkisini belgelemiştir.¹⁴ Gerçekleştirilen çalışmalarda artan ortam sıcaklıklarının saldırganlığı ve suça yönelik davranış oranlarını artırdığı

¹⁰ The U.S. Global Change Research Program (USGCRP), “The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment”, In A. Crimmins, J. Balbus, J. L. Gamble, C. B. Beard, J. E. Bell, D. Dodgen, . . . L. Ziska, (Eds.), *U.S. Global Change Research Program*. Washington, DC, 2016.

¹¹ Susan Clayton et al., *Mental Health and Our Changing Climate: Impacts, Implications, and Guidance*. American Psychological Association, and ecoAmerica, Washington DC, 2017. Available at: <http://ecoamerica.org/wp-content/uploads/2017/03/ea-apa-psych-report-web.pdf>

¹² Susan Clayton, Christie Manning and Caroline Hodge, *Beyond Storms and Droughts: The Psychological Impacts of Climate Change*, American Psychological Association and ecoAmerica, Washington DC, 2014.

¹³ Clayton, Manning and Hodge, *Beyond Storms and Droughts: The Psychological Impacts of Climate Change*; Joshua Morganstein and Robert Ursano “Ecological Disasters and Mental Health: Causes, Consequences, and Interventions”, *Frontiers in Psychiatry*, Volume 11, no. 1, 2020.

¹⁴ Christie Manning and Susan Clayton, “Threats to Mental Health and Wellbeing Associated with Climate Change”, In S. Clayton, & C. Manning (Eds.). *Psychology and Climate Change: Human Perceptions, Impacts, and Responses*, Elsevier, San Diego CA, 2018, ss. 217–244; Nick Obradovich et al., “Empirical Evidence of Mental Health Risks Posed by Climate Change”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Volume 115, no. 43, 2018, ss. 10953-10958.

belirlenmiştir, bu da fiziksel saldırı ve cinayet oranlarının artmasına neden olabilir.¹⁵ Isı artışı ayrıca tiroid hormonlarını baskılayarak, uyuşukluk, düşük ruh hali ve kognitif bozukluk olarak kendini gösterebilen fonksiyonel hipotiroidizme yol açabilmektedir.¹⁶ Uzun süreli kuraklık olayları da olumsuz ruh sağlığı sonuçları ile ilişkilendirilmektedir. Avustralya'da yürütülen araştırmalar, iklim değişikliğine bağlı uzun süreli kuraklıkların daha fazla psikososyal sıkıntıya, genel kaygıya, depresyona ve artan intihar oranlarına neden olabileceğini göstermiştir.¹⁷ Aşırı iklim olayları travma için uyarıcı görevi de görebilir.¹⁸ Örneğin Katrina Kasırgası'ndan etkilenen topluluklarda yürütülen araştırmalar, yüksek oranda depresyon, aile içi şiddet ve önemli ölçüde yüksek intihar girişimi oranlarına dikkat çekmektedir. Bu popülasyon ayrıca yüksek düzeyde travma sonrası stres bozukluğu da bildirmiştir.¹⁹ Doğal afetlerin fiziksel ve sosyal altyapı üzerinde de dolaylı etkileri vardır: eğitim, sağlık, ekonomi ve ulaşım sistemlerini bozar. Bu durum bireylerin stres yükünü artırırken, ruh sağlığını da tehdit etmektedir. Bununla birlikte çevrelerinde daha az koruyucu faktör bulunan bireyler, bu değişimlere daha duyarlı olacaklardır. Ayrıca bu etkiler; sosyal destek ve dayanıklılık kaynakları açısından farklılık gösterebileceği için, savunmasız gruplar açısından daha büyük olma eğilimindedir.²⁰

¹⁵ Heather R Stevens et al., "Hot and Bothered? Associations Between Temperature and Crime in Australia", *International Journal of Biometeorology*, Volume 63, 2019, ss. 747-762.

¹⁶ Sahar Norloei et al., "The Effects of Heat Stress on a Number of Hematological Parameters and Levels of Thyroid Hormones in Foundry Workers", *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics: JOSE*, Volume 23, no. 4, 2015, p. 481-490; Jacob F Piil et al., "High prevalence of Hypohydration in Occupations with Heat Stress-Perspectives for Performance in Combined Cognitive and Motor Tasks", *PloS one*, Volume 13, no. 10, 2018, e0205321.

¹⁷ François Bourque and Ashlee Cunsolo Willox, "Climate Change: The Next Challenge for Public Mental Health?", *International Review of Psychiatry (Abingdon, England)*, Volume 26, no. 4, 2014, p. 415-22; Ivan C Hanigan et al., "Suicide and Drought in New South Wales, Australia, 1970-2007", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Volume 109, no. 35, 2012, 13950-13955.

¹⁸ Susan Clayton et al., *Mental Health and ...*, Available at: <http://ecoamerica.org/wp-content/uploads/2017/03/ea-apa-psych-report-web.pdf>

¹⁹ Ron Acierno et al., "Psychological Sequelae Resulting from the 2004 Florida Hurricanes: Implications for Postdisaster Intervention.", *American Journal of Public Health*, Volume 97, suppl. 1, 2007, ss. 103-108.

²⁰ Susan Clayton et al., *Mental Health and ...*, Available at: <http://ecoamerica.org/wp-content/uploads/2017/03/ea-apa-psych-report-web.pdf>; Christie Manning and Susan Clayton, *Psychology and Climate Change...*, ss. 217-244.

Birleşmiş Milletler Çocuklara Acil Yardım Fonu iklim değişikliğinin orantısız bir şekilde yoksulları daha fazla etkilediğine dikkat çekmektedir.²¹ Ruh sağlığı etkileri, felaketin tipine, aniliğine ve ölçeğine ve meydana geldiği sosyal, tarihi ve kültürel bağlama göre de farklılık gösterebilir.²² Literatürde afetlerin ardından ruh sağlığı problemlerinin gelişimi açısından bildirilen risk faktörleri arasında; travmatik olayın büyüklüğü, sevilen birinin kaybı, kadın olma, daha genç yaşta olma, düşük sosyoekonomik statü, düşük eğitim seviyesi, azınlık olma durumu veya etnik köken, geçmiş psikiyatrik öykü, aile istikrarsızlığı, yetersiz sosyal destek sistemleri, istikrarsız barınma, destek hizmetlerine ve istihdama erişim eksikliği sayılmaktadır.²³ Etkiler, bireylerin ve toplulukların savunmasızlığı, acil durum müdahalelerinin uygunluğu ve destek sağlamak ve yeniden inşa etmek için mevcut kaynakların yetersizliği ile daha da artabilir. Aşırı hava olayları dünya çapında meydana gelse de, doğal afetlerden orantısız bir şekilde etkilenmesi muhtemel olan kesim, hizmetlerde zaten eksik olan genellikle en yoksul topluluklardır.

Değişen iklimle birlikte meydana gelen yavaş ve kademeli çevresel değişikliklerin de ruh sağlığı üzerinde önemli etkileri vardır. Özellikle ısı saldırganlık ve çatışma ile ilişkilendirilmiştir.²⁴ Isı dalgalarını zihinsel sağlık sonuçlarıyla kesin olarak ilişkilendirmek zordur, ancak hem laboratuvarında hem de saha ortamlarında yürütülen onlarca yıllık araştırmalar, sıcaklığın zihinsel durum üzerinde zararlı bir nedensel etkisi olduğuna dair bir fikir

²¹ United Nations Children's Fund (UNICEF), *Unless We Act Now: The Impact of Climate Change on Children*, New York, NY: United Nations Children's Fund, 2015. Available at: https://www.unicef.org/media/50391/file/Unless_we_act_now_The_impact_of_climate_change_on_children-ENG.pdf

²² Emily Ozer et al., "Predictors of Posttraumatic Stress Disorder and Symptoms in Adults: A Meta-Analysis", *Psychological Bulletin*, Volume 129, no.1, 2003, ss. 52–73.

²³ Katie Hayes et al., "Climate Change and Mental Health: Risks, Impacts and Priority Actions", *International Journal of Mental Health Systems*, Volume 12, no.1, 2018, Article number 28; Ryan Larrance et al., "Health Status among Internally Displaced Persons in Louisiana and Mississippi Travel Trailer Parks", *Annals of Emergency Medicine*, Volume 49, no. 5, 2007, p. 590-601; Janna Trombley et al., "Climate Change and Mental Health", *American Journal of Nursing*, Volume 117, no. 4, 2017, ss. 44-52.

²⁴ Andreas Miles-Novelo and Craig Anderson, "Climate Change and Psychology: Effects of Rapid Global Warming on Violence and Aggression", *Current Climate Change Reports*, Volume 5, no. 1, 2019, ss. 36–46.

verebilir.²⁵ Buna ek olarak kötü hava kalitesinin ruh sağlığı üzerinde hem kısa hem de uzun vadeli etkileri olabileceğine dair kanıtlar da mevcuttur.²⁶ Fosil yakıtların kullanımı partikül madde, ozon ve karbon gibi kirleticiler üretme eğiliminde olduğundan, iklim değişikliğine muhtemelen daha yüksek düzeyde hava kirliliği de eşlik edecektir. Daha sıcak hava, bu kirleticilerin daha yüksek seviyelerini tutma eğilimindedir. Birkaç sistematik inceleme, ince partikül madde seviyesi ile yaşlılarda bilişsel bozulma veya çocuklarda davranış sorunları (dürtüsellik ve dikkat sorunları) arasında bir ilişki bulmuştur.²⁷ Ayrıca artan sıkıntı, keder, stres, öfke, kimlik kaybı, kayıp duyguları, çaresizlik, hayal kırıklığı ve azalan toplumsal uyum belirtileri diğer zihinsel sorunlardandır.²⁸

İklim değişikliğinin etkilerini tüm dünya bireyleri hissedecektir, ancak etkilerine karşı en savunmasız olanlar çocuklar olacaktır. Erken ve hızlı büyümeleri, bağışıklık ve sinir sistemlerinin olgunlaşmamış olması ve fiziksel çevreleriyle yoğun ve doğrudan temasları nedeniyle çocuklar, iklim değişikliğinin çoğu yaşam boyu sürececek olan doğrudan sağlık etkilerine karşı özellikle savunmasızdır.²⁹ Gelişimsel bir perspektiften bakıldığında, iklimle ilgili değişiklikler, kısa ve uzun vadeli risk faktörlerinin etkisini arttırmaktadır.³⁰ Tekrarlayan kümülatif risklere maruz kalmak psikososyal gelişim için özellikle zararlıdır.³¹ Çocuklukta iklim değişikliğinin psikososyal sonuçlarına ilişkin mevcut kanıtlar, travma sonrası stres

²⁵ Tamma A Carleton, "Crop-damaging temperatures increase suicide rates in India", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Volume 114, no. 33, 2017, ss. 8746-8751.

²⁶ Massimiliano Buoli et al., "Is There a Link Between Air Pollution and Mental Disorders?", *Environment International*, Volume 118, 2018, ss. 154-168.

²⁷ Diana Younan et al., "Longitudinal Analysis of Particulate Air Pollutants and Adolescent Delinquent Behavior in Southern California", *Journal of Abnormal Child Psychology*, Volume 46, no. 6, 2018, ss. 1283-1293; Tianyu Zhao et al., "Ambient Ozone Exposure and Mental Health: A Systematic Review of Epidemiological Studies", *Environmental Research*, Volume 165, 2018, p. 459-472.

²⁸ Susan Clayton et al., "Mental Health and Our...", <http://ecoamerica.org/wp-content/uploads/2017/03/ea-apa-psych-report-web.pdf>.

²⁹ Daniel Martinez Garcia and Mary C Sheehan, "Extreme Weather-driven Disasters and Children's Health", *International Journal of Health Services: Planning, Administration, Evaluation*, Volume 46, no. 1, 2016, p. 79-105

³⁰ United Nations Children's Fund (UNICEF), *Unless We Act Now...*, Available at: https://www.unicef.org/media/50391/file/Unless_we_act_now_The_impact_of_climate_change_on_children-ENG.pdf.

³¹ Garcia and Sheehan, "Extreme Weather-driven Disasters and Children's Health". p. 79-105

bozukluğu, depresyon, uyku ve anksiyete bozuklukları, bilişsel eksiklikler gibi sorunlara işaret etmektedir.³²

Değişen iklimle ilişkili daha kademeli değişikliklerin hem göçü hem de çatışmayı artırması muhtemeldir. İnsanlar, deniz seviyelerinin yükselmesi, permafrostların çözülmesi, buzulların erimesi veya çölleşme gibi istenmeyen bir dizi faktör nedeniyle evlerini terk etmek isteyebilir veya bunu yapmaya zorlanabilir. Ancak göç, özellikle ülke sınırlarını geçmeyi içerdiğinde oldukça stresli olabilir. Yolculuğun kendisi belirsizdir ve özellikle insanlar göç edilen yerdeki mevcut sakinler tarafından hoş karşılanmadığında, yeni bir eve uyum süreci daha zor olabilir. Göçe sıklıkla ekonomik zorluklar da eşlik eder. Bir insanın, önemli bir destek ve dayanıklılık kaynağı olan evini kaybetmesi bile ruh sağlığını tehdit edebilir.³³ Bu durumlar, gönülsüz göçmenlik ile ruh sağlığı problemleri arasındaki ilişkileri açıklamaya yardımcı olabilir.³⁴ Bunlara ek olarak kıt çevresel kaynaklar üzerindeki rekabet, sosyal çatışmayı arttırabilir, bu da ruh sağlığına yönelik bir başka tehdittir.³⁵

Yukarıda bahsedilen ruh sağlığı sorunlarına ek olarak, bazı insanlar kültürel veya kişisel nedenlerle doğal dünyaya daha fazla bağlı hissedebilirler. Bu bağlantı, onların çevresel tehditleri daha fazla önemsemelerine veya bunlara karşı daha dikkatli olmalarına sebep olabilir. Başka bir deyişle, İklim değişikliğinin yarattığı psikolojik tehdit, insanların önemsedikleri şeylere zarar vermektense çok daha kapsamlı olarak değerlendirilebilir. Tschakert ve meslektaşları 2019, iklim değişikliği ile ilişkili kayıp algısını tanımlayarak, "kendilik ve güvenlik duygusuna yönelik zarara" dikkat çekmektedirler.³⁶ Stoknes, doğanın değişmekte olduğu

³² Garcia and Sheehan, "Extreme Weather-driven Disasters and Children's Health". ss. 79-105

³³ Sue Tapsell and Sylvia Tunstall, "I Wish I'd Never Heard of Banbury: The Relationship between 'Place' and the Health Impacts of Flooding", *Health & Place*, Volume 14, no.2, 2008, ss. 133-154.

³⁴ Irina Mindlis and Boffetta Paolo, "Mood Disorders in First- and Second-Generation Immigrants: Systematic Review and Meta-Analysis", *The British Journal of Psychiatry: The Journal of Mental Science*, Volume 210, no. 3, 2017, p. 182-189.

³⁵ Kenneth Miller and Andrew Rasmussen, "The Mental Health of Civilians Displaced by Armed Conflict: An Ecological Model of Refugee Distress", *Epidemiology and Psychiatric Sciences*, Volume 26, no.2, 2017, ss. 129-138.

³⁶ Petra Tschakert et al., "One Thousand Ways to Experience Loss: A Systematic Analysis of Climate-Related Intangible Harm from Around the World", *Global Environmental Change*, Volume 55, 2019, ss. 58-72.

duygusuyla ilişkilendirilen “büyük kedere” atıfta bulunmuştur.³⁷ Reser ve Bradley, iklim değişikliğinin oluşturduğu varoluşsal tehdidi tartışarak, bunun tipik risk araştırmalarının odağından farklı bir büyüklük seviyesini temsil ettiğini vurgulamıştır.³⁸ Norgaard bu tehdidi potansiyel bir ontolojik güvenlik kaybı olarak tanımlamaktadır: Doğal dünyanın görüldüğü gibi olduğuna dair güven eksikliği; doğal dünyada ve onunla olan ilişkimizde bir şeylerin yanlış gittiğine dair derin ve rahatsız edici bir his şeklinde ifade etmiştir.³⁹ İklim değişikliğine karşı bir tür olumsuz duygusal tepkinin varlığı dikkat çekse de, bu yapıyla ilgili çok az kavramsal netlik vardır. Bahsedilen duygusal tepki ile ilişkili olarak çevresel sıkıntı⁴⁰, ekolojik keder⁴¹, ekolojik stres⁴², eko-kaygı⁴³ ve iklim değişikliği sıkıntısı⁴⁴ gibi birçok terim ortaya çıkmıştır. Bu tepki farklı şekillerde isimlendirilse de, Cunsolo ve Ellis, iklim değişikliğinin etkilerini değerlendirmeye çalışan uzmanların bu duyguyu dikkate alması gerektiğini önemle vurgulamaktadır.⁴⁵

İklim Değişikliği ve Psikolojik Mesafe: Neden Korkmuyoruz ?

Çoğu insan iklim değişikliğinin ciddi bir sorun olduğunu ve güvenli bir iklimi geri kazanabilmek için acil değişiklikler gerektiğini kabul etse de, birçoğu bunu düşünmekten veya davranışlarını değiştirmekten

³⁷ Per Espen Stoknes, *What We Think About When We: Toward a New Psychology of Climate Action*, Publisher Group, UK, 2015.

³⁸ Joseph Reser and Graham Bradley, “Fear Appeals in Climate Change Communication”, *Oxford Research Encyclopedia of Climate Science*, New York, NY: Oxford University Press, 2017.

³⁹ Kari Marie Norgaard, “People Want to Protect Themselves a Little Bit: Emotions, Denial, and Social Movement Nonparticipation”, *Sociological Inquiry*, Volume 76, no. 3, 2006, ss. 372–396.

⁴⁰ Nick Higginbotham et al., “Validation of an Environmental Distress Scale”, *EcoHealth*, Volume 3, no. 4, p. 245–254.

⁴¹ Ashlee Cunsolo and, Neville Ellis, “Ecological Grief as a Mental Health Response to Climate Change-Related Loss”, *Nature Climate Change*, Volume 8, no. 4, 2018, ss. 275-281.

⁴² Sabrina Helm et al., “Differentiating Environmental Concern in the Context of Psychological Adaption to Climate Change”, *Global Environmental Change-human and Policy Dimensions*, Volume 48, 2018, ss. 158-167.

⁴³ Paige Cordial, Ruth Riding-Malon and Hilary Lips, “The Effects of Mountaintop Removal Coal Mining on Mental Health, Well-Being, and Community Health in Central Appalachia”, *Ecopsychology*, Volume 4, 2012, ss. 201-208.

⁴⁴ Joseph Reser et al., “Coping with Climate Change: Bringing Psychological Adaptation in from the Cold”, In B. Molinelli, & V. Grimaldo (Eds.). *Handbook of the Psychology of Coping*. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers, 2012.

⁴⁵ Cunsolo and Ellis, “Ecological Grief as a Mental Health Response to Climate Change-Related Loss”, ss. 275-281.

kaçınmaktadır. Bu tepkinin önemli bir nedeni, iklim değişikliğinin coğrafi ve zamansal mesafeleriyle ilgili olabilir.⁴⁶ Bireyler ekolojik felaketleri belirsiz olaylar olarak algılamakta ve iklim değişikliğinin çoğunlukla gelecek nesilleri etkileyeceğini hayal etmektedirler.⁴⁷ Bireyler öncelikle kısa vadeli ve kişisel deneyimlerine ilişkin sorun ve risklerden etkilendikleri için, iklim değişikliğini bir öncelik olarak algılamıyor olabilirler.⁴⁸ Buna ek olarak, soruna karşı duyarsızlaşmak ve zihinsel olarak uyum sağlamak; ideolojik direniş (çünkü önerilen çözümler aşına oldukları “sistemi” veya önemsedikleri “değerleri” tehdit ediyor gibi görünmektedir) ve iklim değişikliği hakkında düşünmenin uyandırdığı rahatsız edici duygulardan kaçınma arzusu gibi psikolojik faktörler de bireyleri sorundan kaçınmaya, sorunu küçümsemeye ve inkar etmeye itiyor olabilir.⁴⁹ Homburg ve meslektaşları, problem çözme stratejilerinin hem stres hem de çevre yanlısı davranış ölçütleri ile pozitif ilişkili olduğunu, suçluluğun inkarı şeklindeki duygu odaklı bir stratejinin ise stres ve çevre yanlısı davranış ile negatif ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.⁵⁰ Diğer çalışmalar, argümanlarını başa çıkma literatürüne dayandırmaları da, iklim değişikliğini psikolojik olarak ele alırken genellikle sorumluluğun reddi veya dışsallaştırılması gibi çeşitli duygu odaklı stratejilerin kullanıldığını göstermiştir.⁵¹ Bahsedilen araştırmalarda görüldüğü üzere, kendini koruyucu bir tepki, iklim değişikliği konusunda birçok insanın yaptığı gibi, olumsuz duyguları bastırmayı veya reddetmeyi teşvik edebilir, ancak bu sorunu çözmede başarısız olur ve bu stratejiler çevresel katılım için zararlı görünmektedir. Bunun yanında çeşitli çalışmalar bu sorunla etkili bir şekilde baş edebilmek için keder, korku ve öfke gibi duyguların doğru şekilde yönetilmesinin önemine işaret etmektedir. Örneğin kişinin duygusal tepkisini kabul etmesi, uyumun bir parçası

⁴⁶ Alexa Spence, Wouter Poortinga and Nick Pidgeon, “The Psychological Distance of Climate Change”, *Risk Analysis*, Volume 32, 2012, ss. 957–972.

⁴⁷ Robert Gifford, “The Dragons of Inaction: Psychological Barriers that Limit Climate Change Mitigation and Adaptation”, *The American Psychologist*, Volume 66, no. 4, 2011, ss. 290-302.

⁴⁸ Eva Lotta Sundblad, Anders Biel and Tommy Gärling, “Cognitive and Affective Risk Judgments Related to Climate Change”, *Journal of Environmental Psychology*, Volume 27, no. 2, 2007, ss. 97-106.

⁴⁹ George Marshall, *Don't Even Think about It. Why Our Brains are Wired to Ignore Climate Change*. Bloomsbury Press, London, UK, 2014.

⁵⁰ Andreas Homburg et al., “Coping With Global Environmental Problems: Development and First Validation of Scales”, *Environment and Behavior*, Volume 39, no. 6, 2007, ss. 754–778.

⁵¹ Irene Lorenzoni, Sophie Nicholson-Cole and Lorraine Whitmarsh, “Barriers to Engaging with Climate Change among the UK Public and Their Policy Implications”, *Global Environmental Change*, Volume 17, 2007, ss.445-459.

olabilir.⁵² Duyguları kabullenmek, onlar hakkında başkalarıyla konuşmak ve sosyal destek aramak, bunlarla başa çıkmak için etkili stratejilerdir. Bunun yanı sıra araştırmalar iklim değişikliğini bir stres kaynağı olarak kabul etmenin ve insanların bu tehditle başa çıkma kapasitelerini geliştirmenin hem katılım hem de psikolojik refah için önemli olabileceğini vurgulamaktadır.⁵³ Reser ve meslektaşları konuyla ilgili araştırmalarında, iklim değişikliğiyle ilgili sıkıntının, davranışsal katılımın yanı sıra uyumun güçlü bir yordayıcısı olduğunu belirlemiş ve bunun uyarlanabilir bir davranışsal tepkiyi harekete geçirmede yararlı olduğunu bulgulamıştır. Ayrıca Marshall iklim değişikliği konusundaki toplu sessizliği kırmanın önemine işaret ederek, iklim değişikliğinin eylem gerektiren bir risk olduğunun toplumsal kabulüne dikkat çeker.⁵⁴ Sosyal olarak normatif hale gelen çevresel sorunları önemsemek kritik bir noktadır. Buna ek olarak araştırmalar, iklim etkilerinin “ne zaman” olacağına odaklanmak; iklim değişikliğini kişisel olarak anlamalarına yardımcı olmak; açık, makul ve anlamlı eylemler ve uygulanabilir çözümler iletmek; ve insanların bununla özdeşleştirebilecekleri hikayeler ve görseller kullanmak gibi stratejilerin de etkili olabileceğine dikkat çekmektedir.⁵⁵

İklim değişikliği gibi -zaman ve mekan açısından- soyut meselelerde, insanlar çoğunlukla kendi favori (örtük) teorilerini ve erişilebilir şemaları kullanmaya meyillidir.⁵⁶ Bu nedenle medya ve politika yapıcılar somut bir şekilde ve gerçeğe dayalı bilgi vermelidir. Genel bir kural olarak, soyutlama ve yüksek belirsizlik ile karakterize edilen iklim değişikliğini azaltma ve hafifletme çabaları, bireylerin davranışını motive etmeye yardımcı olmayacaktır. Ancak yerel çevreyle ilgili somut ve gerçeğe dayalı bilgiler, insanların sürdürülebilir davranışı destekleyen müdahaleler geliştirmesine yardımcı olabilir.

Yukarıda bahsedilenlere ek olarak ilgili literatür, çocukluk ve ergenlik boyunca ebeveynlerin çocuklarına bilgi, yeterlilik ve çevre yanlısı

⁵² Joseph Reser et al., “Coping with Climate ...”, 2012.

⁵³ Joseph Reser and Janet Swim, “Adapting to and Coping with the Threat and Impacts of Climate Change”, *The American Psychologist*, Volume 66, no.4, 2011, p. 277-289; Janet Swim et al., “Psychology’s Contributions to Understanding and Addressing Global Climate Change”, *American Psychologist*, Volume 66, no. 4, 2011, ss.241-250.

⁵⁴ George Marshall, *Don’t Even Think about It...*, 2014.

⁵⁵ Alexa Spence et al., “The Psychological Distance...”, ss. 957-972.

⁵⁶ Sander van der Linden et al., “Improving Public Engagement With Climate Change: Five ‘Best Practice’ Insights From Psychological Science”, *Perspectives on Psychological Science: A Journal of the Association for Psychological Science*, Volume 10, no. 6, 2015, ss. 758-63.

bir yönelim aktarmada önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, ebeveynlerin önemli bir sorumluluğu iklim değişikliği hakkında nasıl iletişim kurulacağını öğrenmek ve çocuklarını hem iklim değişikliğinin azaltılmasında (yani iklim değişikliğinin şiddetini azaltmak için harekete geçmek) hem de iklim değişikliğine uyumda (yani etkilerine hazırlanmak) desteklemektir.⁵⁷ Bununla birlikte, iklim değişikliği küresel üretim ve tüketim kalıbıyla iç içe olduğundan, sürdürülebilir toplum çabalarına geleceğin liderleri olan genç nesli dahil etmek özellikle önemlidir.

İklim Değişikliği ve Psikoloji Bilimi

Psikoloji bilimi tek başına küresel ısınmayı yavaşlatamaz veya durduramaz, ancak psikolojinin teorileri ve yöntemleri, insanların neden ve nasıl iklim değişikliğini azaltabilecek çevre yanlısı davranışlarda bulunabileceğini açıklayabilir ve bireylerin sürdürülebilir davranışın psikolojik engellerini aşmasına yardımcı olabilir,⁵⁸ çevreci veya “sürdürülebilir davranışı” teşvik etmeyi ve/veya “sürdürülemez davranışı” azaltmayı amaçlayan müdahaleler ve politikalara katkı sunabilir. Çevre açısından psikologlar için önemli bir nokta, çevresel açıdan sürdürülebilir davranışı (örneğin, enerji tasarrufu yapmak, sürdürülebilir ulaşımı tercih etmek, geri dönüşüm vb.) teşvik etmek üzere çevrecilik ve çevreyi korumaya yönelik insan davranışlarının nasıl değiştirilebileceğini araştırmak, açıklamak ve tahmin etmektir.⁵⁹ İnsan zihni, sürdürülebilir bir kolektif gelecek iklimi ve çevreyi güvence altına almaya yardımcı olacak eylemleri teşvik edecek şekilde nasıl şekillendirilebilir? Psikolojik araştırmalar bu soruları kişiliğin ve tutum değişkenlerinin, sosyal normların ve inançların rollerini inceleyerek ele alabilir. Buna yönelik bir diğer girişim, müdahalelere halkın katılımını teşvik etmek amacıyla normatif mesajların, sosyal normların ve eğitim programlarının kullanımını içerebilir.⁶⁰ Kitle iletişim kampanyaları aracılığıyla da konuya yönelik duyarlılık artırılarak

⁵⁷ Ellen Matthies and Hannah Wallis, “Family Socialization and Sustainable Consumption”, In L. A. Reisch & J. Thøgersen (Eds.), *Handbook of Research on Sustainable Consumption Cheltenham*, Northampton: Edward Elgar Publishing, 2015, ss. 268–284.

⁵⁸ Robert Gifford, “The Dragons of Inaction...”, ss. 290-302.

⁵⁹ Florian Kaiser et al., “Environmental Protection and Nature as Distinct Attitudinal Objects: An Application of the Campbell Paradigm”, *Environment and Behavior*, Volume 45, no.3, 2013, ss. 369–398.

⁶⁰ Julie Ernst and Stefan Theimer, “Evaluating the Effects of Environmental Education Programming on Connectedness to Nature”, *Environmental Education Research*, Volume 17, no. 5, 2011, p.577-598; Mark Hurlstone et al., “The Effect of Framing and Normative Messages in Building Support for Climate Policies”, *PLoS ONE*, Volume 9, no.12, e114335.

bireylerin önleyici ve koruyucu eylemlere katılımı teşvik edilebilir. Örneğin, 3 Temmuz 'Dünya Plastik Poşet Kullanmama Günü' olarak ilan edilmiştir. Dünya genelinde dakikada yaklaşık 2 milyon plastik poşet tüketilmektedir. Bu poşetlerin doğada çözünmesi ise 100 ila 500 yıl sürmektedir.⁶¹ Dünya Doğayı Koruma Vakfı tarafından plastik atıklar konusunda hazırlanan bir rapora göre de Akdeniz'deki atıkların %95'ini plastik atıklar oluşturmaktadır.⁶² Bu gibi nedenlerle, bu özel günün amacı, dünyada tek kullanımlık plastik poşetlerin kullanımını sınırlamak için bir farkındalık yaratmaktır. Diğer yandan araştırmalar, gelecekteki davranışların en büyük belirleyicilerinden birinin geçmiş davranışlar olduğunu defalarca göstermiştir: İnsanlar, düzenli rutinelere bağlı kalan ve alışkanlıklarını sürdürmeye meyilli olan canlılardır.⁶³ Bir alışkanlığı geçersiz kılmak, kasıtlı bir niyet gerektirir ve sonuç olarak insanları davranışsal seçimleri konusunda daha bilinçli olmaya teşvik eden müdahaleler, bireyin değişme kapasitesini artırır. Örneğin Türkiye, Fransa, Yunanistan, İrlanda, Hollanda, İsveç ve İngiltere gibi birçok ülkede mağazalar, plastik alışveriş poşetleri için müşterilerden küçük bir ücret almaya başlayarak, bireyleri sürdürülebilir çevre yanlısı davranışa ve israflarını düşünmeye teşvik etmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın açıklamalarına göre de, plastik poşetlerin ücretli hale getirildiği 1 Ocak 2019 'dan itibaren plastik poşetlerin kullanım oranları yüzde 77,27' ye düşmüş ve 11 ayda yaklaşık 150 bin ton plastik tasarrufu sağlandığı belirlenmiştir.⁶⁴ İstenmeyen eski alışkanlıkların üstesinden gelmenin yanı sıra, arzu edilen yeni alışkanlıkların geliştirilmesini sağlamak da önemlidir. Genellikle psikolojik müdahalelerde, yeni bir alışkanlığın gelişimini desteklemek üzere insanlar kritik karar noktalarında, kararlarını hatırlama olasılığını artırmak için niyetlerini tekrar etmeye teşvik edilir. Yeni davranışlar ne kadar sık yapılırsa, o kadar çok yerleşir ve pekiştirilir. Tekrarlama fikri, davranışsal teşvikler için bir rol anlamına gelir. Bir bireye belirli bir davranışı gerçekleştirmesi için bir teşvik (örneğin ücretsiz bir

⁶¹ Anadolu Ajansı, "3 Temmuz Dünya Plastik Poşet Kullanmama Günü: Plastik poşetler hakkında bilmeniz gerekenler", *BBC News*, 03 Temmuz 2021. Erişim Tarihi: 30.03.2022, <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-57694701>

⁶² World Wildlife Fund (WWF) (Dünya Doğayı Koruma Vakfı), "Akdeniz'e en çok plastik Türkiye'den", 07 Haziran 2018, Erişim Tarihi: 04.03.2022, <https://www.wwf.org.tr/?7800/wwf-akdeniz-plastik-raporunu-yayimladi-akdenize-en-cokplastik-turkiyeden>.

⁶³ Judith Ouellette and Wendy Wood, "Habit and Intention in Everyday Life: The Multiple Processes by Which Past Behavior Predicts Future Behavior", *Psychological Bulletin*, Volume 124, no.1, 1998, ss. 54-74.

⁶⁴ Anadolu Ajansı, "Türkiye'de plastik poşet kullanımı yüzde 77,27 düştü", *BBC News*, 15 Aralık 2019. Erişim Tarihi: 30.03.2022, <https://www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-50799641>

otobüs bileti) sağlamak, teşvik döneminden sonra da devam ettirilebilecek yeni bir alışkanlığın gelişmesini kolaylaştırır.⁶⁵ Örneğin Almanya'da, insanlara kısa bir süreliğine toplu taşıma için ücretsiz bilet ve bilgi sağlayan bir müdahalenin, toplu taşıma hizmetlerinin kullanımını arttırmada başarılı olduğu bulunmuştur.⁶⁶ Daha sürdürülebilir alışkanlıkların oluşturulması için de benzer pratikler uygulanabilir.

Dikkatle tasarlanmış, iyi hedeflenmiş müdahale ve iletişimler, sürdürülebilir davranışı teşvik etmenin önemli bir yöntemi olsa da, genellikle yeterli değildir. Değişimin önündeki çeşitli engeller, insanların sürdürülebilir şekilde hareket etmesini engellemektedir. Örneğin, bir kişi enerji verimli bir ürün satın almak için yeterli paraya sahip olmayabilir, daha acil öncelikleri bulunabilir veya mevcut yaşam tarzını değiştirmek konusunda isteksiz olabilir. Sağlık psikolojisi literatürü, yukarı ve aşağı müdahaleler arasında faydalı bir ayrım yapar. Aşağı yönde müdahaleler, mevcut değerleri ve inançları değiştirmek için tasarlanmış iletişimlere atıfta bulunurken; yukarı yönlü müdahaleler, yasal kısıtlamalar ve çevredeki fiziksel değişiklikler dahil olmak üzere, insanları farklı uygulamalara ve yaşam tarzlarına teşvik eden veya nazikçe zorlayan dış yapısal değişiklikleri ifade eder.⁶⁷ Başarılı bir müdahale politikası veya kampanyası, genellikle her iki müdahale türünün birleşimini içermelidir.

İklim değişikliği ile ilişkili literatür, mevcut küresel ısınma ve iklim değişikliğinin, tarımsal ve doğal kaynaklara muazzam talepler getiren insan nüfusu artışıyla birleştiğine dikkat çekmektedir.⁶⁸ Çevre psikologları, kaynakları sürdürülebilir yollarla paylaşmanın sosyal ikilemlerinin nasıl ele alınacağı⁶⁹, tekniklerin nasıl uygulanacağı da dahil olmak üzere artan enerji talebinin etkilerini azaltmak⁷⁰ ve kıtlığın psikolojik sonuçlarının nasıl

⁶⁵ Alexa Spence and Nick Pidgeon, "Psychology, Climate Change & Sustainable Behaviour", *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, Volume 51, no.6, 2009, ss. 8–18.

⁶⁶ Sebastian Bamberg, "Is a Residential Relocation a Good Opportunity to Change People's Travel Behavior? Results From a Theory-Driven Intervention Study", *Environment and Behavior*, Volume 38, no. 6, 2006, ss. 820–840.

⁶⁷ John McKinlay, "A Case for Refocusing Upstream: the Political Economy of Illness," in: E. G. Jaco, ed., *Patients, Physicians, and Illness: A Sourcebook in Behavioral Science and Health*, 3rd edition, New York: Free Press, 1979, ss. 9–25

⁶⁸ Jonathan Foley et al., "Solutions for a Cultivated Planet", *Nature*, Volume 478, 2011, p. 337–342.

⁶⁹ John M Anderies, Marco A Janssen, Allen Lee and Hannah Wasserman, "Environmental Variability and Collective Action: Experimental Insights from an Irrigation Game", *Ecological Economics*, Volume 93(C), 2013, ss. 166-176.

⁷⁰ Mats Nilsson, Dave Griggs and Martin Visbeck, "Policy: Map the Interactions Between Sustainable Development Goals", *Nature*, Volume 534, 2016, ss.320–322.

anlaşılacağı⁷¹ gibi çeşitli alanlarda topluma ihtiyaç duyulan içgörülerini sağlamada önemli bir rol oynayacaktır. Proaktif olarak hareket etmek, çevre faktörlerinin ve davranışsal ortamların insanları nasıl etkilediğine dair genel yasaları incelemek ve gelecekteki alternatif çevrelerin etkilerini tahmin etmek için teoride ve kavramsallaştırmada sağlam temellere sahip modeller geliştirmek de önemli bir noktadır.

İklim değişikliğinin doğrudan (örneğin ısı stresi, aşırı hava olaylarına maruz kalma) ve dolaylı (örneğin ekonomik kayıp, sağlık ve esenliğe yönelik tehditler, yerinden edilme ve zorunlu göç, toplu şiddet ve sivil çatışma, bozulmuş ve potansiyel olarak yaşanamaz bir çevreden yabancılaşma hissi) olarak neden olduğu ruh sağlığı etkilerinin kapsamını ve ölçeğini anlamak; bu etkileri tedavi etmek veya önlemek için tasarlanmış hizmetlerin geliştirilmesi ve uygulanması için önemli bir ilk adımdır.⁷² Bu etkileri anlamak; halk sağlığı eğitimi, şiddeti önleme, risk iletişimi, çevrenin korunmasına kişisel katılım ve olumlu psikolojik sonuçların teşvik edilmesi gibi yeni tür ruh sağlığı hizmetlerinin geliştirilmesine ve uygulanmasına da katkı sunacaktır.

Kaynakça

ACIERNO, Ron et al., “Psychological Sequelae Resulting from the 2004 Florida Hurricanes: Implications for Postdisaster Intervention.”, *American Journal of Public Health*, Volume 97, suppl. 1, 2007, s. 103-108.

American Psychological Association (APA), “Society’s Grand Challenges: Insights from Psychological Science”, 2008. Available online at March 24th 2022: <http://www.apa.org/research/action/gc-climate-change.pdf>

Anadolu Ajansı, “3 Temmuz Dünya Plastik Poşet Kullanmama Günü: Plastik poşetler hakkında bilmeniz gerekenler”, *BBC News*, 03 Temmuz 2021. Erişim Tarihi: 30.03.2022, <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-57694701>

Anadolu Ajansı, “Türkiye’de plastik poşet kullanımı yüzde 77,27 düştü”, *BBC News*, 15 Aralık 2019. Erişim Tarihi: 30.03.2022, <https://www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-50799641>

⁷¹ Vladas Griskevicius et al., “When the Economy Falts, Do People Spend or Save? Responses to Resource Scarcity Depend on Childhood Environments”, *Psychological Science*, Volume 24, no.2, 2013, ss. 197-205.

⁷² Lawrence Palinkas and Marleen Wong, “Social Sustainability and Global Climate Change: A New Challenge for Social Work”, In Alice M.L. Chong & Iris Chi (Eds.), *Social Work and Sustainability in Asia: Facing the Challenges of Global Environmental Changes*, London: Routledge, 2019, ss. 33-47.

ANDERIES, John M, JANSSEN, Marco A, LEE, Allen and WASSERMAN, Hannah, "Environmental Variability and Collective Action: Experimental Insights from an Irrigation Game", *Ecological Economics*, Volume 93(C), 2013, ss. 166-176.

BAMBERG, Sebastian, "Is a Residential Relocation a Good Opportunity to Change People's Travel Behavior? Results From a Theory-Driven Intervention Study", *Environment and Behavior*, Volume 38, no. 6, 2006, ss. 820-840.

BORN, Dorothea, "Bearing Witness? Polar Bears as Icons for Climate Change Communication in National Geographic", *Environmental Communication*, Volume 13, no. 5, 2019, ss. 649-663.

BOURQUE, François and WILLOX, Ashlee Cunsolo, "Climate Change: The Next Challenge for Public Mental Health?", *International Review of Psychiatry (Abingdon, England)*, Volume 26, no. 4, 2014, ss. 415-22.

BUOLI, Massimiliano et al., "Is There a Link Between Air Pollution and Mental Disorders?", *Environment International*, Volume 118, 2018, ss. 154-168.

CARLETON, Tamma A, "Crop-damaging temperatures increase suicide rates in India", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Volume 114, no. 33, 2017, ss. 8746-8751.

CLAYTON, Susan, MANNING, Christie and HODGE, Caroline, *Beyond Storms and Droughts: The Psychological Impacts of Climate Change*, American Psychological Association and ecoAmerica, Washington DC, 2014.

CLAYTON, Susan, MANNING, Christie, KRYGSMAN, Kirra and SPEISER, Meighen, *Mental Health and Our Changing Climate: Impacts, Implications, and Guidance*. American Psychological Association, and ecoAmerica, Washington DC, 2017. Available at: <http://ecoamerica.org/wp-content/uploads/2017/03/ea-apa-psych-report-web.pdf>

COOK, John et al., "Consensus on consensus: A synthesis of Consensus Estimates on Human-Caused Global Warming", *Environmental Research Letters*, Volume 11, no.4, 2016, Article 048002.

CORDIAL, Paige, RIDING-MALON, Ruth and LIPS, Hilary, "The Effects of Mountaintop Removal Coal Mining on Mental Health, Well-Being, and Community Health in Central Appalachia", *Ecopsychology*, Volume 4, 2012, ss. 201-208.

COSTELLO, Anthony et al., “Managing the Health Effects of Climate Change”, *The Lancet*, Volume 373, 2009, ss. 1693–1733.

CUNSOLO, Ashlee and ELLIS, Neville, “Ecological Grief as a Mental Health Response to Climate Change-Related Loss”, *Nature Climate Change*, Volume 8, no. 4, 2018, ss. 275-281.

DIETZ, Thomas et al., “Household Actions Can Provide a Behavioral Wedge to Rapidly Reduce Us Carbon Emissions”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Volume 106, no. 44, 2009, 18452-18456.

ERNST, Julie and THEIMER, Stefan, “Evaluating the Effects of Environmental Education Programming on Connectedness to Nature”, *Environmental Education Research*, Volume 17, no. 5, 2011, ss.577-598.

FOLEY, Jonathan et al., “Solutions for a Cultivated Planet”, *Nature*, Volume 478, 2011, ss. 337–342.

GARCIA, Daniel Martinez and SHEEHAN Mary C, “Extreme Weather-driven Disasters and Children's Health”, *International Journal of Health Services: Planning, Administration, Evaluation*, Volume 46, no. 1, 2016, ss. 79-105.

GIFFORD, Robert, “The Dragons of Inaction: Psychological Barriers that Limit Climate Change Mitigation and Adaptation”, *The American Psychologist*, Volume 66, no. 4, 2011, ss. 290-302.

GRISKEVICIUS, Vladas et al., “When the Economy Falters, Do People Spend or Save? Responses to Resource Scarcity Depend on Childhood Environments”, *Psychological Science*, Volume 24, no.2, 2013, p. 197-205.

HANIGAN, Ivan C et al., “Suicide and Drought in New South Wales, Australia, 1970-2007”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Volume 109, no. 35, 2012, 13950-13955.

HAYES, Katie et al., “Climate Change and Mental Health: Risks, Impacts and Priority Actions”, *International Journal of Mental Health Systems*, Volume 12, no.1, 2018, Article number 28.

HELM, Sabrina et al., “Differentiating Environmental Concern in the Context of Psychological Adaption to Climate Change”, *Global Environmental Change-human and Policy Dimensions*, Volume 48, 2018, ss. 158-167.

HIGGINBOTHAM, Nick et al., "Validation of an Environmental Distress Scale", *EcoHealth*, Volume 3, no. 4, ss. 245–254.

HOMBURG, Andreas, et al., "Coping With Global Environmental Problems: Development and First Validation of Scales", *Environment and Behavior*, Volume 39, no. 6, 2007, ss. 754–778.

HURLSTONE, Mark et al., "The Effect of Framing and Normative Messages in Building Support for Climate Policies", *PLoS ONE*, Volume 9, no.12, e114335.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), "Climate Change 2007: Synthesis Report", Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2007, ss. 104.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), "Climate Change 2013: The Physical Science Basis", Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 2014.

KAISER, Florian et al., "Environmental Protection and Nature as Distinct Attitudinal Objects: An Application of the Campbell Paradigm", *Environment and Behavior*, Volume 45, no.3, 2013, ss. 369–398.

LARRANCE, Ryan et al., "Health Status among Internally Displaced Persons in Louisiana and Mississippi Travel Trailer Parks", *Annals of Emergency Medicine*, Volume 49, no. 5, 2007, ss. 590-601.

LORENZONI, Irene, NICHOLSON-COLE, Sophie and WHITMARSH, Lorraine, "Barriers to Engaging with Climate Change among the UK Public and Their Policy Implications", *Global Environmental Change*, Volume 17, 2007, ss.445-459.

MANNING, Christie and CLAYTON, Susan, "Threats to Mental Health and Wellbeing Associated with Climate Change", In S. Clayton, & C. Manning (Eds.). *Psychology and Climate Change: Human Perceptions, Impacts, and Responses*, Elsevier, San Diego CA, 2018, ss. 217–244.

MARSHALL, George. *Don't Even Think about It. Why Our Brains are Wired to Ignore Climate Change*. Bloomsbury Press, London, UK, 2014.

MATTHIES, Ellen and WALLIS, Hannah, "Family Socialization and Sustainable Consumption", In L. A. Reisch & J. Thøgersen (Eds.),

Handbook of Research on Sustainable Consumption Cheltenham, Northampton: Edward Elgar Publishing, 2015, ss. 268–284.

MCKINLAY, John, “A Case for Refocusing Upstream: the Political Economy of Illness,” in: E. G. Jaco, ed., *Patients, Physicians, and Illness: A Sourcebook in Behavioral Science and Health*, 3rd edition, New York: Free Press, 1979, ss. 9–25

MILES-NOVELO, Andreas and ANDERSON, Craig, “Climate Change and Psychology: Effects of Rapid Global Warming on Violence and Aggression”, *Current Climate Change Reports*, Volume 5, no. 1, 2019, ss. 36–46.

MILLER, Kenneth and RASMUSSEN, Andrew, “The Mental Health of Civilians Displaced by Armed Conflict: An Ecological Model of Refugee Distress”, *Epidemiology and Psychiatric Sciences*, Volume 26, no.2, 2017, ss. 129–138.

MINDLIS, Irina and PAOLO, Boffetta. “Mood Disorders in First- and Second-Generation Immigrants: Systematic Review and Meta-Analysis”, *The British Journal of Psychiatry: The Journal of Mental Science*, Volume 210, no. 3, 2017, ss. 182-189.

MORGANSTEİN, Joshua and URSANO, Robert, “Ecological Disasters and Mental Health: Causes, Consequences, and Interventions”, *Frontiers in Psychiatry*, Volume 11, no. 1, 2020.

NILSSON, Mats, GRIGGS, Dave and VISBECK, Martin. “Policy: Map the Interactions Between Sustainable Development Goals”, *Nature*, Volume 534, 2016, ss.320–322.

NORGAARD, Kari Marie, “People Want to Protect Themselves a Little Bit: Emotions, Denial, and Social Movement Nonparticipation”, *Sociological Inquiry*, Volume 76, no. 3, 2006, ss. 372–396.

NORLOEI, Sahar et al., “The Effects of Heat Stress on a Number of Hematological Parameters and Levels of Thyroid Hormones in Foundry Workers”, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics: JOSE*, Volume 23, no. 4, 2015, ss. 481-490.

OBRADOVICH, Nick et al., “Empirical Evidence of Mental Health Risks Posed by Climate Change”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Volume 115, no. 43, 2018, ss. 10953-10958.

OUELLETTE, Judith and WOOD, Wendy, “Habit and Intention in Everyday Life: The Multiple Processes by Which Past Behavior Predicts

Future Behavior”, *Psychological Bulletin*, Volume 124, no.1, 1998, ss. 54–74.

OZER, Emily et al., “Predictors of Posttraumatic Stress Disorder and Symptoms in Adults: A Meta-Analysis”, *Psychological Bulletin*, Volume 129, no.1, 2003, ss. 52–73.

PALINKAS, Lawrence and WONG, Marleen, “Social Sustainability and Global Climate Change: A New Challenge for Social Work”, In Alice M.L. Chong & Iris Chi (Eds.), *Social Work and Sustainability in Asia: Facing the Challenges of Global Environmental Changes*, London: Routledge, 2019, ss. 33-47.

PIIL, Jacob F et al., “High prevalence of Hypohydration in Occupations with Heat Stress-Perspectives for Performance in Combined Cognitive and Motor Tasks”, *PloS one*, Volume 13, no. 10, 2018, e0205321.

RESER, Joseph et al., “Coping with Climate Change: Bringing Psychological Adaptation in from the Cold”, In B. Molinelli, & V. Grimaldo (Eds.). *Handbook of the Psychology of Coping*. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers, 2012.

RESER, Joseph and BRADLEY, Graham, “Fear Appeals in Climate Change Communication”, *Oxford Research Encyclopedia of Climate Science*, New York, NY: Oxford University Press, 2017.

RESER, Joseph and SWIM, Janet, “Adapting to and Coping with the Threat and Impacts of Climate Change”, *The American Psychologist*, Volume 66, no.4, 2011, ss. 277-289.

SPENCE, Alexa and PIDGEON, Nick, “Psychology, Climate Change & Sustainable Behaviour”, *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, Volume 51, no.6, 2009, ss. 8–18.

SPENCE, Alexa, POORTINGA, Wouter and PIDGEON, Nick, “The Psychological Distance of Climate Change”, *Risk Analysis*, Volume 32, 2012, ss. 957–972.

STEVENS, Heather R et al., “Hot and Bothered? Associations Between Temperature and Crime in Australia”, *International Journal of Biometeorology*, Volume 63, 2019, ss. 747-762.

STOKNES, Per Espen, *What We Think About When We: Toward a New Psychology of Climate Action*, Publisher Group, UK, 2015.

SUNDBLAD, Eva Lotta., BIEL, Anders and GÄRLING, Tommy, “Cognitive and Affective Risk Judgments Related to Climate Change”, *Journal of Environmental Psychology*, Volume 27, no. 2, 2007, ss. 97–106.

SWIM, Janet et al., ‘‘Psychology’s Contributions to Understanding and Addressing Global Climate Change’’, *American Psychologist*, Volume 66, no. 4, 2011, ss.241-250.

TAPSELL, Sue and TUNSTALL, Sylvia, ‘‘I Wish I’d Never Heard of Banbury: The Relationship between ‘Place’ and the Health Impacts of Flooding’’, *Health & Place*, Volume 14, no.2, 2008, ss. 133–154.

The U.S. Global Change Research Program (USGCRP), ‘‘The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment’’, In A. Crimmins, J. Balbus, J. L. Gamble, C. B. Beard, J. E. Bell, D. Dodgen, . . . L. Ziska, (Eds.), *U.S. Global Change Research Program*. Washington, DC, 2016.

TROMBLEY, Janna et al., ‘‘Climate Change and Mental Health’’, *American Journal of Nursing*, Volume 117, no. 4, 2017, ss. 44-52.

TSCHAKERT, Petra et al. ‘‘One Thousand Ways to Experience Loss: A Systematic Analysis of Climate-Related Intangible Harm from Around the World’’, *Global Environmental Change*, Volume 55, 2019, ss. 58–72.

United Nations Children’s Fund (UNICEF), *Unless We Act Now: The Impact of Climate Change on Children*, New York, NY: United Nations Children’s Fund, 2015. Available at: https://www.unicef.org/media/50391/file/Unless_we_act_now_The_impact_of_climate_change_on_children-ENG.pdf

van der LINDEN, Sander et al., ‘‘Improving Public Engagement With Climate Change: Five ‘Best Practice’ Insights From Psychological Science’’, *Perspectives on Psychological Science: A Journal of the Association for Psychological Science*, Volume 10, no. 6, 2015, ss. 758-63.

WATTS, Nick et al., ‘‘Health and Climate Change: Policy Responses to Protect Public Health’’, *Lancet*, Volume 386, 2015, ss. 1861–1914.

WATTS, Nick et al., ‘‘The 2019 Report of the Lancet Countdown on Health and Climate Change: Ensuring that the Health of a Child Born Today is not Defined by a Changing Climate’’, *Lancet*, Volume 394, no. 10211, 2019, ss. 1836–1878.

World Wildlife Fund (WWF) (Dünya Doğayı Koruma Vakfı), ‘‘Akdeniz’e en çok plastik Türkiye’den’’, 07 Haziran 2018, Erişim Tarihi: 04.03.2022, <https://www.wwf.org.tr/?7800/wwf-akdeniz-plastik-raporunu-yayimladi-akdenize-en-cokplastik-turkiyeden>.

YOUNAN, Diana et al., “Longitudinal Analysis of Particulate Air Pollutants and Adolescent Delinquent Behavior in Southern California”, *Journal of Abnormal Child Psychology*, Volume 46, no. 6, 2018, ss. 1283-1293.

ZHAO, Tianyu et al., “Ambient Ozone Exposure and Mental Health: A Systematic Review of Epidemiological Studies”, *Environmental Research*, Volume 165, 2018, ss. 459-472.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ÇOCUK VE ERGEN RUH SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Nesibe OLGUN KAVAL*

Özge Nur MUSLU**

Giriş

İklim değışikliği 21. yüzyılın en ciddi küresel sağlık tehditlerinden biri ve dünyamız için varoluşsal bir problemdir.¹ İklim değışikliği, yalnızca orman yangınları, sel, kasırgalar ve sıcak hava dalgaları gibi aşırı hava olaylarının artan sıklık ve şiddetini değil, aynı zamanda deniz seviyesindeki yükselmeler, değışen mevsimler, uzun süreli kuraklıklar, karada meydana gelen değışiklikler dahil olmak üzere daha kademeli ve sinsice ilerleyen değışiklikleri de içerebilir. Bazı bölgelerde daha yüksek hastalık prevalansına, güvensiz gıda teminine, temiz su mevcudiyetinin azalmasına, insanların yer değıştirmek zorunda kalmasına, artan gruplar arası çatışmalara ve ekonomik zorluklara yol açabilmektedir.²

Çevresel bir stres etkeni olarak iklim değışikliğinin bazı ayırt edici özellikleri vardır: Bunlardan ilki gerçek bir tehdit olmasıdır, bu nedenle biraz endişe duymak mantıklıdır; devam ediyor ve geliyordür, bu nedenle değışikliğe basit bir şekilde uyum sağlamak tamamen mümkün değildir; belirsizdir, bu nedenle kaygı korkudan daha yaygın bir tepki olabilir; son olarak küresel olarak paylaşılan bir durumdür, bu nedenle başkalarının yanıtları bir gösterge olarak kullanılabilir.³

İklim değışikliğine yönelik artan farkındalıkla birlikte, araştırmalar, bireyler arasında artan çevresel kaygı düzeylerinin yanı sıra iklim değışikliği ile ilgili endişe, stres, kaygı ve depresyon belirtileri arasındaki bağlantıları

* Araştırma Görevlisi Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü, Trabzon, nesibe.olgün@gmail.com

** Araştırma Görevlisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü, Trabzon, ozgenuriskenderoglu@gmail.com

¹ Watts N, Adger W.N., Agnolucci P., Blackstock J., Byass P., Cai W., ve diğ., "Health and climate change: policy responses to protect public health", *Lancet*, 386,10006, 2015, p.1861–914.

² Burke, S.L.E., Sanson, A.V., Hoorn, J.V., "The Psychological Effects of Climate Change on Children", *Current Psychiatry Reports*, 20, 2018, 35.

³ Clayton, S., Karazsia, B., "Development and validation of a measure of climate change anxiety", *Journal of Environmental Psychology*, 69,2020.

bildirmektedir.⁴ Çoğu zaman, insanlar iklim değişikliğinin geleceğini tehdit etmesinden korktukları için endişe duyduklarını ifade ederler.⁵

“Eko-kaygı”, çevresel krizlerle ilgili kaygı deneyimlerini ifade eden bir terimdir.⁶ “İklim değişikliği kaygısını” (küresel ısınma, yükselen deniz seviyeleri ve artan doğal afetler ve aşırı hava olayları dahil olmak üzere özellikle antropojenik iklim değişikliği ile ilgili kaygı) kapsar.⁷ İklim değişikliği kaygısı, en çok tanımlanan eko-kaygı biçimi olarak öne sürülmüştür.⁸ Bilişsel, duygusal veya işlevsel bozulma ve somatik uyarılmayı (bedensel belirtiler) içerebilen “iklim değişikliği hakkındaki algılarla ilişkili kaygı” olarak tanımlanmıştır.⁹ İlgili bir kavram olan iklim değişikliği endişesi, iklim değişikliği hakkında tekrarlayan, kontrol edilmesi zor veya kalıcı olabilecek olumsuz veya endişeli düşünceleri içerir.¹⁰

İklim Değişikliği ve Ruh Sağlığı

İklim değişikliği, hem fiziksel sağlık hem de ruh sağlığı üzerinde büyük etkileri olan, zamanımızın en acil sorunlarından biri olarak tanımlanmıştır.¹¹ İklim değişikliğinin, temel ihtiyaçlara (su, temiz hava,

⁴ Searle, K., Gow, K., “Do concerns about climate change lead to distress?”, *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 2,4, 2010, p.362–379.

⁵ Moser, S. C., “More bad news: *The risk of neglecting emotional responses to climate change information.*”, Dilling, L., Moser, S.C. (Eds.), *Creating a climate for change*, Cambridge University Press, 2009.

⁶ Hickman, C., “We need to (find a way to) talk about Eco-anxiety”, *J. Soc. Work. Pract.*, 34, 4, 2020, p. 411–424.

⁷ Clayton, S., “Climate anxiety: psychological responses to climate change”, *J. Anx. Disord.*, 74,2020, 102263.

⁸ Pihkala, P., “Eco-Anxiety, Tragedy, and Hope: Psychological and Spiritual Dimensions of Climate Change”, *Zygon*, 53,2018, p.545–569.

⁹ Clayton, S., “Development and validation of ...”, 2020.

¹⁰ Stewart, A.E., “Psychometric properties of the climate change worry scale”, *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 18,2021, p. 494.

¹¹ Costello, A., Abbas, M., Allen, A., Ball, S., Bell, S., Bellamy, R., Friel, S., Groce, N., Johnson, A., Kett, M., “Managing the health effects of climate change”, *Lancet and University College London Institute for Global Health Commission*, *Lancet*, 373, 2009, p. 1693–1733.

¹² Berry, H.L., Bowen, K., Kjellstrom, T., “Climate change and mental health: A causal pathways framework”, *Int. J. Public Health*, 55, 2010, p. 123–132.

yiyecek ve sabit konut gibi) erişime yönelik tehditler ve aşırı hava olaylarıyla ilişkili travma gibi ruh sağlığının belirleyicileri üzerinde yarattığı doğrudan zorlukların ötesinde, daha geniş kapsamlı psikolojik ve duygusal etkileri giderek daha fazla tanınmaktadır.¹² 2017'de Amerikan Psikoloji Birliği iklim değişikliğinin ruh sağlığı için nasıl temel bir sorun olduğunu detaylandıran bir rapor yayınladı.¹³ Potansiyel etkileri, kaygı, sıkıntı, depresyon, şiddet, çaresizlik duygusu ve yoğun kayıp duygularını içeren bir yapıdadır.¹⁴ Genel olarak iklim değişikliğinin ruh sağlığını üç şekilde etkilediği düşünülmektedir. İlk olarak, akut iklim olayları, iklim değişikliği ile ilgili aşırı hava olaylarının yaşanmasından kaynaklanan travma gibi, etkilenen topluluklardaki kişilerin zihinsel refahını doğrudan etkileyebilir. İkinci olarak, düşük gelir dağılımından kaynaklanan stres gibi zihinsel refahın sosyal, ekonomik ve çevresel belirleyicilerindeki değişimler nedeniyle dolaylı etkiler ortaya çıkabilir. Üçüncüsü, insanlar, iklim değişikliğiyle ilgili bir olayı doğrudan yaşamamış olsalar bile, iklim değişikliği nedeniyle gezegene yönelik yakın tehditlere ilişkin kapsamlı bir farkındalıktan kaynaklanan sıkıntı gibi olumsuz duygusal tepkiler de yaşayabilirler.¹⁵ ¹⁶ Ruh sağlığı ve iklim değişikliği arasındaki bağlantı henüz çok açık değildir. İklim değişikliği, aşırı hava olaylarının sıklığı ve şiddeti ile ilişkilidir, doğal afetler gibi olayların ruh sağlığı üzerindeki etkileri, artan TSSB, depresyon, kaygı, madde bağımlılığı ve ev içi şiddet seviyeleri olarak gösterilebilir.¹⁷

¹³ Clayton, S., Manning, C., Krygman, K., Speiser, M., “Mental health and our changing climate: Impacts, implications and guidance”, *American Psychological Association and ecoAmerica*, 2017. Erişim: <https://www.apa.org/news/press/releases/2017/03/mental-health-climate.pdf>

¹⁴ Fritze, J.G., Blashki, G.A., Burke, S., Wiseman, J., “Hope, despair and transformation: Climate change and the promotion of mental health and wellbeing”, *International Journal of Mental Health*, 2,13, 2008, p. 1-10.

¹⁵ Fritze ve diğer., “Hope despair and...”, 1-10.

¹⁶ Hayes, K., Blashki, G., Wiseman, J., Burke, S., Reifels, L., “Climate change and mental health: Risks, impacts and priority actions”, *International Journal of Mental Health Systems*, 12, 2018, p. 1–12.

¹⁷ Clayton, S., “Climate anxiety...”, 102263.

¹⁸ Berry, H.L. et al., “Climate change...”, p. 123-132.

İklim Değişikliğinin Doğrudan Etkileri

İklim değişikliği, insanları aşırı ısıya maruz kalma da dahil olmak üzere iklimle ilgili afetlerin daha sık, daha yoğun ve giderek artan bir düzeyde görülmesidir. Bunların sonucu olarakta psikolojik travmaya maruz kalma ruh sağlığını doğrudan etkileyebilir.¹⁸

İklim değişikliğinin ruh sağlığı üzerindeki doğrudan etkilerine ilişkin araştırmaların çoğu, depresyon, sel, yangın ve kasırgalar gibi akut olaylar ile TSSB(Travma Sonrası Stres Bozukluğu)'nin başlangıcıyla olan ilişkileri üzerinde yoğunlaşmıştır. İklim değişikliği, bu akut hava olaylarının sıklığı ve şiddetindeki artışla ilişkili olduğundan, insanlar giderek artan bir şekilde TSSB'nin öncüllerine (tehlike, yaralanma, ölüm ve diğer önemli kişilere verilen zararlar dahil) maruz kalacaklardır.¹⁹ Örneğin, orman yangınlarından sonra yapılan bir çalışmada katılımcıların dörtte birinde majör depresyon belirtileri bulunmuştur.²⁰ Bir diğer çalışmada orman yangınından sonra kaygı belirtilerinin arttığı, yangından altı ay sonra, yaklaşık 500 katılımcıdan elde edilen veriler, genel nüfusta görülme olasılığının sekiz katı olan %20 oranında yaygın anksiyete bozukluğu semptomları görülmüştür.²¹ Literatürde yapılan bir inceleme de, artan sıcaklıkların ve aşırı hava olaylarının, özellikle kasırgalar, sel ve orman yangınlarının uyku bozukluğu ve azalan uyku süresi ile bağlantılı olduğu bildirilmiştir.²² Sıcaklıklardaki

¹⁹ Salcioglu, E., Basoglu, M., Livanou, M., “Post-traumatic stress disorder and comorbid depression among survivors of the 1999 earthquake in Turkey Disasters”, 31,2007, p.115–129

²⁰ Trombley, J., Chalupka, S., Anderko, L., “Climate Change and Mental Health”, *AJN Am. J. Nurs.*, 117, 4, 2017, p. 44–52.

²¹ Agyapong, V. I. O., Hrabok, M., Juhas, M., ve diğ., “Prevalence Rates and Predictors of Generalized Anxiety Disorder Symptoms in Residents of Fort McMurray Six Months After a Wildfire”, *Front Psychiatry*, 9,2018.

²² Rifkin, D. I., Long, M. W., Perry, M. J., “Climate change and sleep: A systematic review of the literature and conceptual framework”, *Sleep Medicine Reviews*, 42, 3,2018.

²³ Anderson, C.A., Anderson, K.B., “*Temperature and aggression: paradox, controversy, and a (fairly) clear Picture*”, Geen, R., Donnerstein, E. (eds), *Human aggression: theories, research and implications for policy*, Academic Press, San Diego,1998, p. 247–298.

²⁴ Cheatwood, D., “The effects of weather on homicide”, *J Quant Criminol*, 11,1995, p.51–70.

artışlar saldırganlıkta genel bir artışla ilişkilendirilmektedir.²³ Artan sıcaklıklar (özellikle uzun süreli sıcak hava dönemleri), daha yüksek suç ve saldırgan davranış oranları ve daha yüksek intihar oranları ile de ilişkilendirilmiştir.^{24 25 26}

İklim Değişikliğinin Dolaylı Etkileri

İklim değişikliğinin yarattığı dolaylı etkilere bakıldığında; artan ısı stresi, yaralanma, hastalık ve gıda arzının bozulması yoluyla fiziksel sağlığı buna ilaveten ekonomiye ve toplulukların sosyal dokusuna zarar vererek de toplumun refah düzeyini etkileyebilir.²⁷ Doğal afetlerin fiziksel ve sosyal altyapı üzerinde de dolaylı etkileri vardır, eğitim, sağlık, ekonomi ve ulaşım sistemlerini bozabilir. Bu durum bireylerin stres yükünü artırırken, daha savunmasız kişilerin ruh sağlığını tehdit etmektedir.²⁸ İklim değişikliği, bazı durumlarda, özellikle daha savunmasız yerlerde ve maruz kalan nüfus bölgelerinde, tarımsal üretkenliği ve tarımsal destek endüstrilerinin ilerleyişini azaltabilir. Örneğin, çiftlik alanlarında aşırı ısıya maruz kalma, tarım işçilerinin çalışma kapasitesini düşürmektedir.²⁹ Bu kayıplar sosyoekonomik zorluklara ve ardından kötü ruh sağlığı sonuçlarına neden olur.³⁰

İklim değişikliğiyle ilgili stres etkenleri, ebeveynlerin kaynaklarını ve dayanıklılığını zayıflatan ve çocuğa doğrudan zarar veren ebeveynlik kalitesini düşüren kötü sağlık davranışlarına, çocuk bakım hizmetlerinin

²⁵ Cohn, E., Rotton, J., Peterson, A., Tarr, D., “Temperature, city size, and the southern subculture of violence: support for social escape/avoidance (SEA) theory”, *J Appl Soc Psychol*,34,2004, p.1652– 1674.

²⁶ Maes, M., Demeyer, F., Thompson, P., Peeters, D., Cosyns, P., “Synchronized annual rhythms in violent suicide rate, ambient temperature and the light-dark span”, *Acta Psychiatr Scand.*, 90,1994, p.391–396

²⁷ Berry, H.L. ve diğ, Climate change...”, 123-132.

²⁸ Clayton, S., “Climate anxiety...”, 102263.

²⁹ Kjellstrom, T., Holmer, I., Lemke, B., “Workplace heat stress and health - an increasing challenge for low and middle income countries during climate change”, *Global Health Action*,2009, p.1-6.

³⁰ Dohrenwend, B.R., “Socioeconomic status (SES) and psychiatric disorders: Are the issues still compelling?”, *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*, 25, 1990, p. 41–47.

sekteye uğramasına ve sağlık hizmetlerine erişimin azalmasına neden olarak sağlıklı gelişime dolaylı etkiler yapabilir.³¹

İklim Değişikliği ve Çocuk Ruh Sağlığı

Çocuklar iklim değişikliklerine karşı savunmasız bir grubu temsil eder. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, iklim değişikliğine atfedilebilen mevcut hastalık yükünün %88'inden fazlası 5 yaşından küçük çocuklarda ortaya çıkmaktadır.³²

Modern toplumda çocuklar, iklim değişikliği ve geleceğe yönelik tehditleri duyarak büyüyorlar ve bunun kendilerini ve başkalarını nasıl etkileyeceği konusunda bir farkındalığa sahipler.³³ Ayrıca, 2007'den 2017'ye kadar medyada iklim değişikliği ile ilgili haberler %78 oranında bir artış göstermektedir.³⁴ Geç çocukluk ve erken ergenliğin, küresel çevre sorunlarına ilgi duymanın temel gelişimsel zaman çerçeveleri olduğu tartışılmaktadır ve araştırmalar, iklim değişikliği gibi küresel sorunlar hakkında bilgi edinmenin kaygı, çaresizlik ve umutsuzluk duygularını tetikleyebileceğini göstermektedir.³⁵

Çocuklar yetişkin aile üyelerine ve sosyal destek ağlarına daha fazla bağımlılıklarından dolayı aşırı hava olaylarına TSSB, depresyon, uyku

³¹ Smith, K.E., Pollak, S. D., “Rethinking concepts and categories for understanding the neurodevelopmental effects of childhood adversity”, *Perspectives on Psychological Science*, 16,1, 2021, p.67–93.

³² Sheffield, P.E, Landrigan, P.J., “Global climate change and children’s health: threats and strategies for prevention”, *Environ Health Perspect.*, 119,3, 2010, p.291–8.

³³ Hayes, K., et al. 2018, Climate change and mental health...1–12.

³⁴ Watts, N., Amann, M., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Bouley, T., Boykoff, M., ... Costello, A. “The Lancet Countdown on health and climate change: From 25 years of inaction to a global transformation for public health”. *The Lancet*, 391, 2018, p.581–630.

³⁵ Ojala, M., “Regulating worry, promoting hope: How do children, adolescents, and young adults cope with climate change?”, *International Journal of Environmental and Science Education*, 7, 2012, p.537–561.

³⁶ Bartlett, S., “Climate change and urban children: Impacts and implications for adaptation in low- and middle-income countries”, *Environment and Urbanization*, 20,2008, p. 501–519.

³⁷ Burke, S., “The psychological effects...”, p.35.

³⁸ Clayton, S. et al., “Mental health and our...”, 2017.

bozuklukları vb. gibi güçlü tepkiler verebilirler.³⁶ Erken travma deneyimleri, çocukların kendi duygularını düzenleme becerilerini bozabilecek, öğrenme veya davranış sorunlarına yol açabilecek uzun vadeli kalıcı etkileri olan durumlara yol açabilir. Erken dönem yaşanan stres, yaşamın ilerleyen dönemlerinde ruh sağlığı sorunları riskini de artırabilir³⁷.

Afetlerdeki travmatik deneyimlerin psikolojik etkileri ve bunları takip eden aksaklıklar, çocukların bilişsel eksikliklerini, öğrenme problemlerini, davranış problemlerini, uyum problemlerini, bozulmuş dil gelişimini ve akademik performansın zayıflamasını içerebilir.^{38 39 40} Afetlere doğrudan maruz kalan çocuklar arasında, TSSB'nin yaygınlık oranları %15 ila %30 arasında değişmektedir.⁴¹

ABD'de yapılan bir çalışmada 10-12 yaşındaki çocuklarla yapılan derinlemesine görüşmeler sonucunda, çevre sorunlarını tartışırken çocukların %82'sinin güçlü korku, üzüntü ve öfke duygularını ifade ettiği bulunmuştur.⁴² İsveçli çocukların iklim değişikliği ile baş etme tarzlarının araştırıldığı bir çalışmada Problem odaklı baş etme ve anlam odaklı baş etmeyi kullanan çocukların çevresel eylemlere katılma olasılıkları daha fazlayken iklim değişikliği tehdidinin öneminin azaltılması çevresel eylemlere katılım olasılıkların daha düşük olmasını yordamaktadır. Ayrıca yüksek derecede problem odaklı baş etmeyi kullanan çocukların iklim değişikliği hakkında daha fazla endişelenme meyilli oldukları, buna karşılık anlam odaklı başa çıkmayı kullananların olumsuz duygulanımlarının az,

³⁹ Pfefferbaum, B., Jacobs, A.K., Jones, R.T., Reyes, G., Wyche, K.F., "A skill set for supporting displaced children in psychological recovery after disasters", *Curr. Psychiatry*, 19, 9, 2017.

⁴⁰ Garcia, D.M., Sheehan, M.C., "Extreme weather-driven disasters and children's health", *Int J Health Serv.*, 46,1,2016, p. 79-105.

⁴¹ Alisic, E., Zalta, A. K., Van Wesel, F., Larsen, S. E., Hafstad, G. S., Hassanpour, K., Smid, G. E., "Rates of post-traumatic stress disorder in trauma-exposed children and adolescents: Meta-analysis", *The British Journal of Psychiatry*, 204, 2014, p. 335-340.

⁴² Strife, S.J., "Children's environmental concerns: expressing ecophobia", *J Environ Educ.*, 43,1,2012, p.37-54.

yaşam doyumu, genel olumlu duygulanım, amaç ve iyimserlik düzeylerinin fazla olduğu bulgulanmıştır.⁴³

Çocuklarda ve ergenlerde, yüksek psikolojik semptomatoloji oranları, doğal afetlere maruz kaldıktan yıllar sonra da devam etmektedir.⁴⁴ İklim değişikliği farkındalığından kaynaklanan zihinsel esenlik etkileri ve olumsuz duygular, çocuk popülasyonları arasında yaygın olabilir. Ayrıca, ayakta tedavi gören bir çocuk/ergen psikiyatrisi pratiğindeki hastaların çoğunluğu (%66,3) iklim değişikliği hakkında duyduklarından dolayı kaygı belirtileri bildirmiş ve %87,9'u iklim değişikliği hakkında ya çok ya da çok az endişe bildirmiştir.⁴⁵

Özetle, ampirik çalışmalar, iklim değişikliği farkındalığından kaynaklanan zihinsel sağlık etkilerinin ve olumsuz duyguların birçok çocuk popülasyonunda yaygın olduğunu, ancak bunun yaygınlığının demografik özelliklere göre değişebileceğini öne sürüyor. Ayrıca, bazı araştırmalar çocukların iklim değişikliğiyle nasıl başa çıktıklarının, umut ve iyimserlik duygularının hem zihinsel sağlıklarında hem de çevre yanlısı davranışlarda bulunmalarında rol oynayabileceğini öne sürüyor.⁴⁶

İklim Değişikliği ve Ergen Ruh Sağlığı

İklim değişikliğinin sonucunda meydana gelen olaylarda çocuklar üzerindeki etkilerini incelediğimiz birçok fiziksel ve ruhsal problemi ergenlerde yaşamaktadır. Gelişimsel olarak ergenlik döneminde kimlik oluşumu, hormonal gelişim gibi bedensel, ruhsal ve sosyal birçok değişime de uyum sağlama süreçlerinde onların çocuklardan daha farklı belirtiler ile

⁴³ Ojala, M., "How do children cope with global climate change? Coping strategies, engagement, and well-being", *Journal of Environmental Psychology*, 32,2012, p.225-233.

⁴⁴ Wang, C.W., Chan, C. L. W., Ho, R. T. H., "Prevalence and trajectory of psychopathology among child and adolescent survivors of disasters: a systematic review of epidemiological studies across 1987–2011", *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*, 48,11, 2013, p.1697–1720. Adeb ack P., Schulman, A., Nilsson, D., "Children exposed to a natural disaster: psychological consequences eight years after 2004 tsunami", *Nord J Psychiatry*, 72, 1, 2018, p. 75–81.

⁴⁵ Kuang, H., Root, R.A., "Perception of climate change in adolescents and its psychiatric implications", *In 66th Annual Meeting of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*,2019.

⁴⁶ Martin, G., Reilly, K., Everitt, H., Gilliland, J.A., "Review: The impact of climate change awareness on children's mental well-being and negative emotions – a scoping review", *Child and Adolescent Mental Health* 27, 1, 2022, p. 59–72.

bu sorunları yaşamalarına sebep olmaktadır. Erikson'un gelişimsel teorilerine göre,⁴⁷ çocuk ve ergenin gelişimini tamamlamasını sağlayan birincil bakım veren kişilerle sürekli etkileşim halinde olması, güvenilir ve stabil çevreye sahip olması çocuk ve ergenin gelişim görevlerini başarılı bir şekilde tamamlamasını ve uzmanlaşarak bir üst gelişim aşamasına geçmesini sağlamaktadır. İklim değişikliği sonucu yaşanan afet veya yaşamsal değişiklikler çocuk ve ergenlerin doğal gelişim basamaklarını da olumsuz etkilemektedir.⁴⁸ Ayrıca, çocuk ve ergenler başatma mekanizmaları açısından henüz tam olarak gelişmedikleri için afetlerden yetişkinlere göre çok daha fazla ve olumsuz yönde etkilenmektedirler.⁴⁹ Yani, afetlerden etkilenen en hassas ve savunmasız grubu oluşturmaktadırlar.⁵⁰

Dünya Sağlık Örgütü yapmış olduğu bir çalışmada, gençlere dünyada karşılaşılan en büyük sorunu ne olduğuna dair bilgi topladığı çalışmada üç yıl boyunca "iklim değişikliği ve çevre sorunları" cevabıyla aslında duruma dair hem farkındalıklarını hemde endişelerini dile getirmişlerdir.⁵¹ Dünya nüfusu düşünüldüğünde, gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde yaşayan genç nüfus oranı dünyadaki genç nüfusun büyük bir çoğunluğunu oluşturmaktadır. Bu nedenle iklim değişikliği sonuçlarından en fazla etkilenen grup oldukları ve iklim değişikliği etkilerinin en fazla olduğu yerlerde yaşadıkları söylenebilir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde yaşayan gençler iklim değişikliğinin etkilerini (bulaşıcı hastalıklar, işsizlik, yoksulluk, kuraklık, açlık, sağlık sistemindeki yetersizlikler gibi) gelişmiş ülkelerde yaşayanlara oranla çok daha fazla hissetmektedirler.⁵²

Evleri, yaşamları ve hayatlarını sürdürmeye yarayan yapılar zarar gören çocuk ve ergenlerde akut ve kronik stres, anksiyete, depresyon ve

⁴⁷ Tatlıhoğlu Kasım. "Yaşam Boyu Gelişim (Life-Span Development)", 2011.

⁴⁸ Bhadra Subhasis. "Psychosocial Support for Protection of Children in Disasters", *Child Safety, Welfare and Well-being*, Springer, Singapore, 2022, p. 453-482.

⁴⁹ Bulut Sefa. "Depremden Sonra Çocuklarda Görülen Travma Sonrası Stres Tepkilerinin Yaş ve Cinsiyetler Açısından Karşılaştırılması", *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*, 4, 31, 2009, s. 43-51.

⁵⁰ Karabulut Derya ve Tolga Bekler, "Doğal afetlerin çocuklar ve ergenler üzerindeki etkileri", *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5, 2, 2019, s. 368-376.

⁵¹ Unies Nations, *World Youth Report [2010]: Youth & Climate Change*. UN, 2010.

⁵² Saygıner Çil Arzu, *İklim Değişikliği ile Mücadele Politikalarında Gençliğin Rolü*, YL Tezi, Sakarya Üniversitesi, 2021.

PTSB en sık bilinen ve çalışılan ruhsal problemlerdir.⁵³ Ayrıca, sıcaklık artışlarıyla ilişkili olarak uyku sorunları,⁵⁴ öğrenme problemleri,⁵⁵ bilişsel-test performansında düşüklük⁵⁶ ve lise mezuniyet oranlarının dahi etkilendiği⁵⁷ tespit edilen çalışmalar bulunmaktadır. Özellikle ergenlerde iklim değişikliği sonucunda meydana gelen afetlerde okuldan kaçma, çalma, vandalizm, saldırganlık gibi antisosyal davranışlar ve madde kullanım problemleri şeklinde davranışsal sorunlar,⁵⁸ duygu durum problemleri, psikofizyolojik tepkiler ve bilişsel değişiklikler⁵⁹ olduğu görülmüştür. İklim

⁵³ Goenjian Armen K et al., "Posttraumatic Stress And Depressive Reactions Among Nicaraguan Adolescents After Hurricane Mitch", *American Journal of Psychiatry*, 158, 5, 2001, p. 788-794. Hansel Tonya Cross, Joy D Osofsky and Howard J Osofsky, "Louisiana State University Health Sciences Center Katrina Inspired Disaster Screenings (KIDS): Psychometric Testing Of The National Child Traumatic Stress Network Hurricane Assessment And Referral Tool", *Child & Youth Care Forum*, 44, 4, Springer US, 2015, p. 567-582. Matthews Veronica et al., "Differential Mental Health Impact Six Months After Extensive River Flooding in Rural Australia: A Cross-Sectional Analysis Through an Equity Lens", *Frontiers in Public Health*, 7, 2019, p. 367. McDermott Brett et al., "Correlates of Persisting Posttraumatic Symptoms in Children and Adolescents 18 Months After a Cyclone Disaster", *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, 48, 1, 2014, p. 80-86. Norris Fran H, Matthew J Friedman and Patricia J Watson, "60,000 Disaster Victims Speak: Part II. Summary and Implications of The Disaster Mental Health Research", *Psychiatry*, 65, 3, 2002, p. 240-260. OBrien Lean V et al., "Drought as a Mental Health Exposure", *Environmental Research*, 131, 2014, s. 181-187. Roussos Alexandra et al., "Posttraumatic Stress and Depressive Reactions Among Children and Adolescents After the 1999 Earthquake in Ano Liosia, Greece", *American Journal of Psychiatry*, 162, 3, 2005, p. 530-537. Vergunst Francis and Helen L Berry "Climate Change and Children's Mental Health: A Developmental Perspective", *Clinical Psychological Science*, 10, 4, 2022, s. 767-785.

⁵⁴ Minor Kelton et al., "Ambient Heat And Human Sleep", 2020, p. 1-29.

⁵⁵ Park R Jisung, A Patrick Behrer and Joshua Goodman, "Learning is Inhibited by Heat Exposure, Both Internationally and within the United States", *Nature Human Behaviour*, 5,1, 2021, p. 19-27.

⁵⁶ Park R Jisung, "Hot Temperature and High-Stakes Performance", *Journal of Human Resources*, 57, 2, 2022, p. 400-434.

⁵⁷ Graff Zivin, Joshua, Solomon M Hsiang and Matthew Neidell, "Temperature and Human Capital in the Short and Long Run", *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 5, 1, 2018, p. 77-105.

⁵⁸ Pelcovitz David et al., "Post-Traumatic Stress Disorder in Physically Abused Adolescents", *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 33, 3, 1994, p. 305-312.

⁵⁹ Karabulut Derya ve Tolga Bekler, "Doğal Afetlerin Çocuklar ... ", s. 368-376.

değişikliğinin olumsuz etkileri ergenlerde daha çok işlevselliklerindeki ve akademik hayatlarındaki bozulmalarla kendisini göstermektedir.⁶⁰

Alan yazında ruh sağlığı açısından iklim değişikliğinin bazı etkilerine (depresyon, anksiyete, PTSD gibi) daha fazla yer verilmesine rağmen, özellikle çocuklar ve ergenler için patolojik yas çok önemli bir konudur. Bu konu sadece aile bireylerinin kaybı olarak düşünülmemelidir, yaşanan yerin kaybı, eğitim alanlarının, sosyal çevrenin hatta yaşam rutinlerinin (beslenme gibi) kaybı bile çocuklarda bir yas süreci olarak karşımıza çıkabilir. Bu da yasa bağlı depresif duygu durumunu ve uyku problemleri gibi belirtilerle ortaya çıkmaktadır.⁶¹ Ayrıca, iklim değişikliği sonucunda özellikle son yıllarda gerçekleşen hava sıcaklıklarındaki artışların saldırgan davranışlar ve intihar vakalarındaki artışlarla ilişkili olduğunu gösteren çalışmalar⁶² incelendiğinde, bu tür sorunların sık görüldüğü ergenlik dönemi için iklim değişikliğinin büyük bir risk oluşturduğu söylenebilir. Çocuk ve ergenlerin ruh sağlığında bozucu etki yaratan bir diğer konu ise göçtür. Yalnızca bir mevkiden bir diğeri göç etmek olarak düşünülmemeli ve dil, din, kültür gibi değişimlere de maruz kalmak bu çocuk ve ergenlerde uyum problemlerini de ortaya çıkarmaktadır. Bu süreçte beraberinde duruma bağlı ruhsal problemleri getirir. Sosyo-ekonomik durumdaki bu değişimler beslenme düzenini, eğitim hayatını da olumsuz etkilemektedir.⁶³ Bu etkiler TSSB, depresyon, kaygı ve uyku problemlerinde hem arttırıcı hemde sürdürücü etkiye sahiptir. Yani alan yazındaki bazı çalışmalarda da görüldüğü üzere afet öncesi yere veya düzene dönemeyen çocukların ruhsal sorunları dahada kronikleşmektedir.⁶⁴

⁶⁰ Giaconia Rose M et al., "Traumas and Posttraumatic Stress Disorder in a Community Population of Older Adolescents", *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 34, 10, 1995, p. 1369-1380.

⁶¹ Fritze Jessica G et al., "Hope, Despair and Transformation ... ", p. 1-10.

⁶² Doherty Thomas J and Susan Clayton, "The Psychological Impacts of Global Climate Change", *American Psychologist*, 66, 4, 2011, p. 265. Qi Xin, Shilu Tong and Wenbiao Hu, "Preliminary Spatiotemporal Analysis of the Association Between Socio-environmental Factors and Suicide", *Environmental Health*, 8, 1, 2009, p. 1-12.

⁶³ Kaştan, Yüksel. "Türkiye'de göç yaşamış çocukların eğitim sürecinde karşılaşılan problemler", *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2, 4, 2015, s. 216-229.

⁶⁴ Hansel, Tonya C., et al. "The effect of long-term relocation on child and adolescent survivors of Hurricane Katrina", *Journal of Traumatic Stress*, 26, 5, 2013, p. 613-620.

Dünyanın iklim değişikliği ve sonuçlarına ilişkin mücadele sürecinde genç nüfus büyük önem taşımaktadır. İklim değişikliği ile mücadele sürecinde genç nüfusun fazlalığı ve uzun vadeli sürdürülebilir çözümler üretilmesinde çok daha etkili oldukları düşünülmektedir. Bu nedenle hem ulusal hemde uluslararası politikalarda iklim değişikliğine ilişkin önleme ve uyum politikalarında gençlere yönelik uygulamalar ön plandadır.

İklim Değişikliği'nin Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı Üzerindeki Etkilerine Yönelik Türkiye'deki Çalışmalar

Türkiye coğrafi yapısı ve konumu nedeniyle küresel iklim değişikliğinden en çok etkilenen ülkeler arasında yer almaktadır.⁶⁵ Ülkemizde aşırı yağışların olduğu alanlar ve sel riski altında olan bölgeler yıllar geçtikçe artarken,⁶⁶ yıllık yağışlarda azalma ve ilkbahar ile yaz mevsiminde ise sıcaklıkların artış gösterdiği bilinmektedir. İklim değişikliğinin ülkemizdeki en büyük etkileri kuraklık ve çölleşme olarak görülmektedir.⁶⁷ İklim değişikliğiyle ortaya çıkan afetlerin çocuk ve ergenler üzerindeki psikolojik etkilerine ilişkin çalışmalar ülkemizde de özellikle Marmara Depremi'nden sonra başlamıştır.⁶⁸ Bu başlık altında ülkemizde gerçekleştirilmiş iklim değişikliğinin çocuk ve ergenlerin ruh sağlığı üzerindeki etkilerine yönelik yapılmış çalışmalara kısaca yer verilecektir.

Marmara depreminin hemen arkasından yürütülen bazı çalışmalarda, Bolu'nun Gölyaka ilçesinde yaşayan 1118 çocuk ve ergenden dprem sonrası birinci ayda %84'ünün akur stres bozukluğu belirtileri, %20'sinin uyku sorunları, %6'sının ise depresyon gösterdiği bulunmuştur.⁶⁹ Bir başka çalışmada depremden 2-6 ay sonra Adapazarı'nda 6500 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, öğrencilerin %73.5'i TSSB

⁶⁵ Öztürk Kemal, "Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri", *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 1, 2002, s. 47-65.

⁶⁶ Çelik Seyfullah et al., "İklim Değişiyor, Hava Olayları Sertleşiyor", *Meteoroloji Genel Müdürlüğü*. Akt. Cankardaş Sinem ve Zeynep Sofuoğlu, "İklim Değişikliği ve Birey Üzerindeki Etkilerinin Gözden Geçirilmesi", 2021, s. 139-146.

⁶⁷ Türkeş Murat, "Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme", *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4, 2, 2012, s. 1-32.

⁶⁸ Bulut Sefa, "Depremden Sonra Çocuklarda ... ", s. 43-51.

⁶⁹ Alparlan Serdar et al., "Marmara Depremini Yaşayan Çocuk ve Gençlerde Ruhsal Bozukluk Ve Kaygı Düzeyleri", *Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Dergisi*, 6, 3, 1999, s. 135-142.

tanı kriterlerini sağlamıştır.⁷⁰ Yine depremden altı ay sonra Adapazarı'nda gerçekleştirilen bir başka çalışmada,⁷¹ il merkezinde öğrenim gören 4.-8. sınıf arasındaki 519 öğrencide TSSB tarama ölçeği uygulamasında farklı düzeylerde TSSB semptomları tespit edilmiştir. Öğrencilerin, % 2,7'si çok az ya da hiç, % 15'i düşük, % 34'ü orta, %38 'i yüksek ve % 9'u çok yüksek düzeyde TSSB semptomları gösterdiği bulunmuştur.

Marmara depreminden üç yıl sonra depreme maruz kalmış 8-15 yaş arası 293 çocuk ve ergenden (152 kız ve 141 erkek) PTSD'ne yönelik bir araştırma gerçekleştirilmiştir.⁷² Katılımcıların %56'sının çeşitli TSSB semptomu bildirdiği görülmüştür. Analizler sonucunda, öğrencilerin maruz kalma şiddeti ve cinsiyet ile TSSB belirtilerinin ilişkili olduğu bulunurken, yaş ile belirtiler arasında ilişki bulunmamıştır. Kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre daha fazla TSSB belirtisi gösterdikleri bulunmuştur. Marmara depreminden üç buçuk yıl sonra bir başka çalışmada⁷³ ergenlerin TSSB, depresyon ve anksiyete belirtileri üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Kocaeli sınırında yer alan 10 lisedeki 334 öğrenciden veriler toplanmıştır. Öğrencilerin % 1.8'nin çok ağır, % 20.4'ünün ağır, % 38.3'ünün orta, % 32.2'sinin hafif şiddette TSSB belirtisi gösterdiği ve öğrencilerin %30.8'unda yüksek depresyon puanları olduğu, kaygı puanlarının da normalin üstünde olduğu görülmüştür. Ayrıca TSSB, depresyon ve anksiyete puanları arasında ilişki olduğu bulunmuştur. Bu çalışmaların sonuçlarına göre, doğal afetlerden yıllar sonra bile etkilerinin devam ettiği ve bu nedenle özellikle çocuk ve ergenlerin hassas oldukları ve baş etmede zorlandıkları ortaya konmuştur.

Çalışma, Bingöl ilinde 2003 yılında gerçekleşmiş olan deprem sonrasında çocuk ve ergenlerde görülen travma sonrası stres tepkilerini yaş

⁷⁰ Alyanak Behiye et al., "Depremden Sonraki 2-6 Aylık Sürede Travma Sonrası Stres Bozukluğunun Ergenlerde Araştırılması", *Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Dergisi*, 7, 2, 2000, s. 71-80.

⁷¹ Gökler Ilgın, *The Predictor Variables of Post-Traumatic Stress Symptoms in Children and Adolescents Following 1999 Marmara Earthquake: Exposure to Traumatic Experiences and Coping*. MS thesis. Middle East Technical University, 2001.

⁷² Bal Aydın, "Post-Traumatic Stress Disorder in Turkish Child and Adolescent Survivors Three Years After The Marmara Earthquake", *Child and Adolescent Mental Health*, 13, 3, 2008, p. 134-139.

⁷³ Karakaya Işık et al., "Marmara Depreminden Üç Buçuk Yıl Sonra Ergenlerde TSSB, Depresyon ve Anksiyete Belirtileri", *Türk Psikiyatri Dergisi*, 15, 4, 2004, s. 257-263.

ve cinsiyet değişkenleri açısından değerlendirmiştir. Şehir merkezinde ciddi kayıplara ve tahribata neden olan depremde bölge halkı ciddi bir şekilde etkilenmiştir. Bu çalışmaya depremde yıkılmış olan ve birçok öğrencisinde hayatını kaybetmiş olduğu bir yatılı ilköğretim okulunun öğrencileri katılmıştır. Depremden 11 ay sonra 70 öğrenci ilköğretimde (4.ve 5.sınıf), 173 öğrenci ise ortaöğretimde (6, 7. ve 8. sınıf) olmak üzere 243 öğrencinin katıldığı çalışmada, öğrencilerin % 90'ının TSSB belirtileri gösterdiği; 4 ve 5. sınıfların % 77'sinin, 6,7, ve 8. sınıfların % 66'sının ve tüm öğrencilerin ise % 72'sinin TSSB tanı kriterlerini karşıladıkları görülmüştür. Çalışma sonuçları açısından, küçük yaş grubu öğrencilerinde daha yüksek oranlarda TSSB belirtilerinin görülmesi henüz bilişsel gelişim düzeyleri ve baş etme yöntemleri açısından büyük yaş grubu kadar gelişim sağlamamış olmalarıyla açıklanmıştır. Cinsiyetler açısından incelendiğinde ise TSSB belirtilerinde anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür.⁷⁴

Sarman, Açık ve Sarman tarafından 2012 yılında Elazığ ilinde gerçekleşmiş olan deprem sonrasında ilköğretim düzeyindeki çocukların kaygı düzeyleri, depresyon belirtileri ve onları etkileyen faktörleri tespit etmek için bir çalışma gerçekleştirilmiştir.⁷⁵ Çalışmaya 1070 öğrenci katılmıştır. Öğrenciler içerisinde depremi yaşayanların kaygı ve depresyon puanlarını depremi yaşamayan öğrencilere göre, daha yüksek olduğu görülmüştür. Depremın olumsuz fiziksel etkilerine maruz kalan bir yakını olan öğrencilerde depresyon puanları daha yüksekken, kız öğrencilerin, tekrar deprem olacağı kaygısı, uyku sorunları ve ekonomik desteği olmayan çocukların ise kaygı puanlarının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, alan yazında yer alan bu çalışmalar yapılan çalışmalar bize çocuklarda ve ergenlerde ortaya çıkan TSSB belirtilerinin gerçekten de tahmin edilenden daha fazla olduğunu göstermektedir. Ülkemizde yer verilen çalışmalarda dünyadaki farklı ülkelerde gerçekleşen afetlern sonuçlarını da desteklemektedir. Bu bulgular bize travma yaşayan çocuk ve ergenlere karşı daha kapsamlı bir tarama ve müdahale işleminin gerekliliğini göstermektedir. Bizim gibi gelişmekte olan ülkelerde özellikle çocuk ve ergenlere yönelik iklim değişikine bağlı doğal ve yapay felaketlerde önleme ve müdahale çalışmaları çok fazla bulunmamaktadır. Ülkemizde ise

⁷⁴ Bulut Sefa, "Depremden Sonra Çocuklarda ... ", s. 43-51.

⁷⁵ Sarman Abdullah, Açık Yasemin ve Sarman Emine, "Depremi Yaşayan İlköğretim Çağı Çocuklarda Kaygı Düzeyi, Depresyon Belirtileri ve Etkileyen Faktörler", 1.Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi, Kongre Kitapçığı, 2018, s. 96-108.

afet durumlarında özellikle ruh sağlığında dikkate alınarak yapılacaklar ve alınacak önlemlere ilişkin son yıllarda çalışmalar bulunmaktadır.⁷⁶ Ülkemizde ayrıca çocuk ve ergenlerde iklim değişikliğine yönelik farkındalığı, çevre bilinci oluşturma ve tutum değişikliği için eğitim alanı içerisinde yapılan çalışmalara alan yazında daha çok rastlanmaktadır. Bir sonraki başlıkta iklim değişikliğine yönelik çalışmalara neden en çok eğitim alanında gerçekleştiğinden bahsedilecektir.

Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı'nda İklim Değişikliğinin Etkilerine Yönelik Öneriler

İklim değişikliği sonucunda oluşan doğal afetler gibi ciddi olaylara en çok maruz kalan ve etkilenen grubun en hassas ve savunmasız bireyleri olan çocuk ve ergenlerin oluşturduğu bilinmektedir.⁷⁷ İklim değişikliği hayati riskler oluşturduğu için sınırlı savunma kapasitesine sahip olan savunmasız nüfusu daha çok etkilemektedir.⁷⁸ Çocukluk ve ergenlik dönemi ruhsal problemlerin ortaya çıkışı açısından önemli bir dönemdir ve bu gelişimsel olarak kırılgan olduklarında bir göstergesidir.⁷⁹ İklim değişikliğinin veya doğal afetlerin etkileri çocuk ve ergenlerde farklıdır ve onların kendine özgü gereksinimleri bulunmaktadır. İklim değişikliğine bağlı olarak ortaya çıkan ruh sağlığı sorunları da özel ilgi ve sağaltım

⁷⁶ Akcanbaş M, *Çocuklarda ve Gençlerde Afet Psikososyolojisi El Kitabı (I)*, 2009. MEB, Travmalar 1, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Acil Sağlık Hizmetleri, 2011. Limoncu Sevgül ve Ahmet Bircan Atmaca, "Çocuk Merkezli Afet Yönetimi", *Megaron*, 13, 1, 2017, s. 132-143. Arık Akyüz Burcu Meltem, "Preparing Education for The Climate Crisis: Critical Overview of National K-12 Climate Change Education Policy in Turkey Based on Key Informants' Opinions", MS Thesis. İstanbul Bilgi University, İstanbul, 2021. Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliği Eylem Planı: 2011-2023, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/banner/banner591.pdf>, Erişim Tarihi: 11.09.2022

⁷⁷ Karabulut Derya ve Tolga Bekler, "Doğal Afetlerin Çocuklar ... ", s. 368-376.

⁷⁸ Berry Helen L et al., "The Case for Systems Thinking About Climate Change and Mental Health", *Nature Climate Change*, 8, 4, 2018, p. 282-290. McMichael Anthony J, "Globalization, Climate Change, and Human Health", *New England Journal of Medicine*, 368, 14, 2013, p. 1335-1343.

⁷⁹ Paus Tomáš, Matcheri Keshavan and Jay N Giedd "Why Do Many Psychiatric Disorders Emerge During Adolescence?", *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 12, 2008, p. 947-957. Solmi Marco et al., "Age at Onset of Mental Disorders Worldwide: Large-Scale Meta-Analysis of 192 Epidemiological Studies", *Molecular Psychiatry*, 27, 1, 2022, p. 281-295.

gerektirmektedir. Çocuk ve ergenlere özgü politikalar geliştirilmeli, bu anlamda daha deneyimli kişilerle tedavileri yürütülmelidir.⁸⁰

İklim değişikliğini olumsuz etkileri değerlendirilirken çocuk, ergenler ve yetişkinler ayrı ayrı ele alınmalıdır. Daha önce de bahsedildiği gibi travmatik süreçlerde travmatik etkilerden çabuk kurtulamamakta ve normal yaşantılarına da çabuk dönememektedirler.⁸¹ Özellikle afetlerde hem maddi hem de hayati güvenlik tehdidi, günlük yaşam faaliyetlerinde bozulmalar, şiddete tanık olma veya maruz kalma, eğitim faaliyetlerinden mahrum kalma, aile bireyleri veya sosyal çevredeki bireylerin kaybı gibi sonuçlar çocuk ve ergenlerin yaşamsal fırsatlarını ellerinden almaktadır.⁸² Çocuk ve ergenlerdeki bu iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini önleme çalışmalarında iki nokta çok dikkat çekmektedir ve uluslararası politikalarla da çalışılmaktadır. Birincisi bu olumsuz etkilere karşı çocuk ve ergenlerin farkındalığını arttırmak ve iklim değişikliği konusunda bilinçlendirerek sürece olan uyumlarını da arttırmak amacıyla gerçekleştirilen uygulamalardır. Böylelikle iklim değişikliği konusunda genç neslin tutumları değiştirilerek geleceğe yönelik doğal kaynaklar ve sürdürülebilir çözümlerin üretilmiş olacağı düşünülmektedir. İkincisi ise iklim değişikliği ile oluşan afetlerde çocuk ve ergenlerin süreç içerisinde ve sonrasında ruh sağlığını korumaya ilişkin uygulamalar olarak ele alınabilir.

Gelişimsel bakış açısına göre, iklim değişikliğine yönelik müdahale ve uyum programlarının yaşamın ilk yıllarında gerçekleşmesinin daha iyi olacağı düşünülmektedir. Uyum programları ve önleyici müdahalelerin çocukluk döneminde uygulanması, ergenlik ve yetişkinlik dönemindeki müdahalelere göre psikolojik sağlamlılık ve ruhsal iyi-oluş üzerinde çok daha büyük etkiye sahip olacağı önerilmektedir.⁸³ Erken yaşamda travmatik olaylara maruz kalınması etkileşimli ve kümülatif etkilere yol açarak çocukların ruhsal kırılganlıklarını arttırmaktadır. Bu nedenle erken dönem müdahaleleri çok önemlidir.⁸⁴ Çocuk ve ergen popülasyonuna ulaşım

⁸⁰ Kondolot Meda et al., "Effects of Climate Change on Child Health", *Erciyes Medical Journal*, 34, 1, 2012, p. 29-31.

⁸¹ Gordon Rob and Ruth Wraith, "Responses of Children and Adolescents to Disaster", *International Handbook of Traumatic Stress Syndromes*, Springer, Boston, MA, 1993, p. 561-575.

⁸² Bhadra Subhasis "Psychosocial Support for ... ", p. 453-482.

⁸³ Vergunst, Francis, and Helen L. Berry. "Climate change and ... ", p. 767-785.

⁸⁴ Beauchaine Theodore P, John N Constantino and Elizabeth P Hayden "Psychiatry and Developmental Psychopathology: Unifying Themes and Future Directions", *Comprehensive Psychiatry*, 87, 2018, p. 143-152.

acılarından ve ülkelerin iklim değişikliğine yönelik politikaları doğrultusunda eğitim öğretim içerisinde iklim değişikliğine ilişkin farkındalık ve bilinçlendirme uygulamaları yapılmaktadır. Sosyal sorumluluk projeleri, eğitim müfredatı içerisinde iklim değişikliğinin ele alınması, doğal kaynakları korumaya yönelik davranışların özendirilmesi, enerji kaynaklarının doğru kullanımına ilişkin çalışmalar, geri dönüşümün öneminin kavranması, doğayı tanıma ve doğa sporlarına yönlendirme çalışmaları gibi uygulamalar ile gerekli adımlar atılmaktadır.⁸⁵ Bu uygulamalar çocuk ve ergenlerde duruma dair psikolojik dayanıklılıklarını arttırma, yetişkinlere ve geleceklerine yönelik güven duygusu geliştirme amacıyla gerçekleştirilmektedir. Fakat bu politikalar ile iklim farkındalığı ve çevre bilincinin özellikle okul öncesi eğitim dönemi gibi erken yaştan itibaren kazandırılmaya çalışılmasında evlerde ebeveynlerin fikirlerine ve düzenlerine ilişkin bir değişim politikası olarak ortaya çıkmıştır. Bu politik çabanın aynı zamanda beraberinde çocuklar için artan kaygı ve korkuyu getirdiği düşünülmektedir.⁸⁶ Özellikle son yıllarda eko-anksiyete kavramı ile alan yazında yer almaya başlamıştır.⁸⁷

Dünya genelinde iklim değişikliği sonucunda meydana gelen doğal afetlerden her yıl yaklaşık 250 milyon insanın etkilendiği ve bunların yarısını çocukların oluşturduğu düşünülmektedir. Doğal afetlerin çocuklar ve ergenler üzerindeki fiziksel, sosyal, davranışsal ve psikolojik olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik yapılması gereken çalışmalar çok önemlidir. Ülkelerin var olan afet ve acil yardım planlarında fiziksel ihtiyaçlarının yanında özellikle çocuk ve ergenlerin gelişimsel özellikleri ve ruh sağlığı açısından ihtiyaçlarını ön planda tutan en az zararlı süreci atlatabilmelerini sağlamayı amaçlayan, çocuk merkezli bir afet yönetim planı oluşturmaları gerekmektedir.⁸⁸ Bir afet durumunda çocuk ve ergenler için öncelikle beslenme, sağlık, eğitim gibi bozulan günlük yaşam ihtiyaçları karşılanmalı ve rutinlerine en kısa sürede mümkün olduğunca hızlı şekilde dönebilmeleri sağlanmalıdır. Psiko-sosyal ilk yardım için uygun uzmanların alanda grup

⁸⁵ Saygıner Çil, Arzu. "İklim değişikliği ile mücadele ..."

⁸⁶ Uzzell, David. "Challenging assumptions in the psychology of climate change", *InPsych: The Bulletin of the Australian Psychological Society*, 30, 4, 2008, p. 10-13.

⁸⁷ Kara, Yunus, "Ekolojik Kriz ve Anksiyete: Yeni Bir Kavram Olarak Eko-Anksiyete", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24, 2, 2022, s. 891-908.

⁸⁸ Karabulut Derya ve Tolga Bekler, "Doğal Afetlerin Çocuklar ...", s. 368-376. Limoncu ve Atmaca, "Çocuk Merkezli Afet ...", s. 132-143.

faaliyetleri, oyun terapisi, resmi olmayan okul ortamı gibi çocuk ve ergenlerin daha fazla duygusal zarar görmesini önleyici gerekli uygulamaların yapılması gerekmektedir.⁸⁹ Aile içi ruhsal destek sağlanmalı ve çocukların ruhsal sorunlarının kronikleşmesi önlenmelidir. Afet sonrası iyileştirme sürecinde çocukların duygularını ve düşüncelerini ifade edebilecekleri ya da yansıtabilecekleri çeşitli faaliyetler düzenlenmelidir. Afet sonrasında uzundönemli bir psikososyal destek programı ile okul temelli rehabilitasyon çalışmaları gerçekleştirilmelidir.⁹⁰

Afet alanlarında yer alacak eğitimcilerin çocuk ve ergenlerin psikososyal ihtiyaçları ve psikososyal destek sağlama hakkında önceden eğitilmiş ve gerekli bilgilere sahip uzmanlar olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca, öğretmenler öğrencilerin iklim değişikliğine ilişkin farkındalıklarının geliştirilmesinde psikolojik iyi oluşlarına destekte bulunmalı, çocuklara güvenli bir ortam duygusu vermeli, afetlerle ilgili bilgilendirmeli ve öğrencileri hazırlamalıdır. Afetlere hazırlık süreçlerinin güçlendirilmesinde travmatik yaşantıların azaltılması amaçlanmaktadır.⁹¹ Çocukların ve ergenlerin psikososyal destek alabilecekleri yapılandırılmış, destekleyici faaliyetlere dahil edilmesi, ortak problem çözme ve yaşam becerilerini geliştirmek için grup etkinlikleri oluşturmak, spor faaliyetlerinin düzenlenmesi, ebeveynler için özellikle de çok küçük çocukların anneleri için sosyal destek verilmeli, savunmasız çocukları desteklenmesi için çocuk koruma uygulamalarının gerçekleştirilmesi, çocuklarına daha iyi destek ve bakım sağlamak için ebeveynlerin desteklenmesi iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltma sürecinde çok önemlidir.⁹² Süreç içerisinde özellikle çocuk ve ergenlerle ilgilenecek olan hastane personelleri, afet kurtarma çalışanları ve öğretmenlerin çocukların psikolojik ihtiyaçlarına yönelik eğitilmiş olmaları gerekir.

İklim değişikliğinin olumsuz etkilerini yaşayan çocuk ve ergenlerin tespit edilmesinde ve psikolojik sağaltım sürecinde okullarda çalışan psikolojik danışmanlara ve psikologlara iklim değişikliğine uyum, önleyici müdahaleler ve psikolojik sağaltım sürecinde önemli görevler düşmektedir.⁹³ Ayrıca gelişmiş ülkelerde olduğu gibi gençlerin iklim değişikliğine yönelik politikalarda aktif şekilde rol almalarının geleceğe yönelik kaygılarını da

⁸⁹ Bhadra Subhasis "Psychosocial Support for ...", p. 453-482.

⁹⁰ Limoncu ve Atmaca, "Çocuk Merkezli Afet ...", s. 132-143.

⁹¹ Bhadra Subhasis "Psychosocial Support for ...", p. 453-482.

⁹² Bhadra Subhasis "Psychosocial Support for ...", p. 453-482.

⁹³ Limoncu ve Atmaca, "Çocuk Merkezli Afet ...", s. 132-143.

azaltan ve güven duygusu veren bir etkisi olduğu bilinmektedir.⁹⁴ Ülkemizde de bu tarz uygulamalar gerçekleştirilebilir.

İklim değişikliği sonucunda ortaya çıkan çocuk ve ergenlerdeki ruhsal sorunlarda etkili uyum sağlama çalışmaları ve olumsuz etkilerin hafifletilmesine ilişkin stratejileri içeren acilen çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu süreçte yalnızca yapılacak uygulamalara değil iklim değişikliği sürecinde ruhsal problemlere karşı savunmasızlığı ve kırılganlığı arttıran iklim değişikliğiyle ilgili stresörlere ilişkin ampirik çalışmalar ve sistematik çalışmalara da ihtiyaç vardır. Örneğin bir çalışmada dev kasırğa felaketi sonrasında çocukların TSSB semptomlarına ek olarak somatik belirtilerinde görülmesinde çocukların anksiyete duyarlılıklarını yüksek olması etkili olmuştur.⁹⁵ Bu tür çalışma sonuçları çocuklara ilişkin psikolojik faktörleri belirleyerek, yaşanan ruhsal sorunların süresi ve yoğunluğunu azaltmaya yardımcı faktörleri ortaya koymaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada iklim değişikliğinin çocuk ve ergenlerin ruh sağlığı üzerindeki etkileri ve yapılabilecek öneriler ele alınmıştır.

Sonuç

İklim değişikliği krizi son yüzyılın dünya çapındaki insanlığı tehdit eden en büyük hayati problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Küresel iklim krizi sadece fizyolojik hastalıklara sebep olmamaktadır, aynı zamanda insanlarda birçok ruhsal bozukluğun yaşanmasına da sebep olmaktadır. İklim değişikliğinin ruh sağlığı üzerindeki etkilerini açıklamak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkeler iklim krizinin etkilerini daha fazla hissetmektedir. Ayrıca henüz tam olarak gelişimlerini tamamlamamış ve başetme yöntemleri gelişmemiş olan çocuk ve ergenlerin iklim krizine karşı daha hassas ve savunmasız oldukları görülmektedir. İklim değişikliğinin travmatik etkileri, çocuk ve ergenlerde depresyon, anksiyete, TSSB, uyku bozuklukları, somatik bozukluklar, suç ve saldırganlık gibi davranış problemleri, madde bağımlılığı, intihar, bilişsel problemler, akademik başarısızlık gibi birçok ruhsal soruna sebep olmuştur. Aynı zamanda iklim değişikliğinin travmatik etkileriyle başetmeyi sağlayan ya da bu etkilerin yoğunluğunu azaltan psikolojik dayanıklılığı arttırmayı

⁹⁴ Vergunsty Francis and Helen L Berry "Climate change and children's ...", p. 767-785.

⁹⁵ Hensley, Lauren, and R. Enrique Varela. "PTSD symptoms and somatic complaints following Hurricane Katrina: The roles of trait anxiety and anxiety sensitivity", *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 37, 3, 2008, p. 542-552.

sağlayan bazı özellikler ve beceriler vardır. Bu noktada ülke politikaları ve afet yönetim politikalarında fizyolojik hasarlara dikkat edildiği gibi özellikle çocuk ve ergenlerin ruh sağlığını korumak adına hem iklim krizlerinin öncesinde hemde sonrasında uygun müdahaleler çok önemlidir.

Çocuk ve ergenlerde iklim değişikliğinin travmatik etkilerine dair dayanıklılıklarını arttırmak için okul temelli farkındalık, çevre bilinci oluşturma ve afet durumlarına hazırlık gibi eğitimler ile iklim krizine uyumu arttırma ve etkilerini önleme çalışmaları yapılmaktadır. İklim krizi kaynaklı olumsuz olaylar ve sonrasında, çocuk merkezli afet yönetimi önlemlerinin alınması, çocuk ve ergenlerin psikososyal ve duygusal ihtiyaçlarına da odaklanan müdahaleler ve eğitilmiş uzman ekiplerin kullanılması gerekmektedir. Dünyanın iklim değişikliği ve sonuçlarına ilişkin mücadele sürecinde genç nüfusun büyük önem taşıdığı ve uzun vadeli sürdürülebilir çözümler üretecekleri bilinmektedir. Bu nedenle iklim değişikliğine uyum sürecindeki ihtiyaçların belirlenmesi ve uyumu kolaylaştırmak için gerekli psikolojik ihtiyaçların tespit edilmesi gereklidir. Türkiye’de iklim değişikliğinin ruhsal etkilerine ilişkin çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Özellikle çocuk ve ergenler için ruhsal sorunlar ve bu sorunları arttıran faktörler üzerine çalışmalar yapılacak çalışmalar iklim değişikliğinin travmatik etkilerini azaltmakta etkili olacaktır.

Kaynakça

ADEBACK, P., Schulman, A., Nilsson, D., “Children Exposed to a Natural Disaster: Psychological Consequences Eight Years After 2004 Tsunami”, *Nord J Psychiatry*, 72, 1, 2018, p. 75–81.

AGYAPONG, V. I. O., Hrabok, M., Juhas, M., et al., “Prevalence Rates and Predictors of Generalized Anxiety Disorder Symptoms in Residents of Fort McMurray Six Months After a Wildfire”, *Front. Psychiatry*, 9, 2018.

AKCANBAŞ M, *Çocuklarda ve Gençlerde Afet Psikososyolojisi El Kitabı (I)*, 2009.

ALISIC, E., Zalta, A. K., Van Wesel, F., Larsen, S. E., Hafstad, G. S., Hassanpour, K., Smid, G. E., “Rates of Post-Traumatic Stress Disorder in Trauma-Exposed Children and Adolescents: Meta-analysis”, *The British Journal of Psychiatry*, 204, 2014, p. 335–340.

ALPARSLAN Serdar ve diğ., "Marmara Depremini Yaşayan Çocuk ve Gençlerde Ruhsal Bozukluk ve Kaygı Düzeyleri", *Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Dergisi*, 6, 3, 1999, s. 135-142.

ALYANAK Behiye ve diğ., "Depremden Sonraki 2-6 Aylık Sürede Travma Sonrası Stres Bozukluğunun Ergenlerde Araştırılması", *Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Dergisi*, 7, 2, 2000, s. 71-80.

ANDERSON, C.A, Anderson, K.B., "Temperature and aggression: paradox, controversy, and a (fairly) clear Picture", Geen, R., Donnerstein, E. (eds), *Human aggression: theories, research and implications for policy*, Academic Press, San Diego, 1998, p. 247–298.

ARIK AKYÜZ Burcu Meltem, "Preparing Education for the Climate Crisis: Critical Overview of National K-12 Climate Change Education Policy in Turkey Based on Key Informants' Opinions", MS Thesis. Istanbul Bilgi University, İstanbul, 2021.

BAL Aydın, "Post-Traumatic Stress Disorder in Turkish Child and Adolescent Survivors Three Years After The Marmara Earthquake", *Child and Adolescent Mental Health*, 13, 3, 2008, s. 134-139.

BARTLETT, S., "Climate Change and Urban Children: Impacts And Implications for Adaptation in Low- And Middle-Income Countries", *Environment and Urbanization*, 20, 2008, p. 501–519.

BEAUCHAÎNE Theodore P, John N Constantino and Elizabeth P Hayden "Psychiatry and Developmental Psychopathology: Unifying Themes and Future Directions", *Comprehensive Psychiatry*, 87, 2018, p. 143-152.

BERRY, H. L., Bowen, K., Kjellstrom, T., "Climate change and mental health: A causal pathways framework", *Int. J. Public Health*, 55, 2010, p. 123–132.

BERRY Helen L et al., "The Case for Systems Thinking About Climate Change and Mental Health", *Nature Climate Change*, 8, 4, 2018, p. 282-290.

BHADRA Subhasis. "Psychosocial Support for Protection of Children in Disasters", *Child Safety, Welfare and Well-being*, Springer, Singapore, 2022, p. 453-482.

BULUT Sefa. "Depremden Sonra Çocuklarda Görülen Travma Sonrası Stres Tepkilerinin Yaş ve Cinsiyetler Açısından Karşılaştırılması", *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*, 4, 31, 2009, s. 43-51.

BURKE, S.L.E., Sanson, A.V., Hoorn, J.V., "The Psychological Effects of Climate Change on Children", *Current Psychiatry Reports*, 20, 2018, 35.

CHEATWOOD, D., "The effects of weather on homicide", *J Quant Criminol*, 11,1995, p.51–70.

CLAYTON, S., "Climate anxiety: psychological responses to climate change", *J. Anx. Disord.*, 74, 2020, 102263.

CLAYTON, S., Karazsia, B., "Development and validation of a measure of climate change anxiety", *Journal of Environmental Psychology*, 69, 2020.

CLAYTON, S., Manning, C., Krygsman, K., Speiser, M., "Mental health and our changing climate: Impacts, implications and guidance", *American Psychological Association and ecoAmerica*, 2017, Erişim: <https://www.apa.org/news/press/releases/2017/03/mental-health-climate.pdf>

COHN, E., Rotton, J., Peterson, A., Tarr, D., "Temperature, city size, and the southern subculture of violence: support for social escape/avoidance (SEA) theory", *J Appl Soc Psychol*,34,2004, p. 1652–1674.

COSTELLO, A., Abbas, M., Allen, A., Ball, S., Bell, S., Bellamy, R., Friel, S., Groce, N., Johnson, A., Kett, M., "Managing the health effects of climate change", *Lancet and University College London Institute for Global Health Commission, Lancet*, 373, 2009, p. 1693–1733.

ÇELİK, Seyfullah et al., "İklim Değişiyor, Hava Olayları Sertleşiyor", *Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Akt. Cankardaş Sinem ve Zeynep Sofuoğlu, "İklim Değişikliği ve Birey Üzerindeki Etkilerinin Gözden Geçirilmesi"*, 2021, s. 139-146.

DOHERTY, Thomas J and Susan Clayton, "The Psychological Impacts of Global Climate Change", *American Psychologist*, 66, 4, 2011, s. 265.

DOHRENWEND, B.R., "Socioeconomic status (SES) and psychiatric disorders: Are the issues still compelling?", *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*, 25, 1990, p. 41–47.

FRITZE, J.G., Blashki, G.A., Burke, S., Wiseman, J., "Hope, despair and transformation: Climate change and the promotion of mental health and wellbeing", *International Journal of Mental Health*, 2, 13, 2008, p. 1-10.

GARCÍA, D.M., Sheehan, M.C., "Extreme weather-driven disasters and children's health", *Int J Health Serv.*, 46, 1, 2016, p. 79–105.

GIACONIA, Rose M et al., "Traumas and Posttraumatic Stress Disorder in a Community Population of Older Adolescents", *Journal of the*

American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 34, 10, 1995, p. 1369-1380.

GOENJIAN, Armen K et al., "Posttraumatic Stress And Depressive Reactions Among Nicaraguan Adolescents After Hurricane Mitch", *American Journal of Psychiatry*, 158, 5, 2001, p. 788-794.

GORDON Rob and Ruth Wraith, "Responses of Children and Adolescents to Disaster", *International Handbook of Traumatic Stress Syndromes*, Springer, Boston, MA, 1993, p. 561-575.

GÖKLER İlgin, *The Predictor Variables of Post-Traumatic Stress Symptoms in Children and Adolescents Following 1999 Marmara Earthquake: Exposure to Traumatic Experiences and Coping*. MS thesis. Middle East Technical University, 2001.

GRAFF, Zivin, Joshua, Solomon M Hsiang and Matthew Neidell, "Temperature and Human Capital in the Short and Long Run", *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 5, 1, 2018, p. 77-105.

HANSEL, Tonya Cross, Joy D Osofsky and Howard J Osofsky, "Louisiana State University Health Sciences Center Katrina Inspired Disaster Screenings (KIDS): Psychometric Testing Of The National Child Traumatic Stress Network Hurricane Assessment And Referral Tool", *Child & Youth Care Forum*, 44, 4, Springer US, 2015, p. 567-582.

HAYES, K., Blashki, G., Wiseman, J., Burke, S., Reifels, L., "Climate change and mental health: Risks, impacts and priority actions", *International Journal of Mental Health Systems*, 12,2018, p. 1–12.

HENSLEY, Lauren, and R. Enrique Varela. "PTSD symptoms and somatic complaints following Hurricane Katrina: The roles of trait anxiety and anxiety sensitivity", *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 37, 3, 2008, p. 542-552.

HICKMAN, C., "We need to (find a way to) talk about Eco-anxiety", *J. Soc. Work. Pract.*, 34, 4, 2020, p. 411–424.

KARABULUT Derya ve Tolga Bekler, "Doğal afetlerin çocuklar ve ergenler üzerindeki etkileri", *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5, 2, 2019, s. 368-376.

KARAKAYA Işık et al., "Marmara Depreminden Üç Buçuk Yıl Sonra Ergenlerde TSSB, Depresyon ve Anksiyete Belirtileri", *Türk Psikiyatri Dergisi*, 15, 4, 2004, s. 257-263.

KARA, Yunus, "Ekolojik Kriz ve Anksiyete: Yeni Bir Kavram Olarak Eko-Anksiyete", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24, 2, 2022, s. 891-908.

KAŞTAN, Yüksel. "Türkiye’de göç yaşamış çocukların eğitim sürecinde karşılaşılan problemler", *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2, 4, 2015, s. 216-229.

KJELLSTROM, T., Holmer, I., Lemke, B., "Workplace heat stress and health - an increasing challenge for low and middle income countries during climate change", *Global Health Action*, 2009, p. 1-6.

KONDOLOT Meda et al., "Effects of Climate Change on Child Health", *Erciyes Medical Journal*, 34, 1, 2012, p. 29-31.

KUANG, H. and Root, R.A., "Perception of climate change in adolescents and its psychiatric implications", *In 66th Annual Meeting of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 2019.

LİMONCU Sevgül ve Ahmet Bircan Atmaca, "Çocuk Merkezli Afet Yönetimi", *Megaron*, 13, 1, 2017, s. 132-143.

MAES, M., Demeyer, F., Thompson, P., Peeters, D., Cosyns, P., "Synchronized annual rhythms in violent suicide rate, ambient temperature and the light-dark span", *Acta Psychiatr Scand.*, 90, 1994, p. 391–396.

MARTIN, G., Reilly, K., Everitt, H., Gilliland, J.A., "Review: The impact of climate change awareness on children’s mental well-being and negative emotions – a scoping review", *Child and Adolescent Mental Health* 27,1, 2022, p. 59–72.

MATTHEWS, Veronica et al., "Differential Mental Health Impact Six Months After Extensive River Flooding in Rural Australia: A Cross-Sectional Analysis Through an Equity Lens", *Frontiers in Public Health*, 7, 2019, p. 367.

McMICHAEL Anthony J, "Globalization, Climate Change, and Human Health", *New England Journal of Medicine*, 368, 14, 2013, p. 1335-1343.

MEB, Travmalar 1, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Acil Sağlık Hizmetleri, 2011.

MINOR Kelton et al., "Ambient Heat And Human Sleep", 2020, p. 1-29. Available at: <https://www.arxiv.org/abs/2011.07161>

MCDERMOTT Brett et al., "Correlates of Persisting Posttraumatic Symptoms in Children and Adolescents 18 Months After a Cyclone

Disaster", *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, 48, 1, 2014, s. 80-86.

MOSER, S. C., "More bad news: *The risk of neglecting emotional responses to climate change information.*", Dilling, L., Moser, S.C. (Eds.), *Creating a climate for change*, Cambridge University Press, 2009.

NORRIS Fran H, Matthew J Friedman and Patricia J Watson, "60,000 Disaster Victims Speak: Part II. Summary and Implications of The Disaster Mental Health Research", *Psychiatry*, 65, 3, 2002, p. 240-260.

OBRIEN Lean V et al., "Drought as a Mental Health Exposure", *Environmental Research*, 131, 2014, p. 181-187.

OJALA, M., "Regulating worry, promoting hope: How do children, adolescents, and young adults cope with climate change?", *International Journal of Environmental and Science Education*, 7, 2012, p. 537-561.

OJALA, M., "How do children cope with global climate change? Coping strategies, engagement, and well-being", *Journal of Environmental Psychology*, 32, 2012, p. 225-233.

ÖZTÜRK, Kemal, "Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri", *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 1, 2002, s. 47-65.

PARK R Jisung, "Hot Temperature and High-Stakes Performance", *Journal of Human Resources*, 57, 2, 2022, p. 400-434.

PARK R Jisung, A Patrick Behrer and Joshua Goodman, "Learning is Inhibited by Heat Exposure, Both Internationally and within the United States", *Nature Human Behaviour*, 5, 1, 2021, p. 19-27.

PAUS Tomáš, Matcheri Keshavan and Jay N Giedd "Why Do Many Psychiatric Disorders Emerge During Adolescence?", *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 12, 2008, p. 947-957.

PELCOVÍTZ David et al., "Post-Traumatic Stress Disorder in Physically Abused Adolescents", *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 33, 3, 1994, p. 305-312.

PFEFFERBAUM, B., Jacobs, A.K., Jones, R.T., Reyes, G., Wyche. K.F., "A skill set for supporting displaced children in psychological recovery after disasters", *Curr Psychiatry*, 19, 9, 2017.

PIHKALA, P., "Eco-Anxiety, Tragedy, and Hope: Psychological and Spiritual Dimensions of Climate Change", *Zygon*, 53, 2018, p. 545-569.

QI Xin, Shilu Tong and Wenbiao Hu, "Preliminary Spatiotemporal Analysis of the Association Between Socio-environmental Factors and Suicide", *Environmental Health*, 8, 1, 2009, p. 1-12.

RIFKIN, D. I., Long, M. W., Perry, M. J., "Climate change and sleep: A systematic review of the literature and conceptual framework", *Sleep Medicine Reviews*, 42, 3, 2018.

ROUSSOS Alexandra et al., "Posttraumatic Stress and Depressive Reactions Among Children and Adolescents After the 1999 Earthquake in Ano Liosia, Greece", *American Journal of Psychiatry*, 162, 3, 2005, p. 530-537.

SALCIOGLU, E., Basoglu, M., Livanou, M., "Post-traumatic stress disorder and comorbid depression among survivors of the 1999 earthquake in Turkey Disasters", 31, 2007, p. 115–129.

SARMAN Abdullah, Açık Yasemin ve Sarman Emine, "Depremi Yaşayan İlköğretim Çağı Çocuklarda Kaygı Düzeyi, Depresyon Belirtileri ve Etkileyen Faktörler", 1.Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi, Kongre Kitapçığı, 2018, s. 96-108.

SAYGINER Çil Arzu, *İklim Değişikliği ile Mücadele Politikalarında Gençliğin Rolü*, YL Tezi, Sakarya Üniversitesi, 2021.

SEARLE, K., Gow, K., "Do concerns about climate change lead to distress?", *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 2, 4, 2010, p. 362–379.

SHEFFIELD, P.E, Landrigan, P.J., "Global climate change and children's health: threats and strategies for prevention", *Environ Health Perspect.*, 119, 3, 2010, p. 291–8.

SMITH, K.E., Pollak, S. D., "Rethinking Concepts and Categories for Understanding the Neurodevelopmental Effects Of Childhood Adversity", *Perspectives on Psychological Science*, 16, 1, 2021, p. 67–93.

SOLMÍ Marco et al., "Age at Onset of Mental Disorders Worldwide: Large-Scale Meta-Analysis of 192 Epidemiological Studies", *Molecular Psychiatry*, 27, 1, 2022, p. 281-295.

STEWART, A.E., "Psychometric properties of the climate change worry scale", *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 18,2021, p. 494.

STRIFE, S.J., "Children's environmental concerns: expressing ecophobia", *J Environ Educ.*, 43, 1, 2012, p. 37–54.

TATLILIOĞLU Kasım. "Yaşam Boyu Gelişim (Life-Span Development)", 2011.

TROMBLEY, J., Chalupka, S., Anderko, L., "Climate Change and Mental Health", *AJN Am. J. Nurs.*, 117, 4, 2017, p. 44–52.

TÜRKEŞ Murat, "Türkiye’de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme", *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4, 2, 2012, s. 1-32.

Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliği Eylem Planı: 2011-2023, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/banner/banner591.pdf>, Erişim Tarihi: 11.09.2022

UZZELL, David. "Challenging assumptions in the psychology of climate change", *In Psych: The Bulletin of the Australian Psychological Society*, 30, 4, 2008, p. 10-13.

UNIES Nations, *World Youth Report [2010]: Youth & Climate Change*. UN, 2010.

VERGUNST Francis and Helen L Berry "Climate Change and Children’s Mental Health: A Developmental Perspective", *Clinical Psychological Science*, 10, 4, 2022, p. 767-785.

WANG, C.-W., Chan, C. L. W., Ho, R. T. H., "Prevalence and trajectory of psychopathology among child and adolescent survivors of disasters: a systematic review of epidemiological studies across 1987–2011", *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol*, 48, 11, 2013, p. 1697–1720.

WATTS N, Adger W.N., Agnolucci P., Blackstock J., Byass P., Cai W., et al., "Health And Climate Change: Policy Responses To Protect Public Health", *Lancet*, 386,10006, 2015, p. 1861–914.

WATTS, N., Amann, M., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Bouley, T., Boykoff, M., ... Costello, A. "The Lancet Countdown on health and climate change: From 25 years of inaction to a global transformation for public health". *The Lancet*, 391, 2018, p. 581–630.