

Conference on Climate Change,
Sustainability and
International Cooperation

CLICS

Editors

Prof. Dr. Ayfer Gedikli

Asst. Prof. Dr. Hande Çalışkan Terzioğlu



February 21-22nd, 2024 | Proceeding Book

CLICS



**CONFERENCE ON CLIMATE CHANGE, SUSTAINABILITY, AND INTERNATIONAL
COOPERATION (CLICS)
PROCEEDING BOOK
February 21-22, 2024 | Düzce - Turkey**

Editors:

Prof. Dr. Ayfer GEDİKLİ
Assist. Prof. Dr. Hande ÇALIŞKAN TERZİOĞLU

Assistant Editors:

Hasan Umutlu
Zehra Namlı
Cihan Yavuz Taş

**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE ULUSLARARASI İŞ BİRLİKLERİ
KONGRESİ
TAM METİN BİLDİRİLER KİTABI
21-22 Şubat 2024 | Düzce - Türkiye**

Editörler:

Prof. Dr. Ayfer GEDİKLİ
Dr. Öğr. Üyesi Hande ÇALIŞKAN TERZİOĞLU

Editör Yardımcıları:

Hasan Umutlu
Zehra Namlı
Cihan Yavuz Taş

Yayın Yılı: Mart, 2024 | **Dili:** Türkçe ve İngilizce
ISBN: 978-625-00-8026-9

*Bu Kitabın Tüm Hakları Saklıdır.
Kitapta yer alan bildirilerin her türlü sorumluluğu kaleme alan yazar(lar)ına aittir.
<https://clics.duzce.edu.tr/>*

HONORARY BOARD / ONUR KURULU

Prof. Dr. Nedim Sözbir - Düzce Üniversitesi, Rektör

Prof. Dr. İsmail Hakkı Özölçer - Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Rektör

Prof. Dr. İdris Demir - Batman Üniversitesi, Rektör

Prof. Dr. Veysel Eren - Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Rektör

Prof. Dr. Fatih Altun - Erciyes Üniversitesi, Rektör

Prof. Dr. Hamza Al - Sakarya Üniversitesi, Rektör

Prof. Dr. Mehmet Gavgalı - Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi, Rektör

Prof. Dr. Refik Korkusuz - Banksmoro Cotabato University, Filipinler, E. Rektörü

Dr. Faruk Özlü - Düzce Belediyesi, Belediye Başkanı

SCIENTIFIC BOARD / BİLİM KURULU

Prof. Dr. Nedim Sözbir, Düzce Üniversitesi, Rektör

Prof. Dr. İsmail Hakkı Özölçer, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Rektör

Prof. Dr. İdris Demir, Batman Üniversitesi, Rektör

Prof. Dr. Refik Korkusuz, Banksmoro Cotabato University, Filipinler, E. Rektörü

Prof. Dr. Veysel Eren, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Rektör

Prof. Dr. Fatih Altun, Erciyes Üniversitesi, Rektör

Prof. Dr. Hamza Al, Sakarya Üniversitesi, Rektör

Prof. Dr. Mehmet Gavgalı, Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi, Rektör

Prof. Dr. Mehmet Yüce, Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi

Prof. Dr. Seyfettin Erdoğan, İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Prof. Dr. Gary A. Campbell, Michigan Technological University, ABD

Prof. Dr. Hamza Ateş, İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Prof. Dr. Emel Çetinkaya, Sakarya Üniversitesi

Prof. Dr. Rui Alexandre Castanho, WSB University, Polonya

Prof. Dr. Ahmet Nohutçu, İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Prof. Dr. Emrah İsmail Çevik, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Prof. Dr. Zafer Kamberoğlu, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Prof. Dr. Murat Çolak, AGH Üniversitesi

Prof. Dr. Berrin Tansel, Florida International University

Prof. Dr. Recep Kök, Nişantaşı Üniversitesi

Prof. Dr. Birol Erkan, İskenderun Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. İbrahim Bakırtaş, Aksaray Üniversitesi

Prof. Dr. Özlem Durgun, İstanbul Üniversitesi

Prof. Dr. İlhan Eroğlu, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Prof. Dr. İlhan Öztürk, University of Sharjah

Prof. Dr. Muhammed Shahbaz, Beijing Institute of Technology

Prof. Dr. Hashim Zameer, Nanjing University

Prof. Dr. Rengin Ak, Uluslararası Balkan Üniversitesi

Prof. Dr. Abdulmecit Türüt, İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Prof. Dr. Obiyathulla Ismath Bacha, INCEIF

Prof. Dr. David Weir, Northumbria Üniversitesi / Cambridge Scholars

Prof. Dr. Bülent Güloğlu, İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Erdal Tanas Karagöl, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Prof. Dr. Ercan Oktay, Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi

Prof. Dr. İbrahim Güran Yumuşak, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi

Prof. Dr. Bülent Aydın Ertekin, Anadolu Üniversitesi

Prof. Dr. Meriç Subaşı Ertekin, Anadolu Üniversitesi

Dr. Stefano Siviero, İtalya Merkez Bankası

Prof. Dr. Yakup Bulut, Gaziantep Üniversitesi

Doç. Dr. Seda Bostancı, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Doç. Dr. Nüket Kırıcı Çevik, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Doç. Dr. Berna Ak Bingöl, Kırklareli Üniversitesi

Doç. Dr. Hatice Burçin Şolt, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Doç. Dr. Sema Yılmaz Genç, Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Mohammed Eskandar Shah, INCEIF

Doç. Dr. Yaşar Selman Gültekin, Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Pınar Gültekin, Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Buerhan Saiti, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi

Doç. Dr. Dalal Aassouli, Hamad Bin Khalifa University

Doç. Dr. Üzeyir Aydın, Dokuz Eylül Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet Oğuz, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

Doç. Dr. Abdullah Kutalmış Yalçın, Düzce Üniversitesi

Dr. Alaa Alabed, Islamic International Rating Agency

Dr. Ijlal Ahmed Alvi, International Islamic Financial Market

Dr. Öğr. Üyesi Muhammad Ali Nasir, Leeds Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Fatma Erdoğan, Batman Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ersan Sarıkahya, Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi

ORGANIZING BOARD / DÜZENLEME KURULU

Prof. Dr. Ayfer Gedikli, Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Gökmen Kılıçoğlu, Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Serkan Kekevi, Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Oğuz Kara, Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Murat Bulut, Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hande Çalışkan Terzioğlu, Düzce Üniversitesi

Öğr. Gör. Dr. Hasan Harmanlı, Düzce Üniversitesi

KEYNOTE SPEAKERS

Prof. Dr. Fatih Altun - Erciyes Üniversitesi Rektörü

Prof. Dr. Gary A. Campbell - Michigan Technological University

Prof. Dr. İlhan Öztürk - University of Sharjah

Prof. Dr. Kürşat Esat Alyamaç - Fırat Üniversitesi

Prof. Hiroaki Akiyama – Wakayama University, Japan

***Prof. Dr. M. Refik Korkusuz - Cobato International Bank Moro University, Philippines,
Dokuz Eylül Üniversitesi***

Prof. Dr. Mehmet Yüce - Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi

Prof. Dr. Nabil Maghrebi - Wakayama University

Doç. Dr. A. Kutalmış Yalçın - Düzce Üniversitesi-Yunus Emre Enstitüsü

İhsan Aktaş - Araştırmacı-Gazeteci

İÇİNDEKİLER

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE ULUSLARARASI İŞBİRLİĞİ PERSPEKTİFİNDEN ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ	1
Prof. Dr. İdris Demir	1
YEŞİL EKONOMİ İÇİN BİR ARAÇ: YEŞİL VERGİLER.....	7
Prof. Dr. Mehmet Yüce	7
A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR EMPLOYING CIRCULAR ECONOMY IN THE INDUSTRIALISED BUILDING SYSTEM (IBS).....	12
Eizzad Amirul Arash Mohd Nizam	12
Abdul Rahim Abdul Hamid	12
Riduan Yunus.....	12
THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON TRADITIONAL CONSTRUCTION ACTIVITIES AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: STRATEGIES FOR FUTURE CONSTRUCTION PROJECTS FOR THE OECD COUNTRIES.....	22
Mimar Ali Kerem Karacan	22
Doç.Dr. Rıdvan Karacan	22
THE STUDY OF SLOPE STABILITY ANALYSIS USING SLOPE/W SOFTWARE AT JALAN GEMENCHEH - DANGI (N13), TAMPIN, NEGERI SEMBILAN, MALAYSIA	29
Muhammad Afiq Hamsan	29
Saiful Azhar Ahmad Tajudin	29
ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ ÇERÇEVESİNDE ÇİN'İN YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME.....	36
Yüksek Lisans Öğrencisi. Firdevs Korla.....	36
BİNALARDA YANGIN GÜVENLİĞİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÇERÇEVESİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	51
Dr. Mehmet Akif Yıldız	51
Arş. Gör. Dr. Merve Ertosun Yıldız	51
TÜRKİYE'DE 30 BÜYÜKŞEHİR İÇİN ISITMA VE SOĞUTMA GÜN DERECELERİNİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	68
Doç. Dr. Murat Bulut	68
YEREL MİMARİDE PASİF İKLİMLENDİRME TASARIMI VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK.....	75
Arş. Gör. Dr. Merve Ertosun Yıldız	75
Dr. Mehmet Akif Yıldız	75
AFET YÖNETİMİNDE RİSK VE ZARAR AZALTMA AŞAMASININ BELEDİYELER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	88
Doç. Dr. Sezai Öztop.....	88
Doktora Öğrencisi Cuma Bolat	88
KARBON DÖNGÜSÜNE KISA YOL YAPMAK İÇİN HİDROGENOTROFİK METANOJENLERİN KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI.....	96
Dr. Gökhan Türker	96
Nusretalp Seven.....	96

ÇEVRE KORUMADA BİOKARLI GÜBRE UYGULAMASI VE PERSPEKTİFLİ TÜRLER.....	103
Doç. Dr. Samira Bagirova.....	103
Araştırmacı Leyla Atayeva.....	103
Araştırmacı Mirhuseyn Safarov	103
Araştırmacı Cemala Ağayeva.....	103
Araştırmacı Seria Ahmedova	103
Araştırmacı Lala Nasırlı	103
BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASINDA BAHÇE MERHEMİ KULLANIMINA İLİŞKİN PERSPEKTİFLER.....	111
Doç. Dr. Samira Behbud Bagirova.....	111
Dr. Sakhat Tebriz Rustamov	111
Araştırmacı Leyla Abulfaz Atayeva.....	111
Araştırmacı Şebnem Feyruz Eşrefova	111
SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR MALZEME OLARAK BİYOKÖMÜR VE UYGULAMALARI.....	118
Öğr. Gör. Gül Eroğlu Bulut.....	118
Doç. Dr. Murat Bulut	118
EKOLOJİK VE BİYOFİLİK TASARIM ALGISINDAKİ BENZERLİKLER.....	126
Dr. Öğr. Üyesi Bekir Hüseyin Tekin.....	126
KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELE: SEÇİLMİŞ ÜLKELER ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME.....	137
Prof. Dr. Sinem Yapar Saçık	137
Doç. Dr. Gökhan Akar	137
Doktora Öğrencisi Betül Bayram	137
20 KASIM 2023 BATMAN SELİNİN METEOROLOJİK ANALİZİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN YAĞIŞ ŞARTLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	154
Mehmet Emin Dinç	154
Serkan Sabancı	154
ÇEVRE VERGİLERİNİN SERA GAZI SALINIMI (CO₂) ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ.....	162
Dr. Öğr. Üyesi Başak Karşıyakalı	162
Doç. Dr. Üzeyir Aydın	162
Prof. Dr. Selim Şanlısoy.....	162
İKLİM DEĞİŞMELERİNİN SU KAYNAKLARINA ETKİSİ	173
İftixar Əyyubov	173
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ALTINDA ARICILIK.....	181
Öğr. Gör. Zeynep Asutay	181
Prof. Dr. Hakan İnci	181
KÜRESEL İKLİM KRİZİ VE BİTKİSEL ÜRETİM ÜZERİNE ETKİLERİ.....	187
Öğr. Gör. Dr. Saadet Sevil Yücel	187
Dr. Öğr. Üyesi Deniz Karaelmas.....	187
Prof. Dr. Yeşim Okay.....	187
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ – GÖÇ İLİŞKİSİNİN TOPLUMSAL YANSIMALARI	203
Öğr. Gör. Dr. Furkan Düzenli	203
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KONUSUNUN ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARASINDA NASIL ALGILANDIĞINA YÖNELİK BİR UYGULAMA.....	213
Prof. Dr. Uluç Çağatay	213
Prof. Dr. Ahmet Uçar	213

DEPREMLERİN PSİKOLOJİK ETKİLERİ VE DEPREM BİLİNCİNİN MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİLERİ ÜZERİNDEN İNCELENMESİ	227
Prof. Dr. Ahmet Uçar	227
Öğrenci İremnur Sertakan	227
Öğrenci Arzu Uygur	227
ÇANKIRI İLİNDE HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRMESİ.....	242
İsmail Ordu.....	242
Doç. Dr. Özgür Zeydan	242
AFET YÖNETİMİNDE SİVİL TOPLUM KURULUŞLARININ ÖNEMİ VE 6 ŞUBAT 2023 ÖRNEĞİ	253
Prof. Dr. Hamza Ateş	253
Mine Meydancı	253
TÜRKİYE’DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİYLE MÜCADELEDE KARBON YAKALAMA VE DEPOLAMANIN (KYD) ROLÜ	265
Öğr. Gör. Kader Aksoy	265
Prof. Dr. Zafer Kanberoğlu	265
YEREL BOYUTTA İKLİM EYLEM PLANLARI VE TÜRKİYE	274
Doktora Öğrencisi. Bahar Bıyıklar	274
Prof. Dr. Süleyman Göksoy	288
Lect. Murat Gökmen	288

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE ULUSLARARASI İŞBİRLİĞİ PERSPEKTİFİNDEN ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

Prof. Dr. İdris Demir

Batman Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası İlişkiler ABD

Batman Üniversitesi Rektörü

idris.demir@batman.edu.tr

ÖZET: Küresel çapta iklim değişikliği, sürdürülebilirlik ve uluslararası işbirliği perspektifinden enerji dönüşümüne yönelik çalışmalar giderek hız kazanmaktadır. Bu dönüşümü desteklemek amacıyla çeşitli çok taraflı girişimler ve platformlar oluşturulmuş, uluslararası öğrenme ve bilgi paylaşımı teşvik edilerek, ikili katılım güçlendirilmiştir. Enerji sektöründeki kalkınma yardımları, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirilerek önemli bir değişime yol açmaktadır. Ancak, bu olumlu gelişmelerin yanı sıra, sürdürülebilir kalkınma hedefinin temiz ve uygun fiyatlı enerjiye erişim hedefi yetersiz kalmaktadır. Bu durum, küresel iklim değişikliği ile mücadelede karşılaşılan zorlukları daha da artırmaktadır. Bu nedenle, küresel enerji dönüşümüne yönelik daha kapsayıcı ve etkili adımların atılması gerekmektedir. Bu adımların, enerjiye erişimi artırmanın yanı sıra, iklim değişikliği ile mücadelede de önemli bir rol oynayacağı açıktır. Bu bağlamda, uluslararası işbirliğinin ve sürdürülebilirlik odaklı politikaların güçlendirilmesi büyük bir öneme sahiptir.

Bu çalışmanın amacı, küresel enerji dönüşümü sürecindeki uluslararası işbirliğinin önemini vurgulamak ve iklim değişikliği bağlamında daha sürdürülebilir bir gelecek için gereken adımları tartışmaktır. Çalışma, enerji dönüşümünün küresel çapta etkilerini ve iklim değişikliği ile mücadelede uluslararası işbirliğinin rolünü ele alarak, önemli bir konuyu incelemektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji Dönüşümü, Uluslararası İşbirliği, Sürdürülebilirlik, İklim Değişikliği, Yenilenebilir Enerji Kaynakları.

ENERGY TRANSITION FROM THE PERSPECTIVE OF CLIMATE CHANGE, SUSTAINABILITY AND INTERNATIONAL COOPERATION

ABSTRACT: Studies on energy transformation from the perspective of global climate change, sustainability and international cooperation are gaining momentum. In order to support this transformation, various multilateral initiatives and platforms have been created, international learning and knowledge sharing have been encouraged, and bilateral participation has been strengthened. Development aid in the energy sector is leading to a significant change, especially by being directed to renewable energy sources. Nonetheless, despite these positive developments, the sustainable development goal of access to clean and affordable energy remains inadequate. This situation further increases the difficulties faced in combating global climate change. Therefore, more inclusive and effective steps need to be taken towards global energy transformation. It is clear that these steps, in addition to increasing access to energy, will also play an important role in combating climate change. In this context, strengthening international cooperation and sustainability-oriented policies is of great importance.

The aim of this study is to emphasize the importance of international cooperation in the global energy transition process and to discuss the steps required for a more sustainable future in the context of climate change. The study examines an important issue by addressing the global impacts of the energy transition and the role of international cooperation in combating climate change.

Keywords: Energy Conversion, International Cooperation, Sustainability, Climate Change, Renewable Energy Sources.

GİRİŞ

Günümüzde iklim değişikliği küresel bir tehdit olarak karşımızda dururken, sürdürülebilirlik ve enerji politikalarının önemi giderek artmaktadır. IPCC'nin 1,5°C'lik küresel ısınmaya ilişkin raporu, iklim değişikliğiyle mücadele için kararlı adımların atılmasının aciliyetini vurgulayarak, küresel enerji kullanımının dönüştürülmesi de dâhil olmak üzere çeşitli önlemlerin hayata geçirilmesinin gerekliliğine işaret etmektedir. Sera gazı (GHG) emisyonlarının üçte ikisinin enerji sektöründen kaynaklandığı göz önüne alındığında, IPCC açıkça yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğine büyük ölçekli bir geçiş çağrısı yapmaktadır (IPCC, 2018).

2015 yılında Paris Anlaşması ve 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi'nin (SDGs, 2021) kabul edilmesiyle sonuçlanan uluslararası iklim değişikliği müzakereleri, dünya çapında birçok forumun harekete geçmesine ve enerji dönüşümünün hızlandırılması konusunda müzakereler yapılmasına yol açmıştır (UN Climate Change; UN Türkiye). Bu bağlamda, uluslararası işbirliğinin enerji dönüşümünde oynadığı rol, küresel çapta ele alınması gereken bir konudur (Demir, 21.02.2024). Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı tarafından hazırlanan "Küresel Enerji Dönüşümü: 2050 Yol Haritası" raporu (IRENA, 2021), Paris Anlaşması hedeflerine ulaşmanın, küresel enerji talebinin azaltılması için enerji verimliliğinin artırılması ve tüm son kullanım sektörlerinde elektrifikasyonun desteklenmesi gerektiğini öngörmektedir. Ayrıca, enerji matrisinde yenilenebilir kaynakların payının artırılmasının, biyoyakıtlar da dâhil olmak üzere, önemli olduğunu vurgulamaktadır. Hedefe ulaşmak teknik açıdan mümkün olduğunda ve ekonomik açıdan uygun tekliflerin sunulması doğrultusunda, dijitalleştirilmiş, dağıtılmış ve karbonsuz enerji sistemlerine doğru dönüşümü hızlandırmak için bir fırsat bulunmaktadır.

Türkiye dâhil olmak üzere pek çok ülkede hâlihazırda gerçekleşmekte olan enerji dönüşümleri, küresel enerji dönüşümünün bir sonucu olarak daha zengin ve kapsayıcı bir dünya yaratma potansiyeline sahiptir (Demir, 21.02.2024). Yenilenebilir enerji kaynaklarının hızla yayılması, ekonomik büyüme ve istihdamın yanı sıra iklim değişikliğinin hafifletilmesi ve hava kirliliğinin azaltılması gibi birçok fayda sunmaktadır. İklim değişikliği, sürdürülebilirlik, uluslararası işbirliği ve yenilenebilir enerji gibi hayati bir tema, ulusal politikalar ve toplulukların, şehirlerin ve bölgelerin rolü aracılığıyla incelenmektedir. Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği birbirini tamamlayıcı niteliktedir ve paralel olarak artırılmaları gerekmektedir. Bu yerel koşullara, kaynak donanımına ve önceliklere göre uyarlanmakta farklı yollar ve çözümler geliştirmek için ülke düzeyinde ayrıntılı haritalama gerektirebilmektedir (IEA,2021).

Atmosferdeki sera gazlarının artması, deniz seviyelerinin yükselmesi, ekstrem hava olayları ve biyolojik çeşitlilikteki azalma gibi belirtiler, doğal ve insan kaynaklı etmenlerin etkileşimiyle küresel ekosistemleri tehdit etmektedir. Bu zorluğun üstesinden gelmek için sürdürülebilir bir gelecek inşa etmek gerekmekte ve bu, ancak uluslararası işbirliği ve enerji dönüşümüyle mümkün olacağı öngörülmektedir (REN21, 2021).

İklim değişikliği karşı karşıya olduğumuz en büyük tehditlerden biridir (Demir, 21.02.2024). Artan karbon emisyonları, küresel ısınmaya ve buharlaşma ile daha sık ve yoğun doğal felaketlere yol açmaktadır. Atmosferdeki sera gazlarının kontrolsüz bir şekilde artması, dünya genelinde kutup buzullarının erimesine, deniz seviyelerinin yükselmesine ve iklimin dengesinin bozulmasına neden olmaktadır. Bu krizin etkileri, her geçen gün daha belirgin hale gelmektedir ve çözüm için acil bir eylem gerekmektedir. Sürdürülebilirlik ise bu krize karşı bir çözüm olabilir. Sürdürülebilir kalkınma, mevcut ihtiyaçları karşılarken gelecek kuşakların ihtiyaçlarını da göz önünde bulunduran bir yaklaşımı ifade etmektedir. Enerji sektöründe sürdürülebilir bir dönüşüm, fosil yakıtlardan temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişi içermektedir. Bu, karbon salınımını azaltmanın yanı sıra enerji verimliliğini artırarak çevresel etkiyi en aza indirmeyi hedeflemektedir (Maloy, 2023).

Uluslararası işbirliği ise bu dönüşümün anahtarıdır. Çünkü iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik meseleleri sınırları aşan sorunlardır. Bir ülkenin aldığı önlemler, diğer ülkeler üzerinde doğrudan etkisi olabilir. Bu nedenle, uluslararası düzeyde işbirliği ve ortak stratejiler geliştirilmesi, bu krizle mücadelede önemli bir gerekliliktir.

Bu çalışma, iklim değişikliği, sürdürülebilirlik ve uluslararası işbirliği perspektifinden enerji dönüşümünü incelemektedir. Bu konuları derinlemesine anlamak, mevcut durumu analiz ederek, öncelikleri belirleyerek ve gelecekte atılacak adımları tartışarak olacaktır. Bu çalışma, küresel düzeyde bir farkındalık oluşturabilmek ve daha sürdürülebilir bir geleceğe doğru ilerlemede bir rehber olabilmektedir.

1. İklim Değişikliği ve Enerji Politikaları: Küresel Bir Bakış

İklim değişikliği, gezegenimizin karşı karşıya olduğu en ciddi tehditlerden biri olarak ön plana çıkmaktadır. Artan sera gazı emisyonları, dünya genelinde sıcaklık artışına, iklim modellerinde değişikliklere, olağandışı hava olaylarının sıklığında ve şiddetinde artışa, deniz seviyelerinde yükselmeye ve doğal yaşamın bozulmasına neden olmaktadır. Bu sorunlar, gezegenimizin sürdürülebilirliğini ve insanların yaşam kalitesini ciddi şekilde tehdit etmektedir. Bu bağlamda, enerji politikaları büyük bir önem kazanmaktadır. Fosil yakıtların yoğun kullanımı, iklim değişikliğinin temel nedenlerinden biridir. Kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların yanması, atmosfere karbondioksit ve diğer sera gazlarının salınımını artırmakta ve küresel ısınmaya katkıda bulunmaktadır. Dolayısıyla, enerji politikalarının iklim değişikliği ile mücadelede oynadığı rol, giderek daha büyük bir önem kazanmaktadır.

Küresel olarak, birçok ülke iklim değişikliği ile mücadele etmek ve sürdürülebilir bir enerji geleceğine yönelmek amacıyla çeşitli politika ve stratejiler geliştirmektedir. Bu politika ve stratejilerin temel amacı, fosil yakıtlardan temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişi teşvik etmek ve karbon salınımını azaltmaktır. Bununla birlikte, her ülkenin iklim hedefleri ve enerji politikaları farklıdır. Gelişmiş ülkeler, daha sıkı emisyon azaltma hedefleri belirlerken, gelişmekte olan ülkeler ise ekonomik büyümeyi ve kalkınmayı sağlama amacıyla enerji taleplerini artırmaktadır. Bu nedenle, küresel düzeyde iklim hedeflerine ulaşmak için, uluslararası işbirliği ve koordinasyon büyük bir önem taşımaktadır (Verbong ve Loorbach, 2012).

İklim değişikliği ile mücadelede en etkili stratejilerden biri, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiştir. Güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynakları, sınırsız ve temiz bir enerji kaynağı sağlamaktadır. Bu kaynakların kullanımı, karbon salınımını azaltmanın yanı sıra enerji güvenliğini artırmakta ve ekonomik faydalar sağlamaktadır (UN High-level Dialogue on Energy, 2021: 10-12). İklim değişikliği ile mücadelede etkili bir strateji izlemek için, küresel düzeyde enerji politikalarının yeniden şekillendirilmesi gerekmektedir. Fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, karbon salınımını azaltmanın yanı sıra enerji güvenliğini artırmakta ve ekonomik kalkınmayı desteklemektedir. Ancak, bu hedeflere ulaşmak için uluslararası işbirliği ve koordinasyon büyük önem taşımaktadır.

2. Sürdürülebilirlik ve Enerji Dönüşümünde Öncelikler

Enerji dönüşümünde sürdürülebilirlik, stratejik bir öncelik olarak ele alınmalıdır. Bu kapsamda, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, enerji verimliliğinin artırılması ve karbon emisyonlarının azaltılması gibi konular önemli bir yer tutmaktadır. Enerjide Yüksek Düzeyde Diyalog (UN High-level Dialogue on Energy, 2021) hazırlıklarının genel yapısı içinde, enerji dönüşümü teması, enerji sektöründe neden büyük bir dönüşümün gerekli olduğuna ve bunun farklı ulusal koşulları ve fırsatları yansıtacak şekilde adil bir şekilde nasıl uygulanabileceğine odaklanmaktadır. Enerjiye erişim sorunları, diğer Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile bağlantılar ve teknoloji, inovasyon ve finans gibi kesişen konular ayrı bir tematik belgede ele alınmaktadır. Enerji sektörünün dönüşümü, sürdürülebilir ekonomik kalkınma, sosyal katılım, enerji güvenliği, daha iyi sağlık, iş oluşturma ve diğer toplumsal faydalar için fırsatlar sunmaktadır. Bu tür fırsatlara ancak dönüşümün adil ve kapsayıcı bir şekilde uygulanmasıyla ulaşılabilecektir. Her ne kadar hükümetlerin hedef belirleme ve süreç konusunda liderlik yapması gerekse de, özel sektörün, şehirlerin ve gençler de dâhil olmak üzere daha geniş bir sivil toplumun katılımı, SDG7 ile uyumlu ve birçok ekonomik ve sosyal önceliği kapsamaktadır. İklim değişikliğini inceleme ihtiyacı, fosil yakıtların hâkim olduğu bir enerji sektöründen yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı bir enerji sektörüne geçişin ana itici gücüdür. Enerji sektörü şu anda sera gazı emisyonlarının ana yayıcısıdır. Paris Anlaşması'nın hedeflerine ulaşmak için bu sektörden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının hızlı bir şekilde azaltılması ve yüzyılın ortasına kadar ortadan kaldırılması gerekmektedir (UN Climate Change). Temel teknoloji değişiklikleri ve teknoloji maliyetlerindeki hızlı düşüşler, birçok ülkede ortaya çıkan enerji sektörü geçişleri için bir temel sağlamaktadır. Bu süreç, yenilenebilir enerji tesislerinin piyasa odaklı büyümesi ve sanayi, tarım, binalar, cihazlar ve ulaşım gibi son kullanım sektörleri de dâhil olmak üzere enerji verimliliğine daha fazla odaklanılmasıyla desteklenmektedir. Dijital teknoloji çözümleri, arz ve talebi entegre etmek için yeni fırsatlar sunarak, ulaştırma sektörünün bazı kısımları da dahil olmak üzere daha fazla nihai kullanımın elektrifikasyonuna doğru geçişi hızlandırmaktadır.

Sürdürülebilirlik ve enerji dönüşümü, dünya genelinde önemli bir gündem maddesi haline gelmiştir. Fosil yakıtların tükenmesi, iklim değişikliği, çevresel kirlilik ve enerji güvenliği gibi sorunlar, insanlığın karşılaştığı

en büyük meydan okumalardan bazılarıdır (UNDP, 2020). Bu nedenle, sürdürülebilirlik ve enerji dönüşümünde öncelikler belirlemek ve bu öncelikler doğrultusunda hareket etmek büyük önem taşımaktadır.

Enerji verimliliği, sürdürülebilir enerji dönüşümünün temel bir bileşenidir. Enerji verimliliğinin artırılması, enerji kaynaklarının daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Bu, hem enerji maliyetlerini düşürmek hem de çevresel etkiyi azaltmak için önemli bir adımdır. Enerji verimliliği politikaları, binalardan endüstriyel tesislere kadar geniş bir yelpazede uygulanabilir ve enerji tüketimini azaltarak kaynakları koruma konusunda etkili bir strateji sunar.

Fosil yakıtlardan temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, sürdürülebilir enerji dönüşümünde bir diğer önemli önceliktir. Güneş, rüzgar, hidroelektrik ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynakları, sınırsız ve temiz bir enerji kaynağı sağlamaktadır. Bu kaynakların kullanımı, karbon salınımını azaltmanın yanı sıra enerji güvenliğini artırmakta ve ekonomik kalkınmayı teşvik etmektedir.

Karbonsuz ulaşım ve sıfır emisyonlu taşımacılık, sürdürülebilirlik ve enerji dönüşümünde bir başka önceliktir. Karayolu taşımacılığı, havacılık ve denizcilik gibi sektörlerde karbon emisyonlarını azaltmak için çeşitli politika ve teknolojik gelişmelerin teşvik edilmesi önemlidir. Elektrikli araçlar, hibrit teknolojiler, toplu taşıma sistemleri ve bisiklet yolları gibi çözümler, karbonsuz ulaşımın yaygınlaştırılmasında etkili olabilir.

Endüstriyel dönüşüm ve yeşil teknolojiler, sürdürülebilirlik ve enerji dönüşümünde önemli bir rol oynamaktadır. Endüstriyel süreçlerin ve üretim faaliyetlerinin yeniden düzenlenmesi, kaynakların daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Ayrıca, yenilenebilir enerji teknolojileri, enerji depolama sistemleri, akıllı şebekeler ve enerji verimliliği çözümleri gibi yeşil teknolojiler, sürdürülebilirlik ve enerji dönüşümünü hızlandırmak için önemli bir potansiyele sahiptir.

Sürdürülebilirlik ve enerji dönüşümünde öncelikler belirlemek, bu alanlarda etkili politika ve stratejilerin geliştirilmesi için önemli bir adımdır. Enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, karbonsuz ulaşım ve yeşil teknolojiler gibi öncelikler, sürdürülebilir bir gelecek için atılması gereken adımları belirlemede önemli bir rol oynamaktadır. Bu öncelikler doğrultusunda hareket etmek, çevresel sürdürülebilirlik, ekonomik kalkınma ve toplumsal refah açısından büyük faydalar sağlayacaktır.

3. Uluslararası İşbirliği Bağlamında Enerji Dönüşümü: Deneyimler ve Örnekler

Uluslararası işbirliği, enerji dönüşümünde önemli bir rol oynamaktadır. Farklı ülkeler arasında bilgi ve deneyim paylaşımı, teknoloji transferi ve finansman sağlanması gibi alanlarda işbirliği, enerji dönüşümünü hızlandırmak için hayati öneme sahiptir. Uluslararası işbirliği, enerji dönüşümü sürecinde kritik bir rol oynamaktadır. Farklı ülkeler arasında bilgi, teknoloji ve finansmanın paylaşılması, temiz ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçişi hızlandırmakta ve iklim değişikliği ile mücadeleye katkıda bulunmaktadır (SDGs, 2021). Bu bağlamda, çeşitli ülkelerin deneyimleri, uluslararası işbirliğinin etkisini göstermektedir.

Türkiye, uluslararası işbirliğinin enerji dönüşümünde oynadığı önemli bir rolü gösteren bir örnektir. Özellikle son yıllarda, Türkiye sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçiş konusunda önemli adımlar atmış ve uluslararası platformlarda bu konuda işbirliğine önem vermiştir. Bir örnek olarak, Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası projesi (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes>) ön plana çıkmaktadır. Bu proje, ülkenin güneş enerjisi potansiyelini belirlemek ve güneş enerjisi yatırımlarını teşvik etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelini ortaya koymak, uluslararası yatırımcılarla işbirliği yapmak ve teknoloji transferi sağlamak suretiyle, ülkenin temiz enerji dönüşümünde uluslararası bir rol oynamasına katkı sağlamıştır. Ayrıca, Türkiye'nin rüzgâr enerjisi alanındaki gelişmeleri de uluslararası işbirliğinin bir sonucu olarak gösterilebilir. Türkiye, rüzgâr enerjisi alanında önemli yatırımlar yaparak, sürdürülebilir enerjiye geçişi hızlandırmakta ve uluslararası ortaklarla işbirliği yaparak bu alandaki deneyimlerini paylaşmaktadır. Bu şekilde, Türkiye hem kendi enerji dönüşüm sürecinde ilerleme kaydetmekte hem de uluslararası arenada sürdürülebilir enerjiye geçişi teşvik etmektedir.

Almanya, yenilenebilir enerji alanında dünya çapında bir lider konumundadır. Ülke, ikibinli yılların başından itibaren enerji politikalarını gözden geçirerek yenilenebilir enerjiye odaklanmıştır. Almanya'nın yenilenebilir enerji devrimi, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, biyokütle ve hidroelektrik gibi çeşitli kaynaklara dayalı geniş bir portföye dayanmaktadır. Bu başarı, uluslararası işbirliğinin etkili bir örneğini sunmaktadır.

Çin, enerji dönüşümünde giderek daha etkili bir rol oynamaktadır. Ülke, son yıllarda yenilenebilir enerji yatırımlarını büyük ölçüde artırmış ve dünyanın en büyük güneş ve rüzgâr enerjisi pazarlarından birine dönüşmüştür. Çin'in yenilenebilir enerji alanındaki hızlı büyümesi, uluslararası işbirliği ve teknoloji transferinin önemli bir sonucudur.

Afrika, enerji dönüşümünde önemli bir potansiyele sahiptir. Kıtanın birçok bölgesinde enerji erişimi hala sınırlı olsa da, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı projeler ve uluslararası finansman girişimleri ile durum değişmektedir. Özellikle, güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir kaynakların kullanımı, kıtanın enerji erişiminde önemli ilerlemeler kaydetmesine yardımcı olmaktadır.

Uluslararası işbirliği, enerji dönüşümü sürecinde hayati bir rol oynamaktadır. Türkiye'nin sürdürülebilir enerji alanındaki gelişmeleri, Almanya'nın yenilenebilir enerji devrimi, Çin'in yenilenebilir enerji yatırımları ve Afrika'nın enerji erişimindeki gelişmeler gibi örnekler bu işbirliğinin etkisini göstermektedir. Gelecekte, daha fazla ülke arasında teknoloji transferi, bilgi paylaşımı ve finansman sağlanmasıyla, sürdürülebilir ve temiz bir enerji geleceği inşa etmek mümkün olacaktır.

SONUÇ

İklim değişikliği, sürdürülebilirlik ve uluslararası işbirliği perspektifinden enerji dönüşümü, dünya genelindeki enerji politikalarının ve stratejilerinin temelini oluşturmaktadır. Bu alandaki gelişmeler, gezegenimizin karşı karşıya olduğu büyük meydan okumaları inceleyerek ve sürdürülebilir bir gelecek inşa etme çabalarında kritik bir öneme sahiptir. Herkese temiz, güvenli ve uygun fiyatlı enerji sağlama hedefinin ötesinde enerji dönüşümü, ülkemizde dâhil olmak üzere tüm dünyada daha demokratik, daha rekabetçi ve daha adil hale getirecek bir fırsattır.

Enerji dönüşümü, fosil yakıtlardan temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişi içermektedir. Bu geçiş, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak ve enerji güvenliğini artırmak için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, sürdürülebilir kalkınmanın anahtarı olmakta ve toplumsal refahı, ekonomik büyümeyi ve adaleti desteklemektedir. Uluslararası işbirliği, enerji dönüşümünün hızlandırılmasında ve başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Farklı ülkeler arasındaki bilgi, teknoloji ve finansmanın paylaşılması, yenilenebilir enerji projelerinin geliştirilmesine ve hayata geçirilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, küresel iklim anlaşmaları ve uluslararası platformlar, çeşitli paydaşları bir araya getirerek ortak hedeflere ulaşmak için kilit bir rol oynamaktadır.

Ancak, enerji dönüşümü ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için daha fazla çaba gerekmektedir. Politika yapıcılarının, iş dünyasının, sivil toplumun ve bireylerin işbirliği içinde hareket etmesi ve yenilikçi çözümler üretmesi gerekmektedir. Ayrıca, yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması ve fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması için cesur politika kararları alınmalıdır.

Sonuç olarak, iklim değişikliği, sürdürülebilirlik ve uluslararası işbirliği perspektifinden bakıldığında, enerji dönüşümü bir zorunluluktur ve kaçınılmazdır. Ancak, bu dönüşümün başarılı olması için küresel ölçekte ortak çabalar ve kararlılık gerekmektedir. Gelecek nesillerin yaşam kalitesini ve gezegenimizin sağlığını korumak için bugün atacağımız adımların önemi büyüktür. Bu nedenle, enerji dönüşümü ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için birlikte çalışmalı ve kararlılıkla hareket etmeliyiz.

KAYNAKÇA

- Demir, İ. (21.02.2024). Düzce Üniversitesi Cumhuriyet Konferans Salonu, Kayıt ve Açılış Konuşması, Conference on Climate Change, Sustainability, and International Cooperation (CLICS), [https://www.youtube.com/watch?v=SJYjX41zp3U].
- GLOBAL Commission on the Economy and Climate (2018). Unlocking the Inclusive Growth Story of the 21st Century: Accelerating Climate Action in Urgent Times. New Climate Economy.
- IEA (2020). World Energy Outlook 2020.
- IEA, International Energy Agency (IEA,2021). Global Energy & CO2 Status Report.
- IEA, International Energy Agency (IEA,2021). Energy Efficiency 2021: Analysis and Outlooks to 2040.
- IRENA, International Renewable Energy Agency (IRENA, 2021). World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway.

- IPCC (2018). Global Warming of 1.5°C, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- MALLOY, J. S. (2023). “Climate Change, Energy Transition, and Constitutional Identity”, International Studies Review. [<https://doi.org/10.1093/isr/viac060>].
- REN21, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21, 2021). Renewables 2021 Global Status Report.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, [<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes>].
- UN Climate Change, “The Paris Agreement, What is the Paris Agreement?”, [https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMIzeuDjvzwhAMVHQ6tBh3Qxg62EAAYAAAEgJuOvD_BwE].
- UNDP (2020). Human Development Report 2020: The Next Frontier - Human Development and the Anthropocene.
- UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC, 2021). Paris Agreement - Status of Ratification.
- UN High-level Dialogue on Energy (2021). Theme Report On Energy Transition Towards the Achievement of SDG7 and Net-Zero Emissions, [<https://www.un.org/en/conferences/energy2021/about>].
- UN Sustainable Development Goals (SDGs 2021). Goal 7: Affordable and Clean Energy.
- UN Türkiye (2024). [<https://turkiye.un.org/tr/sdgs>].
- VERBONG, Geert and Derk Loorbach (Ed.) (2012). Governing the Energy Transition Reality, Illusion or Necessity?, London: Routledge.

YEŞİL EKONOMİ İÇİN BİR ARAÇ: YEŞİL VERGİLER

Prof. Dr. Mehmet Yüce

UNEC-Türk Dünyası İktisat Fakültesi Dekanı

Bursa Uludağ Üniversitesi Öğretim Üyesi

myuce@uludag.edu.tr

ÖZET: Ekonomik faaliyetleri yürütürken çevreyi korumayı hedefleyen, sürdürülebilir bir ekonomi ve toplumu ifade eden yeşil ekonomiye gider daha çok ihtiyaç duyulmaktadır. Zira bir taraftan bireylerin ihtiyacı karşılamak için üretim kaçınılmaz iken, diğer taraftan da yaşam için doğanın korunması zorunludur. O nedenle bu iki faaliyetin bir denge içinde yürütülmesi gerekmektedir. Bu dengenin korunması için de iktisat ve maliye politikası araçlarından eş zamanlı faydalanılması kaçınılmazdır. Maliye politikaları araçları başında ise kuşkusuz vergiler yer almaktadır. Yeşil vergiler olarak da adlandırılan bu vergilerin amacı çevresel sürdürülebilirliği desteklemek ve çevresel maliyetleri içselleştirmektir. Bu vergiler, çevresel zararları yaratan faaliyetleri maliyetlendirerek, çevre dostu alternatifleri teşvik etmeyi hedeflemektedir. Yeşil vergiler geniş bir yelpazede uygulanabilir. Örnek olarak, karbon vergileri, enerji vergileri, atık vergileri, su kullanımına ilişkin vergiler ve taşıma araçları üzerinden alınan çevresel vergiler gibi çeşitli alanlarda kullanılabilirler.

Anahtar Kelimeler: Yeşil Ekonomi, Yeşil Vergiler, Karbon Vergisi, Çevre Dostu, Enerji Vergileri.

ABSTRACT: There is an increasing need for a green economy, which aims to protect the environment while conducting economic activities, and to build a sustainable economy and society. While production is inevitable to meet individuals' needs, it is also necessary to preserve nature for life. Therefore, these two activities need to be balanced. To maintain this balance, it is inevitable to simultaneously utilize tools of economics and fiscal policy. Taxes are among the primary tools of fiscal policies. These taxes, also known as green taxes, aim to support environmental sustainability and internalize environmental costs. They aim to cost the activities that cause environmental damage and encourage environmentally friendly alternatives. Green taxes can be applied in a wide range of areas. For example, they can be used in carbon taxes, energy taxes, waste taxes, taxes related to water usage, and environmental taxes imposed on transportation vehicles.

Keywords: Green Economy, Green Taxes, Carbon Tax, Environmentally Friendly, Energy Taxes.

GİRİŞ

Vergiler bütçenin temel finansman kaynağı oluşturmanın yanı sıra maliye politikasının da temel aracı arasında yer almaktadır. Bilindiği üzere devletler sosyo-ekonomik hedeflerine ulaşmak için iktisat ve maliye politikalarında eş zamanlı olarak yararlanmaktadırlar. Konjonktürel döneme uygun olarak bazen iktisat bazen maliye politikaları ön planla çıkarken bazen de iki politika belli bir denge içinde uygulanmaktadır. Bu üç halde de vergi önemli bir araç olarak kendini göstermektedir.

Mali literatürde vergilemenin iki amacından söz edilir. Bunlar mali amaç ve mali olmayan amaçlardır. Verginin geleneksel amacı bütçenin finansmanıdır ki, buna mali amaç denir. Özellikle klasik iktisatçılar verginin mali amacı üzerinde dururlar. Tarafsız devlet anlayışına sahip klasik liberal iktisatçılar verginin tarafsızlığını savundukları için verginin mali olmayan amaçları kabul etmezler. Müdahaleci devlet anlayışına sahip iktisatçılar/maliyeciler ise verginin mali amacı kadar mali olmayan amaçlarına dikkat çekerler. Hatta onlara göre kimi zaman mali olmayan amaçlar daha önem arz etmektedir. Bu bakış açısıyla günümüze giderek önem kazanan yeşil iktisadın müesseseseleşmesinde önemli bir araç olarak vergilerden yararlanılmaktadır. İşte burada yeşil vergiler devreye girmektedir. “Yeşil vergiler”, çevresel etkileri azaltmayı teşvik etmek ve doğal kaynakları korumak amacıyla uygulanan vergi türleridir. Bu vergiler, çevresel sorunların önlenmesine, azaltılmasına veya düzeltilmesine yönelik politika hedeflerini desteklemek amacıyla kullanılmaktadır.

Bu çalışmada yeşil ekonominin hayata geçmesinde yeşil vergilerin fonksiyonu üzerinde durulacaktır. Bu kapsamda öncelikle yeşil ekonomi kavramı üzerinde durulacak, akabinde yeşil ekonomileri için ne tür vergi uygulamalara ihtiyaç duyulduğu husus ele alınacaktır.

2. Yeşil Ekonomiye Genel Bakış

Yeşil ekonomi, küresel anlamda tüm insanları ve ülkeleri kapsamına alan hem günümüz hem de gelecek nesilleri için, çevreyi korumayı hedefleyen, sürdürülebilir bir ekonomi ve toplumu ifade eden bir amaç olarak tanımlanmak mümkündür (UNEP, 2008:1). Yeşil ekonomi, su, hava ve toprakla ilgili çevresel zararları ve bunların yanı sıra atık, gürültü ve eko-sistemle ilgili sorunları ölçmek, önlemek, sınırlamak, minimize etmek ve gidermeyi amaçlayan her türlü temiz teknoloji, mal ve hizmet üretim faaliyetlerinden oluşmaktadır (OECD, 1999:9). Yeşil ekonominin uluslararası literatürde, genel kabul görmüş bir fikir birliği bulunmamaktadır. Fakat temelde sürdürülebilir kalkınmanın beş temelini içeren ve ekojeniliğe sahip ekonomik faaliyetler ve sistemler olarak özetlenebilir (Allen, Clouth, 2012:963).

Tablo 1: Yeşil Ekonominin Özellikleri

Çevresel Sürdürülebilirlik	Yeşil ekonomi, doğal kaynakları sürdürülebilir bir şekilde kullanarak çevrenin korunmasını ve gelecek nesillere aktarılmasını hedefler. Bu, karbon emisyonlarını azaltmak, atık üretimini en aza indirmek ve biyoçeşitliliği korumak gibi çeşitli yollarla gerçekleştirilir.
Enerji ve Kaynak Verimliliği	Yeşil ekonomi, enerji ve kaynak kullanımını daha verimli hale getirmeyi amaçlar. Bu, enerji tasarruflu teknolojilerin teşvik edilmesi, geri dönüşüm programlarının uygulanması ve su yönetimi gibi politikaları içerebilir.
Denge	Yeşil ekonomi, ekonomik büyüme ile çevresel koruma arasında bir denge kurmayı amaçlar. Bu denge, ekonomik kalkınmanın yanı sıra doğal kaynakların korunması ve çevresel etkilerin azaltılması arasında sağlanır.
Yeşil İnovasyon ve Teknoloji	Yeşil ekonomi, çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesini ve kullanılmasını teşvik eder. Yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, temiz üretim teknolojileri gibi alanlarda yapılan inovasyonlar yeşil ekonominin önemli bir parçasıdır.

Kaynak: Tarafımızca oluşturulmuştur.

Yeşil ekonomi ile sürdürülebilir kalkınma arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma terimi ilk kez Brundtland Raporu'nda tanımlanmıştır. Rapora göre sürdürülebilir kalkınma: **“Bugünün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma”** şeklinde tanımlanmıştır. Sürdürülebilirlik; *ekonomik, çevresel ve toplumsal gereksinimlerin gelecek kuşakların yaşam koşullarına zarar vermeden karşılanmasını hedefleyen bir dünya görüşüdür.* Brundtland Raporu, sürdürülebilir kalkınmayı; ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarıyla değerlendirmiştir. Böylece, sadece ekonomik değerlerin kalkınma için yeterli olmadığını *bütüncül bir yaklaşımla* ortaya koymuştur (BM Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu, 1991: 51). Özellikle küresel toplumun ontolojik devamlılığının yokolma tehdidi ile karşı karşıya bulunması, 1970’li yıllarda güçlü bir çevreci akımın doğmasına neden olmuştur. Sürdürülebilir Gelişme kavramı, çevreci dünya görüşünün kalkınmacı görüş ile bir uzlaşısı temeline dayanmaktadır (Bozdoğan, 2005: 1026).

Tablo 2: Yeşil Ekonomiye Duyulan İhtiyacın Nedenleri

Çevre Koruma	Geleneksel ekonomik faaliyetler, çevreye zarar verebilir ve doğal kaynakların tükenmesine yol açabilir. Yeşil ekonomi, bu zararı en aza indirmeyi ve doğal kaynakları sürdürülebilir bir şekilde kullanmayı hedefler. Böylece, çevrenin korunması ve gelecek nesiller için kaynakların sağlanması sağlanır.
İklim Değişikliği	Küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi önemli çevresel sorunlarla mücadele etmek için yeşil ekonomi önemlidir. Daha az karbon salımı ve enerji verimliliği gibi politikalar, iklim değişikliğini azaltmaya ve adaptasyon çabalarını desteklemeye yardımcı olabilir
Sürdürülebilir Kalkınma	Geleneksel ekonomik büyüme modeli, doğal kaynakların aşırı kullanımı ve gelir eşitsizliği gibi sorunlara neden olabilir. Yeşil ekonomi, sürdürülebilir kalkınma prensiplerine dayanarak, sosyal, çevresel ve ekonomik açıdan dengeli bir kalkınma sağlamayı amaçlar
Yeşil İnovasyon ve İstihdam	Yeşil ekonomi, çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesini teşvik eder ve bu alanda yeni iş fırsatları yaratır. Yeşil sektörlerde çalışanlar için yeni işler ortaya çıkarırken, aynı zamanda çevre dostu ürün ve hizmetlerin talebini artırır

Kaynak: Tarafımızca oluşturulmuştur.

3. Yeşil Vergiler

3.1. Yeşil Vergilerin Tanım ve Özellikleri

Yeşil vergiler, diğer vergilere göre mali olmayan amaçları mali amacına göre daha ön planda olan vergilerdir. Dolayısıyla bu vergiler bütçeye finansman sağlama fonksiyonları yanında çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmek ve çevresel maliyetleri içselleştirmek fonksiyonları daha belirgindir. Dolayısıyla yeşil vergilere Pigou tipi vergiler olarak nitelendirmek mümkündür.

Bilindiği ekonomik karar birimlerinin faaliyetinin, diğer ekonomik birimlerin faaliyetlerinde bir zarara neden olduğunda, bu eylemden doğan zararı karşılamak için ödeme yapmadıkları durumlarda negatif dışsallıklar oluşmaktadır (Yüce vd., 2023:26). Negatif dışsallık yayan malların üretim ve tüketim faaliyetlerinin azaltılması amacıyla söz konusu mallara ek bir vergi konulması işlemi Pigou tipi vergileme olarak ifade edilmektedir. Pigou tipi vergiler yolu ile negatif dışsallığa sebep olan malların ortaya çıkardığı marjinal sosyal maliyet ile marjinal özel maliyet arasındaki farkın sıfırlanması amaçlanmaktadır (Yegen, Turan, 2021: 410).

Dışsallıkların içselleştirilmesi sorunu, piyasa ve kamu müdahaleleri çerçevesinde ele alınmaktadır. Piyasa ekonomisinde, pozitif dışsallık yayan mal ve hizmetlerin toplum için gerekli düzeyin altında; negatif dışsallık yayan mal ve hizmetlerin de gerekli miktarın üzerinde üretildiği bilinmektedir. Bu gibi durumlarda da etkin kaynak kullanımı, gelir dağılımı ile istikrar amaçları olumsuz yönde etkilendiği için devlet tarafından piyasa mekanizmasına müdahale ile dışsallıklar içselleştirilmeye çalışılmaktadır.

Tablo 3: Dışsallıkların İçselleştirilmesi

Kamu Müdahalesi Yoluyla İçselleştirme Yöntemleri	Dışsallıklara Serbest Piyasa Çözümleri
<ul style="list-style-type: none">- Piyasaya dayalı araçlar yoluyla içselleştirme<ul style="list-style-type: none">✓ Vergileme ve sübvansiyon.✓ Pazarlanabilir haklar✓ Piyasa engellerinin azaltılması- Regülasyonlar- Hukuki Sorumluluk Sistemiyle İçselleştirme	<ul style="list-style-type: none">- Pazarlık ve Coase Teoremi- Birleşme (Mergers) Yöntemi- Sosyal Adetler (Social conventions)- Kendiliğinden regülasyon (self-regülasyon)

Kaynak: Yüce, Musayev, Hüseyinli, 2023: 27.

Yeşil vergilerin özellikleri şöyle sıralamak mümkündür:

- *Çevresel Etkileri Yansıtma:* Yeşil vergiler, çevresel etkileri içselleştirerek, çevre dostu faaliyetleri teşvik eder ve çevresel zararları yaratan faaliyetlerin maliyetlerini artırmaktadır. Bu şekilde, çevresel maliyetlerin doğru bir şekilde yansıtılması sağlamaktadır.

- *Teşvik Edici:* Yeşil vergiler, çevre dostu alternatiflerin tercih edilmesini teşvik etmektedir. Örneğin, karbon vergileri fosil yakıtların kullanımını azaltırken, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik eder.

- *Çeşitlilik:* Yeşil vergiler, geniş bir yelpazede uygulanabilir. Karbon vergileri, enerji vergileri, atık vergileri, su kullanımına ilişkin vergiler ve taşıma araçları üzerinden alınan çevresel vergiler gibi çeşitli alanlarda kullanılabilirler.

- *Gelir Yaratma ve Yeniden Yönlendirme:* Yeşil vergiler, devlet gelirlerini artırabilir ve bu gelirler çevre dostu projelere, araştırmalara veya yenilenebilir enerjiye yatırılabilir. Bu şekilde, yeşil vergiler, çevresel sürdürülebilirlik için finansman sağlar.

- *Politik Araç Olarak Kullanım:* Yeşil vergiler, çevresel politikaların bir parçası olarak kullanılabilir. Ekonomik enstrümanlar aracılığıyla çevresel hedeflere ulaşma çabalarını destekler.

3.2. Yeşil Vergi Türleri

Verginin temel ve geleneksel amacı bütçenin finansmanını sağlamaktır. Bununla birlikte her bir vergi mali amaç olarak adlandırılan bu amaç yanında niteliğine göre mali olmayan amaçlar için de bir mali araç olarak kullanılabilir. O nedenle bazı vergiler doğrudan bazı vergiler de dolaylı olarak yeşil vergi işlevini üstlenmektedir. O nedenle yeşil vergilere ilişkin üzerinde mutabık kalınmış bir tasniften söz etmek oldukça zordur. Çeşitli çevresel etkilere yönelik olarak farklı alanlarda uygulanabilen yeşil vergilere ilişkin genel bir sınıflandırma yapmak mümkündür.

3.2.1. Karbon Vergileri

Karbon vergileri, karbon emisyonlarını azaltmayı amaçlayan bir tür yeşil vergidir. Fosil yakıtların kullanımından kaynaklanan karbon salınımını azaltmak için uygulanır. Bu vergi, fosil yakıtların fiyatını artırarak temiz enerji kaynaklarının rekabetçiliğini artırır. Motorlu Taşıtlar Vergisi ve fosil yakıtlar üzerinden alınan Özel Tüketim Vergisi bu kapsamda ele alınabilir.

3.2.2. Enerji Vergileri

Enerji vergileri, enerji tüketimini azaltmayı teşvik etmek amacıyla uygulanan vergilerdir. Yüksek enerji tüketimine sahip ürünler ve hizmetler üzerinde daha yüksek vergi oranları uygulanabilir. Belediye Gelirleri Kanunu 34. maddesi gereğince Belediye sınırları ve mücavir alanlar içinde elektrik tüketimi üzerinde alınan elektrik tüketim vergi ve enerji tüketimi üzerinden alınan KDV dolaylı olarak yeşil enerji vergileri olarak sınıflandırmak mümkündür.

3.2.3. Atık ve Su Kullanımı Vergileri

Atık vergileri, atık oluşturma maliyetini artırarak atık azaltımını teşvik etmektedir. Atık üretimi, atık taşıma ve bertarafı gibi faaliyetler üzerinden vergi alınması mümkündür. Su kullanımı vergileri ise, su kaynaklarının korunmasını teşvik etmek amacıyla uygulanmaktadır. Su kullanımı üzerinden belirli bir oranda vergi alınarak su tüketiminin azaltılması hedeflenir. Belediye Gelirleri Kanunu mükerrer 44. maddesi gereğince belediye sınırları ve mücavir alanlar içinde bulunan ve belediyelerin çevre temizlik hizmetlerinden yararlanan konut, iş yeri ve diğer şekillerde kullanılan binalardan tahsil edilen çevre temizlik vergisi, yeşil vergi niteliğindedir. Bu verginin “kirleten öder” felsefesiyle gayrimenkullün maliki değil de kullanıcılarından tahsil edilmesi yanında verginin su tüketim miktarı esas alınarak hesaplanması bu verginin yeşil vergi niteliğini güçlendirmektedir.

3.2.3. Taşıma Araçları Üzerinden Alınan Çevresel Vergiler

Bu vergiler, taşıma araçlarının çevresel etkilerini azaltmayı teşvik etmek amacıyla uygulanmaktadır. Örneğin, egzoz emisyonlarına dayalı vergiler veya trafik sıkışıklığına bağlı olarak uygulanan vergiler bu kategoriye dahildir. Bu çerçevede motorlu araçlar üzerinden alınan Motorlu Taşıtlar Vergisi doğrudan yeşil vergi olarak kabulü mümkün iken bu taşıtlar üzerinden alınan özel tüketim vergisi hatta gümrük vergileri dolaylı olarak yeşil vergi kategorisinde zikretmek mümkündür.

3.2.4. Plastik Vergisi

Avrupa Birliği, tek kullanımlık plastik atıkların azaltılması amacıyla plastik ürünler üzerinde bir vergi uygulama planları yapmaktadır. Bu, plastik ambalajlar, tek kullanımlık plastik ürünler ve diğer plastik malzemeleri içermektedir. Türkiye’de 10 Aralık 2018 tarihinde 30621 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Çevre Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile plastik alışveriş poşetlerinin ücretlendirilmesine ilişkin uygulamayı da bu çerçevede ele almak gerekir. Kamu oyunda “poşet vergisi” olarak bilinen “Geri Kazanım Katılım Payı” hukuki niteliği itibarıyla bir vergi olarak kabul edilmezse de çevrenin korunması açısından atılmış önemli bir adım olarak görülmesi gerekmektedir.

3.3. Yeşil Vergilerin Amaçları

Yukarıda da ifade edildiği üzere Yeşil vergilerin temel amacı negatif dışsallık özelliğine sahip mal ya da hizmetlerin dışsal maliyetleri içselleştirilerek çevre dostu ve sürdürülebilir bir kalkınmanın sağlanmasını temin etmektir. Bu çerçevede yeşil vergilerin temel amaçları aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür:

3.3.1. Çevresel Sürdürülebilirlik

Yeşil vergiler, çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmek amacıyla uygulandığını söylemek mümkündür. Bu vergilerle doğal kaynakların korunması, biyoçeşitliliğin sağlanması ve ekosistemlerin korunması gibi çevresel değerlerin korunması hedeflenmektedir.

3.3.2. Çevresel Maliyetlerin İçselleştirilmesi

Yeşil vergiler, çevresel zararları yaratan yani negatif dışsal maliyeti olan faaliyetlerin maliyetlerini içselleştirerek, bu faaliyetlerin gerçek maliyetini yansıtmayı amaçlamaktadır. Bu şekilde, çevresel maliyetlerin topluma yüklenmesi engellenir ve çevre dostu alternatiflerin rekabetçiliği artırılması sağlanır.

3.3.3. Çevresel Dostu Teknolojilerin Teşviki

Yeşil vergiler, çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesini ve kullanılmasını teşvik eder. Daha temiz enerji kaynaklarına yatırım yapmayı teşvik ederek, çevresel etkileri azaltan teknolojilerin benimsenmesini sağlar. Diğer taraftan yeşil vergiler, yenilenebilir enerji ve diğer çevre dostu teknolojilere geçişi teşvik eder. Karbon vergileri gibi vergiler, fosil yakıt kullanımını azaltırken, yenilenebilir enerji kaynaklarının rekabet gücünü artırır.

3.3.4. Çevresel Faydaların Artırılması

Yeşil vergiler, çevresel faydaların artırılmasını ve doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını hedefler. Bu vergiler, atık azaltımı, enerji verimliliği ve su koruması gibi alanlarda çevresel iyileştirmelerin sağlanmasına katkıda bulunur. Diğer bir ifadeyle yeşil vergiler, çevreye zarar veren faaliyetlerin azaltılmasını ve çevresel etkilerin minimize edilmesini hedefler. Mesela fosil yakıt kullanımını azaltarak hava kirliliğini önlemek veya atık üretimini azaltarak çevresel kirliliği önlemek gibi çeşitli amaçları bulunmaktadır.

SONUÇ

Yeşil vergiler, çevresel sürdürülebilirliği destekleyen, çevresel etkileri içselleştiren ve çevre dostu faaliyetleri teşvik eden önemli bir maliye politikası aracıdır. Yeşil vergiler, çevresel sürdürülebilirlik ve çevresel etkilerin azaltılması hedefleri doğrultusunda mali araç olarak kullanılabilir. Yeşil vergilerin bu amaçları doğrultusunda bilinçli bir şekilde uygulanması, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik kalkınmanın birleştirilmesine ve çevresel hedeflere ulaşılmasına katkıda bulunacaktır. Bu çerçevede dünyada yeşil vergilerin, çevresel koruma, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve ekonomik teşviklerin sağlanması gibi önemli çevresel ve ekonomik hedeflere ulaşmak için kullanıldığını görülmektedir. Bu nedenle, yeşil ekonomiye geçiş sürecinde yeşil vergilerin stratejik bir öneme sahip olduğu açıktır. Bununla birlikte yeşil vergilerin uygulamasında adaletsizliği neden olduğu, endüstriyel rekabeti önlediği ve monopolleşmeye yol açtığı gibi bazı olumsuzlar da söz konusu olmaktadır. O nedenle politika yapıcılar, yeşil vergileri etkili bir şekilde tasarlayarak, çevresel sürdürülebilirliği teşvik ederken sosyal ve ekonomik etkileri minimize etmeye çalışmaları kaçınılmazdır.

KAYNAKÇA

- Allen, C., Clouth, S. (2012). A guidebook to the green economy.. UNDESA.
- Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (1991), Ortak Geleceğimiz, Çev: Belkis Çırakçı, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara.
- Bozdoğan, R. (2005), "Sürdürülebilir Gelişme Düşüncesinin Tarihsel Arka Planı", Journal of Social Policy Conferences, Sayı: 50, ss.1012-1028.
- UNEP (2008), Annual Report is also available online at www.unep.org,
- Yeğen, B., Turan, M. E. (2021), Pigouvian Bir Vergi Önerisi: Sar Vergisi, Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi, 14 (1), 397-418.
- Yüce, M., Geray, M., Huseynli, N. (2023), Kamu Maliyesi Dersleri, Bursa: Ekin Basım Yayım Dağıtım.

A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR EMPLOYING CIRCULAR ECONOMY IN THE INDUSTRIALISED BUILDING SYSTEM (IBS)

Eizzad Amirul Arash Mohd Nizam

Geostructure and Rehabilitation Centre (GSRC)

hf210027@student.uthm.edu.my

Abdul Rahim Abdul Hamid

Universiti Teknologi Malaysia (UTM)

rahimfka@utm.edu.my

Riduan Yunus

Universiti Teknologi Malaysia (UTM)

riduan@uthm.edu.my

ABSTRACT: As worldwide awareness of the circular economy (CE) grows, the construction sector is under pressure to improve efficiency and project execution. Industrialised Building Systems (IBS), which produce utility components offsite, may promote Circular Economy (CE) deliverables. The above goals can be achieved by improving production environment control, eliminating construction waste, using energy-efficient building materials, and creating stable work conditions. Malaysia has had little success using Industrialised Building Systems (IBS). Stakeholders may not comprehend the IBS's potential and importance to the circular economy for different reasons. These issues may include a lack of information about the IBS's capabilities and circular economy alignment. This low knowledge among stakeholders may also be due to insufficient information or education on the IBS's advantages and role in circularity. The IBS's intricacy or technicality may also make it difficult to understand its circular economy potential. Further study is needed to identify these factors and create measures to help stakeholders comprehend the IBS's potential and role in circular economy goals. Further research is needed on circular economy concerns related to IBS design, building, operation, and maintenance. A system for measuring circular economy performance criteria is being researched. This framework guides the consistent and systematic incorporation of these requirements into Industrialised Building Systems (IBS) design and implementation. In an ongoing research effort, this study evaluates circular economy performance criteria and characteristics of IBS in the real practices. The existing tools, indicators, and recommendations are examined, analysed, and categorised in this research. Based on their qualities and intended uses, these materials are thoroughly examined and structured. This project aims to provide recommendations for stakeholders to incorporate circular economy concerns and ideas into Industrialised Building Systems (IBS).

Key Words: Waste Management, Sustainability, Environment, Framework, Prefabrication

INTRODUCTION

Construction industry is the main contributor to the waste generation in Malaysia. Shareh Musa *et al.*, (2019) state that IBS is one of the methods that can help in minimizing construction waste by producing structural components in a regulated space such as a factory rather than on the construction site. However, while IBS can produce less waste than conventional construction methods, it still generates waste (Muhaidin & Chan, 2018; Rahaman *et al.*, 2019). IBS construction in Malaysia recorded 77.188 tons of waste and an average waste generation rate of 0.018 tons per square meter (Maniam *et al.*, 2018). There are still issues with waste management practices and costs involved in managing waste in IBS construction. (Abd Shukor *et al.*, 2021) highlighted that construction waste is generally produced due to improper storage, improper handling of materials or building components and lack of skills in component installation and construction activities.

Recent trends about the circular economy have emerged as a systematic framework that can be implemented to achieve zero waste (Zairul, 2021). There is a potential of IBS in improving sustainable deliverable in construction projects. By implementing circular economy principles in IBS, the construction industry can minimize waste, conserve natural resources, and promote more sustainable development. The Ellen MacArthur Foundation (2020) has developed a framework for national governments, cities, and businesses to accelerate the transition to a circular economy, which includes key policy focus areas to develop, deploy, and scale circular economy solutions across sectors and around the world. This study is establishing a framework of

employing circular economy in the IBS application. The paper will commence by identifying the correlation between IBS and circular economy, and then continue to discuss the limitations of the current decision tools and guidelines on circular economy. Finally, the paper will look at the new research possibilities on IBS adaptability towards the circular economy, and it will also analyse and reflect on the current status of this ongoing research project. A list of the attributes based on the concept of a 'six pillars' framework (Pomponi & Moncaster, 2017), namely, 1) environmental, 2) technological, 3) economic, 4) societal, 5) governmental, 6) behavioral will be discussed. The discussion will provide a better understanding of the potential performance of the IBS methods, as well as facilitate the circular economy development and performance of the constructed surroundings.

1. IBS Implementation and Circular Economy

Industrialised Building System (IBS) is a construction method that involves the use of prefabricated components and offsite manufacturing to improve construction processes (Rahimah Mohd Noor *et al.*, 2018). IBS is often used interchangeably with other terms such as prefabrication, offsite manufacturing, offsite construction, and modern method of construction (MMC) (Latef bin Alhadri & bin Ramle, 2018). IBS is a sustainable approach that can improve construction deliverables with the integration of lean management (Rahimah Mohd Noor *et al.*, 2018). The adoption of IBS is still limited due to issues such as payment mechanisms and communication breakdowns among stakeholders (Nawi *et al.*, 2015; Othman *et al.*, 2018).

The circular economy is an economic system that aims to eliminate waste and promote the continual use of resources (Shamsuddin *et al.*, 2021). There are some ways in which IBS can be related to the circular economy. IBS can reduce waste in the construction industry by using prefabricated components manufactured offsite, reducing the amount of waste generated during the construction process. IBS can also promote the reuse of resources by using prefabricated components that can be disassembled and reused in other projects (Shamsuddin *et al.*, 2021). The use of lean management in IBS can further reduce waste by eliminating unnecessary waiting time, overstaffing, and risk uncertainty (Rahimah Mohd Noor *et al.*, 2018).

The adoption of circular economy principles in the construction industry, particularly in Industrialized Building Systems, has the potential to significantly reduce waste generation and minimize the environmental impact of the industry (Sinxadi *et al.*, 2021). Circular economy principles aim to move away from the linear model of extract, make, and dispose, and instead focus on reducing, reusing, and recycling resources. According to Tam *et al.*, circular economy approaches are not limited to high technology innovation but can be applied in all sectors, including construction. Through the analysis of three case studies that obtained BREEAM certificates, Leising *et al.* (2018). found that the implementation of circular economy principles in the building sector, such as green building practices, can contribute to more sustainable construction.

The integration of circular economy principles in industrialized building systems holds promise for enhancing the sustainability of the construction industry. By utilizing BIM methodologies and lean construction practices, the construction process can be optimized to minimize waste and maximize resource efficiency. As highlighted by Leising *et al.*, the use of Building Information Modelling in combination with circular economy principles can facilitate the design and construction of sustainable buildings (Sanchez-Lite *et al.*, 2022). Moreover, the adoption and implementation of circular economy principles in the construction industry can help address the challenges and opportunities associated with industrialized building systems (Wang *et al.*, 2021). For instance, prefabricated or offsite construction, sustainable energy technologies, green roof technology, and waste reduction technology are areas where circular economy principles can be applied to minimize resource use, energy consumption, and CO₂ emissions in the construction process. Other researchers have also emphasized the need for a holistic adoption of sustainable business models and construction practices in the construction industry to address its linear nature and promote sustainability (Sinxadi *et al.*, 2021).

2. The Current IBS Limitations in Integrating Circular Economy

Despite the potential of IBS in reducing the generation of construction waste, systematic and structured strategies need to be implemented to optimize its full potential in eliminating construction waste. Cooperation from all stakeholders is mandatory in integration circular economy especially in the early stage of construction. The building components need to be designed with consideration of supply chain of the materials, operational

and embodied energies, technology readiness and human resources availability. This study identified six major problems that should be addressed to employ circular economy in IBS construction. The problems are:

- **“Lack of knowledge”**: There is a lack of clarity and understanding of what circular economy means and how it can be applied in the construction industry (Charef, Ganjian, *et al.*, 2021). There is a need for more research on the barriers to implementing sustainable designs and approaches to EOL management that fulfil the principles of the circular economy (Ababio & Lu, 2022). The lack of technical knowledge, skills, and expertise required to implement circular economy practices can be a barrier to adoption (Charef, Morel, *et al.*, 2021; Osei-Tutu *et al.*, 2022).
- **“Structural and adaptability barriers”**: Structural aspects need to be evaluated to ensure that reuse can be achieved with a minimum of necessary adaptation. This is important because structural limitations can make it difficult to reuse materials from existing buildings in new construction projects (Schuster & Geier, 2022). Complexity and variability of traditional buildings designs. The degree of adaptability is proportional to the mobility degree of the building. Traditional buildings are built on-site to be permanent, and thus, are not adaptable (Minunno *et al.*, 2018).
- **“Financial and legislative barriers”**: The high initial cost of implementing circular economy practices, lack of incentives, and low demand for circular products can be a barrier to adoption (Charef, Morel, *et al.*, 2021; Osei-Tutu *et al.*, 2022; Schuster & Geier, 2022). The lack of supportive policies and regulations can hinder the adoption of circular economy practices in the construction industry (Ababio & Lu, 2022; Charef, Morel, *et al.*, 2021; Schuster & Geier, 2022).
- **“Environmental barriers”**: The lack of availability of suitable materials for reuse or recycling can be a barrier to implementing circular economy practices (Fux, 2019). There is a need to overcome the perception that earth as a construction material is substandard (Morel *et al.*, 2021).
- **“Social, cultural and organizational barriers”**: The perception of second-hand materials as substandard, lack of awareness, and knowledge among stakeholders can be a barrier to implementing circular economy practices (Charef, Morel, *et al.*, 2021; Osei-Tutu *et al.*, 2022). The lack of collaboration among stakeholders, resistance to change, and inertia in the construction sector can be a barrier to implementing circular economy practices (Ababio & Lu, 2022).
- **“Lack of design standard”**: Architectural aspects that lead to a lack of standard measures. There is a need for design standards that take into account the sustainable management of an asset's end-of-life (EOL) (Morel *et al.*, 2021). Fragmented supply chain, limited awareness across supply chain, and supply chain for reused components is yet to be developed in the building sector (Minunno *et al.*, 2018). Many circular economy initiatives in the construction sector remain at the pilot project stage and have not been scaled up to larger projects. This lack of scaling up can be a barrier to the widespread adoption of circular economy principles in the construction industry (Schuster & Geier, 2022).

Verily, these limitations show the significance and necessity to firmly develop a systematic approach in employing circular economy in the IBS application. The approach will enhance existing resource capacity, harmonize construction projects with environmental preservation, create solutions that affirm human dignity and gratification, and boost the economic ability of the developing country.

3.New Research on IBS With Circular Economy

The intended research aims to formulate circular economy guidelines for IBS implementation from the perspective of the designer by critically examining the relationship between circular economy and IBS. The research also hopes to:

- Determine the relationship between the current implementation and integrated circular economy IBS construction.
- Identify the circular economy elements in IBS, which are still not the primary concern to key stakeholders in making decision before a construction project commencement.

- Develop guidelines to facilitate the designer in enhancing circular economy delivery in IBS construction.

Based on these aims and objectives, the authors are conducting research using a blend of quantitative and qualitative methodologies to collect and analyze data gathered from the Malaysian construction industry. They have performed a literature review to clarify the research concept and align it with the latest research project (McMurray et al. 2004). This review ensures that important variables are not overlooked and facilitates the creative integration of the gathered information. The authors have summarized a series of preliminary attributes to persuade audiences to employ circular economy in the IBS application and they will use this information as the foundation for a survey of key stakeholders in Malaysia.

Questionnaire surveys are being conducted to identify crucial factors to employ circular economy in the IBS application. Results will be analyzed quantitatively before making the initial preliminary decisions and developing framework. Quantitative approaches, such as structural equation modeling, will be used to investigate the relationship in terms of descriptive, behavioral, and attitudinal data (Rea and Parker 2005). Conversely, multiple case studies will be employed to test and evaluate the framework, ensuring the production of holistic, valid, and reliable results. This method has been chosen to enhance the persuasiveness of the results in supporting the collected data (Proverbs and Gameson 2008).

1. Results to Date

The implementation of IBS does have potentials to improve sustainable development. Waste generation can be reduced through the adoption of a circular economy, which involves taking a systematic approach to evaluate every process related to IBS application. Manufacturers and contractors manage resources effectively. On the other hand, consultants design IBS components by implementing the cradle-to-cradle concept to close the loop. Pomponi & Moncaster (2017) proposed a 'six pillars' framework, grounded in the understanding that effectively accomplishing the goals of modern circular economy research requires the integration of various disciplines, as demonstrated by transdisciplinary research. The six dimensions include 1) environmental, 2) technological, 3) economic, 4) societal, 5) governmental, and 6) behavioral aspects. These six dimensions collectively shape the framework for employing the circular economy in IBS construction, as illustrated in Table 1.

From the environmental dimension, a total of fifteen attributes were identified from the literature review. In the planning stage, the most critical attribute that needs to be carefully planned is pollution reduction (Bakaeva & Klimenko, 2017). Creating a controlled environment to produce IBS components can eliminate the air and water pollution typically associated with conventional construction. The IBS manufacturer will have the capability to monitor air quality and implement a wastewater treatment plan in the production of IBS components. Wu et al (2019) highlighted that a clean production is important in the stage design and production. The clean production is contributing to environmental protection, health and safety, sustainability, compliance with regulations, cost efficiency, reputation, and innovation. In addition, more green opportunities can be unlocked by understanding the supply chain and delivery components in the IBS application (Chang et al., 2018). IBS makes it easier for factories to use solar energy and lessen their reliance on fossil fuels, which cuts down on the amount of energy used in production (Lau et al., 2019). Recently, blockchain technologies have notably emerged that help with dependable and secure monitoring of recycled materials (Rejeb et al., 2023). With the utilisation of this technology, the monitoring of recycled materials becomes more dependable, secure, and transparent.

From the technological dimension, nine attributes were identified. Technology repeatedly emerges as a key aspect to enable circular loops, to connect demand and supply, and to handle, store, and manage the huge amount of data that a CE requires. Adekunle *et al.*, (2023) reveal that lack of education and awareness, lack of penalties on illegal dumping, and lack of knowledge of CE principles are the three most significant barriers to achieving CE in the IBS construction industry. This lead Rodrigo (2023) to finding the technologies that could forecasting, identify, and classify construction waste. This requires bits of knowledge in handling new technologies, innovations, automation, and robotics. Various digital technologies have been identified to address these challenges and promote circular economy in IBS construction such as blockchain technology (Rodrigo *et al.*, 2023), Building Information Modeling (BIM) (Hentges *et al.*, 2022; Penteadó *et al.*, 2016), Digital Twin (Meng *et al.*, 2023) and Internet of Things (IoT) (Talla & McIlwaine, 2022).

Table 1: Preliminary Circular Economy Attributes for IBS Implementation

Area of Application	Environmental Dimension	Technological Dimension	Economic Dimension	Societal Dimension	Governmental Dimension	Behavioural Dimension
Planning and Urban Development	<ul style="list-style-type: none"> Site Disruption (Ginigaddara <i>et al.</i>, 2022) Land Use (Shah, 2021) Pollution reduction (Bakaeva & Klimenko, 2017) Pressure on environment & resource constraints (Winans <i>et al.</i>, 2017) 	<ul style="list-style-type: none"> Technology, technical know-how & data (Adekunle <i>et al.</i>, 2023) Forecasting, identification, and classification waste (Rodrigo <i>et al.</i>, 2023) 	<ul style="list-style-type: none"> Long term cost (Wouterszoon Jansen <i>et al.</i>, 2020) Local economy (Morel <i>et al.</i>, 2021) Profitability (Azmin & Kassim, 2020) First cost (Andersen & Komkova, 2022) Investments (Ghisellini <i>et al.</i>, 2017) 	<ul style="list-style-type: none"> Principles and values (Benachio <i>et al.</i>, 2021) Knowledge and skills (Guerra & Leite, 2021) Acceptance of CE & sustainability (Sinxadi <i>et al.</i>, 2021) Collaboration (Luan <i>et al.</i>, 2022) 	<ul style="list-style-type: none"> Incentives & Fundings (Adabre <i>et al.</i>, 2023) Guidelines & Education (Sa'adi & Ismail, 2015) Regulations & laws (Partoredjo, 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> Public awareness (Guerra & Leite, 2021) Disaster Awareness (Saad <i>et al.</i>, 2022) Participation and control (Mohd Johari, 2012)
Components Design and Production	<ul style="list-style-type: none"> Cleaner production (Wu <i>et al.</i>, 2019) Preservation (Lachat <i>et al.</i>, 2021) 	<ul style="list-style-type: none"> Design & material challenges (Parigi, 2021) Design using modular coordination (Ismail, 2008) 	<ul style="list-style-type: none"> Eco-design (Zanni <i>et al.</i>, 2018) Constructability (Goulding <i>et al.</i>, 2012) Quality (Azmin & Kassim, 2020) Transportation and lifting requirements (Brütting <i>et al.</i>, 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> Architectural impact (Lehmann, 2011) Inclusive environment (Leising <i>et al.</i>, 2018) Improved occupant comfort (Yahya <i>et al.</i>, 2011) 	<ul style="list-style-type: none"> Research and development (Yunus <i>et al.</i>, 2017) 	<ul style="list-style-type: none"> Building capacity (Abreu & Ceglia, 2018)
Supply Chain and Components Delivery	<ul style="list-style-type: none"> Green purchase & consumption (Chang <i>et al.</i>, 2018) 	<ul style="list-style-type: none"> Dependency and leadership (González <i>et al.</i>, 2021) 	<ul style="list-style-type: none"> Time and schedule (Al-Rifai & Amoudi, 2016) Efficiency, adaptability and flexibility (Guerra & Leite, 2021) 	<ul style="list-style-type: none"> Health and safety (Winans <i>et al.</i>, 2017) Opportunities for value creation (Rooke <i>et al.</i>, 2006) 	<ul style="list-style-type: none"> Information platforms (Chen <i>et al.</i>, 2022) 	<ul style="list-style-type: none"> Virgin material prices (Haas <i>et al.</i>, 2015) Demand (Arora <i>et al.</i>, 2021)
Components Assembly	<ul style="list-style-type: none"> Energy & gas (Lau <i>et al.</i>, 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> Digital or new technologies (Meng <i>et al.</i>, 2023) 		<ul style="list-style-type: none"> Site attributes (Kong <i>et al.</i>, 2022) 	<ul style="list-style-type: none"> Policies and laws (Sánchez-Quintana <i>et al.</i>, 2021) 	<ul style="list-style-type: none"> Skills & capabilities of employees (Nawi <i>et al.</i>, 2012)
Waste Management	<ul style="list-style-type: none"> Blockchain (Rejeb <i>et al.</i>, 2023) Collection & repurposing processes (Huang <i>et al.</i>, 2018) 	<ul style="list-style-type: none"> Automation and robotics (Feng <i>et al.</i>, 2022) 				<ul style="list-style-type: none"> Success in the uptake of recycling (Adams <i>et al.</i>, 2017) Consumer awareness & behaviour (Ekins <i>et al.</i>, 2019)



From the economic dimension, fifteen attributes have been identified relating to IBS circular economy implementation. The economic consideration needs to be expanded including in terms of flexibility, adaptability, and local or domestic economic situation. For example, Pasquire and Connolly (2002) stated that majority of stakeholders, especially the clients, made the decisions based on cost analysis. According to one of barriers towards circularity by Andersen & Komkova (2022), the cost for pre-treatment of secondary raw materials are relatively high. This shows first cost is significant in applying CE into IBS construction. Eco-design materials (Zanni et al., 2018) can also become one of factors in applying CE into IBS construction. Transportation delays may delay project components and increase costs. This can make it difficult to implement circular economy practises that need careful planning and coordination, such as load-bearing component reuse or recycled material use (Brütting et al., 2019).

According to D Bala (2021), a massive transformation such as applying CE would affect the society. Thus, twelve attributes have been identified based on the social dimension which includes health and safety, occupant comfort and site attributes. A study revealed that improved collaboration between core stakeholders such as developers, general contractors, subcontractors, designers, and suppliers can address core factors impacting interface management performance (Luan et al., 2022). Communal impacts such as local disturbances, labour availabilities and economic developments have direct impact to those who resides in the surrounding area (Akinwolemiwa et al., 2018). For instance, IBS construction activities are geographically fragmented and temporally disrupted, resulting in numerous and complex interfaces. Effective interface management is key to the success of prefabricated construction projects (Zhang et al., 2022). Stakeholder collaboration by integrating diverse resources within the IBS construction industry can potentially address the factors that impact interface management performance (Luan et al., 2022). Improved collaboration between core stakeholders such as developers, general contractors, subcontractors, designers, and suppliers can address core factors impacting interface management performance (Cibis, 2020).

The fifth-dimension concerns with the role of government. With the encouragement and financial support from the Malaysian government (Crawford et al., 2017), a consensus among key stakeholders could be achieved and enhanced circular economy deliverables for IBS implementation in Malaysia. This support has been called an 'enabler' as it provides a catalyst for the implementation of circular economy principles in IBS construction (Adabre et al., 2023). The circular economy is essential for minimizing global impacts and conserving natural resources in the construction industry (Ghufran et al., 2022). Research by Yunus et. al (2017) has made significant developments towards sustainability in Industrialized Building System (IBS) construction. However, there is a limited amount of research on the application of circular economy principles in IBS construction (Gasparri et al., 2023). Diaz (2017) highlighted that there is a lack of political support and national policy on solid waste management in implementing a circular economy. He also added that some countries do not have sufficient funds, rules and regulations and policies to preserving or creating a circular economy.

The behavioural dimension, seldom discussed in CE literature, emerged as a key element in current discussions as a route to a breakthrough in built environment sustainability. In this study, the authors have identified ten attributes including population, public awareness and building capacity that have the potential to improve implementation of circular economy in the IBS application. Smol et al, 2018 highlighted that the 'public awareness' is a major motivation in implementing circular economy. The study stated that the implementation on circular economy principles requires a long-term plan and financial support from every stakeholders, especially from public participation. Abreu and Ceglia (2018) emphasize that institutional capacity will determining the stakeholder's ability in working together to solve a collective problem. The internal forces (policy, regulation, vision, etc.) and external resources (supply chains, materials, labours, etc.) should be identified to drive the motivation in implementing circular economy for IBS application. These forces act to shift the ground on which participants formerly stood. Internal resources are developed according to the business opportunities that are created over time.

Figure 1 presented the preliminary framework for achieving the circular economic in the IBS application. The six dimensions of circular economic are integrating in the IBS characteristics, namely 1) prefabrication, 2) offsite production, 3) standardised components, 4) repeatability, and 5) design using modular coordination. Both circular economy attributes and IBS characteristics need to be evaluated in order to increase its potential in ensuring the successful of the circular economic IBS implementation.

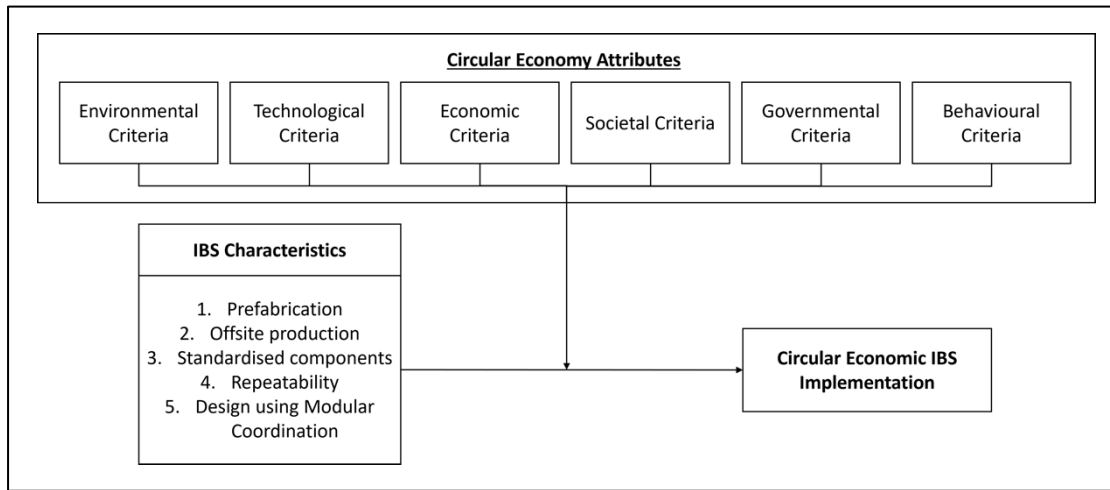


Figure 1: Preliminary Framework for Circular Economic IBS Application
Reference: Written by authors.

Questionnaire survey and interviews will be conducted based on the framework to develop a practical guideline for designer and manufacturer to make a better decision in implementing circular economy in the application of IBS. The real scenario in the construction projects need to be evaluated to determine the practical solutions. Participation of the practitioners is mandatory to solve the real issues on the site.

CONCLUSION

IBS can encourage a circular economy construction due to its unique qualities. This method is now commonly accepted in public and private projects in Malaysia. The potential circular economy needs to be properly examined and understood. Integrated assessment and coordination between designers, manufacturers, planners constructors, and building authorities on key features and circular economy standards can help provide circular economy IBS. This work critically examined the link between circular economy and IBS to provide a better implementation of circular economy principles in a building construction. The developing of a conceptual framework for employing a circular economy in the IBS will improve the ability of this modern method of construction in improving sustainability. The framework reveal key stakeholders' agreeable circular economy attributes which categorised into environmental, technological, economic, societal, governmental and behavioural criteria. The next phase of study will provide circular economy IBS design and building guidelines to help designers make project-level choices and evaluate performance which will improve the project deliveries.

REFERENCES

- Ababio, B. K., & Lu, W. (2022). Barriers and enablers of circular economy in construction: a multi-system perspective towards the development of a practical framework. *Construction Management and Economics*, 41(1), 3–21. <https://doi.org/10.1080/01446193.2022.2135750>
- Abd Shukor, A. S., Bakri, A. S., & Idris, N. H. (2021). Assessing Site Waste Management Practices and Cost Between Conventional and Industrialised Building System (IBS) Projects in Malaysia. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 12(5), 156–163. <https://doi.org/10.30880/ijscet.2021.12.05.016>
- Adabre, M. A., Chan, A. P. C., Darko, A., & Hosseini, M. R. (2023). Facilitating a transition to a circular economy in construction projects: intermediate theoretical models based on the theory of planned behaviour. *Building Research & Information*, 51(1), 85–104. <https://doi.org/10.1080/09613218.2022.2067111>
- Adekunle, S., Chauke, N., Ikuabe, M., Aigbavboa, C., & John, B. (2023). Achieving Circular Economy Adoption In The Construction Industry: Hurdles To Cross In A Developing Country. *Sustainable Construction in the Era of the Fourth Industrial Revolution*, 107, 106–113. <https://doi.org/10.54941/ahfe1003097>

- Akinwolemiwa, O. H., Bleil de Souza, C., De Luca, L. M., & Gwilliam, J. (2018). Building community-driven vertical greening systems for people living on less than £1 a day: A case study in Nigeria. *Building and Environment*, 131(December 2017), 277–287. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.01.022>
- Andersen, B. H., & Komkova, A. (2022). Circular Economic Modelling: Barriers and opportunities in turning circular within the construction sector. *E3S Web of Conferences*, 349. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202234901009>
- Bakaeva, N. V., & Klimenko, M. Y. (2017). Technique for Reduction of Environmental Pollution from Construction Wastes. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 262(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/262/1/012195>
- Brütting, J., De Wolf, C., & Fivet, C. (2019). The reuse of load-bearing components. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 225(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012025>
- Chang, Y., Li, X., Masanet, E., Zhang, L., Huang, Z., & Ries, R. (2018). Unlocking the green opportunity for prefabricated buildings and construction in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 139(July 2018), 259–261. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.08.025>
- Charef, R., Ganjian, E., & Emmitt, S. (2021). Socio-economic and environmental barriers for a holistic asset lifecycle approach to achieve circular economy: A pattern-matching method. *Technological Forecasting and Social Change*, 170. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2021.120798>
- Charef, R., Morel, J.-C. C., Rakhshan, K., Raimo, N., Vitolla, F., Malandrino, O., Esposito, B., & Fokaides, P. (2021). Barriers to implementing the circular economy in the construction industry: A critical review. *Sustainability (Switzerland)*, 13(23), null. <https://doi.org/10.3390/su132312989>
- Cibis, J. (2020). Redefinition of prefabricated large panel building systems - Face lifting or disruptive revolution. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 960(3). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/960/3/032006>
- Crawford, R. H., Mathur, D., & Gerritsen, R. (2017). Barriers to Improving the Environmental Performance of Construction Waste Management in Remote Communities. *Procedia Engineering*, 196, 830–837. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2017.08.014>
- D Bala, P.O, S., & Enin O. Ata, I. (2021). Socio-Economic and Environmental Impact of Circular Economy in the Construction Industry-Issue Related To Comparative Cost Benefits. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 5(11), 111–119. <https://doi.org/10.33564/ijeast.2021.v05i11.015>
- Fux, H. (2019). What Is the Ideal Scenario for Circular Economy To Occur? a Case Study of the Circe Project. *Brazilian Journal of Operations and Production Management*, 16(1), 157–165. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2019.v16.n1.a15>
- Gasparri, E., Arasteh, S., Kuru, A., Stracchi, P., & Brambilla, A. (2023). Circular economy in construction: A systematic review of knowledge gaps towards a novel research framework. *Frontiers in Built Environment*, 9(July), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1239757>
- Ghufran, M., Khan, K. I. A., Ullah, F., Nasir, A. R., Al Alahmadi, A. A., Alzaed, A. N., & Alwetaishi, M. (2022). Circular Economy in the Construction Industry: A Step towards Sustainable Development. *Buildings*, 12(7), 1–26. <https://doi.org/10.3390/buildings12071004>
- Hentges, T. I., Machado da Motta, E. A., Valentin de Lima Fantin, T., Moraes, D., Fretta, M. A., Pinto, M. F., & Spiering Böes, J. (2022). Circular economy in Brazilian construction industry: Current scenario, challenges and opportunities. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 40(6), 642–653. <https://doi.org/10.1177/0734242X211045014>
- Latef bin Alhadri, A., & bin Ramle, M. R. (2018). The Global Adoption of Industrialised Building System (IBS): Lessons Learned. *The Journal of Social Sciences Research*, SPI6, 1272–1278. <https://doi.org/10.32861/jssr.spi6.1272.1278>
- Lau, S. Y., Chen, T., Zhang, J., Xue, X., Lau, S. K., & Khoo, Y. S. (2019). A new approach for the project process: Prefabricated building technology integrated with photovoltaics based on the BIM system. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 294(1), 0–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/294/1/012050>
- Luan, H., Li, L., & Zhang, S. (2022). Exploring the Impact Mechanism of Interface Management Performance of Sustainable Prefabricated Construction: The Perspective of Stakeholder Engagement. *Sustainability (Switzerland)*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/su141710704>
- Maniam, H., Nagapan, S., Abdullah, A. H., Subramaniam, S., & Sohu, S. (2018). A Comparative Study of Construction Waste Generation Rate Based on Different Construction Methods on Construction Project in Malaysia. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 8(5), 3488–3491. <https://doi.org/10.48084/etasr.2340>

- Meng, X., Das, S., & Meng, J. (2023). Integration of Digital Twin and Circular Economy in the Construction Industry. *Sustainability (Switzerland)*, 15(17), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su151713186>
- Minunno, R., O’Grady, T., Morrison, G. M., Gruner, R. L., & Colling, M. (2018). Strategies for applying the circular economy to prefabricated buildings. *Buildings*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/buildings8090125>
- Morel, J. C., Charef, R., Hamard, E., Fabbri, A., Beckett, C., & Bui, Q. B. (2021). Earth as construction material in the circular economy context: Practitioner perspectives on barriers to overcome. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 376(1834). <https://doi.org/10.1098/rstb.2020.0182>
- Muhaidin, N. H. M., & Chan, H. B. (2018). The comparison of construction waste produced by conventional method against IBS: A case study in Pulau Pinang. *AIP Conference Proceedings*, 2020(July 2017). <https://doi.org/10.1063/1.5062681>
- Nawi, M. N. M., Mydin, M. A. O., Nursal, A. T., Nifa, F. A. A., & Hanafi, M. H. (2015). Payment issues in Malaysia industrialised building system (IBS): A research framework. *Advances in Environmental Biology*, 9(4), 88–91.
- Osei-Tutu, S., Ayarkwa, J., Osei-Asibey, D., Nani, G., & Afful, A. E. (2022). Barriers impeding circular economy (CE) uptake in the construction industry. *Smart and Sustainable Built Environment*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/SASBE-03-2022-0049/FULL/XML>
- Othman, M. Z., Mohd Nawi, M. N., Ahmad Pozin, M. A., Hj Rofie, M. K., Abdul Nifa, F. A., Yaakob, M., & Md Zan, Z. (2018). Intergration of Islamic Value (Work Ethics) in Construction Projects: The Malaysian Industrialised Building System (IBS) Case. *The Journal of Social Sciences Research*, 6, 189–195. <https://doi.org/10.32861/jssr.spi6.189.195>
- Penteado, C. S. G., Viviani De Carvalho, E., & Lintz, R. C. C. (2016). Reusing ceramic tile polishing waste in paving block manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 112, 514–520. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2015.06.142>
- Pomponi, F., & Moncaster, A. (2017). Circular economy for the built environment: A research framework. *Journal of Cleaner Production*, 143, 710–718. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.12.055>
- Rahaman, F. A. A., Samad, M. H. A., & Taib, N. (2019). A Review On The Construction Method In Minimising Construction Waste In Malaysia. 215–223. <https://doi.org/10.15405/epms.2019.12.21>
- Rahimah Mohd Noor, S., Yunus, R., Halid Abdullah, A., Nagapan, S., & Mohamad Syahir Syed Mazlan, S. (2018). Insights into The Adoption of Lean Management in Industrialised Building System (IBS) Implementation: The Drivers and Challenges. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(3.23), 22. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.23.17253>
- Rejeb, A., Appolloni, A., Rejeb, K., Treiblmaier, H., Iranmanesh, M., & Keogh, J. G. (2023). The role of blockchain technology in the transition toward the circular economy: Findings from a systematic literature review. *Resources, Conservation and Recycling Advances*, 17(December 2022), 200126. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200126>
- Rodrigo, N., Omrany, H., Chang, R., & Zuo, J. (2023). Leveraging digital technologies for circular economy in construction industry: a way forward. *Smart and Sustainable Built Environment*. <https://doi.org/10.1108/SASBE-05-2023-0111>
- Schuster, S., & Geier, S. (2022). CircularWOOD - Towards Circularity in Timber Construction in the German Context. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1078(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1078/1/012030>
- Shamsuddin, S. M., Zakaria, R., Abidin, N. I., Hashim, N., & Yusuwani, N. M. (2021). Confirmatory factor analysis of the life cycle costing sub-cost distribution for industrialised building system using sem-pls. *Engineering Journal*, 25(1), 287–296. <https://doi.org/10.4186/ej.2021.25.1.287>
- Shareh Musa, S. M., Md Yassin, A., Zainal, R., Shafii, H., & Yeo, P. Y. (2019). Comparison of Construction Waste Generation Between Industrial Building Systems (Ibs) With Conventional Systems. *Journal of Information System and Technology Management*, 4(14), 72–83. <https://doi.org/10.35631/jistm.414007>
- Talla, A., & McIlwaine, S. (2022). Industry 4.0 and the circular economy: using design-stage digital technology to reduce construction waste. *Smart and Sustainable Built Environment*. <https://doi.org/10.1108/SASBE-03-2022-0050>
- Wu, G., Yang, R., Li, L., Bi, X., Liu, B., Li, S., & Zhou, S. (2019). Factors influencing the application of prefabricated construction in China: From perspectives of technology promotion and cleaner production. *Journal of Cleaner Production*, 219, 753–762. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.110>
- Yunus, R., Noor, S. R. M., Abdullah, A. H., Nagapan, S., Hamid, A. R. A., Tajudin, S. A. A., & Jusof, S. R. M. (2017). Critical Success Factors for Lean Thinking in the Application of Industrialised Building System

- (IBS). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 226(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/226/1/012045>
- Zairul, M. (2021). The recent trends on prefabricated buildings with circular economy (CE) approach. *Cleaner Engineering and Technology*, 4. <https://doi.org/10.1016/J.CLET.2021.100239>
- Zanni, S., Simion, I. M., Gavrilescu, M., & Bonoli, A. (2018). Life Cycle Assessment Applied to Circular Designed Construction Materials. *Procedia CIRP*, 69, 154–159. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.040>
- Zhang, S., Yuan, M., & Li, L. (2022). Exploring the Impact Mechanism of Interface Management of Prefabricated Construction Projects. *Sustainability (Switzerland)*, 14(21), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su142114440>
- Marzena Smol, Anna Avdiushchenko, Joanna Kulczycka, Agnieszka Nowaczek, Public awareness of circular economy in southern Poland: Case of the Malopolska region, *Journal of Cleaner Production*, Volume 197, Part 1, 2018, Pages 1035-1045, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.100>.
- Diaz LF. Waste management in developing countries and the circular economy. *Waste Management & Research*. 2017;35(1):1-2. doi:10.1177/0734242X16681406
- Mônica Cavalcanti Sá de Abreu, Domenico Ceglia, On the implementation of a circular economy: The role of institutional capacity-building through industrial symbiosis, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 138, 2018, Pages 99-109, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.07.001>.
- MacArthur, E. (2020). What is a circular economy? | Ellen MacArthur Foundation. <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON TRADITIONAL CONSTRUCTION ACTIVITIES AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: STRATEGIES FOR FUTURE CONSTRUCTION PROJECTS FOR THE OECD COUNTRIES

Mimar Ali Kerem Karacan

*Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık ABD, Lisansüstü Öğrencisi
karacankerem5@gmail.com, 225144007@kocaeli.edu.tr*

Doç.Dr. Rıdvan Karacan

*Kocaeli Üniversitesi / İktisat ABD
karacanr@gmail.com, rkaracan@kocaeli.edu.tr*

ABSTRACT: The rapid growth and development in urban areas has led architectural designers and urban planners to seek more effective and sustainable solutions. Climate change is becoming evident as one of the biggest threats facing the world. These changes particularly affect the construction industry and shape the future of the sector. The construction industry is known for its environmental impacts such as energy consumption, material utilisation, waste generation and carbon emissions. Climate change could exacerbate existing problems in this sector. Extreme weather events in particular can delay construction projects, increase costs and damage infrastructure. Sustainable solutions play a critical role in helping the construction industry cope with climate change. Based on this fact, the impact of climate change on the construction sector and sustainable development is analysed for OECD countries. Thus, a different scenario has been constructed from previous studies. Data for the period 2000-2022 are used in the study. Long-term relationships for the variables were investigated using the Johansen Cointegration Test technique. Accordingly, a linear relationship was found between the variables. This empirical evidence shows that construction activities that do not cause climate change are necessary for sustainable development. This study is written to understand the effects of climate change in the construction sector and to build the future with sustainable solutions.

Keywords: Climate Change, Traditional Construction Aktivitem, Sustainable Development, Johansen Co-integration Test, OECD

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN GELENEKSEL İNŞAAT FAALİYETLERİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: GELECEĞİN İNŞAAT PROJELERİ İÇİN OECD ÜLKELERİNE YÖNELİK STRATEJİLER

ÖZET: Kentsel alanlardaki hızlı büyüme ve gelişim, mimari tasarımcıları ve şehir planlamacılarını, daha etkili ve sürdürülebilir çözümler aramaya yönlendirmiştir. İklim değişikliği, dünyanın karşı karşıya olduğu en büyük tehditlerden biri olarak belirginleşiyor. Bu değişiklikler, özellikle inşaat sektörünü etkilemekte ve sektörün geleceğini şekillendirmektedir. İnşaat sektörü, enerji tüketimi, malzeme kullanımı, atık üretimi ve karbon salınımı gibi çevresel etkileriyle bilinir. İklim değişikliği, bu sektördeki mevcut sorunları daha da kötüleştirebilir. Özellikle aşırı hava olayları, inşaat projelerini geciktirebilir, maliyetleri artırabilir ve altyapıya zarar verebilir. Sürdürülebilir çözümler, inşaat sektörünün iklim değişikliğiyle başa çıkmasında kritik bir rol oynar. Bu gerçekten hareketle iklim değişikliğinin inşaat sektörü ve sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisi OECD ülkeleri için incelenmiştir. Böylece önceki çalışmalardan farklı bir senaryo kurgulanmıştır. Çalışmada 2000-2022 dönemine ait veriler kullanılmıştır. Johansen eş bütünlük testi tekniği kullanılarak değişkenler için uzun dönemli ilişkiler araştırılmıştır. Buna göre değişkenler arasında doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir. Bu ampirik kanıt, iklim değişikliğini neden olmayan inşaat faaliyetlerinin sürdürülebilir kalkınma açısından gerekliliğini göstermektedir. Bu çalışma, iklim değişikliğinin inşaat sektöründeki etkilerini anlamak ve sürdürülebilir çözümlerle birlikte geleceği inşa etmek amacıyla yazılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Geleneksel İnşaat Faaliyetleri, Sürdürülebilir Kalkınma, Johansen Eş Bütünlük Testi, OECD

INTRODUCTION

With global climate change, the increase in surface temperatures, rise in sea levels, changes in precipitation patterns and deviations in other meteorological events adversely affect some sectors in economic terms. One of the sectors most affected by climate change is the construction sector. The impact of climate change on building construction is a major concern. Increasing global temperatures, extreme weather events and changing rainfall patterns are of great importance for the design of sustainable and climate-resilient buildings.

There is increasing awareness and demand for construction businesses to transition towards sustainability in order to maximise the economic, social and environmental value of construction. Sustainability is a very complex concept involving various aspects, and this poses a significant challenge for both policy makers and industry practitioners, as construction firms often have limited resources (Chang et al., 2017). The production of construction projects is carbon intensive and linked to many other sectors that provide related materials and services (Du et al., 2018). Statistics show that the construction sector makes a significant contribution to unsustainable development and its environmental and economic impacts. Worldwide, the construction sector consumes 40 per cent of total energy production, 40 per cent of all raw materials and 25 per cent of all timber, and is responsible for 16 per cent of total water consumption and 35 per cent of CO₂ emissions (Son et al., 2011). The built environment, including buildings and infrastructure, is a key component of economic and social development. Naturally, the built environment involves large amounts of material and energy consumption (Huang et al., 2018). Building construction has a significant determining role on the environment through land and raw material consumption and waste generation. It is also a major user of non-renewable energy and emitter of greenhouse gases and other gaseous wastes (Dimoudi & Tompa, 2008).

Increasing demand for housing and other services due to a growing population requires the planning and delivery of infrastructure at a time of dwindling resources, an urgency that cannot be ignored for the long-term sustainability of the sector (Iacovidou & Purnell, 2016). Most policy and market trends today focus only on space heating and cooling demands, often neglecting to consider indirect energy requirements such as the internal energy of buildings or the transport energy of their users (Stephan, Crawford & Myttenaere, 2011). Key adaptation and mitigation elements in cities include taking into account the impacts and risks of climate change in the design and planning of settlements and infrastructure; land use planning to achieve compact urban form and co-location of jobs and housing; promoting public transport and active mobility; efficient design, construction, retrofitting and utilisation of buildings; reducing and replacing energy and material consumption; adequate material substitution; and electrification in combination with low-emission sources (IPPC, 2023).

Over the last few decades, GHG emissions of OECD countries increased from 15.17 billion tonnes of CO₂ equivalent (btce) in 1990 to 16.93 btce in 2007, and then declined markedly from 2008 to reach 15.44 btce in 2017 (Sun et al., 2022). OECD countries and emerging economies are major carbon dioxide emitters, with CO₂ emissions in large emerging economies exceeding half of global emissions (Wang & Wei, 2020). OECD countries, an intergovernmental international economic organisation of market economy countries, are highly concerned about climate change and improving economic inequality (Wu & Xie, 2020). Fossil fuels account for 80 per cent of the energy mix of OECD countries. This accounts for about 35 per cent of carbon emissions worldwide. It is therefore important to analyse how environmental factors affect carbon emissions in OECD countries (Hou et al., 2023).

1. Literature Review

Previous studies on the construction sector and its impact on climate change have been conducted at country or global level. No OECD-specific study was found. Elhegazy et al. (2023), in the Egyptian construction sector, the effects of industrial construction on climate change, the fact that the raw materials used in the construction and utilisation stages are largely based on primary renewable energy, as well as heavy construction and motorway projects stand out as determining factors on the effects of climate change. Weerasinghe et al. (2017) revealed that the construction cost of a green industrial production building in the construction sector in Sri Lanka is 28 per cent higher, but the life cycle cost is 24 to 28 per cent lower. An embedded carbon assessment of a green building material was conducted. Ahmed et al. (2021), According to the findings, it was determined that the environmental impact of this material is significantly high, as reinforced concrete represents 78% of the total embedded carbon emissions. Yan et al. (2010), in a case study focussing on the construction of a

building in Hong Kong, found that 82-87% of total GHG emissions come from the production phase of construction materials, 6-8% from the transport of materials and 6-9% from the energy consumption of construction equipment. Akbarnezhad & Xiao (2017) showed that the use of material with low embedded carbon instead of conventional material in building construction resulted in a 30% reduction in the total CO2 emissions of the building. Hung et al. (2019), in a study examining the global energy-related CO2 emissions caused by Hong Kong's construction sector, reached an important finding in terms of sustainability. The results show that consumption-based CO2 emissions are at least 32.37 per cent higher than conventional estimates for local construction consumption. Lin & Liu, (2015) investigated the relationship between CO2 reduction potential and energy performance in the construction sector in China. The results obtained indicate that CO2 emissions in the building construction industry in China are increasing rapidly. Seyedabadi, et al. (2023) found that the construction sector in Iran is an important source of greenhouse gas and accounts for 30% of the country's total greenhouse gas emissions. Huang et al. (2018) found that the global construction sector contributes 23% of the total CO2 emissions produced by global economic activities.

2. Data Set and Methodology

In this study, the relationship between climate change and the construction sector for the period 2000-2022 is analysed for OECD countries by using Johansen cointegration test. CO2 emissions representing climate change and construction production production activities representing the construction sector are taken as basis.

2.1. Data Set

The explanations and sources of the variables used in the study are given in Table 1. In the study, variables for total greenhouse gas emissions (CO2), total construction production index (CCI) for all countries are used.

Table 1: Variables

Variable name	Variable Definition	Source
CO2	Total CO2 Emission	OECD
Cons	OECD total Construction production index	The World Bank

2.2. Methodology

In econometric analyses with time series, studies are started by checking whether the series are in the unit root process. The fact that the series contains a unit root also means that it is not stationary, and working with non-stationary series causes the problem of spurious regression. After determining the stationarity levels of the series with unit root tests, the most appropriate empirical method is determined and the findings are evaluated.

2.2.1. Johansen Cointegration Test

In order to perform Johansen cointegration analysis, all series should be stationary at the same level and first differences. Johansen (1988), Johansen & Juselius (1990) defined the cointegration relationship vectorially by accepting each series as endogenous with a multi-equation approach. The Johansen cointegration test uses a vector autoregressive (VAR) representation developed by Sims (1980), which eliminates the endogenous-exogenous variable distinction and uses lagged values of dependent variables as explanatory variables, expressed in equation (1).

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

In equation (1), Y_t is the vector of endogenous variables, A_0 is the matrix of estimated constant terms, p is the number of lags and ε_t is the vector of error terms. The error correction model (VECM) obtained from this equation is given in equation (2).

$$\Delta Y_t = A_0 + \Pi Y_{t-1} + \Gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta Y_{t-p-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

In equation (2), the long-run parameter is $\Pi=\alpha\beta'$ where β' is the long-run coefficient and α is the speed of adjustment of the long-run parameter. Taking these parameters into account, β' is expressed as in equation (3) where Y_{t-1} vector error correction (VECT) term is included. For the single equation case, this coefficient corresponds to the error correction term (ECT) defined as $Y_{(t-1)}\beta_0+\beta_1 X_{(t-1)}$.

$$\Delta Y_t = A_0 + \alpha(\beta'Y_{t-1}) + \Gamma_1\Delta Y_{t-1} + \dots + \Gamma_{p-1}\Delta Y_{t-p-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

With rank $(\Pi)=r$, $(r=m)$ indicates that there is no cointegration relationship since all series in the Y_t vector will be $I(0)$, $(r=0)$ indicates that there is no cointegration relationship since there is no linear relationship between the series in the Y_t vector and $(r\leq m-1)$ indicates that there is a cointegration relationship.

In the Johansen cointegration test, two tests are proposed to determine the number of cointegration vectors. The first test is the trace statistic, which argues against the alternative hypothesis that there are fewer or equal to r cointegration vectors, while the second test is the maximum eigenvalue statistic, which tests the null hypothesis that there are r cointegration vectors against the alternative hypothesis that there are $r+1$ cointegration vectors (Johansen, 1988).

$$\lambda_{trace}(r|k) = -T \sum_{i=r+1}^k \ln(1 - \lambda_i) \quad (4)$$

$$\lambda_{max}(r|r + 1) = -T \ln(1 - \lambda_{r+1}) \quad r = 0, 1, \dots, k - 1 \quad (5)$$

The equations for the trace and maximum eigenvalue statistics are given in equation (4) and equation (5), respectively. In the equations, T denotes the number of observations and λ denotes the obtained characteristic roots or eigenvalues.

2.2.2. Analysis Results

Since the natural logarithms of the variables were used in the analyses, the descriptive statistics of both the original and natural logarithmised values of the variables were obtained and the related results are presented in Table 2. It is observed that both series are depressed compared to normal, but suitable for normal distribution.

Table 2: Descriptive Statistics

Variable	Mean	Median	Maximum	Minimum	Std. Dev.	Skewness	Kurtosis	Jarque-Bera
CO2	8.821653	9.078636	10.38921	6.594413	1.180833	-0.270125	1.931390	1.254574
INS	-0.893799	-0.527633	0.364643	-2.813411	1.004663	-0.757592	2.179117	2.598429

After analysing the descriptive statistics, the stationarity of the series were examined by Augmented Dickey-Fuller (ADF) and Phillips-Perron (PP) unit root tests and the findings are presented in Table 3. When the results are analysed, it is seen that all series cannot reject the null hypothesis at 1% significance level in the models with constant and with constant & trend, i.e. they contain unit root. When the first differences of the series are taken, it is found that all series become stationary at the same significance level. Since all series are stationary at first difference, i.e. $I(1)$, the analyses are continued with Johansen Cointegration Test.

Table 3: Unit Root Test Results

Variables	ADF		PP	
	t-Statistic	Prob.	t-Statistic	Prob.
Δ CO2	-5.389925	0.0004	-8.317811	0.0000
Δ INS	-4.791297	0.0011	-4.921787	0.0008

The long-run relationships between the series are analysed using two different models in the cointegration test. When the trace and maximum eigenvalue statistics in Table 4 are analysed, the null hypothesis is rejected. When the long-run coefficients of the variables in the model in which cointegrated relationships are determined, it is seen that all coefficients are statistically significant.

Table 4: Johansen Cointegration Test Results

Hypothesized No. of CE(s)	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.
None *	20.34915	20.26184	0.0486
At most 1	5.940909	9.164546	0.1953

*The null hypothesis is rejected at 5% significance level.

Table 5 shows the long run relationship between the variables. Accordingly, a 1% change in construction activities causes an increase of 1.48% in CO2 emissions.

Table 5: Results of the Long Run Equation

Variables	CointEq1
LnCO2(-1)	1.000000
LnINS (-1)	-1.482608 (-3.33108)

After the models were found to be significant and cointegrated relationships were identified, the error correction model was constructed. The results of the error correction model (short-run relationship) are shown in Table 6. When the results of the short-run coefficients are analysed in Table 6, it is seen that the coefficient of ECT is statistically significant and the sign is negative. These findings are an expectation that should be met in the cointegrated model and indicate that the shocks occurring in the short run will be balanced in the long run.

Table 6: Error Correction Model

	D(LNCO2)	D(LNINS)
CointEq1	-0.761434	0.690660
Tstastic	[-2.75124]	[2.90146]

CONCLUSION and DISCUSSION

This study analyses the impact of traditional construction sector activities on climate change and sustainable development for the period 2000-2022 for OECD countries. Johansen cointegration technique was used as the test methodology. Accordingly, it was found that there is a linear relationship between the variables. A 1% change in construction activities causes a 1.48% increase in CO2 emissions. Accordingly, traditional construction activities have a negative impact on climate change. It is clear that these negativities will hamper efforts to achieve sustainable development goals.

The impacts of climate change on the construction sector require the sector to spend more effort on sustainability and climate change adaptation. Steps such as adopting sustainable practices, raising energy efficiency standards and using environmentally friendly materials can encourage the construction sector to reduce its environmental impacts. In addition, climate change adaptation requires infrastructure projects to be more resilient and flexible, and to adopt designs that are resistant to extreme weather events. By finding solutions to this challenge, the construction industry can both increase environmental sustainability and more effectively counter future climate change impacts.

The implementation of sustainable practices and environmentally friendly technologies can often be costly. This creates financial challenges for many construction companies. However, these costs are often offset by long-term environmental and economic benefits. With the development of environmentally friendly technologies, costs are often falling and these technologies are becoming more accessible.

The construction industry has to cope with changing environmental regulations and sustainability standards in different countries. It may face the challenge of adapting and keeping up with constantly updated standards. Co-operation between stakeholders in the industry is important to adapt to sustainable practices.

Lack of adequate training and awareness of the professionals and labour force in the sector on sustainable construction may limit the transformation in the sector. In this context, sustainable construction training programmes can be organised for professionals, engineers, architects and workers in the construction sector. Furthermore, schools and vocational schools in the construction sector can be co-operated to provide more content and practical experience on sustainable construction.

In many regions, the lack of infrastructure suitable for sustainable practices and the use of renewable energy sources can limit progress in the sector. For this, governments should invest in and incentivise projects that support sustainable energy infrastructure. Financial support and incentives, especially for renewable energy projects, can encourage investors and companies to invest in this area.

REFERENCES

- Ahmed, N., Abdel-Hamid, M., Abd El-Razik, M. M., & El-Dash, K. M. (2021). Impact of sustainable design in the construction sector on climate change. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(2), 1375-1383.
- Akbarnezhad, A., & Xiao, J. (2017). Estimation and minimization of embodied carbon of buildings: A review. *Buildings*, 7(1), 5.
- Chang, R. D., Zuo, J., Soebarto, V., Zhao, Z. Y., Zillante, G., & Gan, X. L. (2017). Discovering the transition pathways toward sustainability for construction enterprises: Importance-performance analysis. *Journal of construction engineering and management*, 143(6), 04017013.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1057-1072.
- Dimoudi, A., & Tompa, C. (2008). Energy and environmental indicators related to construction of office buildings. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(1-2), 86-95.
- Du, Q., Lu, X., Li, Y., Wu, M., Bai, L., & Yu, M. (2018). Carbon emissions in China's construction industry: Calculations, factors and regions. *International journal of environmental research and public health*, 15(6), 1220.
- Elhegazy, H., Zhang, J., Amoudi, O., Zaki, J. N., Yahia, M., Eid, M., & Mahdi, I. (2023). An exploratory study on the impact of the construction industry on climate change. *Journal of Industrial Integration and Management*, 1-23.
- Hou, H., Lu, W., Liu, B., Hassanein, Z., Mahmood, H., & Khalid, S. (2023). Exploring the role of fossil fuels and renewable energy in determining environmental sustainability: Evidence from OECD countries. *Sustainability*, 15(3), 2048.
- Huang, L., Krigsvoll, G., Johansen, F., Liu, Y., & Zhang, X. (2018). Carbon emission of global construction sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1906-1916.
- Hung, C. C., Hsu, S. C., & Cheng, K. L. (2019). Quantifying city-scale carbon emissions of the construction sector based on multi-regional input-output analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 75-85.
- Iacovidou, E., & Purnell, P. (2016). Mining the physical infrastructure: Opportunities, barriers and interventions in promoting structural components reuse. *Science of the Total Environment*, 557, 791-807.
- IPCC (2023). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of economic dynamics and control*, 12(2-3), 231-254.
- Johansen, S., & Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration—with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 52(2), 169-210.
- Lin, B., & Liu, H. (2015). CO₂ mitigation potential in China's building construction industry: A comparison of energy performance. *Building and Environment*, 94, 239-251.
- Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *biometrika*, 75(2), 335-346.
- Seyedabadi, M. R., Karrabi, M., & Moghaddam, A. M. (2023). The potential of CO₂ emission reduction via replacing cement with recyclable wastes in the construction industry sector: the perspective of Iran's international commitments. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 23(4), 467-483.
- Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1-48.

- Son, H., Kim, C., Chong, W. K., & Chou, J. S. (2011). Implementing sustainable development in the construction industry: constructors' perspectives in the US and Korea. *Sustainable Development*, 19(5), 337-347.
- Stephan, A., Crawford, R. H. & De Myttenaere, K. (2011). Towards a more holistic approach to reducing residential energy demand. *Procedia engineering*, 21 , 1033-1041.
- Sun, X., Dong, Y., Wang, Y., & Ren, J. (2022). Sources of greenhouse gas emission reductions in OECD countries: Composition or technique effects. *Ecological Economics*, 193, 107288.
- Wang, H., & Wei, W. (2020). Coordinating technological progress and environmental regulation in CO2 mitigation: The optimal levels for OECD countries & emerging economies. *Energy Economics*, 87, 104510.
- Weerasinghe, AS, Ramachandra, T. and Thurairajah, N. (2017, September). Life cycle cost analysis: Green and traditional buildings in Sri Lanka. *Proceedings of the 33rd Annual ARCOM Conference (Vol. 4, p. 6)*.
- Wu, R., & Xie, Z. (2020). Identifying the impacts of income inequality on CO2 emissions: Empirical evidences from OECD countries and non-OECD countries. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123858.
- Yan, H., Shen, Q., Fan, L. C., Wang, Y., & Zhang, L. (2010). Greenhouse gas emissions in building construction: A case study of One Peking in Hong Kong. *Building and Environment*, 45(4), 949-955.

THE STUDY OF SLOPE STABILITY ANALYSIS USING SLOPE/W SOFTWARE AT JALAN GEMENCHEH - DANGI (N13), TAMPIN, NEGERI SEMBILAN, MALAYSIA

Muhammad Afiq Hamsan

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Faculty of Civil Engineering and Built Environment

afiqhamsan00@gmail.com

Saiful Azhar Ahmad Tajudin

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Senior Lecturer, Faculty of Civil Engineering and Built Environment

saifulaz@uthm.edu.my

ABSTRACT: Currently, 2.6% of the global population resided in regions with slopes having an angle greater than 15° (steep slopes). Consequently, as urban populations grew, more people faced the danger of natural disasters such as landslides and slope instability. The study aimed to analyze slope stability using Slope W software at Jalan Gemencheh - Dangi (N13), Tampin, Negeri Sembilan. A site investigation was conducted to collect geotechnical and geological data to evaluate the subsequent construction of the proposed project. The slope stability analysis was performed using Slope W software to identify potential hazards and risks associated with the slope. Based on the stability analysis results, soil nailing methods for slope remediation were proposed to reduce the risk of slope failure and ensure the safety of the surrounding area. The study concluded with a summary of findings and recommendations for the proposed project

Key Words: Slope Stability Analysis, Slope/W Software, Soil Nailing.

INTRODUCTION

Geotechnical engineering's development of slope stability analysis has closely followed the general developments in soil and rock mechanics. Slopes can occur either naturally or engineered by humans. The delicate balance of natural soil slopes has been disturbed by humans, animals, and nature throughout history, causing problems with slope stability. Furthermore, the increasing demand for engineered cut and fill slopes on construction projects has resulting on the increasing need to understand analytical methods, investigative tools, and stabilization methods to solve slope stability problems (Abramson et al., 2001). Slope stabilization techniques require specialised building methods that must be comprehended and realistically modelled. To apply slope stability concepts correctly, it is essential to have a solid understanding of geology, hydrology, and soil characteristics. A realistic model of the site's subsurface characteristics, ground behaviour, and applied loads needs to act as the foundation for all analyses (Abramson et al., 2001)

Slope stability analysis is done to evaluate the equilibrium conditions and the safe design of a man-made or natural slope. Slope known as the resistance of inclined surface to failure by sliding or collapsing. The failure of a slope can be a cause of losing life and property. It is, therefore, essential to check the stability of proposed slopes. A safe and cost-effective slope design is now achievable thanks to advancements in stability analysis and modern soil testing techniques (Salunkhe et al., 2017). The geotechnical engineer should master in-depth knowledge of the various methods for checking the limitations and stability of slope. In numerical simulation, slope engineering is simulated using finite element and discrete element software, allowing for simple adjustment of the slope parameters throughout the simulation process. However, to simplify slope engineering and ensure that slope stability can be calculated, this method calls for several assumptions (Guanhua, 2023).

The value of the safety factor is important in performing slope stability analysis. By using SLOPE/W application, the safety factor can be calculated and solve the issue (Lias, R et al., 2022). Slope/w is part of the GeoStudio suite of software developed by GEO-SLOPE International Ltd. It provides tools and capabilities for analyzing the stability of slopes, embankments, earth dams, and other geotechnical structures. The software allows engineers to model various slope conditions, simulate different loading scenarios, and assess the stability of the slope based on factors such as soil properties, water conditions, and applied forces. This feature offers versatility for use in solving a variety of technical geological issues, including landslides, the construction of dams, mining, etc (Sitanggang et al., 2017).

This study aims to analyze the slope stability using Slope W software at Jalan Gemenchah - Dangi (N13), Tampin, Negeri Sembilan. The study will conduct a site investigation to collect geotechnical and geological data to evaluate the subsequent construction of the proposed project. The slope stability analysis will be performed using Slope W software to identify potential hazards and risks associated with the slope. Based on the stability analysis results, suitable methods for slope remediation will be proposed to reduce the risk of slope failure and ensure the safety of the surrounding area. This study will conclude with a summary of findings and recommendations for the proposed project.

2. Research Methodology

From the site investigation, the soil profile for borehole that proposed in this research study was obtained. From the borehole, the first layer of the soil consists of silty clay gravel with intermediate plasticity from ground surface to 3.75-meter depth. The second layer of the soil consists of sandy silt gravel with intermediate plasticity from 3.75-meter to 9.00-meter depth. The final layer of the soil consists of sandy silt with gravel from 9.00-meter to 19.50-meter depth. The borehole terminates at 19.50-meter depth. In summary, the soil composition includes silty clay gravel, sandy silt gravel, and sandy silt with gravel across different depth intervals. For better understanding, figure 1 (a) shows the soil profile for this research study.

For this research, the nearest cross section to the borehole will be selected. This choice is made to enhance the accuracy of the slope profile. The cross-section data provides essential information about the geometry and material properties of a slope. So, the gradient of the slope can be more accurate. Figure 1 (b) below shows the gradient for the selected cut section. The slope is cut according to the borehole data taken. The purpose of this slope cut is to ensure that the analysed FOS values are more accurate when run.

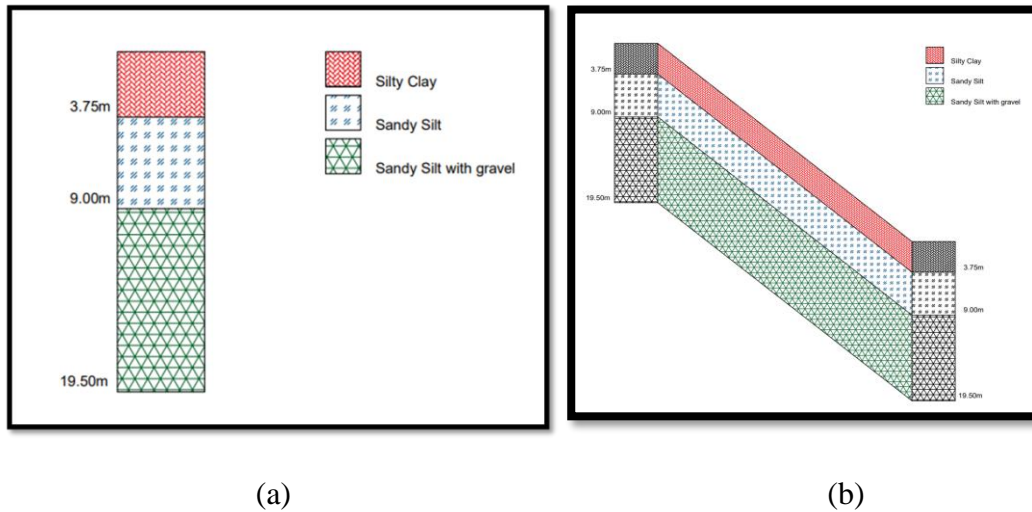


Figure 1: (a) Soil profile; (b) Slope profile (autoCAD drawing)

Material properties used in this study were collected from Miro Bumi Enterprise’s Soil Investigation (SI) and Soil Research Lab (M) Sdn Bhd’s laboratory test results.

Table 1: Soil parameters

Parameters	Layer 1	Layer 2	Layer 3
Unit Weight, γ	19.85	19.64	19.64
Friction Angle, ϕ	12°	17°	17°
Cohesion, C	24 kPa	28 kPa	28kPa

The slope stability analysis was performed by using slope/w software to determine the factor of safety (FoS) value of the slope. By incorporating these slope profile and soil parameters into the software, a comprehensive

analysis of the slope's stability could be performed. The remediation approaches chosen in this study is soil nailing due to:

- Its efficiency in addressing space limitations.
- The construction process of soil nailing is generally faster and more straightforward.
- The flexibility of soil nailing design allows adaptation to various slope geometries and soil types.

3. Result and Discussion

3.1 Factor of Safety for Initial Condition

The factor of safety (FOS) for a slope is a numerical value that indicates the stability of the slope. It is essentially a measure of how much stronger the resisting forces acting on the slope are compared to the driving forces trying to cause it to fail. According to JKR (2010), all untreated slopes must have a factor of safety greater than 1.3. If the design is inadequate, remediation approaches can be considered such as soil nailing, permanent ground anchors, retaining walls, etc. For treated slopes, the minimum global factor of safety shall be 1.5 or more.

The Local Factor of Safety (Local FOS) focuses on assessing the strength of the soil at specific points within a slope. This analysis involves examining the shear stress generated by forces acting on the soil and comparing it to the soil's shear strength, which is its resistance to deformation. Figure 2 below shows the local factor of safety for the project's slope.

The Global Factor of Safety (Global FOS) takes a broader perspective by considering the stability of the entire slope. This comprehensive analysis involves evaluating all forces affecting the slope. Figure 3 below shows the global factor of safety for the project's slope and Table 2 below shows the factor of safety value for the project's slope.

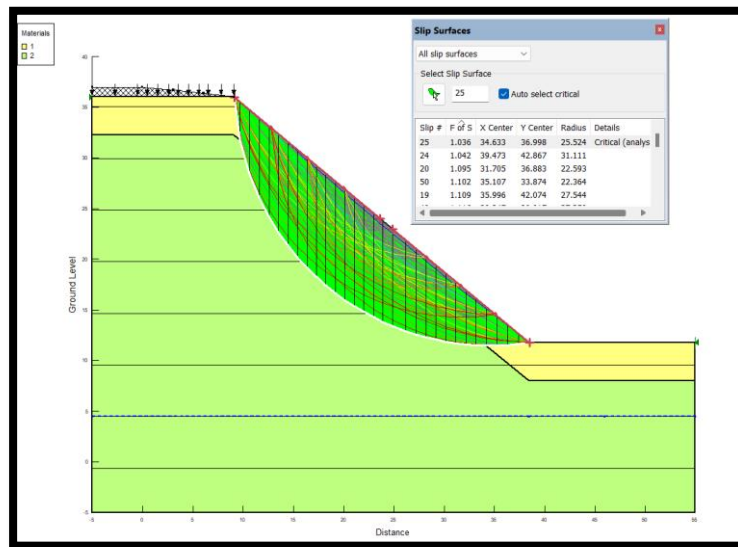


Figure 2: Local Factor of Safety (Slope/W software)

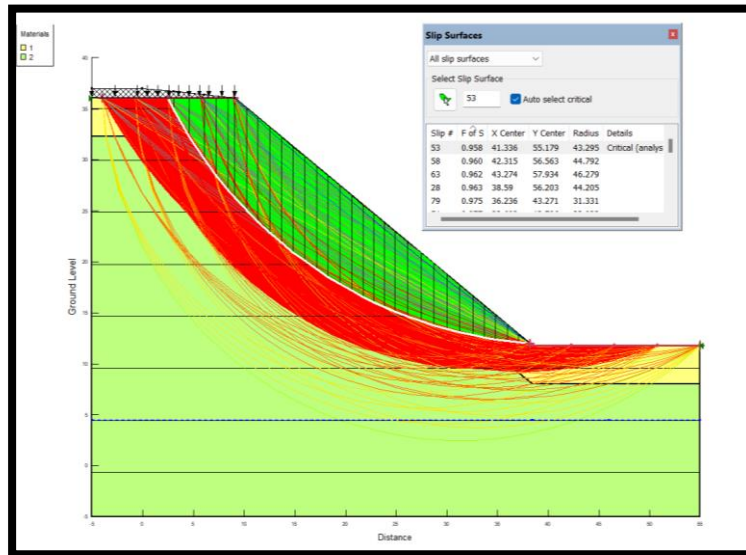


Figure 3: Global Factor of Safety (Slope/W Software)

Table 2: Factor of Safety for initial condition

Factor of Safety	
Local	1.036
Global	0.958

Table 2 provides crucial data on the slope's stability, revealing a local Factor of Safety (FOS) of 1.036 and a global FOS of 0.958. It's noteworthy that, in accordance with the guidelines set by the Department of Public Works Malaysia (JKR), the recommended FOS for an untreated slope is 1.3. This deviation from the JKR's specified FOS for untreated slopes emphasizes the need for a thorough reassessment and potential reinforcement measures to ensure the project's slope meets the required safety standards.

3.2 Soil Nailing Analysis

Soil nailing stands out as an advanced slope stabilization technique, employing passive elements such as steel bars, referred to as soil nails. This method is specifically applied for stabilizing pre-existing slopes or excavations, particularly in situations where a top-to-bottom construction approach proves more beneficial compared to alternative retaining wall systems (Taib, 2010). The effect of soil nailing is to improve the stability of slope or excavation through (Budania et al., 2016).

- Increasing the normal force on shear plane and the shear resistance along slip plane in friction soil.
- Reducing the driving force along slip plane both in friction and cohesive soil.

In this study, the soil nailing parameters had been determined as shown in table 3 below. For analytical purposes, a comprehensive assessment was conducted by varying the inclination of the soil nails to determine the most favourable Factor of Safety (FOS). This systematic analysis aimed to identify the optimal configuration that ensures the highest level of stability for the project. Figure 4, 5 and 6 below shows the results of FOS for 25-, 35-, and 45-degree nail inclination. Table 4 below shows the factor of safety of the slope at different nail inclination.

Table 3: Proposed Soil Nailing Parameters

Parameters of soil nailing	
Number of Nails	7
Length (m)	18
Nail Spacing (m)	2
Diameter (m)	0.04

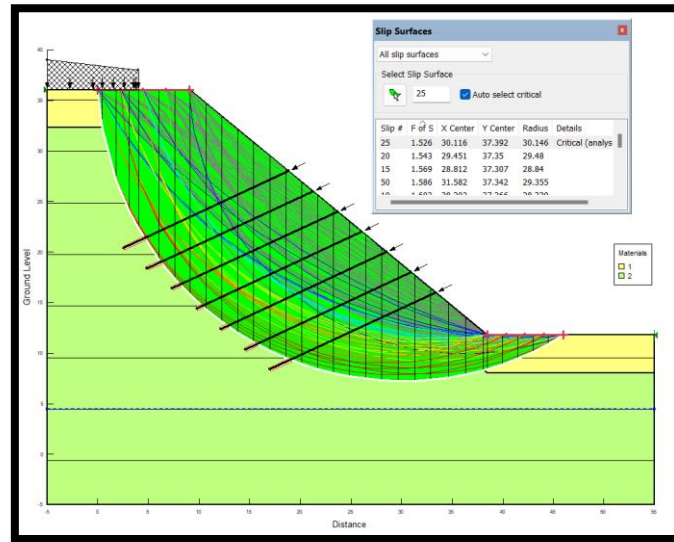


Figure 4: Factor of Safety (FOS) for 25-degree nail inclination. (Slope/W Software)

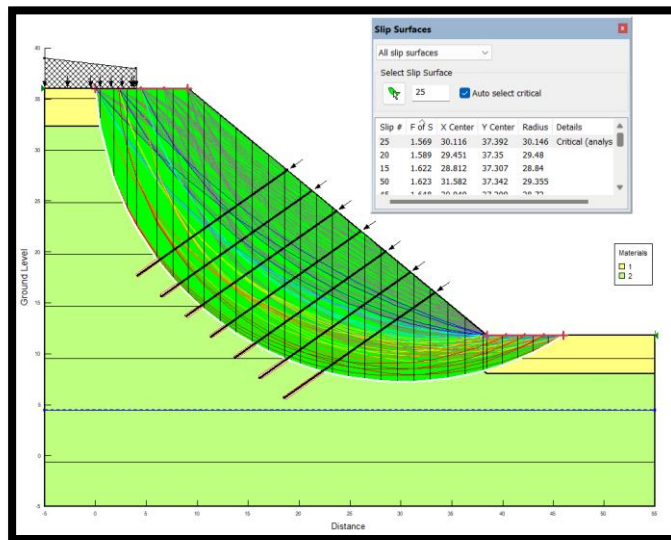


Figure 5: Factor of Safety (FOS) for 35-degree nail inclination. (Slope/W Software)

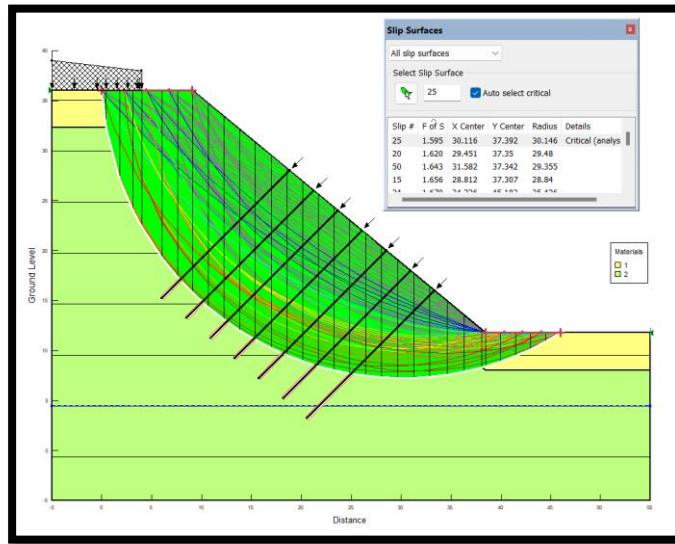


Figure 6: Factor of Safety (FOS) for 45-degree nail inclination. (Slope/W Software)

Table 4: FOS of the slope at different nail inclination (from fig 4,5 &6)

Nail Inclination (°)	Factor of Safety (FoS)
25	1.526
35	1.569
45	1.595

Table 4 above shows that the FOS for the slope is higher when the nails are driven in at steeper angles. For example, the FOS is 1.526 when the nails are driven in at an angle of 25 degrees, and it increases to 1.595 when the nails are driven in at an angle of 45 degrees. This suggests that using steeper nail angles can be an effective way to improve the stability of a slope.

CONCLUSION

The results from the objectives produced at the start of the case study will be further discussed below.

- To complete the slope stability analysis at Jalan Gemencheh - Dangi (N13), Tampin, Negeri Sembilan, it is important to identify the soil profile and properties. Soil profile and properties used in this study were collected from Miro Bumi Enterprise's Soil Investigation (SI) and Soil Research Lab (M) Sdn Bhd's laboratory test results. Based on the data, slope stability analysis can be performed by using Slope/w software.
- Based on the data obtained from the first objective, the factor of safety for Jalan Gemencheh - Dangi (N13) slope had been determined. The slope had successfully remodeled at the slope/w software. By inserting the properties into the software, the value of the FOS was determined. The local Factor of Safety (FOS) of the slope is 1.036 and the global FOS is 0.958. Both FOS of the slope are below JKR standard for untreated slope which is 1.3.
- Since the FOS of the slope does not comply with the JKR requirement, soil nailing has been proposed to remediate the slope. Soil nailing is more efficient in addressing space limitations, and the construction process is faster and more straightforward. The proposed soil nailing parameters have improved the FOS of the slope to 1.526, 1.569 and 1.595 at nail inclination of 25, 35 and 45-degree. The FOS for all nail inclination of the soil nailing has complied with the JKR standard which is 1.5.

Because of the limitations of this study's scope, there were numerous recommendations that can be discussed to prevent slope failure at Jalan Gemencheh - Dangi (N13), Tampin, Negeri Sembilan such as:

- Factor of Safety (FOS) for different rainfall intensities.
- Propose another slope remediation and compare the FOS value.
- Determine the cost for the slope remediation.
- Discuss the construction process and issues for the project.

Acknowledgement

The authors would like to acknowledge and thank the Faculty of Faculty of Civil Engineering for providing testing facilities and Built Environment, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia for its support.

REFERENCES

- Abramson, L. W., Lee, T. S., Sharma, S., & Boyce, G. M. (2001). Slope stability and stabilization methods. John Wiley & Sons.
- Salunkhe, D. P., Bartakke, R. N., Chvan, G., & Kothavale, P. R. (2017). An overview on methods for slope stability analysis. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 6(03), 2278-0181.
- Guanhua, Q. (2023). Stability analysis of nonhomogeneous and anisotropic stepped slopes under the influence of earthquakes. *Heliyon*, Volume 9, Issue 4, 2023, e15057, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15057>.
- Lias, R., Jais, I. B. M., & Lat, D. C. (2022). Climatic Influence on Slope Failure: A Case Study at Kem Terendak, Melaka. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 13(1). <https://doi.org/10.30880/ijscet.2022.13.01.004>
- Sitanggang, R. P., Rachman, S., & Pramudito, H. (2017). Slope Stability Analysis in the Sindang Heula Main Dam Serang, Banten. In *Proceedings of the 2nd Join Conference of Utsunomiya University and Universitas Padjadjaran* (pp. 26-30).
- Taib, S. N. L. (2010). A Review of Soil Nailing Design Approaches. *UNIMAS E-Journal of Civil Engineering*, 1(2)
- Budania, Ravindra & Arora, R & Tech, M. (2016). Soil Nailing for Slope Stabilization: An Overview.

ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ ÇERÇEVESİNDE ÇİN'İN YENİLENEBİLİR ENERJİ POLİTİKALARI ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME¹

Yüksek Lisans Öğrencisi. Firdevs Korla

*Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uluslararası İlişkiler Tezli Yüksek Lisans Bölümü.
korlafirdevs@gmail.com*

ÖZET: Dünyada hızla artan nüfus ve sanayileşme karşısında enerji, özellikle ekonomi ve çevre politikalarında ülkelerin kritik düzeyde ele aldığı bir konudur. Özellikle fosil yakıtlar bakımından kıt veya yetersiz ülkeler enerji arz güvenliği noktasında mevcut veya potansiyel sorunları bertaraf etmek için çeşitli yollar aramaktadırlar. Bu anlamda yenilenebilir enerji kaynakları çevre dostu ve kolayca erişilebilen kaynaklar olmalarının yanı sıra ülkelere enerji çeşitliliğinde de bir fırsat sunmaktadır. 1,4 milyar nüfusu ve hızla büyüyen sanayisine paralel olarak enerji ihtiyacı hızla artan Çin, enerji arz güvenliği noktasında kritik ülkelere biridir. Fosil yakıtları uzun yıllardır birincil enerji kaynağı olarak kullanan Çin, buna bağlı olarak uzun yıllardır çevre sorunlarıyla mücadele etmektedir. Bu anlamda Çin hem enerji arz güvenliğini sağlamak hem de çevresel sorunları sağlıklı bir düzeye indirmek için yenilenebilir enerjiyi bir çıkış yolu olarak görmektedir. Bu çalışmada Çin'in yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımları ve AR-GE çalışmaları enerji arz güvenliği kapsamında incelenerek özellikle 2000 sonrası dönemdeki gelişimi incelenecektir. Çalışmada Çin'in yenilenebilir enerjide geldiği son noktada çevre ve toplum sağlığı ve enerji arz güvenliğinde ciddi bir gelişim gösterdiği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çin, Enerji Arz Güvenliği, Yenilenebilir Enerji.

AN EVALUATION OF CHINA'S RENEWABLE ENERGY POLICIES WITHIN THE FRAMEWORK OF ENERGY SUPPLY SECURITY

ABSTRACT With the rapidly increasing population and industrialization in the world, energy is in a position that countries address critically, especially in their economic and environmental policies. Especially countries that are scarce or insufficient in terms of fossil fuels are looking for various ways to eliminate existing or potential problems in terms of energy supply security. In this sense, renewable energy sources are not only environmentally friendly and easily accessible, but also offer countries an opportunity in energy diversity. China, whose energy needs are rapidly increasing in parallel with its 1.4 billion population and rapidly growing industry, is one of the critical countries in terms of energy supply security. China, which has been using fossil fuels as the primary energy source for many years, has been also struggling with environmental problems for many years. In this sense, China considers renewable energy as a way out to both ensure energy supply security and reduce environmental problems to a healthy level. In this study, China's investments and R&D investments in renewable energy resources will be examined within the scope of energy supply security, and its development from the post-2000 period will be examined. The study revealed that China's latest progress in renewable energy has improved significantly in terms of environmental and public health and energy supply security.

Key Words: China, Energy Supply Security, Renewable Energy.

GİRİŞ

Küresel anlamda nüfusun ve sanayileşmenin hızla artışı ülkelerin enerji ihtiyaçlarını her geçen gün artırmaktadır. Günümüzde kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlara sahip ülkeler enerji ihtiyaçlarını ulusal kaynaklarından temin edebilmektedir. Bu kaynaklara yeterli düzeyde sahip olmayan ülkeler ise yabancı ülkelere ithal edilen enerji ile ihtiyaçlarına karşılık bulabilmektedirler. Enerjide dışa bağımlı olma durumu ise ülkeler için bağımlılık düzeylerince bir enerji arz güvenliği sorununu ortaya çıkarmaktadır. Bu anlamda

¹ Bu çalışma yazarın devam eden "1978 Sonrası Dönemde Çin'in Çevreye Dost Enerji Politikalarının Dış Politikasına ve Ekonomik Performansına Yansımaları" konulu yüksek lisans tezinin bir bölümünden türetilerek kaleme alınmıştır.

enerji ithal eden ülkeler; sürekli, güvenli ve makul fiyattan enerjiye erişim için mümkün olduğu ölçüde bu ihtiyacı ulusal kaynaklardan temin etme arayışı içerisinde olduklarıdır.

Kalabalık nüfusu ve hızla yükselen sanayi sektörüyle Çin tüketime bağlı olarak enerji ihtiyacı sürekli artan bir ülkedir. Bu anlamda fosil yakıtlara ulusal rezerv noktasında yeterli düzeyde sahip olmayan Çin, birincil enerji kaynakları arasında bulunan petrol, kömür ve doğal gaz büyük ölçüde ithal etmektedir. Bu kaynakların birincil kullanımı Çin için yalnızca enerji güvenliği noktasında bir tehdit oluşturmamakta, aynı zamanda başta hava kirliliği olmak üzere çevre ve toplum sağlığını da olumsuz şekilde etkilemektedir.

Çin son yıllarda sahip olduğu enerji arz güvenliği sorunu ve kirlilik sorunlarıyla baş etmek için fosil yakıtlara bir ikame olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına büyük ölçüde yatırımlar yapmaktadır. Nitekim Çin, yenilenebilir enerjinin, enerji tüketimindeki payının artmasıyla enerji güvenliği riskini bölmeyi ve bunun yanı sıra CO₂ salınımını azaltarak çevresel kirlilik düzeylerinde de olumlu gerilemeyi hedeflemektedir. Bu anlamda enerji güvenliği şüphesiz uzun yıllardır Çin'in diplomatik ve stratejik hesaplarını etkilemektedir.

Bu çalışmada öncelikle enerji arz güvenliği kavramı ele alınmış ve enerji arz güvenliğinin Çin açısından önemi ve gerekliliği ortaya konmuştur. Çalışmanın devamında son yıllarda Çin'in enerji tüketiminde büyük paya sahip olan; kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların toplam tüketim içerisindeki payı incelenmiş ve bu kaynakların kullanımının enerji arz güvenliği ve çevre-toplum sağlığı üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Çalışmanın son bölümünde ise yenilenebilir enerji kaynaklarının Çin'in toplam enerji tüketim ve üretimindeki payı incelenerek, bu kaynakların enerji arz güvenliği noktasında Çin'e mevcut durumda ve gelecekte ne gibi bir katkı sağlayacağı incelenmiştir.

1. Enerji Arz Güvenliğinin Kavramsal Çerçevesi

Enerji politikasının temel unsurlarından biri enerji arz güvenliğidir. Enerji arz güvenliği mikro ve makroekonomik gelişmelerle yakından ilişkilidir. Enerji maliyetleri, enflasyon oranı ve ülke ekonomisinin uluslararası rekabetçi konumu açısından önemli bir faktördür (Bohi & Toman, 1993). Başta gelişmiş ülkeler olmak üzere tüm ülkelerin ekonomileri güvenli enerji arzına ihtiyaç duymaktadır. Enerji güvenliği, yeterli enerjinin çeşitli şekillerde ve uygun fiyatlarla tutarlı bir şekilde temin edilmesi anlamına gelmektedir. Enerjinin sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunabilmesi için ise bu koşulların uzun vadede geçerli olması gerekmektedir (Egenhofer & Legge, 2001, ss. 3-6). Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) enerji arz güvenliğini: “enerji kaynaklarının uygun fiyatla kesintisiz olarak kullanılabilirliği” şeklinde tanımlamaktadır (IEA, 2023).

Fosil yakıt kaynaklarına büyük ölçüde ithal bağımlılığı olan ülkelerin bu enerji kaynaklarının eşit olmayan dağılımı nedeniyle enerji güvenliği riskine dikkat etmesi kritik öneme sahiptir. Bu anlamda tüketici ülkelerdeki enerji politikası üç ana bileşeni içerir: düşük arz maliyetleri, arz güvenliği (yani arzın sürekliliği ve risklerin dağılımı) ve çevresel hususlar. Genel anlamda, bu temel amaçlar geniş çapta enerji arz güvenliği noktasında paylaşılmaktadır (Helm, 2002). Enerji güvenliği politikasının tüm bunları sağlama yönündeki araçları ise ulusal ve uluslararası çapta; önleme, caydırıcılık, kontrol altına alma ve kriz yönetimini gibi araçlara bölünmektedir (Correlje & Van der Linde, 2006).

Nihayetinde “iyi bir enerjinin” kimlik bilgileri nelerdir? Şeklinde bir soruya cevap verilecek ise, ulusal veya bölgesel ölçekte yatırımlar için herhangi bir enerji seçeneğini etkileyen önemli unsurlar şunlardır; arz güvenliği, temiz bir doğal çevre ile uyumluluk, üretim ve kullanımda optimum maliyet, yatırımların karlılığı, arzın dağıtılması, yerel kalkınma, gelir yaratılması, çalışma ve yaşam koşullarının sosyal rahatlığı, sanayi ve zanaatın geliştirilmesi, uluslararası iş birliği ve barış” (Nezhnikova, 2018). Enerji arz güvenliği ayrıca enerji sisteminin “sürdürülebilirliği” kavramıyla son derece ilişkilidir. İhtiyat ilkesine uygun olarak arz güvenliğine yatırım yapmak, gelecekte daha büyük maliyetlerden kaçınmak için mevcut maliyetlere katlanmak anlamına gelmektedir. Ayrıca uzun vadede, tedarikçilerin teknolojik ve coğrafi olarak çeşitlendirilmesi, tedarik risklerine karşı en iyi korunma yöntemidir (Keppler, 2007, ss. 20-24). Enerji arzının güvenliği son zamanlarda dünyanın büyük bir kısmında hükümet politikası müdahalelerinin odak noktası olarak yeniden ortaya çıkmıştır. Dünyanın birçok bölgesindeki jeopolitik gelişmeler bu yenilenen ilginin çoğunu tetiklemiş olsa da iç pazarın neden olduğu arz kıtlığının etkisi, kurumsal ve düzenleyici başarısızlıklar yenilenen ilgiye ek bir ivme kazandırmıştır (Odell, 2004).

Artan enerji tüketimi, kaynakların azalması ve fosil yakıtların çevre üzerindeki tahribatına ilişkin çözümler her daim küresel bir yaklaşım gerektirmektedir. Bu tahribatın yalnızca çevresel değil, önemli sosyoekonomik, politik ve güvenlik düzeyinde etkileri vardır (Jansen vd., 2004). Enerji arz güvenliğinin süresiz olarak sürdürülmesinin ve sürdürülebilir kaynak tüketimi olarak ortaya çıkması uzun vadede yenilenebilir kaynaklara geçişi gerektirmesidir (Turton & Barreto, 2006). Bu anlamda hem yerel hem ulusal düzeyde birçok lider, iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması ve yenilenebilir enerjiye geçiş noktasında mücadele vermektedirler (Uyar (eds.), 2017, s. 17). Bu kaynaklar; enerji tedarik pazarlarındaki çeşitliliği artırabilir, uzun vadeli sürdürülebilir enerji tedarikini güvence altına alabilir ve yerel ve küresel atmosferik emisyonları azaltabilirler. Ayrıca enerji hizmetlerine yönelik özel ihtiyaçların karşılanması (özellikle gelişmekte olan ülkelerde ve kırsal alanlarda), yeni istihdam fırsatları yaratılması ve ekipmanların yerel üretimi için olanaklar sunulması amacıyla ticari açıdan cazip seçenekler de sağlayabilirler. Elbette tam bir ikamenin ve %100 yenilenebilir enerjiye geçmenin çok ciddi zorlukları vardır (Trainer, 2007, s. 2). Gelecek senaryolarında yenilenebilir enerjinin, uygun politikalar ve yeni teknoloji gelişmeleriyle 21. yüzyılın ortalarında toplam payın %50'sine ulaşabileceği öngörülmektedir (Asif & Muneer, 2007).

2.Çin'in Enerji Arz Güvenliği Sorunu

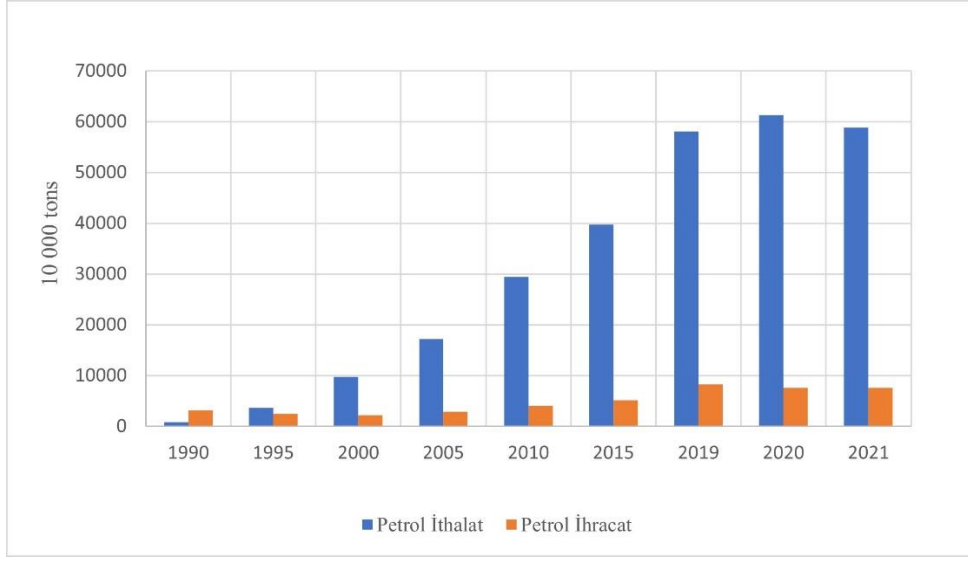
Enerji arz güvenliği ulusal stratejik güvenlikle ve ulusal sosyal kalkınmayla doğrudan ilişkilidir. Devletlerin ulusal enerji güvenliklerinin mevcut ve gelecekteki durumunu kavramak, ekonomik ve stratejik açıdan büyük öneme sahiptir. Nitekim enerji arz güvenliği ulusal ekonominin istikrarlı büyümesini sağlamanın önemli bir parçasıdır (Bompard vd., 2017).

Çin'in enerji sorunları çok büyük ve karmaşıktır ve Çin gelişmeye devam ettikçe katlanarak artmaktadır. 1949 yılında Çin Halk Cumhuriyeti'nin kuruluşundan bu yana enerji kaynakları Çin'de bir ulusal güvenlik meselesi ve kronik bir kırılganlık kaynağı olarak algılanmaya başlamıştır. 1950'ler ile 1970'ler arasında Çin "gergin bir uluslararası ortamda" 20 yıl boyunca enerji güvenliği noktasında kendine güvenen bir konumdaydı. 1950'li yıllarda enerjide kendi kendine yeterliliği sağlamak için mücadele eden Çin, neredeyse otuz yıl boyunca bu güvenli ortamda yaşadı. Enerji ihracatı bu yıllarda ana döviz kaynağıydı ve 1970'lerin sonlarında ve 1980'lerin ortalarında Çin'in modernleşmesinde hayati bir rol oynadı. Nitekim 1990'ların başına kadar enerji güvenliği konusunda endişelenmesine gerek yoktu. Bu yıllarda Çin'de de enerji güvenliği sıklıkla kullanılan ancak nadiren tanımlanan bir terimdir². Çin'in 1993 yılında net petrol ithalatçısı haline gelmesi, Çin'in enerji söylemine "enerji güvenliği" terimini dahil etmiştir. 2000 yılında Çin'in petrol ithalatı iki katına, faturası ise üç katına çıktığında enerji güvenliği kamusal söylemin ortak teması haline gelmiştir. 1990'ların başında Çin hızla kendi kendine yeten kalkınmadan ithalata bağımlı kalkınmaya geçiş yapmaya başlamıştır. Nitekim Çin 2002'de kömür ithalatçısı, 2007'de ise doğal gaz ithalatçısı olmuştur. Ancak bu değişim özellikle petrolde dikkat çekicidir: 1980'lerde Çin'in petrol üretimi tüketiminin %35'ine takebül ederken 2003'ten bu yana tüketilen petrolün yarısından fazlası ithal edilmiştir (BP, 2017).

Bu yükseliş ve düşüş döneminde Çin'in topraklarında keşfettiği Daqing'deki petrol rezervi büyük rol oynamaktadır (Williams & Alhajji, 2003). 1960 yılında Çin'in Daqing'in petrol sahasının kanıtlanmış petrol rezervlerinin 400 milyon ton olduğu tahmin ediliyordu (Feng vd., 2013). Sonrasında üretim katlanmış ve 1963'ün sonuna gelindiğinde Çin'de üretilen petrolün yüzde 46,3'ü Daqing'den sağlanmaktaydı (Lim, 2009). 1980'lerde Çin yıllık ortalama %5,4 artış ile Orta Doğu dışında dünyanın dördüncü büyük petrol üreticisi haline gelmiş ve Japonya, Tayland, Filipinler, Romanya ve Hong Kong ile sözleşmeler imzalayarak petrolünü uluslararası pazarda satmaya başlamıştır. Ancak Şekil 1'de görüldüğü üzere 1993 gibi erken bir tarihte Çin'in petrol tüketimi petrol üretimini aşmış ve net petrol ihracatçısından net petrol ithalatçısına dönüşmüştür. 1990'ların ortalarına gelindiğinde, yerli enerji kapasitesinin geliştirilmesine yönelik tüm radikal seçenekler tükenmiş ve Çin'in yakın ve orta vadede fosil yakıtlara olan dışa bağımlılığının üstesinden gelemeyeceği açıkça ortaya çıkmıştır. 2002 yılında Çin, Orta Doğu dışında dünyanın dördüncü büyük petrol üreticisi unvanını elinde tutarken, günümüzde dünyanın ikinci büyük petrol tüketicisi haline gelmiştir (Kuteleva, 2021).

² Çin'de süreli yayınlarından oluşan bir veri tabanı olan China Infobank'ın "Çin Ekonomi Haberleri" kütüphanesinde yapılan bir araştırma, "enerji güvenliği" teriminin 1994'ten 1999'a kadar yalnızca kırk bir yayında yer aldığını, ancak 2000'den 2005'e kadar 1.150 yayında yer aldığını ortaya koymaktadır (Infobank, t.y.).

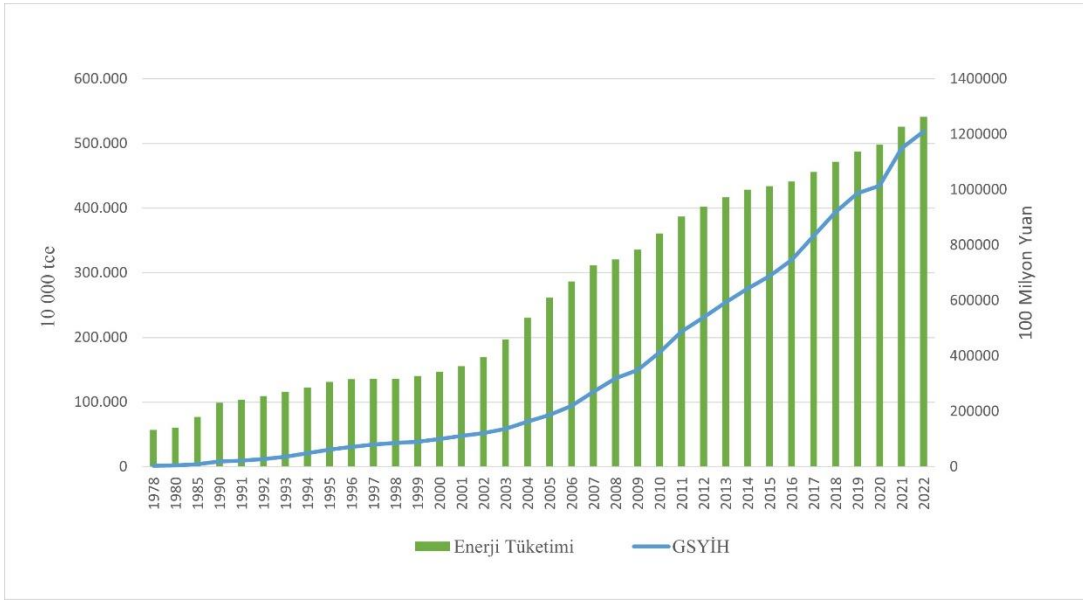
Ayrıca uluslararası ham petrol fiyatlarındaki oynaklığın Çin ekonomisi üzerinde büyük etkisi vardır. Enerjiye ihtiyaç duyan endüstrilerinin üretim maliyetlerinin artması Çin'deki ithal petrol baskılarını da artırmıştır (Rout vd., 2011). Nitekim ekonominin hızlı gelişmesiyle birlikte, Çin'in petrol tüketimi ve petrol ithalatı önemli ölçüde artmaktadır.



Şekil 1: Çin'in 1990-2020 Yılları Arasında Petrol İthalat-İhracat Dengeleri
Kaynak: NBS, 2023.

Fosil yakıtların artan enerji tüketiminin çevresel sonuçlarının genel olarak kabul edilmesine ve geleneksel olmayan yenilenebilir enerji kaynaklarının 2000'li yılların sonlarında ve 2010'lu yıllarda hızla yaygınlaşmasına rağmen, Çin'de petrol hayati önem taşıyan enerji kaynağı statüsünü korumuştur. Çin'in enerji kaynakları hakkındaki düşüncesinde petrolün öncü rolü, enerji güvenliğine ilişkin bilimsel araştırmalarda "enerji" ve "petrol" terminolojisinin sık sık değiştirilmesine neden olmaktadır. Pek çok Çinli akademisyen, enerji güvenliğini açık veya örtülü olarak petrol arzının güvenliği olarak tanımlamaktadır (Lin & Xie, 2013). Benzer şekilde, enerjide kendi kendine yeterlilik genellikle petrol tüketimi ihtiyaçlarını yerel kaynaklardan karşılama yeteneği olarak anlaşılmaktadır.

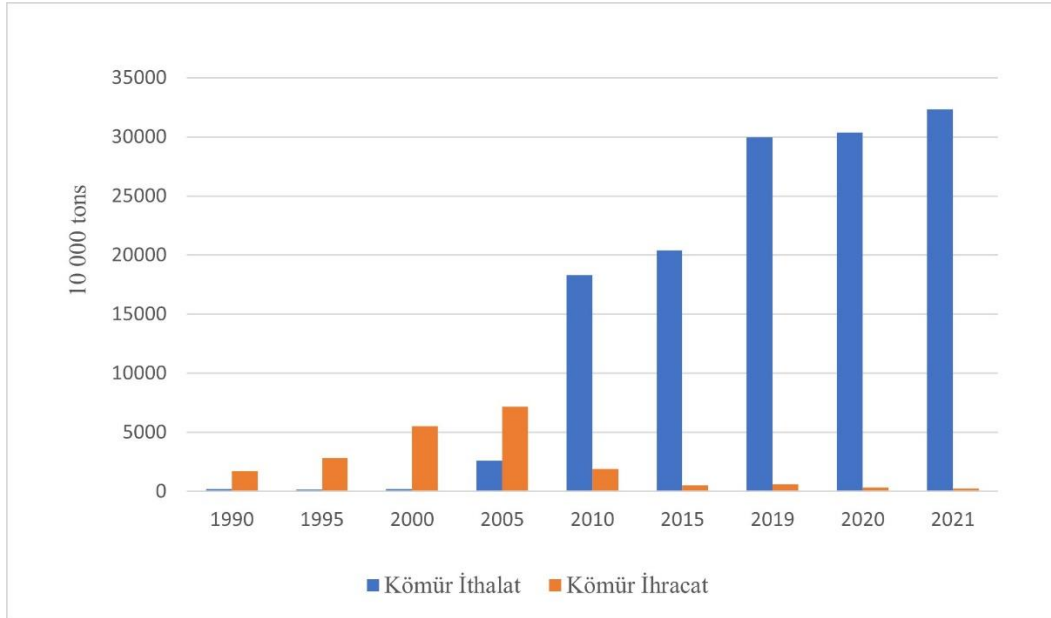
2000'li yılların başında “enerjide kendi kendine yeterlilik çağının geçmesi” ile Çin karşılıklı bağımlı dünyada hayatta kalma sorunuyla yüzleşmiştir. Çin ekonomisinin “dışarıya açılma” stratejisinin şafağında Çin hâlâ dış kontrolden özgürlüğünü korumaya ve dış etkiyi en aza indirmeye odaklı bir konumdaydı. Bu anlamda “dışarıya açılma” stratejisi, Çin'in enerjide kendine yeterlilik stratejisinin bir alternatifi olarak değil, onun uzantısı ve evrimi olarak görülmektedir. 2000'li yılların ortalarına kadar Çin'in enerji güvenliği arz tarafıyla sınırlıydı. Bu yıllarda Çin, yurt içi enerji tüketiminin kontrolüne ve yurt içi temiz enerji gündeminin geliştirilmesine önemli bir ilgi göstermemiştir (J. Ren, 2020). Öte yandan Şekil 2'de görüldüğü üzere Çin'de enerji tüketimi ülke ekonomik olarak büyümeye devam ettikçe her yıl artmaya devam etmiştir. 1990'lı yılların sonlarında Çin'de enerji tüketiminin büyüme oranı kabaca durağan bir seyirde olmuş, ardından bir yükseliş yaşayarak 2004 itibarıyla hızlı bir yükselişe geçmiştir (Yang vd., 2022). Bu da Çin'in için her geçen gün enerjiye daha fazla ihtiyaç duyan bir konuma sokmuştur.



Şekil 2: Çin'in Toplam Enerji Tüketimi (1978-2022)

Kaynak: NBS, 2023.

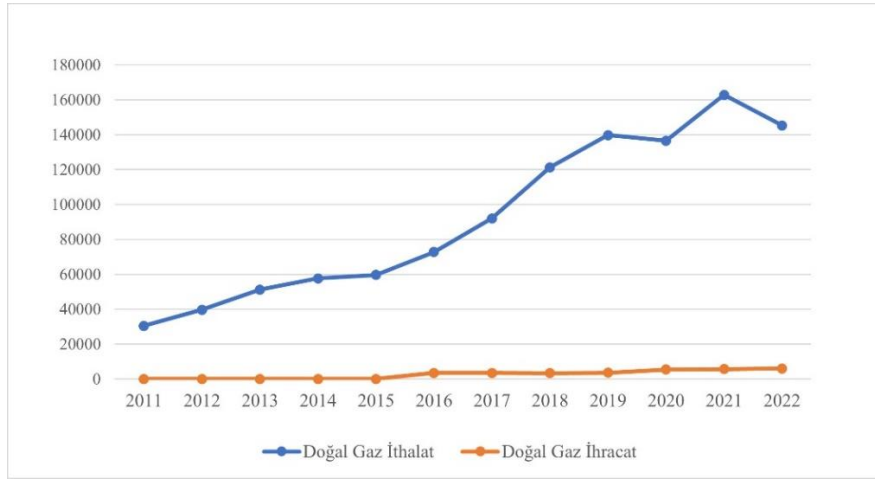
2000'li ve 2010'lu yıllar arasında Çin'in sanayi sektörü nihai enerji tüketiminin %70'ini oluşturuyordu. Popüler varsayımların aksine, sanayinin hızlı ve kapsamlı gelişimi, petrol talebindeki hızlı büyümeyle doğrudan ilişkili değildir. Petrol talebi sanayide %567 artmıştır ancak diğer sektörlerde daha hızlı büyümüştür (G. C. Leung, 2010, ss. 1990–2008). Nitekim sanayi sektörünün toplam petrol tüketimindeki payı 1990'da %59'dan 2014'te %41'e düşmüştür (Lin & Xie, 2013). Buradaki büyük pay uzun yıllardır kömüre aittir. Nitekim Şekil 3'te görüldüğü üzere Çin ağır bir kömür ithalatçısı konumundadır. Dolayısıyla Çin'in enerji tüketim bileşeni uzun süredir kömürün hakimiyetindedir. Bu durum ise Çin için yalnızca bir enerji arz güvenliği sorunu oluşturmamakta, aynı zamanda büyük bir çevre kirliliği sorununu da beraberinde getirmektedir.



Şekil 3: Çin'in 1990-2020 Yılları Arasında Kömür İthalat-İhracat Dengeleri

Kaynak: NBS, 2023

Ayrıca Şekil 4'te görüldüğü üzere Çin ithal doğal gazla bağımlıdır ve özellikle 2007'den bu yana doğal gaz ithalatı hızlı bir yükseliş dönemine girmiştir (Wu, 2014). Odgaard ve Delman (2014) yaptıkları çalışmalar sonucunda Çin'in 2035 yılına kadar artan küresel gaz tüketiminin dörtte birini oluşturacağını savunmaktadırlar. Bu, Çin'in toprak ve doğalgazının büyük ölçüde ithalata bağımlı olduğu anlamına geliyor.



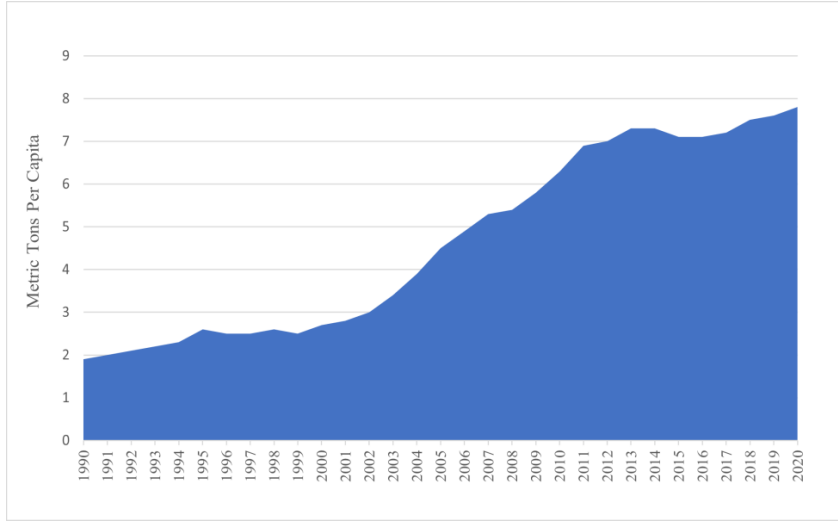
Şekil 4: Çin'in 2011-2022 Yılları Arasında Doğal Gaz İthalat ve İhracat Dengeleri
Kaynak: NBS, 2023

Öte yandan “Karbon zirvesi ve karbon nötrlüğü” hedefi, Çin'de doğal gazın geliştirilmesi için önemli bir fırsat sağlamaktadır (Li vd., 2021). Özetle karmaşık uluslararası durum ve son derece rekabetçi enerji piyasası, Çin'in enerji güvenliği açısından önemli zorluklar yaratmaktadır (Winzer, 2012). Enerji arz kaynaklarındaki bu yüksek ithalat düzeyleri ise enerji arz güvenliğini Çin için ulusal güvenlik ve strateji noktasında özellikle 2000 sonrası dönemde son derece gerekli ve önemli bir hedef haline getirmiştir.

3.Çin’de Çevre Dostu Enerji Kaynaklarının Gelişimi ve Enerji Arz Güvenliğindeki Rolü

Günümüz dünyasında enerji ve çevre sorunları ekonomik ve sosyal kalkınmayı kısıtlayan önemli bir faktör haline gelmiştir. Fosil yakıtların ağırlıklı olduğu yüksek enerji tüketimi ve bunun sonucunda karbon emisyonlarındaki keskin artış dünya çapında ciddi çevre sorunları yaratmıştır (IEA, 2019). Bu nedenle, enerji dönüşümü ve karbon emisyonlarının azaltılması tüm ülkelerin öncelikli gündemindedir. Ekonomik büyüme ve enerji ihtiyacı paralel şekilde artış gösteren iki unsurdur. Ekonomik büyümenin beraberinde getirdiği enerji tüketimi ise çoğu zaman çevresel tahribata sebebiyet vermektedir. Bu anlamda küresel CO₂ emisyonu içerisinde enerji sektörü en büyük paya sahiptir. Dolayısıyla bu emisyonları azaltma hedefi içerisinde ülkeler, mümkün olan en yüksek seviyede emisyonlara sebep olan fosil yakıtları çevre dostu enerji kaynaklarıyla ikame etmelidirler (Erdoğan vd., 2020). Bu anlamda yenilenebilir enerji kaynakları kolayca bulunan temiz enerji kaynağı özelliklerine sahiptir (Şen, 2004). Çin'de geleneksel enerji faaliyetleri büyük miktarda karbon emisyonu üretmektedir ve bu da enerji dönüşümünü özellikle önemli kılmaktadır (X. Zhao vd., 2019). Çin'in yeni dinamik tüketim kültürü, ekolojik açıdan yıkıcı ve temelde yenilenemez enerji kaynaklarına bağımlı bir yaşam tarzını teşvik ediyor. Yüksek fosil yakıt kullanımı ve karbon yoğun davranışlar artık Çin'deki hanelerin başlıca tüketici modelleridir (Dai vd., 2012). 2019'da Çin, küresel emisyonların %27,2'sinden sorumlu olarak dünyanın en büyük karbon yayıcısı olmuştur (Roy & Schaffartzik, 2021).

Şekil 5'te görüldüğü üzere Çin'in yüksek fosil yakıt kullanımı ve karbon yoğunluklu gelişimi çevresel bozulmayı ağırlaştırmıştır. 2000'li yılların ortalarına gelindiğinde Pekin, Chongqing, Tianjin, Şangay ve diğer birçok büyük Çin şehrini yoğun hava kirliliği ile mücadele etmektedir. Bu anlamda kömür, hava kalitesinin bozulmasından ve CO₂ emisyonlarının artmasından çoğunlukla sorumludur. Ayrıca ulaştırma ve sanayi sektörlerinin artan petrol tüketimi, Çin'in çevresel bozulmasına olumsuz yönde katkı sağlamaktadır (He vd., 2005). Öte yandan hızlı sanayileşme ve kentleşmenin bir sonucu olarak enerjiye olan yüksek talep, karbondioksit emisyonlarını sürekli artırmaktadır. Bu faktörler, Çin'de enerji arz güvenliğinin her açıdan baskı ve zorluklarla karşı karşıya olduğunu göstermektedir(G. C. K. Leung, 2011).



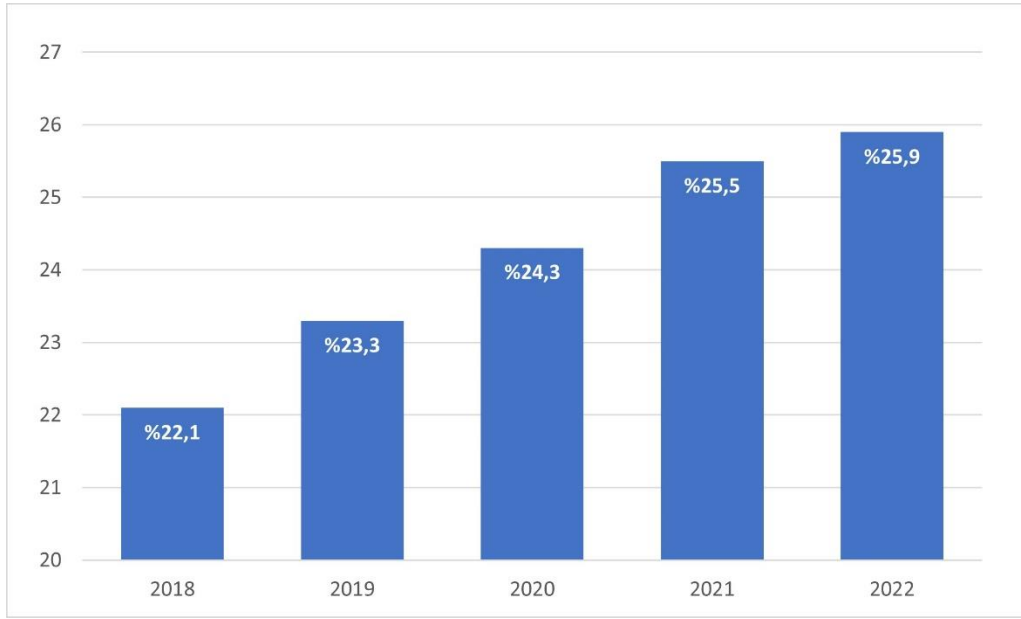
Şekil 5 Çin'in CO2 Salımları (1990-2020)

Kaynak: The World Bank, t.y.

Nitekim gelinen noktada Çin emisyonlarını azaltması yönünde muazzam bir ulusal ve uluslararası baskıyla karşı karşıyadır (Sun vd., 2020). Karbon emisyonlarının azaltılması bağlamında Çin, sürekli olarak karbon yoğunluğunu kontrol etmeye çalışmaktadır (X. Zhao vd., 2020). Eylül 2020'de Çin, BM Genel Kurulu'nda 2060 yılına kadar "nötr karbon" hedefine ulaşmaya çalışacağını ileri sürmüştür (Mallapaty, 2020). Çin için bu hedefe yönelik en etkili araç ise yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarıdır.

Ampirik sonuçlar ekonomik büyüme ile karbon emisyonları arasında doğrudan bir ilişkinin varlığını doğrulamaktadır. Ekonomik büyümedeki %1'lik artış, karbon emisyonunu %0,79 oranında artırmaktadır. Dolayısıyla enerji güvenliği noktasında ülkeler toplam enerji karışımında yenilenebilir enerji oranının daha yüksek olduğu bir enerji dönüşümüne de sahip olmalıdır (Erdoğan vd., 2019) çünkü yenilenebilir enerjinin geliştirilmesinin karbon emisyonları üzerinde önemli bir etkisi vardır. Yenilenebilir enerji tüketimindeki her %1'lik artış, karbon emisyon yoğunluğunu %0,028 ila %0,043 aralığında azaltmaktadır. Ayrıca farklı düzeylerde yenilenebilir enerji gelişiminin karbon emisyonları üzerinde engelleyici bir etkisi de vardır. Son yıllarda Çin, karbon emisyonunu azaltma hedeflerini yükseltmiş ve uygulanabilir politikalar uygulamaya koymuştur. Yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi, Çin'in ekolojik ortamının sürdürülebilir gelişimi için en uygun seçim haline gelmiştir (Zheng vd., 2021).

Bu hedefe yönelik Çin, fosil yakıtların yerine yenilenebilir enerjiyi aktif olarak geliştirerek karbon emisyonlarını azaltmayı ve buna ek olarak enerji güvenliğine de katkıda bulunmayı amaçlamaktadır (L. Ren vd., 2015). Nitekim Çin rüzgar ve güneş enerjisi kaynakları açısından zengin olduğundan son on yılda rüzgar ve güneş kaynaklarının geliştirilmesine yönelik finansmanı önemli ölçüde artırmıştır (Lv vd., 2022). Ayrıca son yıllarda nükleer enerji, hidroelektrik, rüzgâr ve güneş enerjisi ile biyoyakıtlardan elde edilen birincil elektrik gibi diğer enerji kaynakları, Çin'in enerji pazarına hızla nüfuz etmiştir. Şekil 6'da görüldüğü üzere Çin'in çevre dostu enerji kullanımının toplam enerji tüketimi içerisindeki payı giderek artmaktadır. Bu anlamda 2018'de %22,1 olan oran %3,8 artışla %25,9 olmuştur.

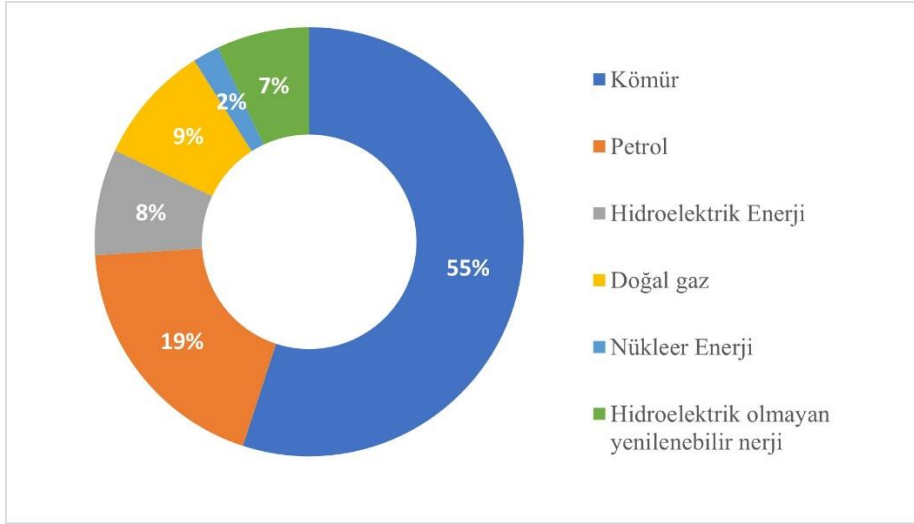


Şekil 6: Çin’de Temiz Enerji Tüketiminin Toplam Enerji Tüketimi İçerisindeki Oranı 2018-2022

Kaynak: NBS, 2023

Son yıllarda yenilenebilir enerjinin üretimi ve tüketiminin gelecekte de artmaya devam edeceği öngörülmektedir. Örneğin, Çin’de yenilenebilir enerji tüketimi 1990-2018 döneminde yaklaşık üç kat artarken, geleneksel enerji tüketiminin payı aynı dönemde %95’ten %86’ya düşmüştür. Yenilenebilir enerji, çevresel etkileri azaltmanın yanı sıra, enerji ithalatına büyük ölçüde bağımlı olan bir ülkenin dış ekonomik krizden korunmasına da yardımcı olabilmektedir (Wang vd., 2018); fakat geleneksel fosil yakıtların büyük ölçekli kullanımı enerji devriminin temel çabası haline gelen yenilenebilir enerjinin gelişimini desteklemekte son derece zayıftır (Gosens vd., 2017). Bu anlamda yenilenebilir enerji fosil enerjinin yerini alıp ana enerji tüketim kaynağı haline geldikçe, yenilenebilir enerji ve karbon emisyon yoğunluğu üzerine yapılan araştırmalar güçlü bir pratik öneme sahip olacaktır (Rahman & Velayutham, 2020).

Çevre dostu enerji kaynaklarının geliştirilmesi bu hedeflere ulaşmanın en önemli önlemlerinden biridir. Çin’in on üçüncü beş yıllık planı (FYP; 2016–2020), ülkenin enerji arzının bir parçası olarak yenilenebilir enerjinin geliştirilmesinin stratejik önemini güçlendirmektedir (NDRC vd., 2017). Şekil 7’de görüldüğü üzere 2023 yılında Çin’deki toplam nükleer enerji ve yenilenebilir enerjiyi kapsayan çevre dostu enerji kaynakları toplam enerji tüketiminin %17’sini oluşturmuştur. Bu anlamda yenilenebilir enerji sektörü, Çin’deki yenilenebilir enerji gelişimini uluslararası açıdan daha az bağımlı ve ekonomik açıdan daha uygulanabilir hale getiren önemli bir teknolojik ilerleme kaydetmiştir (NEA, t.y.). Ayrıca ulusal ekonomik ve sosyal kalkınmaya yönelik 14. Beş Yıllık Plan (2021–2025) ve 2035 yılına kadar uzanan uzun vadeli hedeflerde yenilenebilir enerji endüstrisinin geliştirilmesi temel görevlerden biri olarak belirlenmiştir (L. Zhao vd., 2023).



Şekil 7: Çin’de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Oransal Dağılımı

Kaynak: ITA, 2023

Çevresel kaygılar ve enerji güvenliği kısmen Çin’in yenilenebilir enerji gelişimini desteklemesindeki itici güçlerdir (X. Zhao & Luo, 2017). Ayrıca Çin için yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi, geleneksel fosil yakıt enerjisinin enerji kıtlığı, düşük verimliliği, yüksek emisyonları ve çevresel etkileri için uzun vadeli bir çözüm getirebileceği öngörülmektedir (Huang & Yan, 2009). Başka bir deyişle, enerji güvenliği ve çevresel kaygıların daha yüksek düzeyde olduğu bir bölge, yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi konusunda daha fazla motivasyona sahip olma eğilimindedir.

Genel olarak, sıfır karbon emisyonu hedefine ulaşmak ve enerji arz güvenliğinin sağlanması için yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi gereklidir. Nitekim çevre dostu enerji kaynakları yalnızca karbon emisyonlarını azaltmakla kalmaz, aynı zamanda enerji yapısını da dönüştürerek geleneksel fosil enerji kaynaklarının talebini azaltmaya yardımcı olur. Karbon emisyonları üzerinde daha büyük bir engelleyici etkiye sahip olabilmek ve enerji arz güvenliği riskinin azaltmak veya ortadan kaldırmak için yenilenebilir enerji teknolojisine yapılan yatırımların ve yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi ve kullanılmasının artırılması gerektiği önerilmektedir.

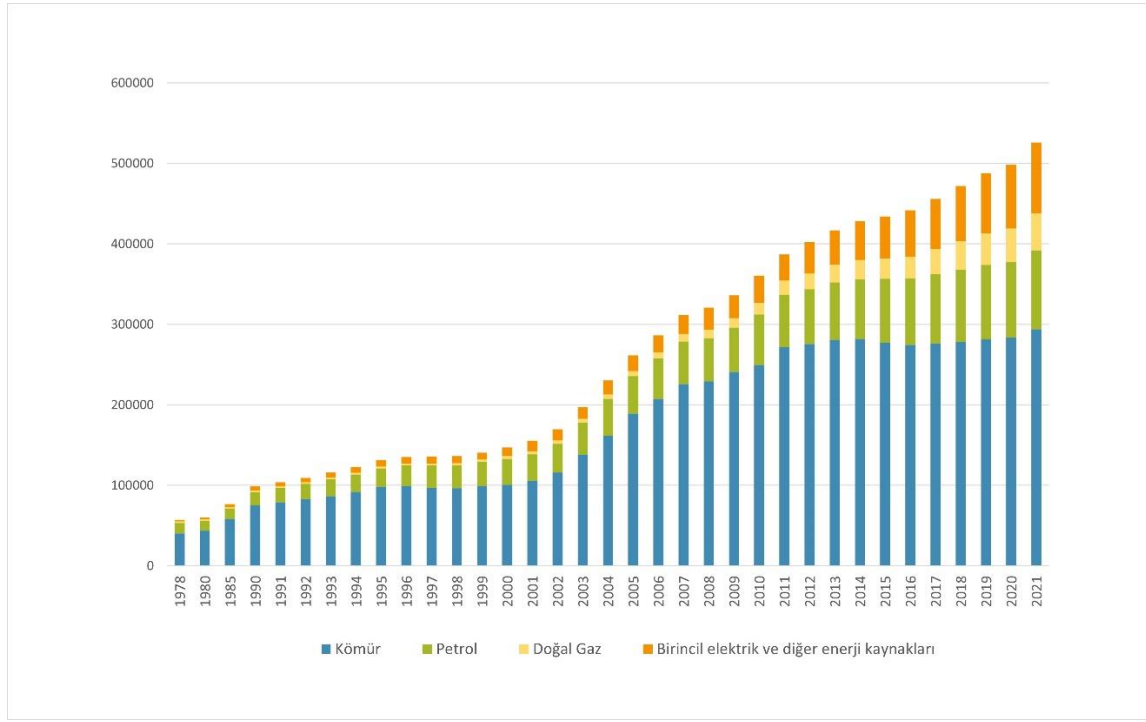
4.Enerji Arz Güvenliği Kapsamında Çin’in Mevcut Durumu

Çin için enerji güvenliğinin en çarpıcı boyutu, küresel liderliğin temel hedeflerini korumak için yeterli enerji kaynaklarına erişimdir (Ellings & Friedberg, 2001). Çin hükümeti enerjiye yönelik hedeflerini çeşitli boyutlarıyla detaylı şekilde belirlemiştir. İlk olarak, ekonomik büyüme için petrol gereklidir ve burada verimli ve uygun maliyetli çözümler aranmalıdır. Bu anlamda ulaşımda benzin, dizel ve jet yakıtının etkili alternatifleri bulunmalıdır. İkincisi, orduya enerji sağlamak için petrole ihtiyaç vardır; yetersiz tedarik, Çin’in Tayvan’ın anakaradan kalıcı olarak ayrılmasını önleme çabalarını engelleyebilir. Üçüncüsü, enerji hem ekonomik hem de askeri gücün kaynağı olduğundan Çin’in büyük güç statüsüne yükselişini desteklemektedir. Buna yönelik eski ÇKP Merkez Parti Okulu başkan yardımcısı Li Junru, Çin’in uluslararası üstünlüğü yolculuğunda “barışçıl yükselişini” etkileyen en önemli faktörün Tayvan değil, enerji kaynaklarına yönelik küresel rekabet olduğunu ileri sürmüştür (Boustany & Ellings, 2018).

Çin’in enerji kaynaklarının ayırt edici bir özelliği, zengin kömür kaynaklarına sahip olmasıdır, ancak daha az petrol rezervine ve kıt gaz kaynaklarına sahiptir. BP verilerine göre 2018 sonu itibarıyla Çin, dünya kanıtlanmış kömür rezervlerinin yüzde 13,2’sine sahiptir. Nitekim bu oranla ABD, Rusya ve Avustralya’nın gerisinde kalmaktadır (BP, 2019). Çin’deki bu dengesiz enerji donanımı, enerji karışımının kömürden oluşmasına yol açmaktadır. Buna rağmen Çin, kömürün payını azaltarak, doğal gaz ve yenilenebilir enerjinin payını artırarak enerji karışımını çeşitlendirmeye çalışmaktadır.

Şekil 8’de 1978-2022 döneminde Çin’in enerji tüketim bileşenlerinde farklı enerji kaynaklarında yaşanan dinamik değişimler gösterilmektedir. Burada görüldüğü üzere Çin’in enerji tüketiminin büyük payı kömüre aittir. Şekilde yer alan verilere göre; Çin’de kömür tüketimini toplam tüketim içerisindeki payı 1978 (%70,7) ve 1990 (%76,2) yıllarında artış göstermiş devamında 1991-1995 yılları arasında sırasıyla %76,1-%74,6

seviyelerinde bir durağanlık yaşamıştır. Bu durağan dönemin ardından 1996-2001 dönemlerinde azalarak devam etmiştir. 2002 (%68,5) ve 2009 (%71,6) yılları arasında %4,52'lik bir artışın ardından 2010 sonrası dönemde sürekli olarak azalarak 2022'de %56,2 gibi son derece şaşırtıcı bir seviyeye gerilemiştir. Bunun yanı sıra petrolün 1978'de toplam tüketim içerisindeki oranı %22,7'den 2022'de %17,9'a düşmüştür. Doğal gaz ise 1978'deki %3,2'lik payından 2022'de %8,4'e yükselmiştir. Birincil elektrik ve çevre dostu enerjiyi kapsamına alan diğer enerji kaynaklarının toplam tüketim içerisindeki payı ise 1978'de %3,4 seviyesinden %17,5 gibi çarpıcı bir orana yükselmiştir. Özetle 1978-2022 yılları arasında; kömür tüketimi %14,5 azalmış, petrol tüketimi %4,8 azalmış, doğal gaz tüketimi %5,2 artmış ve birincil elektrik ve çevre dostu enerji kaynakları %14,1'lik bir artış göstermiştir. Dolayısıyla son yıllarda Çin'in toplam enerji bileşenlerinin çeşitlendirilmesinde ve çevre dostu kaynakların kullanımının artmasında iyicil etkiler gözlemlenmektedir.



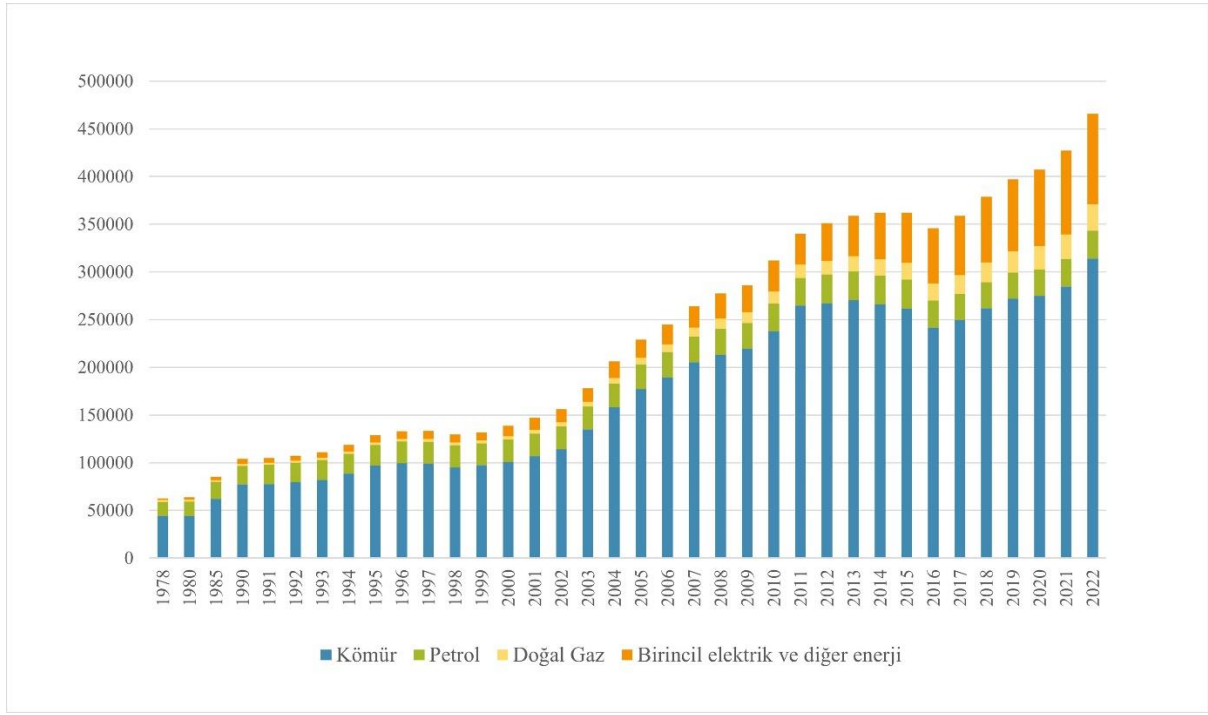
Şekil 8: Çin'in Toplam enerji tüketimi ve bileşenleri (1978-2021)

Kaynak: NBS, 2023

Kömür ve petrol tüketiminin toplam tüketim payı içerisindeki çarpıcı düşüşüne karşılık doğal gaz, elektrik ve çevre dostu enerji kaynaklarının ciddi yükselişi; Çin'in CO2 emisyonlarını azaltma yönündeki çabalarını ve enerji arz güvenliği noktasındaki ilerlemeyi gözler önüne sermektedir. Fakat buradaki oransal ilerleme her ne kadar enerji kaynaklarının payı noktasında bir avantaj olsa da toplam enerji tüketiminin payının büyük ölçekli artışı buradaki çevresel, ekonomik ve politik baskıyı azaltmada yeterli değildir. Nitekim 1978-2022 yılları arasında Çin'in toplam enerji tüketimi %846,7 artmıştır.

Şekil 9'da ise Çin'in toplam enerji üretimindeki artış ve bu artışın enerji kaynakları bakımından bileşenleri yer almaktadır. Tüketimin aksine üretimde belirli yıllarda düşüşler yaşanmıştır. Bu anlamda 1998-1999 yılları arasında bir durağanlık devamında 2015'e kadar hızlı bir yükseliş yaşamıştır. 2015-2016 yılları arasındaki %4,48'lik kısa süreli bir düşüşün ardından 2016-2022 yılları arasında istikrarlı bir yükseliş süregelmıştır.

Kömür üretimim toplam tüketim payı içerisindeki oranı 1978'de %70,3'den 2022'de %67,4'e gerilemiş fakat genel itibarıyla durağan bir seyir göstererek ortalama %73,4 seviyelerinde seyretmiştir. Ham petrol ise 1978'deki %23,7'lik orandan 2022'deki %6,3 oranına %17,4 ile keskin bir düşüş yaşamıştır. Yine doğal gaz üretimi 1978-2022 yılları arasında sırasıyla %2,9-%5,9 oranlarında olup %3 artmıştır. Birincil elektrik ve çevre dostu enerji üretimi ise 1978'de %3,1'den 2022'de %20,4'e en yüksek artışa sahip enerji kaynağı olarak %17,3 artmıştır. Ayrıca Çin'in 1978-2022 yılları arasında toplam üretimi ise %642,3'lük bir artış yaşanmıştır. Bu anlamda Çin'in enerji tüketimi üretimden %204,4 daha fazla artmıştır.



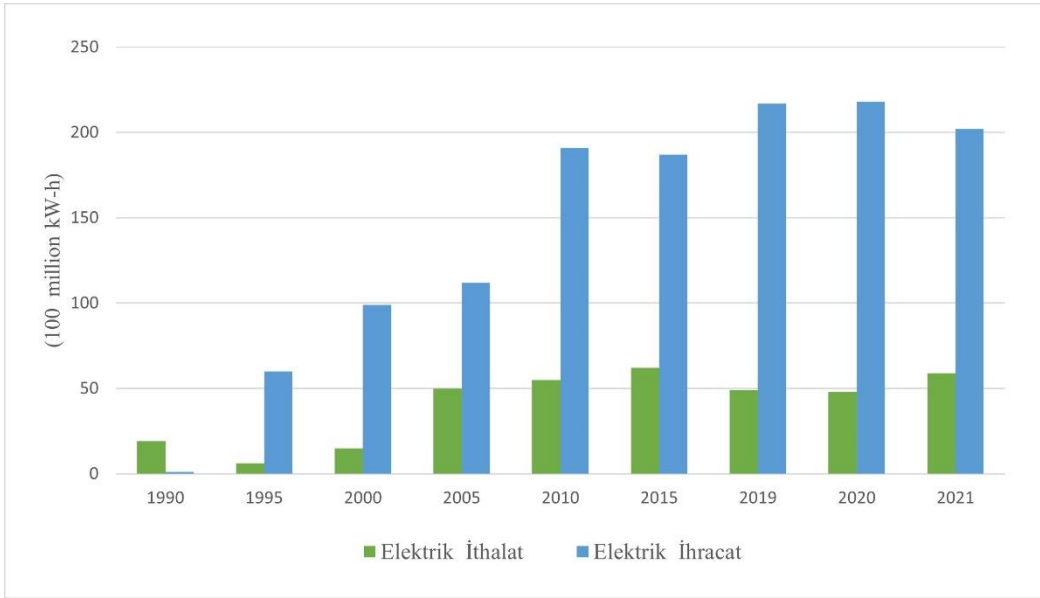
Şekil 9: Çin'in Toplam enerji üretimi ve bileşenleri (1978-2022)

Kaynak:NBS, 2023

Çin'in genel enerji güvenliği seviyesi düşük olmakla birlikte 2005'te 0,325'ten 2020'de 0,267'ye kadar dalgalı bir düşüş göstermiştir. Buna ek olarak, çeşitli bölgelerdeki enerji güvenliği de değişen derecelere düşmüştür. Bölgesel farklılıklar açısından enerji güvenliği ülkenin batı bölgesinde en yüksek, kuzeydoğu bölgesinde en düşük, doğu ve orta bölgelerde ise hemen hemen eşdeğerdir (X. Zhao vd., 2023).

Şaşırtıcı bir şekilde Çin, geçtiğimiz kırk yıllık dramatik enerji tüketimi artışı sırasında enerji tüketimi karışımında petrol kullanımının ortalama %20'lik istikrarlı bir payını korumuştur. Çin yeni yüzyıla girmeden önceki enerji üretiminde enerji arz güvenliğini sağlama ve çevresel sorunlarla mücadelede nükleer enerji ve yenilenebilir kaynaklarını artırma yönünde bir yol izlemiştir. Nitekim çevre dostu enerjinin toplam tüketim içerisindeki payları bu çabaların bir sonucu olarak 2000'deki %7,3 seviyesinden 2022'de %17,5'e yükselmiştir. Hem enerji üretimi hem de tüketim karışımı, Çin'in enerji tedarikini sağlamak için her zaman kömüre büyük ölçüde bağımlı olduğunu ve küresel ortalamanın çok üzerinde olduğunu ortaya koymuştur. Nitekim 2022 yılı verilerince toplam tüketim içerisindeki yüzdeler; kömür için %56,2, ham petrol için %17,9, doğal gaz için %8,4 ve birincil elektrik ve çevre dostu enerji kaynakları için ise %17,5 olarak belirlenmiştir (NBS, 2023).

Bunun yanı sıra Şekil 10'da görüldüğü üzere Çin'in elektrik ithalatı yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin artmasıyla özellikle 2010 sonrası dönemde hızla artmıştır. Bu anlamda 1990'da 1 seviyesinde (100 milyon Kw-h cinsinden) olan enerji ihracatı 2021'de 202 seviyesine yükselmiştir. İthalat seviyeleri ise 1990-2021 yılları arasında sırasıyla 19 ve 59 seviyelerinde olup belirli dönemlerde dalgalı bir seyir göstermiştir. Elektrik ihracatındaki bu önemli yükseliş Çin'e enerji arz güvenliği noktasında oldukça olumlu bir katkı sağlamaktadır.



Şekil 10: Çin'in 1990-2021 Yılları Arası Elektrik İthalat ve İhracatı

Kaynak: NBS, 2023

Çin'in enerji arz güvenliğinin genel durumu 1994'ten 2008'e kadar güvensiz bir istikamette seyrederken, 2009'dan bu yana iyileşme göstermektedir. Nitekim Çin'in enerji arz güvenliğinin 2003 yılındaki durumuyla karşılaştırıldığında 2011 yılındaki güvenlik seviyesinin son derece iyileştirilmiş olduğu söylenebilmektedir (Geng & Ji, 2014). Bunun temel nedeni, dünya enerji ihracat pazarındaki tekelin sürekli artması ve uluslararası ham petrol fiyatlarının düşmesidir. Öte yandan son yıllarda, Çin'de enerji güvenliğinin artırılmasının, ithal petrole olan bağımlılığın dengelenmesinden daha fazlasını içerdiği giderek daha fazla kabul görmektedir (Downs, 2006). 2008 yılından sonra Çin için enerjide dışa bağımlılık artsa da uluslararası enerji fiyatları nispeten istikrarlı seyrederek Çin'de enerji tasarrufu politikaları ve enerji ithalat kaynaklarının çeşitlendirilmesi politikaları etkin bir şekilde uygulanmıştır (REN21, 2019).

SONUÇ

Çin'in enerji güvenliğine ilişkin tartışmaları on yıl öncesine kıyasla çok daha karmaşık ve kapsamlıdır. 2000'li yılların hemen başında yabancı petrole olan ithal bağımlılık Çin için enerji arz güvenliği sorununu hızla stratejik politikalarının merkezi haline getirmiştir. Bu anlamda son yıllarda alternatif enerji kaynaklarına ve enerji güvenliğini etkileyen ülke içi faktörlere verilen önem giderek artmaktadır. Çin'in enerji tüketiminde ithalata bağımlı olduğu petrol ve kömürün payının giderek azalması, enerji arz güvenliği noktasında gelecek hedefleri için dikkate değer bir çaba içerisinde olduğunu göstermektedir. Fakat nüfusu, sanayisi ve büyüyen ekonomisiyle her geçen enerji tüketimi artan Çin, uyguladığı olumlu politikalar karşısında yükselen enerji talebiyle baş etmeye çalışmaktadır. Bu anlamda kömür ve petrolün toplam enerji tüketimi içerisindeki oransal azalışı artan tüketim karşısında Çin'in enerjisi çeşitlendirmeye yönelik başarısına set vurmaktadır.

Öte yandan fosil yakıt kullanımının istikrarlı azaltımı ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik üretim ve finansman desteği gözle görülür biçimde çevresel iyileşmeye ve enerji arz güvenliğine katkıda bulunmaktadır. Çin özellikle 2060 yılına yönelik karbon nötrlüğü hedefi noktasında, fosil yakıtları azaltma ve çevre dostu enerjiyi destekleme hedeflerini siyasi ve ekonomik anlamda istikrarlı biçimde desteklemektedir. Çin'in enerji tüketimi bileşenleri, ithalat-ihracat dengeleri ve bugüne kadarki gelişimine bakıldığında, gelecekte orta ve uzun vadede ithal enerjiye olan bağımlılığını güvenli bir seviyeye indireceği ve çevre dostu enerji kaynaklarına yaptığı yatırımlarla da başta hava kirliliği olmak üzere mevcut çevre kirliliği seviyelerini de kabul edilebilir uluslararası standartlara indirebileceği düşünülmektedir.

Bununla birlikte enerji tüketen ülkelerin jeopolitik riskten kaçınmaması nedeniyle, enerji arz güvenliğine ilişkin stratejik karar vermenin risklerinin doğru analiz edilmesi Çin açısından son derece önemlidir. Bu anlamda Çin potansiyel arz kesintileri ve ani fiyat artışlarına maruz kalma riskini azaltmak için enerji güvenliğine yönelik ekonomik ve siyasi desteğinin yanı sıra uluslararası diplomatik ilişkilerini hassas bir dengede tutarak güçlendirmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Asif, M., & Muneer, T. (2007). Energy supply, its demand and security issues for developed and emerging economies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(7), 1388-1413. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.12.004>
- Bohi, D. R., & Toman, M. A. (1993). Energy security: Externalities and policies. *Energy policy*, 21(11), 1093-1109.
- Bompard, E., Carpignano, A., Erriquez, M., Grosso, D., Pession, M., & Profumo, F. (2017). National energy security assessment in a geopolitical perspective. *Energy*, 130, 144-154. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.04.108>
- Boustany, C., & Ellings, R. J. (2018). China and the strategic imperative for the United States. *asia policy*, 13(1), 47-68.
- BP, B. P. (2017). *BP energy charting tool*.
- BP, B. P. (2019). *BP Statistical Review of World Energy 2019*.
- Correlje, A., & Van der Linde, C. (2006). Energy supply security and geopolitics: A European perspective. *Energy policy*, 34(5), 532-543.
- Dai, H., Masui, T., Matsuoka, Y., & Fujimori, S. (2012). The impacts of China's household consumption expenditure patterns on energy demand and carbon emissions towards 2050. *Energy policy*, 50, 736-750.
- Downs, E. (2006). Energy Security Series. *The Brookings Foreign Policy Studies*. http://frankhaugwitz.com/doks/security/2006_12_China_Brookings.pdf
- Egenhofer, C., & Legge, T. (2001). *Security of Energy Supply: A question for policy or the markets?* CEPS.
- Ellings, R. J., & Friedberg, A. L. (2001). *Strategic Asia 2001-02: Power and Purpose* (C. 1). Nbr.
- Erdoğan, S., Yıldırım, D. Ç., & Gedikli, A. (2019). Investigation of Causality Analysis between Economic Growth and CO. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(6), 430-438.
- Erdoğan, S., Yıldırım, S., Yıldırım, D. Ç., & Gedikli, A. (2020). The effects of innovation on sectoral carbon emissions: Evidence from G20 countries. *Journal of environmental management*, 267, 110637.
- Feng, L., Hu, Y., Hall, C. A. S., & Wang, J. (2013). *The Chinese Oil Industry: History and Future*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9410-3>
- Geng, J.-B., & Ji, Q. (2014). Multi-perspective analysis of China's energy supply security. *Energy*, 64, 541-550. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.11.036>
- Gosens, J., Kåberger, T., & Wang, Y. (2017). China's next renewable energy revolution: Goals and mechanisms in the 13th Five Year Plan for energy. *Energy Science & Engineering*, 5(3), 141-155. <https://doi.org/10.1002/ese3.161>
- He, K., Huo, H., Zhang, Q., He, D., An, F., Wang, M., & Walsh, M. P. (2005). Oil consumption and CO2 emissions in China's road transport: Current status, future trends, and policy implications. *Energy policy*, 33(12), 1499-1507.
- Helm, D. (2002). Energy policy: Security of supply, sustainability and competition. *Energy policy*, 30(3), 173-184.
- Huang, H., & Yan, Z. (2009). Present situation and future prospect of hydropower in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(6-7), 1652-1656.
- IEA. (2019). *Global Energy & CO2 Status Report 2019*.
- IEA. (2023). *Emergency response and energy security*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/about/emergency-response-and-energy-security>
- Infobank. (t.y.). Geliş tarihi 02 Mart 2024, gönderen <http://www.infobank.cn/>
- ITA. (2023). *China—Country Commercial Guide*. International Trade Administration.
- Jansen, J. C., Arkel, W. van, & Boots, M. G. (2004). *Designing indicators of long-term energy supply security*. Energy research Centre of the Netherlands ECN Westerduinweg, The Netherlands. <https://www.ecn.nl/publicaties/PdfFetch.aspx?nr=ECN-C--04-007>
- Keppler, J. H. (2007). *International relations and security of energy supply: Risks to continuity and geopolitical risks*. <https://ketlib.lib.unipi.gr/xmlui/handle/ket/476>
- Kuteleva, A. (2021). *China's Energy Security and Relations With Petrostates: Oil as an Idea*. Routledge.
- Leung, G. C. (2010). China's oil use, 1990–2008. *Energy policy*, 38(2), 932-944.
- Leung, G. C. K. (2011). China's energy security: Perception and reality. *Energy Policy*, 39(3), 1330-1337. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.12.005>
- Li, N., Wang, J., Liu, R., & Tang, X. (2021). Multi-scenario conception on the development of natural gas industry under the goal of carbon neutrality. *Natural Gas Industry*, 41(02), 183-192.

- Lim, T. W. (2009). *Oil in China: From self-reliance to internationalization* (C. 18). World Scientific. https://books.google.com/books?hl=tr&lr=&id=59zFCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=.+Oil+in+China:+from+self-reliance+to+internationalization&ots=zV2hffSpEv&sig=aJ_luvkMaIJ99Sbev6ssshhl1wRo
- Lin, B., & Xie, C. (2013). Estimation on oil demand and oil saving potential of China's road transport sector. *Energy Policy*, *61*, 472-482.
- Lv, A., Li, T., Zhang, W., & Liu, Y. (2022). Spatiotemporal Distribution and Complementarity of Wind and Solar Energy in China. *Energies*, *15*(19), 7365.
- Mallapaty, S. (2020). How China could be carbon neutral by mid-century. *Nature*, *586*(7830), 482-483.
- NBS. (2023). *China Statistical Yearbook 2023*. National Bureau of statistics of China.
- NDRC, NEA, & MLR. (2017). *13th Five-Year-Plan (2016-2020) for the development and use of geothermal resources*.
- NEA. (t.y.). *China Energy leads the world's energy transformation*. National Energy Administration. Geliş tarihi 01 Mart 2024, gönderen http://www.nea.gov.cn/2017-02/15/c_136058942.htm
- Nezhnikova, E. V. (2018). Investigation of the features of investment in the development of renewable energy sources. İçinde *Investigation of the features of investment in the development of renewable energy sources*: Nezhnikova, Ekaterina V. <http://www.zbw.eu/econis-archiv/bitstream/11159/2153/1/1028170580.pdf>
- Odell, P. R. (2004). *Why carbon fuels will dominate the 21st century's global energy economy*. Multi-Science Publishing Company Brentwood. [http://library.navoiy-uni.uz/files/odell%20p.r.%20-%20why%20carbon%20fuels%20will%20dominate%20the%2021st%20century's%20global%20energy%20economy%20\(1st%20edition\)\(2004\)\(168s\).pdf](http://library.navoiy-uni.uz/files/odell%20p.r.%20-%20why%20carbon%20fuels%20will%20dominate%20the%2021st%20century's%20global%20energy%20economy%20(1st%20edition)(2004)(168s).pdf)
- Odgaard, O., & Delman, J. (2014). China's energy security and its challenges towards 2035. *Energy Policy*, *71*, 107-117.
- Rahman, M. M., & Velayutham, E. (2020). Renewable and non-renewable energy consumption-economic growth nexus: New evidence from South Asia. *Renewable Energy*, *147*, 399-408. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.09.007>
- Ren, J. (2020). *China's Energy Security: Analysis, Assessment And Improvement*. World Scientific.
- Ren, L., Wang, W., Wang, J., & Liu, R. (2015). Analysis of energy consumption and carbon emission during the urbanization of Shandong Province, China. *Journal of Cleaner Production*, *103*, 534-541. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.098>
- REN21. (2019). *RENEWABLES 2019 GLOBAL STATUS REPORT*.
- Rout, U. K., Voß, A., Singh, A., Fahl, U., Blesl, M., & Ó Gallachóir, B. P. (2011). Energy and emissions forecast of China over a long-time horizon. *Energy*, *36*(1), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.10.050>
- Roy, B., & Schaffartzik, A. (2021). Talk renewables, walk coal: The paradox of India's energy transition. *Ecological Economics*, *180*, 106871.
- Sun, H., Samuel, C. A., Amisah, J. C. K., Taghizadeh-Hesary, F., & Mensah, I. A. (2020). Non-linear nexus between CO2 emissions and economic growth: A comparison of OECD and B&R countries. *Energy*, *212*, 118637.
- Şen, Z. (2004). Solar energy in progress and future research trends. *Progress in energy and combustion science*, *30*(4), 367-416.
- The World Bank. (t.y.). *CO2 emissions (metric tons per capita)*. <https://databank.worldbank.org/>
- Trainer, T. (2007). *Renewable energy cannot sustain a consumer society* (1. bs). Springer. <http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=67d56fd11140ec1a3244754e69e07902>
- Turton, H., & Barreto, L. (2006). Long-term security of energy supply and climate change. *Energy Policy*, *34*(15), 2232-2250.
- Uyar (eds.), T. S. (2017). *Towards 100% Renewable Energy: Techniques, Costs and Regional Case-Studies* (1. bs). Springer International Publishing. <http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=9fc2e7aac94e6004fcb9766690642a10>
- Wang, B., Wang, Q., Wei, Y.-M., & Li, Z.-P. (2018). Role of renewable energy in China's energy security and climate change mitigation: An index decomposition analysis. *Renewable and sustainable energy reviews*, *90*, 187-194.
- Williams, J. L., & Alhajji, A. F. (2003). The coming energy crisis. *Oil Gas J*, *101*(5), 1-13.
- Winzer, C. (2012). Conceptualizing energy security. *Energy Policy*, *46*, 36-48. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.067>
- Wu, K. (2014). China's energy security: Oil and gas. *Energy Policy*, *73*, 4-11. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.05.040>

- Yang, X., Li, N., Mu, H., Ahmad, M., & Meng, X. (2022). Population aging, renewable energy budgets and environmental sustainability: Does health expenditures matter? *Gondwana Research*, 106, 303-314. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2022.02.003>
- Zhao, L., Cao, R., & Wang, Y. (2023). (National Development and Reform Commission (NDRC). *Frontiers in Energy Research*, 10, 1104071.
- Zhao, X., & Luo, D. (2017). Driving force of rising renewable energy in China: Environment, regulation and employment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 48-56.
- Zhao, X., Shang, Y., & Song, M. (2019). What kind of cities are more conducive to haze reduction: Agglomeration or expansion? *Habitat International*, 91, 102027. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2019.102027>
- Zhao, X., Shang, Y., & Song, M. (2020). Industrial structure distortion and urban ecological efficiency from the perspective of green entrepreneurial ecosystems. *Socio-Economic Planning Sciences*, 72, 100757.
- Zhao, X., Tao, W., Ma, X., Wang, C., & Mentel, G. (2023). Exploring the role of environmental regulation on energy security: Contextual findings for sustainable development in Chinese provinces. *Gondwana Research*, 116, 113-124. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2022.12.017>
- Zheng, H., Song, M., & Shen, Z. (2021). The evolution of renewable energy and its impact on carbon reduction in China. *Energy*, 237, 121639. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121639>

BİNALARDA YANGIN GÜVENLİĞİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÇERÇEVESİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Mehmet Akif Yıldız

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı

mmakif44@gmail.com

Arş. Gör. Dr. Merve Ertosun Yıldız

Sakarya Üniversitesi/Sanat, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

merveertosun@sakarya.edu.tr

ÖZET: Sürdürülebilirlik hedeflerini temel ilke edinen binalar, kullanıcılarının yaşam standartlarını, sağlığını ve güvenliğini gözetirken, enerji tüketimini ve binanın yaşam döngüsü boyunca çevresel etkisini azaltmaktadır. Özellikle iklimsel verilerden, teknolojinin verdiği imkanlardan faydalanarak tasarlanan binalarda enerji verimliliği ve kullanıcı konforu ön plana çıkmaktadır. Ancak enerji ve su başta olmak üzere yapı yaşam döngüsü içerisinde verimliliği ve kaynak korunumunu önceleyen bina tasarımlarında yangın güvenliği önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Tasarımın ilk aşamalarından itibaren yangın riskinin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve çözüm stratejilerinin geliştirilememesi durumları, sürdürülebilirlik ilkeleriyle çelişmektedir. Olası bir yangında bina kullanımı, işletimi zarar görmekte, çevresel, ekonomik ve toplumsal problemler belirmektedir. Yangın güvenliği bütün binalar için dikkate alınması gereken önemli bir risk problemi olmanın yanı sıra, yüksek performans sağlamak, çevresel etkileri azaltmak ve kaynak korunumunu ön plana çıkarmak gibi temel sürdürülebilirlik hedeflerini içeren binalarda da öncelikli bir problem olmalıdır. Bu çalışma ile binalardaki pasif ve aktif tasarım özelliklerinin sebep olduğu yangın olayları incelenerek yangının başlaması ve yayılmasında etkili olan parametrelerin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Binalarda doğal havalandırma ve aydınlatma sağlamak amacıyla bina kabuğu ve iç mekânlarda düzenlenen yatay ve dikey boşlukların, yangın yayılımında etkili olan birincil tasarım unsurları olduğu görülmektedir. Ayrıca binanın konstrüksiyonu, yalıtımı ve kaplamaları için kullanılan yanıcı özelliğe sahip malzemeler, enerji üreten sistemleri, iklimlendirme sistemleri, elektrik ve mekanik sistemleri yangın güvenliği bağlamında değerlendirilmediğinde, yangının gelişimindeki riskin boyutlarını artırmaktadır. Sonuç olarak yangın güvenliği tasarımının sürdürülebilirlik hedefleri için bina tasarımlarının erken aşamalarında dahil edilmesi ve risklere ait önlemlerin alınması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, binalarda yangın güvenliği, yangın riskleri.

AN EVALUATION OF FIRE SAFETY IN BUILDINGS WITHIN THE FRAMEWORK OF SUSTAINABILITY

ABSTRACT: Buildings that adopt sustainability goals as a fundamental principle reduce energy consumption and the environmental impact of the building throughout its life cycle while considering its users' living standards, health, and safety. Energy efficiency and user comfort come to the forefront, especially in buildings designed by utilizing climatic data and the opportunities provided by technology. However, fire safety emerges as a vital problem in building designs prioritizing efficiency and resource conservation in the building life cycle, especially energy and water. Failure to identify and assess fire risk and develop solution strategies from the early stages of design contradicts sustainability principles. In a possible fire, the use and operation of the building are damaged, and environmental, economic, and social problems arise. Fire safety is not only a critical risk problem to be considered for all buildings, but it should also be a priority problem in buildings that include primary sustainability goals such as providing high performance, reducing environmental impacts, and prioritizing resource conservation. This study aims to investigate the fire events caused by passive and active design features in buildings and to reveal the parameters that are effective in the initiation and spread of fire. It is seen that the horizontal and vertical spaces organized in the building envelope and interior spaces to provide natural ventilation and lighting in buildings are the primary design elements that are effective in fire spread. In addition, flammable materials used for the construction, insulation, and coatings of the building, energy generating systems, air conditioning systems, and electrical and mechanical systems increase the dimensions of the risk in the development of fire when they are not evaluated in the context of fire safety. As a result, fire

safety design should be included in the early stages of building design for sustainability goals, and measures should be taken for risks.

Key Words: Sustainability, Fire Safety in the Buildings, Fire Risks.

GİRİŞ

Tüm dünya ülkelerinin ortak problemi haline gelen kontrolsüz nüfus artışı, çevre kirliliği ve enerji kaynaklarının tükenmesi kaygılarına çözüm yaklaşımlarının temelini oluşturan sürdürülebilir binalar, kaynakların verimli kullanımı ve yapı çevre etkilerinin en aza indirilmesi hedefleriyle yapı çevrelerde yaygınlaşmaya başlamıştır. Sürdürülebilirlik temel hedefi çerçevesinde ele alınan bina tasarımları; asgari düzeyde zarar veren ve küreselleşen dünyaya karşı olumlu çözümler üreten yaklaşımların ortaya koyulmasını ve binaların yaşam döngüsü boyunca enerji, malzeme, su gibi hayati öneme sahip ve hızla tükenmekte olan kaynaklarının verimli kullanılmasını hedeflemektedir. Ancak enerji ve su başta olmak üzere yapı yaşam döngüsü içerisinde verimliliği ve kaynak korunumunu önceleyen sürdürülebilir bina tasarımlarında yangın güvenliği önemli bir problem olarak ortaya çıkmakta, tasarımın ilk aşamalarından itibaren yangın riskinin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve çözüm stratejilerinin geliştirilememesi durumlarında sürdürülebilirlik ilkeleriyle çelişmektedir. Yapılı çevrelerde planlamadan yapım, kullanım ve yaşam sonu geri dönüşüm süreçlerine kadar çevreye, topluma, ekonomiye olumlu çözümler üreten bina tasarımlarında yangın güvenliği çözümlerinin entegrasyonunun gerçekleşmemesi neticesinde yangında yangının yayılması ve büyümesi hususlarında birçok güvenlik riskleri meydana gelmektedir.

The International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), ve The World Business Council on Sustainable Development (WBCSD) sürdürülebilir tasarımın yapı çevreye doğrudan uygulanmasını göz önüne alarak ve bir binanın yaşam döngüsüne uygulanan yapım faaliyetleri süreci için sürdürülebilirlik değerlendirmelerinden yola çıkarak sürdürülebilirlik uygulamalarını aşağıda özetlenmiştir (CIB, 1994; Verfaillie and Bidwell, 2000):

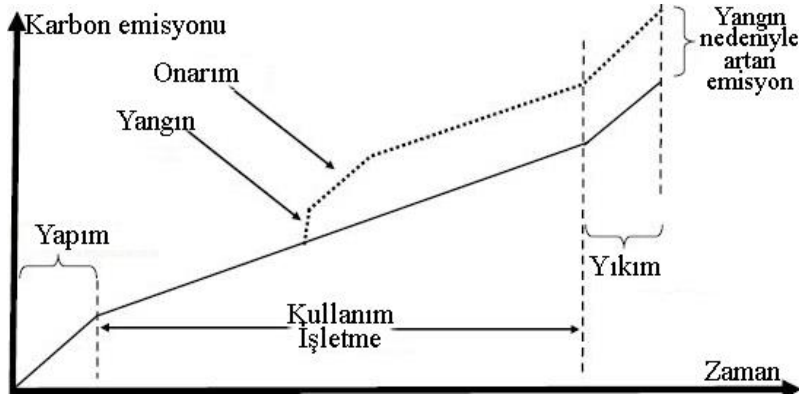
1. Kaynak tüketimini azaltma
2. Kaynakları yeniden kullanma
3. Geri dönüştürülebilir kaynakları kullanma
4. Doğayı koruma
5. Toksik maddeleri ortadan kaldırma
6. Yaşam döngüsü maliyetini değerlendirme:
 - Üretilen ürünler yaşam döngüsü etkileri açısından değerlendirilerek, kaynağı çıkarma, nakliye, ürün imalatı, inşaat sırasındaki enerji tüketimi ve emisyonlar, operasyonel etkiler ve bertaraf etkileri
7. Kaliteye odaklanma
8. Yenilenebilir kaynakları kullanma
9. Ürünlerin dayanımını artırma

Yukarıda özetlenen sürdürülebilir hedeflere sahip faydalı bileşenler yapı çevrelerde yaşam döngüsü boyunca ekolojiye, topluma, ekonomiye katkı sağlamaktadır. Binaların planlama aşamasından başlayarak tasarım, uygulama, kullanım, işletim ve yaşam sonu bertarafını kapsayan süreçlerdeki verimliliğin devamlılığı için yangın riski faktörünün öneminin vurgulanması ve gerçekleşen yangın olaylarının analizi ile değerlendirmelerin yapılması bu çalışmanın kapsam ve amacını oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında öncelikle yangın güvenliği ve sürdürülebilirlik ilişkisi incelenmektedir. Sürdürülebilirliği katkı sağlamak amacıyla binaların tasarımlarında yer alan özelliklerden kaynaklı dünyada meydana gelen yangın olayları incelenerek risk faktörlerinin ortaya koyulması ve yangın güvenliği tasarımının öneminin vurgulanması çalışmanın yöntemini oluşturmaktadır.

1. Sürdürülebilirlik ve Yangın Güvenliği İlişkisi

Her an her binada gerçekleşmesi olası yangınlar karşısında zayıf kalan binaların sürdürülebilirlik uygulamalarının yok olmasına sebep olacağı dikkate alındığında yangın güvenliği tasarımının sürdürülebilirliğe katkısının önemi ortaya çıkmaktadır. Çünkü yangının meydana geldiği bir bina ve çevresinde insanı, ekolojiyi, ekonomiyi ve kaynakları etkileyen problemler meydana gelmektedir. Yangından korunmaya yönelik tasarım unsurları ve sistemler olmadığından yangın yaşam döngüsü karbon emisyonlarını standart bir

ofis binası için 30-40 kg of CO₂/m² artırarak binanın yaşam döngüsü boyunca saldıgı karbonu %14 oranında artırdığı FM Global tarafından yayımlanan raporda görülmüştür (Şekil 1) (Gritz et al., 2009).



Şekil 1: Risk faktörlerinin toplam yaşam döngüsü karbon emisyonlarına katkısı

Kaynak: Gritz et al., 2009.

Yangının meydana geldiği bir binada kullanıcıların ve yangın söndürmede görevli kişilerin güvenliğini tehdit eden birçok etmen bulunurken, yanma sonucu ortaya çıkan zehirli gazlar ve partiküller atmosfere karışarak çevre üzerinde de olumsuz etkilere neden olmaktadır. Ayrıca, yangını söndürmek için kullanılan suyun yeraltı suyu ile karışması sonucu çevre suları kirlenmekte ve insanlar, hayvanlar ve bitkiler için birçok olumsuz sonuçlar doğmaktadır (Tidwell and Murphy, 2010).

Normal koşullar ile yaşam sürelerinin sonuna ulaşan bina geri dönüştürülebilirken; bir binanın yaşam döngüsü yangın ile sona eriyorsa, yeniden kullanıma uygun olmayarak, bina bertaraf edilmektedir. Bu durum mevcut kaynakların yok olmasına ve yeni kaynak ihtiyaçlarının ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Binanın ve içeriğinin doğrudan kaybolmasında çevresel etkilerin yanında toplumsal ve ekonomik etkilerde bulunmaktadır. İş kesintisi, iş kayıpları ve hizmetlerin kesintisinden dolayı toplumsal ve ekonomik etkiler meydana gelmektedir.

Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda yangın güvenliği önlemlerinin öncelikli olarak ele alınmadığı yapı çevrelerde sürdürülebilirlik ilkelerine olumsuz etkilerin meydana gelmesine neden olan hususlar aşağıda özetlenmektedir:

- Bina kullanıcıları ile yangın söndürmede görevli kişilerin can güvenliğinin tehdidi,
 - Yangın sonucu binanın fiziksel ve işlevsel ömrünün sona ermesi,
 - Yanma sonucu ortaya çıkan zehirli gaz ve partiküllerin çevreye verdiği zararlar,
 - Yangını söndürmek için kullanılan suyun yeraltı suyu ile karışması sonucu çevre sularının kirlenmesi ve canlıları tehdit etmesi,
 - Yaşam döngüsü sonuna yangın ile ulaşan bina elemanlarının geri dönüşüme uygun olmayarak bertaraf edilmesi,
 - Yangın sonucu binanın vermiş olduğu hizmetin aksaması, iş kaybı, işsizliğin artması,
- problemleri sağlık, ekoloji, dayanım, ekonomi gibi sürdürülebilirliğin yapı taşları olan unsurlarla çelişmektedir (Şekil 2). Yapılı çevrelerde yangın kaynaklı sürdürülebilir sorunların meydana gelmesi problemi doğrultusunda sürdürülebilir ilkelere uygun bina tasarım özelliklerinin yangın güvenliği tasarımı ile entegre edilerek değerlendirilmesi gerekmektedir.



Şekil 2: Sürdürülebilirlik ilkeleri ile çelişen yangın risk faktörleri

Kaynak: Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Yangın güvenliği bütün binalar için dikkate alınması gereken önemli bir risk problemi olmakla birlikte, yüksek performans sağlamak, çevresel etkileri azaltmak, kullanıcı konforunu ve kaynak korunumunu ön plana çıkarmak gibi önemli hedefler sahip sürdürülebilir bina tasarım özelliklerinden dolayı çok daha önemli olmaktadır. Yeşil binalarda iç mekân konfor kalitesini artırmak ve enerji korunumu sağlamak için iklim elemanlarından üst düzeyde faydalanılması amacıyla bina içinde ve dışında yatayda ve düşeyde düzenlenen boşluklar vasıtasıyla iç mekânlarda meydana gelen hava hareketleri, binanın konstrüksiyonu, yalıtımı ve kaplamaları için kullanılan yanıcı özelliğe sahip malzemeler, enerji üretmek için kullanılan sistemler, iklimlendirme sistemleri, elektrik kaynaklı sistemler yangın güvenliği bağlamında değerlendirilmediğinde yangının başlaması ve yayılması risklerini meydana getirmekte ve gerçekleştiği durumda felaket olarak nitelendirilebilecek kayıplara sebebiyet vermektedir. Bu durum yangın riski karşısında güvenlik zafiyetine sahip olan binaların sürdürülebilirliği hususunda tartışmaya açık bir problemi ortaya koymaktadır.







Sürdürülebilir tasarımlar arazi seçimi, binanın araziye yerleşimi, kabuk tasarımı, malzeme seçimi, doğal havalandırma ve aydınlatmanın etkin kullanımı için bina içi ve dışındaki boşlukların tasarımı, güneş, rüzgâr gibi iklimsel verilerden faydalanarak enerji üreten sistemlerin yerleşimi, doğal yolların yeterli olmadığı ortamlarda mekanik sistemlerden ısıtma, soğutma ve havalandırma sağlama unsurları ile geleneksel binalardan farklılaşmaktadır. Bu faydalı tasarım unsurlarının getirdiği yangın riskleri ele alınmadığında getireceği problemleri ortaya koymak amacıyla bu çalışmada meydana gelen yangın olaylarını analizi gerçekleştirilerek uygun tasarım ölçütleri tartışılmaktadır.

2. Yangın Olayları

Oksijen, yakıt kaynağı ve ısıнын bir araya gelmesi ile meydana gelen yangın için gerekli kaynaklar yapıları çevrelerde bulunmaktadır. Yanıcı bütün materyaller yakıt kaynağı iken, doğal çevreden alınan oksijene insan hatası ve/veya elektrik-mekanik arızalardan meydana gelen kıvılcım da dahil edilince yangının meydana gelmesi kaçınılmaz olmaktadır. Başlaması kaçınılmaz olan yangının yapıları çevrelerde oksijen kaynağı olan doğal havanın, aktif enerji üreten ve verimlilik sağlayan sistemlerin, yanıcı yapı malzemeleri ve iç mekân tefrişatının etkisiyle büyümesi ve yayılmasının önüne geçmek için çözüm kararlarının alınması ve uygulanmasına ihtiyaç vardır.

Çalışmanın bu bölümünde dünyada son yıllarda gerçekleşen önemli yangın olayları irdelenerek, yüksek kullanıcı ve yapı yoğunluğuna sahip ve sürdürülebilir tasarım özelliklerini içerisinde barındırarak bu özelliklerden kaynaklı yangın boyutunun büyüdüğü referans olaylar yangın başlama, büyüme, yayılma boyutları ile incelenmektedir. Böylece meydana gelen yangın olayları ile literatürde sıklıkla karşılaşılan yangın riski oluşturan tasarım özellikleri çalışmaları desteklenmekte, teorik olarak ele alınan sorunların uygulamadaki sonuçları değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda; yangın risklerinin sürdürülebilirliğe etkisinin ve tasarımların meydana getirdiği yangın risklerinin analizi için Tablo -1' de verilen 8 adet yangın olayı incelenerek değerlendirmeler yapılmaktadır.

Tablo 1: Çalışma kapsamında incelenen binaların tasarım özellikleri

Bina adı/ Yeri	İşlevi/ Kat adedi	Cephe Sistemi	Strüktür ve Kabuk Malzemesi	Yalıtım	Boşluklar	Görsel
Grenfell Tower / Londra	Konut+ Ofis / 24	Tek katmanlı giydirme cephe sistemi	Betonarme/ Poliyeten dolgulu alüminyum panel- cam	Poliyeten köpük yalıtım malzeme	Cephe sistemi ile döşemeler arasındaki boşluklar, Düşey şaft	
Shanghai Apartment/ Şangay	Konut / 28	Yalıtım+ sıva+ boya	Betonarme/ Poliüretan köpük yalıtım+ sıva+ boya	Poliüretan köpük yalıtım malzeme	Cephe hareketleri ile oluşan düşey dış boşluklar	
Television Cultural Center/ Pekin	Ofis / 32	Çift ve tek katmanlı giydirme cephe	Karma/ Alüminyum ve titanyum alaşımli kaplama - cam	Polistiren köpük yalıtım malzeme	Çift kabuklu cephe boşluğu	
Cook Country/ Chicago	Ofis / 35	Sıva+ boya	Betonarme/ Sıva+boya - cam	-	Düşey şaftlar ve asma tavan üzeri yatay boşluklar	
Windsor Building/ Madrid	Ofis / 38	Çelik çerçevesi tek kat giydirme cephe	Karma/ Alüminyum +cam	-	Cephe sistemi ile döşemeler arasındaki boşluklar, düşey şaft	
Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi/ İstanbul	Hastane / 11	Mekanik montaj kompakt laminat, alüminyum + cam giydirme cephe	Betonarme/ Alüminyum ve laminat panel + cam	Organik esaslı yalıtım malzeme	Mekanik montaj ile betonarme sistem arası boşluklar ve iç avlular	


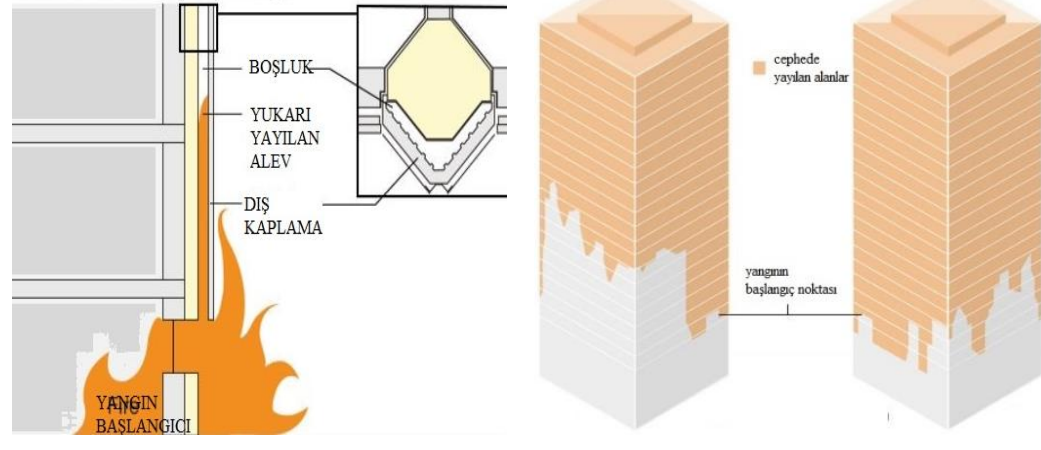
Marina Torch Tower / Dubai	Konut / 86	Tek katmanlı giydirme cephe sistemi	Betonarme/ Alüminyum panel + cam	Polietilen köpük yalıtım malzeme	Cephe hareketleri ile oluşan düşey dış boşluklar ve düşey şaft	
Polat Tower/ İstanbul	Konut+ Ofis / 32	Mekanik montaj doğal taş +tek katmanlı giydirme cephe	Betonarme/ Doğal taş + alüminyum	Taş yünü yalıtım malzeme	Giydirme cephe ile betonarme sistem arası boşluklar	

Kaynak: Dow and Bourke, 2017; Peng et al., 2013; Madrzykowski and Walton, 2004; Fletcher, 2009; Beyhan, 2018; Saunders, 2018.

a. Grenfell Tower

2016 yılında Grenfell Tower, binanın dışını kaplayan havalandırılmalı bir boşluk ile ayrılan, yanıcı sert köpük yalıtımı ve alüminyum-polietilen kompozit malzemeden oluşan yalıtımlı bir cephe sistemi ile yenilenmiştir. 14 Haziran 2017'de 4. kattaki bir apartman dairesinde mutfağında çıkan yangın, yeni kurulan cephe sistemini tutuşturarak hızlı bir şekilde binanın dışına yayılmış ve yangın sonucunda 72 can kaybı meydana gelmiştir (Tablo 2) (McKenna et al., 2019).

Tablo 2: Grenfell Tower yangın olayı analizi

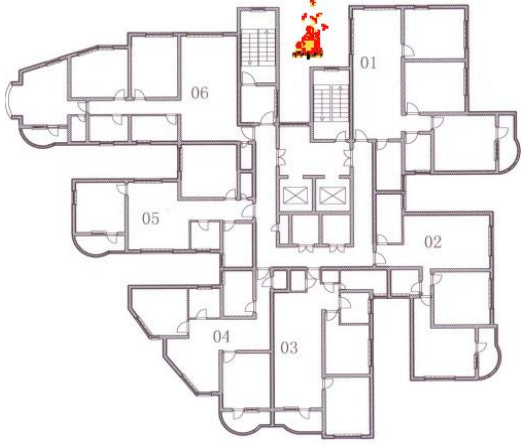

YANGIN OLAYI		
Olay Tarihi	14 Haziran 2017	 <p>4. Kat Planı (Rodger, 2018)</p>
Yangın Konumu	4. Kat	
Yangın Çıkış Nedeni	Arızalı buzdolabından çıkan kıvılcım	
İlk Yayılım Noktası	Açık pencereden doğu cephesine	
Yayıma Nedenleri	<ul style="list-style-type: none"> Cephe yenilenmesinde kullanılan polietilen dolgulu alüminyum giydirme ve köpük yalıtım malzemesi, Giydirme cephe ile bina elemanları arasındaki boşluktaki hava akımı 	
GÖRSELLER (Rodger, 2018)		
		

Kaynak: Rodger, 2018.

b. Shanghai Apartment Building

15 Kasım 2010'da Çin'in Şanghai şehrinde 28 katlı bir apartmanın fiziksel ve işlevsel olarak hizmetini tamamlanmasına neden olan ve 58 can kaybı ile sonuçlanan yangının başlangıcı cephede yenileme çalışmaları sırasında kaynaktan çıkan kıvılcımların öncelikle bambu iskeleyi ve daha sonra yalıtım malzemelerini tutuşturması ile gerçekleşmiştir. Yangının cephe hareketi ile meydana gelen düşey boşlukta başlaması baca etkisi ile hızla yayılımın gerçekleşmesine neden olmuştur (Chen, et al., 2019). Ayrıca yangın meydana geldiği iç boşluğa bakan cephede yangın merdiveni yer alması sebebiyle insan tahliyesi problemleri ortaya çıkarak can kaybının artmasına neden olmuştur (Tablo 3).

Tablo 3: Shanghai Apartment yangın olayı analizi

YANGIN OLAYI		
Olay Tarihi	10 Kasım 2010	 <p>10. Kat Planı (Peng et al., 2013)</p>
Yangın Konumu	10. Kat	
Yangın Çıkış Nedeni	Kaynak kıvılcımının bambu iskeleyi tutuşturması	
İlk Yayılım Noktası	Köpük ile bambu iskelenin yanması ile cephedeki iç boşluk boyunca yayılım	
Yayılma Nedenleri	<ul style="list-style-type: none"> Cephe yenilenmesinde kullanılan poliüretan köpük yalıtım malzemesi ve bambu iş iskele Cephedeki iç boşluktaki baca etkisi 	
GÖRSELLER		
		

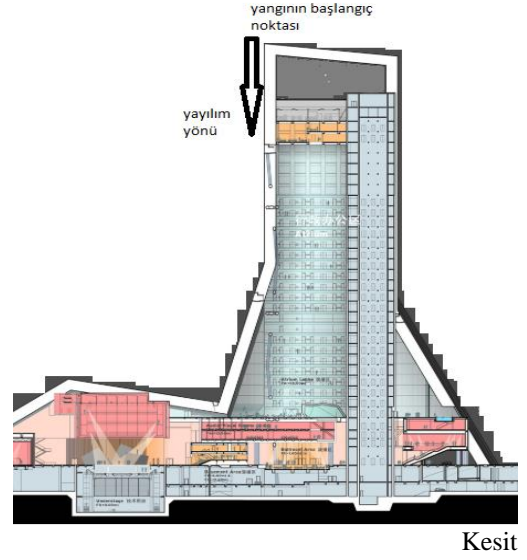
Kaynak: Peng et al., 2013; Song, 2010

c. Television Cultural Center

China Central Television binasının bitişiğinde inşa edilen ve henüz kullanıma başlamayan The Television Cultural Center binasında 9 Şubat 2009 gecesi yeni yıl kutlamalarının son gününde çevreden gelen havai fişegın çatıdaki metal kaplama ve yalıtım malzemesini tutuşturması ile yangın başlamış ve bir itfaiye erinin ölümü ile sonuçlanmıştır. Çatıdaki metal parçaların düşerek cephedeki camları kırması neticesinde bina içine de yayılan yangında bina kullanılmaz hale gelerek yeniden inşa edilmiş ve 2013'te kullanıma açılmıştır (Jacobs, 2009) (Tablo 4).

Tablo 4: Television Cultural Center yangın olayı analizi

YANGIN OLAYI	
Olay Tarihi	15 Şubat 2009
Yangın Konumu	Çatı
Yangın Çıkış Nedeni	Çevreden gelen havai fişegın çatıdaki metal kaplama ve yalıtım malzemesini tutuşturması
İlk Yayılım Noktası	Tutuşan metal parçalarının çatıdan düşerek alt kısımlara ulaşması
Yayılma Nedenleri	<ul style="list-style-type: none"> Kabukta kullanılan polistiren köpük ve titanyum alaşımli kaplama malzemeleri Bazı kat seviyelerindeki çift katmanlı cephedeki boşlukta baca etkisi



GÖRSELLER (Peng et al., 2013)

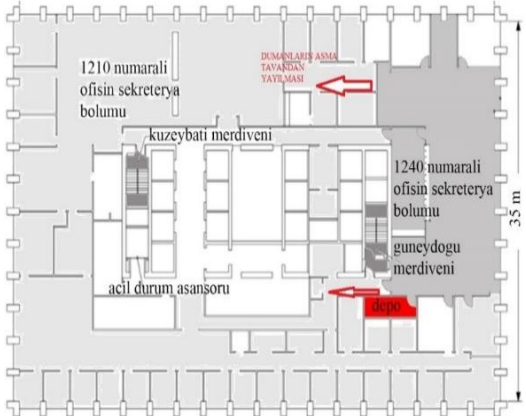
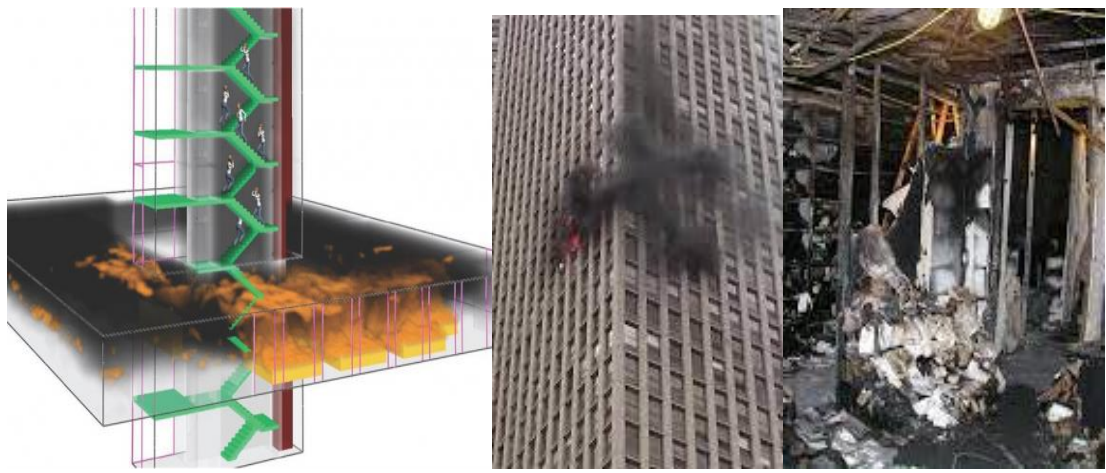


Kaynak: Peng et al, 2013; URL 1.

d. Cook Country Building

17 Ekim 2003' te meydana gelen yangın 6 kişinin can kaybına sebep vermiş olup, kurbanların yangın katının birkaç kat üstündeki yangın merdivende bulunması önemli bir ihmali göstermiştir. 12. Kattaki ofise ait depoda başlayan yangında çıkan duman ve zehirli gazların tahliyesi için itfaiye ekibinin yangının meydana geldiği ofisten yangın merdivenine boşluk açması neticesinde baca etkisi görevi gören düşey şafttan yukarı doğru yayılım meydana gelmiştir. Bu durumda yangın merdiveni yoluyla tahliye olan insanlar dumandan etkilenmiştir. Yangının gelişiminde yangın merdiveninden yayılımın yanı sıra ofisteki camın patlaması neticesinde cepheye yayılım ve mekanik havalandırma sisteminin yatayda devamlılığını sağlayan asma tavan üzeri boşluklar ile iç mekânlarda yayılım gerçekleşmiştir (Madrzykowski and Walton, 2004) (Tablo 5).

Tablo 5: Cook Country Building yangın olayı analizi

YANGIN OLAYI	
Olay Tarihi	17 Ekim 2003
Yangın Konumu	12. Kat
Yangın Çıkış Nedeni	Ofisin kırtasiye deposunun kullanıcı hatasıyla tutuşması
İlk Yayılım Noktası	Yanan deponun açık kapısından ofisin geneline yayılım
Yayıma Nedenleri	<ul style="list-style-type: none"> Depoda başlayan yangının tüm ofise yayılması, Mekanik havalandırma sisteminin yatayda devamlılığı için asma tavan seviyesine kadar yapılan bölücü elemanlarda yatayda oluşan boşluklar
 <p>12. Kat Planı (Madrzykowski and Walton, 2004).</p>	
GÖRSELLER	
	

Kaynak: Madrzykowski and Walton, 2004.

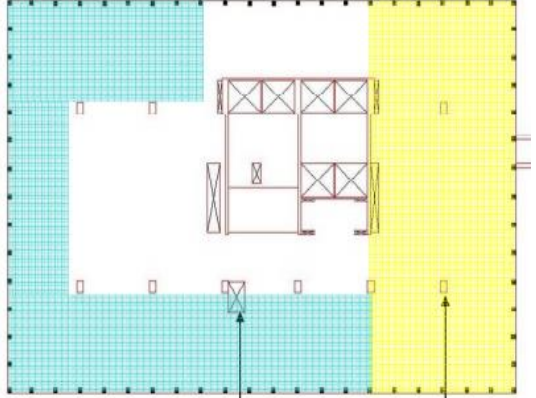
e. Windsor Tower

Yapıldığı dönemin en yüksek binası olan Windsor Tower binasında 12 Şubat 2005’ te 21. kattaki bir ofiste başlayan yangın yüksek sıcaklık ile çelik çerçevenin fiziksel stabilitesini kaybetmesine neden olmuştur (Bailey, 2016). Bina kabuğunu çevreleyen çelik çerçevenin yangın koruma önlemleri, sprinkler sistemleri yapımı ve bina yangın merdiveni yapılmasını içeren yenileme sürecinde 21. kattaki elektrik şaftındaki arıza ile başlayan ve boşluktaki baca etkisi ile hızla yayılan yangında koruma önlemleri alınan çelik çerçeveler dayanımını

kaybetmemiştir. 9. kat ve üstündeki katlarda koruma çalışmaları başlamadığı için önemli zararlar meydana gelmiştir (Fletcher, 2009) (Tablo 6).

Tablo 6: Windsor Tower yangın olayı analizi

YANGIN OLAYI	
Olay Tarihi	12 Şubat 2005
Yangın Konumu	21. Kat
Yangın Çıkış Nedeni	Elektrik şaftındaki arıza
İlk Yayılım Noktası	Şaft boyunca düşeyde bütün katlara yayılma
Yayılma Nedenleri	<ul style="list-style-type: none"> · Yangının başladığı şaftın kesintisiz olması sebebiyle yangının katlara yayılması, · Korunumsuz çelik profillerin stabilitesini kaybetmesi · Çelik profil ile döşeme arasındaki boşluklardan yukarı yayılım



yanıcı çelik çerçeve Yangın başlayıp yayıldığı şaft Betonarme kolonlar

21. Kat Planı (Fletcher, 2009)

GÖRSELLER (Fletcher, 2009)



Kaynak: Fletcher, 2009; Bailey, 2016.

f. Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi

5 Nisan 2018'de A ve D blokları iç avluya (morg avlusu) bakan ve 2. bodrum katta bulunan morg girişi karşısındaki evsel atık konteynerlerin içine atılan ateş kaynağının çöpleri tutuşturmasıyla yangın başlamıştır. Çöplerin tutuşmasıyla kısa sürede yayılan yangın dış cephe kaplama malzemeleri ile altındaki yalıtım malzemesine ulaşmıştır. Yangın konstrüksiyona mekanik olarak monte edilmiş dış cephe kaplamaları ile yapı arasında boşluktan çatıya kadar yayılmıştır. Bina dış duvarına yalıtım amaçlı yapılandırılmış malzeme kolay tutuşabilen ve alev/ateşe sürekli maruz kalması nedeniyle binanın bu bölüme bakan bloklarının tüm dış cephesine ve bina iç kısımlarına yangın unsurları yayılmıştır (Beyhan, 2018) (Tablo 7).

Tablo 7: Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi yangın olayı analizi

YANGIN OLAYI	
Olay Tarihi	5 Nisan 2018
Yangın Konumu	2. bodrum kat morg girişi
Yangın Çıkış Nedeni	Evsel atık kutusuna atılan bir ateş kaynağı
İlk Yayılım Noktası	Atık kutusunun yanarak cepheye ulaşması
Yayıma Nedenleri	<ul style="list-style-type: none"> · Kaplamanın ve yalıtım malzemelerinin yanması, · Cephe kaplaması ile strüktür arasındaki boşluktan yayılım, · Cam cephelerde patlama, ile iç mekânlara yayılım
GÖRSELLER (Beyhan, 2018)	

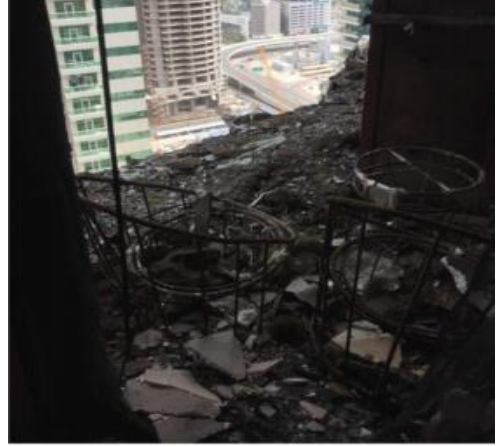
Kaynak: Beyhan, 2018.

g. Marina Torch Tower

21 Şubat 2015'te The Torch'un 51. Katındaki bir balkonda bitkilere atılan sigara izmariti ile başlayan yangın cephede yayılıma neden olmuştur. Şiddetli rüzgârın etkisi ile yangın hızla 79. kata kadar yayılırken, cepheden düşen alüminyum panellerin alt katlara ve sokağa düşmesi ile aşağı doğru yayılım da meydana gelmiştir (Saunders, 2018). Hâkim rüzgâr, yanıcı giydirme cephe ve yalıtım elemanları, balkonda bakımı yapılmayarak kuruyan bitki elemanları yangının başlangıcı ve yayılımında etkili olmuştur (Tablo 8).

Tablo 8: Marina Torch yangın olayı analizi

YANGIN OLAYI	
Olay Tarihi	21 Şubat 2015
Yangın Konumu	51. kat
Yangın Çıkış Nedeni	Balkondaki bitkiye atılan sigara izmariti
İlk Yayılım Noktası	Yanıcı alüminyum ve polietilen giydirme cephe kaplamasının yanması ile yayılım
Yayılma Nedenleri	<ul style="list-style-type: none"> · Rüzgâr etkisi ile hızlı yayılım · 51. kattan 30. Kata düşen yanan parça sebebiyle 30. kattan çatıya kadar yayılım · Yanıcı yalıtım ve kaplama elemanları



Yangının başladığı balkon

GÖRSELLER (Saunders, 2018)



Kaynak: Saunders, 2018.

h. Polat Tower

7 Temmuz 2012'de bina dış cepheye yakın konumda bulunan klima ünitesindeki kablo noktalarında meydana gelen teknik arıza ile başlayan yangın öncelikle doğu cephesi ve daha sonra kuzey cephesi boyunca yayılmıştır. Bina doğu cephesindeki kompozit kaplamaların tamamen yanması, kuzey cephesi köşesinin kısmen yanması, doğu ve kuzey cephesi camlı alüminyum cephe giydirme sistemde kırılmaların meydana gelmesi ve bina giriş kanopinin tamamı yanması ile yangın sonuçlanmıştır (Atasoy, 2012). Binada farklı noktaların bilgilerini yöneten bütünleşik bina yönetim sistemi bulunmaktadır. Bu sisteme bağlı olarak kontrol edilen akıllı yangın algılama ve söndürme sistemleri olması nedeniyle yangının iç mekânlara doğru büyümesi engellenmiştir (Kanan ve Beyhan, 2012) (Tablo 9).

Tablo 9: Polat Tower yangın olayı analizi

YANGIN OLAYI	
Olay Tarihi	7 Temmuz 2012
Yangın Konumu	1. kat
Yangın Çıkış Nedeni	Cepheye yakın elektrik tesisat kablolarının bağlantı noktalarında meydana gelen arıza
İlk Yayılım Noktası	Alüminyum ve polietilen giydirme cephe kaplamasının yanması ile yayılım
Yayıma Nedenleri	<ul style="list-style-type: none"> Taş yünü yalıtım malzemesinin bütünlüğünün bozulduğu yerden dış cepheye yayılım Kompozit cephe kaplama malzemesinin iç yüzey alüminyum ile ara yüzeyindeki polistren kaplamanın yanması,
	
GÖRSELLER (Kanan ve Beyhan, 2012)	
	

Kaynak: Kanan ve Beyhan, 2013; URL 2.

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Enerji verimliliği ve kullanıcı konforunu gözetilen tasarımlardan kaynaklı risk faktörlerinin bina tasarımında etkin olan paydaşlar tarafından analiz edilerek önleyici faaliyetlerin yerine getirilmediği binalarda meydana gelen yangınların boyutlarının arttığı ve kalıcı hasarların meydana geldiği incelenen örnekler ile görülmektedir. Yangının başlamasına neden olan temel faktörler insan hataları ve elektrik sistem arızaları olmaktadır. Bu doğrultuda yangının meydana gelmesi tasarımın birincil problemi olmayıp, başlayan yangının büyümesi ve yayılması tasarımın doğrudan etkilediği yangın aşamalarıdır.

Yüksek yoğunluğa sahip ve yangın sonucunda önemli can ve mal kayıplarına neden olan yangın örnekleri başlangıç alanı, yayılım noktası ve yayılım alanları çerçevesinde incelenmiştir. Cook Country Building, Windsor Building örneklerinde enerji verimliliği için yalıtım bulunmadığı ve Polat Tower örneğinde yanmaz yalıtım malzemesi kullanıldığı için yangının yayılmasında yalıtım malzemesinin etmen olmayarak diğer örneklerden ayrılmışlardır. Diğer 6 örnekten farklı olarak betonarme ve harçlı bölücü elemanlara sıva ve boya uygulanarak geleneksel cephe sistemlerine sahip Shanghai Apartment ve Cook Country Building binalarında yangının yayılmasına cephe kaplama malzemesi sebep olmamıştır. Diğer örneklerde cephelerde kullanılan kompozit paneller yangının cephe boyunca hızla yayılmasına neden olmuştur. Ana strüktür veya kabuk konstrüksiyon elemanı olarak kullanılan çelik ve alüminyum elemanlarda yangın koruma önlemlerinin alınmaması sebebiyle Television Cultural Center, Windsor Building, Taksim Eğitim Araştırma Hastanesi örneklerinde yüksek sıcaklıkta elemanların ergime noktasının kaybolması neticesinde dayanımları ortadan kalkmıştır. Bina içerisinde doğal havalandırma ve aydınlatma verimliliği sağlamak, elektrik mekanik sistemlerin taşınmasını sağlamak ve düşey sirkülasyon sağlamak amacıyla Television Cultural Center, Windsor Building, Cook Country Building örneklerinde yer alan düşey iç boşluklar baca etkisiyle yangının üst katlara hızla yayılmasına neden olmuştur. İç mekanlara doğal hava ve gün ışığının alınmasını sağlamak için cephe yüzeyinin artmasına imkan veren dış boşluklar Shanghai Apartment ve Taksim Eğitim ve Araştırması Hastanesi örneklerinde boşluk boyunca cephede yangının yayılımını hızlandırmıştır. Tasarım ve uygulama hataları neticesinde ortaya çıkan ve özellikle mekanik montaj kabuk kaplama sitemlerinde ortaya çıkan kabuk konstrüksiyonu ile bina taşıyıcı sistemi arasındaki küçük boşluklardan yangının yukarı doğru yayılması problemi Grenfell Tower, Television Cultural Center, Windsor Building, Taksim Eğitim ve Araştırması Hastanesi, Marina Torch, Polat Tower olmak üzere 6 yangın örneğinde ortaya çıkmıştır. İç, dış ve kabuktaki düşey boşlukların yangının yayılmasında en önemli etmenlerden biri olduğu anlaşılmaktadır. Son olarak ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin meydana getirdiği arızalar ve bu sistemlerin mekânlar arasında yatay ve düşeyde taşınması için açılan kanallar yangının başlaması, büyümesi ve yayılmasını etkileyen unsurlar olarak Windsor Building, Cook Country Building ve Polat Tower yangın örneklerinde karşılaşılmıştır (Tablo 10).

Tablo 10: Yangın örneklerinin yangın yayılım nedenleri

	Yalıtım malzemesi	Kabuk kaplama malzemesi	Strüktür	İç Boşluk	Dış Boşluk	Kabuk konstrüksiyon boşlukları	Elektrik Mekanik Sistemler
Grenfell Tower	X	X				X	
Shanghai Apartment/	X				X		
Television Cultural Center	X	X	X	X		X	
Cook Country Building				X			X
Windsor Building		X	X	X		X	X
Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi	X	X	X		X	X	
Marina Torch Tower	X	X				X	
Polat Tower		X				X	X

Sürdürülebilir tasarımlarda iklim verilerini optimum kullanılarak doğal havalandırma, aydınlatma, güneş ile ısıtma, rüzgar ve diğer hava akımları ile soğutma tasarımlarının yanı sıra, iç mekan termal konfor koşullarını düzenlemeye imkan veren kabuk tasarım neticesinde enerji verimliliği ve kullanıcı konforu sağlanmaktadır. Kritik öneme sahip kabuk tasarım, iç ve dış düşey ve yatay boşlukların tasarım, yalıtım ve kabuk kaplama malzemeleri yangın güvenliği tasarımını da etkilediği incelenen yangın örnekleri ile tespit edilmiştir. Bu doğrultuda yanmaz kaplama ve yalıtım malzemelerinin seçimi, hava akımları ve yangının gelişimini etkileyen boşluklar için önlemlerin alınması, uygulama hatalarının önüne geçilmesi gibi temel problemlere çözümler geliştirmek için tasarım aşamasından başlayarak uygulama aşamasını da dahil eden bir süreçte yangın güvenliği tasarımının entegre edilmesi gerekmektedir. Böylece meydana gelmesi kaçınılmaz olan yangınların büyümesi ve yayılması sınırlandırılarak can güvenliğinin, mal kayıplarının, hizmet kesintilerinin, çevreye verilen zararların engellenmesi sağlanarak sürdürülebilirliğin devamlılığına katkı verilecektir.

KAYNAKÇA

- Atasoy, Z. B. (2012, 3 Ağustos). Polat Tower'daki Yangın Neden Çıktı? Erişim Tarihi: 14.02.2024, <https://www.arkitera.com/haber/polat-towerdaki-yangin-neden-cikti/>
- Bailey, C. (2016, 05 Mayıs). The Windsor Tower Fire, Madrid, Erişim Tarihi: 14.02.2024, <https://www.aldeilis.net/terror/1945.pdf>
- Beyhan, F. (2018, 24 Eylül). Gaziosmanpaşa Taksim Eğitim Ve Araştırma Hastanesi Yangını Değerlendirme Raporu. Erişim Tarihi: 14.02.2024, <http://tgub.org.tr/teknik-raporlar>
- Chen, T., Yuen, A. C. Y., Yeoh, G., Yang, W., and Chan, Q. (2019). Fire risk assessment of combustible exterior cladding using a collective numerical database, *Fire*, 2(1), 11-25.
- CIB (1994). "Definition of the Concept and Principles of Sustainable Construction", at the First International Conference on Sustainable Constuction, School of Building Construction, College of Architecture, University of Florida, Gainesville, Fla., 6-9 November.
- Dow, A. and Bourke, L. (2017, 14 Haziran). London fire: Grenfell Tower 'renovated with deadly cladding, Erişim Tarihi: 20.02.2024, <https://www.smh.com.au/world/london-fire-grenfell-tower-may-have-been-renovated-with-deadly-cladding-20170614-gwr9qf.html>
- Fletcher I. A., (2009). Tall Concrete Buildings Subject to Vertically Moving Fires: A Case Study Approach, Doctoral Thesis, University of Edinburgh, Edinburgh.
- Gritzso, L.A., Doer, W., Bill, R., Ali, H., Nong, S. and Krasner, L. (2009). The Influence of Risk Factors on Sustainable Development. Norwood: FM Global Research Division.
- İnternet: URL 1. <https://www.oma.com/projects/cctv-television-cultural-centre> Erişim Tarihi: 20.02.2024.
- İnternet: URL 12. <https://www.haberturk.com/gundem/haber/764465-polat-towerdaki-yanginin-nedeni-belli-oldu> Erişim Tarihi: 20.03.2024.
- Jacobs, A. (2009, 10 Şubat). China TV Network Apologizes for Fire, Erişim Tarihi: 14.02.2024, <https://www.nytimes.com/2009/02/11/world/asia/11beijing.html>
- Kanan, N. ve Beyhan, F. (2013). Enerji Etkin Binalarda Çift Katmanlı Cephe Sistemlerinin Yangın Güvenliği. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresine sunulmuş tebliği, 17-20 Nisan İzmir.
- Madrzykowski, D. and Walton, W. D. (2004). Cook County Administration Building Fire, 69 West Washington, Chicago, Illinois, October 17, 2003: Heat Release Rate Experiments and FDS Simulations: Washington: U.S. Government Printing Office.
- McKenna, S. T., Jones, N., Peck, G., Dickens, K., Pawelec, W., Oradei, S., Harris, S., Stec, A. A., and Hull, R. T. (2019). Fire behaviour of modern façade materials – Understanding the Grenfell Tower fire, *Journal of Hazardous Materials*, 368, 115-123.
- Peng, L., Ni, Z. and Huang, X. (2013). Review on the fire safety of exterior wall claddings in high-rise buildings in China, *Procedia Engineering*, 62, 663-670.
- Rodger, L. (2018, 8 Haziran). The terrible speed with which the Grenfell fire spread, Erişim Tarihi: 14.02.2024, <https://www.bbc.com/news/uk-44381387>
- Saunders, C. (2018). Quantifying Fire Hazards of Sustainable Initiatives in The Built Environment, Master Thessis, The University of North Carolina, Charlotte.
- Song, A. (2010, 16 Kasım). Fire ravages Shanghai skyscraper, Erişim Tarihi: 20.02.2024, <https://www.nbcnews.com/slideshow/news/fire-ravages-shanghai-skyscraper-40196455>.
- Tidwell, J. and Murphy, J. J. (2010). Bridging the Gap – Fire Safety and Green Buildings. Brusly, LA: National Association of State Fire Marshals.

Verfaillie, H. A. and Bidwell, R. (2000). Measuring Eco-Efficiency, A guide to Reporting Company Performance. Geneva, Switzerland: World Business Council on Sustainable Development.



TÜRKİYE'DE 30 BÜYÜKŞEHİR İÇİN ISITMA VE SOĞUTMA GÜN DERECELERİNİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Murat Bulut

*Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Düzce/Türkiye.
muratbulut@duzce.edu.tr*

ÖZET: Küresel ısınma nedeni ile birlikte iklim değişikliği de gün geçtikçe etkisini doğal afetler ile göstermektedir. Dünyadaki bütün ülkeler iklim değişikliğinden etkileneceği tahmin edilmektedir. Türkiye’de bu ülkelerden bir tanesi olup en fazla etkilenecek ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye üç tarafı denizler ile çevrili bir ülke olup farklı coğrafi yapıya sahip olmasına rağmen iklim değişikliği etkisini göstermektedir. Konut ve ticari binaların ısıtma ve soğutma taleplerini karşılamak amacı ile ısıtma ve soğutma sistemleri tasarımları yapılmaktadır. Bu tasarımlarda ısıtma ve soğutma gün derece değerleri dikkate alınmaktadır. Isıtma ve soğutma gün dereceleri bulunduğu yerin meteoroloji istasyonundan alındıktan sonra hesaplamalar yapılmaktadır. Bu değerler toplamda bir ülkenin özellikle ısıtma ve soğutma için gerekli olacak olan enerji talebini göstermektedir. Uzun vadeli enerji taleplerinin tahmin edilmesinde ısıtma ve soğutma gün derecelerinin takip edilmesi önem arz etmektedir. İklim değişikliği ile birlikte ısıtma ve soğutma gün derecelerinde değişim göstermektedir. Bu çalışmada Türkiye’de 30 büyükşehir için 1981-1998 yıllarına ait ısıtma ve soğutma gün dereceleri ile 2007-2022 yıllarına ait ısıtma ve soğutma gün dereceleri kıyaslanmıştır. Sonuç olarak, iklim değişikliğine bağlı olarak toplam ısıtma derece-günlerinin %12,95 azaldığı ve toplam soğutma derece-günlerinin %36,03 artış gösterdiği görülmüştür. Eskişehir ilinde en fazla ısıtma gün derecesinde azalış görülürken, Mersin ilinde en fazla soğutma gün derecesinde artış görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Isıtma ve soğutma gün dereceleri, iklim değişikliği, ısıtma, soğutma

EVALUATION OF HEATING AND COOLING DAY DEGREES FOR 30 METROPOLITAN CITIES IN TÜRKİYE IN TERMS OF CLIMATE CHANGE

ABSTRACT: Along with global warming, climate change also shows its effects day by day through natural disasters. All countries in the world will be affected by climate change. Turkey is one of these countries and is among the countries that will be most affected. Turkey is a country surrounded by seas on three sides, and although it has a different geographical structure, climate change is showing its effects. Heating and cooling systems are designed to meet the heating and cooling demands of residential and commercial buildings. In these designs, heating and cooling day temperature values are taken into account. Calculations are made after the heating and cooling day temperatures are obtained from the meteorological station of the location. These values in total show the energy demand of a country, especially for heating and cooling. It is important to monitor heating and cooling day temperatures in estimating long-term energy demands. With climate change, heating and cooling degree-days also change. In this study, heating and cooling degree-days for the years 1981-1998 and for 30 metropolitan cities in Turkey were compared with the heating and cooling degrees-days for the years 2007-2022. As a result, it was observed that total heating degree-days decreased by 12.95% and total cooling degree-days increased by 36.03% due to climate change. While there was a decrease in the maximum heating day temperature in Eskişehir province, there was an increase in the maximum cooling day temperature in Mersin province.

Key Words: heating and cooling degree-days, climate change, heating, cooling

GİRİŞ

Konut ve ticari binaları ısıtmak ve soğutmak için enerji talebindeki artış, Dünya çapında iklim değişikliği, nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşmeden kaynaklanmaktadır. Enerji talebi son 40 yılda yılda %1,8 artmıştır (IEA, 2013). Bu talebe konut ve ticari bina sektörleri hakimdir (Pérez-Lombard ve diğerleri, 2008). Türkiye,

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'ne (OECD) göre en fazla enerji tüketen ülkeler arasında yer almaktadır (Ozdingis ve Kocar, 2018). Türkiye yabancı enerjiye ihtiyaç duymaktadır ve %72'sini petrol, doğal gaz ve kömür olarak ithal etmektedir (Cayır Ervural vd., 2018). Türkiye'nin enerji tüketiminin yaklaşık %25-30'u konut ve ticari bina sektörlerinden gelmekte (Soysal, 2001), bunun %33'ü mekan ısıtma amacıyla kullanılmaktadır (Kurekci, 2016). Enerji tüketimini etkileyebilecek birçok parametreler vardır. Bu parametreler

- Dış sıcaklık
- Kullanıcı etkisi,
- Gölgeleme analizi,
- Yalıtım seviyesi,
- Camlama ve
- Kullanılan elektrikli cihazların türü (Pusat ve Ekmekci, 2016).

Ayrıca iklimdeki değişiklikler enerji talebini de değiştirebilmektedir. Küresel ısınmanın gelecekte Türkiye'yi de etkileyeceği tahmin edildiğinden (IPCC Beşinci Değerlendirme Raporu, 2014), enerji tüketimindeki değişikliklerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi de önemlidir. CO₂'nin küresel ısınmayı etkileyen başlıca sera gazlarından biri olması ve CO₂'nin enerji tüketimindeki artışla birlikte artmasının beklenmesi nedeniyle, ısıtma ve soğutma binaları CO₂ emisyonlarını artırma ve iklim değişikliğine daha fazla katkıda bulunma potansiyeline sahiptir (IPCC Beşinci Değerlendirme Raporu, 2014). Farklı iklim bölgeleri için konut ve ticari binaların ısıtma ve soğutma talebini değerlendirmeye yönelik birçok yöntem bulunmaktadır (Pusat ve Ekmekci, 2016). Enerji yükünün hesaplanmasında en basit yöntem derece-gün (DD) yöntemidir (Büyükalaca vd., 2001). DD'ler, dış hava sıcaklığı ile genellikle 'taban (base) sıcaklığı' olarak adlandırılan referans sıcaklık arasındaki sıcaklık farklarının toplamıdır. DD'ler 1934'ten beri binalarda enerji kullanımının tahmin edilmesinde kullanılmaktadır (Dufton, 1934). DD'ler ısıtma derece-günlerine (HDD'ler) ve soğutma derece-günlerine (CDD'ler) bölünmüştür. HDD'ler, yalnızca pozitif değerler dikkate alınarak dış ortam sıcaklığının temel sıcaklıktan basit bir şekilde çıkarılmasıyla hesaplanır. CDD'ler taban sıcaklığının üzerindeki sıcaklıktan hesaplanır.

HDD'ler ve CDD'ler tarım, nüfus belirleme, enerji üretimi ve tüketimi, potansiyel enerji talebi, kar erimesi tüketimi, çevresel enerji planlaması, mimari ve askeri alanlarında kullanılmaktadır (Kadıoğlu ve Şen, 1999). Binaların ısıtılması ve soğutulması için gereken enerji ihtiyacı sıcaklık değişimlerine bağlıdır. Birçok araştırmacı, enerji ihtiyaçlarını belirlemek için HDD'leri ve CDD'leri hesaplamıştır (Büyükalaca vd., 1999; Bulut vd., 2000; Akbayır, 2006; Bakırcı vd., 2008; Dombaycı, 2009a, 2009b; Hastemoğlu ve Erkan, 2015; Bulut vd., 2007; Işık vd., 2019). Yakın zamanda en önemli çalışmalardan biri 2021 yılında Türkiye'de 79 il için 1981-1998 ve 2007-2019 yılları için HDD ve CDD değerleri ile enerji talep değerleri ve CO₂ emisyonundaki değerler incelemiştir (Bulut, 2021). Çalışmanın sonucunda iklim değişikliğine bağlı olarak toplam ısıtma derece-gün sayısının %11,21 oranında azaldığı ve toplam soğutma derece-gün sayısının %38,98 artışı görülmüştür. Türkiye için en son çalışmalardan bir tanesi Malatya ili için 1981-1998 ve 2007-2022 sıcaklık verileri kullanılarak ısıtma ve soğutma gün dereceleri değerlendirilmiştir (Bulut, 2023).

1. Türkiye

Türkiye 36-42° kuzey enlemleri ile 26-45° doğu boylamları arasında yer almaktadır. Toplam arazi alanı 783.562 km² olup, bunun %97'si Asya'da, %3'ü Avrupa'dadır. Coğrafyası, deniz seviyesinden 2 ila 1.169 m arasında değişen arazi yükseklikleriyle çeşitlilik göstermektedir (Küçükali ve Barış, 2009). 1941'de Türkiye yedi coğrafi bölgeye bölünmüştür. Karadeniz, Marmara, Ege, Akdeniz, İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu. Türkiye, 8.333 km'lik kıyı şeridi ile güneyde Akdeniz, kuzeyde Karadeniz ve batıda Ege Denizi ile çevrilidir. Türkiye'de 30 büyükşehir bulunmaktadır. Nüfusu 750.000'in üzerindeki şehirler için geçerli olan bir tanımlama ise büyükşehir olarak belirlenmiştir. İlk büyükşehirler 1984 yılında kurulmuştur. 1984 yılında kurulan ilk büyükşehirler İstanbul, Ankara ve İzmir olmuştur. Bursa, 1986 yılında büyükşehir olarak kurulmuştur. 1986 yılında ise Adana, Bursa, Gaziantep ve Konya. 1993 yılında Antalya metropol şehir olarak kuruldu. 1999 depreminden sonra Sakarya büyükşehirler arasında yer almıştır. 2012 yılında 14 yeni il eklenmiştir. Bu iller Tekirdağ, Balıkesir, Manisa, Aydın, Denizli, Muğla, Hatay, Kahramanmaraş, Malatya, Şanlıurfa, Mardin, Van, Ordu ve Trabzon'dur. 6 Şubat 2023 yılında yaşanan depremde 30 büyükşehirden 6

büyükşehir etkilenmiştir. Bu iller Hatay, Gaziantep, Kahramanmaraş, Malatya, Şanlıurfa ve Diyarbakır olmuştur.



Şekil 1: 30 büyükşehir belediyesi oldukları yıllar

1937 yılında kurulan Türkiye Devlet Meteoroloji Dairesi (TSMS), Türkiye'ye resmi meteorolojik bilgi sağlayan tek devlet kurumudur. TSMS, meteorolojik verileri toplar ve bu bilgileri veri tabanında barındırır. 30 büyükşehir için ortalama günlük sıcaklık verileri 1981–1998 ve 2007–2022 dönemleri için toplandı. Bu iki dönemin seçilmesinin iki önemli nedeni bulunmaktadır. 1. Birinci zaman dilimi olan 1981-1998 dönemine ait verilen daha önce birçok makalede yer almaktadır. 2. İkinci zaman dilimi ise TSMS verilerinin 2007'den itibaren hazır olması nedeniyle seçilmiştir.

2. Derece Günlerinin Hesaplanması

Aylık ve yıllık enerji tüketimini hesaplamanın çeşitli yöntemleri vardır. Derece-saat veya DD yöntemleri Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme (Heating Ventilation and Air Conditioning-HVAC) endüstrisinde ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyaçlarının belirlenmesinde kullanılan en basit yöntemlerdir (Büyükalaca vd., 2001). DD'ler, referans sıcaklık ile dış hava sıcaklığı arasındaki zaman içindeki sıcaklık farklarının toplamıdır. Referans sıcaklığına genellikle taban sıcaklığı denir. HDD yöntemi, bir binayı ısıtmak için gereken enerjiyi tahmin etmek için tasarlanmıştır. HDD, ortalama günlük sıcaklık ile taban sıcaklık (18 °C) arasındaki fark olarak hesaplanır. HDD'ler binaları ısıtmak için gereken enerji talebinin bir endeksidir. CDD'ler bir binayı soğutmak için gereken enerji talebinin bir endeksidir. CDD, ortalama günlük sıcaklık ile baz sıcaklık (22 °C) arasındaki fark olarak hesaplanır. CDD'ler binaları soğutmak için gereken enerji talebinin bir endeksidir.

Temel (baz) sıcaklıklar ASHRAE 18.3, UK 15.5 gibi standartlarda yer almaktadır. ISO 20/12 ve WHO 18–26°C aralığındadır (Suarez ve Diaz, 2021). Çeşitli taban HDD'ler ve CDD'ler için sıcaklık değerleri dünyanın farklı yerlerinde kullanılmıştır. ABD'de 18,3°C (Petri ve Calderia, 2015), Almanya'da 15,0°C (Moustris, 2011), Birleşik Krallık'ta 15,5°C (Moustris, 2011; CIBSE, 2020) ve Arabistan'da 18,3°C'dir (Al-Hadhrami, 2013). Taban sıcaklığı, ülkelerin ekonomik gelişme durumuna, binaların genel özelliklerine, iklim koşullarına uygun olarak değişim göstermektedir (Spinoni vb, 2015; Isaac ve van Vuuren, 2009; Roltsch vb, 1999). Türkiye'de HDD'ler 18°C taban sıcaklığı ve CDD'ler 22°C taban sıcaklığı olarak belirlenmiştir (Büyükalaca vb, 2001).

Türkiye'de HDD'ler 18°C taban sıcaklığında belirlenmekte, CDD'ler ise 22°C taban sıcaklığında hesaplanmaktadır (Büyükalaca vd., 2001). Isıtma için HDD'ler (Mushore vd., 2017).

$$HDD_a = N(T_{base} - T_{air}) \quad (1)$$

N gün sayısı, T_{base} taban sıcaklığı ve T_{air} günlük ortalama dış hava sıcaklığıdır. CDD'ler HDD'lere benzer şekilde hesaplanır (Mushore vd., 2017).

$$CDD_a = N(T_{air} - T_{base}) \quad (2)$$

T_{air} , günlük maksimum ve minimum sıcaklıklar (T_{max}) ve (T_{min}) kullanılarak hesaplanır.

$$T_{air}=(T_{max}+T_{min})/2 \quad (3)$$

Yılın herhangi bir ayı için bileşik bir DD (Nasr vb., 2000).

$$DD=HDD_a+CDD_a \quad (4)$$

DEĞERLENDİRME

30 büyükşehrin yıllık ortalama HDD'leri, CDD'leri ve DD'leri TSMS'den alınan günlük ortalama sıcaklık verileri kullanılarak derece-gün denklemlerinin (1-4) hesaplanmasıyla hesaplanmıştır. Türkiye'de 30 büyükşehir için HDD ve CDD hesaplamalarında 18°C ve 22°C taban sıcaklığı kullanılmıştır. Tablo 1'de 1981-1998 ve 2007-2022 yılları için 30 büyükşehir için ısıtma ve soğutma gün dereceleri yer almaktadır. 7 bölgede yer alan 30 büyükşehir için ısıtma ve soğutma gün dereceleri için ayrıca değişim değerleri de yer almaktadır. Ege bölgesinde ne fazla Denizli ili için ısıtma ve soğutma gün derecelerinde en fazla değişim görülmüştür. Karadeniz bölgesinde ısıtma ve soğutma dereceleri değişimi için en fazla değişim Samsun ilinde görülmüştür. İç Anadolu bölgesinde Ankara için en fazla soğutma gün değişimi olurken Eskişehir için en fazla ısıtma gün derecesi değişimi olmuştur. Doğu Anadolu bölgesinde Erzurum ili için en fazla ısıtma gün derece değişimi olurken Malatya ili için en fazla soğutma gün derece değişimi olmuştur. Marmara bölgesinde Sakarya ili en fazla ısıtma gün derece değişimi olurken Tekirdağ ili en fazla soğutma gün derece değişim olduğu görülmüştür. Akdeniz bölgesinde Antalya ili en fazla ısıtma gün derece değişimine sahip iken Mersin en fazla soğutma gün derece değişimine sahip olmuştur. Güneydoğu bölgesinde Mardin ilinde en fazla ısıtma gün derece değişimi olurken Diyarbakır ilinde en fazla soğutma gün derece değişimi olduğu görülmüştür. Sonuç olarak 30 büyükşehrin her biri için değerlere bakıldığında ısıtma gün derecelerin azaldığı ve soğutma gün derecelerin artış gösterdiği görülmüştür.

Ege bölgesinde en az Muğla ili için ısıtma ve soğutma gün derecelerinde en az değişim görülmüştür. Karadeniz bölgesinde ısıtma ve soğutma dereceleri değişimi için en az değişim Trabzon ilinde görülmüştür. İç Anadolu bölgesinde Ankara için en az ısıtma gün değişimi olurken Eskişehir için en az soğutma gün derecesi değişimi olmuştur. Doğu Anadolu bölgesinde Malatya ili için en az ısıtma gün derece değişimi olurken Erzurum ili için en az soğutma gün derece değişimi olmuştur. Marmara bölgesinde Balıkesir ili en az ısıtma gün derece değişimi olurken İstanbul ili en az soğutma gün derece değişim olduğu görülmüştür. Akdeniz bölgesinde Adana ili en az ısıtma ve soğutma gün derece değişimine sahip olmuştur. Güneydoğu bölgesinde Şanlıurfa ilinde en az ısıtma gün derece değişimi olurken Mardin ilinde en fazla soğutma gün derece değişimi olduğu görülmüştür.

DD değerlendirmesi yapıldığında ege bölgesinde İzmir en düşük değere sahipken Manisa ili en yüksek değere sahiptir. Karadeniz bölgesinde Samsun en düşük değere sahipken Trabzon en yüksek değere sahip olmuştur. İç Anadolu bölgesinde Ankara en düşük değere sahipken Eskişehir en yüksek değere sahiptir. Doğu Anadolu bölgesinde Malatya ili en düşük değere sahip olurken Erzurum ili en yüksek değere sahip olmuştur. Marmara bölgesinde Balıkesir ili en düşük değere Sakarya ili en yüksek değere sahip olmuştur. Akdeniz bölgesinde Mersin ili en düşük değere sahipken Antalya en yüksek değere sahiptir. Güneydoğu Anadolu bölgesinde Diyarbakır ili en düşük değere, Mardin ili en yüksek değere sahip olmuştur. DD değerlerinde düşük ve yüksek değerler ısıtma ve soğutma gün derecelerindeki değişimin olduğu değerleri göstermektedir. Değerlerin tamamı pozitif olarak bulunmaktadır. En düşük değer Mersin iline ait olmuştur. Küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin etkisi ile bu değerleri de yakın gelecekte negatif değerlere ulaşacaktır.

Sonuç olarak 30 büyükşehrin her biri için değerlere bakıldığında ısıtma gün derecelerin azaldığı ve soğutma gün derecelerin artış gösterdiği görülmüştür.

Tablo 1: 1981-1998 ve 2007-2022 yılları için 30 büyükşehir için hesaplanan ısıtma ve soğutma gün dereceleri

Bölge	Şehir	1981-1998			2007-2022			Değişim		
		HDD	CDD	DD	HDD	CDD	DD	HDD	CDD	DD
Ege	Aydın	1213	601	1814	1044	709	1753	-169	108	61
	Denizli	1627	469	2096	1373	649	2022	-254	180	74
	İzmir	1118	559	1677	948	690	1638	-170	131	39
	Manisa	1535	570	2105	1356	658	2014	-179	88	91
	Mugla	1879	369	2248	1724	456	2180	-155	87	68
Karadeniz	Ordu	1804	119	1923	1511	207	1718	-293	88	205
	Samsun	1826	76	1902	1487	219	1706	-339	143	196
	Trabzon	1724	91	1815	1431	119	1550	-293	28	265
İç Anadolu	Ankara	2677	109	2786	2328	253	2581	-349	144	205
	Eskisehir	3049	27	3076	2512	118	2630	-537	91	446
	Kayseri	3113	38	3151	2734	136	2870	-379	98	281
	Konya	2836	101	2937	2476	232	2708	-360	131	229
Doğu Anadolu	Erzurum	4827	7	4834	4335	18	4353	-492	11	481
	Malatya	2461	407	2868	2157	593	2750	-304	186	118
	Van	3476	32	3508	3075	103	3178	-401	71	330
Marmara	Balıkesir	1914	226	2140	1830	304	2134	-84	78	6
	Bursa	1920	177	2097	1637	320	1957	-283	143	140
	İstanbul	1865	159	2024	1667	216	1883	-198	57	141
	Kocaeli	1786	204	1990	1459	293	1752	-327	89	238
	Sakarya	1833	155	1988	1450	282	1732	-383	127	256
	Tekirdag	2032	112	2144	1689	264	1953	-343	152	191
Akdeniz	Adana	874	796	1670	777	824	1601	-97	28	69
	Antalya	1083	562	1645	774	733	1507	-309	171	138
	Hatay	1119	614	1733	988	659	1647	-131	45	86
	Mersin	852	585	1437	574	863	1437	-278	278	0
	Kahramanmaraş	1653	649	2302	1417	784	2201	-236	135	101
Güneydoğu	Diyarbakir	2142	640	2782	1895	878	2773	-247	238	9
	Gaziantep	2009	521	2530	1732	670	2402	-277	149	128
	Mardin	2004	755	2759	1710	863	2573	-294	108	186
	Sanliurfa	1503	940	2443	1257	1166	2423	-246	226	20

SONUÇLAR

Bu çalışmada 30 büyükşehir için ısıtma ve soğutma gün dereceleri analizi yapılmıştır. Analiz için kullanılacak olan değerler TMMS'den alınmıştır. TSMS'den alınan 1981–1998 dönemi ile 2007–2022 dönemi arasında HDD ve CDD verileri kullanılmıştır.

Toplam HDD sayısı 149383'den (1981–1998) 132263'ye (2007–2022) azalmıştır. Toplam CDD'ler 18562'den (1981–1998) 25205'e (2007–2022) yükselmiştir. İklim değişikliğine bağlı olarak toplam ısıtma derece-günlerinin %12,95 azaldığı ve toplam soğutma derece-günlerinin %36,03 artış gösterdiği görülmüştür. Eskişehir ilinde en fazla ısıtma gün derecesinde azalış görülürken, Mersin ilinde en fazla soğutma gün derecesinde artış görülmüştür.

Bu çalışmadaki analiz, Türkiye'de toplam enerji talebinin soğutma yerine ısıtmanın baskın olma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, soğuk mevsimde ısıtma için gereken enerji ihtiyacı, sıcak mevsimde

soğutma için gerekli enerjiden çok daha fazladır. Ayrıca en yüksek HDD değerinin ve en düşük CDD değerinin en yüksek rakım bölgesinde olduğu sonucuna varılabilir.

Bu çalışmanın sonuçları binaların enerji analizinde ve binalarda enerji tüketiminin planlanmasında faydalı olacaktır. Türkiye'de enerjinin %72'sinin ithal edilmesi nedeniyle binalarda enerji kullanımı önem kazanmıştır. Konut ve ticari binaların soğutulması ve ısıtılması artık daha yaygın ve Türkiye'nin gelişmekte olan bir ülke olmaktan gelişmiş bir ülke konumuna geçmesiyle birlikte artacak.

KAYNAKÇA

- Akbayir, O. (2006). Degree Day Method and Determination of Degree Day Values for Eskisehir, Osmangazi Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskisehir, Türkiye.
- Al-Hadhrani, L.M. (2013). Comprehensive review of cooling and heating degree days characteristics over Kingdom of Saudi Arabia, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 27, 305–314.
- Bakirci, K., Ozyurt, O., Karagoz, S. ve Erdogan, S. (2008). Variable-base degree-day analysis for provinces of the Eastern Anatolia in Turkey, *Energy Exploration & Exploitation*, 26 (2), 111–132.
- Bulut, H., Buyukalaca, O. ve Yilmaz, T. (2000). “Adana ilinde binalarda enerji analizi için meteorolojik değerler” 6. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi, 13–14 Nisan, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.
- Bulut, H., Buyukalaca, O. ve Yilmaz, T. (2007). “Türkiye için ısıtma ve soğutma derece-gün bölgeleri” 16. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 30 Mayıs–2 Haziran, Kayseri, Türkiye.
- Bulut, M. (2021). Change in energy demand and CO₂ emission in Turkey from the period 1981–1998 to the period 2007–2019, *International Journal of Global Warming*, 24 (2), 181–206.
- Bulut, M., 2023. “Analysis of heating-cooling day degrees in Malatya province comparison between 1981–1998 and 2007–2022” Climate Change. International Conference on Sustainable Cities and Urban Landscapes (ICSULA 2023) 2. Uluslararası Sürdürülebilir Kentler Kongresi, Selçuk Üniversitesi, 26–27 Ekim, Konya.
- Buyukalaca, O., Bulut, H. ve Yilmaz, T. (1999). “Türkiye'nin bazı illeri için derece-gün değerleri” 12. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 8–10 Eylül, Sakarya, Türkiye.
- Buyukalaca, O., Bulut, H. ve Yilmaz, T. (2001). Analysis of variable-base heating and cooling degree-days for Turkey. *Applied Energy*, 69, 269–283.
- Cayir Ervural, B., Zaim, S., Demirel, O.F., Aydın, Z. ve Delen, D. (2018). An ANP and fuzzy TOPSIS-based SWOT analysis for Turkey's energy planning, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81 (1), 1538–1550.
- CIBSE (2020) Degree Days for Energy Management, 1st ed., March [online] <http://www.cibse.org/getmedia/4e8493f0-7ba5-4466-871d-de7ea1e1c456/GPG310-Degree-Days-for-Energy-Management—a-Practical-Introduction.pdf.aspx>.
- Dombayci, O.A. (2009a). Degree-days maps of Turkey for various base temperatures, *Energy*, 34 (11), 1807–1812.
- Dombayci, O.A. (2009b). The determination of monthly cooling degree-day numbers for in the warmest climate provinces of Turkey, *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 27, 208–215.
- Dufton, A.F. (1934). Degree-days, *Journal of the Institution of Heating and Ventilating Engineers*, 2, 83–85.
- Hastemoglu, H.S. ve Erkan, I. (2015). Degree-day analysis for different locations in Turkey and effect on architecture conceptualism, *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 9, 1252–1260.
- IPCC Fifth Assessment Report (2014). Climate Change 2014 Synthesis Report Summary of Policymakers.
- Isaac, M. ve van Vuuren, D.P. (2009). Modelling global residential sector energy demand for heating and air conditioning in the context of climate change, *Energy Policy*, 37 (2), 507–521.
- Isık, E., Inalli, M. and Celik, E. (2019). ANN and ANFIS approaches to calculate the heating and cooling degree day values: the case of provinces in Turkey, *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44, 7581–7597.
- Kadioglu, M. ve Sen, Z. (1999). Degree-day formulations and application in Turkey, *Journal of Applied Meteorology*, 38, 837–846.
- Kurekci, N.A. (2016). Determination of optimum insulation thickness for building walls by using heating and cooling degree-day values of all Turkey's provincial centers. *Energy and Buildings*, 118, 197–213.

- Moustris, K.P. (2011). “Cooling and heating degree-days calculation for representative locations within the Greater Athens area, Greece” Proceedings of the 12th Conference on Environmental Science and Technology, 8–10 Eylül, Rhodes, Greece.
- Mushore, T.D., Odindi, J., Dube, T. ve Mutanga, O. (2017). Understanding the relationship between urban outdoor temperatures and indoor air-conditioning energy demand in Zimbabwe, *Sustainable Cities and Society*, 34, 97-108.
- Nasr, G.E., Badr, E.A. ve Dibeh, G. (2000). Econometric modeling of electricity consumption in post-war Lebanon, *Energy Economics*, 22, 627–640.
- Ozdingis, A.G.B. ve Kocar, G. (2018). Current and future aspects of bioethanol production and utilization in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(2), 2196–2203.
- Pérez-Lombard, L., Ortiz, J. ve Pout, C. (2008). A review on buildings energy consumption information. *Energy Building*. 40, 394–398.
- Petri, Y. ve Calderia, K. (2015). Impacts of global warming on residential heating and cooling degree-days in the United States, *Scientific Reports*, 5, 12427.
- Pusat, S. ve Ekmekci, I. (2016). A study on degree-day regions of Turkey, *Energy Efficiency*, 9 (2), 525-532.
- Roltsch, W.J., Zalom, F.G., Strawn, A.J., Strand, J.F. ve Pitcairn, M.J. (1999). Evaluation of several degree-day estimation methods in California climates, *International Journal of Biometeorol*, 42, 169–176.
- Spinoni, J., Vogt, J. ve Barbosa, P. (2015). European degree-day climatologies and trends for the period 1951–2011, *International Journal of Climatology*, 35 (1), 25–26.
- Suarez, J.N.P. ve Diaz, V.J.D.C. (2021). Degree-days in a caribbean and tropical country: the Dominican Republic’s case, *International Journal of Ambient Energy*. 42 (7), 795-800.

YEREL MİMARİDE PASİF İKLİMLENDİRME TASARIMI VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Arş. Gör. Dr. Merve Ertosun Yıldız

Sakarya Üniversitesi/Sanat, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü.

merveertosun@sakarya.edu.tr

Dr. Mehmet Akif Yıldız

Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı

mmakif44@gmail.com

ÖZET: İnsanlığın varoluşundan bu yana süregelen barınma ihtiyacı, bireyleri kalıcı bir barınak arayışına yöneltmiş ve dönemin şartlarına uygun çözümler bulmaya zorlamıştır. Zamanla, insanoğlunun hayatta kalma mücadelesi, yaşam ve konfor koşullarını iyileştirme mücadelesine dönüşmüştür. Ancak, konutlar ve diğer tüm yapılarda, kullanıcı gereksinimlerinin ve optimum konfor koşullarının gözetilmesi enerji ihtiyacını artırmakta ve çevresel sorunlara neden olmaktadır. Sorunlarla mücadeleye yönelik eylemlerin başında Avrupa Birliği ülkelerinde ve tüm gelişmiş ülkelerde enerjiyi yerinde ve etkin kullanan, sürdürülebilir binaların tasarlanması gelmektedir. Bu bağlamda enerji etkin, sürdürülebilir bir yapıyı çevre oluşturmada kentsel ölçekten başlayarak yapı ölçeğine ulaşan süreçte yerel imkanların değerlendirilmesi, yapılaşma koşullarını belirleyen bölgesel planlardan ve bina tasarımına kadar her aşamada dikkate alınmalıdır. Çevre, kültür ve ekonomik koşullara uygun çözümleri ile ekolojik ve sürdürülebilir yapılar olarak tariflenebilen yerel mimari, deneyimlerle oluşan yapısal kültürün ve mevcut yapıyı çevrenin bütüncül yaklaşımlarla çözümlenmesiyle sürdürülebilir tasarım ve kalkınma için önemli bir kaynak olarak düşünülmelidir. Yerel mimarinin tasarım stratejileri, bölgesel malzemelerle, mekânsal organizasyon ve yenilenebilir kaynakların kullanımını optimize ederek bina içinde konfor koşullarının sağlanmasında iklimsel özelliklere etkili bir şekilde yanıt vermektedir. Türkiye genelinde yeni yerleşim alanlarındaki yapılarda iklimsel verilerden faydalanılarak inşa edilen yapıyı çevrelerin kısıtlı olması mekanik ısıtma ve soğutma sağlayan aktif iklimlendirme sistemlerinin kullanılmasına neden olmaktadır. Bu durum enerji tüketimi ve ekonomik kayıplar başta olmak üzere, küresel ısınma, iklim değişikliği, karbon ayak izinin artması gibi çevresel sorunlar ve kaynak yitirilmesine yönelik problemleri getirmektedir. Bu amaçla, farklı iklim bölgelerinde yer alan geleneksel/yerel konut dokularının farklı iklim özelliklerine göre şekillenmiş biçimi, iklimin etkisi doğrultusunda güneşin ısıtıcı etkilerinden korunma, gölgeli alanlar ve rüzgâr ile soğutma sağlamaya yönelik çözümler, yerleşme ölçeğinde, bina ölçeğinde ve mekân organizasyonunda incelenecektir. Geçmişten gelen bu öğretilerin, yerleşim alanlarının ve binaların biçimlenmesi ve iklim arasındaki ilişkilerin kavranması, yeni yerleşim alanlarında aktif sistemlere dayalı tüketimin azaltılmasına yönelik kararların alınması hususunda öncelikle mimarlar olmak üzere tüm paydaşlara farkındalık yaratması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, yerel mimari, pasif iklimlendirme.

PASSIVE COOLING DESIGN IN VERNACULAR ARCHITECTURE AND SUSTAINABILITY

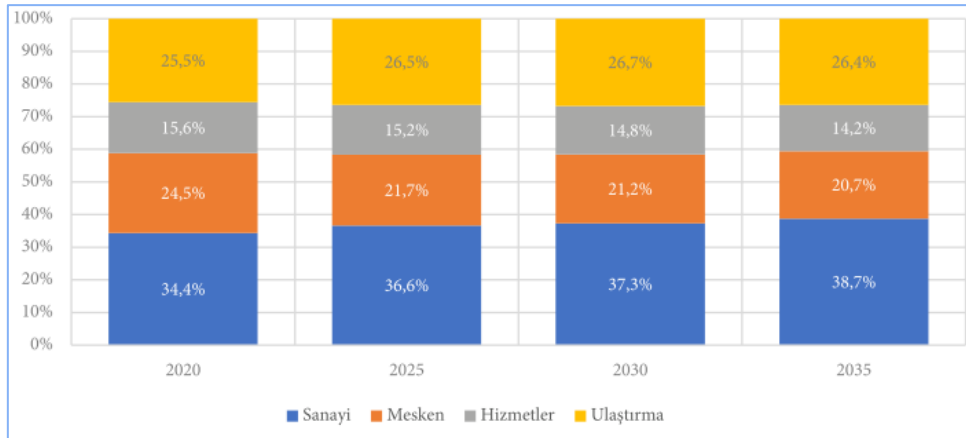
ABSTRACT: The need for shelter, which has been ongoing since the existence of humanity, has led individuals to search for permanent shelter and forced them to find solutions suitable for the conditions of the period. Over time, humanity's struggle for survival has become a struggle to improve living and comfort conditions. However, observing user requirements and optimum comfort conditions in dwellings and all other buildings increases energy demand and causes environmental problems. One of the leading actions to combat these problems is the design of sustainable buildings that use energy efficiently and effectively in European Union countries and all developed countries. In this context, in creating an energy-efficient, sustainable built environment, evaluating local facilities, starting from the urban scale to the building scale, should be considered at every stage, from regional plans determining the construction conditions to building design. Vernacular architecture, which can be defined as ecological and sustainable buildings with solutions suitable for environmental, cultural, and economic conditions, should be considered an essential resource for sustainable design and development by analyzing the structural culture formed by experiences and the existing

built environment with holistic approaches. The design strategies of vernacular architecture respond effectively to climatic characteristics in providing comfortable conditions inside the building by optimizing regional materials, spatial organization, and renewable resources. The limited number of built environments constructed by utilizing climatic data in new residential areas in Turkey leads to active systems that provide mechanical heating and cooling. This situation brings environmental problems such as global warming, climate change, increased carbon footprint, and loss of resources, especially energy consumption and economic losses. For this purpose, the way traditional/local housing textures located in different climate zones are shaped according to other climatic characteristics, solutions for protection from the heating effects of the sun, shaded areas, and wind cooling in line with the impact of climate will be examined at the settlement scale, building scale, and space organization. These teachings from the past are expected to create awareness for all stakeholders, primarily architects, to comprehend the relationships between the shaping of residential areas and buildings and climate and to make decisions to reduce consumption based on active systems in new residential areas.

Key Words: Sustainability, Vernacular Architecture, Passive Cooling.

GİRİŞ

Yapı sektörü, küresel ölçekte yaşam kalitesinin iyileştirilmesi, ekonomik büyüme ve kalkınma hususlarında önemli bir paya sahiptir. Ancak bu beraberinde, doğal kaynakların tükenme tehlikesi, sera gazı emisyonlarına bağlı iklim değişikliği gibi birçok negatif çevresel etkiyi de beraberinde getirmektedir. Dünyadaki hava kirliliğinin %24'üne, sulardaki kirlenmenin %40'ına ve sera gazı salımının %50'sine yapı sektörü neden olmaktadır (Gültekin ve Karaca, 2017). Ayrıca, temiz su kaynaklarının % 17'si, orman ürünlerinin %25'i ve enerji kaynaklarının %40'ı yapı sektörü tarafından tüketilmektedir (Gültekin ve Farahbakhsh, 2016; Gültekin ve Yavaşbatmaz, 2013). Türkiye'de artan enerji tüketimi beraberinde enerji talebini de doğurmuş ve Avrupa İstatistik Ofisi verilerine göre Türkiye'de tüketilen enerjinin yaklaşık % 77' sinin ithal edildiği raporlanmıştır (Eurostat,2017). International Energy Agency 2018 verilerine göre, Türkiye'de konut ve konut dışı sektörler de dâhil olmak üzere büyüyen bina sektörü ülkenin nihai enerji tüketiminin yaklaşık %34' ünden sorumlu iken (International Energy Agency, 2021) Türkiye Ulusal Enerji Raporu 2022'ye göre Bina Sektörü; Mesken ve Hizmetler kategorilerinin toplamı olarak, 2020 yılında %40,1'lik pay ile nihai enerji tüketiminde öncü kategoridedir (Şekil 1.). Bu nedenle, bina sektörü iklim değişikliği ile mücadele kapsamında başrollerde yer almaktadır.



Şekil 1: Nihai enerji tüketiminin sektörlere dağılımı
Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022.

Bu doğrultuda enerjiyi etkin kullanan, sürdürülebilir, doğal kaynakların kullandığı bina tasarımları önem arz etmiş ve tüm dünyada öncelikli çalışma alanı olarak yerini almıştır. Amaç ekonomik, sosyal ve çevresel değeri etkili bir şekilde sunabilen yenilikçi, ekonomik ve sürdürülebilir binalar yaratmaktır. Özellikle son yıllarda dünya çapında binaların soğutulması için kullanılan aktif sistemlerde önemli bir artış olmuştur. Bu sistemlerin kullanımıyla artan enerji tüketimi sürdürülebilirliğe sekte vurmaktadır.

Öte yandan, çevre ve kullanıcı arasında dengeli bir ilişki kuran, doğal kaynaklardan ve var olandan beslenen, kullanıcı ihtiyacına göre şekillenen yerel mimari, her türlü hava koşulunda insan faaliyetleri için uygun bir ortam yaratmaya çalışmıştır. Dolayısıyla yerel mimarlık, malzeme ve çevrenin ön plana çıktığı topoğrafyaya, iklime, yere ve manzaraya bağlı ve bu faktörlerle şekillenen ve uyum sağlayan evler olarak nitelendirilebilir. Bu nedenle, yerel/bölgesel mimari üslupla binalarda kullanılan pasif soğutma önlemlerinin belirlenmesi ve benimsenmesi sıfır veya düşük enerjili binaların geliştirilmesine yardımcı olabilir. Türkiye'nin farklı iklim bölgelerinde yer alan örnek incelemelerden yararlanan bu çalışma, geleneksel konutlarda kullanılan pasif iklimlendirme önlemlerini belirlemeyi ve bina tasarımının termal performanslarına nasıl katkıda bulunabileceğini araştırmayı amaçlamaktadır. Bu araştırmanın bulguları, benzer iklim koşullarındaki çağdaş binaların tasarım ve inşasına ışık tutabilir.

2. Pasif İklimlendirme

İklimlendirme, iç ortam konfor koşullarının göz önüne alınarak, kişinin bedensel ve zihinsel faaliyetlerini sürdürürken mekânın iç hava kalitesinin sıcaklık, nem, vb. bakımından gerekli değerlerde tutulması olarak ifade edilebilir. İklimlendirme sistemlerinde temel amaç bir yapının/binanın ısıtma gereken süreçte ısıtma, soğutma gereken dönemde ise soğutma yüklerini azaltmaya yönelik şekilde planlanmasıdır.

İç hava kalitesinin niteliği etkin bir havalandırma sağlanması ile mümkün olabilir. Burada önemli olan iç ortamdaki havanın mekanik sistemler yerine doğal havalandırma yöntemleri ile kontrol edilmesidir. Böylece, basit fizik kurallarına dayanarak uygun tasarımlarla enerjiye ihtiyaç duyulmadan bir konfor ortamı oluşturularak süreç yönetilmiş olur. Pasif iklimlendirme olarak adlandırılan bu yöntem, yapılarda minimum enerji kullanımı ile enerji tasarrufuna ve enerji verimli bina tasarımına hizmet eder. Pasif iklimlendirme sistemlerinde amaç, iklimsel veriler ve gereksinimlerin değerlendirilerek ısıtma, soğutma ve havalandırma için gerekli enerji talebinin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması, mekanik sistemlere dayanan aktif iklimlendirme sistemi-HVAC sistemlerinin yükünü en aza indirmektir (Bodach, vd. 2014). İklimlendirme sistemine kaynak girdi olan rüzgâr ve güneş, bina ile ilişkisi çerçevesinde etkindir. Soğutma amaçlı pasif stratejilerde rüzgâr önemli bir parametre olmakta, ayrıca güneşin ısıtıcı/ısıtıcı etkisinden kaçınılmak gerekmektedir. Isıtma amaçlı stratejilerde ise rüzgâr etkisinden kaçınılması, güneşin etkisinden de üst düzeyde faydalanmak amaçlanmalıdır. Bir yapının ya da yapılı çevrenin pasif iklimlendirme sistemine dayalı olarak tasarlanması için, yere ait veriler, güneş ışınımı, hava sıcaklığı, hava hareketi, hava nemi, rüzgâr hareketi gibi iklim elemanlarının konfor koşullarını sağlaması için var olan gereksinimler ile mikro-klimatik etkinin, çevresel faktörler üzerinden değerlendirilerek tasarım kararlarının alınması gereklidir (Engin, 2012). Bu gerekliliğin yerel mimarlık örneklerinde aslında çok önceden benimsendiği ve bu bağlamda çevre ve iklimle dengeli çözümlere ulaşıldığı görülmektedir. Yerel mimari, insanın yaşam alanı boyunca farklı iklimlere adaptasyonunun temelini, şeklini ve bu yaklaşımın çağdaş mimariye adaptasyonu ile günümüz uygulamalı sürdürülebilirlik örneği olarak değerlendirilebilir.

3. Türkiye'de Yerel Mimarlık

Tarih boyunca insanoğlu hayatta kalabilmek ve varlığını sürdürebilmek için barınma, korunma gibi temel ihtiyaçlarını karşılamak zorunda kalmıştır. Bunu başarmak için insanlar doğal çevre içerisinde seçtikleri alanları organize etmiş ve bu alanları yeni ve güvenli yapay mekanlara dönüştürmek için sınırlayıcı ve çevreye uyumlu uygulamalara başvurmuştur (Berardi, 2013). İnsanoğlu bu ortamları yaratırken yüzyıllar boyunca edindiği tecrübeyi biriktirmiş, yaşam kültürünü bu ortamın bir parçası haline getirmiş, yerleşim yerini iklim koşullarına, güneşe, rüzgara ve doğaya uygun olarak oluşturmuştur. Bu yapılı çevrelerin özelliklerini, bölgenin kendine has özelliklerine paralel olarak, o toplumun kültürüne, sosyal ve ekonomik verilerine göre farklılaşmıştır. Kullanıcının yaşam alanını şekillendirmek için gerçekleştirdiği, şekil verenlerin kullanıcılar olduğu mimari ve yapı sistemleri yerel mimaridir (Perez vd., 2015). İklim ve uygulama bölgesine göre farklılaşan yerel bina tipolojileri, mimari tasarım yoluyla sürdürülebilirliğin sağlanması ve iklim kontrolüne ve dolayısıyla enerjiye olan bağımlılığın azaltılması için yararlı örnekler barındırmakta ve birçok çalışmaya konu olmaktadır (Bodach, vd., 2014; Gou, vd., 2015; Zou, vd., 2022; Moscoso-García, Quesada-Molina, 2023).

Ilıman nemli, ılıman kuru, sıcak nemli ve sıcak kuru iklim özelliklerine sahip bir ülke olan Türkiye'de farklı bölgeleri karakterize eden iklimsel, coğrafi ve kültürel çeşitliliğe yanıt veren, modern binaların enerji performansının optimizasyonu için benimsenebilecek geleneksel anlayışları araştıran çalışmalara ışık tutacak bir zenginlikte yerel mimari örneği vardır. Örneğin Doğu Karadeniz'in ahşap ağırlıklı mimarisinde, Güneydoğu Anadolu'da kireçtaşında, Akdeniz'in kübik taş mimarisinde, Orta Anadolu'da taş-kerpiç tuğlalarda, dolgu

malzemelerinin kullanım biçiminde bu farklılık kendini göstermektedir. Bu farklılıklar sadece kullanılan malzeme seçiminde değil, aynı zamanda yerleşimin dokusunun topoğrafik özelliklere göre şekillenmesinde, mekansal organizasyonun ve vücut kütlelerinin güneş ve rüzgar koşulları dikkate alınarak formüle edilmesinde de gözlemlenmektedir (Özorhon, Özorhon, 2014).

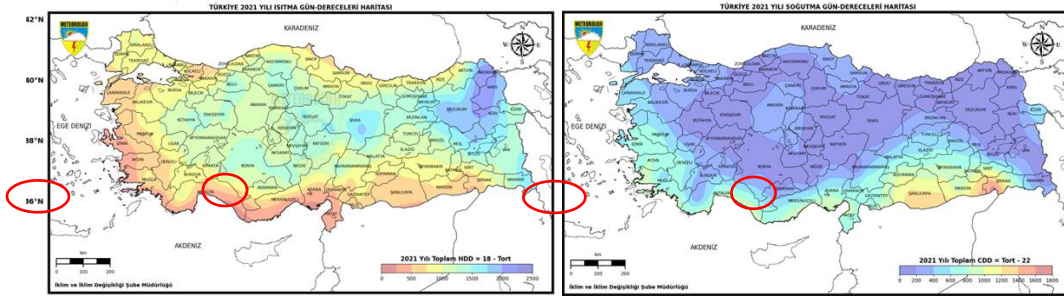


Şekil 2: Türkiye'de geleneksel mimarlık

Kaynak: URL 1

4. Materyal Method

Doğal havalandırma stratejileri ile örtüşen pasif iklimlendirme çalışmalarında özellikle soğutma yükünü hafifletmek esastır. Bu amaçla, sıcak kuru ve sıcak nemli iklim bölgelerinde yer alan Antalya ve Şanlıurfa illerindeki geleneksel konut doku biçimlenişleri ve pasif iklimlendirme stratejileri analiz edilecektir.



Şekil 3: Isıtma-soğutma derece gün bölgelerine göre bölgeler

Kaynak: URL 2

Çalışmanın bu bölümünde, Türkiye'de iki farklı iklim bölgesinde yer alan yerel konut dokularının iklim özelliklerine göre şekilleniş biçimi, iklimin etkisi doğrultusunda güneşin ısıtıcı etkilerinden korunma, gölgeli alanlar ve rüzgâr ile soğutma sağlamaya yönelik çözümler üç aşamada ele alınacaktır:

- **Yerleşim ölçeği:** Geleneksel dokuda, yerleşme ölçeği açısından iklim parametreleri tasarım kararlarında yerleşilecek alanın belirlenmesi, formun yönlenme biçimi, komşu binalarla ve çevreyle kurulan ilişkiler bağlamlarında etmen olmuştur.
 - yer seçimi
 - bina biçimleniş/tipolojisi
 - komşuluk ve çevre ilişkisi


- **Bina ölçeği:** İklim parametreleri bina formunda, malzeme ve yapım teknolojisi ile yapı kabuğu oluşumunda temel belirleyici olmuştur.
 - form
 - yapı kabuğu
- **mekân organizasyonu ölçeği:** kullanıcı gerekliliklerine bağlı oluşan alan ihtiyacının iklim parametrelerine göre kurgulanmasıdır.
 - mekan kurgusu

4.1. Antalya Geleneksel Konut Dokusu Örneği

Akdeniz bölgesinde yer alan Antalya ili, sıcak-nemli iklim özelliği göstermektedir. Yaz ve kış mevsimlerinde gerçekleşen hava koşulları çerçevesinde, Akdeniz kıyısında denize yakın kesimlerde yer alan Antalya kentinde kışları ılık ve yağışlı, yazları ise sıcak ve kurak olan bir iklim tipi (Akdeniz İklimi) görülmektedir. Bu doğrultuda yapılar, iklim ve topografya özellikleri dikkate alınarak; hâkim rüzgârlardan faydalanmak ve sıcaklığın etkisinden korunmak amacıyla kuzeybatı- güneydoğu yönleri doğrultusunda konumlandırılmıştır.


İklimsel verinin yerel dokunun biçimlenişe etkisi Tablo 1-2-3 üzerinde incelenmiştir (Cana, vd., 2020; Özel ve Sağsöz, 2021):

Tablo 1: Yerleşim Ölçeğinde iklimsel verinin kullanımı

YERLEŞİM ÖLÇEĞİNE İLİŞKİN PARAMETRELER	
İKLİMSEL VERİ KULLANIMI	<p>Yer Seçimi</p> 
	<p>Tasarım Kararı</p> <p>İklimlendirme Faydası</p> <ul style="list-style-type: none"> Güneş ve rüzgâr geliş açısına göre hava akışının yönlendirilmesi hâkim rüzgâr yönünde - denizden gelen rüzgarla hava akışına izin veren sokak kurgusu
	<p>Bina yönelme ve form biçimlenişi</p> <p>Tasarım Kararı</p> <p>İklimlendirme Faydası</p> <ul style="list-style-type: none"> Avlunun iklimlendirme özellikleri sebebiyle avlu çevresinde mekânları yerleştirme Bitişik duvarlar ile güneşe maruz kalan yüzeylerin azaltılması Hakim rüzgâr yönüne karşı yerleştirilen dar uzun sokaklar kuzey ve doğu cephelerinde geniş ve sayıca fazla pencere; güney ve batı cepheleri daha sağır cephe güney ve batı cephelerin önüne dikilen ağaçlar ile yaz mevsiminde istenmeyen güneş ışığını kesme Çıkmalar ile ısı kaybının artırılması Gölgelemeye imkan veren form kurgusu
	<p>Komşuluk ilişkisi ve çevre düzeni</p> <p>Tasarım Kararı</p> <p>İklimlendirme Faydası</p> <ul style="list-style-type: none"> Binalar arasında açıklık bırakılması Dar sokaklardan oluşan yerleşim düzeni Güneşin radyasyon etkisini azaltmak için dar sokak kurgusu Dar ve yüksek duvarlar ile çevrili sıcaklığın etkisi azaltılmış sokaklar Hâkim rüzgâr aksındaki sokaklarda doğal ventilasyon

Kaynak: URL 3; URL 4

Tablo 2: Bina Ölçeğinde iklimsel verinin kullanımı

BİNA ÖLÇEĞİNE İLİŞKİN PARAMETRELER	
İKLİMSEL VERİ KULLANIMI	<p>Bina Formu/Plan Kurgusu</p> 
	<p><i>Tasarım Kararı</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Kare veya dikdörtgen formulu avlu etrafına mekânların yerleştirilmesi Odalarda karşılıklı açılan pencere Zeminden yükseltilen bina Tepe penceresi kullanımı Çatı ve bina arasında boşluk oluşturulması Plan organizasyonunda kısmi simetrik kurgu
	<p><i>İklimlendirme Faydası</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Avlulardan serin havanın mekânlara dağıtılması Mekan içlerinde çapraz havalandırma sağlanması Zeminden yükseltilmesi ile rüzgârın kütle altından soğutmaya imkân vermesi Tepe penceresi ile hava sirkülasyonunun sağlanması Çatı ve bina arasındaki boşlukta dolanan hava ile soğutma sağlanması Benzer ısı ihtiyacı olan mekanların birlikte çözülmesi
	<p>Bina Kabuğu</p>
<p><i>Tasarım Kararı</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Yapı malzemesi olarak bölgede çok bulunan ahşap ve taş kullanımı(zemin kat taş) Cephelerde bahçe duvarı, cumbalar, saçaklar, farklı boyutta pencereler ve sokak kapıları Pencerelerde ahşap kafes ve kepenklerin kullanılması Uzun saçaklı eğimli kırma çatı Çatıda kiremit tahtası üzerine 1cm çamur ve samandan oluşan harç 	
<p><i>İklimlendirme Faydası</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Gece ile gündüz arası sıcaklık farkı yüksek olması sebebiyle ısının mekâna girişini uzatan kabuk malzemesi ve kalınlığı Cephede zemin kat pencerelerinin küçük ve az olması mahremiyet olgusu, üst katta çok sayıda farklı yönde ve büyük(yeterli ışık ve ısı) çapraz havalandırma İstenmeyen güneş ışığından koruma sağlamak için pencere üstü kepenk kullanımı Avlu ve eyvandaki serin hava ve gölgeli alanlara açılan pencereler Sokaklar hâkim rüzgâr yönünde koridor oluşturduğundan dolayı sokağa çıkmaların yan yüzey pencerelerden serin havanın içeri alınması 	

Kaynak: URL 5; URL 6

Tablo 3: Mekan Organizasyonunda iklimsel verinin kullanımı

MEKAN ORGANİZASYONUNA İLİŞKİN PARAMETRELER	
İKLİMSEL VERİ KULLANIMI	Avlu
	
	<i>Tasarım Kararı</i>
	<ul style="list-style-type: none"> Avlu etrafına yerleşen mekânlar Avlunun pozitif basınç noktası olması Avluda bitkiler ve su kullanımı
	<i>İklimlendirme Faydası</i>
	<ul style="list-style-type: none"> Avlunun iklimlendirme özellikleri sebebiyle avlu çevresinde mekânları yerleştirme İç mekânlara ısı ve ışığın kontrollü geçişini sağlama Hâkim rüzgâr yönünden alınan serin hava avlunun pozitif basınç noktası olmasını sağlayarak negatif basınç noktaları olan odalara havanın dağılımını sağlama Bitkiler ile gölgelemeye katkı ve su ile kuru havayı nemlendirme
	Taşlık
	<i>Tasarım Kararı</i>
	<ul style="list-style-type: none"> Avluda oluşturulan taş zemin alanı
	<i>İklimlendirme Faydası</i>
	<ul style="list-style-type: none"> Taşın ıslatılması ve taşların arasını dolduran suyun buharlaşmasıyla ortam ısını düşürmesi ve serinletmesi



Kaynak: URL 7; URL 8.

4.2. Şanlıurfa Geleneksel Konut Dokusu Örneği

Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer alan Şanlıurfa ilinde gece-gündüz, yaz-kış sıcaklıkları arasında büyük farklar bulunmaktadır ve karasal ikliminin özellikleri görülmektedir. Genellikle yazları çok sıcak ve kurak, kışları serin ve yağışlı geçmektedir. Karasal yarı çöl iklimi olarak ta tanımlanabilecek olan sıcak kuru iklim özellikleri ile bu bölgede yaz dönemi koşullarının daha uzun seyretmektedir. Bu nedenle de soğutma ihtiyacı öne çıkmaktadır. Bu durum enerji verimliliği açısından soğutma yüklerinin azaltılmasını hedefleyen bina kabuğu tasarımlarında pasif tasarım yaklaşımlarıyla çözüm stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu hale getirmektedir. Urfa geleneksel kent dokusu incelendiğinde gerek malzeme seçimi ve gerekse plan uygulaması yönünden evler ve evlerin oluşturduğu sokaklar üzerinde iklim faktörünün büyük ölçüde etkisi olmuştur.



İklimsel verinin yerel dokunun biçimlenişe etkisi Tablo 4-5-6 üzerinde incelenmiştir (Tel ve Erdoğan, 2014; Zorlu ve Keskin, 2017; Payaşlı Oğuz ve Arkan, 2019; Bekleyen ve Melikoğlu, 2019):

Tablo 4: Yerleşim Ölçeğinde iklimsel verinin kullanımı

YERLEŞİM ÖLÇEĞİNE İLİŞKİN PARAMETRELER	
İKLİMSEL VERİ KULLANIMI	<p>Yer Seçimi</p> 
	<p><i>Tasarım Kararı</i></p>
	<p><i>İklimlendirme Faydası</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> Az eğimli yamaç yerleşimleri Vadi tabanında ovaya doğru yerleşimler
	<ul style="list-style-type: none"> Yamaca dik sokaklar ile hava akışı sağlama Düz yerleşimlerde hâkim rüzgâr yönünde yerleşen sokaklar Balıkli Göl ve Karakoyun Deresi ile kuru havanın nemlendirilmesi Güneş ve rüzgâr geliş açısına göre yerleşimde hava akışının yönlendirilmesi
	<p>Bina yönelme ve form biçimlenişi</p>
	<p><i>Tasarım Kararı</i></p>
	<p><i>İklimlendirme Faydası</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> İç avlular ile içe dönük form Bitişik duvarlar Kuzey-kuzey batıdan güney-güney batıya doğru yönelim
	<ul style="list-style-type: none"> Avlunun iklimlendirme özellikleri sebebiyle avlu çevresinde mekânları yerleştirme Bitişik duvarlar ile güneşe maruz kalan yüzeylerin azaltılması Serin rüzgârın avluya alınması ve avludan mekânlara dağıtılması ile soğutma
<p>Komşuluk ilişkisi ve çevre düzeni</p> 	
<p><i>Tasarım Kararı</i></p>	
<p><i>İklimlendirme Faydası</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> En az bir adet ortak duvarı olan bitişik ve iç içe geçmiş evler 2-3 metre genişliğinde sokaklar Sokağa taşan kabaaltılar 	
<ul style="list-style-type: none"> Güneşin radyasyon etkisini azaltmak için iç içe yerleşim Dar ve yüksek duvarlar ve kabaaltı ile çevrili sıcaklığın etkisi azaltılmış sokaklar Hâkim rüzgâr aksındaki sokaklarda doğal ventilasyon 	



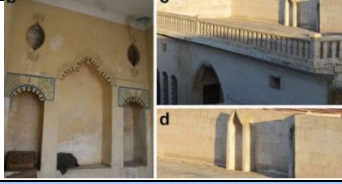
Kaynak: URL 9; URL 10.

Tablo 5: Mekan Organizasyonunda iklimsel verinin kullanımı

BİNA ÖLÇEĞİNE İLİŞKİN PARAMETRELER			
İKLİMSEL VERİ KULLANIMI	<p>Bina formu/plan kurgusu</p> 		
	<p><i>Tasarım Kararı</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Kare veya dikdörtgen formlu avlu etrafına mekânların yerleştiği iki katlı evler Dışa yüksek duvarlar ile kapalı içe dönük form 	<p><i>İklimlendirme Faydası</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Avlulardan serin havanın mekânlara dağıtılması Avlu etrafı yüksek duvarlar ile eyvanlar aracılığıyla odalara giren güneş açılarının daralması Avlunun pozitif basınç noktası olması 	
	<p>Bina kabuğu</p> 	<p><i>Tasarım Kararı</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Cephede yerel malzeme(60-100 cm kalınlığında kalker esaslı Urfa taşı) Avlu, eyvan etrafında ve sokağa çıkmaların yan yüzeylerinde yüksek pencereler, Sokağa bakan sağır veya küçük pencereci duvarlar 	<p><i>İklimlendirme Faydası</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Gece ile gündüz arası sıcaklık farklı yüksek olması sebebiyle ısıtımın mekâna girişini uzatan kabuk malzemesi ve kalınlığı Avlu ve eyvandaki serin hava ve gölgeli alanlara açılan pencereler Sokaklar hâkim rüzgâr yönünde koridor oluşturduğundan dolayı sokağa çıkmaların yan yüzey pencerelerden serin havanın içeri alınması <p>--zaman gecikmesi kavramı</p>
	<p><i>Tasarım Kararı</i></p>	<p><i>İklimlendirme Faydası</i></p>	

Kaynak: URL 11; URL 12.

Tablo 6: Mekan Organizasyonunda iklimsel verinin kullanımı

MEKAN ORGANİZASYONUNA İLİŞKİN PARAMETRELER		
İKLİMSEL VERİ KULLANIMI	<p>Eyvan</p> 	
	<p><i>Tasarım Kararı</i></p>	<p><i>İklimlendirme Faydası</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> Yazlık ve kışlık olmak üzere iki tip 	<ul style="list-style-type: none"> Yazlık: Eyvan etrafında yer alan başodaların eyvana açılan pencerelerden güneşin etkisinin azalması ve eyvandan serin havanın içeri alınması Kışlık eyvan: Eyvan ve çevresindeki başodalar güney yerleştiği için gündüz ısıyı tutarak akşam ısınmaya katkı sağlaması
	<p>Avlu</p>	
	<p><i>Tasarım Kararı</i></p>	<p><i>İklimlendirme Faydası</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> Avlu etrafına yerleşen eyvan ve mekânlar Avlunun pozitif basınç noktası olması Avluda havuz ve bitkiler 	<ul style="list-style-type: none"> Avlunun iklimlendirme özellikleri sebebiyle avlu çevresinde mekânları yerleştirme İç mekânlara ısı ve ışığın kontrollü geçişini sağlama Hâkim rüzgâr yönünden alınan serin hava avlunun pozitif basınç noktası olmasını sağlayarak negatif basınç noktaları olan odalara havanın dağılımını sağlama Bitkiler ile gölgelemeye katkı ve havuz ile kuru havayı nemlendirme
	<p>Zerzembe</p> 	
	<p><i>Tasarım Kararı</i></p>	<p><i>İklimlendirme Faydası</i></p>
	<ul style="list-style-type: none"> Avludan geçiş yapılan depolama alanı Muhafaza için bodrum kat kullanımı 	<ul style="list-style-type: none"> Eyvan ve odaların altında, avludan ve topraktan serinlik sağlayan depolama alanları Bodrum katlar avludan yarım kat aşağıda olması sebebiyle avludan ışık alabilme
	<p>Rüzgâr Yakalayıcı</p> 	
<p><i>Tasarım Kararı</i></p>	<p><i>İklimlendirme Faydası</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> Çatıdan eyvanların arka duvarlarına inen rüzgâr kuleleri 	<ul style="list-style-type: none"> Kuzeyden gelen hava, rüzgâr kepçesinin yönlendirmesi ile hava girişinden eyvanın arka duvarındaki orta nişin hemen üstündeki hava çıkışından eyvana geçerek havalandırma yapması 	

Kaynak: URL 11; URL 13; URL 14.

SONUÇ

Türkiye’de belirlenen bölgelerde yer alan yerel/geleneksel konut dokusu, bölgenin iklim koşullarına, topografyaya, bölgedeki mevcut yapı malzemeleri, malzeme kullanımına dayalı gelenekselleşen yapım teknolojisi ile belirlenmiştir. Bu, Türkiye’de geleneksel evlerde kullanılan sürdürülebilir ve pasif yöntemlerin 21. yüzyılın modern ve çağdaş binalarına da uygulanma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Güneş ve rüzgâr unsurları konutların şekillenişinde ana parametrelerdir:

- Bina kabuğu, tampon alan olarak kurgulanan avlu ve hakim rüzgar yönüne göre bina biçimi ve yönelimi ile desteklenmektedir.
- Binayı çevreleyen ana mekanların ve çevredeki koridorların merkez avlu etrafına yerleştirilmesi, zemin katta yer alan iç mekanların gölgelenmesine ve iç mekân termal ortamının güneş ışınımından korunmasına da katkıda bulunmaktadır.
- Dolu kütle ile merkezi avlu arasındaki ilişki, doğal ışığın iç mekanlara girmesini sağlayarak geleneksel yapının termal konforunu artırmaktadır.

Bu çalışma, yerel mimariden ilham alan geleneksel evlerin iklime duyarlı stratejilerinin, öncelikle doğal havalandırma, güneş koruması ve termal kütleyle dayalı olarak, sıcak günlerde ve soğuk gecelerde iklimsel konfor sağlamada etkili olduğu sonucuna varmaktadır.

Pasif stratejilerle sıcaklığı düzenleyen çözümleri benimsemek, iyi bir sürdürülebilir bina ve sürdürülebilir bir çevre uygulamasıdır. Bu doğrultuda evreye uyum örneği olarak değerlendirilen yerel mimari araştırılmalı ve öğretilerinden faydalanılmalıdır. Çevresel açıdan yerel mimari, konumu, yönelimi ve mimari formu, aydınlatmaya, güneş ışığına ve havalandırmaya izin vermesi ve yerel yapı malzemeleriyle bir sürdürülebilirlik örneği olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmanın önerilerinin çoğu benzer iklim koşullarındaki binalar için işe yarayacak olsa da tasarım kararlarının her bir projeye ve bağlama göre uyarlanması gerektiği unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- Bekleyen, A., Melikoğlu, Y. (2019). Antik rüzgâr yakalayıcıların Anadolu'daki örnekleri: Şanlıurfa'nın badgelleri. *Art-Sanat Dergisi*, (12), 109-128.
- Berardi, U. (2013). Clarifying the new interpretations of the concept of sustainable building. *Sustainable cities and society*, 8, 72-78.
- Bodach, S., Lang, W., & Hamhaber, J. (2014). Climate responsive building design strategies of vernacular architecture in Nepal. *Energy and Buildings*, 81, 227-242.
- Canan, F., Kobyay, H. B., Aköz, A. B., & Temizci, A. (2020). Vernaküler ve çağdaş mimarlık örneklerinin sürdürülebilirlik bağlamında karşılaştırmalı analizi: Antalya Kaleiçi ve Deniz mahallesi örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 256-266.
- Engin, N. (2012). Enerji etkin tasarımda pasif iklimlendirme: doğal havalandırma. *Tesisat Mühendisliği*, 129, 62-70.
- Gültekin A.B. ve Farahbakhsh, B. (2016). Energy performance of glass building materials. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 9(3), 52-65.
- Gültekin, A. B. and Karaca, N. K. (2017 12-16 Jun). *Business management in sustainable buildings: Ankara-Turkey case*. Paper presented World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium On Business Management in Sustainable Buildings. Prague, Czech Republic.
- Gültekin, A. B. and Yavaşbatmaz, S. (2013). Sustainable design of tall buildings. *Journal of the Croatian Association of Civil Engineers Gradevinar*, 65 (5); 449-461.
- Gou, S., Li, Z., Zhao, Q., Nik, V.M., Scartezzini, J.-L (2015). Climate responsive strategies of traditional dwellings located in an ancient village in hot summer and cold winter region of China. *Building and Environment*, 86, 151-165.
- International Energy Agency (2021). World Energy Outlook 2018, IEA, Paris, 206-208.
- İnternet: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2022). Türkiye Ulusal Enerji Planı. URL:https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EIGM/tr/Raporlar/TUEP/T%C3%BCrkiye_Ulusal_Enerji_Plan%C4%B1.pdf. Son Erişim Tarihi: 28.02.2024.
- İnternet: URL1. http://www.astroset.com/bireysel_gelisim/anadolu/images/anal.jpg ,Son Erişim Tarihi: 28.02.2024.
- İnternet: URL 2. <https://cevreselegostergeler.csb.gov.tr/isitma-ve-sogutma-gun-dereceleri-i-100365> ,Son Erişim Tarihi: 28.02.2024.
- İnternet: URL 3. <http://www.antalya.gov.tr/kaleici> ,Son Erişim Tarihi: 28.02.2024.
- İnternet: URL 4. https://antalya.com.tr/Uploaded/listing/1-423/antalya_kaleici_drone_goruntusu.jpg ,Son Erişim Tarihi: 28.02.2024.

- İnternet: URL5 . http://www.antalya.gov.tr/kurumlar/antalya.gov.tr/Site/sehir_kartlari/kaleici/Tarihi-kaleici-ve-evleri.JPG ,Son Erişim Tarihi: 28.02.2024.
- İnternet: URL 6. <http://rehbername.com/UserFiles/Image/images/ekim2020/Kalei%C3%A7i%20Gezi%20Rehberi/Kalei%C3%A7i%20Evleri1.jpg> ,Son Erişim Tarihi: 28.02.2024.
- İnternet: URL 7. <https://www.antalyakultursanat.org.tr/wp-content/uploads/2019/04/kaleici-04.jpg> ,Son Erişim Tarihi: 28.02.2024.
- İnternet: URL 8. <https://www.arkitera.com/wp-content/uploads/2017/04/Kalei%C3%A7i-Evi-1.jpg> ,Son Erişim Tarihi: 28.02.2024.
- İnternet: URL 9. <https://www.turkiyepostasi.com/wp-content/uploads/2020/03/Urfa-kentsel-Sit-Alan%C4%B1ndan-bir-g%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm.jpg> ,Son Erişim Tarihi: 28.02.2024.
- İnternet: URL 10. https://www.sanlıurfa.bel.tr/files/1/bsb_sonra/4_urfa_mimarisinde_kabaltılar.pdf ,Son Erişim Tarihi: 28.02.2024.
- İnternet: URL 11. https://webdosya.csb.gov.tr/db/destek/icerikler/sanl-urfa_yoresel-20191127140851.pdf ,Son Erişim Tarihi: 28.02.2024.
- İnternet: URL 12. <https://pbs.twimg.com/media/Dccj8iOXcAAWsfWF?format=jpg&name=small> ,Son Erişim Tarihi: 28.02.2024.
- İnternet: URL 13. <https://pbs.twimg.com/media/DccjI5JXcAEKRfM?format=jpg&name=900x900> ,Son Erişim Tarihi: 28.02.2024.
- İnternet: URL 14. https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT9_91TIx12pwlGcxYkInMOI2ho8m8QVCRKLsemWZDG4y7dFYjt ,Son Erişim Tarihi: 28.02.2024.
- Moscoso-García, P., Quesada-Molina, F. (2023). Analysis of passive strategies in traditional vernacular architecture. *Buildings*, 13(8), 1984.
- Ozorhon, G., Ozorhon, I. F. (2014). Learning from Mardin and Cumalıkızık: Turkish vernacular architecture in the context of sustainability. *Arts*, 3(1), 175-189.
- Özel, E., & Sağsöz, A. (2021). Geleneksel konutların sürdürülebilir tasarım bağlamında temel tasarım ilkeleri ile incelenmesi: Kaleiçi/Antalya örneği. *Journal of International Social Research*, 14(78), 162-174.
- Payaslı Oğuz, G., Arkan, E. (2019). Geleneksel Siverek evlerinin mimari analizi. *Journal of International Social Research*, 12(65).
- Pérez, M., Eskola, F., Guzmán, S., Rosas, P., & Tapia, E. (2015). Identification of passive strategies for sustainable construction, on vernacular architecture of Ecuador. *European Scientific Journal*.
- Tel, H. Ö., Erdoğan, E. (2014). Ekolojik yerleşmeler ve ekolojik yıpranma: Şanlıurfa örneği. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 17(1), 21-31.
- Zorlu, T., & Keskin, K. (2017). Kültür-Konut Etkileşiminde Mahremiyet Olgusu: Geleneksel Urfa-Akçaabat/Ortamahalle evleri üzerinden karşılaştırmalı bir analiz. *Online Journal of Art & Design*, 5(2).
- Zou, Y., Guo, J., Xia, D., Lou, S., Huang, Y., Yang, X., Zhong, Z (2022). Quantitative analysis and enhancement on passive survivability of vernacular houses in the hot and humid region of China. *Journal of Building Engineering*, 71, 106431.

AFET YÖNETİMİNDE RİSK VE ZARAR AZALTMA AŞAMASININ BELEDİYELER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Sezai Öztop

İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü
sezai.oztop@medeniyet.edu.tr

Doktora Öğrencisi Cuma Bolat

İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Anabilim Dalı
orontes1976@gmail.com

ÖZET: Dünyada 1990'lı yıllarda, Türkiye'de 1999 Marmara Depremi ile gündeme gelen "Bütünleşik Afet Yönetimi"; risk ve zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme evrelerinden oluşan bir döngüdür. Bu döngünün ilk basamağı olan "risk ve zarar azaltma" evresinin başarıyla uygulanabilmesi, afetlerin neden olduğu can ve mal kayıplarını önlemede azami öneme sahiptir. Risk ve zarar azaltma aşamalarında; tehlike ve risk haritaları çıkartılıp risk azaltma planları ve zarar görebilirlik senaryoları çıkartılması, imar izinleri, yapı deprem yönetmelikleri ile ilgili mevzuatın gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada Belediyelerde risk ve zarar aşamaları ile ilgili mevzuat ve uygulamalar değerlendirilmektedir. 09/04/2023 tarihli Resmî Gazetede, belediyelerde Afet Müdürlükleri kurulması ile ilgili Yönetmelikle birlikte, afet işleri tek müdürlük altında toplanmaya başlamıştır. Afet planlarının hazırlanması, Deprem ve Afet Planı, Afet Yönetimi Stratejik Planı vb. planlamaları hazırlamak, kentsel risklerin belirlenmesi, afet tehlike ve risk haritalarının oluşturulması konularında Afet Müdürlükleri yetkili kılınmıştır. 1980'li yıllardan itibaren belediyeler imar ve yapı uygulamalarının içinde olmuşlardır. Belediye sınırları içinde yapılan binalar için imar iznini belediyeler vermektedir. Çalışmanın bulgularına göre; İmar ve yapı müdürlükleri ile Afet Müdürlükleri'nin aynı çatı altında ya da sıkı koordinasyon içinde çalışması gerekliliği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Afet Yönetimi, Risk ve Zarar Azaltma, Belediyeler

EVALUATION OF THE MINIMIZING PHASE OF RISK AND DAMAGE IN DISASTER MANAGEMENT IN TERMS OF MUNICIPALITIES

ABSTRACT: "Integrated Disaster Management", which started in 1990s in the world and came to the agenda with the 1999 Marmara Earthquake in Turkey, is a cycle consisting of risk and damage reduction, preparedness, response and recovery phases. Successful implementation of the "risk and mitigation" phase, which is the first step of this cycle, is of utmost importance in preventing the loss of life and property caused by disasters. In risk and mitigation phases; hazard and risk maps should be prepared, risk mitigation plans and vulnerability scenarios should be prepared, legislation related to zoning permits, building earthquake regulations should be reviewed, and disaster risk should be evaluated in macro scale throughout the country and in micro scale by local administrations.

In this study, legislation and practices related to risk and damage stages in municipalities are evaluated. The Regulation on the establishment of Disaster Directorates in Municipalities published in the Official Gazette dated 09/04/2023, disaster works started to be gathered under a single directorate. Disaster Directorates have been authorized to prepare disaster plans, Earthquake and Disaster Plan, Disaster Management Strategic Plan etc., to determine urban risks, to create disaster hazard and risk maps. Since the 1980s, municipalities have been involved construction practices. Municipalities give permission for the buildings constructed within the municipal boundaries. According to the findings of the study; it is concluded that Construction Directorates and Disaster Directorates should work under the same roof or in close coordination.

Key Words: Disaster Management, Risk and Mitigation, Municipalities.

GİRİŞ

Türkiye’de 2009 yılında kurulan ve İçişleri Bakanlığı’na bağlı olan Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD); afet ve acil durumlar ile ilgili olarak en üst düzeyde yetkilidir. AFAD, bir çatı kurum anlayışıyla Genelkurmay Başkanlığı, Dışişleri, Sağlık, Ulaştırma ve Altyapı vb. ilgili diğer bakanlıklar, belediyeler, sivil toplum kuruluşları ve gönüllü kurum ve kuruluşlarla ile iş birliği içerisinde faaliyetlerini sürdürmektedir (Bolat ve Öztop,2023;662).

Belediyelere afet yönetimi sürecinde AFAD ve bölgelerindeki mülki amire destek ve çözüm ortağı olma görev ve sorumlulukları verilmiştir (Mevzuat, 2022). Bununla birlikte 1980’li yıllarda başlayan desantralizasyon akımının da etkisiyle belediyeler pek çok yetki ve sorumluluk yanında imar planlaması kapsamında, afet riskini azaltmada çok önemli olan; imar izinleri, yapı denetim, zemin etütleri, riskli binaların tespiti, kentsel dönüşüm, arazi ve arsa düzenlemesi, plan değişiklikleri gibi yetki ve görevleri de üstlenmeye başlamıştır (Baba, 2016:174).

AFAD, Cumhurbaşkanlığı Hükümet Sistemi ile ilgili yapılan düzenlemeler kapsamında 15 Temmuz 2018 tarihinde yayınlanan 4 no’lu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile İçişleri Bakanlığı’na bağlanmıştır. AFAD yeni bir afet yönetim modeli uygulamaya koymuş, getirilen bu model ile öncelik “Kriz Yönetimi”nden ‘Risk Yönetimi’ne verilmiştir. Risk Yönetimi ile afetlerin önlenmesi ve zararlarının azaltılması, afetlere müdahale edilmesi ve afet sonrasındaki iyileştirme çalışmalarının süratle tamamlanması amacıyla gereken faaliyetlerin planlanması, yönlendirilmesi, desteklenmesi, koordine edilmesi ve etkin uygulanması için ülkenin tüm kurum ve kuruluşları arasında iş birliğini sağlanması prensipleri uygulanmaya başlamıştır. “Bütünleşik Afet Yönetimi Sistemi” olarak adlandırılan bu model, afet ve acil durumların sebep olduğu zararların önlenmesi için tehlike ve risklerin önceden tespitini, afet olmadan önce meydana gelebilecek zararları önleyecek veya en aza indirecek önlemlerin alınmasını, etkin müdahale ve koordinasyonun sağlanmasını ve afet sonrasında iyileştirme çalışmalarının bir bütünlük içerisinde yürütülmesini öngörmektedir (AFAD, 2024).

Küresel ölçekte de yerel yönetimlerin afetlerle ilgili rolleri artmaktadır. Mart 2015 'te Japonya'nın Sendai kendinde düzenlenen üçüncü BM Dünya konferansında kabul edilen “Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi 2015-2030”, devletin afet riskini azaltmada birincil role sahip olduğunu ancak bu sorumluluğun yerel yönetimler, özel sektör ve diğer paydaşlar dahil olmak üzere diğer paydaşlarla paylaşılması gerektiğini kabul eder. Sendai Afet Riskinin Azaltılması Çerçevesi 2015-2030 (Sendai Çerçevesi), 2015 sonrası kalkınma gündeminin ilk büyük anlaşması olup üye devletlere kalkınma kazanımlarını afet riskinden korumak için somut öneriler sunmaktadır. Bu çerçevenin temel yapı taşlarından biri kentsel dirençlilik kavramıdır (UNDDR, 2024). Kentsel dirençliği oluşturabilmek için afet öncesi çalışma ve uygulamalarının etkin biçimde yapılması azami öneme sahiptir.

Bu çalışmada, afetle ilgili rolleri giderek artan yerel yönetimlerin bütünleşik afet yönetimi kapsamında afete hazırlık ve zarar azaltma evresinde mevzuat, teşkilat ve uygulamalar yönünden incelenerek somut öneriler ortaya konması amaçlanmıştır.

1. Modern Afet Yönetim Sistemleri ve Bütünleşik Afet Yönetimi

Dünyada Bütünleşik afet risk yönetimi, Integrated Disaster Risk Management (IDRM) kavramı yaklaşık 30 yıldır gündemdedir. 1990'lı yıllardan itibaren entegrasyon ve afet risk yönetimi (IDRM) konusundaki tartışmalar sürdürülebilirlik ve iklim değişikliği gibi kavramlarla iç içe geçmiştir. Bununla birlikte, IDRM'yi kavramsallaştırmak, kısmen afet söyleminde hiçbir zaman merkezi bir yer almamasından ve kısmen de “entegrasyon” un sistem araştırmalarından sosyoloji ve antropolojiye kadar birçok insan ve alan için pek çok şey ifade etme eğiliminde olmasından dolayı anlaşılması zor olmuştur.1987 yılında Birleşmiş Milletler Genel Kurulu 1990'lı yılları “Doğal Afetlerin Azaltılmasında Uluslararası On yıl” (International Decade for Natural Disaster Reduction - IDNDR) olarak belirlemiş ve o zamandan bu yana afet riskinin azaltılması konusunda en az üç dünya konferansı düzenlenmiştir; Yokohama Stratejisi ve Daha Güvenli Bir Dünya için Eylem Planı 1994–2005, Hyogo Eylem Çerçevesi 2005–2015, Sendai Afet Riskinin Azaltılması Çerçevesi 2015–2030.Bu konferanslar, tehlikelerin daha iyi izlenmesi, zarar görülebilirliğin ve afet etkilerinin azaltılması, dayanıklılığın güçlendirilmesi gibi ortak konular etrafında fikirleri, kavramları ve aktörleri bir araya getirmiştir (Sandoval vd., 2023: 343-346).

Afet riskinin azaltılmasının (DRR), bir toplumun afetlere karşı savunmasızlığını etkileyen çeşitli faktörlerin entegre ve kapsamlı bir şekilde, mevcut kaynaklara özen gösterilerek ele alınmasını gerektirdiği artık yaygın olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle entegre afet risk yönetimi (IDRIM) esastır. Başarı, disiplinlerin, paydaşların, farklı yönetim düzeylerinin ve küresel, bölgesel, ulusal, yerel ve bireysel çabaların entegrasyonunu gerektirecektir. Afete yatkın herhangi bir alanda entegrasyon, afetlerden önce, afet sırasında ve sonrasında risklerin ve kritik olayların yönetilmesine ilişkin uzun vadeli süreçler açısından da hayati öneme sahiptir (Okada vd., 2022).

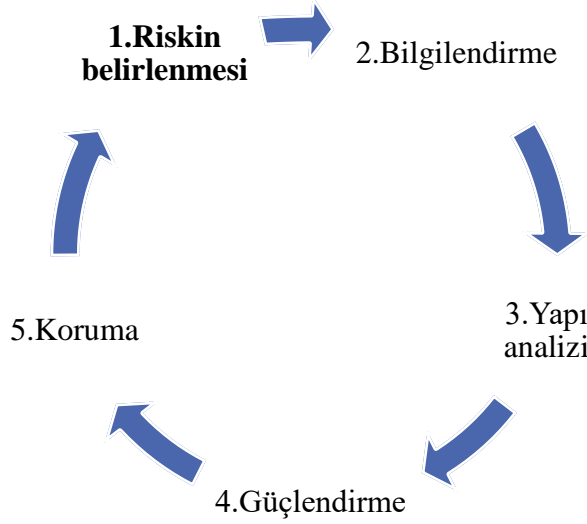
BM Afet Riskini Azaltma Ofisi, UN Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), afet riskinin azaltılması konusunda Birleşmiş Milletler 'in odak noktasıdır. UNDRR, Uluslararası Afet Azaltma Stratejisi'nin, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) uygulanmasını sağlamak amacıyla Aralık 1999'da kurulmuştur. Mart 2015 'te Japonya'nın Sendai kentinde düzenlenen üçüncü Birleşmiş Milletler Dünya konferansında "Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi 2015-2030" kabul edilmiştir. Bu çerçevenin temel yapı taşlarından biri kentsel dirençlilik kavramıdır (UCLG, 2018: 4).

UNDRR, Sendai Afet Riskini Azaltma Çerçevesi 2015-2030'un uygulanmasını denetleyerek bu çerçevenin uygulanmasında ülkeleri desteklemekte, mevcut riski azaltmada ve yeni risklerin oluşmasını önlemede neyin işe yaradığını izlemekte ve paylaşmaktadır. Birleşmiş Milletler Afet Riskinin Azaltılması Kıdemli Liderlik Grubu, UN Senior Leadership Group on DRR for Resilience (UN SLG), 2030 yılına kadar afet riskinin azaltılması, iklim değişikliğine uyum ve dayanıklılık oluşturulması konularını onaylamıştır (UNISDR, 2016). UN SLG, afet ve iklim riskinin azaltılmasının Birleşmiş Milletler için bir öncelik olarak kalmasını sağlamak ve ayrıca tutarlı eylemler için iş birliğini, koordinasyonu ve karşılıklı güçlendirmeyi geliştirmek amacıyla BM Sistem Baş Yöneticileri Koordinasyon Kurulu, UN System Chief Executives. Board for Coordination (CEB) tarafından kurulmuştur. UN SLG, şunları tavsiye etmektedir: Sektör içi ve sektörler arası olmak üzere her düzeyde risk yönetiminin güçlendirilmesi, kalkınma, insani yardım ve barış eylemlerine risk bilgisi içeren programları dahil etme çalışmalarının hızlandırılması, dayanıklılığı arttırmak üzere afet riskinin azaltılmasına yatırım yapılması, iklim değişikliği, çevre ve diğer risklerin daha iyi dikkate alınması için finansal sistemin yeniden düzenlenmesine ilişkin çabaların desteklenmesi (UNDRR, 2024).

Türkiye'de bütünleşik afet yönetimi sisteminin benimsenmesi 1999 Marmara Depremini takiben olmuştur. Bu tarihe kadar afet işleri İçişleri Bakanlığı'na bağlı "Sivil Savunma Genel Müdürlüğü" (SSGM), Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'na bağlı "Afet İşleri Genel Müdürlüğü" (AİGM) ve Başbakanlık'a bağlı "Türkiye Acil Durum Yönetimi Genel Müdürlüğü" (TADYGM) tarafından yürütülmekteydi. 17.06.2009 tarihli 27261 sayılı R.G. 5902 sayılı "Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun ile SSGM, AİGM vd. TADYGM kapatılarak, Başbakanlık'a bağlı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı kurularak yetki ve sorumluluklar tek bir çatı altında toplanmıştır. 2018 yılında, Cumhurbaşkanlığı Hükümet Sistemi ile ilgili yapılan düzenlemeler kapsamında, 15 Temmuz 2018 tarihinde yayımlanan 4 No'lu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile AFAD, İçişleri Bakanlığına bağlanmıştır (AFAD, Tarihçe).

2. Zarar Azaltma Evresi Faaliyetleri ve Türkiye'de Uygulanması

Bütünleşik afet yönetiminin en önemli evresi "Risk ve Zarar Azaltma" evresidir ve afet yönetiminin kalbi olarak nitelendirilebilir (Kadıoğlu,2011: 25). Aşağıdaki Şekil 1'de Risk ve Zarar Azaltma Evresinin temel konuları gösterilmiştir. Bu evrenin ilk adımı; risk ve tehlikelerin belirlenmesi, risk profilinin çıkarılmasıdır.



Şekil 1: Risk Azaltma Konuları

Kaynak: Kadioğlu, 2008: 11'deki metin bilgilerine dayanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Zarar Azaltma Evresinin konularından bazıları şöyledir; Yerleşim bölgesindeki binalar için risk profilinin çıkarılması, Yerleşim bölgesinde kurum ve kuruluşlardaki tehlikelerin belirlenmesi, Risk altındaki yapı ve insanların korunması, Risk altındaki kritik ve hayati yapı, tesis ve altyapının güçlendirilmesi, Tarihi eserler, çevre ve doğal hayatı korumaya yönelik çalışmalar, Tehlikeli bölgelerin yeri ve meydana gelebilecek zararlardan korunmaya karşı toplumu sürekli ve en doğru şekilde bilgilendirmek, Afetlerle ilgili yasal mevzuatın sıklıkla gözden geçirilmesi, güncellenmesi, Yapı ve deprem yönetmeliklerinin sıklıkla gözden geçirilmesi, güncellenmesi (Kadioğlu, 2008: 10,11).

Türkiye'de afetten önce ve afet sırasındaki uygulamalar, 2009 yılında kurulan AFAD bünyesinde ve 18/12/2013 tarihinde yürürlüğe giren "Afet ve Acil Durum Müdahale Hizmetleri Yönetmeliği" (AADMHY) hükümlerine göre yürütülmektedir. Afetlerle ilgili uygulamaları bir çerçeve kapsamında oluşturmak, uygulamak ve takip etmek üzere 2014 yılında Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) ve 2021 yılında İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP) yürürlüğe girmiştir. TAMP'ın amacı; afet öncesi, afet esnası ve sonrasındaki müdahale prensiplerini belirlemek, bu çalışmalarda görev alacak grupları rolleri ve sorumlulukları tanımlamaktadır (AFAD, 2023). İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP) ise afetlerin olası etkilerini göz önüne alarak; bu etkileri bertaraf etmek ya da en aza indirebilmek amacıyla afetler olmadan önce yapılması gerekenleri, sorumlu kurum ve kuruluşlar ile görev ve sorumlulukları tanımlayan, o ildeki tüm kurum ve kuruluşların iş birliği ile oluşturulan sürdürülebilir bir plandır (AFAD, 2020).

İRAP, 5 modülden oluşmaktadır;

- 1) İl profilinin çıkartılması: İlin en güncel durumunun çeşitli başlıklar altında ele alındığı modüldür.
- 2) Tehlike ve Risk Değerlendirme: İldeki tehlike ve risklerin ortaya konulduğu ve riskleri azaltmak adına ortaya konacak eylemlerin neler olabileceği hakkında fikirleri içermektedir.
- 3) Mevcut Durum Analizi: İldeki iç ve dış faktörlerin detaylı biçimde değerlendirilmesi ile riskleri azaltma konusundaki kapasitenin ortaya çıkarılmasını amaçlar. Bunu, Güçlü-Zayıf Yönler ve Fırsatlar-Tehditler (GZFT) yöntemiyle yürütür.
- 4) Afet Risk Azaltma Amaç, Hedef ve Eylemleri: Amaçlar ve hedefler doğrultusunda eylemlerin ortaya konulduğu modüldür. Eylemlere ait sorumlu ve destekleyici kurum/kuruluşlar, tahmini maliyet, gerçekleştirme dönemi, önceliklendirme gibi konulara bu modülde yer verilmektedir.
- 5) İzleme ve Değerlendirme: İRAP taslağı ilgili kurumlarca onaylandıktan sonra, eylemleri takip ederek uygulamaları değerlendiren bölümdür.

İl Afet Risk Azaltma Plan'larının, İl Afet ve Acil Durum Müdürlükleri başta olmak üzere, ilgili kamu kurumlarının bölge ve il müdürlükleri, yerel yönetimler, üniversiteler, özel sektör ve STK'ların iş birliği ve katılımı ile hazırlanması planlanmıştır (İRAP Kılavuz, 2020: 3-9).

Belediyelerin risk ve zarar azaltma faaliyetlerinde çok önemli yeri olan imar ve konut işlerine girmesine olanak sağlayan, 14.04.1930 tarihli 1471 sayılı R.G. 1580 sayılı "Belediye Kanunu"dur. Bu kanunla belediyelere; imar planı yapma, yerleşme ve yapılaşmaya ilişkin denetleme ve ihtiyaç sahiplerine konut yapma görevleri verilmiştir (Erkan, 2010: 76). 1980'li yıllardan sonra belediyeler; imar planları, imar izinleri, yapı denetim, zemin etütleri, riskli binaların tespiti, kentsel dönüşüm, arazi ve arsa düzenlemesi, plan değişiklikleri gibi pek çok yetki ve sorumluluğu da üstlenmeye başlamıştır (Baba, 2016: 174). Belediyelerde imar ve yapı denetim işleri; İmar ve Şehircilik Müdürlüğü, Emlak ve İstimlak Müdürlüğü, Plan ve Proje Müdürlüğü, Ruhsat ve Denetim Müdürlüğü, Yapı Kontrol Müdürlüğü gibi farklı müdürlükler tarafından yürütülmektedir. Belediye sınırları içinde yapılan binalar için imar iznini belediyeler vermektedir (Mevzuat, 2017).

3. Belediyelerde Afet Yönetimi Teşkilatlanması

Belediyelerin afetlerle ilgili çeşitli görev ve sorumlulukları vardır. Bu görev ve sorumluluklar imar, yapı denetim, risk haritalarının çıkartılması, afet planlarının hazırlanması, eğitim ve gönüllülük organizasyonları, arama kurtarma çalışmaları gibi çeşitli alanlardadır.

Türkiye'de afet işlerinin teşkilatlanması, 13.06.1958 tarihli 9931 sayılı R.G. 7126 sayılı "Sivil Savunma Kanunu" ile kurulan Sivil Savunma Genel Müdürlüğü (SSGM) ile başlamıştır. SSGM'nin sivil savunma görevinin yanında afetlerde kurtarma, ilk yardım, acil iaişe, geçici barındırma hizmetleri vermek gibi görevleri de bulunmaktaydı. Mevzuat gereği; kamu kurum ve kuruluşları ile birlikte belediyelerde de sivil savunma personelleri görev yapmaktaydı (İçişleri Bakanlığı, 2001).

2009 yılında SSGM'nin lağvedilmesiyle birlikte belediyelerdeki sivil savunma personeli diğer kamu kurum ve kuruluşlarına atanmışlardır. Belediyelerde afetlerle ilgili işlerin tekrar tek çatı altında toplanmaya başlaması, 2010 tarihli "14179 no'lu Sivil Savunma Uzmanlarının İdari Statüleri, Görevleri, Çalışma Usul Ve Esasları İle Eğitimleri Hakkında Yönetmelik" ile olmuştur. İlgili yönetmelik ile; tüm kamu kurum ve kuruluşları ile birlikte belediyelerde afet ve sivil savunma işleri için sivil savunma uzmanlığı kadrosu oluşturulması karara bağlanmıştır (Mevzuat, 2010).

09 Nisan 2023 Tarihli ve 32158 Sayılı Resmî Gazetede, Belediyelerde Afet Müdürlükleri kurulması ile ilgili Yönetmelik ile afet işleri tek müdürlük altında toplanmaya başlamış ve Afet Müdürlükleri kurulmaya başlamıştır. Ancak teşkilat yapısı, görev ve sorumluluklar, belediye yönetimleri tarafından belirlenmiş, her belediyede farklı organizasyon yapısı oluşturulmuş, bazı belediyelerde ise afet müdürlükleri hiç kurulmamıştır.

Belediyelerdeki Afet Müdürlüklerinin görev yetki ve sorumlulukları mevzuatta belirtilmemiş olmakla birlikte belediyelerin resmi Web sayfalarından alınan bilgilere göre; birtakım görev ve sorumluluklar şöyledir; Afet planlarının hazırlanması, Afet Yönetimi Stratejik Planı vb. planlamaları hazırlamak, Kentsel risklerin belirlenmesi, Afet tehlike ve risk haritalarının oluşturulması, Yurt içi ve yurt dışında meydana gelen afet ve acil durumlarda arama ve kurtarma hizmetlerini yürütmek, Afet Eğitimleri düzenlemek, Gönüllülük çalışmalarını organize etmek (URL 1)

Büyükşehir Belediyelerinde afetle ilgili işlerde, il ve ilçe belediyelerinden farklı olarak daire başkanlığı ve şube müdürlüğü şeklinde teşkilatlanmalar bulunmaktadır. 2023 yılı aralık ayında yapılan bir araştırmaya göre; 30 adet büyükşehir belediyesi arasında 22 tanesinde afet ile ilgili birim varken 8 tanesinde afetle ilgili herhangi bir birim bulunmamaktadır. Büyükşehir belediyelerinden 7 tanesinde "Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Dairesi Başkanlığı" 17 tanesinde Afet Koordinasyon Merkezi (AKOM) biriminin bulunduğu tespit edilmiştir. Büyükşehir statüsünde olmayan 51 tane il belediyesinde ise afet hizmetlerine yönelik herhangi bir birim bulunmamaktadır. Çok az sayıda ilçe belediyesinde AKOM kurulmuş, İl belediyelerinde ise AKOM bulunmamaktadır (Özdemir, 2023: 830).

Afet işleri ile ilgili olarak belediyelere görev ve sorumluluk yükleyen temel mevzuat şöyledir:

- "23.07.2004 tarihli ve 25531 sayılı R.G. 5216 sayılı "Büyükşehir Belediye Kanunu"

- “13.07.2005 tarihli ve 25874 sayılı R.G. 5393 sayılı “Belediye Kanunu”
- “04.03.2005 tarihli ve 25745 sayılı R.G. 5302 Sayılı “İl Özel İdaresi Kanunu”
- “05.08.2010 tarihli ve 27663 sayılı R.G. 14179 no’lu “Sivil Savunma Uzmanlarının İdari Statüleri, Görevleri, Çalışma Usul ve Esasları İle Eğitimleri Hakkında Yönetmelik”
- “18.12.2013 tarihli ve 28855 sayılı R.G. 6085 sayılı “Afet ve Acil Durum Yönetmeliği”
- “06.12.2012 tarihli ve 28489 sayılı R.G. 6360 sayılı “On Dört İilde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun”
- “09.04.2023 tarihli ve 32158 sayılı R.G. “Belediyelerde Afet Müdürlükleri kurulması ile ilgili Yönetmelik”

SONUÇ

Arslan’ın, Türkiye’nin Afet Yönetimi Politikasının yasal ve idari normlarına dair 2023 tarihli çalışmasına göre; yasal ve idari normlarda yaşanan değişimler incelendiğinde depremlerin yıkıcı etkilerini azaltmaya dönük düzenlemeler bulunmaktadır. Ancak söz konusu düzenlemelerin uygulanıp uygulanmadıklarının tespiti ve gerekirse denetlenmesi önem arz etmektedir. Genel olarak, meydana gelen depremlerin hemen sonrasında yasal ve idari normlarda düzenlemeler yoğunluk kazanmaktadır. Bununla birlikte mevzuat hükümlerinde çoğunlukla afet sonrası iyileştirme tedbirlerine odaklanılmakta, zarar azaltma ve önlemeye yönelik hususlar yeterince vurgulanmamaktadır. Dolayısıyla, afetlerle mücadele kapsamında uygulanan normların, önleyici (proactive) olmaktan çok tepkisel (reactive) olduğu tespit edilmiştir. Zarar azaltma ve önlemeye dönük normların müdahale ve iyileştirmeye yönelik normlarla karşılaştırıldığında düşük oranda ve daha çok yönetmelik düzeyinde kaldığı ayrıca, net olarak belirtilmemiş hususlar olduğu bulgusuna ulaşılmıştır (Arslan, 2023: 56).

Korkın ve Öztıp’un 2022 yılında yaptığı çalışmada 30 büyükşehir belediyesinin mevcut stratejik planlarında (2020-2024) afet yönetimine yönelik çalışmaları incelenmiştir. Bölgesel olarak; Marmara ve Ege Bölgesi büyükşehir belediye planlarının afet yönetimine yönelik planlama performanslarının diğer bölgelere göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak büyükşehir belediyelerinin stratejik planlarında afetlere yönelik farkındalık yüksek olmakla birlikte, afet olgusunun stratejik bir yönetim anlayışı olarak ele alınmasında eksikliklerin fazla olduğu görülmüştür. Bu durum büyükşehir belediyelerinin stratejik planlarında afet yönetimini ele alma gerekliliğini ortaya çıkarmıştır (Korkın ve Öztıp, 2022: 72).

Afetlerle ilgili risk ve zarar azaltma aşamasının odağını dayanıklı binalar oluşturmaktır. Türkiye’de imar, yapı, planlama uygulamalarının hukuki dayanakları ve süreci karmaşık bir yapıya sahiptir. Merkezi yönetime bağlı kamu kurumları ile yerel yönetimler farklı ölçeklerde planlar yapma ve uygulama faaliyetlerinde birlikte sorumludur. Bu çok başlılık ve kurumlar arası ilişkilerde siyasi kaygılar gerek imar gerekse planların uygulanması aşamalarında çatışmalara yol açmaktadır. İmar ve yapı uygulamalarında sınırlar çizilmesi hiyerarşi uygulanması, şeffaf olunması süreci netleştirecek, çatışmaları en aza indirgeyecektir (Baba, 2016: 191).

Keleş, *Kentleşme Politikası* başlıklı eserinde imarla ilgili yasaların önemine dikkat çekmiş, deprem, sel vb. afetler nedeniyle oluşan yıkım olaylarına karşın düzenleyici yetkilerin kaynağı olarak imar yasası ya da yıkım olayları ile ilgili özel yasalardır ifadesini kullanmıştır (Keleş, 1990: 177).

Afetlerde risk yönetimi yerine kriz yönetimine, müdahale ye hazırlıktan daha çok ağırlık verilmesi can ve mal kaybını artırmaktadır. Afetin türü, büyüklüğü, nerede ve zaman oluşacağı, nasıl etkileyeceği bilinmediğinden gerekli ve doğru hazırlıklar yapılmadığında toplumu derinden sarsacak düzeyde can ve mal kaybı meydana gelebilmektedir (TBB, 2023: 18).

Tüm bu değerlendirmeler sonucunda gerek dünyada gerekse Türkiye’de Afet yönetiminin risk ve zarar azaltma çalışmalarına çok daha fazla ağırlık verilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Teorik olarak çalışmalar yapılmakta ancak uygulama aşamalarında eksiklikler bulunmaktadır.

Türkiye’de belediyelerin risk ve zarar azaltma çalışmalarına ilişkin öneriler şöyledir:

- Her belediyede Afet Müdürlüğü kurulmalı, görev ve sorumluluklar açısından standart bir yapı oluşturulmalıdır.
- Mevzuatta Belediyelerdeki Afet Birimlerinin görev yetki ve sorumlulukları net bir şekilde belirlenmelidir.
- Afet Müdürlükleri, imar ve yapı müdürlükleri ve sivil savunma birimleri birbirleriyle sıkı koordinasyon içinde çalışmalı ya da aynı çatı altında görev yapmalıdır.
- Afet Müdürlüklerinin bünyesinde “zarar azaltma ve önleme” birimi olmalıdır.
- Bir afet durumunda belediye binaları da yıkılabileceğinden, sistem bilgilerine erişim mümkün olmayacaktır. Bir belediyenin sistem bilgilerine başka belediyelerin ve/veya bir üst kurumun erişim yetkisi olmalıdır. Bu konudaki mevzuat engelleri giderilmelidir.
- Belediyelerdeki imar işlemlerinde; iyi yönetim ilkeleri çerçevesinde şeffaf, hesap verebilir ve etkin bir denetim mekanizması sağlanmalıdır. Bu anlamda Çevre, Şehircilik ve İklim Bakanlığı'nın rolünün artırılmasının etkili olacağı düşünülmektedir.
- Her belediyenin sınırları içindeki riskli binaların belirlenmesi ve hızla aksiyon alınması gereklidir. Vatandaşların riskli yapılarını dönüştürmeleri desteklenmelidir.
- Halka en yakın kamu kurumları olarak belediyeler kendi içlerinde doğru ve etkin çalışan bir mekanizma kurduktan sonra vatandaşa da afet bilincini aşılamalıdır.

KAYNAKÇA

AFAD Resmî Web Sayfası, <https://afad.gov.tr/afad-hakkinda>

AFAD (2020). İRAP İL AFET RİSK AZALTMA KILAVUZU
https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/Mevzuat/Kilavuzlar/IRAP-KILAVUZ_tum_v7.pdf.

Arslan, M. (2023, Aralık). Türkiye'nin Afet Yönetimi Politikasını Yasal ve İdari Normlar Üzerinden Okumak, *Medeniyet Araştırmaları Dergisi*, Cilt 8, Sayı 1, ss.41-67

Baba, G. İ. (2016). Belediyelerin İmar Konusunda Yetki ve Görevleri. *Hukuk Fakültesi Dergisi* Yıl 2 Sayı 2- 2016 (173-194).

Bolat, C ve Öztıp, S (2023) İstanbul İlçe Belediyelerinde Sivil Savunma Birimlerinin Yapısal ve İşlevsel İncelemesi, *Afet ve Risk Dergisi* 6(3), 2023, (659-676)

Erkan, E. A. (2010). Afet Yönetiminde Risk Azaltma ve Türkiye'de yaşanan sorunlar. Devlet Planlama Teşkilatı Uzmanlık Tezi.

Kadıoğlu, M. (2008). Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri. Mikdat Kadıoğlu, Emin Özdamar (Ed.), Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri içinde (s. 1-34) 1. Basım, Ankara JICA Türkiye Ofisi.

Kadıoğlu, M. (2011). Afet Yönetimi. Beklenmeyeni Beklemek En Kötüsünü Yönetmek, 2. Basım, İstanbul: Marmara Belediyeler Birliği Kültür Yayınları.

Keleş, R. (1990). Kentleşme Politikası. Ankara. İmge Kitabevi Yayınları.

Korkın, E. ve Öztıp, S. (2022). Büyükşehir Belediyelerinin Stratejik Planlarında Afet Yönetimi, *Medeniyet Araştırmaları Dergisi*, Cilt 7, Sayı 1, ss.61-75.

Okada, N., Amendola, A., Rose, A., ve Cruz, A.M. (2022). Integrated Disaster Risk Management Norio Okada, Integrated Disaster Risk Management içinde Abstract, Springer Series.

Özdemir, A. (2023) Afet Yönetiminde Belediyelerin Rolü, *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(2): 828 – 839.

Sandoval, V., Voss, M., Flörchinger, V., Lorenz, S., ve Jafari, P. (2023). Integrated Disaster Risk Management (IDRM): Elements to Advance Its Study and Assessment, *International Journal of Disaster Risk Science, Springer* (2023) 14: 343–356.

T. C. İçişleri Bakanlığı (2001). Sivil Savunma Teşkilatı ve Görevleri. Genel Yayın No: 466 SSGM Yayın No:69

Türkiye Belediyeler Birliği (TBB) (2023). Afet Yönetimi, Mayıs Haziran 2023, Sayı: 901-902.

- UCLG-MEWA, Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi (2015-2030) https://uclg-mewa.org/uploads/file/748e86d91ae4409e9188794ddb6c004d/Sendai_TR.pdf (Erişim 17.02.2024).
- UNISDR (2016) Annual Report, <https://www.undrr.org/publication/unisdr-annual-report-2015> (Erişim 17.02.2024).
- UNDRR, Web sayfası. <https://reliefweb.int/organization/undrr> (Erişim 17.02.2024).
- URL 1. <https://www.edirne.bel.tr/sayfa/afet-isleri-mudurlugu> (Erişim 14.03.2024).
- 05.08.2010 tarihli 27663 sayılı RG. 14179 sayılı “Sivil Savunma Uzmanlarının İdari Statüleri, Görevleri, Çalışma Usul Ve Esasları ile Eğitimleri Hakkında Yönetmelik”
- 26.08.2013 tarihli 28855 R.G. 6085 sayılı “Afet ve Acil Durum Yönetmeliği”
- 03.07.2017 tarihli 30113 R.G. “Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği ”
- 24.02.2022 tarihli 31760 R.G. 5211 sayılı “Afet ve Acil Durum Müdahale Hizmetleri Yönetmeliği”
- 09.04.2023 tarih 32158 sayılı RG. “Belediye ve Bağlı Kuruluşları ile Mahalli İdare Birlikleri Norm Kadro İlke ve Standartlarına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik”
- 13.07.2005 tarihli 25874 sayılı R.G. 5393 sayılı “Belediye Kanunu”
- 23.07.2004 tarihli 25531 sayılı R.G. 5216 sayılı “Büyükşehir Belediye Kanunu”
- 04.03.2005 tarihli 25745 sayılı R.G. 5302 sayılı “İl Özel İdaresi Kanunu”
- 17.06.2009 tarihli 27261 sayılı R.G. 5902 sayılı “Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun”
- 13.06.1958 tarihli 9931 sayılı R.G. 7126 sayılı “Sivil Savunma Kanunu”
- 14.04.1930 tarihli 1471 sayılı R.G. 1580 sayılı “Belediye Kanunu”
- 06.12.2012 tarihli 28489 sayılı R.G. 6360 sayılı “On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun”

KARBON DÖNGÜSÜNE KISA YOL YAPMAK İÇİN HİDROJENOTROFİK METANOJENLERİN KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Dr. Gökhan Türker

İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mühendislik Temel Bilimleri Bölümü
gokhan.turker@medeniyet.edu.tr

Nusretalp Seven

Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü
nusretalpseven123@gmail.com

ÖZET: İklim, yerel ekosistemlerden küresel aşamaya kadar çeşitli ölçeklerde çevreyi şekillendiren önemli bir güçtür. Antropojenik kaynaklar sebebiyle ortaya çıkan atmosferdeki CO₂ seviyelerindeki artış, ışık yoğunluğunu, sıcaklığı, nemi, rüzgâr düzenlerini, gaz konsantrasyonlarını, hava kalitesini ve toprak özelliklerini vb birçok alanı etkileyen iklim değişikliklerine yol açar. Atmosferdeki CO₂ seviyesindeki artışın başlıca sebepleri arasında fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma, tarımsal uygulamalar ve endüstriyel emisyonlar sayılabilir. Karbonun dünya katmanları boyunca akışını düzenleyen karmaşık bir süreç ağı olan Karbon Döngüsü, çevresel dengenin korunması için gereklidir. Bu süreçlerin çoğunluğu CO₂ formundaki karbonu içerir. Karbon ayrıca atmosferde, okyanuslarda ve çökeltilerde dolaşarak dinamik bir dengeye katkıda bulunur. Antropojenik kaynaklı CO₂ emisyonlarını azaltmak için çeşitli yaklaşımlar uygulamaya konulmuştur; yenilenebilir enerjiye geçiş, yakıt değişimi, kaynak verimliliği, karbon yakalama vb.

Karbon yakalama ve kullanma alanında biyolojik çözümler umut verici bir çalışma konusudur. Fotosentez yoluyla karbon yakalama, yalnızca CO₂'yi ayrıştırmak için değil aynı zamanda değerli biyomoleküller de üretmek için bir yol sunsa da araştırılması gereken başka bir yol daha bulunmaktadır. Hidrojenotrofik metanojenler, yalnızca CO₂ ve H₂'den metan üretirler. H₂'nin yanı sıra onun yerine format, karbon monoksit ve çeşitli alkoller gibi çeşitli ikameler de kullanabilirler. Metanojenlerin neredeyse tamamı bu temel metan sentezini gerçekleştirebilirken, zorunlu hidrojenotrofikler H₂ için alternatif ikame maddeleri kullanabilir. Farklı çalışmalar hidrojenotrofik metanojenlerin asetoklastik metanojenlere göre tercih edildiği çeşitli ortamların olduğunu da göstermiştir. Bu konseptle, teorik olarak karbon döngüsünün CH₄'ten CO₂'ye ve CO₂'den CH₄'e olan döngüsünü fotosentez olmaksızın kapatmak ve karbon yakalama için başka bir teknik oluşturmak mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Hidrojenotrofik Metanojenesis, Karbon Döngüsü, Karbon Yakalama, Biyogaz, İklim Değişikliği

INVESTIGATION OF APPLICABILITY OF HYDROJENOTROPHIC METHANOGENS FOR SHORT CUTTING THE CARBON CYCLE

ABSTRACT: Climate is a pivotal force shaping environments on various scales, from local ecosystems to the global stage. The increase in CO₂ levels in the atmosphere due to anthropogenic sources leads to form climatic changes, influencing light intensity, temperature, humidity, wind patterns, gas concentrations, air quality, and soil characteristics etc. The surge in atmospheric CO₂ levels is primarily attributed to human activities, such as the combustion of fossil fuels, deforestation, agricultural practices, and industrial emissions. The Carbon Cycle, an intricate web of processes regulating the flow of carbon through Earth's spheres, is essential for maintaining environmental balance. The majority of these processes involve carbon in the form of CO₂. Carbon also cycles through the atmosphere, oceans, and sediments, contributing to a dynamic equilibrium. In order to decrease CO₂ emissions from anthropogenic sources, several approaches have been in action such as; switching to renewable energy, fuel switch, resource efficiency, carbon capture etc.

Within the realm of carbon capture and utilization, biological solutions are a promising field to study. Although, carbon capture through photosynthesis offers a pathway to not only sequester CO₂ but also produce valuable biomolecules, there is another pathway needed to be investigated. Hydrogenotrophic methanogens produce methane solely from CO₂ and H₂ as well as various substitutes for H₂ like formate, carbon monoxide and various alcohols. Nearly all of the methanogens are able to perform this basic methane synthesis where obligatory ones may use alternative substitutes for H₂. Various studies also showed that there are several

environments where hydrogenotrophic methanogens are favored over acetoclastic methanogens. With this concept, theoretically it is possible to close the loop of carbon cycle from CH₄ to CO₂ and from CO₂ to CH₄ without involvement of photosynthetic pathway and to create another technique for carbon capture.

Key Words: Hydrogenotrophic Methanogenesis, Carbon Cycle, Carbon Capture, Methane, Climate Change.

GİRİŞ

İklim, yerel ekosistemlerden küresel aşamaya kadar çeşitli ölçeklerde ortamları şekillendiren önemli bir güçtür. Çevre koşullarındaki kademeli değişimler toplu olarak iklim değişikliklerini oluşturur; bu değişiklikler ışık yoğunluğunu, sıcaklığı, nemi, rüzgâr düzenlerini, gaz konsantrasyonlarını, hava kalitesini ve toprak özelliklerini etkiler. Ortalaması yaklaşık 30 yıl süren bu karmaşık etkileşim, ekosistemlere yansıyor; tarımı, hayvan yaşamını, hidrolojik döngüyü, rüzgâr dinamiklerini, yağış dağılımını ve bitkilerin büyümesini etkiliyor. En önemlisi, bu iklimsel değişimler, birincil üreticiler olarak işlev gören bitkilerin Dünya kabuğunun temel katmanını oluşturduğu tüm besin zinciri boyunca kademe kademe yayılıyor (Ahmad ve diğerleri, 2022). Ancak, sanayi devrimi ile ortaya çıkan yoğun fosil yakıtlarının kullanımı sebebiyle atmosferde artan karbondioksit konsantrasyonu iklim dengesini tehdit etmektedir; bu durum, özellikle küresel ısınma bağlamında, tüm dünyayı etkileyecek ve geniş kapsamlı sonuçları olan zorlu bir çevresel sorun teşkil ediyor. Atmosferdeki CO₂ seviyelerindeki artış öncelikle fosil yakıtların yakılması, ormanların yok edilmesi, tarımsal uygulamalar ve çimento üretimi gibi insan faaliyetlerine bağlanıyor. Bu antropojenik faaliyetler, Dünya atmosferindeki CO₂ konsantrasyonunu arttırmada kritik bir rol oynamakta ve iklim değişikliğinin geniş kapsamlı etkilerini azaltmak için bu kaynaklara yönelmenin aciliyetinin altını çizmektedir (Nunes, 2023). Son 100 yılda atmosferdeki CO₂ seviyesi yaklaşık iki kat artmış ve 450 ppm seviyelerine gelmiştir. Tüm dünyada atmosferdeki CO₂ miktarını azaltmaya yönelik çalışmalar başlamış, farklı çözüm arayışlarına gidilmiştir. Yenilenebilir enerjiye geçiş ve özendirme, enerji ve kaynakta verimlilik çalışmaları, sürdürülebilir yakıtlar ve alternatif enerjiler, ormanlaştırma ve tarım kontrolü, döngüsel ekonomi ve endüstriyel simbiyoz çalışmaları en başta akla gelen örnekler arasındadır.

Karbonun dünya üzerindeki akışını düzenleyen karmaşık bir süreç ağı olan Karbon Döngüsü, çevresel dengenin korunması için gereklidir. Karbon döngüsü altı ana süreçten oluşur: fotosentez, solunum, değişim, çökme, ekstraksiyon ve yanma. Bu süreçlerin çoğunluğu karbon dioksit formundaki karbonu içerir (Humayun ve Anwar, 2021). Karbon ayrıca atmosferde, okyanuslarda ve çökeltilerde dolaşarak dinamik bir dengeye katkıda bulunur (Keller ve diğerleri, 2018). İnsan faaliyetleri, özellikle de fosil yakıtların yakılması bu dengeyi bozarak atmosferik karbondioksiti yükseltir (Parrish Bergquist ve diğerleri, 2022). Havaya salınan CO₂'nin azaltılması için yukarıda bahsedilen çalışmalar hızla ve yaygın olarak devaö etmektedir. Lakin sürekli artan CO₂ seviyesi, havadaki CO₂ miktarının azaltılması için fazla karbonun döngüden uzaklaştırmasını temel alan etkili karbon yakalama teknolojilerine olan ihtiyacı da yoğunlaştırıyor. Karbon yakalamanın karbon döngüsü söylemine entegre edilmesi, dengenin yeniden sağlanması ve iklim değişikliğinin hafifletilmesindeki rolünün altını çiziyor ve sürdürülebilir uygulamaların aciliyetini güçlendiriyor (Anwar ve diğerleri, 2018).

1. Bir Çözüm Olarak Karbon Yakalama

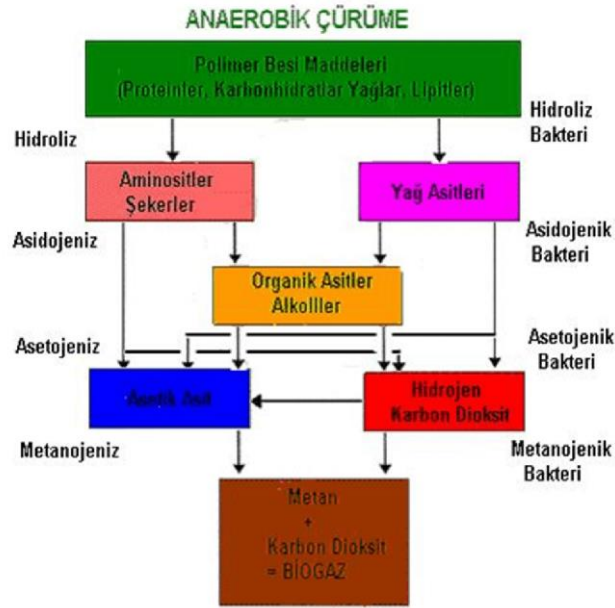
İklim değişikliğini önleme ve iyileştirme arayışında, CO₂ azaltma stratejilerinin kapsamlı bir incelemesi, karbon yakalama ve depolama (CCS), karbon yakalama, kullanım ve depolama (CCUS) ve karbon yakalama ve kullanma (CCU) gibi yaklaşımların önemini ortaya koymaktadır. Yüksek hacimlerde çalışan karbon yakalama sistemleri yakalanan karbonun yeraltındaki mağara, su rezervuarı ya da madenler gibi alanlarda uzun süreli depolanmasını hedeflemektedir. Lakin bu yöntem hem geçici bir çözüm olması hem de ciddi bir enerji tüketimine sebep vermesi yüzünden genele yayılamamaktadır.

Karbon yakalama stratejileri arasında, yakalanan CO₂'yi geri dönüştürme ve emisyon açısından nötr veya negatif katma değerli ürünler (VAP'ler) üretme potansiyeli sunan karbon yakalama ve kullanma (CCU) öne çıkmaktadır (Daneshvar ve diğerleri, 2022). CO₂'yi yakalamak için yanma sonrası, ön yanma ve oksiyakıt yanması kategorilerine giren çeşitli yaklaşımlar araştırılmıştır. Yaygın kullanımı ve 10:1'lik yüksek hacim oranının tercih edilmesiyle bilinen ön yakma tekniği, entegre bir gazlaştırma kombine çevrimi ve karbonu CO₂'ye dönüştürmek için bir kaydırma reaktörü içerir (Daneshar ve diğerleri, 2022).

CCU alanında özellikle umut verici bir yol, dönüştürücü bir teknoloji olarak mikroalglerle odaklanan Biyolojik Karbon Yakalama ve Kullanımıdır (Bio-CCU). Fotosentez mekanizmalarından yararlanan Bio-CCU, yalnızca CO₂'yi ayrıştırmak için değil aynı zamanda değerli biyomoleküller üretmek için de bir yol sunar. Mikroalgler, lipidler, proteinler, karbonhidratlar ve pigmentler de dahil olmak üzere makromoleküllerin öncüsü olarak CO₂'yi kullanan etkili biyofiksatorler olarak görev yapar. Bu biyomoleküller, mikroalglerin karbon emisyonlarını azaltma ve sürdürülebilir endüstriyel uygulamalara katkıda bulunma konusundaki çok yönlü potansiyelini ortaya koyarak endüstriyel öneme ve piyasa değerine sahiptir (Singh ve Dhar, 2019).

2. Anaerobik Çürütme ve Metanojeneze Giden Yol

Organik maddeler, birlikte çalışan mikrobiyal topluluklar tarafından bir dizi metabolik yolla parçalanır. Anaerobik parçalanmada karbonun en indirgenmiş formu metandır. Ana dört yol şu şekildedir: organik maddenin basit formlara hidrolizi, fermantasyon yoluyla bunlardan uçucu yağ asidi üretimi, UYA'lardan asetat üretimi, asetat veya H₂-CO₂ yolları yoluyla metan oluşumu (Zinder ve diğerleri, 1984).



Şekil 1: Organik maddeden havasız çürütme yöntemi ile metan üretimi

Kaynak: Lelebicioğlu, 2018.

Anaerobik sindirim, çoğunlukla *Clostridium spp.* gibi *Firmicutes* grubu bakteriler tarafından gerçekleştirilen, karmaşık maddelerin daha basit formlara parçalandığı hidroliz ile başlar. ve *Bacillus spp.* (Khanal, 2010, Lema ve diğerleri, 1991). Bir sonraki adım olan asidojeniz, bu monomerleri asetik, bütirik, propiyonik, valerik asit ve alkoller, hidrojen ve karbon dioksit gibi kısa zincirli organik asitlere ayırır (Li ve diğerleri, 2010). *Firmicutes* ve *Proteobakteriler* bu aşamadan sorumlu ana bakteri gruplarıdır. Doğal olarak metana giden ana metabolik yol asetatтан geçer. Bu nedenle yağ asitlerinden asetat üretimi, *Desulfibrio*, *Synthrophobacter wolinii* *Synthrophomonas wolfei* ve *Syntrophus buswellii* gibi zorunlu hidrojen üreten asetojenik bakteriler tarafından gerçekleştirildi (Pandey, 2011, Malina ve diğerleri, 1992). Son adım daha sonra metanojenler tarafından gerçekleştirilir. Metanojenler tarafından iki dönüşüm mekanizması gerçekleştirilir; uç elektron alıcıları olarak bikarbonat ve protonlar dışında oksijen, nitrat ve sülfat gibi diğer elektron alıcılarının yokluğunda asetik asidin dekarboksilasyonu ve karbondioksitin indirgenmesi (Stams ve diğerleri, 2006) Tüm metanojenik reaksiyonlar standart koşullarda termodinamik olarak ekzergoniktir; bu nedenle alt tabaka seviyesinin yeterli olması durumunda gerçekleştirilebilirler.

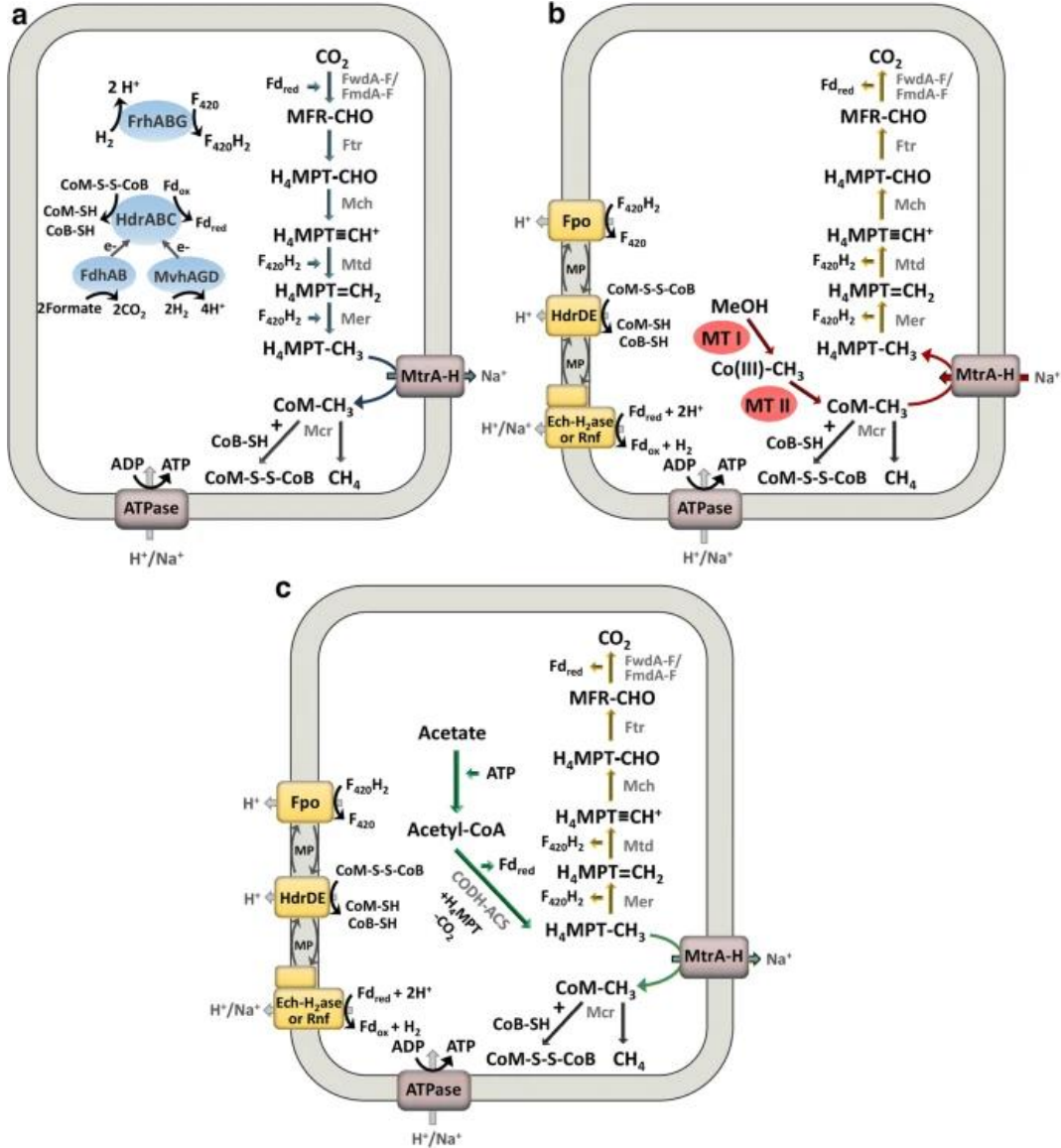
3. Hidrojenotrofik Metanojeneze

Metabolik yolda daha az kısıtlama olması nedeniyle asetatтан metan üretimi daha yaygın ve tercih edilir. Metan ayrıca CO₂ ve H₂'nin yanı sıra metilaminler veya dimetilsülfidler gibi metillenmiş substratlardan da üretilebilir ancak daha küçük oranlarda olabilir (Ivanov, 2011). Araştırmalar metanın %70'inin asetat

parçalanma yolu yoluyla üretildiğini, geri kalan %30'unun ise hidrojen oksidasyonu ile karbondioksitin indirgenmesi yoluyla üretildiğini göstermektedir (Deublein ve Steinhäuser, 2008).

Metabolik hiyerarşinin en altında yer alması nedeniyle bu adım, metanojenlerin çok yavaş çoğalması nedeniyle ana hız sınırlayıcı adım olarak kabul edilir. Metanojenlerin iki katına çıkma süresi 4 günden 14 güne kadar değişebilirken, üst basamaklardaki bakteriler saatler içinde ikiye katlanabilir. Ayrıca metanojenlerin katı anaerobik yapısı ve oksijen ve pH seviyelerine olan hassasiyetleri nedeniyle bu adım oldukça hassastır.

CO₂ ve H₂'den metan üretimi, oldukça hidrojene bağımlı bir reaksiyondur ve hidrojen üreten asidojenik bakterilerin faaliyeti ile sürdürülen sürekli bir hidrojen beslemesine ihtiyaç duyar. Metillenmiş madde durumunda, H₂ gibi bir harici elektron donörü ile ve ayrıca H₂ olmadan da yapılabilir. Asetattan metan oluşumu, metan sentezinin en yaygın şeklidir ve basit ve anlaşılırdır.



Şekil 2: Metanojenik yollar a) hidrogenotrofik, b) metilotrofik, c) asetoklastik

Kaynak: Kurth ve diğerleri; 2020 Applied Microbiology and Biotechnology (2020) 104:6839-6854

4. Karbon Döngüsüne Kısa Yol Yapmak

Daha önce de belirtildiği gibi metanojeniz, fermantasyon reaksiyonlarını takip eder ve dolayısıyla stokiyometri tarafından kısıtlanır. Doğal yol daha sonra >%67 asetoklastik ve <%33 hidrogenotrofik metanogenezle CH₄ üretimine yol açar. Ancak doğal yol, esasen mühendislik müdahaleleriyle değiştirilebilecek olan en uygun çevre koşullarına bağlıdır. Tasarlanmış sistemlerde çevresel koşullar değiştirilebilir ve belirli metabolik yolların seçilmesini zorlayabilir. Metanojenler üzerine yapılan farklı

çalışmalarda düşük sıcaklık, düşük karışma hızı ve düşük Organik Katı Madde (OKM)'nin asetik asit metanojenleri desteklediği, yüksek sıcaklık, yüksek karışım hızı ve yüksek OKM'nin ise hidrogenotrofik olanları daha çok desteklediği bulunmuştur (Conrad, 2020, Turker vd., 2018)

Ayrıca, hidrogenotrofik metanogenez kullanılarak CO₂'nin CH₄'e metabolize edilmesiyle biyogazın yükseltilmesinin gerçekleştirildiği ayrı bir çalışma aynı soruna farklı bir açıdan yaklaşmıştır. H₂ yapay olarak uygun koşulların hidrogenotrofik metanojenleri desteklediği reaktöre verilmiş ve biyogazda %90'dan fazla saflığın elde edilmesine imkan vermiştir. (Bassani ve diğerleri, 2015)

Metana giden ana metabolik yol asetik asit metanogenezden geçse de enerji düzeyinde belirgin bir avantaj sağlamamaktadır. Tablo 1'de görüldüğü gibi CO₂ ve H₂'den metan üretimi asetik asitten daha fazla enerji sağlamaktadır. Dolayısıyla tercihin enerji değerlerinden ziyade asetat kullanımının metabolik avantajına bağlı olduğu sonucuna varılabilir.

Metanojenlerin gerçekleştirdiği ana metabolik reaksiyonlar ve Gibbs serbest enerji seviyeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 1: Metanojenik reaksiyonlar ve Gibbs serbest enerji değerleri

Substrate	Reaction equation	ΔG° (kJ/mol CH ₄)
H ₂ + CO ₂	4 H ₂ + CO ₂ → CH ₄ + 2 H ₂ O	-131 (a)
HCOO ⁻	4 HCOO ⁻ + 4 H ⁺ → CH ₄ + 3 CO ₂ + 2 H ₂ O	-145 (a)
CH ₃ CH ₂ OH + CO ₂	2 CH ₃ CH ₂ OH + CO ₂ → 2 CH ₃ COOH + CH ₄	-121 (e)
H ₂ + CH ₃ OH	CH ₃ OH + H ₂ → CH ₄ + H ₂ O	-113 (e)
CH ₃ OH + CH ₃ CH ₂ OH	2 CH ₃ OH + CH ₃ CH ₂ OH → 2 CH ₄ + H ₂ O + CH ₃ COOH	-100 (b)
CH ₃ CHOHCH ₃ + CO ₂	4 CH ₃ CHOHCH ₃ + HCO ₃ ⁻ + H ⁺ → 4 CH ₃ COCH ₃ + CH ₄ + 3 H ₂ O	-37 (c)
CH ₃ OH	4 CH ₃ OH → CO ₂ + 3 CH ₄ + 2 H ₂ O	-107 (a)
CH ₃ -COOH	CH ₃ COOH → CO ₂ + CH ₄	-36 (a)
CH ₃ -SH (CH ₃ -S-R)	4 CH ₃ SH + 3 H ₂ O → 3 CH ₄ + HCO ₃ ⁻ + 4 HS ⁻ + 5 H ⁺	-49 (b)
Betaine (CH ₃ -N-R)	4 (CH ₃) ₃ N ⁺ CH ₂ COO ⁻ + 2 H ₂ O → 4 (CH ₃) ₂ N ⁺ CH ₂ COO ⁻ + 3 CH ₄ + CO ₂	-241 (c)
Choline (CH ₃ -N-R)	4 (CH ₃) ₃ N ⁺ CH ₂ CH ₂ OH + 6 H ₂ O → 4 H ₂ NCH ₂ CH ₂ OH + 9 CH ₄ + 3 CO ₂ + 4 H ⁺	-63 (d)
Trimethylamine (CH ₃ -N-R)	4 (CH ₃) ₃ N + 6 H ₂ O + 4 H ⁺ → 4 NH ₄ ⁺ + 9 CH ₄ + 3 CO ₂	-31 (d)
2-methoxyphenol (CH ₃ -O-R)	4 2-methoxyphenol + 2 H ₂ O → 4 2-hydroxyphenol + CO ₂ + 3 CH ₄	-90 (f)

Kaynak: Kurth vd diğerleri; 2020 Applied Microbiology and Biotechnology (2020) 104:6839-6854

Hidrogenotrofik metanojenler, bu spesifik yolun zorlanabileceği çevresel koşullarla teşvik edilebilir. Ancak hidrogenotrofik metan üretimi yüksek miktarda hidrojen gazı gerektirdiğinden madde bolluğu burada sınırlayıcı faktör olabilir. Farklı metanojenik yolların kullanılmasındaki faktörlerden biri hidrojen gazının bulunmaması olabilir. Daha fazla biyogaz üretimi istendiğinden hidrojen seviyeleri düşük tutulmaktadır. Hidrogenotrofik metanogenez desteklemek için harici hidrojen ilavesi kullanılabilir. Ancak bu durumda hidrojen gazı üretmek için gereken enerji gereksinimi yüksektir. Hidrojen gazı üretmek için suyun ayrılması 285 kJ/mol enerji gerektirir ve hidrogenotrofik yol 4 mol hidrojen gazı kullanmaktadır. Tablo 2'de bu durumun enerji bağlamında uygun olmadığı görülebilmektedir (Guangzai ve diğerleri; 2019).

Tablo 2: Hidrogenotrofik metan üretiminin ve yanması döngüsünün net enerji değerleri

H ₂ O → H ₂ + ½ O ₂	ΔG° = 285 kJ/mol
CO ₂ + 4H ₂ → CH ₄ + 2H ₂ O	ΔG° = -131 kJ/mol
CH ₄ + 2O ₂ → CO ₂ + 2 H ₂ O	ΔG° = -810 kJ/mol
Net Reaksiyon	ΔG° = 199 kJ/mol

Yeşil metanol üretmek için CO₂ ve H₂ kullanımı yaygınlaşmaktadır. Metanol sıfır veya negatif karbon ayak izine sahip alternatif ve sürdürülebilir bir yakıttır (Harto ve Seolanda 2018). Her iki yol da hidrojen basamağının temininde enerji tüketimine sahiptir. Bu adım doğal veya daha az enerji tüketen bir süreçle gerçekleştirilebilirse, her iki yol da sürdürülebilir yakıtlar, metan ve metanol, üretmek için kullanılabilir.

Tablo 3: Metanol üretimi ve yanması döngüsünün net enerji değerleri

H ₂ O → H ₂ + ½ O ₂	ΔG° = 285 kJ/mol
CO ₂ + 3H ₂ → CH ₃ OH + 2 H ₂ O	ΔG° = -102 kJ/mol
CH ₃ OH + 3/2 O ₂ → CO ₂ + 2 H ₂ O	ΔG° = -726 kJ/mol

Net Reaksiyon

$$\Delta G^{\circ} = 27 \text{ kJ/mol}$$

Doğal gaz yerine metan veya hidrojen kullanılması hedeflenmektedir. Bu senaryoda etanın hidrojen yerine kullanılmasının aşağıdaki gibi birçok avantajı vardır:

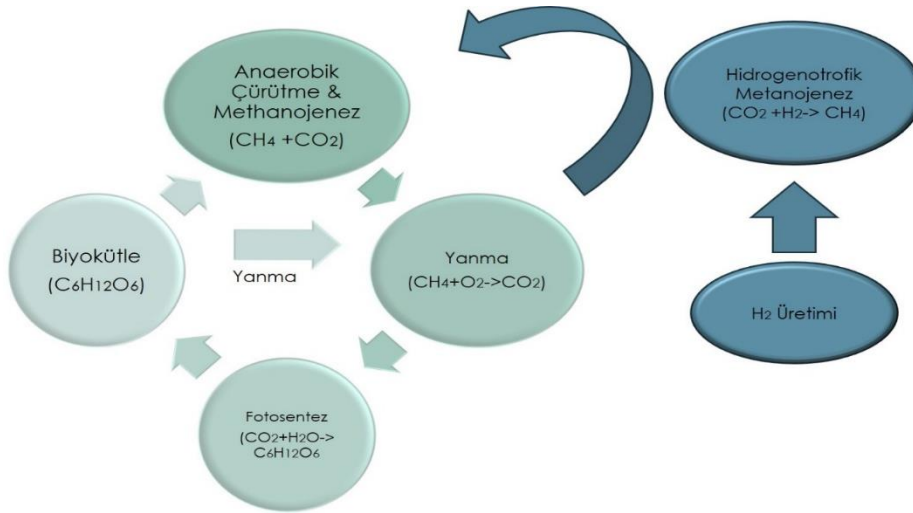
- ✓ Karbon sıfır veya karbon negatif olabilen H_2+CO_2 maddeleri ile üretilebilir.
- ✓ Metanojeniz süreci iyi bilinmekte ve yaygın olarak kullanılmaktadır.
- ✓ CH_4 , H_2 'ye göre transfer ve işlemeye daha uygundur, ayrıca hacimsel enerji içeriği daha fazladır.
- ✓ Halihazırda mevcut doğal gaz altyapısı, metan gazının boru hattı aracılığıyla çok uzak mesafelere taşınması için kullanılabilir.

Lakin hidrogenotrofik metanojeniz için alternatif bir metan kaynağı olarak yaygın şekilde kullanılması için aşılması gereken bazı engeller vardır:

- Hidrogenotrofik metanojeniz için H_2 ilavesi/enjeksiyon gereklidir.
- H_2 'nin gaz-sıvı transfer oranının düşük olması nedeniyle komplikasyon oluşur.
- H_2 üretimi çoğu durumda enerji gerektirir.

SONUÇ

Literatür ve konuyla ilgili yapılan farklı çalışmalar, metan gazı üretmek için mevcut CO_2 'yi kullanmak üzere hidrogenotrofik metanojeniz kullanılabılır olması olasılığını göstermektedir. Çevresel parametrelerin değiştirilmesi, hidrogenotrofik metanojenleri asetoklastik metanojenlere göre olumlu etkileyecek ve teşvik edecektir. Başka bir yöntem olarak hidrogenotrofik metanojeniz biyometan üretimi için yükseltme adımı olarak kullanılabilir. Sürece dahil olan yollar ve adımlar iyi bilinmesine ve çalışılmasına rağmen enerji denklemleri henüz net olarak çözülmemiştir. Bu çalışma bunu gerçekleştirmek için çeşitli olası yöntemlere dikkat çekmektedir. Konu hakkında emin konuşabilmek için farklı yöntemleri test ve analiz etmek için daha çok deneysel çalışmaya ihtiyaç vardır. Karbon döngüsünü kısaltmak için hidrogenotrofik metanojenlerin kullanılması bugün için uygun olmayabilir, ancak yarın yeni teknolojik gelişmeler getirecek, bunlardan biri durumu lehimize çevirebilecektir.



Şekil 3: Hidrogenotrofik metanojeniz ile CO_2 yakalanması ve metan yanması ile Karbon Döngüsüne kısa yol oluşturulması

KAYNAKLAR

Ahmad, H., Zafar, S.A., Naeem, M.K., Shokat, S., Inam, S., Rehman, M.A.U., Naveed, S.A., Xu, J., Li, Z., Ali, G.M., Khan, M.R. (2022). Impact of pre-anthesis drought stress on physiology, yield-related traits, and drought-responsive genes in green super rice. *Frontiers in Genetics*, 13, 832542. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.832542>

- Anwar, M.N., Fayyaz, A., Sohail, N.F., Khokhar, M.F., Baqar, M., Khan, W.D., Rasool, K., Rehan, M., Nizami, A.S. (2018). CO₂ capture and storage: A way forward for sustainable environment. *Journal of Environmental Management*, 226, 131-144. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.08.009>
- Bassani, I., Kougiyas, P.G., Treu, L., Angelidaki, I. (2015) Biogas upgrading via hydrogenotrophic methanogenesis in two-stage continuous stirred tank reactors at mesophilic and thermophilic conditions. *Environmental Science and Technology*, 49(20), 12585-112593 DOI: 10.1021/acs.est.5b03451
- Bergquist, P., Marlon, J.R., Goldberg, M.H., Gustafson, A., Rosenthal, S.A., Leiserowitz, A. (2022). Information about the human causes of global warming influences causal attribution, concern, and policy support related to global warming. *Thinking & Reasoning*, 28(3), 465-486. <https://doi.org/10.1080/13546783.2022.2030407>
- Conrad, Ralf. (2020). Pedosphere Vol30, Issue 1, Pg 25-39
- Daneshvar, E., Wicker, R.J., Show, P.-L., & Bhatnagar, A. (2022). Biologically-mediated carbon capture and utilization by microalgae towards sustainable CO₂ biofixation and biomass valorization – A review. *Chemical Engineering Journal*, 427, 130884. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.130884>
- Deublein, D., Steinhäuser, A., (2008). Biogas from waste and renewable resources; an introduction, 93-151.
- Guangzai, N., Yijing, L. Yin, Y. (2019) Energy analysis on the water cycle consisting of photo catalyzing water splitting and hydrogen reacting with oxygen in a hydrogen fuel cell. *Chemical Physics Letters*, Volume 737, Supplement, 2019, 100033, ISSN 0009-2614, <https://doi.org/10.1016/j.cpletx.2019.100033>
- Harto, A.W, Soelanda, M. (2018). Mass and energy balance analysis of methanol production using atmospheric CO₂ capture with energy source from PCMSR. E3S Web of Conferences 42,01004(2018) ASTECHNOVA 2016, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184201004>
- Humayun, A., Anwar, M.N. (2021). CO₂ capture, storage, transformation, and utilization: An introduction. In M.N. Anwar (Ed.), *Nanomaterials for CO₂ Capture, Storage, Conversion and Utilization* (pp. 1-19). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822894-4.00007-1>
- Ivanov, V. (2011). Environmental microbiology for engineers, Chapter: 16, 219-222.
- Keller, D.P., Lenton, A., Littleton, E.W., Oschlies, A., Scott, V., Vaughan, N.E. (2018). The effects of carbon dioxide removal on the carbon cycle. *Current Climate Change Reports*, 4(3), 250-265. <https://doi.org/10.1007/s40641-018-0104-3>
- Khanal, S. K., Surampalli, R. Y., Zhang, T. C., Lamsal, B. P., Tyagi, R. D., Kao, C. M. (2010). Bioenergy and Biofuel from Biowaste and Biomass, Chapter 1, 24, 80, 81.
- Kurth, J.M., Op den Camp, H.J.M. Welte, C.U. (2020). *Applied Microbiology and Biotechnology*. 104:6839-6854. <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10724-7>
- Lema, J.M., Iza, R., Garcia, P., Fernandez, F., (1991). Chemical reactor engineering concepts in design and operation of anaerobic treatment processes, *Water Science and Technology*, 24, 8, 79-86.
- Li, R., Chen, S., Li, X., (2010). Biogas production from anaerobic co-digestion of food waste with dairy manure in a two-phase digestion system, *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 160, 643–654.
- Malina, J.F., Pohland, F.G., (Eds), (1992). Design of anaerobic process for the treatment of industrial and municipal wastes, Technomic Publishing Co., U.S.A.
- Nunes, L.J.R. (2023). The rising threat of atmospheric CO₂: A review on the causes, impacts, and mitigation strategies. *Environments*, 10(4), 66. <https://doi.org/10.3390/environments10040066>
- Pandey, P. K., Ndegwa, P. M., Soupir, M. L., Alldredge, J. R., Pitts, M. J. (2011). Efficacies of inocula on the startup of anaerobic reactors treating dairy manure under stirred and unstirred conditions, *Biomass and Bioenergy* 35, 2705-2720.
- Singh, J., & Dhar, D.W. (2019). Overview of carbon capture technology: microalgal biorefinery concept and state-of-the-art. *Frontiers in Marine Science*, 6, 29. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00029>
- Stams, A.J.M., Alfons, J. M., de Bok, F.A.M., Plugge, C.M., van Eekert, M.H.A., Dolfing, J., Schraa, G., (2006). Exocellular electron transfer in anaerobic microbial communities. *Environmental Microbiology*, 8, 3, 371–382.
- Turker G, Akyol Ç, Ince O, Aydin S, Ince B. 2018. Operating conditions influence microbial community structures, elimination of the antibiotic resistance genes and metabolites during anaerobic digestion of cow manure in the presence of oxytetracycline. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2018 Jan;147:349-356. doi: 10.1016/j.ecoenv.2017.08.044.
- Zinder, S.H., Cardwell, S.C., Anguish, T., Lee, M., Koch M., (1984). Methanogenesis in a thermophilic (58°C) anaerobic digester: Methanotrix sp. as an important acetoclastic methanogen. *Applied and Environmental Microbiology*, 47, 796-807.

ÇEVRE KORUMADA BİOKARLI GÜBRE UYGULAMASI VE PERSPEKTİFLİ TÜRLER

Doç. Dr. Samira Bağirova

Dendroloji Bahçesi Kamu Tüzel Kişiliği, Azerbaycan/ Kurum Başkanı

samira.baqirova.2013@mail.ru

Araştırmacı Leyla Atayeva

Dendroloji Bahçesi Kamu Tüzel Kişiliği/Ekoloji ve İklimlendirme laboratuvarı,

atayeva-2019@mail.ru

Araştırmacı Mirhuseyn Safarov

Dendroloji Bahçesi Kamu Tüzel Kişiliği/"Ekoloji ve İklimlendirme laboratuvarı, mirhuseyinseferov0047@gmail.com

Araştırmacı Cemala Ağayeva

Dendroloji Bahçesi Kamu Tüzel Kişiliği/ "Ekoloji ve İklimlendirme laboratuvarı, agayevacemale96@gmail.com

Araştırmacı Seria Ahmedova

Dendroloji Bahçesi Kamu Tüzel Kişiliği/"Ekoloji ve İklimlendirme laboratuvarı

sariyya.ahmadova@mail.ru

Araştırmacı Lala Nasırlı

Dendroloji Bahçesi Kamu Tüzel Kişiliği/ "Ekoloji ve İklimlendirme laboratuvarı

lalenesirli280@gmail.com

ÖZET: İklim değişiklikleri ve insani ekonomik faaliyetlerin uygunsuz yürütülmesi, orman alanlarının, yeşilliklerin, humus miktarının ve verimliliğin azalmasına, faydalı özellikleri giderek kaybolmasına, ürün yetiştirmek için uygunsuz hale gelmesine neden olmuştur. Ekolojik ve tarımsal-ekolojik durumu iyileştirmek için tarım kimyasalları, tarım teknikleri ve fito-ıslah edici önlemlerin belirli bir sırayla uygulanması önemlidir. Mineral gübreler toprağın verimliliğini yeniden sağlamak için kullanılır ve bu gübrelerin profesyonelce aşırı kullanımı çevrenin ekolojik durumuna ve insan sağlığına ciddi zararlar verebilir. Çağımızda canlılara ve çevreye olumsuz etkisi olmayan organik gübrelerin kullanımı önemli bir sorun haline gelmiştir. Yeni yöntemlerin uygulanması toprağın verimliliğini çoğaltmalı, ekonomik açıdan uygun olmalı, bitkilerin kök sistemindeki su rezervlerini uzun süre muhafaza etmelidir. Odun kırıntısı, çürük, çamur, kompost ve yeşil atık gibi biyokütle kalıntılarının oksijensiz ortamda belirli bir sıcaklıkta pirolizi (ısıtılması) sonucu elde edilen ekolojik açıdan temiz "Biyokömür" veya "Biyokar" gübresinin uygulanması makalenin ana fikri olmuştur. Biochar'ın ilk üç haftada uygulanması tohumun çimlenmesini sağlar ve toprakla reaksiyona girerek fidenin büyümesini uyarır. Biochar toprakta kendi ağırlığının 6 katı kadar su tutar. Biyokömürün yüzeyindeki fonksiyonel gruplar topraktaki katyonik aktiviteyi artırır, böylece toprak Ca, Mg ve K gibi elementleri uzun süre kalır. Biochar toprağın hastalıklara karşı direncini artırır, ağır metaller, özellikle de herbisit atrazin gibi herbisit çevre kirliliğiyle mücadelede yardımcı olur.

Anahtar Kelimeler: Biyokömür, Kirlenme, Tarım

CANDIDATE SPECIES IN BIOFERTILIZER APPLICATION AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

ABSTRACT: Climate changes and improper conduct of human economic activities have caused forest areas, greenery, humus amount and productivity to decrease, their beneficial properties to gradually disappear, and to become unsuitable for growing crops. To improve the ecological and agro-ecological situation, it is important to apply agrochemicals, agricultural techniques and phytoremedial measures in a certain sequence. Mineral fertilizers are used to restore soil fertility, and unprofessional excessive use of these fertilizers can cause serious harm to the ecological state of the environment and human health. In our age, the use of organic fertilizers that do not have negative effects on living things and the environment has become an important problem. The application of new methods should increase the fertility of the soil, be economically suitable, and preserve water reserves in the root system of plants for a long time. The main idea of the article was the application of ecologically clean "Biochar" or "Biochar" fertilizer obtained as a result of pyrolysis (heating) of

biomass residues such as wood chips, rot, mud, compost and green waste at a certain temperature in an oxygen-free environment. Applying biochar in the first three weeks ensures germination of the seed and stimulates the growth of the seedling by reacting with the soil. Biochar holds 6 times its own weight in water in the soil. Functional groups on the surface of biochar increase the cationic activity in the soil, so that elements such as Ca, Mg and K remain in the soil for a long time. Biochar increases the soil's resistance to diseases, helps combat environmental pollution with heavy metals, especially herbicides such as atrazine.

Key Words: Biochar, Pollution, Agriculture

GİRİŞ

Günümüzde antropojenik etkilerin toprak, su, hava gibi ekosistemlere verdiği zararlar giderek artmakta ve geri dönülemez hale gelmektedir (Halilov ve Zeynalova, 2014:35). Yapılan geniş çaplı jeocoğrafi ve durağan çalışmalara dayanarak, bir yandan Hazar Denizi seviyesinin yükselmesi nedeniyle yeraltı suyunun mineralize olduğu (5,2-30,8 g/l) ve toprağa yaklaştığı tespit edilmiştir. Yüzeyde ise petrol kuyularından gelen su ve buna bağlı olarak oluşan sulama suyunun aşırı nemi, Abşeron yarımadasının doğu kısmındaki toprak örtüsünün tarımsal iyileştirme özelliklerini ve toprak örtüsünün granülometrik bileşimini ciddi şekilde değiştirmiştir (Abdulov, 2017: 81-86). Azerbaycan topraklarının granülometrik kompozisyon ölçeğinde fiziksel kil miktarı (<0,01 mm) % olarak Kum <10, kumlu toprak 10-20, hafif taneli 20-30, ağır taneli 40-50 olarak kabul edilmektedir (Memmedov, 2003: 156-157). Kumlu toprakların işlenmesi kolaydır, hafif topraklardır, su geçirgenliği iyidir, hava koşulları uygundur. Ancak nem kapasitesinin düşük olması nedeniyle nemli bölgelerdeki bitkiler su kıtlığı yaşamaktadır (Memmedov, 2011: 4-5). Hızlı ısınma bu tip toprağın karakteristik bir özelliğidir. Diğer bir toprak türü ise besin maddeleri açısından iyi beslenen ve humus bakımından zengin, ağır taneli ve killi topraklardır. Bu toprakların işlenmesi çok fazla enerji gerektirir, bu nedenle bunlara ağır topraklar denir (Memmedov, 2007: 156-157), (Tablo 1.)

Tablo 1: Abşeron Yarımadası'ndaki İklim Koşulları

Abşeron Yarımadası'nın iklim koşulları	
Yılın sıcak zamanının ortalama sıcaklığı	20-27 °C
Yılın sıcak zamanının maksimum sıcaklığı	40-45 °C
Yılın soğuk zamanının ortalama sıcaklığı	13,5-13,7 °C
Yıl boyunca bağıl nem	20-30 % hafif ve (30-50 %) zayıf
Nem eksikliği	700-945 mm
Yıllık yağış	200-400 mm
Sıcak dönemlerde (Nisan-Ekim) olası buharlaşma	1000 mm
Yıllık toplam güneş radyasyonu miktarı	130-135 kkal/sm ²
Yıllık güneşli zaman miktarı	2200-2445 saat
Haziran-Eylül aylarındaki kurak gün sayısı	5-25 gün
Donsuz dönemin yıl boyunca devam etmesi	250 gün ve üzeri
Hava sıcaklığının 0°C'nin altında olduğu gün sayısı	10-20 gün
Yıl boyunca karla kaplı gün sayısı	10 ve daha az
Ortalama yıllık rüzgar hızı	4-6 m/san ve daha yüksek

Kaynak: Gurbanov, A. (2016:11).

Ekosferde ortaya çıkan küresel sorunların önüne geçilmesi ve derinleşmesinin önlenmesi amacıyla alınması gereken önemli tedbirlerden biri de doğadaki biyolojik çeşitliliğin, mevcut kültürel yeşilliğin korunması, artırılması ve tür kompozisyonunun zenginleştirilmesidir. Azerbaycan Cumhuriyeti topraklarında toprak kaynaklarının korunması, verimliliğin artırılması, toprağın yeniden işlenmesi önemli konulardır (Gurbanov, 2016: 11-12). Bu açıdan bakıldığında toprak kaynaklarının doğru kullanılması, ekolojik bütünlüğünün korunması ve toprağa giren kirleticilerin kontrolünün doğru düzenlenmesi sadece toprak kaynaklarının korunması açısından değil, aynı zamanda insan sağlığının korunması açısından da önemlidir (Mammadova,

2016: 125-128). Sorunun çözümü için Azerbaycan Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı'nın 28 Eylül 2006 tarihli "Azerbaycan 2020 Kararnamesi" ile onaylanan "Azerbaycan Cumhuriyeti'nde Çevre Durumunun İyileştirilmesine Yönelik 2006-2010 Kapsamlı Eylem Planı" " 29 Aralık 2012 tarihli Kararname ile onaylanmıştır: Geleceğin Vizyonu" Kalkınma Konsepti", "Dünyamızın dönüşümü: 2030'a kadar sürdürülebilir kalkınma alanında gündem" ve "Azerbaycan 2030: Sosyo-ekonomik kalkınma için Ulusal Öncelikler", "Azerbaycan Cumhuriyeti'nin 2022-2026 Sosyo-Ekonomik Kalkınma Stratejisi", Azerbaycan Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı'nın 2024 yılının Azerbaycan Cumhuriyeti'nde "Yeşil Dünya için Dayanışma Yılı" olarak ilan edilmesine ilişkin kararı diğer ulusal ve uluslararası stratejik belgelerden kaynaklanan görevlerin yerine getirilmesi önemlidir (Hasanov, 2010: 35-40).

Azerbaycan'ın diğer bölgeleriyle karşılaştırıldığında Abşeron yarımadasının toprak ve iklim koşulları bitki yetiştiriciliği için nispeten uygunsuz kabul ediliyor. Bölgenin iklimi kuru subtropikal, yarı çöl bozkırdır. Yıllık yağış miktarının düşük olması, iklimleştirilmiş bazı bitkiler için neqativ bir etkidir (Efendiyev, 2002: 397). Bu nedenle doğal alanda çim ve çalı türü bitkiler hakim olurken, farklı bölgelerden getirilen bitkilerin bir kısmı kuraklığa uyum sağlayamayarak yok oluyor (Efendiyev ve Demirgayayev, 1995: 176). Toprak verimliliğini etkileyen antropojenik faktörlerin örnekleri arasında agroteknik kurallara uygunsuz bağlılık, toprağın aşırı kullanımı, mineral ve organik gübrelerin yanlış uygulanması yer almaktadır (Khalilov, 2010: 4-70). Organik ve mineral gübreler toprağın yapısını etkiler, toprak çözeltisinin reaksiyonunu, mikrobiyolojik süreçleri iyileştirir ve verimliliğinin artırılmasına aktif olarak katılır. Mineral gübrelerin içerdikleri besin maddesi sayısına göre basit (tek elementli), kombine (iki elementli) ve kompleks (çok elementli) tiplere ayrıldığı bilinmektedir (Kambo ve Dutta 2015: 359). Tüm basit gübrelerde olan mikro besinler (amonyak tuzu, üre, süperfosfat); sülfatlarda kükürt (potasyum, magnezyum, amonyum); süperfosfattaki florin; potasyum tuzları, toprakta bu elementlerin miktarının fazla olması durumunda bitki üzerinde olumsuz etkiye sahip olan klor ve sodyum içerir. Mineral gübreler, kumlu ve kumlu-killi topraklarda verimliliğin yeniden sağlanması amacıyla kullanılmakta ve bu gübrelerin bilinçsiz, aşırı kullanımı çevrenin ekolojik durumuna ve insan sağlığına ciddi zararlar vermektedir (Zhao vd., 2018b). Örneğin azot bitki beslenmesinin ana unsuru olarak kabul edilir, dolayısıyla azotlu gübreler tarım kimyasının ana bileşenlerine aittir. Besin dengesizliği, su rejiminin ihlali, yeterli aydınlatmanın olmaması ve diğer olumsuz koşullarda yüksek dozda azotlu gübre verilmesi toprak verimliliğinin azalmasına, bitkilerde nitrat birikmesine ve gıda zehirlenmesine neden olabilir (Glaser vd., 2014). Azotlu gübre dozunun artırılması, ürünlerdeki C vitamini, şeker ve diğer maddelerin azalmasına, biyolojik değerinin düşmesine sebep olur (Anger ve Schenk, 2005: 199- 204). Fosforlu gübrelerin toprak kirliliğine etkisi daha fazladır (Abdelmagid vd., 1987). Toprak tarafından emilen fosfatlar daha az hareketlidir ve ekim alanlarından yalnızca 2 %-i süzülür. Fosfatlı gübrelerin aşırı uygulanması, toprakta P2O5 oksitin, toprağın kendi kendini temizleme sürecini engelleyecek miktarlarda birikmesine yol açar (Zhou vd., 2019). Potasyumlu gübre, yüksek dozda sistematik olmayan gübreleme yapıldığında toprakta biriken ve verimlilik düzeyini azaltan balast elementleri (Cl, Na) içerir. İçerdiği metallere (Cd, Hg, Pb, Al) canlı organizmalara ve yeraltı sularına karışabilir (Ajayi ve Júnior, 2009).

Organik gübrelerin mineral gübrelerden daha çevre dostu olduğu bilimsel kabul edilir ve en iyi bitki besin takviyesi olarak pratik olduğu kanıtlanmıştır. Kemik unu-sığır kemiklerinin öğütülmesiyle elde edilen, hayvansal kökenli bir ürün olan organik bir gübredir. Ucuz, ekonomik açıdan verimli, yeterince etkili bir gübredir. Avrupa ve BDT ülkeleri tarafından yaygın olarak kullanılan ve toprağa zarar vermeyen tamamen doğal bir katkı maddesidir. Bileşimi çeşitli mineraller ve eser elementler (Na, Fe, J, Mn, Zn ve Cu, Mg ve Co vb.) açısından zengindir. Bu gübreyi tarım sektöründe umut verici kılan ana unsurlar elbette P ve N - dir. Bu kombinasyon nedeniyle kemik substratına fosfonitrojen de denir. Gübrenin tam ayrışma süresi 6-8 aya kadardır, toprağı nitrat ve pestisitlerle doyurmaz (Bölükbaşı, 2004: 3-14).

En faydalı organik gübrelerden biri solucan gübresidir. Vermikompost, toprakta yetişen ve benzersiz özelliklere sahip doğal bir gübredir. Ürün kırmızı solucanlar kullanılarak üretilmiştir (Abacıoğlu vd, 2020:1-10). Vermikompost üretkenliği artırır, bitki büyümesini teşvik eder ve bozulmuş topraklar bu organik gübre ile tamamen rehabilite edilebilir. Organik koprolitler (tortu) - besinler, vitaminler ve minerallerle doyuurmuş kalıntılar toprağa girer, bitkileri besler ve toprağı mantarlardan korur. Gübrenin insan sağlığına ve çevreye herhangi bir olumsuz etkisi yoktur (Safiye, 2016).

1. Toprakta "Biyokömür"ün kullanımı

Modern çağımızda, yeni yöntem ve yöntemlerin uygulanmasının ekonomik açıdan daha verimli olması, toprak verimliliğinin yeniden sağlanması ve bitkilerin kök sistemindeki su rezervlerinin uzun süre korunması gerekmektedir (Zhao vd., 2017). Odun parçaları, hayvan gübresi, çamur, kompost ve yeşil atık gibi biyokütle kalıntılarının oksijensiz bir ortamda pirolizi (ısıtılması) sonucu elde edilen "Biyokömür"ün kullanılması daha umut verici görülmektedir (Bailey vd., 2010). Biyokömürün hazırlanması için 350-700 °C arası sıcaklık gerektiğinden bunu evde elde etmek mümkün değildir (Abdul-Aziz, 2020). Biochar, özellikle kurak bölgelerde, iklim krizi ve kuraklıktan etkilenen bölgelerde olumlu etki gösteren bir gübredir (Akgül, 2017: 485-499). Asitli ve kumlu topraklarda daha iyi sonuçlar alındığı belirlendi. Bu gübre toprağın kalitesini, su tutma kapasitesini artırır, son derece yavaş ayrışması humus oluşumu için koşullar yaratır ve toprağın verimliliğini artırmaya yardımcı olur (Alhashimi ve Aktas, 2017: 13-26). Ayrıca bitkilerin büyümesine ve besin maddelerinin topraktan emilimine olumlu etkisi vardır. Biochar'ın ilk üç haftada uygulanması tohumların çimlenmesini sağlar ve büyümeyi teşvik eder. Önümüzdeki altı ay boyunca bitkilere besin tedarikini iyileştirir (Zhao vd., 2013). Biochar toprakta kendi ağırlığının 6 katı kadar su tutar, fosfor ve nitrojeni emer. Sonuç olarak bu elementler bitkiler tarafından daha kolay emilir (Zornoza vd., 2016). Biyokömürün yüzeyindeki fonksiyonel gruplar topraktaki katyonik aktiviteyi artırır, böylece toprak Ca, Mg ve K gibi elementleri tutar. Biyokömüre elektron mikroskobu altında bakıldığında üzerindeki delikleri daha net gözlemlemek mümkün. Çok sayıda küçük biyokömür çukuru, toprağın su tutma kapasitesini ve verimliliğini artırarak toprağın yenilenmesinde, iyileştirilmesinde ve verimliliğinde önemli bir rol oynar (Zhao vd., 2018a). Biochar diğer organik maddelerle birlikte toprak yüzeyine uygulanabilir veya kompost, malçla karıştırılabilir. Biochar uygulanan toprak gübre ihtiyacını yaklaşık 10 % azaltır, alüminyum toksisitesini azaltır. Azot, fosfor ve potasyum gibi besin maddelerini toprakta tutar ve katyon değişim kapasitesini 50 % artırır (Zhang vd., 2018a).

1.2 Çalışma alanı hakkında bilgi





Araştırma alanı olarak seçilen "Dendroloji Bahçesi" Abşeron yarımadasında yer almakta olup, alanın toprak örtüsü gri-kahverengi, kumlu-kumlu, humus miktarı 1,5 kadardır. PH 7.0-7.1 standart normun üzerinde olup, ana mineralojik bileşimi Ca^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} elementlerinden oluşmaktadır. Toprağın kalitesinin düşük olması nedeniyle düzenli gübreleme ve agroteknik bakım gerektirir (Tablo 2.), (Tablo 3.).

Tablo 2: "Dendroloji Bahçesi" yıllık göstergeler

Hava sıcaklığı	23.6 ⁰ C
Toprak sıcaklığı	25 ⁰ C
Bağıl nem	63 %
Radyasyon	0,020 mkZv/saat
PH	7-7.1

Kaynak: "Dendroloji Bahçesi" yıllık göstergeler

Tablo 3: Araştırma için kullanılan ekipmanlar

№	Cihaz adı	Cihaz resmi
1.	Hava sıcaklığı: "Hygro TA218C KTJ Termometre Havanın bağıl nemi: "Hygro TA218C KTJ Termometre	
2.	Toprakta PH: PH nem ölçer	
3.	Hava Radyasyonu: "Ecotester SOEKS" ekipmanı, "Bilimsel radyasyon dedektörü (84007)"	
4.	Toprak sıcaklığı: Termometre	

Kaynak: "Dendroloji Bahçesi" Kamu Tüzel Kişiliği laboratuvarlarında bulunan ekipmanlar

2. Biyokömürün "Dendroloji Bahçesi" de kullanımı

Biochar gübresinin bitkiler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla 15 Eylül 2023 tarihinde (sıcaklık 22°C, nem 68 %) 1/2'si oranında dikdörtgen bir alan (spot) oluşturulmuş ve deneme alanı olarak hazırlanmıştır. Türkiye'nin Kayseri şehrinde yerleşen, "Biorfe Organik Tarım Sam." firmasından temin edilen fındık kabuğunun pirolizi sonucu elde edilen biochar (BIOCHAR) gübresi, kamu tüzel kişiliğine ait araştırma alanında uygulanmıştır. Araştırmanın karşılaştırmalı çalışması için hazırlanan başka bir tarlaya malçlama malzemesi - arpa samanı uygulanmıştır. Bu noktaya 1/1 oranında malçlama malzemesi ve 1/1 oranında 2,5 kg biokömür uygulanmıştır. Her iki araştırma materyali de toprağa iyice karıştırılarak ekime hazırlandı. Deneysel amaçlar için, aynı bitki türleri (hem saman, hem de biyokömür) gübrelere ekilmiştir. Araştırmanın ilerlemesine göre Abşeron park ve bahçelerinin yeşillendirilmesinde kullanılan umut verici 3 tür seçildi. Araştırma alanına *Cercis siliquastrum* L., *Genista hispanica* L. ve *Lavandula angustifolia* Mill. dikilmiştir (Memmedov, 2018: 129-130).



Şekil 1: Biyokömürün Dendroloji bahçesi araştırma alanında uygulanması

21.09.2023 tarihinde biokömüre ekilen ergevan bitkisinin ilk filizleri, 4 gün sonra toplu çimlenme görülmeye başlamış, 11 gün sonra ise bitkinin gerçek yaprakları oluşmuştur. 25.09.2023 tarihinde malçlama malzemesi uygulanan toprakta ise sadece ilk filizlenmeler görüldü. Biyokömüre ekilen bitkinin boyunun 7,5 cm, arpa samanında ise 4,5 cm olduğu belirlendi. Bölgede düzenli olarak her iki bitkiye tarımsal teknik bakım yapıldı ve türler periyodik olarak sulandı. Bununla birlikte, biyokömür uygulanan toprak daha fazla su tuttu ve daha az sulama yapıldı. Araştırma sonucunda biochar uygulanan toprakta tohumların daha hızlı çimlendiği, gelişmelerinin daha hızlı olduğu ve toprağın su emme kapasitesinin arttığı tespit edildi (Şekil 1.), (Tablo 4.).

Tablo 4: Biyokömür gübresi kullanmanın olumsuz ve olumlu özellikleri

Biyokömür (Biochar)	
Olumlu	Olumsuz
Organik maddenin içerdiği karbondioksit katı bir yapıda karbona dönüşerek atmosfere buharlaşmasını engeller.	Biyokömür üretiminin hammaddesi biyokütledir (orman ve tarım artıkları). Biyokütle kaynaklarının yanlış kullanımı çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir.
Toprağın verimliliğini korur ve besin maddelerini muhafaza eder.	Piroliz zorlu bir süreçtir. Özel ekipman gerektirir. Bu tip makinelerin satın alınması üreticiler açısından uygun görülmemekte ve fiyatı yüksektir.
Toprağın kalitesini, su tutma kapasitesini ve verimliliğini artırır.	

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3. Yöntem

Bitkilerde kök sistemi yapısı V.A. Kolesnikov (1971), metodolojisi, mevsimsel büyüme ritminin incelenmesi I.N. Beideman (1960) yöntemine göre, fidelerin morfolojik özellikleri I.T.Vasilchenko (1979), bitkilerin yıllık büyümesi S. Bellon (1991), V.V. Simirnov (1967), A.A. Molchanov (1967) göre öğrenilmiştir. İklimleştirilen bitkilerin yeni koşullardaki göstergeleri toplanmış ve perspektif derecesi belirlenmiştir. Araştırma çalışmasında yerli ve yabancı pek çok literatürden alıntı yapılmıştır. Alanın toprak örtüsü "Palintest" Toprak testi 10, nem KTJ cihazı, radyasyon SOEKS testometresi ile ölçülmüştür.

SONUÇ

Yapılan araştırmalar sonucunda biyokömür kullanımının bitkilere, toprağa veya çevreye herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı, kullanılan biyokömürlü gübrenin iklim değişikliğinden kaynaklanan sorunların çözümünde, çölleşmenin önlenmesinde ve korunmasında önemli olduğu kanıtlanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda

biyokömüre ekilen *Cercis siliquastrum* L. ve *Genista hispanica* L. verimliliğinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Böylece *Cercis siliquastrum* L. 90 % ve *Genista hispanica* L. 45 % fide elde edilmiştir.

KAYNAKÇA

- Abacıoğlu, E., Yatgın, S., Tokel, E., Yücesoy, P. (2020, Temmuz), “Vermikompostun (solucan gübresi) üretimi ve bitki beslemesindeki önemi”, Bartın Üniversitesi Uluslararası Doğa ve Uygulamalı Bilimler Dergisi, JONAS, 3(1), 1-10
- Abdelmagid, H., Tabatabai A. (1987), “Nitrate reductase activity of soil. Soil Biochem”, 421-427
- Abdul-Aziz, A. (2020). “Biyokömürün toprağın biyolojik özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi”, T.C. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya
- Abdulov, K. (2017). “Abseron ekonomik-coğrafi bölgesinin ekonomik gelişimi süreçte ekolojik dengeyi sağlamanın önemi”, Cilt 13, № 4, 81-86
- Ajayi, A., Oguntunde, A., Joseph, P., Júnior, D. (2009), “Numerical analysis of the impact of charcoal production on soil hydrological behaviour, runoff response and erosion susceptibility. Rev. Bras. Ciênc. Solo” Vol. 33 №1
- Akgül, G. (2017, Mayıs). “Biyokömür: üretimi ve kullanım alanları”, S.Ü. Müh. Bilim ve Tekn. Derg, c.5, s.4, 485-499
- Alhashimi, H., Aktas, C. (2017), "Life Cycle Environmental and Economic Performance of Biochar Compared with activated Carbon: A Meta-analysis", Resources, Conservation and Recycling, Vol. 118, 13–26
- Anger, H., Schenk, K. (2005), “Assay system for measurement of denitrification-N loss from ornamental plants potted in peat substrate”, Biol. Fertil. Soils, 4: 199- 204.
- Bailey, L., Fansler, J., Smith L., Bolton, H. (2010) “Reconciling apparent variability in effects of biochar amendment on soil enzyme activities by assay optimization”, Soil Biol. and Bioch., 43(2): 296-301.
- Beideman, N. (1960), “Bitki fenolojisi çalışması”, Saha jeobotaniği M.-L.: AN SSSR, cilt 2, 333-366
- Bellon, C. (1991), "Teşhis iyileştirme yöntemi sinrangeutilizasyon sistemleri", 200-210
- Bölükbaşı B. (2004, Mayıs), “Kanatlı beslemesinde et-kemik ununun kullanımı ve önemi”, T.C. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Adana, 3-14
- Efendiyev, V. (2002), “Azerbaycan'ın kentleşmesi ve kentsel yerleşimleri”. Bakü: Bakü Üniversitesi, 397
- Efendiyev, V., Demirgayayev S. (1995), “Azerbaycan Cumhuriyeti şehirlerinin coğrafi gelişimi sorunlar”, Bakü: Nicat, 176
- Glaser, B., Wiedner, K., Seelig, S. (2014), "Biochar Organic Fertilizers from Natural Resources as Substitute for Mineral Fertilizers", Agron. Sustain. Dev. Vol. 35, 667–678.
- Gurbanov, A. (2016). "Abşeron Yarımadasında kirlenmiş toprakların biyolojik olarak yeniden işleme yöntemleri", Azerbaycan Cumhuriyeti Eğitim Bakanlığı Azerbaycan Devlet Ekonomik Üniversitesi, 11-12
- Halilov, T., Zeynalova, M. (2014), "Küresel çevre sorunları", Bakü: 2014, 35-40
- Hasanov, A. (2010), “Azerbaycan Cumhuriyeti'nin Ulusal Kalkınma ve Güvenlik Politikası”, Bakü. 35-45
- Kambo, H. S., Dutta, A., (2015), "A Comparative Review of Biochar and Hydrochar in Terms of Production, Physico-Chemical Properties and Applications", Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 45, 359–378.
- Khalilov, M. (2010). “Agroekoloji”, Bakü. 4-70
- Kolesnikov, V. (1971), “Odunsu bitkilerin kök sistemini inceleme yöntemleri”, 152
- Mammadova, S. (2016), “Bağımsız Azerbaycan devleti'nin çevre politikası içeriği ve uygulanması, talimatlar”, Kamu yönetimi: teori ve pratik, 125-128
- Memmedov, G. (2007). “Toprak bilimi ve toprak coğrafyasının temelleri”, Bakü: Karaağaç, 67-68
- Memmedov, T. (2003). “Ekoloji”, Bakü: Elm, 156-157
- Memmedov, T. (2011). “Abşeron'un Ağaçları ve Çalılıkları”, Bakü: Karaağaç, 4-5
- Memmedov, T. (2018). “Dendroflora of Azerbaijan Cilt III”, Bakü: Karaağaç, 129-130
- Molchanov, A. (1967), “Ağaç bitkilerinin büyümesinin incelenmesi metodolojisi”, 95
- Safiye, K. (2016). “Biyokömür ve vermikompostun mısır bitkisinin (*zea mays* L.) kök bölgesindeki enzim aktiviteleri üzerine etkisi”, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu
- Smirnov, V. (1967), “Odunsu bitkilerin büyümesini inceleme yöntemleri”, M- Nauka, 95
- Vasilchenko, T. (1979), “Yabancı ot bitkilerinde filizlenme determinantı”, Leningrad: Kolos, 181-182

- Zhang, L., Jing, Y., Xiang, Y., Zhang, R., Lu, H., (2018). “Responses of soil microbial community structure changes and activities to biochar addition: a meta-analysis”, *Science of the Total Environment*, 643, 926–935
- Zhao, B., O'Connor, D., Zhang, J., Peng, T., Shen, Z., Tsang, C., Hou, D. (2018a), “Effect of pyrolysis temperature, heating rate, and residence time on rapeseed stem derived biochar”, *Journal of Cleaner Production*, 174, 977-987
- Zhao, H., Xue, Y., Long, L., Hu, X. (2018b). “Adsorption of nitrate onto biochar derived from agricultural residuals”, *Water Science and Technology*, 77(2), 548-554
- Zhao, X., Ta, N., Wang, D. (2017), “Effect of temperature on the structural and physicochemical properties of biochar with apple tree branches as feedstock material”, *Energies*, 10(9), 1293
- Zhao, L., Cao, X., Mašek, O., Zimmerman, A. (2013), “Heterogeneity of biochar properties as a function of feedstock sources and production temperatures”, *Journal of Hazardous Materials*, 256, 1-9
- Zhou, L., Xu, D., Li, Y., Pan, Q., Wang, J., Xue, L., Howard, A. (2019). “Phosphorus and nitrogen adsorption capacities of biochars derived from feedstocks at different pyrolysis temperatures”, *Water*, 11(8), 1559.
- Zornoza, R., Moreno-Barriga, F., Acosta, A., Muñoz, A., Faz, A. (2016), “Stability, nutrient availability and hydrophobicity of biochars derived from manure, crop residues, and municipal solid waste for their use as soil amendments”, *Chemosphere*, 144, 122-130



BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASINDA BAHÇE MERHEMİ KULLANIMINA İLİŞKİN PERSPEKTİFLER

Doç. Dr. Samira Behbud Bagirova

*Dendroloji Bahçesi Kamu Tüzel Kişiliği, Azerbaycan/ kurum başkanı,
samira.baqirova.2013@mail.ru*

Dr. Sakhavat Tebriz Rustamov

*AR ETN Tecrübe-Sanaye Zavodu MMC,
sakhavat.rustamov@gmail.com*

Araştırmacı Leyla Abulfaz Atayeva

*Dendroloji Bahçesi Kamu Tüzel Kişiliği/ Ekoloji ve İklimlendirme laboratuvarı,
atayeva-2019@mail.ru*

Araştırmacı Şebnem Feyruz Eşrefova

*Dendroloji Bahçesi Kamu Tüzel Kişiliği/ Dendrokronoloji laboratuvarı
shabnam_ashrafova@mail.ru*

ÖZET: Artan antropojenik etkiler ve küresel ölçekte şiddetli iklim değişikliklerinin yoğunluğu, doğal ekosistemlerin bozulmasına yol açmıştır. Ekolojik dengenin bozulmasına bağlı olarak yeni bitki hastalıklarının yayılması hızlanmıştır. Patojenlere karşı birincil koruyucu önlem olarak doğru budama önemli koşullardan biridir. Yanlış budama çürüme, hastalık ve çatlaklara neden olur, bu da mikroorganizmaların ve mantarların girişine izin verir. Bu nedenle budama yerlerine özel merhemlerin sürülmesi gerekmektedir. Makalenin temel amacı, AR ETN Tecrübe-Sanaye Zavodu MMC tarafından üretilen "Bahçe Merhemi" preparatının, "Dendroloji Bahçesi" kamu tüzel kişiliği laboratuvarlarında araştırmaktır. "Bahçe Merhemi", budama ve aşılama sonrası dekoratif ve meyve ağaçlarında oluşan hasarların sterilizasyonu ve iyileştirilmesi için bir preparattır. Merhem, *Pinus eldarica* Medw. ve *Pinus halepensis* Mill. türlerinin üzerinde budama sonrası uygulanmış ve tür üzerinde dendrokronolojik çalışmalar yapılmış, olumlu sonuçlar alınmıştır. LINTAB 6 binoküler mikroskop ve TSAPwin istatistiksel yıllık halka analiz programı kullanılarak tür popülasyonlarında meydana gelen süreçlerin biyometrik analizi ve türlerin korunmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirildi. Mikroskop altında halkaların belirlenmesinde Cook-Kairiukstis yöntemi, hatalı ve eksik halkaların tespitinde ise F. Ri'nin uyguladığı TSAPwin programı kullanıldı.

Anahtar kelimeler: Bahçe merhemi, *Pinus eldarica* Medw., *Pinus halepensis* Mill., dendroklimatoloji, dendrokronoloji

PERSPECTIVES ON THE USE OF GARDEN OINTMENT IN BIOLOGICAL DIVERSITY PROTECTION

ABSTRACT: Increasing anthropogenic impacts and the intensity of severe climate changes on a global scale have led to the degradation of natural ecosystems. The spread of new plant diseases has accelerated due to the deterioration of ecological balance. Correct pruning is one of the important conditions as a primary protective measure against pathogens. Improper pruning causes rot, disease and cracks, allowing the entry of microorganisms and fungi. For this reason, special ointments must be applied to the pruning areas. The main purpose of the article is to investigate the "Garden Ointment" preparation produced by AR ETN Experience Industrial Plant LLC in the "Dendrology Garden" public legal entity laboratories. "Garden Ointment" is a preparation for sterilization and healing of damage to decorative and fruit trees after pruning and grafting. Ointment, *Pinus eldarica* Medw. and *Pinus halepensis* Mill. It was applied to the species after pruning and dendrochronological studies were carried out on the species and positive results were obtained. Biometric analysis of the processes occurring in species populations and studies on species conservation were carried out using the LINTAB 6 binocular microscope and the TSAPwin statistical annual ring analysis program. The Cook-Kairiukstis method was used to identify rings under the microscope, and the TSAPwin program implemented by F. Ri was used to detect faulty and missing rings.

Key words: Garden salve, *Pinus eldarica* Medw., *Pinus halepensis* Mill., dendroclimatology, dendrochronology

GİRİŞ

Budama işlemi doğal olarak orman ekosisteminde, yapay olarak ise insanlar tarafından yapılmaktadır. Ormanlarda güneş ışığının az olduğu dallar kuruyarak gövdeden ayrılır. Bu işleme "doğal budama" veya "doğal gövde temizliği" adı verilir (Kumar, ve Sastry, 1999: 48). Yapay budamanın birçok avantajı olduğundan genç dalların kesilmesi sırasında dikkatli olunması gerekir. Budama zamanının ağaçların vegetatif gelişmesine olduğu kadar, generatif faaliyeti üzerine de etkisi büyüktür (Küden, 2018: 2). Budama, yaz (yeşil) ve kış olmak üzere iki ayrı ve zıt mevsimlerde yapılır. Yılın her mevsiminde yapay budama yapılamaz. Çoğu türü budamak için en iyi zaman sonbahar veya ilkbaharın başlangıcıdır (Lowe, 1999: 96). Özellikle yaprak döken ağaçlar yapraklarını döktükten sonra budanmalıdır. İklim koşulları nedeniyle yanlış zamanda yapılan budama büyük zararlara neden olur, ürün kaybına, kanser, gövde mantarı, akar gibi hastalıklara neden olabilir (Moinie, 1991: 160). Kışı sert geçen yerlerde şiddetli donlardan önce, budamanın yapılması doğru olmaz (Palas, 2015: 75). Çünkü şiddetli donlardan önce yapılacak kesimlerle oluşacak küçük ya da büyük yara yüzeyleri nedeniyle çok düşük sıcaklıklarda meyve ağaçlarında bazı dallar üşüyebilir, ya da donabilir. Çok şiddetli kış budamalarının meyve iriliği yanında meyvelerdeki azot (N), potasyum (K), fosfor (P) miktarlarının artmasına, buna karşılık, kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) miktarlarının azalmasına ve meyvelerin ambarda dayanma sürelerinin kısalmasına neden olmaktadır. Yaz budamasından amaç, meyvelerin daha iyi renklenmelerini sağlamak, vegetatif gelişmeyi düzenlemek, kış aylarında yapılacak budama işlemlerini azaltmak ve derim işleri ile kültürel etkinlikleri iyileştirmek ve kolaylaştırmaktır (Raimbault, ve Tanguy, 1993: 100). Yaz budaması, özellikle meyve ağaçlarının şekillendirilme yıllarında yapılması gerekli olan önemli bir teknik işlemdir. Meyve ağaçlarında, yaz budaması ilkbahar gelişme periyodunun sonu ve yaz gelişme periyodu içerisinde sürgünler odunsulaşmaya başladıktan sonra yapılabilir (Raimbault, ve De Jonghe, 1995: 23).

İğne yapraklı ağaçlar (koniferler) kuru dallar ve kırık dallar her mevsim budana bilirler. Ancak özel form ve şekil budamaları hariç genelde budanmaları tavsiye edilmez. Gökmar, çamlar, sedirler, yalancı serviler (çit yapılanlar hariç) az miktarda budanabilir. Ladinler budanmaz. Ardıçlarda az kesim yapılabilir (O'arrigo, ve Schuster, 2001: 183). Kesim yerleri ağaç içinde kalmalı ve görülmemelidir. Kuru dalların tümü ve yeşil dal budamada alt dallar 1/2 oranında budanmalıdır (Reader, 1991: 176). İğne yapraklı türleri dallanma tipi düzensiz dallanan türler olarak 2 gruba ayrılabilirler. Kuru alt dallar çıkar yeni bitki ve farklı form oluştur. Genel olarak; *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Pseudotsuga* türleri düzenli dallananlar, *Cedrus*, *Cupressus*, *Cryptomeria*, *Chamaecyparis*, *Calocedrus*, *Larix*, *Taxodium*, *Metasequoia*, *Sequoia*, *Sequoiadendron*, *Thuja*, *Thujopsis*, *Taxus*, *Juniperus* *Podocarpus* türleri de düzensiz dallananlar sınıfında yer almaktadır (Rees, ve May, 2002: 144). İğneyapraklılar hatayı affetmezler (Oybak, 1994: 26). Doğru budama ve doğru nedenlerinizin olması gerekir. İğne yapraklıları budarken iki kere düşünüp bir kez budama yapmak gerekir. Aktif büyüme zamanında yeni sürgünler yada sürgün tomurcukları koparılarak budama yapılır. "*Pinus* spp." için Geç ilkbahar budama için ideal zamandır. İğne yapraklı ağaççık ve çalı türlerinde dikim sonrasında kuru, kırılmış ve yaralı dalları temizleme, anormal gelişimli dalları kısaltma amaçlı budamalar gerekli olabilir. İzleyen dönemlerde ise, gelişimin kontrol altına alınması ve istenen formun korunması için her yıl uygun dozlarda budama uygulanması zorunludur. (Dedeoğlu, 2011: 545). Budama sonrasında kısa zamanda canlı ve zengin bir görünüm kazanabilmesi amacıyla bakım budamalarının yeni yaprak oluşumunun gerçekleştiği dönem öncesinde (kış sonu) uygulanması daha doğrudur. İğne yapraklı türlerde reçine akıntılarının yara yüzeylerini kapatması nedeniyle yaprağını döken türler gibi budama yüzeylerinin yara macunları ile kapatılmasına genellikle gerek kalmaktadır. Budama sırasında ekipman kuru, keskin ve iyi çalışır durumda tutulur. Hastalıklı bitkiler budama yapılırken hastalığın sağlıklı bitkilere yayılmasını önlemek amacıyla her bitki kesimi sonrasında tüm ekipmanlar dokuz ölçek su ve bir ölçek alkol ile dezenfekte edilmektedir. Çalışma sonunda budama ekipmanı paslanmayı önlemek için yağlanır (Ürgenç, 1998 a: 664).

1. Budamanın Faydaları

Gövde üzerinde ana dalların sayıları ve dağılımları düzenlenerek meyve ağaçlarının sağlam, düzenli ve dengeli bir taç oluşturmaları sağlanır. Meyve ağaçlarının en kısa sürede ürün vermesine yardımcı olunur. Güneş ışığından ağacın iyi bir şekilde faydalanması sağlanmış olur. Budama ile meyve iriliği, meyve kalitesi ve meyve kabuk renklenmesi artar. Ağaç büyüklüğü ve dalların sıklığı direk kontrol altına alınabilir. Püskürtülerek yapılan ilaçlamanın etkinliği artırılabilir. Hastalıklı ve kuru dallar alınarak mücadeleye yardımcı

olunur. Alet ve ekipmanların çalışabilmesi için gerekli boşluklar oluşturulmuş olur. Verimden düşen ağaçlar budama ile gençleştirilerek yeniden verimli ağaçlara dönüşmeleri sağlanır. Bazı meyve türlerinde görülen bir yıl çok bir yıl az veya hiç ürün vermeme durumu azaltılmış olur. Hasat daha kolay yapılır (Budak, 2010: 2).

Bazı türlerin kesim yerleri hızla iyileşirken çoğu türün geç iyileştiği görülmektedir (Mammadov, 2016: 278). Budama sırasında oluşan yaralara merhem sürmek önemlidir. Odun dokusunun kendini yenileme yeteneğine sahip olduğu bilinmektedir (Fritts, 1976: 22). Çapı 2-2,5 cm'yi geçmeyen küçük yaralar nispeten hızlı iyileşir derin yaralar özel dikkat gerektirir. Merhem sethi yakmamalı, kurutmamalı, yoğrulmalı, soğuktan erimemeli, içeriği zararsız olmalıdır (Garcia, 2012: 57). Yaz ayları bitkiler için en hassas dönem olduğundan bahçe merhemini bu dönemde test ettik (Şekil 1.).



Şekil 1 "Bahçe merhemi" hazırlanışı ve kullanımı

1.2 "Bahçe merhemi"nin ham maddeleri

AR ETN Tecrübe-Sanaye Zavodu MMC tarafından üretilen "Bahçe Merhemi", budama ve aşılama sonrası dekoratif ve meyve ağaçlarında oluşan yaralanmaların sterilizasyonu ve iyileştirilmesi için bir preparattır. Ayrıca "Bahçe Merhemi" üretiminde yerli hammadde kullanılması ve üretim kayıplarının (2 %) düşük olması, ekonomik ve ekolojik açıdan temiz bir ürün olduğunu kanıtlamaktadır (AEF-MCG-2022-1(42) - 12/08/3-M-08 Azerbaycan İlim Vakfı proje numarası). Bahçe Merhemi sap çürümesini, kemirgenleri, donmayı, güneş yanığının verdiği hasarı ve budama kesimlerine giren nem nedeniyle patojenik organizmaların girişini önler. Merhem gövde kabuğunda "yapay kabuk" etkisi yaratır, rejenerasyon sürecini hızlandırmak için kullanılır. T-46 türbin yağı, parafin, polietilen, polimer Lubimax 181-TDS malzemedan üretilen merhem sethini yakmaz, kurutmaz, yoğrulur ve soğğun etkisi altında erimez. Hazırlığında 1 ton 670,0 kg T-46 türbin yağı, 250,0 kg parafin, 50,0 kg polietilen, 50,0 kg polimer Lubimax 181-TDS kullanıldı. Ürünün hazırlanması sırasında sıcaklık 100°C'ye çıkarıldı, katı madde eritildi ve 0,5 saat karıştırıldı, sonraki 4 saat alanda sıcaklık 60°C'ye soğutuldu ve bitmiş ürün boşaltıldı. 1020,0 kg karıştırılan malzemedan 1000,0 kg bahçe merhemi ve 20,0 kg kalıntı ürün elde edilmiştir. Kullanıma hazır ürün ön ısıtma gerektirmez, +4°C sıcaklıkta kullanılabilir. Donlu ve yağmurlu günler hariç tüm yıl boyunca kullanılabilir, çünkü su yeni uygulanan koruyucu tabakaya zarar verebilir. Etkinliğini arttırmak için üzerinin bandajla kapatılması tavsiye edilir (Tablo 1.).

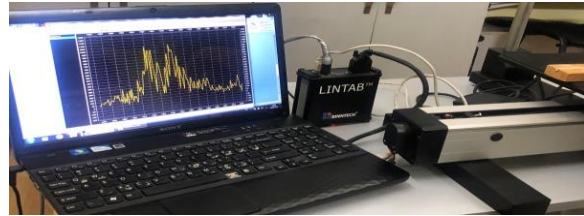
Tablo 1: Bahçe merheminin hazırlanmasında kullanılan malzemeler

№	Maddenin adı	Miktarı	
		%	kq
Kullanılan malzemeler			
1.	T-46 turbin yağı	65,2	670,0
2.	Parafin	24,8	250,0
3.	Polietilen	5,0	50,0
4.	Polimer Lubimax 181-TDS	5,0	50,0
Toplam		100,0	1020,0
<i>Alınmıştır:</i>			
1.	Bahçe merhemi	98,0	10,0
2.	Kayıp	2,0	20,0
Toplam		100,0	1020,0

AR ETN Tecrübe-Sanaye Zavodu MMC tarafından üretilen merhem Dendroloji Bahçesi'nin alanında Eylül ayında kaydedilen ortalama aylık sıcaklık (23,6°C) ve nem (66 %) dikkate alınarak budanmış *Pinus L.* (Şam) familyasına ait *Pinus eldarica* Medw. (Eldar çamı), *Pinus halepensis* Mill. (Halep çamı) türlerinin açık yaralarına uygulanmıştır (Fritts, ve Wu Xiangding, 1986: 31). Dendroloji Bahçesi'nin "Dendrokronoloji" laboratuvarı, "Bahçe Merhemi" preparatının budanmış türler üzerindeki etki mekanizmalarını izlemek amacıyla *Pinus eldarica* Medw. ve *Pinus halepensis* Mill. –in yetkin fertlerinden Suunto matkabı yardımıyla her iki ağaçtan dikey alana dik olarak 4-5 adet örnek alınarak bir konteynerlere yerleştirildi (Cook, 1990: 166). Örneklerin çıkarılması sırasında oluşan açık yaralara merhem sürülmüş ve elde edilen örnekler laboratuvar koşullarında kurutulmuştur (Vaganov, 1978: 103). Yıllık halkaların sınırlarını net bir şekilde görebilmek için örnekler oyularak dendrokronolojik çalışmaya hazırlandı (Bagirova, 2020: 21).



A



B

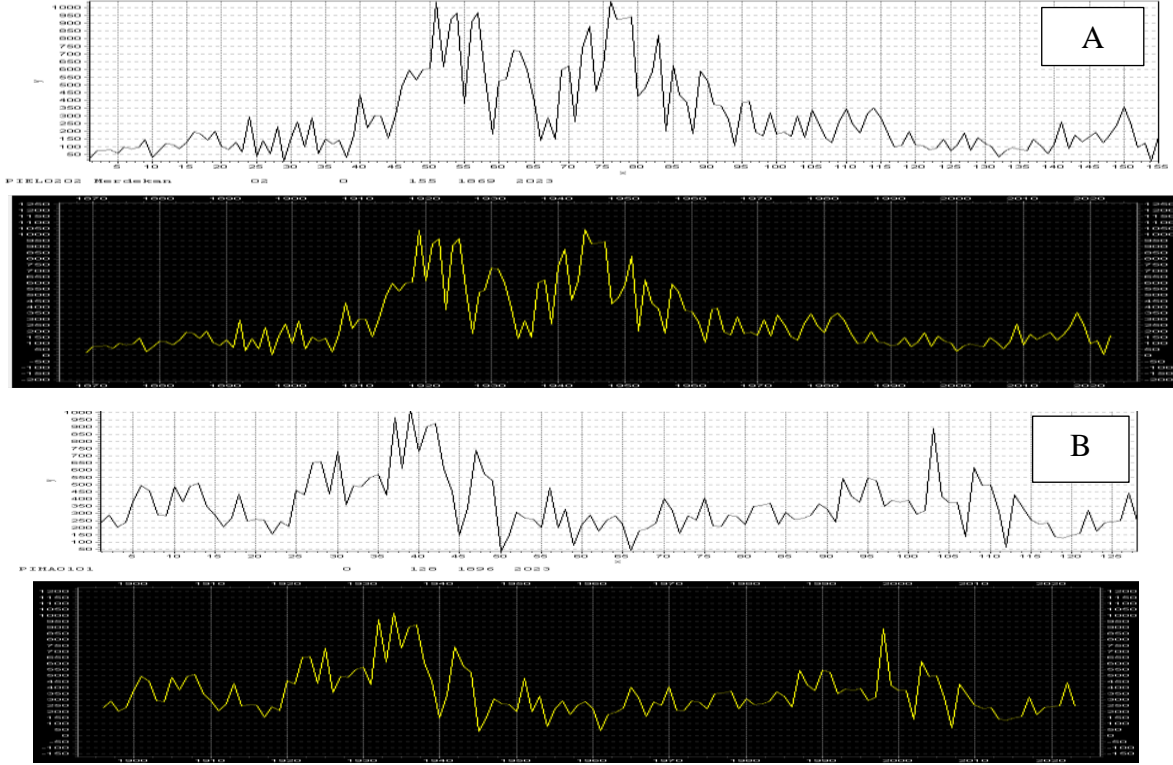
Sekil 2. Gövdə örnekleme (A) ve LINTAB 6 binoküler mikroskop altında inceleme (B)

Ağaç büyümesine uygun alanlarda geniş yıllık halkalar oluşur (Akbulut, və Özkan, 2004: 84-88). Ağaçların radyal büyümesi çevresel değişimleri yansıtır (Akbulut, 2005: 77-79). Olumsuz koşullar altında halkalar arasındaki mesafe daralır ve bu durum türü önemli ölçüde etkiler (Akkemik, ve Köse, 2010: 7-16). Artan antropojenik etkiler ve iklim değişiklikleri doğal ekosistemlerin ciddi şekilde bozulmasına neden olmuştur (Doğan, 2016: 185). Dendrokronolojik çalışmalar yardımıyla doğada meydana gelen değişiklikler hakkında ön bilgi edinmek mümkündür (Avci, 2012: 493). (Şekil 2.).

Çam cinsi *Pinus eldarica* Medw. - Eldar çamı Azerbaycan'ın endemik ve kalıntı bir türüdür. *Pinus eldarica* Medw. tabiatında 20 m yüksekliğe kadar çıkan bir ağaçtır (Gurbanov, 2009: 131). Gövdesi 40 cm çapa kadar, grimsi kahverengi renkte, düzensiz çatlaklıdır. İğne yapraklı, yaprakların boyu 12-15 cm kadar, mavi renkli, kenarları tırtıklı, uçları hafif sivri uçludur (Özkan, Z. ve Terzioğlu, 2001: 397). Nisan ve Mayıs aylarında rüzgarla tozlaşır ve tohumlarla çoğalır. Olgun kozaları oval-dikdörtgen veya oval-konik, grimsi-kahverengi veya kahverengidir. Kuraklığa, sıcağa, soğuğa, tuzluluğa, rüzgara dayanıklı, verimsiz topraklara dayanıklı bir çam türüdür (Doğan, ve Köse, 2014: 16). *Pinus eldarica* Medw.- in Dendroloji Bahçesi'nden alınmış örneklerin analizinden malum olmuştur ki, 1898, 1908, 1962, 2000, 2021 yıllarında iklim faktörlerinin

etkisiyle türün gelişimi azalmış, 1919, 1921, 1943, 1950 ve 2019 yıllarında ise yüksek gelişme dinamikleri gösterdiği belirlenmiş, türün gelişimi normal kabul edilmiştir (Gutierrez, 1989: 8). Araştırma sonucunda gövde çapı 203 cm olan türün 1868 yılında ekildiği ve 155 yaşında olduğu tespit edilmiştir (Grafik 1).

Grafik 1: Dendroloji Bahçesi'nden alınan *Pinus eldarica* Medw. (A) *Pinus halepensis* Mill. (B) türün gövdesinin yıllık halka büyüklüğüne ilişkin niteliksel göstergeler



Pinus halepensis Mill. düz veya kavisli gövdeli, 25 m yüksekliğe ve 50 cm çapa ulaşan bir ağaçtır. Genç ağaçların taç örtüsü yoğun, oval-konik veya piramidaldir (Mammadov, 2011: 167). Dallar uzun, elastik, iğnelerle kaplı, gövdeler ince, sürgünlerin uzunluğu 5-10 mm'ye ulaşıyor. İğneler çiftler halinde yerleşmiştir, yumuşak ve incedir, genç iğneler açık yeşil, yaşlı iğneler ise koyu yeşil, pürüzsüz kenarlı ve sivri uçludur (Kantay, 1986: 70). Kozalakları meyve saplarından sarkık yerleşmiş, olgun kozalakların kalkanları büyüktür. Rüzgarla tozlaşır. Kuraklığa dayanıklı, ışığı seven ve çevresel değişikliklere iddiasız bir türdür (Özkan, 1990: 88). Tohumla çoğalır. Halep çamı (*P. halepensis*) park ve bahçelerin yeşillendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Dendroloji Bahçe arazisinde 240 cm çapında *Pinus halepensis* Mill. türünden elde edilen örneklerin alınan sonuca göre- tür 1895 yılında dikilmiş ve 128 yaşındadır. 1932, 1934, 1942, 1998, 2002 yıllarında yani 37, 39, 47, 103, 107 yaşlarında gelişimi artmış, 1945, 1954, 1961, 2002, 2008 yıllarında ise 50, 59 yaşlarında, 66, 107 ve 113 ve düşük gelişme dinamikleri gözlemlendi (Tablo 2).

Tablo 2: Dendroloji Bahçesi arazisinden 2023 yılında alınan örneklerin dendrokronolojik göstergeleri

Türler	Gövde çapı (cm)	Alan koordinatları	Ağacın yaşı
<i>Pinus eldarica</i> Medw.	203	40° 29'18.4"N	155
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	240	50° 09'36.0"E "Dendroloji Bahçesi"	128

YÖNTEM

LINTAB 6 binoküler mikroskobu ve TSAPwin istatistiksel yıllık halka analiz programı kullanılarak tür popülasyonlarında meydana gelen süreçlerin biyometrik analizi ve türün korunmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır (Schweingruber, 1996: 609). Halkalardaki bilgilerin okunması Schweingruber'in metodolojisine

dayanıyor (Rinn, 1996: 246). Binoküler mikroskopla elde edilen yıllık halkaların genişliği LINTAB 6 cihazı kullanılarak 0,01 mm doğrulukla ölçüldü (Shiyatov, 2000: 80). Halkaların mikroskop altında belirlenmesinde Cook-Kairiukstis yöntemi (Cook, 1990: 163), hatalı ve eksik halkaların tespitinde ise F. Ri'nin uyguladığı TSAPwin programı kullanıldı (Bagirova, 2019: 25).

SONUÇ

Makalede *Pinus L.* cinsine ait 2 türün *Pinus eldarica* Medw. ve *Pinus halepensis* Mill. -dendrokronolojik analizi yapılmış, iklim faktörlerinin türler üzerindeki etkisi incelenmiş ve türün gelişim dinamikleri verilmiştir. Araştırma sonucunda gövde çapı 240 cm olan *Pinus halapensis* Mill. türünün (40°29 18.4"N 50°0936.0"E) 128 yaşında (gelişme tarihi 1895), gövde çapı 203 cm *Pinus eldarica* Medw. 'nin (40°29 18.4"N 50°0936.0"E) 155 yaşında olduğu belirlendi (gelişme tarihi 1868). Peyzajda yaygın olarak kullanılan *Pinus eldarica* Medw. ve *Pinus halepensis* Mill. dekoratif bir görünüme sahiptir. Bahçe merhemi uygulamasından sonra ağaçlarda büyüme dinamiğinin arttığı belirlendi. Merhem uygulamasının gövdenin radyal büyümesi üzerinde de etkisi vardı. Bütün bunlar dikkate alındığında, türlerin, doğal kaynakların daha verimli kullanılması, çevre güvenliğinin korunmasına yönelik denetimin güçlendirilmesi ve sıkı kontrol gerektirmektedir. "Bahçe Merhemi" preparatının üretimi ve uygulaması ile ülkede sağlıklı, uzun ömürlü, verimli meyve bahçeleri ve yeşil alanlara ulaşmak ve Gıda Güvenliğini sağlamak mümkündür. Ürün, Azerbaycan Cumhuriyeti Tarım Bakanlığı'nın Guba bölgesinde bulunan "Meyve ve Çay Yetiştiriciliği Bilimsel Araştırma Enstitüsü" tarafından 1 hektarlık alanda test edilmiş ve olumlu sonuçlar alınmıştır.

"Dendroloji Bahçesi" bölgesinde *Pinus L.*, *Eucalyptus L.* Her., *Gleditsia L.* cinsinin türleri üzerinde test edilen "Bahçe Merhemi" kullanımı sonucunda olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Preparatın bitkiye herhangi bir ek etkisi yoktur.

KAYNAKÇA

- Akbulut S., Özkan Z.C. (2004). "Dendrokronolojik çalışmalarda ağaçların seçimi ve yıllık halka ölçümleri", Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 84-88
- Akbulut, S. (8-10 Eylül 2005). "Tarihlendirme çalışmalarında anıt ağaç ve anıt meşcereler", Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, SDÜ, Isparta, 77-79
- Akkemik, Ü., Köse N. (2010). "Tokat ili ve çevresinde bulunan bazı tarihi yapıların dendrokronoloji yöntemleriyle tarihlendirilmesi", Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University, 60 (2): 7-16
- Avcı, M. (May 2012). "Dendrokronoloji", "Kuvaterner Bilimi" dergisi, Ankara Üniversitesi, 493-522
- Bagirova, S. (2019). "Azerbaycan ormancılığında bazı türlere dendrokronolojik yöntemlerin uygulanması. 25-30
- Bagirova, S. (2020). "The study of the radial growth of the flora species which do not have special protection on the southern hillsides of Greater Caucasus". 21-27
- Budak, Y. (2010). "Meyve Ağaçlarında Budama", T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü, 2
- Cook, E. (1990). "Methods of Dendrochronology". London: Kluwer Academic Publishers, 163-217
- Dedeoğlu, İ. (2011). "Kent ağaçları, süs bitkileri ve meyve ağaçlarında bakım ve budama esasları", İBB Park Bahçe Yeşil Alanlar Daire Başkanlığı Yayınları, 545
- Doğan, M. (2016). "Fiziki Coğrafyada Dendrokronoloji", Fiziki Coğrafyada Araştırma Yöntemleri ve Teknikler, Pegem Akademi, Ankara, ISBN 978-605-318-749-3.,185-222
- Doğan, M., Köse, N. (2014). "Sandıras Dağı'ndaki (Muğla) yaşlı karaçam ormanlarından dört yeni yıllık halka kronolojisi", Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul Üniversitesi, 65(2): 1-16
- Fritts, H.C.; Wu Xiangding (1986). "A Comparison Between Response Function Analysis and Other Regression Techniques", Tree Ring Bulletin, Vol:46, 31-46
- Fritts, H. (1976). "Tree rings and climate", London: Academic Press, 22
- Garcia, F. (2012). "User Interface to process and visualize tree-ring data using R. Dendrochronologia 30. 57-60
- Gutierrez, E. (1989). "Dendroclimatological Study of *Pinus sylvestris* L. in Southern Catalonia (Spain)", Tree-Ring Bulletin, Vol. 49, 1-10
- Kantay, B. (1986) "Çoruh meşesi *Quercus dschorochensis* K. Koch'nde dendrokronolojik araştırmalar" İstanbul, 70

- Kumar, A., Sastry, C.B. (1999). “Le reseau international de recherche sur le bambou et le rotin”, Les produits forestiers non ligneux et la creation de revenus. Unasylva, 198, Vol. 50, 48-53.
- Küden, A. (2018). “Meyve ağaçlarında budama”, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, 2
- Gurbanov, E. (2009). “Yüksek bitkilerin sistematigi”. Bakü: Karaağaç, 131-132
- Lowe, J. (1999). “Pruning. Ortho’s Ali About”, Library of Congress Catalog Card Number: 98 - 66914, ISBN: 0 - 89721 - 429 - 3, USA, 96
- Mammadov, T, Balapour, S. (2016). “Principles, Methods and application of Dendrochronology”, NAS of Azerbaijan, İSBN 5-8066-1591-X. 278
- Memmedov, T. (2011). “Azerbaycan Dendroflorası”, cilt I. Bakü: Karaağaç, 167
- Momie, A. (1991). “Palmiers. Pour les Climats Temperes”, Editions Champflour 78 160 Marly - le - Roi, France, ISBN: 2 - 87655 - 014 - 8, 160
- O'arrigo, R.D., Schuster. W.S.F. (2001). “Climate-Growth Relationships of Eastern Hemlock and Chestnut Oak from Black Rock Forest in the Highlands of Southeastern New York”, Tree-Ring Research, Vol. 57 (2): 183- 190
- Oybak, E. (Ağustos 1994). “Ağaç halkalarından eskiyi okumak, Dendrokronoloji”, “Bilim ve teknik” dergisi, 26-31
- Özkan, Z. C., Terzioğlu, S. (19-20 Mart 2001). “Dendrokronoloji ve Uygulama Alanları”, I Ulusal Ormancılık Kongresi, Ankara, 397-405
- Özkan, Z.C. (Mayıs 1990). “Türkiyedeki doğu ladini (Picea orientalis Link.) üzerinde dendrokronolojik araştırmalar”, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 88
- Palas, S. (2015). “Paleoiklim nedenleri ve araştırma yöntemleri”, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Deniz ve Çevre Araştırmaları Dairesi, Ankara, 75-88
- Rambault, P., F. De Jonghe, R. Truan, M. (1995). “La gestion des arbres d’ornement. 2.e partie: Gestion de la partie aerienne: Les principes de la taille longue moderne des arbres ornement”, Revue Forestiere Française, Vol XLV11, No:1, 7-38
- Rambault, P., Tanguy, M. (1993). “La gestion des arbres d’ornement. T partie: une methode d’analyse et de diagnostic de la partie aerienne”, Revue Forestiere Française, Vol XLV, No:2, 97-117
- Reader’s D. (1991). “Successful Gardening. The Practical Gardener”, (Lizzie Boyd Co eds.) The Reader’s Digest Association Limited Berkeley Square, London W1X6AB, 176
- Rees, Y., May, P. (2002). “Su Bahçeleri Tasarım Kitabı”, Yapı Endüstri Merkezi Yayınlan No: 82, ISBN: 975 - 8599 - 18 - 6., 144
- Rinn, F. (1996). “TSAP Version 3.0 Reference manual computer program for time series analysis and presentation copyright Frank Rin Distrubution”, Germany: Heidelberg, 246
- Schweingruber, F. (1996). “Tree Rings and evaronment Dendrochronology”, 609
- Şiyatov, S. (2000). “Dendroxronologiyanın metodları”, Rusiya: Krasnodar, 80
- Ürgenç, S. (1998 a). “Genel Plantasyon ve Ağaçlandırma Tekniği”, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, no: 3997/444, ISBN: 975 - 404 - 443 - 0, İstanbul, 664
- Vaganov, E. (1978). “Ağaç halkası reflektogramları kullanılarak meteorolojik koşulların incelenmesi”, Moskova: Elma, 103-115

SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR MALZEME OLARAK BİYOKÖMÜR VE UYGULAMALARI

Öğr. Gör. Gül Eroğlu Bulut

Çevre ve Sağlık İhtisaslaşma Koordinatörlüğü, Düzce/Türkiye
guleroglubulut@duzce.edu.tr

Doç. Dr. Murat Bulut

Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Düzce/Türkiye
muratbulut@duzce.edu.tr

ÖZET: Dünyada tükenen doğal kaynaklar ile birlikte sürdürülebilirlik ön plana çıkmıştır. Farklı sektörlerde doğal kaynaklara erişimin zorlaşması nedeni ile sürdürülebilirlik konusunda çalışmalar son yıllarda artış göstermiştir. Sürdürülebilirlikte temel amaçlardan bir tanesi doğal kaynakların daha az kullanımını sağlamaktır. Doğal kaynakların az kullanımı ile birlikte özellikle enerjinin de az kullanılması gerçekleşecektir. Dünya nüfusunda artış ve teknolojiye ilerleme ile birlikte enerjinin kullanımda artış göstermektedir. Enerjinin elde edilmesinde için yararlanılan fosil kaynaklarda yaşanan azalma ve ortaya çıkan sera gazı ile küresel ısınma gün geçtikçe artış göstermektedir. Bu sebeple, Dünya da alternatif enerji kaynakları konusunda çalışmalar artarak devam etmektedir. Alternatif enerji kaynaklarından biyokömürde biyokütle enerji kaynaklarından biridir. Biyokömür içerdiği yüksek miktarda karbon miktarı nedeni ile doğa dostudur. Biyokömür oksijensiz ortamda yüksek sıcaklığa maruz kalarak elde edilmesiyle yüksek karbon ve mineral içerikli üründür. Biyokömür konusunda son yıllarda akademik ve endüstriyel çalışmalar yapılmaktadır. Farklı türden malzemelerden elde edilen biyokömürler farklı alanlarda kullanılmaktadır. Biyokömürler toprak iyileştiriciliğinden uzay alanına kadar birçok alanda kullanılmakta ve gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Biyokömür kullanım alanları dışında üretimi de önem arz etmektedir. Farklı üretim teknikleri ile üretilen biyokömür farklı alanlarda kullanılmaktadır. Biyokömürün uzay alanında kullanımı ile ilgili çalışmalarda yer alması biyokömür gelecekte kullanımının daha fazla yaygın olacağını göstermektedir. Bu çalışmada biyokömür'ün özellikleri, üretimi ve kullanım alanları hakkında bilgiler verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Biyokömür, Biyokütle, Piroлиз.


BIOCHAR AS A SUSTAINABLE MATERIAL AND ITS APPLICATIONS

ABSTRACT: Sustainability has come to the fore with the depletion of natural resources in the world. Studies on sustainability have increased in recent years due to the difficulty of accessing natural resources in different sectors. One of the main goals in sustainability is to reduce the use of natural resources. Along with the low use of natural resources, especially the low use of energy will also occur. With the increase in world population and advancement in technology, the use of energy is increasing. Global warming is increasing day by day due to the decrease in fossil resources used to obtain energy and the resulting greenhouse gases. For this reason, studies on alternative energy sources continue to increase in the world. Biochar, one of the alternative energy sources, is one of the biomass energy sources. Biochar is nature-friendly due to the high amount of carbon it contains. Biochar is a product with high carbon and mineral content, obtained by exposure to high temperatures in an oxygen-free environment. Academic and industrial studies have been carried out on biochar in recent years. Biochars obtained from different types of materials are used in different areas. Biochars are used in many areas, from soil improvement to space, and are becoming more widespread day by day. Biochar production is also important outside of its usage areas. Biochar produced with different production techniques is used in different areas. The fact that biochar is included in studies on its use in space indicates that its use will be more widespread in the future. In this study, information about the properties, production and usage areas of biochar will be given.

Key Words: Biochar, Biomass, Pyrolysis.

GİRİŞ

CLICS | Proceeding Book

clics.duzce@gmail.com 

<https://clics.duzce.edu.tr/> 

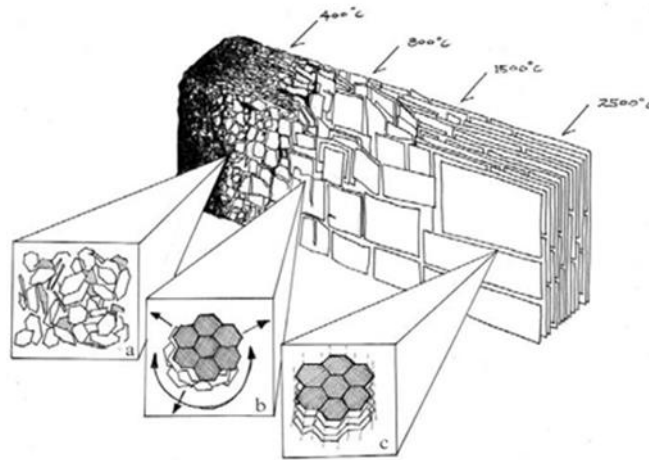
Dünya nüfusunda artış ile birlikte artan enerji miktarında da gözlemlenmiştir. Hali hazırda enerjinin birçoğu fosil yakıt olarak adlandırılan petrol, kömür ve gazlardan sağlanmaktadır. Nüfusun artışı ile birlikte enerjinin gereksinim artışı nedeni ile fosil yakıtlar gelecekte tükeneceği öngörülmektedir. Enerjinin üretiminin fosil kaynaklardan elde edilmesi sonucu karbondioksit miktarı artmakta ve sonuçta sera etkisi oluşturmaktadır. Sonuçta iklim değişikliğine ve küresel ısınmaya neden olmaktadır. İnsanoğlunun enerji üretimi küresel ısınma ve iklim değişikliğinin azaltıcı yöne yeni enerji kaynakları ile sağlaması gerekmektedir. Bu sebeple son yıllarda sera gazı etkisi az olan yenilenebilir, sürdürülebilir ve alternatif enerji kaynaklarına yatırımlar artmaktadır. Güneş, rüzgar, biyokütle, dalga gibi enerjiler yenilenebilir aynı zamanda sürdürülebilir enerji kaynakları arasında bulunmaktadır. Biyokütle bu yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynaklarından sadece tek karbon kaynağı enerji kaynağıdır (Akgül, 2017). Yenilenebilir enerji kaynakları çevreyi kirletmeyen ve Dünyanın her yerinde yer alan enerji kaynaklarıdır. Fosil yakıtlı kaynaklar Dünyanın belirli ülkelerinde yer alan ve sera gazı salınımı ve iklim değişikliğine sebep olan enerji kaynaklarıdır.

Artan nüfus ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla birçok sektörde sürdürülebilir üretim tekniklerinin uygulamaya aktarılması gündeme gelmiştir. Sürdürülebilirlik kavramında mevcut kaynakların en iyi verimlilikte kullanılarak üretim yapılması, çevresel zararların en düşük seviyeye indirilmesi ve enerjinin alternatif kaynaklar kullanılarak elde edilmesi yer almaktadır (Altıkat, 2021).

Yenilenebilir enerji kaynaklarından bir diğeri biyokütle olup tek karbon kaynağıdır. Rüzgar, güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarında karbon mevcut değildir. Biyokütle genel olarak yaşayan organizmalarda türeyen bütün maddeleri kapsamaktadır. Biyokütle aslında yeni bir kavram veya enerji kaynağı değildir. İnsanlığın ilk ateşi bulduğu günden itibaren yemek pişirme sırasında ayrıca ısınmada kullandığı odun biyokütledir. Biyokütlenin ayrıca daha az S ve N içermesi ve fosil yakıtlara göre daha düşük SO_x ve NO_x emisyonlarına yol açması nedeniyle atmosfer üzerinde etkisi daha az olduğu bilinmektedir (Cha vd., 2016).

1. Biyokömür

Biyokömür doğada yüzyıllar boyunca kendiliğinden oluşmaktadır. Biyokömür aslında saf karbon değil bunun yanında hidrojen ve oksijeni de içerisinde barındırmaktadır. Sentetik olarak biyokömür, piroliz yöntemi kullanılarak organik yapının karbonlaştırılması ile de üretilmektedir. Biyokütle kaynağı olan biyokömür organik materyalin sınırlı oksijen veya sınırsız oksijen koşullarında yakılması sonucu oluşmaktadır. Biyokütle oksijensiz veya çok az miktarda oksijen ortamında yavaş, orta ve hızlı piroliz yöntemi ile üretilmektedir. 200°C'den yüksek sıcaklıklarda (<700 °C) kimyasal bağlar bozulmaktadır. Bağların bozulması sonrasında büyük karbon molekülleri basit moleküllere parçalanır veya düzenlenmektedir. Şekil 1'de biyokömür yapısının sıcaklıkla değişimi yer almaktadır (Lehmann ve Joseph 2009). Biyokömür karbonca zengin ve çözünmeye çok dayanıklı malzemelerdir (Altıkat, 2021).



Şekil 1: Biyokömür yapısında sıcaklıkla değişiminin görülmesi

Kaynak: Lehmann ve Joseph 2009.

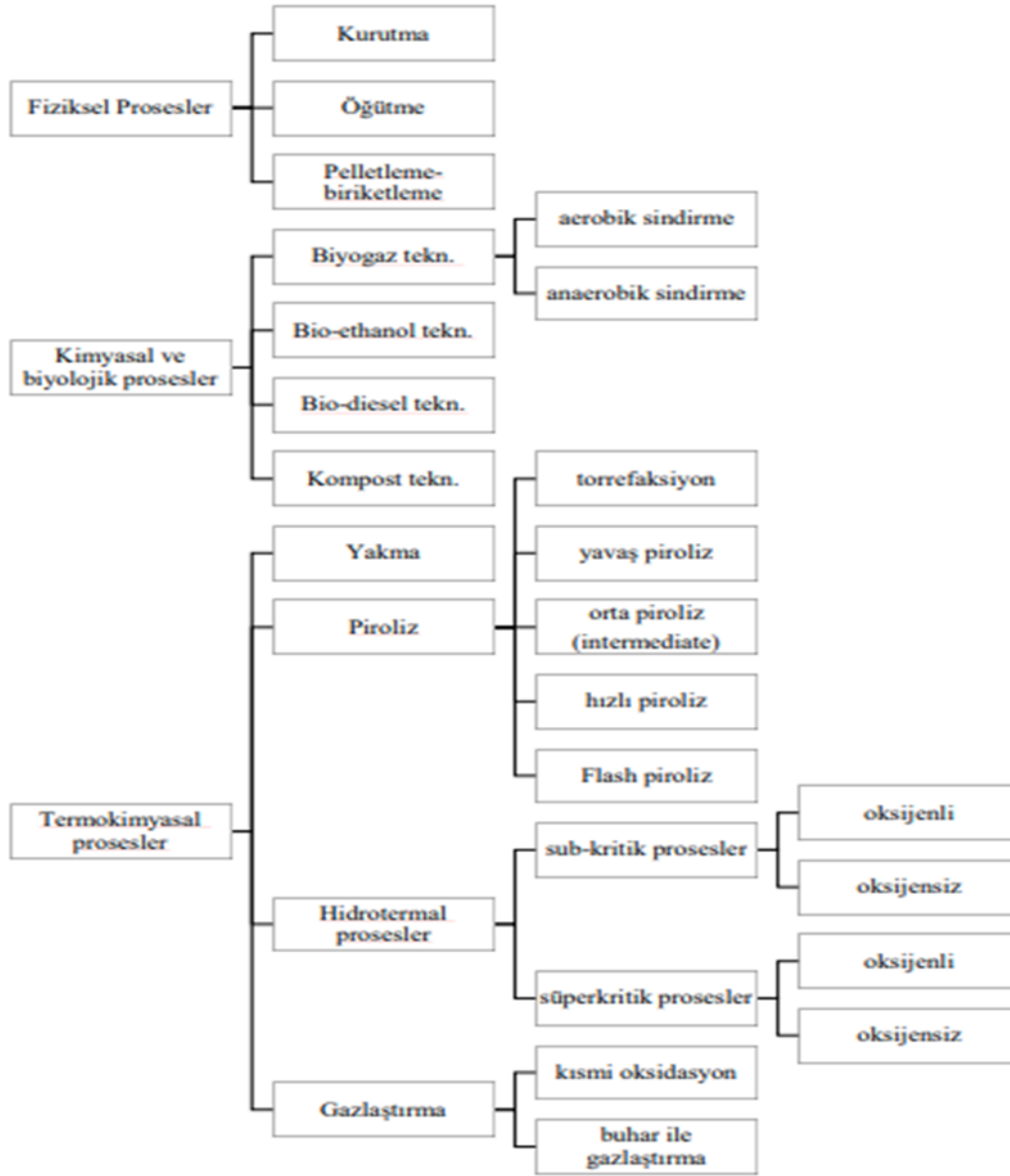
Biyokömür genellikle kül, nem, kararsız karbon ve kararlı karbondan oluşmaktadır (McLaughlin vd., 2009). Biyokömür içinde yer alan temel unsurların oranı, piroliz sırasındaki sıcaklığa ve piroliz süresine bağlı olmak

ile birlikte ayrıca biyokömür üretiminde kullanılan organik maddenin ne olduğu ile doğrudan ilgilidir (Spokas, 2010). Bu sebeple üretimine karar verilecek olan biyokömür içerik ve fiziksel kompozisyon olarak bir diğerinin aynısı olmayacaktır. Günümüzde en çok bilinen biyokömür türü odun kömürüdür. Ülkemizde meşe ağaçlarından üretilen mangal kömürleri de biyokömürdür. Türkiye’de klasik yöntem olarak bilinen düzgün şekilde konulan odunlarla torluklar kurulur ve bu odunların üstü toprak ile kapanarak kısmi yakma gerçekleştirilip karbonlaşma işlemi gerçekleştirilir. Endüstriyel üretim için farklı türden reaktörler geliştirilmiştir. Dünya da biyokömür üretim öncülüğünü Amerika, Avrupa ve Çin’de yapmaktadır. Biyokömür gözenek yapıya sahip olan yüzey alanı yaklaşık olarak 500 m²/g olup su tutma ve kation değişimi oldukça yüksektir.

2. Biyokömür Üretimi

Biyokömür, odunsu materyaller, zeytinlerin kabuklarından, mısır koçanlarından ve çay atığı (Demirbas 2004; Ioannidou ve Zabaniotou 2007), yeşil atık (Chan vd., 2007), hayvan gübresi dahil olmak üzere çok çeşitli biyokütle kaynaklarından diğer atık ürünlerden üretilebilir (Downie vd., 2007; Lima ve ark. 2008; Chan vd. 2008). Biyokömür genellikle biyokütlenin pirolizi veya gazlaştırılması yoluyla üretilir. Şekil 2’de biyokütle teknolojileri yer almaktadır (Akgül, 2017).

Piroliz, organik materyallerin oksijensiz koşullar altında, 300–900 °C sıcaklık aralığında termal olarak ayrıştırılması işlemidir. Termal bozunma sırasında biyokütleyi oluşturan selüloz, hemiselüloz ve lignin, kendi sıcaklıklarında çapraz bağlanma, depolimerizasyon ve parçalanma reaksiyonlardan geçerek katı, sıvı ve gaz halinde ürünler oluşur. Katı ve sıvı ürünler sırasıyla kömür ve biyo-yağ olarak anılırken, CO, CO₂, H₂ ve C1-C2 hidrokarbonları içeren gazlı karışıma sentez gazı adı verilir. Piroliz ürünlerinin verimi, ham biyokütle malzemelerinin özelliklerine ve piroliz işlemlerine bağlıdır (Cha vd., 2016).



Şekil 2: Biyokütle Teknolojileri

Kaynak: Akgül, 2017.

3. Kullanım Alanları

3.1. Toprak İyileştirici Olarak Kullanılması

Biyokömür içeriğinde %60-%80 karbon ihtiva etmektedir. Bu özelliği sayesinde biyokömür karbon miktarı düşük olan tarım topraklarına toprak düzenleyici olarak uygulanabilmektedir (Altıkat, 2021). Biyokömür toprakta yer alan karbonun karbon içeriğini ve ürün verimini arttırmakta, topraktan atmosfere yayılan CO₂ yayılımını azaltmakta olup toprağın biyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerini de geliştirmektedir (Altıkat, 2021). Biyokömürün tek başına toprağa uygulanması yerine organik veya inorganik gübrelerle birlikte toprağa uygulanması halinde toprak özelliklerini daha fazla iyileştirmektedir (Altıkat, 2021). Biyokömürün toprakta kullanımı ile biyokömür ağırlık olarak değerlendirildiğinde kendi ağırlığından yaklaşık 6 kat ağırlıkta suyu tutma özelliğine sahiptir. Biyokömürün toprakta kullanılmasının en önemli özelliği topraktan azot ve fosfor gibi elementlerin bitkilerden tarafından kolaylıkla alınabilmesini sağlamasıdır (Glaser vd., 2014). Biyokömür toprak için iyi bir besin kaynağı olması nedeni ile çöl topraklarında yapılacak olan tarımda da avantaj sağlamaktadır. Biyokömürün toprakta katyonik faaliyetleri artırması nedeni ile toprakta bulunan kalsiyum, magnezyum ve potasyum gibi besinlerinin tutulmasına yardımcı olmaktadır. Biyokömürün basit karakterde

olması nedeni ile toprağa katıldığında toprakta pH değerini artırdığı ve sonuçta toprakta pH'ı düzenlediği görülmüştür (Ippolito vd., 2016).

3.2. Su Kirleticileri İçin Adsorban Olarak Kullanılması

Biyokömürün yüzey alanının geniş olması, gözenekli yapısı, yüzey fonksiyonel grupları kirleticilerin gideriminde önemli özellikleridir. Kirleticiler, ağır metaller, organik kirleticileri ve diğer kirleticileri içerir (Tan vd., 2015). Ağır metaller, insanların, bitkilerin ve hayvanların metabolizmaları üstünde olumsuz etkileri olan çok önemli toksik su kirleticileridir. Ayrıca birçok çalışmada bitkiler ve hayvanlar için antibiyotik olarak kullanılmakta olan tetrasiklinin (TC) adsorpsiyonuna biyokömür uygulanmıştır (Cha vd., 2016)

3.3. Enerji Depolamada Kullanımı

Enerjinin üretildikten sonra depolanmasını günümüzde kimyasal piller ve ağır metaller içeren kuru piller ile yapılmaktadır. Biyokömür içerisinde yer alan yüksek miktarda karbonun elektrokimyasal enerji depolamalardan süperkapasitörlerde kullanılması ile gelecekte pillere alternatif depolama araçları olarak markette yerini alacağı öngörülmektedir. Süperkapasitörlerin pillere kıyasla yüksek güç yoğunluğuna, geniş sıcaklık aralığına, düşük güç direncine, hızlı şarja ve deşarja sahiptirler (Kalyani ve Anitha, 2013). Süperkapasitörler ayrıca gelecekte en çok kullanılacak olan elektrokimyasal enerji depolama teknolojisidir (Jin vd., 2013). Mobil araçlarda gelecekte kullanımı yaygınlaşacak olan çok büyük ebatta elektrikli araçlara kadar uygulama alanı bulacaktır. Fren sistemlerinde, kaldıraçlarda, data merkezlerinde, uçak kapılarında, soğuk depolu araçlarda kullanılacağı öngörülmektedir.

Günümüzde yoğun olarak kullanılan lityum-iyon pillerde enerji depolama aracı olarak kullanılmaktadır. Biyokömürde yer alan amorf yapıya sahip karbonun lityum-iyon pillerde kullanılması ile yüksek miktarda lityum emiliminin gerçekleştiği ve geri dönüştürülebilir olduğu görülmüştür. Biyokömürde yer alan hidrojen içeriği ile de yüksek lityum kapasitesinin oluşmasında etkilidir.

3.4. Gazların Tutulması

Biyokömürün hidrojen sülfür (H_2S) gazını tutma özelliği olduğu birçok çalışmada yer almaktadır (Shang vd., 2013; Xu vd., 2014). H_2S atıksularda, çöp toplama alanlarında ve biyogaz oluşumunda ortaya çıkan gazdır. Ayrıca petrol arıtma tesislerinde, doğalgaz ve kömürlerin gazlaştırması proseslerinde elde edilen yan ürün olarak da ortaya çıkmaktadır. H_2S gazının özellikle zehirli, uçucu, renksiz ve yanıcı olması nedeni ile çok tehlikeli bir gazdır. Bu gaz ayrıca asit yağmuruna sebep olacağından bulunduğu ortamdan mümkün olduğunca hızlı bir şekilde uzaklaştırılması gerekmektedir. H_2S gazının uzaklaştırılmasında oksitlenmenin yanında aktif karbon olarak ta kullanılmaktadır (Balsamo vd., 2016). Biyokömür, aktif karbonların yerine kullanma potansiyeline sahip malzemeler olarak ön plana çıkmaktadır. H_2S 'in biyokömür tarafından adsorpsiyonu ile ilgili çok az sayıda bilimsel araştırma literatürde yer aldığı görülmüştür (Shang vd., 2016; Nowicki vd., 2014). Biyokömür ayrıca H_2S dışında zehirli olarak bilinen Hg, NH_3 ve CO_2 gibi sera gazlarında uzaklaştırılmasında etkili olması muhtemel yeni bir gaz uzaklaştırıcı malzemedir (Bhandari vd., 2014; Lomax vd., 2015; Nguyen ve Lee 2016; Niu vd., 2017; Yang vd., 2016).

3.5. Katalizör Olarak Kullanımı

Biyodizel, hayvansal ve bitkisel yağların katalizör yardımıyla kısa zincirli bir alkolle (etanol, metanol vb.) reaksiyonun gerçekleşmesi sonucu ortaya çıkan ve sonucunda yakıt olarak kullanılabilen bir üründür. Biyodizel üretiminde biyokömür heterojen katı asit katalizör olarak kullanılabilenmektedir. Biyokömür çevreci ve reaksiyon ortamından kolayca uzaklaştırılabilme özelliklerine sahiptir. (Akgül vd., 2017).

Biyodizel üretiminde biyokömür katalizör olarak da kullanılmaktadır. Yağ asitlerinde esterifikasyonunda ve bitkisel yağlarda transesterifikasyonunda karbon bazlı katı-heterojen katalizörlerin kullanımı konusunda araştırmalar yer almaktadır (Konwar vd., 2014). Karbon esaslı katalizörlerin reaksiyon sonucunda bozunmadan kalması, yeniden kullanılıyor olması, katalizör destek malzemesi olması, ucuz ve yenilenebilir olması gibi özellikleri de mevcuttur. Karbon esaslı katalizör en güncel biyokömürdür (Hidayat vd., 2015; Li ve diğ., 2014; Kastner vd., 2012).

3.6. Yapı Malzemesi Olarak Kullanımı

Biyokömürün kullanıldığı diğer bir alanda inşaat sektörüdür. Binalarda farklı malzemeler farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Yalıtım ve elektromanyetik ışınım için de biyokömür kullanılmaktadır (Guan vd., 2006; Makoviny ve Makovinyiová 2011; Naeem vd., 2017). Biyokömür düşük ısı iletkenlik katsayısına sahip olduğu için binalarda yalıtım amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bina içerisinde birçok elektronik cihaz bulunmaktadır. Bu cihazlar elektromanyetik ışınım yaymaktadır. Bu ışınımın azaltılması için de biyokömür kullanılmaktadır. Kötü kokunun ve dumanın olduğu yerlerde gaz tutma özelliğinden de faydalanılmaktadır (Akgül, 2017).

3.7. Uzay Aracında Kullanım Alanları

Son zamanlarda birkaç araştırmacı, insan katı atık geri dönüşümü, tarımsal üretkenlik ve besin ve su geri kazanımı için piroliz yoluyla üretilen biyokömürü incelemeye başladı (Manya vd., 2015; Rehrahd vd., 2016)

Alçak yörüngede yer alan insanlı uzay aracında kapalı döngü yaşam destek sistemlerinde katı ve sıvı atıkların oksijen yiyecek ve tatlı su üretimi geri dönüşüm önem arz etmektedir. İnsanlı uzay aracında yavaş piroliz ile orta sıcaklıkta (400-600 °C) sonucu üretilen biyokömür ile uzayda toprak bazlı tarımı desteklemek amacı ile kullanılabilmesi belirlenmiştir (Payne vd., 2018).

3.8. Diğer Kullanım Alanları

Çelik, ilaç, tekstil sektörü ile çalışmalar yer almakla birlikte yeni kullanım alanları içinde çalışmalar yapılmaktadır. Tekstil sanayinde fonksiyonel giysilerin üretiminde, karbonize malzemelerden grafen oksit üretiminde, çelik endüstrisinde yüksek kalite kömür yerine gibi çok farklı uygulama alanlarında bilimsel çalışmalar literatürde yer almaktadır (Nanda vd., 2016; Qian vd., 2015; Sun vd., 2016; Park vd., 2013; Norgate vd., 2012).

SONUÇ

Bu çalışmada biyokütle enerji kaynaklarından biyokömür özellikleri, üretimi ve uygulama alanları hakkında bilgiler verilmiştir. Biyokömür toprak ıslahı, enerjinin depolanması, uzay aracında, binada yalıtım, katalizör olarak pek çok farklı alanlarda kullanılan malzemedir. Biyokömür ün farklı alanlarda kullanılması ile birlikte küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine sebep olan sera gazlarının salınımı da azalacaktır.

KAYNAKÇA

- Akgül, G., Sözer, S. ve Culfa, M. (2017). Atık yağlardan biyodizel üretiminde yenilikçi biyokömür katalizörü, *TÜBAV Bilim*, 10 (4), 29-39.
- Akgül, G. (2017). Biyokömür: Üretimi ve kullanım alanları, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5 (4), 485-499, 2017.
- Altıkat, A. ve Alma, M.H. (2012). Biyokömür ve toprak fiziksel özellikleri, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1 (4), 2599-2612.
- Balsamo, M., Cimino, S., de Falco, G., Erto, A. ve Lisi, L. (2016). ZnO-CuO supported on activated carbon for H₂S removal at room temperature, *Chemical Engineering Journal*, 304, 399-407.
- Bhandari, P. N., Kumar, A. ve Huhnke, R. L. (2014). Simultaneous removal of toluene (model tar), NH₃, and H₂S, from biomass-generated producer gas using biochar-based and mixed-metal oxide catalysts, *Energy and Fuels*, 28(3), 1918-1925.
- Cha, J. S., Park, S. H., Jung, S. C., Ryu, C., Jeon, J. K., Shin, M. C. ve Park, Y. K. (2016). Production and utilization of biochar: A review, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 40, 1-15.
- Chan, YK., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A. ve Joseph, S. (2008). Using poultry litter biochars as soil amendments, *Australian Journal of Soil Research*, 46, 437-444.
- Chan, KY., Van Zwieten, L., Meszaros, I., Downie, A. ve Joseph, S. (2007). Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment, *Australian Journal of Soil Research*, 45, 629-634.

- Demirbas, A. (2004). Effects of temperature and particle size on bio-char yield from pyrolysis of agricultural residues, *The Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 72 (22), 243–248.
- Downie, A., Klatt, P., Downie, R. ve Munroe, P. (2007). “Slow pyrolysis: Australian demonstration plant successful on multifeed stocks” In: Bioenergy 2007 Conference. Jyvaskyla, Finland.
- Glaser, B., Wiedner, K. ve Seelig, S. (2014). Biochar organic fertilizers from natural resources as substitute for mineral fertilizers, *Agronomy for Sustainable Development*, 35, 667–678.
- Guan, H., Liu, S., Duan, Y. ve Cheng, J. (2006). Cement based electromagnetic shielding and absorbing building materials, *Cement & Concrete Composites*, 28, 468–474.
- Hidayat, A., Rochmadi, Wijaya, K., Nurdiawati, A., Kurniawan, W., Hinode, H. ve Budiman, A., (2015). Esterification of palm fatty acid distillate with high amount of free fatty acids using coconut shell char based catalyst, *Energy Procedia*, 75, 969–974.
- Ioannidou, O. ve Zabaniotou. (2007). Agricultural residues as precursors for activated carbon production—a review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11, 1966–2005.
- Ippolito, J. A., Ducey, T. F., Cantrell, K. B., Novak, J. M. ve Lentz, R. D. (2016). Designer, acidic biochar influences calcareous soil characteristics, *Chemosphere*, 142, 184–191.
- Jin, H., Wang, X., Gu, Z. ve Polin, J. (2013). Carbon materials from high ash biochar for supercapacitor and improvement of capacitance with HNO₃ surface oxidation, *Journal of Power Sources*, 236, 285–292.
- Kalyani, P. ve Anitha, A. (2013). Biomass carbon & its prospects in electrochemical energy systems, *International Journal of Hydrogen Energy*, 38 (10), 4034–4045.
- Kastner, J. R., Miller, J., Geller, D. P., Locklin, J., Keith, L. H. ve Johnson, T. (2012). Catalytic esterification of fatty acids using solid acid catalysts generated from biochar and activated carbon, *Catalysis Today*, 190 (1), 122–132.
- Konwar, L. J., Boro, J. ve Deka, D. (2014). Review on latest developments in biodiesel production using carbon-based catalysts, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 546–564.
- Lehmann, J. ve Joseph, S. (2009). Biochar Environmental Management, ISBN: 978-1-84407-658-1, Earthscan Yayıncılık, 2. Bölüm, sayfa 18.
- Li, M., Zheng, Y., Chen, Y. ve Zhu, X. (2014). Biodiesel production from waste cooking oil using a heterogeneous catalyst from pyrolyzed rice husk, *Bioresource Technology*, 154, 345-348.
- Lima, IM., Mcaloon, AJ. ve Boateng, AA. (2008). Activated carbon from broiler litter: process description and cost of production, *Biomass Bioenergy*, 32, 568–572.
- Lomax, G., Workman, M., Lenton, T. ve Shah, N. 2015. Reframing the policy approach to greenhouse gas removal technologies, *Energy Policy*, 78, 125–136.
- Makovíny, I. ve Makovinyiová, K. (2011). Shielding of electromagnetic radiation by using wood-cement boards modified with carbon in microwave frequency band, *European Journal of Wood and Wood Products*, 69, 671–673.
- Manya, J.J., Garcia-Ceballos, F., Azuara, M., Latorre, N. ve Rayo, C. (2015). Pyrolysis and char reactivity of a poor-quality refuse-derived fuel (RDF) from municipal solid waste, *Fuel Processing Technology*, 140, 276–284.
- McLaughlin, H., Anderson, P.S., Shields, F.E. ve Reed, T.B. (2009). “All biochars are not created equal and how to tell them apart” Paper presented at the North American Biochar Conference, Boulder, Colorado.
- Naeem, S., Baheti, V., Tunakova, V., Militky, J. ve Karthik, D. (2017). Development of porous and electrically conductive activated carbon web for effective EMI shielding applications, *Carbon*, 111, 439–44.
- Nanda, S., Dalai, A. K., Berruti, F. ve Kozinski, J. A. (2016). Biochar as an exceptional bioresource for energy, agronomy, carbon sequestration, activated carbon and specialty materials, *Waste and Biomass Valorization*, 7 (2), 201–235.
- Nguyen, M. V. ve Lee, B. K. (2016). A novel removal of CO₂ using nitrogen doped biochar beads as a green adsorbent, *Process Safety and Environmental Protection*, 104, 490–498.
- Niu, Q., Luo, J., Xia, Y., Sun, S. ve Chen, Q. (2017). Surface modification of bio-char by dielectric barrier discharge plasma for Hg⁰ removal, *Fuel Processing Technology*, 156, 310–316.
- Norgate, T., Haque, N., Somerville, M. ve Jahanshahi, S. (2012). Biomass as a source of renewable carbon for iron and steelmaking, *ISIJ International*, 52 (8), 1472–1481.
- Nowicki, P., Skibiszewska, P. ve Pietrzak, R. (2014). Hydrogen sulphide removal on carbonaceous adsorbents prepared from coffee industry waste materials, *Chemical Engineering Journal*, 248, 208–215.
- Park, J., Hung, I., Gan, Z., Rojas, O. J., Lim, K. H., Park, S. (2013). Activated carbon from biochar: influence of its physicochemical properties on the sorption characteristics of phenanthrene, *Bioresource Technology*, 149, 383–389.

- Payne, J.L., Bhakta, N.N., Lyons, S., Mohamed, R.A.M., Carroll, K.C. ve Brewer, C.E. (2018). Potential of pyrolysis of spacecraft solid waste for water recovery and plant-growth media production, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 135, 184–188.
- Qian, K., Kumar, A., Zhang, H., Bellmer, D. ve Huhnke, R. (2015). Recent advances in utilization of biochar, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 1055–1064.
- Rehrah, D., Bansode, R.R., Hassan, O. ve Ahmedna, M. (2016). Pyysico-chemical characterization of biochars from solid municipal waste for use in soil amendment, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 118, 42–53.
- Shang, G., Shen, G., Liu, L., Chen, Q. ve Xu, Z. (2013). Kinetics and mechanisms of hydrogen sulfide adsorption by biochars, *Bioresource Technology*, 133, 495–499.
- Shang, G., Li, Q., Liu, L., Chen, P. ve Huang, X. (2016). Adsorption of hydrogen sulfide by biochars derived from pyrolysis of different agricultural / forestry wastes, *Journal of the Air & Waste Management Association*, 66 (1), 8–16.
- Spokas, K.A. (2010). Review of the stability of biochar in soils: predictability of O:C molar ratio, *Carbon Management*, 1 (2), 289-303.
- Sun, J., Hoon, S., Jung, S., Ryu, C., Jeon, J., Shin, M. ve Park, Y. (2016). Production and utilization of biochar : a review, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 40, 1–15.
- Tan, X., Liu, Y., Zeng, G., Wang, X., Hu, X., Gu, Y. ve Yang, Z. (2015). Application of biochar for the removal of pollutants from aqueous solutions, *Chemosphere*, 125, 70-85.
- Xu, X., Cao, X., Zhao, L. ve Sun, T. (2014). Comparison of sewage sludge- and pig manure-derived biochars for hydrogen sulfide removal, *Chemosphere*, 111, 296–303.
- Yang, J., Zhao, Y., Ma, S., Zhu, B., Zhang, J. ve Zheng, C. (2016). Mercury removal by magnetic biochar derived from simultaneous activation and magnetization of sawdust, *Environmental Science and Technology*, 50 (21), 12040–12047.

EKOLOJİK VE BİYOFİLİK TASARIM ALGISINDAKİ BENZERLİKLER

Dr. Öğr. Üyesi Bekir Hüseyin Tekin

Sakarya Üniversitesi, Sanat Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
bhtekin@sakarya.edu.tr

ÖZET: Ekolojik ve biyofilik mimarlık kavramlarının ortaya çıkışının temelinde korunan ve kontrollü ortamlar imar edilirken şehirlerimizin doğal çevremize zarar verecek, bizi doğadan uzaklaştıracak şekilde tasarlanmaya başlanması vardır. Sürdürülebilir ekolojik mimarinin geliştirilmesi yoluyla binaların doğal kaynaklar üzerindeki etkisini en aza indiren tasarım stratejilerine öncelik veren çok sayıda araştırma ve uygulama olmasına rağmen, bu çalışmalar insanların doğaya nasıl geri bağlanacağını güçlendirmeye odaklanmaz. Ancak görece yeni bir disiplin sayılan biyofilik tasarım teorisi ekolojik tasarım kavramının odaklanmadığı bu noktayı temel alarak insanın doğayla olan doğuştan gelen bağlantısını ve içinde yaşadığımız yapıları çevremizde sağlık ve refahı teşvik eden doğal süreçleri ifade etmektedir. Biyofilik tasarım, ekolojik tasarımla bazı ilkeleri paylaşmaktadır ancak birbirinden farklı kavramlardır. Gerçekte birbirinin tamamlayıcısı olabilecek bu iki yaklaşım pratikte genellikle yanlış anlaşılacak birbiriyle karıştırılmaktadır.

Bu nedenle, bu çalışma biyofilik tasarım ve ekolojik tasarım disiplinlerine ilişkin algıyı belirlemek, karşılaştırmak ve sentezlemek amacıyla yürütülen bir odak grup çalışmasının bulgularını tartışmaktadır. Biyofilik ve ekolojik tasarım disiplinleri hakkında belirli bir süreç boyunca bilgilendirilen bir grup mimar adayı içinden eğitimi tamamlayan 13 katılımcı ile gerçekleştirilen bu odak grubu çalışmasında özellikle iklim odaklı düşünüldüğünde biyofilik tasarım ve ekolojik tasarım kavramlarının algısal olarak büyük ölçüde benzerlikler taşıdığı, hatta özellikle termal konfor, havalandırma, doğal malzeme kullanımı ve aydınlatma konularında zaman zaman birbirinden ayrıştıramadığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekolojik Tasarım, Biyofilik Tasarım, Sürdürülebilirlik, Doğa ve Mimarlık

SIMILARITIES IN THE PERCEPTION OF ECOLOGICAL AND BIOPHILIC DESIGN

ABSTRACT: The essence of the emergence of ecological and biophilic design disciplines is that, while building protected and controlled environments, we began to design our cities in a way that would harm our natural environment and disconnect us from nature. Although there is a great deal of research and practice that prioritizes design strategies that minimize the impact of buildings on natural resources through the development of sustainable ecological architecture, these studies do not focus on strengthening how to connect people back to nature. However, biophilic design theory, which is considered a relatively new discipline, expresses the innate connection of humans with nature and the natural processes that promote health and well-being in the built environment we live in. Biophilic design shares some principles with ecological design but is not the same concept. These two approaches, which may actually be complementary to each other, are often misunderstood and confused with each other in practice.

Therefore, this paper discusses the findings from a focus group study conducted to identify, compare and synthesise the perception of biophilic design and ecological design disciplines. This focus group study was conducted with 13 participants from a group of architect candidates who were informed about biophilic and ecological design disciplines through a certain process. The results showed that, particularly when considered climate-oriented, the concepts of biophilic design and ecological design have great perceptual similarities, and sometimes they cannot be differentiated from each other, especially while speaking about thermal comfort, natural ventilation, use of natural materials and lighting parameters.

Key Words: Ecological Design, Biophilic Design, Sustainability, Nature and Architecture

GİRİŞ

Biyofilik tasarım disiplini, yaşadığımız mekanlarda sağlık ve refahı teşvik etmek için insanın doğayla ve doğal süreçlerle yaratılıştan gelen bağlantısını ifade eder (Wilson, 1979; 1984). Özünde antik çağlardan beri var olan

bu yaklaşım, sanayileşme ve hızlı kentleşme sonucunda kapitalist dünya düzeninde terkedilmeye başladığı için kavramlaşarak belirli standartlara oturtulması ihtiyacını getirmiştir.

Ekolojik mimarlığın da biyofilik mimarlığın da ortaya çıkış nedeni korunan ve kontrollü ortamlar yaratırken şehirlerimizin doğal çevremize zarar verecek, bizi doğadan uzaklaştıracak şekilde tasarlanmaya başlamasıdır. Sürdürülebilir ekolojik mimarinin geliştirilmesi yoluyla binaların doğal kaynaklar üzerindeki etkisini en aza indiren tasarım stratejilerine öncelik veren çok sayıda araştırma ve uygulama olmasına rağmen, bu çalışmalar insanların doğaya nasıl geri bağlanacağını güçlendirmeye odaklanmaz (Tekin, 2022). Bu nedenle, biyofilik tasarımın bir disiplin olarak ortaya çıkışı bu eksikliği gidermeyi amaçlamıştır: Biyofilik tasarım, insanın doğayla olan doğuştan gelen bağlantısını ve içinde yaşadığımız yapıları çevremizde sağlık ve refahı teşvik eden doğal süreçleri ifade etmektedir (Browning ve Ryan, 2020; Kellert ve Wilson, 1993).

Görece yeni sayılabilecek biyofilik tasarım kavramı mimarlık alanında popülerlik kazanmaktadır. Günümüzde standartlaşması için üzerinde akademik çalışmalar yürütülen bu kavramın parametreleri yaygın kullanılan üç çerçevede incelenmektedir (Browning ve diğerleri, 2014; Kellert ve diğerleri, 2011; Kellert ve Calabrese, 2015). Biyofilik tasarım parametreleri yalnızca fiziksel çevreyle ilgili değildir (temiz hava, su, gün ışığı, mevsimsel değişiklikler, termal konfor, doğal malzeme, yeşillik-bitkiler, çoklu duyuşsal çevre, doğal renk, ferahlık, manzara, vb.), aynı zamanda duyuşsal ve psikolojik refah ile ilgili çıktıları da kapsar (örneğin, sığınma-mahremiyet, gözetleme, aidiyet duygusu, merak, karşılama ve rahatlama duyguları, ustalık ve kontrol, vb.). Parametrelerden de anlaşıldığı üzere, ekolojik tasarım kavramında ve biyofilik tasarımda anlam karmaşası yaratabilecek ortak parametreler mevcuttur (havalandırma, su, gün ışığı, termal konfor ve değişkenlik, malzeme, vs.). Bu nedenle biyofilik tasarım teorisi genellikle yanlış anlaşılabilir ve ekolojik tasarım disiplinleriyle karıştırılmaktadır. Biyofilik tasarım, ekolojik tasarımla bazı ilkeleri paylaşmaktadır ancak birbirinden farklı kavramlardır.

Yukarıda bahsedilen çerçevelere ek olarak Tekin ve diğerleri (2023a, 2023b, 2023c) yaptıkları çalışmalarda bu çerçevelerin tasarımcılara rehberlik etmek için yetersiz olduğunu, biyofilik tasarım kriterlerinin uygulanacağı yapının tipolojisine, sosyo-kültürel bağlamına, ve bölgenin iklimine göre değişiklik gösterdiği söylemiyle yeni bir yaklaşım öne sürmüşlerdir (Tablo 1).

Tablo 1: Tekin'in tanımladığı biyofilik parametreler listesi.

Müdahale Parametreleri	Çıktı Parametreleri
Hava	Merak
Mimari Form, Yerleşim, Plan ve Tefriş	Cinsiyete Göre Algı
Dışarıyı İçeriye Taşıma	Aidiyet Duygusu- Bağlamsal Algılama
Renk	Sığınma- Güvende Hissetme
Ateş	Sosyalleşme
Yeşillik- Bitkiler	Manzara – Gözlem
Işık-Gün Işığı	Davetkar- Rahatlatıcı Mekân
Malzeme	
Çoklu Duyusal Deneyim	
- İşitsel Deneyim	
- Koku Deneyimi	
- Dokunsal Deneyim	
Mevsimsel Değişiklikler	

Kaynak: Tekin ve Gutierrez, 2023c.

Bu çalışmada Tekin ve diğerlerinin ortaya koyduğu parametreler esas alınarak biyofilik tasarım ve ekolojik tasarım disiplinlerine ilişkin algıyı belirlemek, karşılaştırmak ve sentezlemek amacıyla yürütülen bir odak grup çalışmasının bulguları irdelenmiştir.

1. Yöntem

Odak grubu çalışması için Sakarya Üniversitesi Mimarlık bölümü dördüncü sınıf öğrencilerinden 28 katılımcıya 5 hafta süresince her hafta bir saat olmak üzere ekolojik ve biyofilik mimarlık kavramları ile ilgili bilgilendirme yapılmış, bu süreçte katılımcıların ekolojik ve biyofilik tasarım kavramlarının birbirinden farkını

öğrenmesi sağlanmıştır. Bilgilendirme süreci akabinde bir odak grubu çalışması yapılmıştır. 13 katılımcı süreci sonuna kadar getirerek odak grubu çalışmasına dahil olmuşlardır. Katılımcılarda önyargıya sebebiyet vermemek için odak grubu çalışmasında amacın ekolojik ve biyofilik tasarım disiplinleri arasındaki algıdaki benzerlikleri belirlemek olduğu söylenmemiş, bunun yerine ekolojik mimarlık ve biyofilik mimarlık kavramlarının birbirine en çok yaklaştıkları bağlam olan ekstrem iklimlerde tasarım üzerinde bir tartışma yapılacağı bildirilmiştir. Katılımcılara odak grubu çalışmasından bir hafta önce “Ekstrem iklimlerde biyofilik tasarım nasıl yapı tasarımına entegre edilebilir?” sorusu üzerinde düşünceleri ve fikirlerini yazıya dökmeleri istenmiştir. Odak grubu tartışması sürecinde tüm katılımcılar kendi fikirlerini sırasıyla açıklayarak biyofilik tasarımın aşırı soğuk ve aşırı sıcak iklimlerde nasıl tasarıma adapte edilebileceği yönünde beyin fırtınası yapmaları sağlanmıştır. Toplanan veriler yazıya dökülmüş halleriyle yapılandırılmamış veya yarı yapılandırılmış verileri bir kod sistemi aracılığıyla düzenleyerek ve görselleştirerek nitel analizi destekleyen bir araç (NVIVO, 2012) olan NVİVO 14 programında katılımcıların açıklamaları göz önünde bulundurularak analiz edilmiştir.

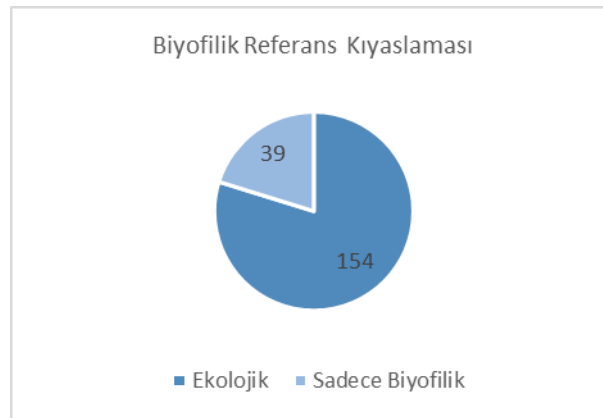
2. Analiz

Katılımcıların biyofilik tasarım önerisi yaparken referans verdikleri parametreler biyofilik öneri verirken ekolojik tasarıma da referans verdikleri ve sadece biyofilik anlamda referans verdikleri parametreler olarak kodlanmıştır. Tablo 2 çalışmada tespit edilen kodlanmış parametreleri listelemektedir.

Tablo 2: Ekolojik referanslı ve sadece biyofilik referanslı parametrelerin analizi.

Ekolojik Referanslı Parametreler	Katılımcı Sayısı	Referans Sayısı	Sadece Biyofilik Referanslı Parametreler	Katılımcı Sayısı	Referans Sayısı
Bitkiler	9	15	Aidiyet	3	8
Ferahlık	1	1	Bitkiler	6	9
Form	1	6	Duyular	2	4
Havalandırma	10	22	Malzeme	4	6
Işık	12	20	Manzara	4	5
Konumlandırma-Yönelim	3	10	Rahatlık	2	2
Malzeme	11	23	Sığınma	1	1
Renk	4	6	Su	3	4
Su	7	8			
Termal Konfor	10	43			

Analiz sürecinde biyofilik tasarım için verilen örnek ve getirilen önerilerde toplam 193 referans kodlanmıştır, bunların 154 tanesi (%79,7) ekolojik tasarım kriterleriyle de bağdaşmaktadır (Şekil 1).

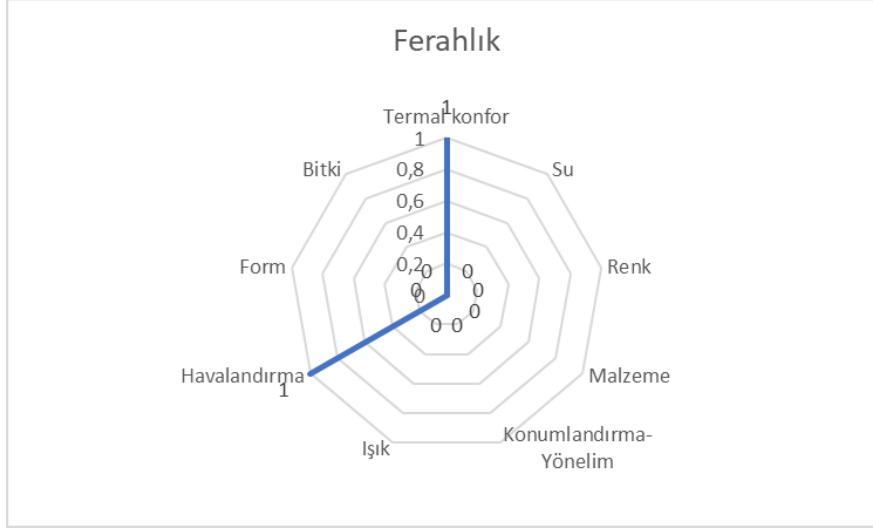


Şekil 1: Biyofilik Referans Kıyaslaması

2.1. Ekolojik Referanslı Biyofilik Parametrelerin Analizi

Katılımcıların en az ekolojik referans verdiği biyofilik parametre *ferahlık* oldu. Sadece bir katılımcı tarafından verilen bu referans ferahlık kavramını termal konfor ve havalandırma parametreleri ile ilişkilendirmiştir (Şekil 3).

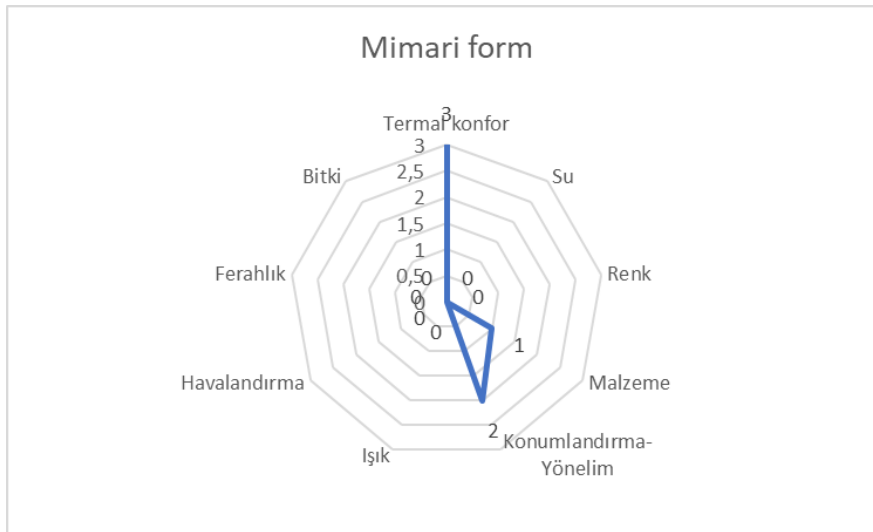
Yüksek tavanlar, sıcak havanın yükselmesini sağlayarak serinlik hissi yaratabilir. Doğal hava sirkülasyonunu artırmak için tavan vantilatörleri de kullanılabilir (Katılımcı 13).



Şekil 2: Ferahlık parametresinin diğer ekolojik parametrelerle ilişkisi

Ekstrem bir iklimde biyofilik tasarım önerileri verirken bir katılımcı yapının plan şeması ve kütle formu üzerinden aslında ekolojik bir yaklaşım da sayılabilecek öneriler verdi. Verilen önerilerde termal konfor, yapıyı konumlandırma ve malzeme kullanımına yönelik referanslar da tespit edildi (Şekil 3).

Sıcak iklim örneği olarak çöl ikliminde bir tasarım örneği verecek olursak, yapılabilecek müdahaleler arasında: Bir dış gövde ve iç avlu oluşturmak. Yapılara yaz esintisini almak ve soğuk rüzgârı engellemek için hâkim rüzgâr doğrultusunda, dış cephelerde kullanılan yapı elemanları ile gölge oluşturmak. Kompakt plan yapısı ile yazın bina içerisine ısı girişi, kışın ise ısı kaybı büyük ölçüde engellenebilir. Yapıların dışa dönük ve eyvan şeklinde tasarlanması ve çatıların saçaklarının yaya yolu olarak kullanılmaları bir öneri olabilir. Çatı tasarımı binanın yalıtılmasına yardımcı olur. Sokaklar istenmeyen rüzgarları engellemek için dar ve kıvrımlı olabilir. Farklı duvar kalınlıkları ile yalıtım sağlanabilir. Böylece doğal ve iklimsel özelliklerden yararlanılarak insan hayatı biraz daha kolaylaştırılabilir. Yapıların açık alanı olan avlu ile iklimsel ve duyuşal olarak biyofilik tasarım uygulanabilir (Katılımcı 3).



Şekil 3: Mimari form parametresinin diğer ekolojik parametrelerle ilişkisi.

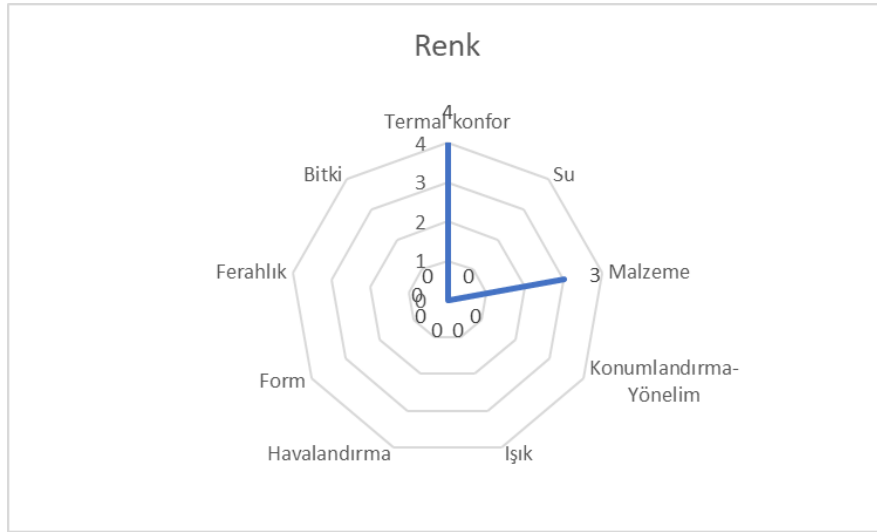
Çalışmada 4 katılımcı renk faktörüne referans vererek termal konfor ve malzeme ile ilişkisine değindi (Şekil 4).

Özellikle soğuk iklimlerde güneş ısını emecek koyu renk cephe kullanımı, sıcak iklimlerde güneş ışığını yansıtacak açık renkler kullanılması önerildi.

Yüksek güneş ışığından korunmak için cephelerde renkler açık ve beyaza yakın, parlak renkleri de binanın yazın daha az ısıyı emmesine ve kışın daha az ısı açığa çıkmasına yardımcı olmaktadır. Amaç, evleri yüksek güneş ışığının etkilerinden korumaktır (Katılımcı 3).

Kullanılacak doğal malzemelerin renklerini olduğu gibi kullanmak bununla beraber malzeme ve renk seçiminde insan psikolojisini düşünürken enerji verimliliğinin de göz önünde bulundurulabileceği vurgulandı:

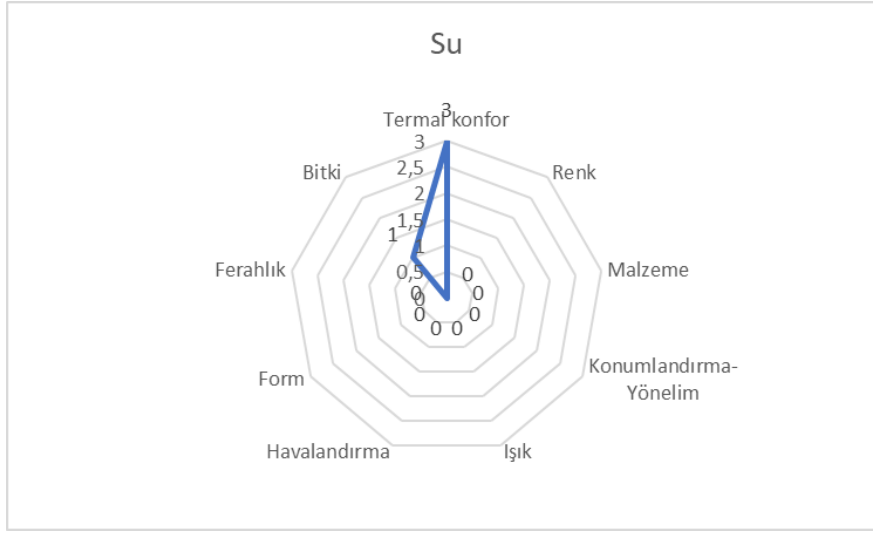
Ekstrem soğukların hüküm sürdüğü bölgelerde ise, ısıtma ve aydınlatma ihtiyaçları öne çıkar. Isıtma sistemleri, enerji verimliliğini gözeterek doğal malzemeler ve renklerle uyumlu bir şekilde tasarlanmalıdır (Katılımcı 6).



Şekil 4: Renk parametresinin diğer ekolojik parametreler ile ilişkisi.

Biyofilik tasarım için de ekolojik tasarım için de önemli bir element sayılabilecek su parametresi 7 katılımcı tarafından dillendirildi. Biyofilik element olarak önerilen su öğelerinin termal konfora katkısı özellikle sıcak iklimler için önemli bulundu (Şekil 5). Çeşmeler, havuzlar, su duvarları, yapay şelaleler gibi su öğelerinin serinleme hissi dağlamak ve çevreyi canlandırmak katılımcılar tarafından vurgulandı (Katılımcılar 4, 5, 6, 12,13): “Su elemanı avlu gibi yerlerde ilgi çekmek, sakinleştirmek ve sıcaklığı dengelemek için kullanılabilir (Katılımcı 12)”.

Biyofilik su öğesini önerirken su toplama sistemleri, gri su geri dönüşümü ve düşük debili armatürler gibi ekolojik özelliklerle iç mekanların sürdürülebilirliğini artırılabilceği önerildi (Katılımcılar 9 ve 11).

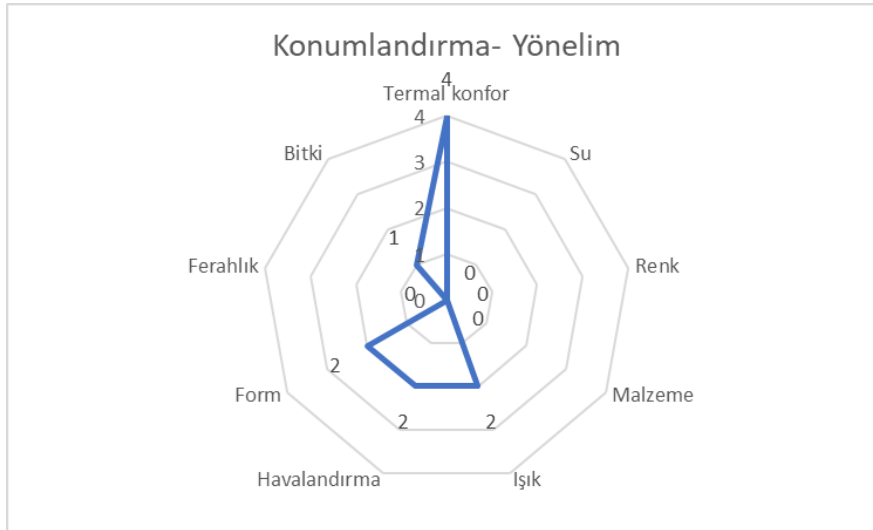


Şekil 5: Su parametresinin diğer ekolojik parametreler ile ilişkisi.

Aynı zamanda bir pasif sürdürülebilir tasarım ilkesi olan yapının konumlandırılması ve cephe yönelimi ekstrem iklimlerde daha önem kazanmaktadır. Yapıda termal konforu ve doğal havalandırmayı sağlamak ve güneşli dengesini ayarlamak için katılımcılar konumlandırma ile ilgili öneriler sundular. Öncelikle Katılımcı 3 doğal çevreden maksimum yararlanmak için bina konumlandırılmasının planlama aşamasında topoğrafik özellikler, iklim, güneşlenme süresi gibi birçok unsur üzerine düşünülmesi gerektiğinin üstünde durdu.

Doğal hava akışını artırmak için yapıyı rüzgâr yönlerine göre konumlandırabilir veya açılır pencereler ve kapılar kullanarak hava sirkülasyonu sağlanabilir (Katılımcı 13).

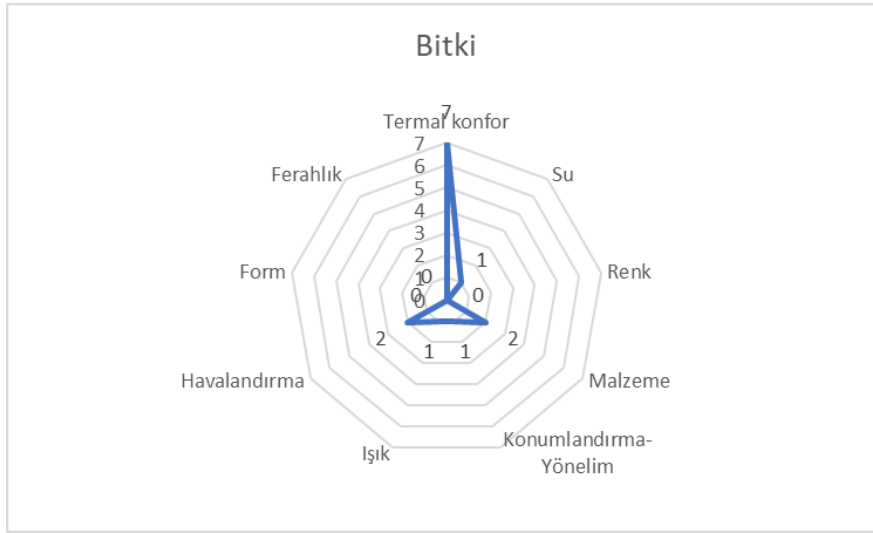
Bunun yanında birden fazla yapı varsa bunlar güneşe yönelmenin yanında şaşırtmalı olarak yerleştirilerek rüzgârı keser ve bu sayede daha sıcak iç mahaller oluşturulabilir (Katılımcı 12).



Şekil 6: Konumlandırma-Yönelim parametresinin diğer ekolojik parametreler ile ilişkisi.

Bitkilerin kullanımını ekolojik referans vererek 9 katılımcı önerdi (Şekil 7). Özellikle bitkilerin rüzgâr kırıcı veya cephe veya çatı ile arada tampon bölge oluşturarak yalıtıma katkı sağlayıcı özellikleri üzerinde duruldu. Bitkilerin iç mekânda kullanılarak mekân ısını artırılmaya yönelik de örnekler verildi. Dış mekânlarda da yerel iklime uygun ağaçlarla gölgelik alanlar oluşturulması biyofilik tasarım önerisi olarak sunuldu.

Rüzgârlı bölgelerdeki biyofilik tasarımlarda da rüzgârdan korunma önemlidir. Bina tasarımında rüzgâr kırıcı ağaçlar gibi unsurların kullanılması gerekebilir (Katılımcı 6).



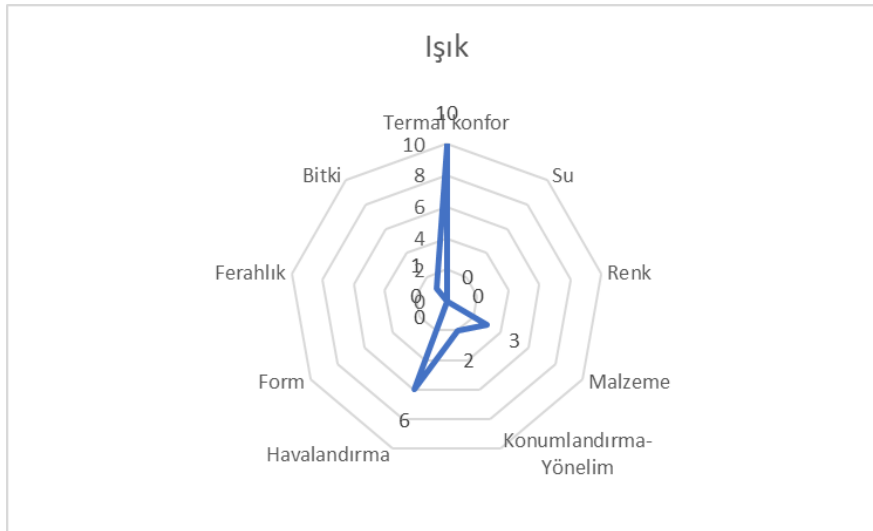
Şekil 7: Bitki parametresinin diğer ekolojik parametreler ile ilişkisi.

Gün ışığının kontrolü ekstrem iklimler için termal konfor ve havalandırma parametreleriyle son derece ilişkili ve önemli bir unsurdur. Katılımcıların eğilimleri çoğunlukla soğuk iklimlerde pencere ve açıklıkların artırılarak iç mekânda ışık ve ısıdan yararlanmayı maksimize etmeye yönelikken, sıcak iklimlerde açıklıkları azaltarak ısının etkisini azaltmaya yöneliktir.

Çok sıcak bir iklime sahip bir alandaki tasarımda havalandırmanın sağlanması amacıyla açılacak büyük boşluklar termal konforu düşürür ve içeri girecek fazla güneş ışığı cilt kanseri gibi sorunlara yol açabilir. Bu sorunların engellenmesi amacıyla cephede büyük boşluklar açılmaz, havalandırmanın sağlanması amacıyla açılacak boşluklar çok büyük olmama koşulu ile çatı gibi yüksek yerlere açılabilir. Bu sayede havalandırma sağlanarak fazla güneş ışığı engellenmiş olur. Soğuk iklimlerdeyse açılacak olan açıklıkların yüzey alanı çok büyük olmamak koşuluyla yeterince güneş ışığını alabilmesi ve yalıtımlı cam kullanılarak yapılması gerekir (Katılımcı 12).

Güneş ışığının alındığı cephe de dikkat çekilen hususlardan biriydi. Soğuk iklimlerde güney cepheden direkt güneş ışığı alınması düşünülürken, sıcak iklimlerde kuzey cepheden ve yarı açık alanlarla mekânı destekleyerek dağılmış günışığının yapıya alınması önerildi.

Sıcak ve kurak bölgelerde aşırı sıcaklıklara ve güneş ışığına maruz kalınması tasarım yaparken dikkat edilmesi gereken önemli bir husustur. Böyle bölgelerde yapılan biyofilik tasarımlarda gölgelendirme büyük önem taşımaktadır. Doğal gölgeleri kullanarak sıcaklığı azaltmak mümkünken bunu çeşitli tasarımlar yardımıyla da yapmak mümkündür (Katılımcı 6).



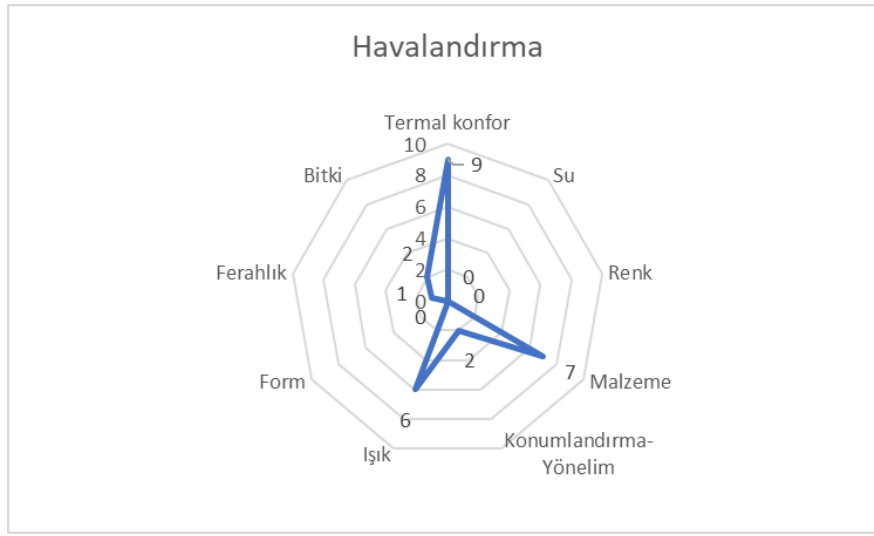
Şekil 8: Işık parametresinin diğer ekolojik parametreler ile ilişkisi.

Havalandırma en çok bahsedilen üçüncü parametreydi. Toplamda 10 katılımcı tarafından 22 referans verildi (Şekil 9). Yapının havalandırılması ile ilgili öneriler sıklıkla termal konfor (9), malzeme (7) ve ışık (6) ile beraber sıklıkla verildi. Biyofilik anlamda önemli olan doğal havalandırma ve ısıtma sistemleri için örnek verilirken katılımcıların ekolojik kaygıya da sahip olduğu gözlemlendi.

Ekstrem iklimlerde, doğal havalandırma ve ısıtma sistemleri kullanarak enerji tasarrufu sağlanabilir. Doğal havalandırma için açılabilir pencereler veya hava delikleri gibi unsurlar kullanılabilir. Doğal ısıtma için güneş enerjisi veya jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılabilir. Bu, iç mekânlarda sürdürülebilir bir iklim kontrolü sağlar (Katılımcı 4).

Önceden bahsedildiği gibi yapının konumlandırılmasının doğal havalandırma sağlanması için de önemli bir kriter olduğu belirtildi:

Rüzgârın geldiği yönler belirlenerek doğal rüzgâr yollarını kullanılarak iç mekânlara taze hava çekilebilir. Bu amaçla binaların yerleşimi ve açıklıkları planlanırken rüzgâr yönleri göz önünde bulundurulmalıdır (Katılımcı 5).



Şekil 9: Havalandırma parametresinin diğer ekolojik parametrelerle ilişkisi.

Malzeme en çok bahsedilen ikinci parametreydi. 11 katılımcı tarafından doğal malzeme kullanımına 23 referans verildi (Şekil 10). Kullanılan malzemenin termal konfor (10), havalandırma (7), ışık (3) ve renk (3) parametreleri ile ilişkisinin üzerinde duruldu. Ahşap, taş, kerpiç, doğal lifler, bambu, kireçtaşı, cam gibi doğal malzemelerin mekândaki davetkar ve rahatlatıcı etkisi ile birlikte hem algısal olarak bir sıcaklık sağlama hem de somut anlamda yalıtım özellikleri sayesinde termal konfora faydası olduğu yaygın olarak belirtildi.

Yapı tasarımında kullanılan malzemelerin olabildiğince doğal kaynaklardan faydalanmak yapıda termal kontrol, havalandırma, enerji verimi gibi unsurları da daha kolay kontrol etmeyi sağlar. İzolasyon ve ısı depolama kapasitesi yüksek malzemeler kullanarak, iç mekân sıcaklığını düzenleme imkânı sunar (Katılımcı 11).

Doğal malzemeler kullanıldığı takdirde, boya uygulanmadan yapının havalandırılmasına katkıda bulunarak malzemenin ömrünün uzatılabileceği, aynı zamanda malzemenin kendi doğal rengi ile biyofilik algının artırılacağı ifade edildi.

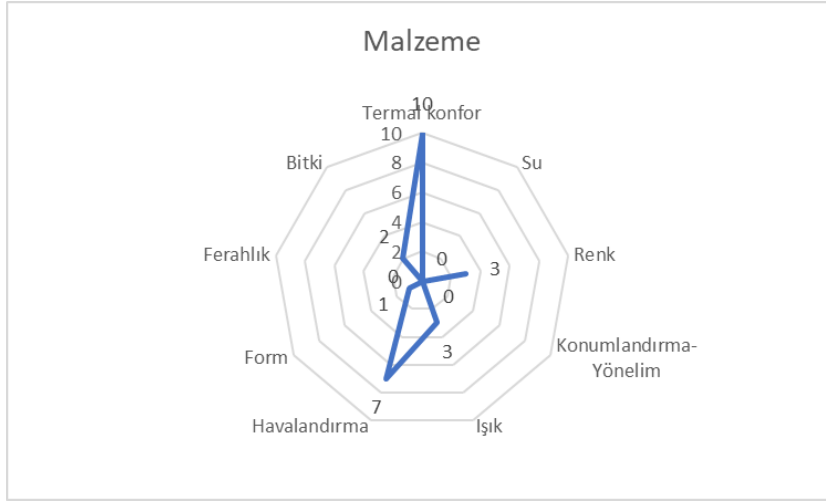
Sıcak iklimlerde yapılacak tasarımlarda kerpiç gibi doğal malzemelerin kullanılması malzemenin sahip olduğu geçirgenlik ile termal konforun sağlanmasına katkıda bulunur. Bu nedenle boya ve benzeri katmanlar kullanılmadan malzemenin doğal rengi kullanılabilir (Katılımcı 12).

Malzeme tercihi ile mekândaki nem dengesini sağlamak için de doğal havalandırmaya önem verilebileceği de bazı katılımcıların işaret ettiği parametre oldu.

Soğuk ve nemli iklimlerdeki yapılar için ısı yalıtımı, iç mekanlarda yavaş ısınıp soğuyan malzemelerin kullanılması ve aşırı nemin giderilmesi için havalandırmaya dayanan uygulamalar tasarıma dahil edilebilir (Katılımcı 3).

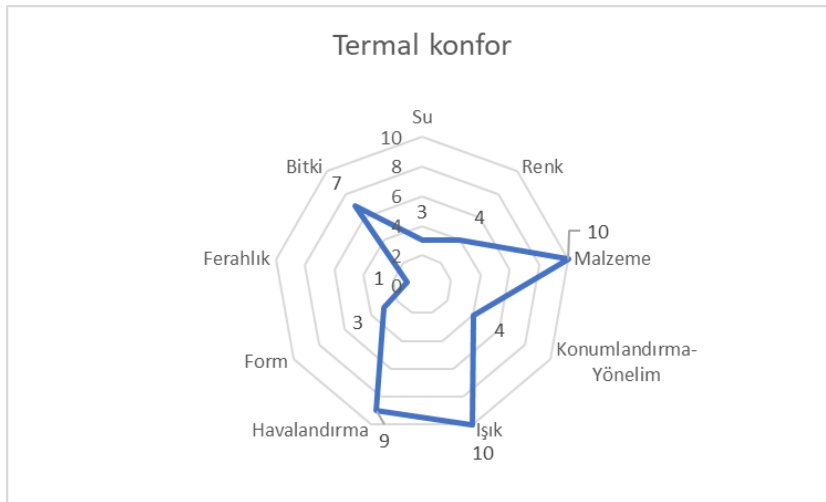
Ekstrem iklimlerde koşulların değişkenliğine de vurgu yapan bir katılımcı ekstrem iklim mekanlarında da değişebilir ve adapte edilebilir şekilde tasarlanmasını önerdi.

Ekstrem iklimlerde hava koşulları hızla değişebilir. Esnek ve modüler mobilyalar, iç mekanların hızla değişen hava koşullarına uyum sağlamasına yardımcı olabilir. Bu, iç mekanları mevsimsel değişikliklere göre ayarlamayı kolaylaştırır. Güneşten koruyucu yapı elemanları ekstrem sıcak iklimlerde iç mekanları serin tutabilirken, etkili bir izolasyon ekstrem soğuk iklimlerde sıcaklığı muhafaza edebilir. Böylece iç mekanlarda konforlu bir sıcaklık sağlanabilir (Katılımcı 5).



Şekil 10: Malzeme parametresinin diğer ekolojik parametreler ile ilişkisi.

Katılımcıların en sık referans verdiği ekolojik kriter termal konfor oldu. 10 ayrı katılımcı toplam 43 referans ile termal konfor hususuna değindi. Verilen referanslar en yaygın olarak malzeme (10), ışık (10), havalandırma (9), bitki (7), konumlandırma (4), renk (4), su (3) ve mimari form (3) parametreleriyle bağlantılıydı (Şekil 11). Yukarıda bu parametreler anlatılırken termal konforla ilişkileri detaylıca anlatılmıştır.



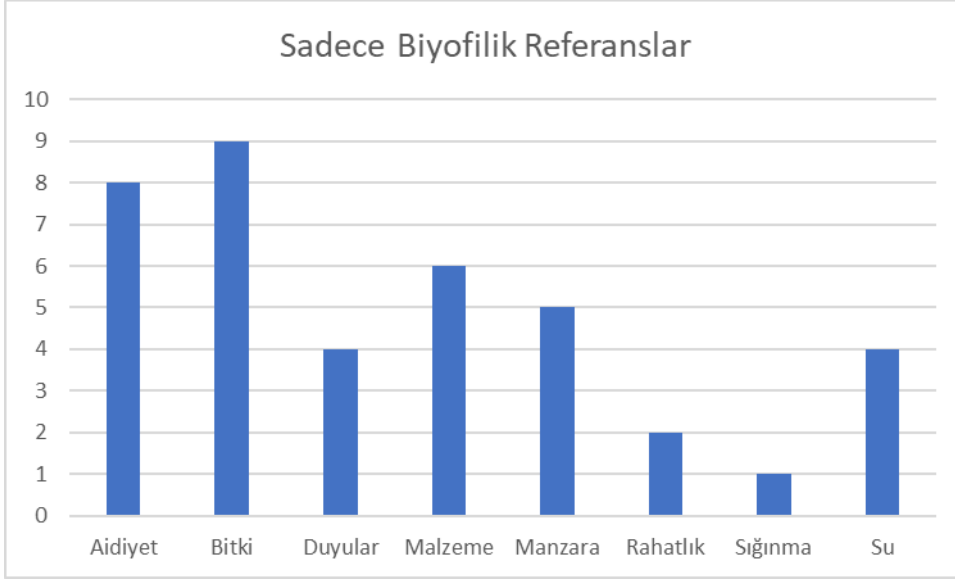
Şekil 11: Termal konfor parametresinin diğer ekolojik parametreler ile ilişkisi.

Termal konforun bu derece önemle irdelenmesinin temel nedeni odak grubu tartışması için seçilen konu bağlamının ekstrem iklim koşulları olmasıdır. Ilıman iklimler üzerinde bir tartışma olması durumunda daha düşük oranda referans verilmesi beklenmektedir.

2.2. Sadece Biyofilik Referanslı Parametreler

Ekolojik karakterlerine referans verilmeden bahsedilen biyofilik tasarım parametreleri bitkiler (9), aidiyet duygusu (8), doğal malzemeler (6), manzaraya yönelim (5), su öğeleri (4), duyuların uyarılması (4), rahatlık (2) ve sığınma hissi (1) oldu (Şekil 12).

Yerel bitki türlerinin belirlenerek yapılı çevreye dahil edilmesi, yerel el sanatlarıyla mekânların tezyin edilmesi, geleneksel yapı teknikleri ve yerel tipolojilerin tasarımda göz önünde bulundurulması doğa ile entegre önerisi olmasının yanı sıra kullanıcılarda aidiyet duygusunun pekiştirilmesi için önemli görüldü.



Şekil 12: Parametrelere sadece biyofilik anlamda verilen referanslar.

Aidiyet duygusu, manzaranın tasarıma dahil edilmesi, duysal çeşitliliğin sağlanması, rahatlık ve sığınma duygularının pekiştirilmesi ile ilgili parametrelerin ekolojik tasarım parametreleriyle katılımcılar tarafından ortak bir çıktıda buluşturulmadığı tespit edilmiştir.

SONUÇ

Çalışmanın sonucundan yaptığımız çıkarıma göre biyofilik tasarım ve ekolojik tasarım kavramları özellikle yumuşak olmayan iklimlerde hem algısal olarak hem de pratikte oldukça iç içe geçmiş ve beraber düşünülmesi gereken iki ayrı kavramdır. İklim faktörü göz önünde bulundurulduğu takdirde konu hakkında temel bilgisi olan kişilerce de algısal olarak biyofilik tasarım kavramı ekolojik tasarım bağlamında tanımlanabilmektedir. Bunun en açık örneği odak grubu röportajında biyofilik tasarım önerisi getirmek üzere verilen örneklerde 43 referansla açık ara farkla termal konfor parametresine odaklanılmasıdır. Ancak termal konfor parametresi göz ardı edilse dahi verilen örnekler incelendiğinde biyofilik tasarım ve ekolojik tasarımın harmoni içinde tasarımda beraber düşünülebileceği ortaya koyulmuştur. Ancak bu noktada daha önce Tekin ve diğerleri (2023)'nin ortaya koyduğu "biyofilik tasarımın kavramının genel geçer bir tanımı ve parametresi olmaması" sebebiyle pratikte yaygın olarak yanlış uygulandığı gerçeğini göz önünde bulundurmak gerekir. Bu problemin yanı sıra ekolojik tasarım ile biyofilik tasarım anlam ayrımının özümsemeden tasarımlarda entegrasyonu anlam karmaşasını artıracaktır.

Bu çalışmadaki limitler katılımcı profilinin çeşitli olmaması ve ekstrem iklim bağlamı üzerinden düşünüldüğü için önerilerin termal konfor ve ısı değişkenliği odaklı olmasıdır.

Tüm bunlar göz önüne alınarak, bu ön çalışmada ifade edilmeye başlandığı gibi, iki kavramın ortak noktaları ve ayrıştıran özelliklerini tanımlayan bir çalışma yapılacaktır.

KAYNAKÇA

- Browning, W., Ryan, C., & Clancy, J. (2014). 14 Patterns of Biophilic Design: Improving Health & Well-Being in the Built Environment. Terrapin Bright Green, LLC, 1-60. <https://doi.org/10.1016/j.yebch.2008.04.024>
- Browning, W. D., & Ryan, C. O. (2020). Nature inside: a biophilic design guide. Routledge.
- Kellert, S., & Calabrese, E. (2015). The Practice of Biophilic Design. www.biophilic-design.com
- Kellert, S., Heerwagen, J., & Mador, M. (2011). Biophilic design: the theory, science and practice of bringing buildings to life. p. 3-20
- S. R. Kellert & E. O. Wilson, The biophilia hypothesis. Island Press, 1993. [Online].
- NVIVO, Q. (2012). NVivo qualitative data analysis software.
- Tekin, B. H. (2022). Human-centred therapeutic environments: A new framework for biophilic design (Order No. 30713094). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (2890696967). Retrieved from <https://www.proquest.com/dissertations-theses/human-centred-therapeutic-environments-new/docview/2890696967/se-2>
- Tekin, B. H., Corcoran, R., & Gutiérrez, R. U. (2023a). A systematic review and conceptual framework of biophilic design parameters in clinical environments. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 16(1), 233-250.
- Tekin, B. H., Corcoran, R., & Gutiérrez, R. U. (2023b). The impact of biophilic design in Maggie's Centres: A meta-synthesis analysis. *Frontiers of Architectural Research*, 12(1), 188-207.
- Tekin, B. H., & Gutiérrez, R. U. (2023c). Human-centred health-care environments: a new framework for biophilic design. *Frontiers in Medical Technology*, 5.
- Wilson, E. (1984). Biophilia. <https://www.degruyter.com/document/doi/10.4159/9780674045231/html>
- Wilson, E. (1979). Biophilia: The Column: Capital Ideas from People Who Publish with Harvard." The New York Times, 14.

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELE: SEÇİLMİŞ ÜLKELER ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Prof. Dr. Sinem Yapar Saçık

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, İİBF, İktisat
sysacik@kmu.edu.tr

Doç. Dr. Gökhan Akar

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, İİBF, İktisat
gakar@kmu.edu.tr

Doktora Öğrencisi Betül Bayram

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, İİBF, İktisat
betulbayram2311@gmail.com

ÖZET: Küreselleşmeyle birlikte sanayinin hızla gelişmesi, dünya ekonomisinin büyümesi, kentleşmenin artması, teknolojik ilerleme ve nüfus artışlarıyla birlikte her geçen gün enerjiye olan ihtiyaç ve dolayısıyla enerji tüketimi artmaktadır. Buna göre yaşam standardının yükseltilmesi için yapılan faaliyetler ve fosil yakıtların aşırı kullanımı atmosferdeki sera etkisi yapan gazların çoğalmasına, küresel ısınmaya ve buna bağlı olarak iklim değişikliğine neden olmaktadır. Bu nedenle ülkeler iklim değişikliğiyle mücadele etmek adına birtakım politikalar uygulamaktadır. Çalışmanın amacı, küresel iklim değişikliğiyle mücadelede karbon emisyonu en yüksek olan on ülkenin 2013-2023 yılları arasında iklim değişikliği performans endeksiyle iklim koruma performansını karşılaştırmalı analiz etmektir. Bu bağlamda çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda, küresel iklim değişikliğiyle mücadelede örneklemde yer alan on ülkeden Hindistan ve Almanya'nın görece daha başarılı oldukları, Suudi Arabistan'ın ise en başarısız ülke konumunda olduğu gözlemlenmiştir. Hindistan ve Almanya'nın bu başarısının nedenleri arasında uyguladıkları yenilenebilir enerji ve iklim politikaları olduğu söylenebilir. Ayrıca çalışmanın sonucunda iklim değişikliği ile ilgili mevcut durum analiz edilerek iklim politikalarına yönelik değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Küresel Isınma, İklim Değişikliği, Karbon Emisyonu.

FIGHTING AGAINST GLOBAL CLIMATE CHANGE: AN ASSESSMENT ON SELECTED COUNTRIES

ABSTRACT: With globalization, the rapid development of industry, the growth of the world economy, increased urbanization, technological progress and population increases, the need for energy and therefore energy consumption increases day by day. Accordingly, activities carried out to increase the standard of living and excessive use of fossil fuels cause the increase of greenhouse gases in the atmosphere, global warming and, accordingly, climate change. For this reason, countries are implementing some policies to combat climate change. The aim of the study is to comparatively analyze the climate protection performance of the ten countries with the highest carbon emissions in the fight against global climate change with the climate change performance index between 2013 and 2023. In this context, in line with the findings obtained in the study, it was observed that out of the ten countries in the sample, India and Germany were relatively more successful in combating global climate change, while Saudi Arabia was the least successful country. It can be said that the reasons for this success of India and Germany are the renewable energy and climate policies they implemented. Also, as a result of the study the current situation regarding climate change was analyzed and evaluations were made regarding climate policies.

Key Words: Global Warming, Climate Change, Carbon Emission.

GİRİŞ

Dünyanın en tartışmalı çevre sorunlarından olan küresel ısınma ve iklim değişikliği birbiri yerine kullanılmalarına rağmen aynı anlama gelmemektedir. İklim değişikliği kavramı bilimsel literatürde küresel ısınma kavramından önce ortaya çıkmış ve antropojenik ve doğal olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır. Küresel ısınma ise antropojenik bileşenden oluşarak onunla ilişkili yüzey ısınmasını ifade etmektedir (Berlie, 2018).

Doğal nedenlerin yanı sıra doğal kaynakların canlılar tarafından aşırı kullanımı gibi antropojenik nedenlerle dünyanın doğal dengesi bozulmakta ve bozulan denge sonucunda önemli sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunların başında gelen küresel ısınma ve iklim değişikliği yeryüzündeki yaşamı, canlı popülasyonunu ve doğal kaynaklar gibi pek çok faktörü tehdit eden büyük bir tehlikedir. Bu tehlike büyüdükçe çevredeki olumsuz etkilerin yanı sıra sürdürülebilir yaşamın da sürdürülemez hale gelmesi kaçınılmaz bir sonuç olacaktır. Ayrıca küresel ısınma ve iklim değişikliği her ne kadar ülke, ulus gibi belirli sınırlara sahip olursa da sadece bir ülkeyi veya tek bir ulusu etkilememektedir. Ülke ve uluslar tek bir gezegende aynı atmosfer altında yaşadıkları için küresel ısınma ve iklim değişikliği ulus ötesi bir sorun haline gelmiştir. Bu nedenle bu sorun ekolojik dengenin korunması ve sürdürülebilir yaşamın devamlılığı için uluslararası anlaşmalar, politikalar, planlar ve kararlarla çözülmek zorundadır. Ancak küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle mücadele için sadece uluslararası anlaşmalar çerçevesinde alınan önlemler yeterli olmamaktadır. Her ülkenin durumun ciddiyetini kavraması, üzerine düşen misyon ve sorumluluklarını yerine getirmesi, ülkede bulunan tüm sektörlerde, kurumlarda ve bireylerde farkındalığın yaratılması ve ülkenin kendi içinde bulunan tüm herkes ve her sektör nezdinde gereken önlemlerin alınması gerekmektedir. Aksi takdirde gerçekleşecek olan küresel ısınma ve iklim değişikliği sonucunda buzulların erimesi ve deniz seviyesinin yükselmesi, kuraklık, açlık, susuzluk ve biyolojik çeşitliliğin azalması gibi sayısız olumsuz durum meydana gelecektir.

Yukarıda da bahsedildiği gibi küresel ısınma ve iklim değişikliği hem ulusal hem de uluslararası bir sorundur. Bu çalışmada; uluslararası iklim politikalarında şeffaflığı artırmak için tasarlanmış olan ve ülkelerin iklim koruma performansını gözlemlemek ve yıllar itibarıyla ilerlemenin karşılaştırılabilirliğini sağlamak amacıyla küresel iklim değişikliği performans endeksi çerçevesinde karbon salınımı en yüksek olan on ülkenin karşılaştırılması yapılacaktır. Elde edilen bulgular sonucunda ülkelerin küresel iklim değişikliğiyle mücadelede daha iyi bir noktaya gelebilmek adına birtakım önerilerde bulunulacaktır. Ancak analiz bölümüne geçmeden önce konuyla alakalı temel kavramlara ve atmosfere en yüksek karbon salınımı yapan on ülkeye yer verilecektir.

1. Küresel İklim Değişikliği

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne göre "İklim değişikliği", karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ilaveten doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan değişiklik olarak tanımlanmaktadır (İklim Değişikliği Başkanlığı, 2024). İklimin ortalama durumunda onlarca ya da daha uzun yıllar boyunca süren istatistiksel olarak anlamlı değişimleri ifade eden iklim değişikliği, doğal ve antropojenik nedenler sebebiyle meydana gelmektedir. Sanayi devrimine kadar iklim üzerinde meydana gelen değişimlerin sebebi olarak dünyanın yörüngesel hareketleri sonucu meydana gelen kaymalar, yerküreyi meydana getiren levhaların birbiri itmesi sonucunda dağ veya yükseltilerin oluşması, büyük volkanik faaliyetler ve yeryüzü hareketleri (deprem vs.) gibi doğal faktörler gösterilse de sanayi devrimiyle insanların iklim üzerinde oluşturdukları olumsuz etkiler hızla artmıştır (Büyükşahin, 2018:17). Özellikle sanayi devriminden sonra insan kaynaklı antropojenik nedenlerin başında gelen; nüfusun hızla artışı, çarpık kentleşme, ormansızlaşma ve buna bağlı olarak yağış miktarının azalması, arazilerin yanlış kullanımı, enerji üretim ve tüketiminin hızla artması, atmosfere salınan partiküller maddeler ve sera gazlarındaki artış küresel ısınmaya neden olmuştur. Yaşanan küresel ısınmayla iklim olumsuz şekilde etkilemiş ve değişmiştir (Hekimoğlu & Altındağ, 2008: 1-2). Bu noktadan hareketle, küresel ısınma ve iklim değişikliği kavramlarının birbiriyle bağlantılı ancak birbirinden farklı kavramlar olduğu söylenebilir. Küresel ısınma dünyanın sıcaklığındaki güncel artışı tanımlarken bu artış iklim değişikliğinin sadece bir özelliğidir. Böylelikle küresel ısınmanın iklim değişikliğini oluşturan nedenlerden sadece biri olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

İklim Değişikliği Başkanlığı tarafından yapılan tanıma göre "küresel iklim değişikliği"; fosil yakıtların kullanımı, arazi kullanımı değişiklikleri, ormansızlaştırma ve sanayi süreçleri gibi insan etkinlikleriyle

atmosfere salınan sera gazları birikimlerindeki hızlı artışın doğal sera etkisini kuvvetlendirmesi sonucunda yerkürenin ortalama yüzey sıcaklıklarındaki artışı ve iklimde oluşan değişiklikleri ifade eder (İklim Değişikliği Başkanlığı, 2024). Küresel iklim değişikliğinin sera etkisinin kuvvetlenmesi sonucunda ortaya çıkması, sera etkisinin açıklanmasını gerekli kılmaktadır. Bu noktadan hareketle sera etkisi; karbondioksit, nitroz oksit, metan, su buharı, diazotmonoksit, hidroflorokarbonlar, perflorokarbonlar ve kükürt heksaflorid gibi sera gazlarının dünyadan uzaya yayılan ısının bir bölümünü yeniden dünyaya yansıtarak yeryüzünün daha fazla ısınmasına neden olmaktadır. Antropojenik sera gazları genel olarak kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtların kullanımı, endüstriyel faaliyetler, ulaşım, enerji üretim ve tüketimi, atıkların doğal koşullara uygun olmayan şekilde yok edilmesi ve tarımsal faaliyetlerin sonucunda ortaya çıkmaktadır (Yapıcıoğlu & Demir, 2017: 239).

Sera etkisine en çok neden olan gazlar; karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), diazotoksit (N₂O), ozon (O₃), karbon monoksit (CO), halokarbonlar (CFC gibi) ve su buharı (H₂O) şeklinde ifade edilmektedir (Akın, 2006; 32).

Çalışmada ele alınan ülkelerin seçiminde dikkat edilen husus karbon emisyonları olduğu için CO₂ ayrı bir başlık altında ele alınacaktır.

2. Küresel İklim Değişikliğinin Sebeplerinden Biri: Karbon (CO₂) Emisyonları

Belirli bir miktar sera gazının atmosferde bulunması yeryüzü ısısını yaşanabilir seviyede tutarken sera gazlarındaki hızlı artış küresel ısınmayı buna bağlı olarak da küresel iklim değişikliğini meydana getirmektedir. Sera gazları içinde en büyük paya sahip olan ve sera etkisinin artmasında büyük katkı sağlayan karbondioksitin bu etkileri dikkate alındığında yeryüzünde yaşanılabilir bir sıcaklığın oluşmasında oldukça büyük öneme sahip olduğu rahatlıkla söylenebilir (Keskin, 2019: 361). Özellikle sanayi devriminden itibaren sera etkisi hızla artmaktadır. Bu sera etkisinin artışında karbondioksit de önemli bir yer tutmaktadır. 21. yüzyılın ilk çeyreğinde bilim adamları, sanayi devriminin gerçekleşmeye başladığı 18. yüzyılın 1750'li yıllarla kıyaslandığında atmosferdeki karbondioksit oranının %40 arttığını belirtiyor (Euronews, 2015).

Sera gazları içinde en büyük paya sahip olan CO₂'nin oranı %82'dir. Sanayi devriminden bu yana atmosferdeki karbondioksit miktarı sürekli olarak artmaktadır. 1970'li yıllarda atmosferdeki karbondioksit yıllık olarak %0.4 artış gösterirken sonraki yıllarda %0.2 ila %0.8 arasında bir değerle artış göstermiştir (Edemen vd., 2023: 39). Bu artışın temel sebebi; insan faaliyetlerinden kaynaklı olarak petrol, doğal gaz ve kömür gibi karbon bazlı fosil yakıtların kullanılmasıdır. Atmosfere salınan her CO₂ küresel ısınma ve iklim değişikliği açısından olumsuz durum ortaya çıkarmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde atmosfere en çok karbondioksit salınımı yapan 10 ülke ve bu ülkelerin emisyon yüzdelere yer verilecektir.

Tablo 1: Dünyada karbondioksit salınımı en yüksek olan 10 ülkenin küresel karbondioksit emisyon payları (%)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ÇİN	29,25	29,25	28,94	28,88	29,09	29,72	30,34	32,61
ABD	14,92	14,91	14,65	14,33	13,89	13,99	13,58	12,87
HİNDİSTAN	5,78	6,27	6,33	6,43	6,66	6,91	6,83	6,56
RUSYA	4,79	4,70	4,67	4,60	4,60	4,67	4,80	4,82
JAPONYA	3,71	3,55	3,46	3,41	3,32	3,12	3,03	3,02
ALMANYA	2,27	2,15	2,18	2,19	2,11	1,99	1,86	1,80
KORE	1,76	1,72	1,78	1,80	1,81	1,77	1,73	1,70
İRAN	1,71	1,77	1,76	1,78	1,81	1,79	1,76	1,84
KANADA	1,63	1,64	1,64	1,63	1,64	1,63	1,60	1,54
SUUDİ ARABİSTAN	1,47	1,58	1,66	1,64	1,58	1,48	1,48	1,53
TOPLAM	67,29	67,54	67,07	66,69	66,51	67,07	67,01	68,29

Kaynak: World Bank, 2024.

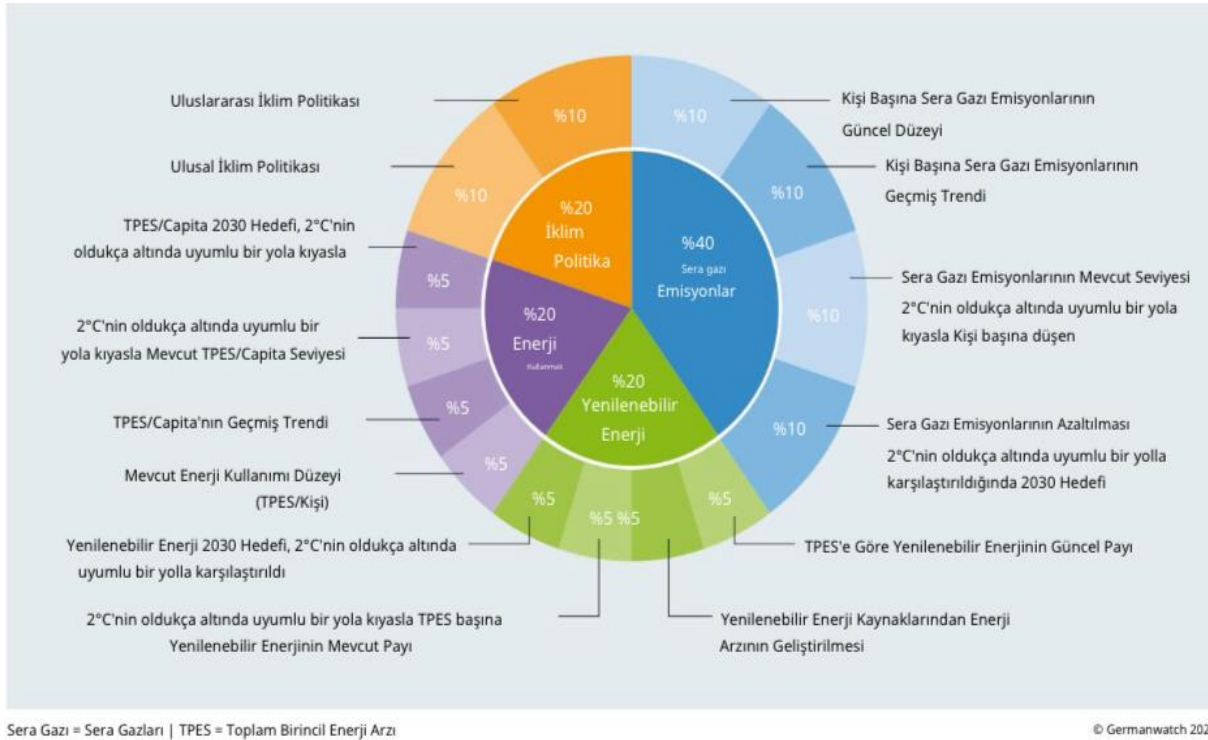
Tablodan 1'den hareketle 2013 yılından 2020 yılına gelindiğinde atmosfere en çok karbondioksit salınımı yapan ülkenin Çin olduğu ve Çin'i de sırasıyla ABD, Hindistan, Rusya, Japonya, Almanya, Kore, İran, Kanada ve Suudi Arabistan'ın takip ettiği görülmektedir. Ele alınan sekiz yıllık dönemde bu on ülkenin atmosfere gerçekleşen karbon salınımının yaklaşık 2/3'ünü oluşturduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca Çin, ABD ve Hindistan'ın oranları incelendiğinde, bu üç ülkenin karbondioksit salınımında dünyadaki diğer ülkelerin toplamı kadar diğer bir deyişle toplam salınımın yarısından sorumlu olduğu görülmektedir. Bu noktadan hareketle; özellikle bu üç ülkenin karbondioksit salınımını azaltmak adına önlemler alması gerektiğini söylemek yanlış olmayacaktır.

3. Küresel İklim Değişikliğiyle Mücadelede İklim Değişikliği Performans Endeksi ile En Yüksek Karbon Emisyonuna Sahip 10 Ülkenin Değerlendirilmesi

Çalışmanın bu bölümünde 2013-2023 yılları arasında en yüksek karbon emisyonuna sahip 10 ülke iklim değişikliği performans endeksi yardımıyla kıyaslanacak ve sera gazı emisyonları, yenilenebilir enerji, enerji kullanımı ve iklim politikası çerçevesinde başarıya ulaşım ulaşımları tartışılacaktır.

3.1. İklim Değişikliği Performans Endeksi (CCPI)

Uluslararası iklim politikalarında şeffaflığı artırmak için tasarlanmış bir araç olan ve Germanwatch ve NewClimate Enstitüsü tarafından yayımlanan bu endeksin amacı; 2023 yılı itibariyle dünya çapında küresel sera gazı emisyonlarının %90'ından fazlasını kapsayan 59 ülkenin ve Avrupa Birliği'nin iklim koruma performansını gözlemlemek ve yıllar itibariyle ilerlemenin karşılaştırılabilirliğini sağlamaktır (Climate Change Performance Index, 2024).



Şekil 1: Küresel iklim değişikliği performans endeksinin bileşenleri

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

Endeks; 2013-2018 yılları arasında emisyon seviyesi, emisyonların gelişimi, yenilenebilir enerji, verimlilik ve iklim politikası olmak üzere beş kategori ve 2018 yılından sonra ise sera gazı emisyonları, yenilenebilir enerji, enerji kullanımı ve iklim politikası olmak üzere dört kategori ve bu kategoriler altındaki 14 gösterge dikkate alınarak hesaplanmıştır. Bu 4 kategori ve 14 gösterge şekil 1'de ifade edilmiştir.



Şekil 2: İklim değişikliği performans endeksini oluşturan dört bileşenin birbiriyle etkisi

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

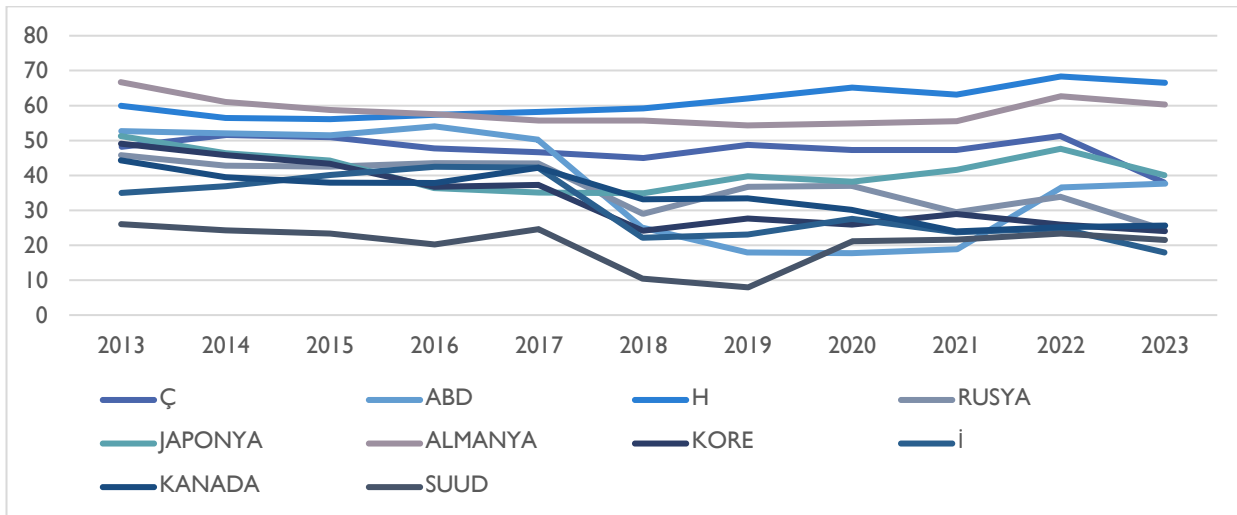
Şekil 2 dikkate alındığında; endeks hesaplanırken bu dört kategorinin seçilmesindeki temel amaç; iklim politikasının, birkaç yıl içinde enerji kullanımını ve yenilenebilir enerjiyi nasıl etkileyeceği ve sonuçta sera gazı emisyonlarını nasıl azaltacağını hesaba katmasıdır.

Endeksin mevcut dört kategori için değerlendirme dereceleri 'çok yüksek', 'yüksek', 'orta', 'düşük' ve 'çok düşük' olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrıca CCPI, 2017 yılından itibaren Paris Anlaşması dikkate alınarak, bir ülkenin küresel olarak kabul edilen sıcaklık artışını 2°C'nin oldukça altında sınırlandırma hedefine doğru ilerlemesini ölçmek üzere revize edilmiştir. Bu revizyonla birlikte daha önce yalnızca üretimden kaynaklı sera gazı emisyonlarını dikkate alarak hesaplanan bu endeksin 2017 yılından itibaren tüm sera gazı emisyonlarını dikkate alarak hesaplanmaya başlamasıyla kapsamı genişlemiştir (Climate Change Performance Index, 2024).

3.2 En Yüksek Karbon Emisyonuna Sahip 10 Ülkenin İklim Değişikliği Performans Endeksinin Karşılaştırılması

2013-2020 yılları arasındaki küresel karbonun yaklaşık %67'sinin Çin, ABD, Hindistan, Rusya, Japonya, Almanya, Kore, İran, Kanada ve Suudi Arabistan olmak üzere 10 ülke tarafından atmosfere salındığı bilinmektedir (World Bank, 2024). Örneklemedeki ülkeler 2013 yılı karbon emisyon değerleri dikkate alınarak seçilmiştir. Aşağıdaki grafikte 2013-2023 yılları arasında bu 10 ülkenin iklim değişikliği performans endeksleri yer almaktadır.

Grafik 1: En yüksek CO₂ emisyonu bulunan 10 ülkenin iklim değişikliği performans endeks değerleri (2013-2023)

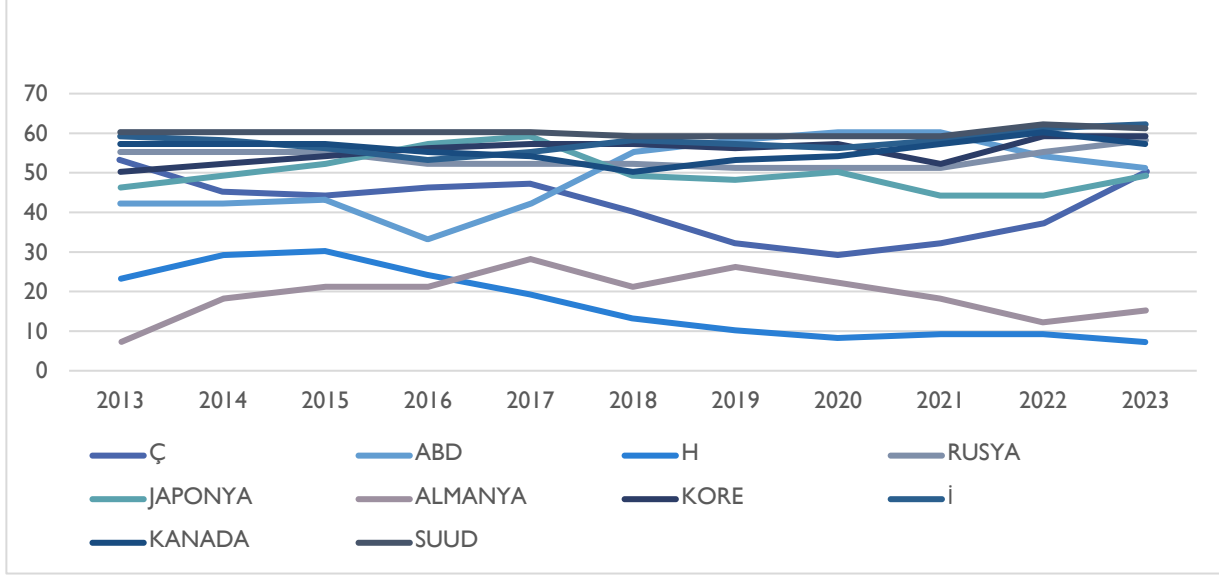


Kaynak: Climate change performance index, 2024.

Grafik 1 dikkate alındığında, karbon salınımı en yüksek olan 10 ülkeden diğerlerine nazaran daha başarılı iklim politikası yürüten ülkelerin Almanya ve Hindistan olduğu görülmektedir. Bu iki ülkenin endeks puanları yıllar itibariyle 60'ın üzerindedir (Climate Change Performance Index, 2024). 2018 yılı itibariyle bu 10 ülkenin endeks değerlerinde bir düşüşün olduğu görülmektedir. Bu düşüşün sebebi; endeksi hesaplarken

kullanılan kategorilerin değişikliği ve aynı kalan kategorilerin endeksi etkileme oranlarının değişmesi ve 2017 yılı itibarıyla revize edilen endeksin tüm sera gazı emisyonlarını dikkate alması olduğu söylenebilir. Ayrıca iklim değişikliği politikasında en başarısız olan ülkenin Suudi Arabistan olduğu grafikten görülmektedir.

Grafik 2: En yüksek CO₂ emisyonu bulunan 10 ülkenin iklim değişikliği performans endeks değerine göre sıralaması (2013-2023)



Kaynak: Climate change performance index, 2024.

Grafik 2’de dünyaya en yüksek karbon salınımı yapan 10 ülkenin CCPI sıralamaları verilmiştir. Puanlarının da yüksek olduğu göz önüne alındığında Hindistan ve Almanya’nın üst sıralarda olduğu görülmektedir. Hindistan yıllar itibarıyla iklim değişikliğiyle mücadelede iyi bir performans sergilemiş ve 2023 yılına gelindiğinde sıralamasını 8’e düşürerek CCPI’nin kapsamında olan tüm ülkeler arasında ilk 10’a girmeyi başarmıştır. Bu durum Hindistan’ın ulusal olarak iklim değişikliğiyle mücadelede başarısını gösterse de küresel ısınmanın 2°C’nin altında sınırlandırılmasıyla uyumlu bir kalkınma yoluna geçmeyi başaramadığını ifade etmektedir. Almanya ise 2013 yılında elde ettiği başarıyı sürdürmemiş, 2023 yılına gelindiğinde 16. sırada yer almıştır. ABD ve Çin zaman zaman dalgalanmalarla küresel iklimle mücadelede iyi politikalar uygulamış olsalar da bu politikalar sürdürülebilir olmamıştır. Geriye kalan 6 ülke ise karbon salınımı çok olmasına rağmen bu durumu önleyici önlemler alamamış, küresel iklim değişikliğiyle mücadelede başarılı politikalar uygulayamamış ve genel olarak son sıralarda yer almışlardır.

3.2.1 Çin

Çin, 2013-2020 yılları arasında küresel karbon emisyonunun yaklaşık %30’unu oluşturmaktadır (World Bank, 2024). Bu noktadan hareketle Çin’den atmosfere yayılıp sıcaklıkların artmasına ve böylelikle iklim değişikliğine neden olan bu yüksek salınımın iklim politikalarıyla müdahale edilip azaltılması beklenmektedir. Çin’in iklim politikalarındaki başarısını veya başarısızlığını analiz edebilmek için Çin’in iklim değişikliği performans endeksini oluşturan kategoriler tablo 2 ve tablo 3’te yer almaktadır.

Tablo 2: 2013-2017 yılları arasında Çin'e ait CCPI'ni oluşturan kategoriler

	EMİSYON SEVİYESİ (%30)	EMİSYONLARI N GELİŞİMİ (%30)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%10)	VERİMLİLİK (%10)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2013	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK
2014	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	DÜŞÜK	YÜKSEK
2015	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ORTA	YÜKSEK
2016	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK
2017	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

2013 yılından 2017 yılına gelindiğinde Çin'in emisyon seviyesinde kötüleşme meydana gelmiş ve emisyon miktarı artmıştır. Diğer bir deyişle 2013 yılında 9.979.128 kt olan karbondioksit emisyonu 2017 yılına gelindiğinde 10.089.273,2 kt olmuştur (World Bank, 2024). Bu durum enerji verimliliği ve yenilenebilir enerjinin Çin'in emisyon seviyesini karşılayacak kadar artmadığını göstermektedir. Yenilenebilir enerjide meydana gelen düşük çaplı iyileşme ve verimlilikte mevcut olan kötüleşme bu durumun ispatıdır. Emisyonların gelişimi dikkate alındığında kötü bir tablonun mevcut olduğu görülmektedir. Bu durum Çin'de emisyonları azaltmaya yönelik alınan önlemlerin yeterli olmaktan uzak olduğunun kanıtıdır. Çin'in yıllar itibariyle iklim politikasında göstermiş olduğu olumlu gelişmelerin CCPI sıralamasının iyileşmesine neden olması beklenmektedir. Beklenen bu durum gerçekleşmiş ve 2013 yılında Çin'in 54 olan sıralaması 2017 yılında 48'e yükselmiştir.

Tablo 3: 2018-2023 yılları arasında Çin'e ait CCPI'ni oluşturan kategoriler

	SERA GAZI EMİSYONLARI (%40)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%20)	ENERJİ KULLANIMI (%20)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2018	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK
2019	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK
2020	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK
2021	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK
2022	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK
2023	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

2018 yılından itibaren sera gazı emisyonlarının seviyesi dikkate alındığında Çin'in atmosfere çok miktarda sera gazı saldırdığı açıktır. Dünya Bankası'nın yayımladığı verilere göre de 2020 yılında Çin küresel karbon emisyonunun %31,62'sini oluşturmaktadır (World Bank, 2024). Ayrıca enerji kullanımı dikkate alındığında Çin'in enerji kullanımının azalmadığı ve bu yönüyle sera gazı emisyonlarında meydana gelmiş olan durumun doğruluğunu destekler nitelikte olduğu görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarında iyileşme olsa da sera gazı emisyonlarında ve enerji kullanımında devam eden kötü durumun etkisini azaltmadığı görülmektedir. Çin'in iklim politikası açısından genel olarak başarılı olduğu görülse de sera gazı emisyonları ve enerji kullanımında mevcut olan kötü durum ve yenilenebilir enerjideki düşük iyileşme sebebiyle iklim değişikliği performans endeksinde iyileşme yaşanmamış aksine 2018 yılında 41 olan sıralaması 2023 yılında 51'e gerilemiştir (Climate Change Performance Index, 2024).

3.2.2 Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

ABD' de Çin gibi karbon emisyonu yüksek olan bir ülkedir. Küresel emisyon salınımında dünya ülkeleri arasında ikinci sırada yer almakta ve küresel karbon emisyonunun yaklaşık %14'ünü oluşturmaktadır.

Tablo 4: 2013-2017 yılları arasında ABD'ye ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	EMİSYON SEVİYESİ (%30)	EMİSYONLARI N GELİŞİMİ (%30)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%10)	VERİMLİLİK (%10)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2013	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK	DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2014	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK	DÜŞÜK	DÜŞÜK	DÜŞÜK
2015	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK	DÜŞÜK	DÜŞÜK	DÜŞÜK
2016	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK	DÜŞÜK	DÜŞÜK	YÜKSEK
2017	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ORTA	DÜŞÜK	ORTA

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

Tablo 4 incelendiğinde, ABD'nin emisyon seviyesinde iyileşmenin olmadığı görülmektedir. Ancak iyileşme olmasa da ABD, bazı yıllardaki dalgalanmalara rağmen genel olarak karbon emisyon miktarını artırmamıştır (World Bank, 2024). Hatta Dünya Bankası tarafından yayımlanan karbondioksit emisyonu verilerine bakıldığında ABD'nin küresel emisyon içindeki payının genel olarak azaldığı görülmektedir. Verimlilikte herhangi bir iyileşme veya kötüleşme gözlemlenmemişken yenilenebilir enerji ve iklim politikasında meydana gelen kısmi iyileşmeler mevcut emisyon salınımını büyük ölçüde azaltacak düzeyde olmamıştır. 2016 yılında iklim politikasında meydana gelen büyük sıçrama iklim değişikliği performans endeksinde ABD'nin sıralamasını 10 sıra öne çekse de sürdürülebilir olmamış ve 2013 yılında 43. sırada olan ABD 2017 yılını da 43. sırada olarak kapatmıştır (Climate Change Performance Index, 2024).

Tablo 5: 2018-2023 yılları arasında ABD'ye ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	SERA GAZI EMİSYONLARI (%40)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%20)	ENERJİ KULLANIMI (%20)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2018	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2019	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2020	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2021	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2022	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA
2023	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

Enerji kullanımının ve buna bağlı olarak sera gazı emisyonlarının fazla olması ve iklim politikaları ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yetersiz olması ABD'nin iklim değişikliğiyle mücadelede başarısız olmasına sebep olmaktadır. İklim değişikliği performans endeksinde 2017 yılında 43. sırada olan ABD 2023 yılına gelindiğinde 52. sıraya gerilemiştir (Climate Change Performance Index, 2024).

3.2.3 Hindistan

Küresel karbon emisyonu sıralamasında, atmosfere en çok karbon salan üçüncü ülke Hindistan'dır. Hindistan, ABD ve özellikle Çin'e nazaran oldukça düşük düzeyde atmosfere karbon salınımı yapsa da yine de küresel karbon salınımının yaklaşık %6,5'ini gerçekleştirmektedir.

Tablo 6: 2013-2017 yılları arasında Hindistan'a ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	EMİSYON SEVİYESİ (%30)	EMİSYONLARI N GELİŞİMİ (%30)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%10)	VERİMLİLİK (%10)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2013	YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK
2014	YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA
2015	YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK
2016	YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK
2017	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	DÜŞÜK	YÜKSEK

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

Emisyon seviyesinde iyi bir ilerleme kaydeden Hindistan 2017 yılında bir düşüş yaşamıştır. Yenilenebilir enerji ve verimlilikteki düşük gelişim ve iklim politikalarındaki iyi gidişat emisyonların gelişimini olumlu yönde etkileyememiştir. Diğer bir deyişle uygulanan iklim politikaları istenen başarıyı yakalayamamıştır. Yine de Hindistan iklim değişikliği performans endeksi sıralamasında 2013 yılında 24. sıradayken 2017 yılına gelindiğinde 4 sıra yükselerek 20. sırayı almıştır (Climate Change Performance Index, 2024).

Tablo 7: 2018-2023 yılları arasında Hindistan'a ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	SERA GAZI EMİSYONLARI (%40)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%20)	ENERJİ KULLANIMI (%20)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2018	YÜKSEK	DÜŞÜK	YÜKSEK	ORTA
2019	YÜKSEK	ORTA	YÜKSEK	ORTA
2020	YÜKSEK	ORTA	YÜKSEK	YÜKSEK
2021	YÜKSEK	ORTA	YÜKSEK	YÜKSEK
2022	YÜKSEK	ORTA	YÜKSEK	YÜKSEK
2023	YÜKSEK	ORTA	YÜKSEK	ORTA

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

Tablo 7'den de görüldüğü gibi iklim politikalarında ve yenilenebilir enerji de olumlu yol kateden Hindistan'ın iklim değişikliğiyle mücadelede başarılı politikalar yürüttüğü söylenebilir. Hindistan'ın iklim değişikliği performans endeksinde 2023 yılında 8. sırada yer alması da bu durumu destekler niteliktedir (Climate Change Performance Index, 2024).

3.2.4 Rusya

Küresel karbon emisyonu sıralamasında dördüncü sırada olan Rusya'nın iklim değişikliği performans endeksi ile alakalı verileri tablo 8 ve tablo 9'da yer almaktadır.

Tablo 8: 2013-2017 yılları arasında Rusya'ya ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	EMİSYON SEVİYESİ (%30)	EMİSYONLARI N GELİŞİMİ (%30)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%10)	VERİMLİLİK (%10)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2013	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2014	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2015	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA
2016	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA
2017	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

Tabloya 8'e bakıldığında iklim politikasında 2015 yılından sonra olumlu bir değişimin meydana geldiği görülmektedir. Ancak verimliliğin, yenilenebilir enerjinin ve emisyon seviyesinin en düşük düzeyde olması iklim politikasında gerçekleşmiş olan minimal iyileşmenin çok yetersiz kalmasına neden olmuştur. Bu nedenle iklim değişikliğiyle mücadelede Rusya'nın performansının oldukça düşük olduğu söylenebilir. İklim değişikliği performans endeksinde 50'li sıralarda yer alması bu durumu destekler niteliktedir. Ancak CCPI sıralamasına bakıldığında Rusya'nın 2013-14-15 yıllarında 56. sıradayken 2016-17 yıllarına gelindiğinde 53. sıraya yükseldiği görülmektedir (Climate Change Performance Index, 2024). Bu durumun nedenleri arasında; iklim politikasında meydana gelen düşük düzeydeki iyileşme, Rusya'dan daha iyi performans gösteren ülkelerin 2016-17 yılında Rusya'ya göre daha düşük düzeyde iklim değişikliğiyle mücadele etmesi veya CCPI'inin kapsamına giren ülkelerin değişmesi olduğu söylenebilir.

Tablo 9: 2018-2023 yılları arasında Rusya'ya ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	SERA GAZI EMİSYONLARI (%40)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%20)	ENERJİ KULLANIMI (%20)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2018	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2019	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2020	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	DÜŞÜK
2021	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2022	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2023	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

Tablodan hareketle Rusya'nın CCPI'ini oluşturan her kategoride ya düşük ya da çok düşük düzeyde yer aldığı görülmektedir. Diğer bir deyişle Rusya'nın uyguladığı iklim değişikliğiyle mücadele politikaları yetersizdir. CCPI endeks değeri 29,85'ten 25,28'e ve sıralaması 53'ten 59'a gerilemiştir (Climate Change Performance Index, 2024).

3.2.5 Japonya

Küresel karbon salınımının yaklaşık %3,5'ini oluşturan Japonya'nın küresel iklim değişikliğiyle mücadelesinde iklim değişikliği performans endeksiyle alakalı veriler tablo 10 ve tablo 11'de yer almaktadır.

Tablo 10: 2013-2017 yılları arasında Japonya'ya ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	EMİSYON SEVİYESİ (%30)	EMİSYONLARIN GELİŞİMİ (%30)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%10)	VERİMLİLİK (%10)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2013	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2014	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2015	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2016	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2017	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

Dünyanın en gelişmiş ülkelerinden biri olan Japonya'nın iklim politikasında başarısız olduğu tablo 10'da görülmektedir. Yenilenebilir enerjide ilerleme kaydedilmiş olsa da verimliliğin ve emisyon seviyesinin düşük ve emisyonların gelişiminin yıllar itibarıyla başarısız olması küresel iklim değişikliğiyle mücadelede Japonya'nın geride kaldığını göstermektedir. Hatta CCPI sıralamasında Japonya 2013 yılında 47. sıradayken 2017 yılına gelindiğinde sondan bir önceki sıraya gelerek 60. olmuştur (Climate Change Performance Index, 2024).

Tablo 11: 2018-2023 yılları arasında Japonya'ya ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	SERA GAZI EMİSYONLARI (%40)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%20)	ENERJİ KULLANIMI (%20)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2018	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK
2019	DÜŞÜK	DÜŞÜK	DÜŞÜK	DÜŞÜK
2020	DÜŞÜK	DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK
2021	DÜŞÜK	DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK
2022	DÜŞÜK	DÜŞÜK	ORTA	DÜŞÜK
2023	DÜŞÜK	DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

2018 yılından itibaren iklim değişikliğiyle mücadele hususunda Japonya yüksek bir iyileşme gerçekleştirememiştir. 2023 yılı itibariyle iklim değişikliği performans endeksinde 40,85 puanla 50. sırada yer almıştır (Climate Change Performance Index, 2024).

3.2.6 Almanya

Atmosfere en çok karbon salınımı yapan altıncı ülke olan Almanya küresel karbon salınımının yaklaşık %2'sini oluşturmaktadır.

Tablo 12: 2013-2017 yılları arasında Almanya'ya ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	EMİSYON SEVİYESİ (%30)	EMİSYONLARIN GELİŞİMİ (%30)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%10)	VERİMLİLİK (%10)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2013	DÜŞÜK	ORTA	YÜKSEK	ORTA	YÜKSEK
2014	DÜŞÜK	ORTA	YÜKSEK	ORTA	ORTA
2015	DÜŞÜK	ORTA	YÜKSEK	ORTA	ORTA
2016	DÜŞÜK	DÜŞÜK	YÜKSEK	ORTA	YÜKSEK
2017	DÜŞÜK	DÜŞÜK	YÜKSEK	DÜŞÜK	YÜKSEK

Kaynak: climate change performance index, 2024.

Almanya, en düşük düzeyde olmasa da emisyon salınımı ve emisyonların gelişimi bakımından düşük düzeydedir. 2017 yılına kadar orta düzeyde ilerleyen verimliliği 2017 yılında düşük düzeye gerilemiştir. Bu olumsuz durumların yanında kısmen başarılı bir iklim politikası ve başarılı bir yenilenebilir enerji politikası bulunmaktadır. Tüm bunlar göz önüne alındığında Almanya küresel iklim değişikliğiyle mücadelede kısmi başarı göstermiştir. Ancak yenilenebilir enerjinin ve iklim politikasının iklim değişikliği performans endeksinde emisyon seviyesi ve emisyonların gelişimine nazaran etkisinin düşük olması olumlu iklim politikası ve yenilenebilir enerjiye rağmen CCPI'inde puanının ve sıralamasının düşmesine neden olmuştur. 2013 yılında 67,54 puanla 8. Sırada yer alan Almanya, 2017 yılında 56,58 puana düşerek 29. sıraya gerilemiştir (Climate Change Performance Index, 2024).

Tablo 13: 2018-2023 yılları arasında Almanya'ya ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	SERA GAZI EMİSYONLARI (%40)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%20)	ENERJİ KULLANIMI (%20)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2018	DÜŞÜK	YÜKSEK	DÜŞÜK	ORTA
2019	DÜŞÜK	ORTA	DÜŞÜK	ORTA
2020	ORTA	ORTA	ORTA	YÜKSEK
2021	ORTA	ORTA	ORTA	YÜKSEK
2022	YÜKSEK	ORTA	ORTA	ORTA
2023	YÜKSEK	ORTA	ORTA	ORTA

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

Yenilenebilir enerji ve iklim politikalarının yıllara göre orta veya yüksek düzeyde olması Almanya'nın CCPI'inde üst sıralara taşınmasına ve böylelikle iklim değişikliğiyle mücadelede daha iyi performans sergilemesine neden olmuştur. Bu noktadan hareketle; Almanya CCPI sıralamasında 2018 yılında 22. sıradayken 2023 yılına gelindiğinde 16. sıraya yükselmiştir (Climate Change Performance Index, 2024).

3.2.7 Kore

Yaklaşık %1,6 değerle küresel karbon salınımında yedinci sırada yer alan Kore'nin iklim değişikliği performans endeksi ile alakalı veriler tablo 14 ve tablo 15'te yer almaktadır.

Tablo 14: 2013-2017 yılları arasında Kore'ye ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	EMİSYON SEVİYESİ (%30)	EMİSYONLARIN GELİŞİMİ (%30)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%10)	VERİMLİLİK (%10)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2013	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	DÜŞÜK	YÜKSEK
2014	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK
2015	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK
2016	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK
2017	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

Kore'nin emisyon seviyesi, emisyonların gelişimi ve verimlilik kategorilerinde çok düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Yenilenebilir enerjide orta düzeyden iyi düzeye geçmesine rağmen iklim politikasında yüksek düzeydeyken orta düzeyi atlayıp direkt olarak düşük düzeye gerilemiştir. Yıllar itibariyle iyileşme sadece yenilenebilir enerjide gerçekleşmiştir. Yenilenebilir enerjinin iklim değişikliği performans endeksi hesaplanmasındaki payının %10 olduğu dikkate alındığında Kore'nin iklim değişikliğiyle mücadelede 2013 yılından 2017 yılına gelindiğinde daha başarısız olduğu tablo 14'ten görülmektedir. Tablo 14'ten elde edilen bu yorumu Kore'nin iklim değişikliği performans endeksi de desteklemektedir. CCPI ile Kore, 2013 yılında 49,93 puanla 51. sırada yer alırken 2017 yılında 38,11 puanla 58. sırada yer almıştır (Climate Change Performance Index, 2024).

Tablo 15: 2018-2023 yılları arasında Kore'ye ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	SERA GAZI EMİSYONLARI (%40)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%20)	ENERJİ KULLANIMI (%20)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2018	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK
2019	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	ORTA
2020	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	ORTA
2021	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA
2022	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK
2023	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

2018 yılı itibariyle Kore hem sera gazı emisyonları hem de enerji kullanımı kategorilerinde en düşük düzeydedir. Bunun yanı sıra iklim politikası ve yenilenebilir enerji kategorilerinde de performansı düşmüştür. Yenilenebilir enerjinin ve iklim politikalarının kapsamı daraldıkça sera gazı salınımlarını azaltma potansiyelleri de ortadan kaybolmakta ve küresel iklim değişikliğiyle mücadelede başarısız olunmaktadır. İklim değişikliğiyle mücadele kapsamında ülkelerin performansını ölçen CCPI Kore'de 2018 yılında 25,01 değerindeyken 2023 yılında 24,91'e gerilemiş ve Kore 2023 yılında 2018 yılına göre 2 sıra gerileyerek 60. sırada yer almıştır (Climate Change Performance Index, 2024).

3.2.8 İran

Küresel karbon salınımlarında sekizinci sırada yer alan İran'ın 2013-2023 yılları arasında iklim değişikliğiyle mücadelede gösterdiği performansı tablo 16 ve tablo 17'de yer almaktadır.

Tablo 16: 2013-2017 yılları arasında İran'a ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	EMİSYON SEVİYESİ (%30)	EMİSYONLARIN GELİŞİMİ (%30)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%10)	VERİMLİLİK (%10)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2013	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2014	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2015	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK
2016	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA
2017	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

2013 yılında 35,81 puanla 60., 2014 yılında 37,81 puanla 59., 2015 yılında 40,99 puanla 57., 2016 yılında 43,33 puanla 54. ve 2017 yılında 43,05 puanla 56. sırada yer alan İran'ın verimliliği, emisyonların gelişimi ve yenilenebilir enerjisi en düşük düzeydedir. (Climate Change Performance Index, 2024).

Tablo 17: 2018-2023 yılları arasında İran'a ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	SERA GAZI EMİSYONLARI (%40)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%20)	ENERJİ KULLANIMI (%20)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2018	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK
2019	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK
2020	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ORTA
2021	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK
2022	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA
2023	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

2018 yılı itibariyle sera gazı emisyonları, yenilenebilir enerji ve enerji kullanımı genel olarak en düşük düzeydedir. İklim politikası ise dalgalı seyrine rağmen düşük düzeydedir. Yenilenebilir enerjinin katkısının çok düşük düzeyde olduğu bir ülkede kullanılan enerji kaynakları genel olarak sera gazı salar ve bu salınımı da küresel ısınmayla sonuçlanır. Ayrıca ülkenin iklim değişikliğiyle mücadele edecek bir iklim politikası söz konusu değilse de ülkenin iklim değişikliği performans endeksi ve sıralaması da geriler. Benzer durum İran'da yaşanmıştır. 2018 yılında iklim değişikliği performans endeksi ülke sıralamasında 59. sırada olan İran 2023 yılında 63. sırada yer almıştır (Climate Change Performance Index, 2024).

3.2.9 Kanada

Karbon salınımı açısından dokuzuncu sırada yer alan Kanada'nın iklim değişikliğiyle mücadelesini gösteren iklim değişikliği performans endeksi ile alakalı veriler tablo 18 ve tablo 19'da değerlendirilmiştir.

Tablo 18: 2013-2017 yılları arasında Kanada'ya ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	EMİSYON SEVİYESİ (%30)	EMİSYONLARI N GELİŞİMİ (%30)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%10)	VERİMLİLİK (%10)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2013	ÇOK DÜŞÜK	YÜKSEK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2014	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2015	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2016	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ORTA
2017	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

Tablo 18'den hareketle; Kanada'nın emisyon seviyesinin çok düşük, emisyonlarının gelişiminin orta, yenilenebilir enerjinin genel itibariyle çok düşük, verimliliğin genel olarak düşük ve iklim politikasının da genel olarak çok düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Kanada'nın iklim politikasının ve yenilenebilir enerjisinin düşük düzeylerde olması emisyon salınımının azalmamasına ve bu durumun da CCPI'inde Kanada'nın listenin son sıralarında yer almasına neden olmaktadır. Bu noktadan hareketle Kanada'nın 2013 yılından 2017 yılına gelindiğinde 3 sıra ilerleme kaydetmiş olmasına rağmen hala 55. sırada yer alıyor olması iklim değişikliğiyle mücadelede kısmen başarısız olduğu anlamına gelmektedir (Climate Change Performance Index, 2024).

Tablo 19: 2018-2023 yılları arasında Kanada'ya ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	SERA GAZI EMİSYONLARI (%40)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%20)	ENERJİ KULLANIMI (%20)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2018	ÇOK DÜŞÜK	ORTA	ÇOK DÜŞÜK	ORTA
2019	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA
2020	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA
2021	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA
2022	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK
2023	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

Kanada, 2018 yılından 2023 yılına gelindiğinde sera gazı emisyonlarında, yenilenebilir enerjide ve enerji kullanımında çok düşük düzeydedir. İklim politikalarında ise genel olarak orta düzeydedir. Sadece iklim politikalarında orta düzeyde olması kalan kategorilerdeki açığı kapatamamakta ve Kanada'nın iklim değişikliğiyle mücadelesinde başarıya ulaşmasını sağlayamamaktadır. Kanada iklim değişikliği performans endeksinde 2023 yılı itibariyle 26,47 puanla 58. sırada diğer bir deyişle listenin sonlarında yer almakta ve küresel iklim değişikliğiyle başarılı bir şekilde mücadele edememektedir (Climate Change Performance Index, 2024).

3.2.10 Suudi Arabistan

Küresel karbon emisyonunda onuncu sırada yer alan Suudi Arabistan atmosfere salınan karbonun yaklaşık %1,5'ini oluşturmaktadır. Suudi Arabistan'ın iklim değişikliğiyle mücadelede iklim değişikliği performans endeksi ile alakalı veriler tablo 20 ve tablo 21'de yer almaktadır.

Tablo 20: 2013-2017 yılları arasında Suudi Arabistan'a ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	EMİSYON SEVİYESİ (%30)	EMİSYONLARI N GELİŞİMİ (%30)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%10)	VERİMLİLİK (%10)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2013	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2014	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2015	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2016	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2017	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

Tablo 20'ye göre, Suudi Arabistan bütün kategorilerde çok düşük düzeydedir. Küresel iklim değişikliğiyle mücadelede iklim politikası ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yetersiz olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. İklim değişikliği performans endeksi ülke sıralamasında 2013 yılından 2017 yılına kadar her yıl son sırada yer almıştır (Climate Change Performance Index, 2024).

Tablo 21: 2018-2023 yılları arasında Suudi Arabistan'a ait CCPI'ini oluşturan kategoriler

	SERA GAZI EMİSYONLARI (%40)	YENİLENEBİLİR ENERJİ (%20)	ENERJİ KULLANIMI (%20)	İKLİM POLİTİKASI (%20)
2018	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2019	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2020	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ORTA
2021	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK
2022	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK
2023	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK	ÇOK DÜŞÜK	DÜŞÜK

Kaynak: Climate change performance index, 2024.

2018 yılından 2023 yılına kadar yenilenebilir enerji ve iklim politikasında zaman zaman iyileşmeler olsa da sera gazı emisyonları ve enerji kullanımında hala çok düşük düzeydedir. Bu noktadan hareketle Suudi Arabistan'ın küresel iklim değişikliğiyle mücadelede CCPI açısından kapsama dahil olan ülkeler arasında en düşük başarıya sahip ülke olduğu söylenebilir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Dünyanın yörüngesel hareketleri sonucu meydana gelen kaymalar, yerküreyi meydana getiren levhaların birbiri itmesi sonucunda dağ veya yükseltilerin oluşması, büyük volkanik faaliyetler, deprem gibi yeryüzü hareketleri, nüfusun hızla artışı, çarpık kentleşme, ormansızlaşma ve buna bağlı olarak yağış miktarının azalması, arazilerin yanlış kullanımı ve enerji üretim ve tüketiminin hızla artması atmosferde bulunan sera gazlarının artmasına ve bu durum da küresel iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Özellikle insan faaliyetleriyle gerçekleştirilen kömür, petrol ve doğal gaz gibi karbon bazlı fosil yakıtların kullanımı atmosferdeki karbon miktarını artırmakta ve yeryüzünün olması gerekenden daha fazla ısınmasına neden olmaktadır.

Atmofere en yüksek karbon salınımı gerçekleştiren ülke Çin'dir. Çin'in iklim değişikliği performans endeksinde son 10 ülke arasında olduğu bilinmektedir. İklim değişikliği performans endeksinin oluşturduğu alt

kategoriler ve göstergeler dikkate alındığında Çin'in sadece ulusal ve uluslararası iklim politikalarında yüksek başarı gösterdiği ancak gösterilen bu yüksek başarının küresel iklim değişikliğine etkisini gözle görülür biçimde değiştirmedeği söylenebilir.

2013 yılından 2020 yılına gelindiğinde karbon emisyon değeri ve oranı düşse de hala çok yüksek olan ABD, yenilenebilir enerji ve iklim politikalarında genel olarak bir başarı yakalayamamıştır. Bu durum ABD'nin iklim değişikliği performans endeksinde Çin gibi son sıralarda yer almasına sebep olmuştur.

Karbon emisyon sıralamasında atmosfere en çok karbon salınımı yapan üçüncü ülke Hindistan'dır. Ancak Çin ve ABD'nin aksine Hindistan'ın karbon emisyonunda payı ortalama %6,5 civarındadır. İklim değişikliği performans endeksinin alt kategorilerinden iklim politikalarında ve yenilenebilir enerjide Hindistan diğer ülkelere göre iyi durumdadır. Hindistan'ın iklim değişikliği performans endeksinde 2023 yılında 8. sırada olması uygulanan politikalarda başarı gösterdiğinin kanıtıdır. Uygulanan politikalar çerçevesinde başarı gösteren bir diğer ülke ise Almanya'dır. Almanya yenilenebilir enerji ve iklim politikalarında genel olarak orta düzeyde bir başarı göstermiş ve 2023 yılında 16. sıraya yükselmiştir.

Rusya'nın karbon salınımını azaltmak ve iklim değişikliği üzerindeki olumsuz etkisini ortadan kaldırmak adına başarıyla uyguladığı bir iklim politikası ve yenilenebilir enerji kaynaklarının bulunmadığı iklim değişikliği performans endeksinin oluşturan alt kategorilerin durumundan anlaşılmaktadır. Rusya gibi özellikle Suudi Arabistan ve İran'ın da yenilenebilir enerji ve iklim politikaları başarısızdır. Suudi Arabistan hem yenilenebilir enerjide hem de iklim politikalarında çok düşük düzeydedir ve bu durum Suudi Arabistan'ın iklim değişikliği performans endeksinde ele alınan yıllarda genelde neden son sırada olduğunu ispatlar niteliktedir. İran ise yenilenebilir enerji de çok düşük seviyede ve iklim politikasında düşük seviyede yer almaktadır. Geriye kalan Japonya, Kore ve Kanada'da da durum çok fazla değişmemektedir. Yenilenebilir enerjide Japonya genel olarak düşük, Kore orta ve Kanada da çok düşük düzeydedir. İklim politikalarına bakıldığında Japonya'nın çok düşük, Kore'nin 2013'lü yıllarda yüksek olmasına rağmen 2023 yılına gelindiğinde düşük ve Kanada'nın da çok düşük seviyeden orta seviyeye geldiği görülmektedir.

Dünya çapında küresel sera gazı emisyonlarının %90'ından fazlasını kapsayan 59 ülkenin ve Avrupa Birliği'nin iklim koruma performansını gözlemlemek ve yıllar itibariyle ilerlemenin karşılaştırılabilirliğini sağlamak amacıyla hesaplanan iklim değişikliği performans endeksinde göre çok yüksek başarı sergileyen ve sıralamanın ilk üçüne giren ülke bulunmamaktadır. En çok karbon salınımı yapan 10 ülke arasından Hindistan iklim değişikliği performans endeksinde 2023 yılı itibariyle 8. sırada ve Almanya'da 16. sırada yer almış ve diğer 8 ülkeye nazaran daha çok iklim koruma performansı sergilemiştir. Ancak bu iki ülkenin de çok yüksek iklim koruma performansı sergilemek adına diğer sekiz ülke gibi uygulaması gereken politikalar bulunmaktadır. Bu noktadan hareketle bu on ülkenin atacağı ilk adım; karbon salınımını azaltmaktır. Bu amaca ulaşmak için ülkeler petrol, doğal gaz ve kömür gibi karbon bazlı gazların kullanımını azaltmalıdır. Bu çerçevede; bireysel araç kullanımını azaltmak, seyahatlerde toplu taşımayı kullanmak, enerji tasarrufu sağlayacak ürünler tercih etmek, kullanılan araçların elektrikli olmasına dikkat etmek ve geri dönüşüm ve atık yönetimine önem vermek atılabilecek adımlardandır. Ayrıca karbon salınımının azaltılması hususunda kamu tarafından çevre vergileri adı altında, kullanılan fosil yakıtları vergilemek adına fosil yakıt vergileri ve motorlu taşıtlar vergisi, özel tüketim vergisi ve katma değer vergisini kapsayan dolaylı çevre vergileri gibi birtakım mali politikalar da uygulanması gerekmektedir.

İkinci adım ise; yenilenebilir enerji kaynaklarını artırmaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde fosil yakıt kullanımı azalacak ve böylece atmosfere yayılan karbon salınımı da azalacaktır.

Son olarak hem ulusal hem de uluslararası iklim politikalarının gerçekleştirilmesidir. Çarpık kentleşmenin ve arazilerin yanlış kullanımının önüne geçilmesi, bireylerin iklim değişikliği hususunda bilinçlendirilmesi, yeşil alanların yok edilmemesi ve suyun ve doğal kaynakların israf edilmeden kullanımının desteklenmesi gibi birçok politika uygulanabilir. Ancak iklim politikalarının uygulanabilmesi için öncelikle ülkelerin iklim değişikliğinin farkında olması ve bu durumun önüne geçmeyi amaçlaması gerekmektedir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği sadece ulusal değil ulus ötesi bir sorundur. Her ülkenin hem ulusal hem de uluslararası arenada iklim değişikliğiyle mücadele etmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Akın, G. (2006). Küresel ısınma, nedenleri ve sonuçları. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 46(2), 29-43.
- Berlie, A. B. (2018). Global warming: a review of the debates on the causes, consequences and politics of global response. *Ghana Journal of Geography*, 10(1), 144–164
- Büyükaşahin, F. (2018). Antropojenik etkiler ile havanın kirletilmesi ve iklim değışikliği. *Uluslararası İnsan Çalışmaları Dergisi / International Journal of Human Studies*, 1, 13-24
- Climate Change Performance Index, (CCPI) (2024). CCPI Methodology. <https://ccpi.org/methodology/> (E.T.:22.01.2024).
- Climate Change Performance Index, (CCPI) (2024). Yıllar İtibariyle İklim Değişikliği Performans Endeksi Raporları. <https://ccpi.org/downloads/> (E.T.:22.01.2024).
- Edemen, M, Engin, V., Boynukara, E., Narin, E., Yalçın, M., Küçükilhan, H., Kuş, H., Tutar, M. & Kavlak, A. (2023). Küresel ısınma, küresel ısınmanın nedenleri ve sonuçları dünya ve Türkiye üzerine olası etkileri. *Uluslararası Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Dergisi*, 10(91), 37-48.
- EURONEWS, (2015), “Sanayi Devriminin En Kötü Sonucu: Sera Gazı Salınımı”, <http://tr.euronews.com/2015/06/26/sanayi-devrimi-nin-en-kotu-sonucu-sera-gazi-salinimi/>, 14.02.2024.
- Hekimoğlu, B. & Altındeğer, M. (2008). Küresel ısınma ve iklim değışikliği. Samsun İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayını. https://samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Kitaplarimiz/kuresel_isinma_ve_iklim_degisikligi.pdf (E.T.:13.02.2024).
- İklim Değişikliği Başkanlığı (2024). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, İklim Değişikliği Tanımı. <https://iklim.gov.tr/sss/temel-kavramlar> (E.T.:13.02.2024).
- Keskin, A. (2019). CO2 emisyonunu etkileyen faktörler: Avrupa Birliği örneği. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*, 6(5), 361-370.
- World Bank (WB), (2024). Data Bank, World Development Indicators, Emissions, CO’ 2 Emissions (kt). <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> (E.T.:22.01.2024).
- Yağcıoğlu, P. & Demir, Ö. (2017). Atıksu arıtma tesisleri için iklim değışikliğine ve sera etkisine genel bir bakış. *Uludağ üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 22(3), 235-250.

20 KASIM 2023 BATMAN SELİNİN METEOROLOJİK ANALİZİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN YAĞIŞ ŞARTLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Mehmet Emin Dinç

Siirt Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü

m.emindinc@gmail.com

Serkan Sabancı

Siirt Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü

sabanciserkan@gmail.com

ÖZET: Batman’da meteorolojik rasatların ölçüme başladığı 1959 yılından günümüze kadar incelenen veriler ve DSİ kayıtlarına göre birçok sel olayı yaşanmıştır. Bölgede sel felaketleri ara ara yaşansa da son yıllarda sayılarında önemli artışlar gözlemlenmiştir. 20 Kasım afetine benzer bir felaket 2006 yılının yine Kasım ayında görülmektedir. 1 Kasım’da 30 mm olan yağış, 2 Kasım’da 57 mm ölçülmüştür. En son olarak 20 Kasım 2023’te meydana gelen afette Seyitler mahallesinde aynı aileden 4 kişi hayatını kaybetmiştir. Tabii bu sel felaketleri bir meteorolojik afet gibi görünse de coğrafi faktörleri de dikkatlice izlemek gerekir. Şehrin ya da mahallelerin kurulduğu alanların yanlışlığı bu afetlere davetiye çıkartmaktadır. 19 Kasım’da başlayan şiddetli yağışlar, 20 Kasım’da zirveye ulaşmış, neredeyse m²’ye 95 kg yağış düşmüştür. 19 Kasım’da 59,7 mm olan yağış, 20 Kasım’da 14,8 mm olarak kaydedilmiştir. Batman’ın yıllık yağış toplamının 468,4 mm, Kasım ayı yağışlarının toplam ortalamasının yaklaşık 20 ile 40 arası olduğunu düşünecek olursak, neredeyse yıllık yağışın % 16’sı birkaç saatte düşmüştür. Bu gibi durumların iklim değişikliğine bağlı olarak sık sık yaşanacağını düşünecek olursak, şehirlerimizi ve altyapılarını bu durumlara hazırlıklı hale getirmeliyiz.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Yağış, Topografya, Sel

METEOROLOGICAL ANALYSIS OF THE 20 NOVEMBER 2023 BATMAN FLOOD AND THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON PRECIPITATION CONDITIONS

ABSTRACT: According to the DSI records and data obtained from the meteorological observations began to be measured since 1959 in Batman , many flood events have occurred. Although flood disasters occur occasionally in the region, significant increases in their numbers have been observed in recent years. A disaster similar to the November 20 disaster was also seen in November 2006. The rainfall, which was 30 mm on November 1, was measured as 57 mm on November 2. Most recently, in the disaster that occurred on November 20, 2023, 4 people from the same family lost their lives in Seyitler neighborhood. Of course, although these floods may seem like a meteorological disaster, it is necessary to carefully monitor geographical factors. The wrong areas where the city or neighborhoods are built invites these disasters. Heavy rains, which started on November 19, reached their peak on November 20, with almost 95 kg of precipitation per m². The rainfall, which was 59.7 mm on 19 November, was recorded as 14.8 mm on 20 November. If we consider that Batman's annual precipitation total is 468.4 mm and the total average of November precipitation is approximately 20 to 40 mm, almost 16% of the annual precipitation fell in a few hours. Considering that such situations will occur frequently due to climate change, we must prepare our cities and their infrastructures for these situations.

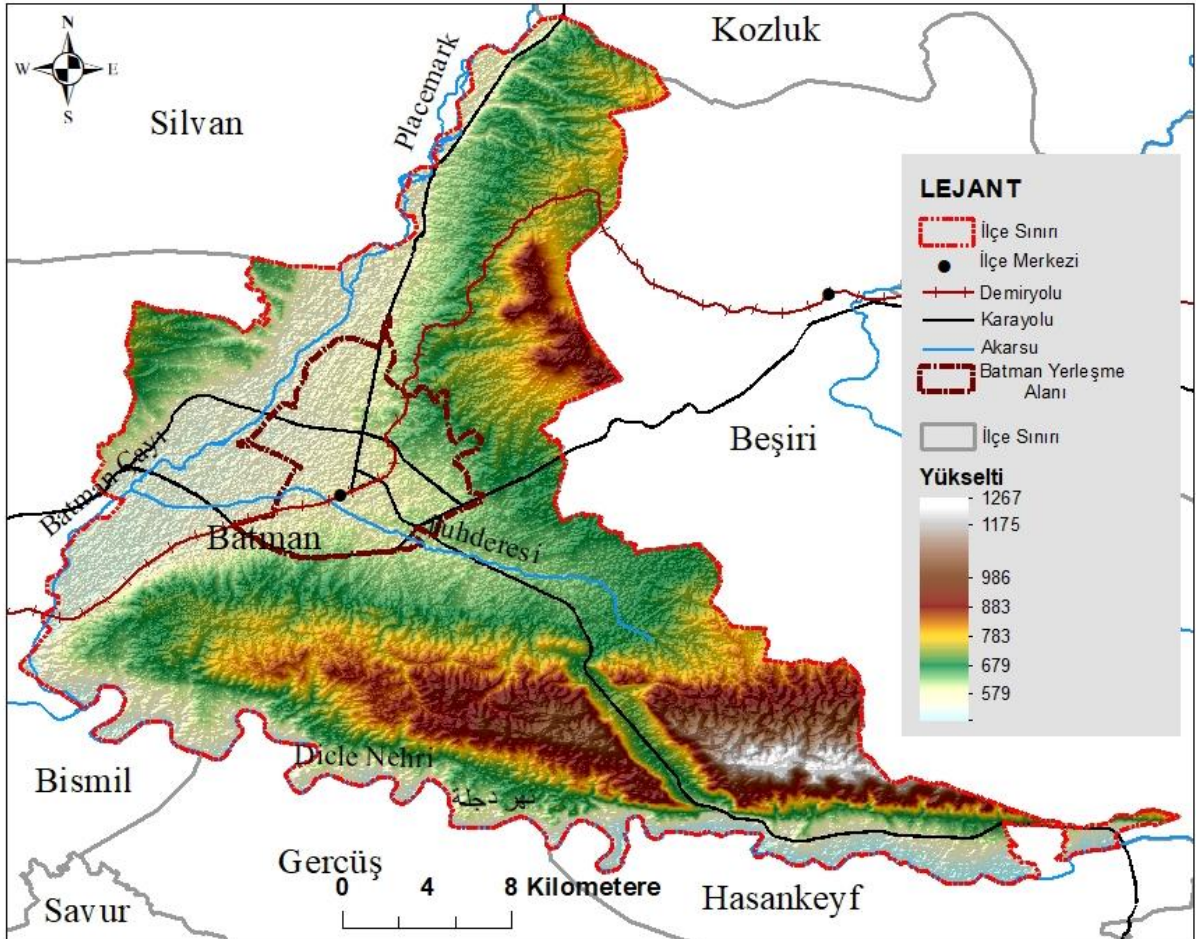
Key Words: Climate Change, Precipitation, Topography, Flood

GİRİŞ

İklim dinamik bir süreç olup, iklimlerde meydana gelen değişimler son çeyrek asırda dünya gündemini etkileyen önemli başlıklardan biri olmuştur. Fosil yakıtların yoğun bir şekilde kullanılması, ormanların yok edilmesi, yanlış arazi kullanımı ve sanayi faaliyetleri ile atmosfere salınan sera gazlarının hızla artması iklimde meydana gelen değişimi hızlandırmaktadır. İklimde meydana gelen değişim, sosyal, ekonomik, çevresel ve

biyolojik hayatı doğrudan etkilemektedir. İklim değişikliği etkilerinin şehrîsel alanlarda da yoğun bir şekilde hissedildiği görülmektedir. 1970'li yıllardan itibaren yapılan birçok araştırma da Akdeniz makro iklim kuşağı, subtropikal kuşak, orta kuşak ve çevresinde yağışlar da düşüş gözlemlenirken, ani ve sağanak yağışlara bağlı afetlerde gözle görülür artışlar tespit edilmiştir. Şehirlerin çarpık büyümesi ve alt yapı yetersizlikleri de sel ve taşkınların sayısında artış meydana getirmiştir. Türkiye'yi kuzeyden ve güneyden birçok hava kütlesi etkilemektedir. Bunlardan; maritim polar (mP), kontinental polar (cP), maritim tropikal (mT) ve kontinental tropikal (cP) hava kütlelerine bağlı olarak cephe hareketleri ve değişken hava olayları sıkça görülmektedir (Erol, 2004; Türkeş, 2010). Su yılı başlangıcı olan Ekim ayı ile genellikle Nisan ve Mayıs aylarına kadar bölgede etkili olan hava kütlelerinin bağlı cephe sistemleri ve alçak basınç oluşumları bölgede hâkim olup, bunun sonucunda özellikle kış ve ilkbahar mevsimlerinde bölgede taşkına bağlı afetleri sık sık görmekteyiz. Çalışma sahası olan Batman; Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Diyarbakır Havzası'nın güneydoğu bölümünde yer alan ve petrole bağlı olarak 1970'lerde kurulup gelişen bir şehirdir (Şekil 1).

Bölgede cephe sistemlerine bağlı olarak sık sık sağanak yağışları görülmektedir. Çalışma sahası aynı zamanda Güneydoğu Torosların etkisiyle orografik yağışlara da maruz kalmaktadır (Sunar & Tonbul, 2009; Karadoğan & Kavak, 2017). Batman 1955 yılında işletmeye açılan Türkiye'nin ilk petrol rafinerisidir (URL 1). Petrole bağlı olarak kurulan ve gelişen bu şehir, morfolojik açıdan taşkın ve sellere davetiye çıkarmaktadır. Şehrîn ekonomik olarak gelişmesiyle, sürekli göç almış ve sanayisi hızla büyümüştür. Kıra dağı ve Raman dağları arasında kuzey-güney doğrultulu Batman çayı taraçaları üzerinde gelişen şehir adeta sellere davetiye çıkarmaktadır. Birçok mahallesi, İluh deresinin taşkın yatakları üzerinde büyümeye devam etmektedir. Cephe ve orografik yağışların özellikle kış ve bahar mevsimlerinde etkili olması, jeomorfolojik yapı ve altyapı eksiklikleri sürekli taşkınlara neden olmaktadır.



Şekil 1: Çalışma sahasının lokasyon haritası

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Bu çalışmada amaç 19-20 Kasım 2023 tarihlerinde meydana gelen sel felaketinin meteorolojik analizini ve sağanak yağışların sebep ve sonuçlarını değerlendirmektir. Çalışma için bölgede sel felaketinin hemen akabinde arazi çalışmaları yapılmış ve sahaya bu zaman diliminde düşen yağışların analizi yapılmıştır.

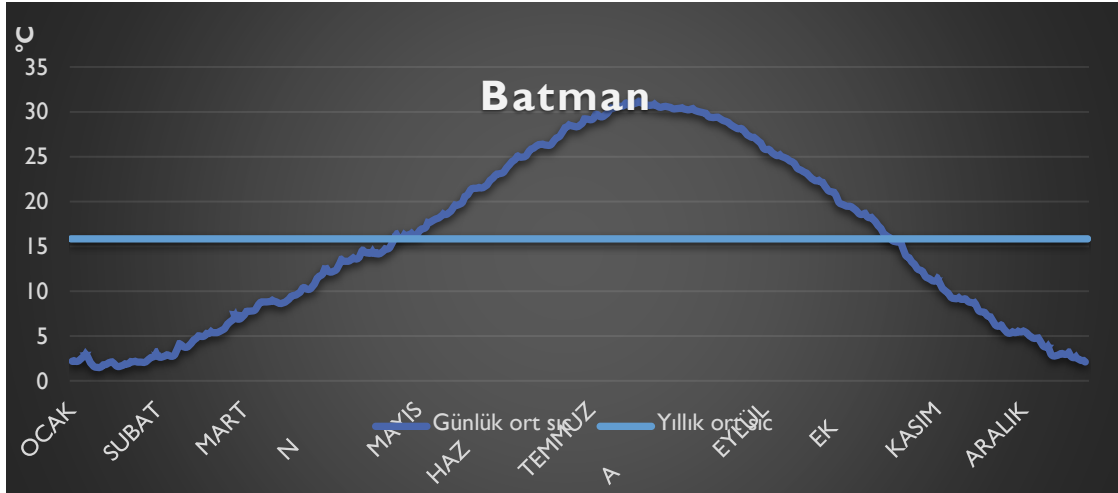
Türkiye’de daha önce meydana gelen bazı taşkınlar ve çalışmalar incelenmiştir (Ertek, 1995, Turoğlu & Özdemir, 2005; Ecer, 2007; Tobul & Sunkar, 2011).

1. Materyal ve Metod

Batman’da 2023 yılında meydana gelen maddi ve can kayıplarıyla sonuçlanan sel olayının sebep ve sonuçlarını araştırmak için selin hemen akabinde Batman şehir merkezindeki mahallelere gidilmiş, incelemeler yapılmış ve fotoğraflar çekilmiştir. Bölgenin 1959-2023 yılları arası sıcaklık ve yağış verileri Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden istenmiş ve bunların analizleri ve grafikleri hazırlanmıştır. Uzun yıllık ortalamalar ve günlük veriler değerlendirilerek, Thorthwaite su bilançosu ve de Martonne kuraklık analizi değerlendirilmiştir. Ayrıca ArgGIS 10.4.1 yazılımı kullanılarak sahanın topografya haritası yapılmıştır. Tüm bu analizler ve arazi çalışmaları neticesinde bölgede meydana gelen son taşkın ve eski taşkınların sebep ve sonuçları analiz edilmiştir.

2. 20 Kasım 2023 Batman Selinin Meteorolojik Analizi ve Gözlemler

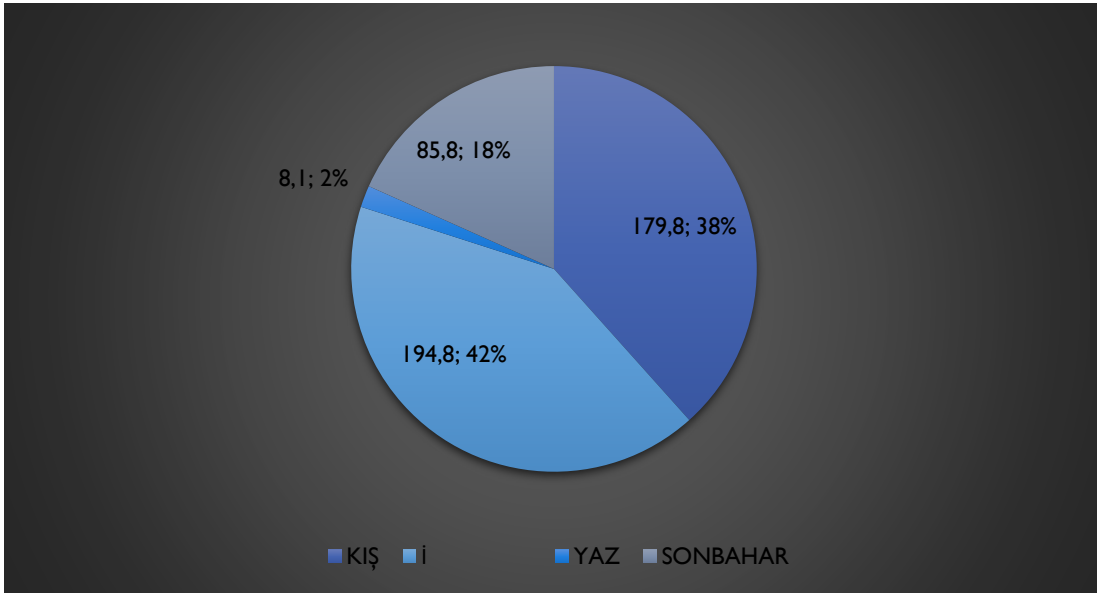
Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan Batman Şehri, *Akdeniz ikliminin yarı kurak stepik tipi* olarak adlandırılabilir bir geçiş iklimi özelliği göstermektedir (Erinç, 1996;6). Akdeniz gibi yazları sıcak ve kurak iken kışlar kısa ve belirgin bir şekilde yaşanmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklık 16,8°C iken, en düşük sıcaklık ortalaması Ocak ayında 3,2°C’dir. Yıllık amplitüd ise 28,3°C’dir. (Şekil 2). Uzun yıllık sıcaklık frekans aralığı ise 38,8 °C’dir.



Şekil 2: Batman Sıcaklık Ortalama Grafiği (1959-2023).

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Batman İlinin Bulunduğu Türkiye'nin güneydoğu kesimleri yaz mevsiminde güney sektörlü sıcak (tropikal) hava kütesinin etki alanına girmektedir. Suriye ve Arabistan üzerinden gelen Sıcak(tropikal) hava kütesi sıcak ve kuru hava şartlarının meydana gelmesine neden olmaktadır. Kasımdan Nisan ayına kadar ise kuzey sektörlü soğuk (polar) hava kütesinin etkisine girmektedir. Polar hava kütleyle tropikal hava kütesi Akdeniz üzerinde karşılaşarak Akdeniz cephe sistemini meydana getirmektedir. Akdeniz cephe sistemi, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bozulmuş bir şekilde görülmektedir. Bu nedenle Batman ilinde yağışların büyük bölümü ilkbahar ve kış aylarında düşmektedir (Şekil 3).

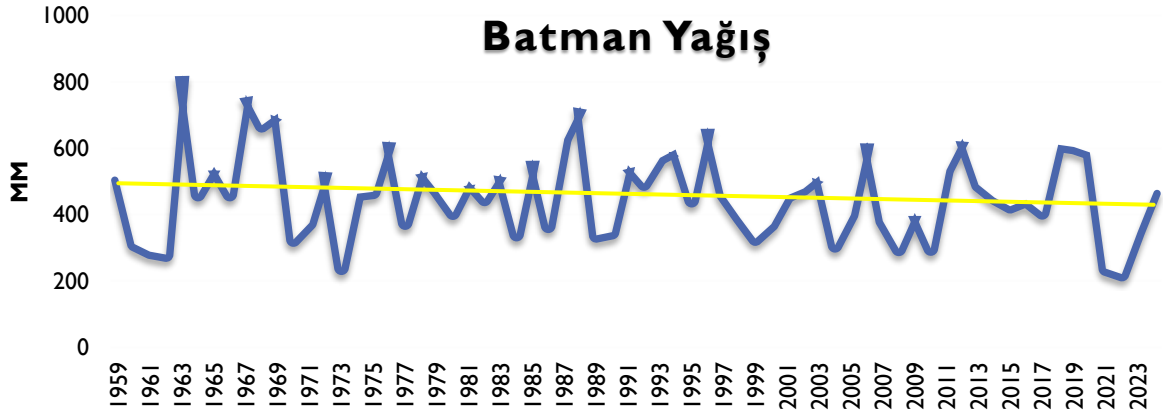


Şekil 3: Batman'da Yağışın Mevsimlere Göre Dağılışı

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Akdeniz ikliminden farklı olarak karasal etkilere bağlı olarak en çok yağışın ilkbahar aylarına düştüğü görülmektedir. Koçman (1993)'a göre bu özelliğiyle "Gecikmiş Akdeniz Yağış Rejimi" hâkimdir. Batman'ın uzun yıllar yağış toplam ortalamasını incelediğimizde yıllık yağış miktarında azalma eğiliminin olduğu görülmektedir. Bu da daha önce Akdeniz havzasında yağışla ilgili yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir. Buna rağmen 1970'li yıllardan itibaren Batman'da sel ve taşkın olaylarının arttığı, ciddi can ve mal kayıplarına sebep olduğu anlaşılmaktadır. Sel ve taşkınlardaki artışın iklimde meydana gelen değişimin ve sahanın jeomorfolojik yapısının etkili olduğu görülmektedir. Son yıllarda Akdeniz havzası başta olmak üzere orta kuşakta sağanak yağışların arttığı gözlemlenmiştir. Bu durumda sel ve taşkınların sayısında artışa neden olmaktadır. Gerçekleşen iklim değişikliğiyle beraber şehirlerde daha fazla sağanak yağışların gerçekleşeceği öngörülmektedir (Şekil 4). Ülkemizde de önemli bir gündem maddesi olarak karşımıza çıkmaktadır. 15 Mart 2023 yılında Adıyaman-Şanlıurfa'yı etkileyen sel felaketinde 21 vatandaşımız hayatını kaybetmiştir. 13 Şubat 2024 tarihinde Antalya'da 3 aylık yağış 24 saatte düşmüş ve yaşanan sel ve taşkında 1 vatandaşımız hayatını kaybetmiştir. Bunun dışında her sene mutlaka önemli birkaç sel ve taşkınla karşılaşmaktayız. Bunlar ciddi can ve mal kaybına neden olmaktadır.

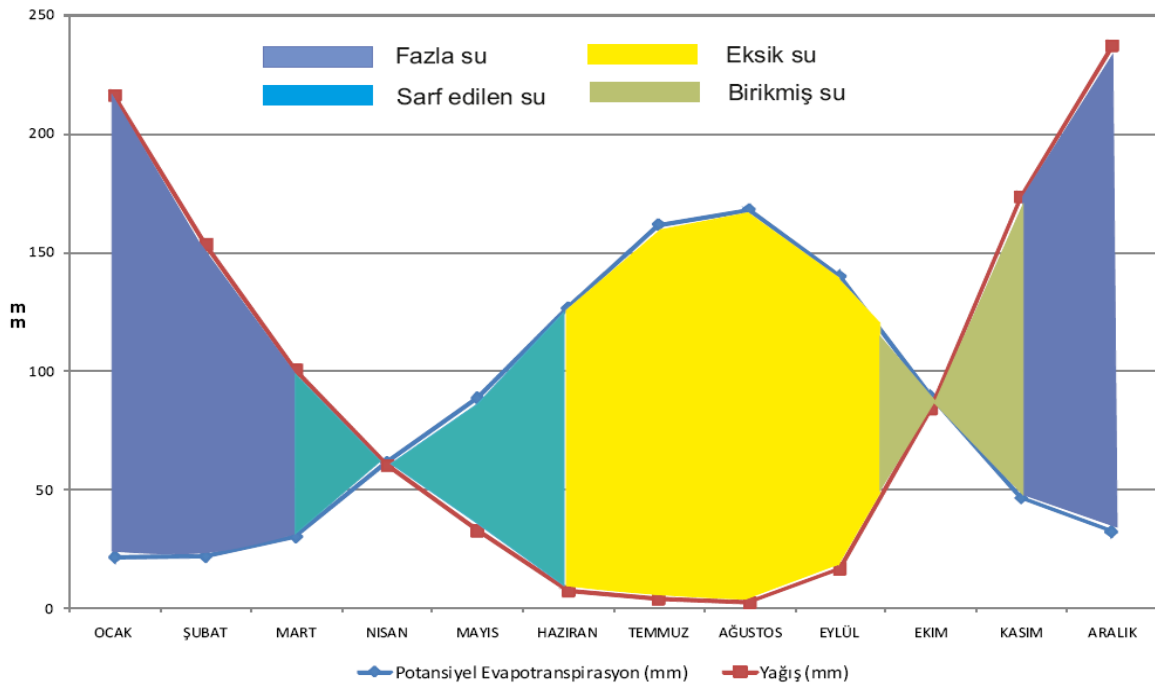
Batman'da gerçekleşen sel felaketleri incelendiğinde günlük maksimum yağışın düştüğü günler dışında kısa süreli sağanak yağışların sel oluşturduğu gözlemlenmiştir. Batman'daki yağış verileri incelendiğinde 1999 Nisan ayında bir günde 69,2 mm'lik yağış ölçülmüştür. Ancak bu maksimum yağışta kayda geçen bir taşkın olayı yoktur. Ancak 2006 yılında 31 Ekim-1 Kasım'da gerçekleşen sel felaketinde maksimum yağıştan ziyade kısa süreli yoğun sağanak yağışın sel ve taşkın meydana getirdiği görülmüştür. Batman'da 31 Ekim-1 Kasım 2006 tarihinde 18.30-18.45 saatleri arasında 15 dakikada düşen 16 mm'lik yağış sel ve taşkın oluşturmuştur. Benzer bir şekilde 19-20 Kasım 2023 sel ve taşkınında kısa süreli sağanak yağışın etkili olduğu görülmektedir. 20.00-21.00 arasında 36,4 mm'lik yağış ölçülmüştür. Meteoroloji verilerine göre saatlik yağışlar değerlendirildiğinde 1958-2023 yılları arasında saatlik düşen en fazla yağışa denk geldiği görülmektedir. Bu yüzden sel ve taşkın araştırmalarında günlük maksimumdan ziyade saatlik veya 15 dakikalık periyotların kullanılması daha sağlıklı sonuçlar verecektir.



Şekil 4: Batman Uzun Yıllar Toplam Yağış Ortalaması (1959-2023).

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Taşkınlar ve meteorolojik analizler yapılırken, toprağın suya doygunluğuna da bakmak gerekir. Bu bakımdan Thornthwaite su bilançosu değerlendirildiğinde; tipik Akdeniz ve subtropikal iklim kuşağı etkileri burada da görülmektedir. Buna göre Ekim ortasında başlayan yağışlarla, toprak Kasım ortasında suya doygun hale gelmekte ve Nisan ayına kadar, toprak su fazlası görülmektedir. Bu da şehrin kurulduğu alan dikkate alındığında taşkınlar açısından önemli bir veri oluşturmaktadır (Şekil 5).



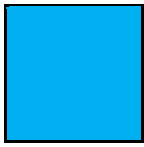
Şekil 5: Batman'ın Thornthwaite Su Bilançosu Grafiği

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sahanın yine taşkın açısından önemli bir veri olan kuraklık indisini incelediğimizde; de Martonne kuraklık indisi verileri göre Batman da, Haziran-Eylül ayları arasında çöl karakteri yani tam kuraklık söz konusudur. Mayıs ve Ekim ayları geçiş ayları, diğer aylar nemli olup, Yıllık iklim tipi ise yarı kurak karakterindedir. Yani Kasım ve Nisan ayları arası taşkın riskinin en fazla olduğu zaman dilimidir (Tablo 1).

Tablo 1: Batman ilinin de Martonne Kuraklık İndisi

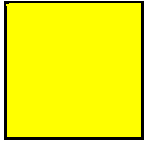
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Batman	88,2	77,4	65,8	53,6	23,4	2,3	0,0	0,0	2,0	20,1	40,6	78,1	13,0
I-1942	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Yarıkurak-nemli	Çöl	Çöl	Çöl	Çöl	Yarıkurak-nemli	Nemli	Nemli	Yarıkurak



Nemli aylar



Yarıkurak aylar



Yarıkurak-nemli aylar



Kurak aylar

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tüm bu veriler değerlendirildiğinde aslında geçmiş ve günümüzdeki sel olaylarının ana nedeninin yağış karakteri yanında şehrin kurulduğu alanın akarsu taşkın yatağının olmasının etkisi büyüktür. 31 Ekim-1 Kasım 2006 yılında kayıtlara geçen selde özellikle İluh Deresi ve çevresindeki mahallelerde 10 vatandaşımız hayatını kaybederken 20 Kasım 2024 yılındaki afette Seyitler mahallesinde aynı aileden 4 kişi hayatını kaybetmiştir (Foto1).



Foto1: Batman'da Hayatını Kaybeden vatandaşları arama Çalışmaları
Kaynak: URL 2.

Daha birçok selin meydana geldiği şehirde jeomorfolojinin uygun olmaması, zeminin killi ve geçirimsiz olması riski zirveye çıkarmaktadır. Şehrin özellikle güney bölümü birikinti yelpazesi ve taşkın yatağı üzerine kurulmuştur. Yerleşim alanı olarak uygun olmayan bu sahalarda özellikle birikinti yelpazelerinin kök kısımlarında sel ve taşkın görülme olasılığı da yüksektir. Türkiye'nin genelinde görüldüğü gibi, sahada da dere yataklarının yerleşmeye açılması, yine dere ve taşkın yataklarının maksimum debi ve yağışa göre yapılmaması afetin derecesini arttırmaktadır. Gerçekleşen sel felaketleri bir meteorolojik afet gibi görünse de coğrafi faktörleri de dikkatlice izlemek gerekir. Şehrin ya da mahallelerin kurulduğu alanların yanlışlığı bu afetlere davetiye çıkartmaktadır. Genel olarak Batman'ın kuruluş alanının birikinti yelpazesi ve taşkın yatağının üzerinde olması, toprağın geçirimli olmaması, hızlı nüfus artışına bağlı olarak plansız yerleşme, altyapı sisteminin yetersizliği düşen sağanak yağışların etkisini daha da artırmaktadır. Tüm bunlar Batman şehrini sel ve taşkınlara karşı savunmasız ve kırılgan yapmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Batman'ın iklim verilerinin analizi yapılarak, riskler ortaya konulmuş, jeomorfolojik yapı, şehrin hızla büyümesi ve plansız yapılaşma riski arttırmıştır. Gerekli yatırımlar yapıp, tedbirler alınmazsa daha büyük felaketlerle de karşı karşıya kalılabilecektir. Son yirmi yıl içerisinde iki büyük sel felaketinin yaşanması, 2006 yılındaki sel felaketinden sonra altyapıyla ilgili yapılan çalışmalarının yetersiz kaldığını da göstermektedir. Geleneksel altyapı sisteminin ani yağışlarda yetersiz kaldığı da görülmektedir. Bu durum sadece Batman için de geçerli değildir. Küresel iklim değişikliğinin etkilerinin daha fazla hissedilmeye başlandığı şehirler, gelecekte sahip olduğu kalabalık nüfusuyla büyük sorunlar işe karşı karşıyadır. Günümüz ve gelecekteki şehirleri bekleyen en önemli sorunların başında sel ve taşkın riskleri ve uzun süreli kuraklığa karşı suyun sürdürülebilir durumudur. Şehirlerde yüzey akışına geçen suyu yönetmek için özellikle son yarım asırda bilim çevresinde ve yöneticilerin bakış açısı bariz bir şekilde değişmiştir. Daha önce gri yapı denilen kanalizasyon sistemleriyle suyun yeraltından hemen tahliyesine dayalı bir sisteme başvururken günümüzde doğanın ve ekosistemin korunmasına dayalı tasarım ve teknolojilerin kullanıldığı bir yeşil altyapıya evrilmiştir. Suyla mücadele etmek yerine suya uyum sağlamak ve ihtiyacı gidermek için kullanmak daha sürdürülebilir bir yaklaşım olarak görülmektedir. Gri altyapıda su şehirden hemen uzaklaştırılması gereken bir atık olarak ele alınırken, yeşil altyapıda suyu bir kaynak olarak ele alma yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yüzden belediyelerin gri altyapıdan yeşil altyapıya dönmeleri önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ), Batman Meteoroloji İstasyonu Rasat Verileri (1959-2023)
Ecer, R. ve Yenigün, K., 2007, Gap Bölgesi'nde Kentsel Altyapının Bir Taşkın Örneğinde Değerlendirilmesi; Nedenler ve Öneriler, TMMOB Afet Sempozyumu, Sayfa: 185-200, Ankara.
- Erinç, S. (1996). Klimatoloji ve metodları (4. Baskı). İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- Erol, O., (2004), Genel Klimatoloji, Çantay Kitapevi, İstanbul.
- Ertek, T. A., (1995), Senirkent Seli (13 Temmuz 1995-Isparta), Türk Coğrafya Dergisi Sayı: 30, Sayfa: 127-143, İstanbul
- Karadoğan, S, Kavak, M. T., (2017). Diyarbakır Havzasında İklim Üzerinde Etkili Olan Yer Şekilleri ve Litolojik Faktörlerin MODIS Uydu Görüntüsü Verileri İle İncelenmesi, Türkiye Jeoloji Bülteni, 60, 557-568, doi:10.25288/tjb.363822.
- Koçman, A., (1993). Türkiye'nin İklimi, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Sunkar, M., Ve Tonbul, S. (2009). Batman'da Yaşanan Taşkın (31 Ekim-1 Kasım 2006) İle Meteorolojik Olaylar Arasındaki İlişkiler. III. Ulusal Kar Kongresi, 17-19.
- Tonbul, S. ve Sunkar, M., (2011). Batman'da Yaşanan Sel ve Taşkın Olaylarının (31 Ekim-1 Kasım 2006) Sebep ve Sonuçları, Fiziki Coğrafya Araştırmaları, Sistemik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, No:5, 237-258, İstanbul.
- Turoğlu, H. ve Özdemir, H., (2005). Bartın'da Sel ve Taşkınlar. Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri, ISBN 975-9060-04-3, Çantay Kitapevi, İstanbul
- Türkeş, M. (2010). Klimatoloji ve Meteoroloji, Kriter Yayınları, İstanbul.
- URL1: http://www.oib.gov.tr/portfoy/tupras/batman_rafinerisi.htm
- URL2: <https://www.sondakika.com/guncel/haber-batman-da-sele-kapilan-1-kadin-ve-2-cocugun-16548503>

ÇEVRE VERGİLERİNİN SERA GAZI SALINIMI (CO₂) ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Başak Karşıyakalı

Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü
basak.kacmaz@deu.edu.tr

Doç. Dr. Üzeyir Aydın

Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü
uzeyir.aydin@deu.edu.tr

Prof. Dr. Selim Şanlısoy

Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü
selim.sanlisoy@deu.edu.tr

ÖZET: Enerji üretimi, ulaşım ve endüstriyel süreçler için kullanılan fosil yakıtlar ve tarım faaliyetleri atmosfere salınan zararlı gazları sürekli olarak arttırmaktadır. Bu gazlar atmosferde sera benzeri bir etkiye neden olarak Dünya'nın ortalama sıcaklığını, küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine neden olacak kadar arttırmaktadır. CO₂, fosil yakıtların kullanımına bağlı olarak açığa çıkan ve sera gazları içerisinde en büyük paya sahip olan kirleticilerden biridir. Bu nedenle enerji kullanımının çevreye verdiği zararlar değerlendirilirken CO₂ emisyonu diğer sera gazlarına göre daha sık analizlere konu olmaktadır. Başta CO₂ olmak üzere sera gazlarının yol açtığı sorunlarla mücadele için gerek ulusal gerekse de küresel düzeyde farklı politikalar yürürlüğe konulmuştur. Bu politika araçlarından biri de ülkemizde de uygulanan çevre vergileridir. Türkiye'de başta CO₂ olmak üzere sera gazı emisyonları ile çevre vergileri arasındaki ilişkinin ölçülmesi, iklim değişikliği ile mücadelede izlenen politikaların ve araçların başarısı için önemlidir. Bu bağlamda Türkiye için toplam çevre vergileri, enerji vergileri ve ulaştırma vergilerinin CO₂ emisyonu ile arasındaki nedensellik ilişkisinin araştırılması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Bu amaç çerçevesinde değişkenler arasındaki nedensel ilişkiler Hatemi-J Nedensellik Testi ile araştırılmıştır. Nedensellik analizi sonuçlarına göre CO₂ emisyonundan gerek toplam çevre vergilerine gerekse de enerji ve ulaştırma vergilerine doğru bir nedensellik ilişkisinin var olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Çevre Vergileri, Karbon Vergisi, CO₂ Salınımı, Hatemi-J Nedensellik Testi, Türkiye.

THE EFFECT OF ENVIRONMENTAL TAXES ON GREENHOUSE GAS EMISSIONS (CO₂): THE CASE OF TURKIYE

ABSTRACT: Fossil fuels used for energy production, transport and industrial processes and agricultural activities continuously increase harmful gases released into the atmosphere. These gases cause a greenhouse-like effect in the atmosphere, increasing the Earth's average temperature enough to cause global warming and climate change. CO₂ is one of the pollutants released due to the use of fossil fuels and has the largest share in greenhouse gases. For this reason, CO₂ emission is subject to analyses more frequently than other greenhouse gases while evaluating the damages caused by energy use to the environment. Different policies have been put into effect both at national and global level to combat the problems caused by greenhouse gases, especially CO₂. One of these policy instruments is environmental taxes, which are also applied in Türkiye. Measuring the relationship between greenhouse gas emissions, primarily CO₂, and environmental taxes in Türkiye is important for the success of the policies and instruments pursued in the fight against climate change. In this context, the aim of this study is to investigate the causality relationship between total environmental taxes, energy taxes and transport taxes and CO₂ emissions in Türkiye. Within the framework of this purpose, the causal relationships between the variables were investigated by Hatemi-J Causality Test. According to the results of the causality analysis, it is determined that there is a causality relationship from CO₂ emission to both total environmental taxes and energy and transport taxes.

Keywords: Environmental Taxes, Carbon Tax, CO₂ Emission, Hatemi-J Causality Test, Türkiye

GİRİŞ

Çevre kirliliği ve bunun yaratmış olduğu sorunlar her ne kadar 1970’li yıllardan itibaren hissedilmeye ve konuşulmaya başlanmış olsa da bu sorunların ortaya çıkışı endüstri devrimine kadar geriye gitmektedir. Endüstri devrimi ve sonrasında yaşanan gelişmeler, dünya pazarlarına ulaşım, rekabet edebilirlik, üretim artışı gibi ülkelerin sosyo-ekonomik yapılarını yakından etkileyecek birçok avantaj sağlamıştır. Ekonomik faaliyetlerde yaşanan bu değişim, önemli bir dezavantaj olarak insan kaynaklı kirlilik düzeyinin artmasını da beraberinde getirmiştir. Bu süreçte üretim ve tüketim artışları doğanın tahrip edilmesine, çevre kirliliğine ve iklim değişikliği, küresel ısınma gibi sorunların temel kaynağı olan sera gazı salınımlarının artmasına yol açmıştır. İklim değişikliği, büyük ölçüde insan faaliyetlerine bağlı olarak ortaya çıkan ve doğaya karışan başta karbondioksit (CO₂) salınımı olmak üzere sera gazlarının atmosferde birikmesi ve bunların bir sera etkisi yaratarak Dünya’nın ortalama sıcaklığını artırması şeklinde tanımlanabilir (Ateş ve Şanlısoy, 2024). İklimde yaşanılması öngörülen değişimlerin gelecek nesillerin refah düzeyi ile ekonomik faaliyetlerin coğrafi dağılımı ve türleri üzerinde önemli etkileri olacağı düşünülmektedir (Chen ve Woodland, 2013: 382).

İklim değişikliği sorunu çevresel göstergelerin incelenmesiyle de ortaya konulabilir (GFN, 2023; OWID, 2023). Literatürde çevre kirliliğine ilişkin farklı göstergeler mevcut olsa da bunlardan en çok tercih edileni CO₂ emisyonudur (Shahbaz ve Sinha, 2019:112-140). Dünya’daki CO₂ miktarı 1750 yılında 9 milyon ton, 1800’de 28 milyon ton, 1850’de 196 milyon ton, 1900’de 1 milyar 952 milyon ton, 1950’de 6 milyar 3 milyon ton ve son olarak 2021’de 37 milyar 123 milyon ton olarak hesaplanmıştır (OWID, 2023). CO₂ salınımlarında 1950-2021 yılları arasında % 518 artışın meydana gelmesi küresel ölçekte yaşanan çevresel tahribatın boyutlarını ve insanlığın karşı karşıya olduğu problemin büyüklüğünü gözler önüne sermektedir.

Yaşanan bu çevre sorunlarının çözümü ve doğal kaynakların sürdürülemez şekilde tüketilmesine engel olmak amacıyla küresel düzeyde önlemlerin alınması için Birleşmiş Milletler’in (BM) önemli bir görev üstlendiğini ifade etmek gerekir. BM, 1972’de İnsan Çevresi Konferansı ile başlayan süreç içinde küresel çevre sorunlarının boyutlarını ve tehlikelerini ortaya koymak ve küresel çözümler üretmek amacıyla birçok sempozyum, konferans ve zirve düzenlemiştir. Bu süreçte hem hükümetler hem de toplum nezdinde çevre sorunlarına ilişkin farkındalığın artması da hedeflenmiştir. Bu toplantılarda çevre kirliliğine ilişkin küresel çözüm önerileri ortaya konulmuş, politikalar tartışılmış ve somut eylem planları belirlenmiştir (UN, 2023). Bu çerçevede Montreal Protokolü, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü ve son olarak Paris İklim Anlaşması ile içinde Türkiye’nin de bulunduğu çok sayıda taraf ülke, iklim değişikliği ve çevresel tahribat ile mücadelede başta CO₂ miktarının azaltılması amacına yönelik çeşitli taahhütlerde bulunmuşlardır (UNCC, 2023; UNEP, 2023a; UNEP, 2023b).

Türkiye Avrupa Birliği (AB) tarafından uygulamaya konulan çevre düzenlemelerinin de taraflarından biridir. AB’nin Türkiye’nin en önemli ticari ortağı olması bu politikalara uyumu zorunlu kılmaktadır. AB tarafından 11 Aralık 2019 tarihinde açıklanan ve Avrupa’nın 2050 yılında iklim-nötr ilk kıta olmasını hedefleyen Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM) günümüzde büyük önem taşımaktadır. Söz konusu hedefin gerçekleştirilmesine yönelik 17 Mayıs 2023 tarihinde yürürlüğe giren Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) atılan önemli adımlardan biri olup Türkiye’nin AB ile olan dış ticaretinde saptırıcı etkiler yaratma potansiyeline sahiptir. 2026 yılında uygulanmaya başlanacak olan SKDM’ye göre CO₂ emisyonunun en yoğun olduğu kabul edilen, demir-çelik, alüminyum, çimento, gübre, elektrik ve hidrojen sektörlerinde sera gazı emisyonu ithalat sürecinde ücretlendirilecektir. Daha açık bir ifadeyle Türkiye bu sektörlerde ihracatta bir karbon vergisine muhatap olabilecektir. Ülkemizde 2021/15 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi ile Yeşil Mutabakat Çalışma Grubu (YMÇG) oluşturulmuş ve Yeşil Mutabakat Eylem Planına (YMEP) ilişkin düzenleme hazırlamıştır. Eylem Planında, “AB’nin politika öncelikleri doğrultusunda, sınırdaki karbon düzenlemeleri, yeşil ve döngüsel bir ekonomi, yeşil finansman, temiz, ekonomik ve güvenli enerji arzı, sürdürülebilir tarım, sürdürülebilir akıllı ulaşım, iklim değişikliği ile mücadele, diplomasi ve bilgilendirme ve bilinçlendirme faaliyetleri başlıkları altında belirlenen hedeflere ulaşılması amacıyla hayata geçirilecek 81 eylem” yer verilmiştir (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2023a; T.C. Ticaret Bakanlığı, 2023b).

Kâr maksimizasyonunu hedefleyen özel sektörün yasal düzenlemeler olmaksızın çevresel maliyetleri dikkate alması küçük bir olasılık olarak karşımızda durmaktadır. Bu durumda çevresel sorunların ortadan kaldırılması ya da çevresel tahribatın önlenmesi konusunda politika yapıcılara büyük görevler düşmektedir. Bu amaçla

politika yapıcılar çevresel sorunlarla mücadele edebilmek için farklı ekonomik ve mali araçlar geliştirmişlerdir. Bu gelişmelere ve çevre duyarlılığına bağlı olarak uygulamaya konulan politika araçlarının başarısını belirleyebilmek için yapılan çalışmalar son yıllarda artmıştır (Akçay vd., 2023:62). Kamu araç seti içerisinde sera gazı emisyonlarını azaltmak amacıyla etkin bir araç olduğu düşünülen çevre vergileri de bu yönüyle dikkat çekmektedir (Kotnik vd., 2014: 169). Araştırmacılar farklılaşan örneklemeler, dönemler ve uygulama yöntemleri ile çevre vergileri ve alt vergi türleri ile CO₂ gazlarının salınımı arasındaki ilişkiyi araştırmıştır.

Çevre vergilerinin ekonomiye etkileri açısından araştırmacılar arasında bir görüş birliği bulunmamaktadır. Bazı araştırmacılar çevre vergilerinin çevresel ve ekonomik olarak olumlu etkileri olduğunu ifade ederken (Pearce, 1991; Tekin ve Vural, 2004; Morley ve Abdullah, 2010; Dikmen ve Çiçek, 2020), bazı araştırmacılar ise bu vergilerin olumsuz etkilerinin olumlu etkilerine göre daha ağırlıklı olduğunu ifade etmektedirler (Fullerton vd., 2008: 4). Çevre vergilerinin; çevre ve doğal kaynakların korunması, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının teşviki, negatif dışsallıkların içselleştirilmesi, hükümlere ilave bir gelir kaynağı olması, bireylere çevre bilinci kazanmalarının sağlanması, firmaların çevre dostu ürünler geliştirmesini ve çevreye zararları daha az olan alternatiflere yönelmelerinin teşvik edilmesi gibi olumlu etkileri vardır. Buna karşın çevresel vergiler, kötü bir biçimde tasarlanırsa olumlu çevresel etkilerinin azalması ve ekonomik maliyetlerin artması gibi olumsuz etkiler de ortaya çıkabilmektedir (Rosiek, 2015: 233). Çevre vergileri, üretim maliyetlerini artırmakta ve ekonomik büyümeyi frenleyebilmektedir. Özellikle, yerli üretimin benzer çevre vergilerine tabi olmayan yabancı üreticilerin ürünleriyle rekabet ettiği durumlarda, rekabet üzerindeki etki yerli firmaların konumu negatif yönde etkileyebilmektedir (Fullerton vd., 2008: 4). Bu olumsuz etkiler, kamu kesimi üzerinde ekonomik büyümeye ve üretime zarar vermeden çevresel zararı azaltmanın yollarını bulması konusunda baskı oluşturarak çevre politikalarının uygulamadaki zorluğunu oluşturmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye’de 1995-2021 dönemi için çevre vergileri ile CO₂ arasındaki nedensellik ilişkilerinin ortaya çıkartılması ve incelenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda gerek çevre vergileri gerekse çevre vergilerinin alt vergileri olarak uygulanan enerji ve ulaştırma vergileri ile CO₂ arasındaki nedensellik ilişkileri Hatemi J nedensellik analizi ile araştırılmıştır. Böylece bir yandan hükümetin uyguladığı maliye politikalarının çevresel etkileri diğer yandan izlenen politikaların etkinliği tespit edilmeye çalışılmıştır. Çevre vergilerinin sera gazı salınımı (CO₂) üzerindeki etkisinin Türkiye özelinde analiz edilmesi ve nedenselliğin yönünün belirlenmesiyle literatüre katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmanın devam eden bölümleri şu şekilde planlanmıştır: ikinci bölümde literatür taraması yapılarak üçüncü bölümde, veri, yöntem ve ampirik analize ilişkin uygulama sonuçları sunulmuştur. Sonuç kısmında ise analiz sonuçlarından hareketle CO₂ emisyonunu azaltacak politika önerilerine değinilmiştir.

1. Literatür İncelemesi

Literatürde CO₂ ile vergi gelirleri ilişkisini inceleyen çalışmaların sıklıkla yer aldığı ve bu çalışmaların çevre vergilerinin emisyonlar üzerindeki etkisini ve ilişkisini belirlemeye yönelik oldukları görülmektedir. Morley (2012), Polat ve Polat (2018), Atay Polat ve Ergün (2021) ile Meireles vd. (2021) AB ülkelerini, Önder (2017), Akyol ve Gül (2021) ile Fatima vd. (2023) OECD ülkelerini, Safi vd. (2021) G7 ülkelerini, Saqib vd. (2023) G10 ülkelerini ve son olarak Doğan vd. (2022) 25 ülkeden oluşan bir örnekleme dikkate aldıkları çalışmalarında çevre vergilerinin beklentilerle uyumlu bir şekilde kirlilik üzerinde negatif ve anlamlı bir etkisinin olduğu ortak bulgusuna ulaşmışlardır. Bu sonucun aksine Loganathan vd. (2014) Malezya için yaptıkları çalışmalarında karbon vergisinin CO₂ düzeyini sınırlamakta başarısız olduğu ve karbon vergisi ile CO₂ emisyonlarının çift yönlü nedensel ilişkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Silajdzic ve Mehic (2018) 10 AB ülkesi için yaptıkları çalışmada çevre kirliliğinin azaltılmasında enerji ve ulaşım vergilerinin etkili olmadığını bulmuşlardır. Benzer şekilde Damirova ve Yayla (2020), Özkaya (2022), Yavuz ve Ergen (2022) ve Dedemen Özkan (2023)’da çevre vergileri ile karbon emisyonu arasında bir ilişkinin bulunmadığını ortaya koymuşlardır. Literatürde dikkat çekici bir diğer çalışmada Akçay vd. (2023) Türkiye’de 1923-2021 yılları arasında ele aldıkları çalışmalarında vergilemenin çevre kirliliği üzerinde arttırıcı etkisinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bazı araştırmalarda çevre vergileri ile CO₂ salınımı arasında uzun dönemli ilişkiyi kanıtlayan bulgular elde edilmişken, bazı araştırmalarda ise bu bulgunun tersi sonuçlar elde edilmiştir. Aynı zamanda nedensellik ilişkilerin tespit edilmeye çalışıldığı araştırmalarda da farklı yönde nedensellik ilişkilerinin tespit edildiği

görülmüştür. Bu durumdan çevre vergisi ve çevre kirliliği göstergeleri arasındaki ilişkilerin ülkeler ve kullanılan yöntem açısından farklı değerlendirilmesi gerektiği anlaşılabılır.

2. Veri Seti ve Ekonometrik Yöntem

2.1 Veri Seti

Çalışmada Hatemi-J Asimetrik nedensellik testi ile Türkiye’de 1995-2021 dönemi için toplam çevre vergileri, enerji ve ulaşım vergileri ile CO₂ emisyonu arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Analizde kullanılan değişkenler ilişkin ayrıntılar Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1: Çalışmada Kullanılan Değişkenlere Ait Bilgiler

Değişken Adı	Kısaltma	Değer	Dönem	Kaynak
Toplam CO ₂ Emisyonu (Milyon Ton)	LCO	Logaritmik	1995-2021	TÜİK
Çevre Vergileri / GSYİH (%)	LCV	Logaritmik	1995-2021	OECD
Enerji Vergileri / GSYİH (%)	LEV	Logaritmik	1995-2021	OECD
Ulaşım Vergileri GSYİH (%)	LUV	Logaritmik	1995-2021	OECD

Türkiye’de çevre vergileri; enerji, ulaşım, kaynak verimliliği ve kirlilik vergileri toplamından oluşur. Bu vergiler arasında en yüksek orana sahip olan vergiler; enerji ve ulaşım vergileridir. Bu nedenle, çalışmada CO₂ emisyonu ile toplam çevre vergilerinin nedensellik ilişkisinin araştırılmasının yanı sıra enerji ile ulaşım vergileri ile CO₂ emisyonu arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmada çevre kirliliği göstergesi olarak CO₂ emisyonunun tercih edilme nedeni sera gazı emisyonları arasında en yüksek paya sahip olmasıdır. Verilerin elde edildiği kurumlarda veri seti aralığının 1995-2021 dönemini içermesi çalışmanın ana kısıtını oluşturmaktadır.

Tablo 2’de analizde kullanılan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir.

Tablo 2: Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

	LCO	LCV	LEV	LUV
Ortalama	5,932635	1,010054	0,677445	-0,407178
Medyan	5,970496	1,131402	0,797507	-0,210721
Maksimum	6,335763	1,386294	1,163151	0,231112
Minimum	5,514235	0,165514	-0,843970	-1,514128
Standart Sapma	0,256579	0,306103	0,416199	0,514983
Çarpıklık	-0,042554	-1,061327	-1,973682	-0,662284
Basıklık	1,591723	3,399112	7,735748	2,134838
Jarque-Bera	2,239300	5,248067	42,76011	2,815856
Olasılık Değeri	0,326394	0,072510	0,000000	0,244650

Tablo 2’ye göre, değişkenlerin çarpıklık değerleri negatif olduğundan dağılımlarının sola çarpık olduğu ifade edilebilir. Değişkenlere ilişkin negatif çarpıklık değeri uç olayların bulunduğunu ortaya koymaktadır. Basıklık değerlerine incelendiğinde LCV ve LEV değişkenlerinin basıklık değeri normal dağılıma işaret eden ‘3’ kritik değerinden büyük olduğundan kalın kuyruk özelliği göstermektedir. LCO ve LUV değişkenlerinin ise ‘3’ kritik değerinden küçük değere sahip olduğu dikkate alındığında ise bu değişkenlerin kalın kuyruk özelliğine sahip olmadığı ifade edilebilir. Jarque-Bera test istatistiği incelendiğinde ise LEV dışındaki değişkenlerin normal dağılıma sahip olmadığı görülmektedir.

2.2. Ekonometrik Yöntem

Çalışmada değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi asimetrik bir nedensellik testi olan Hacker-Hatemi-J nedensellik testi ile araştırılmaktadır. Yukarıda da ifade edildiği gibi Jarque-Bera test istatistiğine göre LEV dışındaki değişkenlerin normal dağılıma sahip olmadığı görülmektedir. Bu durum kısıt sayısı kadar serbestlik derecesiyle χ^2 dağılan Wald testinin asimptotik dağılımını etkilemektedir. Söz konusu sorunun ortadan kaldırılabilmesi için kritik değerler bootstrap simülasyonlarıyla elde edilmelidir. Bir başka önemli nokta, zamana bağlı olarak seriler arasındaki asimetrik Granger nedensellik ilişkisinde ortaya çıkabilecek değişimlere ilişkindir. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi ulusal ya da küresel düzeyde ortaya çıkabilecek farklı ekonomik ya da politik olayların etkisine bağlı olarak zaman içerisinde farklılaşabilir. Bu bağlamda bu durumu dikkate alan nedensellik analizi kullanılarak nedensellik ilişkisinin bu istikrarlılığının test edilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada Hatemi-J (2012) tarafından geliştirilen asimetrik nedensellik testinin zamanla değişen biçimi tercih edilmiştir. Söz konusu yöntem aşağıda kısaca açıklanmıştır (Hacker ve Hatemi-J, 2006; Ağan ve Aydın, 2018:808; Demir, 2021).

Granger ve Yoon (2002) yaklaşımı Hatemi-J (2012) tarafından nedensellik testi için bir başlangıç noktası olarak ele alınabilir. Hatemi-J (2012) nedensellik testi için ve (1) ve (2) nolu denklemlerdeki gibi iki bütünlük serinin bulunduğunu kabul edelim:

$$y_{1t} = y_{1t-1} + \varepsilon_{1t} = y_{1,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i} \quad (1)$$

$$y_{2t} = y_{2t-1} + \varepsilon_{2t} = y_{2,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i} \quad (2)$$

Pozitif ve negatif şoklar denklem (3)'teki gibi gösterilirse:

$$\varepsilon_{1i}^+ = \max(\varepsilon_{1i}, 0), \quad \varepsilon_{1i}^- = \min(\varepsilon_{1i}, 0), \quad (3)$$

$$\varepsilon_{2i}^+ = \max(\varepsilon_{2i}, 0), \quad \varepsilon_{2i}^- = \min(\varepsilon_{2i}, 0)$$

$\varepsilon_{1i} = \varepsilon_{1i}^+ + \varepsilon_{1i}^-$ ve $\varepsilon_{2i} = \varepsilon_{2i}^+ + \varepsilon_{2i}^-$ şeklinde ifade edilebilmektedir. Bu bilgi varsayımında (1) ve (2) numaralı eşitlikleri yeniden düzenlemek mümkündür:

$$y_{1t} = y_{1t-1} + \varepsilon_{1t} = y_{1,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^+ + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^-$$

$$y_{2t} = y_{2t-1} + \varepsilon_{2t} = y_{2,0} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^+ + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^- \quad (4)$$

Her değişkende yer alan pozitif ve negatif şoklar ise birikimli formda denklem (5)'de ifade edilmektedir:

$$y_{1i}^+ = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^+, \quad y_{1i}^- = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^-, \quad (5)$$

$$y_{2i}^+ = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^+, \quad y_{2i}^- = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^-$$

Hatemi-J (2012) testinde değişkeninin ikilisine eşit olduğu varsayılarak, bu bileşenler arasındaki nedensellik ilişkisi aşağıdaki p gecikmeli vektör otoregresif modeli (VAR) kullanarak test edilmektedir:

$$y_t^+ = \alpha + A_1 y_{t-1}^+ + \dots + A_p y_{t-p}^+ + u_t^+ \quad (6)$$

Hatemi-J testi, değişkenler arasında pozitif ve negatif şoklara karşı ortaya çıkan etkileşimi ortaya koyması açısından bir analiz yapılmasını mümkün kılmaktadır. Bir diğer ifadeye Hacker ve Hatemi-J (2006) bootstrap Granger nedensellik testinin negatif ve pozitif şoklarının ayrıştırılması ile Hatemi-J (2012) asimetrik

nedensellik testi geliştirilmiştir. Bu nedenle, bu testin normal dağılmayan serilere uygulanması etkin sonuçların elde edilebilmesi açısından oldukça önemlidir. Asimetrik nedensellik testiyle elde edilen bulgular izleyen kısımda sunulmuştur.

2.3. Ampirik Bulgular

Klasik regresyon analizi, zaman serisi değişkenlerini durağan, bir başka ifadeyle varyansının ve ortalamasının zaman içinde sabit olduğunu varsayımından hareket etse de (Gujarati, 2006: 713) ekonomik zaman serilerinin birçoğunun durağan olmadığı bilinen bir gerçektir. Durağan olmayan zaman serileri kullanılarak yapılan ekonometrik analizlerde elde edilen sonuçlar sapmalı çıktığından bir başka ifade ile bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında belirlenen ilişki “sahte regresyon” problemini ortaya çıkarmaktadır. Böyle bir sorunun bulunması durumunda, gerek standart t istatistikleri gerekse diğer standart istatistikler olması gerekenden göre daha yüksek çıkmaktadır. Bu da elde edilen sonuçların yanlış olmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla sahte regresyon sorunun yaşanmaması için değişkenlerin durağanlık derecelerinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu amaçla çalışmada ADF (Genişletilmiş Dickey-Fuller) ve Phillips-Perron Testleriyle serilerin durağanlık dereceleri belirlenerek sonuçları Tablo 3’de sunulmuştur. Elde edilen bulgular ışığında değişkenlerin 1. farkta durağan [I(1)] olduğu ifade edilebilir.

Tablo 3: ADF ve PP Birim Kök Test Sonuçları

		Değişkenler	ADF	PP
Düzey	Sabit	LCO	-0,517064 (0)	-0,465105 (4)
		LCV	-2,723232 (0)	-2,723232 (0)
		LEV	1,040433 (3)	-0,170852 (1)
		LUV	-2,128222 (0)	-2,128222 (12)
	Sabit+Trend	LCO	-2,516185 (0)	-2,516185 (0)
		LCV	-1,760542 (0)	-1,429654 (7)
		LEV	0,098885 (0)	1,022473 (6)
		LUV	-3,097930 (0)	-2,910938 (4)
1.Fark	Sabit	LCO	-5,105507 (0)*	-5,263930 (4)*
		LCV	-5,232064 (0)*	-5,232867 (1)*
		LEV	0,302528 (2)	-2,528886 (0)
		LUV	-5,338563 (0)*	-7,138508 (15)*
	Sabit+Trend	LCO	-4,942701 (0)*	-5,057668 (4)*
		LCV	-6,835619 (0)*	-9,322433 (7)*
		LEV	-4,181566 (0)**	-3,795592 (2)**
		LUV	-4,958388 (3)*	-12,08735 (24)*

Not: * ve ** değerleri sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık seviyelerinde serilerin durağanlıklarını göstermektedir. Parantez içindeki değerler ADF için Schwarz bilgi kriterine göre, PP için Bartlett Kernel Newey-West Bandwidth kriterine göre optimal gecikme uzunluğunu göstermektedir. ADF ve PP testleri için: Mac Kinnon (1996) kritik değerleri sabitte % 1 ve % 5 değerleri için sırasıyla -3,711457 ve -2,981018 ve sabit + trend için % 1 ve % 5 olasılık değerleri için sırasıyla -4,344307 ve -3,603202’dir

Granger (1969), Toda-Yamamoto (1995) ve Hacker ve Hatemi-J (2006) nedensellik testleri simetrik nedensellik testleridir. Dolayısıyla pozitif ve negatif şokların etkilerinin aynı olduğunu varsaymaktadırlar. Hatemi-J (2012), asimetrik bilginin varlığı ve ekonomik birimlerin homojen olmaması durumunda ekonomik birimlerin pozitif ve negatif şoklara farklı tepki vermeleri nedeniyle simetrik nedensellik testlerinden elde edilecek sonuçların yanıltıcı olabileceğini iddia ederek Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik testini literatüre kazandırmıştır. Bu test Hacker ve Hatemi-J (2006) nedensellik testinin pozitif ve negatif şoklarının ayrıştırılmasına dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada da Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik testi tercih edilerek kullanılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 4: Hatemi-J Asimetrik Nedensellik Testi Sonuçları

Sıfır Hipotezi	MWALD
CO ₂ ⁺ -Çevre Vergileri ⁺	3,586* (0,000)
CO ₂ ⁺ -Çevre Vergileri ⁻	1,269 (0,253)
CO ₂ ⁻ -Çevre Vergileri ⁺	2,564 (0,152)
CO ₂ ⁻ -Çevre Vergileri ⁻	2,568* (0,000)
CO ₂ ⁺ -Enerji Vergileri ⁺	1,532*** (0,062)
CO ₂ ⁺ -Enerji Vergileri ⁻	3,452 (0,168)
CO ₂ ⁻ -Enerji Vergileri ⁺	0,156** (0,045)
CO ₂ ⁻ -Enerji Vergileri ⁻	2,564* (0,000)
CO ₂ ⁺ -Ulaştırma Vergileri ⁺	3,459* (0,000)
CO ₂ ⁺ - Ulaştırma Vergileri ⁻	0,965 (0,523)
CO ₂ ⁻ - Ulaştırma Vergileri ⁺	1,538** (0,012)
CO ₂ ⁻ - Ulaştırma Vergileri ⁻	1,632* (0,000)
Çevre Vergileri ⁺ - CO ₂ ⁺	1,364 (0,126)
Çevre Vergileri ⁺ - CO ₂ ⁻	4,425* (0,000)
Çevre Vergileri ⁻ - CO ₂ ⁺	2,563** (0,026)
Çevre Vergileri ⁻ - CO ₂ ⁻	0,621 (0,184)
Enerji Vergileri ⁺ - CO ₂ ⁺	2,586 (0,153)
Enerji Vergileri ⁺ - CO ₂ ⁻	3,428 (0,231)

Enerji Vergileri ⁻ - CO ₂ ⁺	5,412* (0,000)
Enerji Vergileri ⁻ - CO ₂ ⁻	0,537 (0,197)
Ulaştırma Vergileri ⁺ - CO ₂ ⁺	3,125 (0,862)
Ulaştırma Vergileri ⁺ - CO ₂ ⁻	4,358** (0,032)
Ulaştırma Vergileri ⁻ - CO ₂ ⁺	5,230* (0,000)
Ulaştırma Vergileri ⁻ - CO ₂ ⁻	1,239 (0,251)

Not: Bootstrap sayısı 10000'dir. Parantez içindeki değerler test istatistiğine ilişkin olasılık değerleridir. *,**, sırasıyla %1 ve %5 düzeylerinde istatistiki anlamlılığı göstermektedir.

Nedensellik analizi sonuçları incelendiğinde karbon emisyonundan gerek toplam çevre vergilerine gerekse enerji ve ulaştırma vergilerine doğru bir nedensellik ilişkisinin var olduğu görülmektedir. Karbon emisyonu arttığında çevre vergilerinin yanı sıra enerji ve ulaştırma vergilerinin de arttığı ifade edilebilir. Bu durum hükümetin karbon emisyonundaki artışa bağlı olarak çevresel vergiler üzerinde birtakım politikalar izlediğini gösterir. Öte yandan karbon emisyonunun azalması durumunda çevre vergileri ile enerji vergilerinin ve ulaştırma vergilerinin de düştüğü ancak buradaki nedensellik ilişkisinin ilk duruma göre daha az etkili olduğu katsayı büyüklüklerine bağlı olarak ifade edilebilir. Ayrıca karbon emisyonunun düştüğü durumlarda enerji ve ulaştırma vergilerinin arttığı gibi bir asimetric nedensellik ilişki de bulunmuştur. Ancak buradaki nedensellik ilişkisinin gücü de düşüktür.

Öte yandan vergilerden karbon emisyonuna doğru nedensellik ilişkileri de incelenebilir. Çevre vergileri azaltıldığında karbon emisyonu artmakta; çevre vergileri atıldığında ise karbon emisyonu azalmaktadır. Öte yandan çevre vergilerinin türü açısından konu ele alındığında enerji ve ulaştırma vergileri azaltıldığında karbon emisyonunun arttığı; ulaştırma vergileri arttığında karbon emisyonunun azaldığı görülmektedir.

Çalışmanın bulguları; Oral ve Sayın (2015), Çakmak (2018), Yılmazcan ve Çakmak (2018), Akbelen (2019), Uyduranoğlu ve Öztürk (2020), Şimşek ve Kesbiç (2020), Atay Polat ve Ergün (2021), Akkaya ve Hepsağ (2021), Meireles vd. (2021), Akyol ve Gül (2021), Doğan vd. (2022), Doğan vd. (2023), Özbek (2023), Fatima vd. (2023), Saqib vd. (2023) gibi literatürde yer alan birçok çalışmayla benzerlik göstermektedir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Artan sera gazı salınımları iklim değişimi ve küresel ısınma gibi doğa olaylarına yol açmaktadır. Bu süreçte uluslararası kurum ve kuruluşlar çevre sorunlarına ve çözümlerine yönelik tüm dünya ülkelerinde farkındalığı arttırmaya çalışırken, hükümetler ise çevre bilincini ön plana taşıyan çeşitli araçlar kullanmaya başlamıştır. Bu araçlardan en önemlileri çevre vergileridir.

Bu çalışmada Türkiye'de 1995-2021 dönemi için toplam çevre vergileri, enerji vergileri, ulaşım vergileri ile CO₂ emisyonu arasındaki nedensellik ilişkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkiler Hatemi-J nedensellik testiyle incelenmiştir. Nedensellik analizi sonuçları incelendiğinde CO₂ emisyonundan gerek toplam çevre vergilerine gerekse enerji ve ulaştırma vergilerine doğru bir nedensellik ilişkisinin varlığı görülmektedir. CO₂ emisyonu arttığında çevre vergilerinin yanı sıra enerji ve ulaştırma vergileri de artmaktadır.

Tersi bir nedensellik ilişkisinin varlığı araştırıldığında, enerji ve ulaştırma vergileri de dahil olmak üzere çevre vergileri azaltıldığında karbon emisyonunun arttığı, toplam çevre vergileri ile ulaştırma vergisi arttığında ise karbon emisyonunun azaldığı bulunmuştur. Bu durum uygulanan maliye politikalarının etkili olduğunu göstermektedir. Buna karşılık enerji vergileri arttığında karbon emisyonu etkilenmemektedir. Alınan vergi

türünün CO₂ üzerindeki farklı etkileri göz önüne alındığında ülkemizde, ulaştırma vergilerinin karbon salınımı üzerinde daha etkin olduğu anlaşılmaktadır.

Elde edilen tüm bu sonuçlar, Türkiye’de çevre vergilerinin kamu geliri sağlamanın yanı sıra çevre kirliliğini önlemede önemli bir araç olduğu göstermektedir. Bu aracın etkin bir şekilde kullanılması için politika yapıcıların iyi bir tasarımla uygulamaları hayata geçirmesi gerekmektedir. Rosiek (2015)’in de belirttiği gibi çevre vergileri tasarlanırken aşağıdaki işlevlerin göz önüne alınması önerilebilir;

- ✓ Çevre vergisi matrahları, bazı istisnalar haricinde, kirlütenlere ve kirletici davranış sergileyenlere uygulanmalıdır.
- ✓ Çevre vergilerinin kapsamı, çevresel zararın kapsamına eşit olmalıdır.
- ✓ Vergi oranları çevreye verilen zararlar orantılı, güven, açık, öngörülebilir, koordine içerisinde olmalıdır.
- ✓ Mali konsolidasyon çevre vergisinden sağlanan gelirlerle desteklenmeli veya diğer vergileri azaltma da destek olmalıdır.
- ✓ Rekabetçilik endişelerinin özenle değerlendirilmesi yapılmalıdır.
- ✓ Halkın çevre vergilerini kabul etmesi ve iletişimin açık olması çok önemlidir.
- ✓ Bazı konularda çevresel vergiler diğer politika araçlarıyla birleştirilebilir.

Bütün bunların özellikle uluslararası kurum ve kuruluşlar ile birlikte yapılması ve tüm ülkelerin bu davranışı sergilemesi gerekmektedir. Bunların yanı sıra üretim kaynaklı zararları minimize etmek için çevre dostu teknoloji içeren üretim teknolojilerine teşvik verilebilir. Toplumun her kesimine çevresel sürdürülebilirliğin önemi ve çevreye verilen zararların minimum seviyeye indirilmesi için bilinçlendirme çalışmaları ve programlarla da destekleme çalışmaları yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Ağan, B. ve Aydın, Ü. (2018). Kripto para birimlerinin küresel etkileri: asimetrik nedensellik analizi, Uluslararası Katılımlı 22. Finans Sempozyumu Bildiriler Kitabı, (Ed. Turhan Korkmaz, Mehmet İsmail Yağcı, İlhan Ege, Tuncay Turan Turaboğlu). 10-13 Ekim 2018. Mersin.
- Akbelen, M. M. (2019). Karbon Vergileri ve Emisyon Ticareti Sistemleri, Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri Örneklerinden Hareketle Türkiye’de Uygulanabilirliği. Süleyman Demirel Üniversitesi, Maliye. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Akçay, F., Yavuz, E. ve Kılıç, E. (2023). Karbon emisyonu ile vergileme arasındaki ilişkinin Cumhuriyetten günümüze analizi: Kantil eşbütünlüşme yaklaşımından kanıtlar. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 23(Özel Sayı), 59-78.
- Akkaya, S. ve Hepsag, A. (2021). Does fuel tax decrease carbon dioxide emissions in Türkiye? Evidence from an asymmetric nonlinear cointegration test and error correction model. Environmental Science and Pollution Research, 28, 35094–35101. doi: 10.1007/s11356-021-12907-9
- Akyol, H. ve Gül, K. (2021). Çevresel vergi politikaları sürdürülebilir kalkınmayı desteklemede ne kadar etkilidir: OECD ülkeleri örneği. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 24(46), 977-997. doi: 10.31795/baunsobed.896534
- Atay Polat, M. ve Ergün, S. (2021). Kirlilik emisyonlarının azaltılmasında çevre vergilerinin rolü: AB ülkeleri örneği. İzmir İktisat Dergisi, 36(2), 379-397. doi: 10.24988/ije.202136209.
- Ateş, E., Şanlısoy, S. The impact of global value chains on climate change. J. Soc. Econ. Dev. (2024). <https://doi.org/10.1007/s40847-023-00320-6>.
- Çakmak, H. (2018). Çevresel Vergilerin Ekonomik Etkileri: Karbon Vergisi. Maltepe Üniversitesi, İktisat. İstanbul: Maltepe Üniversitesi.
- Chen X, Woodland A (2013) International trade and climate change. Int Tax Public Finance 20(3):381–413. <https://doi.org/10.1007/s10797-012-9244-x>.
- Damirova, S. ve Yayla, N. (2020). Çevre kirliliği ile makroekonomik belirleyicileri arasındaki ilişki: seçilmiş ülkeler için bir panel veri analizi. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi , 30, 107-126. doi: 10.18092/ulikidince.804787
- Dedemen Özkan, H. (2023). Çevre vergileri ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonu arasındaki nedensellik ilişkisi: ampirik bir uygulama. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Maliye Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Dikmen, S. ve Çiçek, H. G. (2020). Avrupa Birliği’nde çevre vergisi gelirlerinin karşılaştırmalı analizi. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 57, 57–88. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/949657>

- Dogan, B., Tekgüç, H. ve Yeldan, A.E. (2023). Toward a green income support policy: investigating social and fiscal alternatives for Turkey. *New Perspectives on Turkey*, 68, 7–29. doi: 10.1017/npt.2023.2
- Dogan, E., Hodžić, S. ve Šikić, T.F. (2022). A way forward in reducing carbon emissions in environmentally friendly countries: the role of green growth and environmental taxes. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 35(1), 5879-5894. doi: 10.1080/1331677X.2022.2039261
- Fatima, N., Yanting, Z. ve Guohua, N. (2023). Role of environmentally related technologies and revenue taxes in environmental degradation in OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 73283–73298. doi: 10.1007/s11356-023-27011-3
- Fullerton, D., Leicester, A. ve Smith, S. (2008). Environmental taxes. NBER Working Paper Series, Working Paper 14197.
- GFN (2023). Ekolojik Ayak İzi, Erişim adresi: <https://www.footprintnetwork.org/>
- Granger, C.W. ve Yoon, G. (2002), Hidden cointegration, University of California, Department of Economics Working Paper. San Diego: University of California.
- Gujarati, D.N. (2006) Essentials of Econometrics. 3rd Edition, McGraw-Hill.
- Hacker, R. S. ve Hatemi-J, A. (2006). Tests For Causality Between Integrated Variables Using Asymptotic And Bootstrap Distributions: Theory And Application. *Applied Economics*, 38(13), 1489-1500.
- Hatemi-J, A. (2012) Asymmetric Causality Tests with an Application. *Empirical Economics*, 43, 447-456. <http://dx.doi.org/10.1007/s00181-011-0484-x>
- Kotnik, Z., Klun, M. ve Škulj, D. (2014). The effect of taxation on greenhouse gas emissions. *Transylvanian Review Of Administrative Sciences*, No. 43, 168-185.
- Loganathan, N., Shahbaz, M. ve Taha, R. (2014). The link between green taxation and economic growth on CO₂ emissions: Fresh evidence from Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 1083–1091. doi: 10.1016/j.rser.2014.07.057.
- Meireles, M., Robaina, M. ve Magueta, D. (2021). The Effectiveness of environmental taxes in reducing CO₂ emissions in passenger vehicles: the case of Mediterranean Countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5442.
- Morley, B. (2012). Empirical evidence on the effectiveness of environmental taxes. *Applied Economics Letters*, 19(18), 1817-1820. <https://doi.org/10.1080/13504851.2011.650324>
- Morley, B. ve Abdullah, S. (2010). Environmental taxes and economic growth: evidence from panel causality tests. *Bath Economics Research Papers*, Department of Economics, No. 04/10, 1-26.
- OECD, <https://data.oecd.org/envpolicy/environmental-tax.htm>
- Oral, B. G. ve Sayın, F. (2015). Environmental problems from an economic and fiscal perspective: an empirical evaluation for Turkey and OECD countries. *European Journal of Scientific Research*, 131(3), 242-255. Erişim adresi: <http://www.europeanjournalofscientificresearch.com>
- OWID (2023). Our World In Data, CO₂ emissions, Erişim adresi: <https://ourworldindata.org/co2-emissions>
- Önder, H. (2017). Vergilemenin ve diğer kamusal müdahalelerin hava kirliliği üzerinde etkisi: OECD ülkeleri üzerine bir analiz. *Maliye Dergisi*, 172, 189-199. Erişim adresi: <https://ms.hmb.gov.tr/uploads/2019/09/172-10.pdf>
- Özbek, S. (2023). Sürdürülebilir çevre: çevre teknolojileri ve vergileri kapsamında ekonometrik bir inceleme. *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7, 63-91. doi: 10.33399/biibfad.1253043
- Özkaya, M.H. (2022). Ekonomik büyüme ve çevre vergi gelirlerinin karbon dioksit emisyonu üzerindeki etkisi: AB ülkeleri örneği. *International Journal of Applied Economic and Finance Studies*, 7(1), 128-139. Erişim adresi: http://www.ijabms.com/wp-content/uploads/2022/07/08_OZKAYA.pdf
- Pearce, D. (1991). The role of carbon taxes in adjusting to global warming. *Economic Journal*, 101, 938-948.
- Polat, O. ve Polat, G. E. (2018). Avrupa Birliği ülkelerinde karbondioksit emisyonu ve çevre vergileri: panel veri analizi yaklaşımı. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, 639, 101-116.
- Rosiek, J. (2015). The Impact of environmental tax policy on sustainable development of the EU Economies. DEA Approach 11th International Conference of ASECU September 10-11, Cracow, Poland. https://www.asecu.gr/files/11th_conf_files/18.pdf
- Safi, A., Chen, Y., Wahab, S., Zheng, L. ve Rjoub, H. (2021). Does environmental taxes achieve the carbon neutrality target of G7 economies? Evaluating the importance of environmental R&D. *Journal of Environmental Management*, 293, 112908. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.112908.
- Saqib, N., Radulescu, M., Usman, M., Balsalobre-Lorent, D. ve Cilan, T. (2023). Environmental technology, economic complexity, renewable electricity, environmental taxes and CO₂ emissions: Implications for low-carbon future in G-10 bloc. *Heliyon*, 9, e16457. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e16457
- Shahbaz, M. ve Sinha, A. (2019). Environmental Kuznets Curve for CO₂ emissions: a literature survey. *Journal of Economic Studies*, 46(1), 106-168. doi: 10.1108/JES-09-2017-0249

- Silajdzic, S. ve Mehic, E. (2018). Do environmental taxes pay off? the impact of energy and transport taxes on CO₂ emissions in transition economies. *South East European Journal of Economics and Business*, 13(2), 126-143. DOI: <https://doi.org/10.2478/jeb-2018-0016>
- Şimşek, D., & Kesbiç, C. Y. (2020). Çevresel Riskleri Azaltmada Çevre Vergilerinin Etkisi: Avrupa Birliği ve Türkiye Örneği. *Sosyal Ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 20(46).
- T.C. Ticaret Bakanlığı (2023a). Yeşil Mutabakat Eylem Planı ve Çalışma Grubu, Erişim adresi: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/yesil-mutabakat-eylem-planı-ve-calisma-grubu>
- T.C. Ticaret Bakanlığı (2023b). AB Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması, Erişim adresi: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-sinirda-karbon-duzenleme-mekanizması>
- Tekin, A. ve Vural, İ.Y. (2004). Global kamusal malların finansman aracı olarak global vergi önerileri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12, 323-337.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990- 2021. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672>
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2023). Türkiye İstatistik Kurumu, Nüfus ve Demografi, Ulusal Hesaplar, Erişim adresi: <https://www.tuik.gov.tr/>
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=cevre-ve-enerji-103&dil=1>
- UN (2023). United Nations, Conferences-Environment and Sustainable Development, Erişim adresi: <https://www.un.org/en/conferences/environment>
- UNCC (2023). UN Climate Change, Process and Meetings, Erişim adresi: <https://unfccc.int/process-and-meetings>
- UNEP (2023a). United Nations Environment Programme, The Montreal Protocol, Erişim adresi: <https://www.unep.org/ozonaction/who-we-are/about-montreal-protocol>
- UNEP (2023b). United Nations Environment Programme, Ozone Secretariat, Erişim adresi: <https://ozone.unep.org/>
- Yavuz, E. ve Ergen, E. (2022). Çevre vergilerinin çevre kirliliği üzerindeki etkisi: seçilmiş G20 ülkeleri üzerine bir uygulama. *International Journal of Public Finance*, 7(1), 113-136. doi: 10.30927/ijpf.1066728
- Yılmazcan, D., & Çakmak, H. (2018). İklim Değişikliğinin Önlenmesinde Mali/İktisadi Araç Olarak: Karbon Emisyon Vergisi Mi? Karbon Emisyon Ticareti Mi? *Proceedings Of The International Congress on Business and Marketing*, 3, 361-379.

İKLİM DEĞİŞMELERİNİN SU KAYNAKLARINA ETKİSİ

İftixar Əyyubov

“Azersu” ASC, “Sukanal” Elmi Tadmkat ve Layihe Institutu, Moskva cadde 67. Baku,
Azerbaycan, AZ1012
iftixar.eyyubov@mail.ru

ÖZET: Modern çağ, birçok çevre sorununun varlığıyla öne çıkıyor. Bu sorunlardan en önemlilerinden biri iklim değişikliği ve onun su kaynaklarına olan etkisidir. İklim değişikliği, dünyanın bir gezegen olarak oluşmasından bu yana bir sorun olmuştur. Bu değişiklikler süresine ve kapsamına göre farklılık göstermiştir. Belirtilen bu göstergelere bağlı olarak etki alanı da farklıydı. Örneğin, dünyanın jeolojik gelişimi boyunca aktif tektonik ve volkanik faaliyetlerin bir sonucu olarak, doğal koşulları, okyanusların ve karaların alanı, kıtaların genel şekli, dağ sıralarının yükseklikleri büyük ölçüde değişmiştir.

İklim değişikliği hem dünyada, hem de Azerbaycan Cumhuriyetinde bazı sorunlar yaratıyor. İklim değişikliğinin Azerbaycan topraklarına etkisi üzerine yapılan çalışmaların çoğu, hava sıcaklığının artması ve bunun sonucunda buharlaşmanın su kaynaklarında azalmaya neden olduğunu göstermektedir. Yüksek dağlık kesimlerinde yer alan kar ve buzların erimesi sonucu belli bir süre içerisinde su kaynaklarında artış gözlemlene bilmektedir. Bunun için akarsuların su kaynaklarının doğal göstergelerinin iklim faktörleri dikkate alınarak belirlenmesi gerekmektedir.

Son zamanlarda iklim değişikliklerinin bir sonucu olarak Azerbaycan'ın çeşitli bölgelerinde su kaynaklarının azalmasına, yıllık bitki örtüsü döneminde nem eksikliğine ve hatta kuraklığa neden olmuştur. Bu, nüfus artışının arka planındaki ana sorun olarak düşünülebilir.

İklim değişiklikleri öncelikle nehirlerdeki su kaynaklarının azalmasına, buzların erimesine, toprak örtüsüne vb. neden olur. Örneğin sıcaklığın artması su eksikliğine neden olur. Bu da topraktaki organik maddenin mineralizasyonunu hızlandırır. Organik maddenin mineralizasyonunun hızlanması topraktaki humusun keskin bir şekilde azalmasına neden olur. Bu durum toprağın verimliliğini azaltır ve bitkilerinin verimliliği keskin bir şekilde azalır. Tarım bitkilerinin verimliliğinin azalması, bölge de dahil olmak üzere bireysel tarım üreticisinin ekonomik zayıflamasına ve ekonomik kaybına neden olmaktadır.

Bazı bilim adamlarının araştırmalarına göre Azerbaycanda 1961-1990 yılları arasında ortalama yıllık sıcaklık 0,3-0,60C artmış, yağış miktarı ise %18 oranında azalmıştır. Cumhuriyetimizde ısınma sonucunda mevsimsel kar örtüsünün yüksekliği 1500 m'ye kadar çıkmışken, şu anda bu yükseklik 1800 m'ye çıkmıştır.

Mekale'de Azerbaycan Cumhuriyeti'nin Şirvan bölgesindeki iklim değişikliklerinin son 50-60 yılda su kaynaklarına etkisi araştırılmıştır. Şirvan nehirlerinin akış miktarlarının herhangi bir değişikliğe maruz kalmasını değerlendirmek için 1991-2020 yıllarına ait yıllık ortalama sıcaklık, yağış ve su hacim değerleri, 1960-2020 dönemine ait ortalama miktarlarla karşılaştırıldı. Bunun için Şamaki, Göyçay, Şeki, Oğuz, Kebele hidrometeoroloji istasyonları ile Daşağılçay, Elicançay, Tikanlıçay, Turyançay, Demiraparanchay nehirlerinin gözlem verilerinden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda iklim değişikliği sonucu bölgedeki nehir akıntılarında ne gibi değişiklikler meydana geldiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişiklikleri, Buharlaşma, Doğal Akış, Yağmur Suyu, Yıllık Sıcaklık, Su Kaynakları.

CLIMATE CHANGE AND IMPACT ON WATER RESOURCES

ABSTRACT: The modern era is distinguished by the existence of many environmental problems. One of the most important of these problems is climate change and its impact on water resources. Climate changes are creating some problems both on earth and in our country.

Climate changes have occurred since the time when the earth was formed as a planet until now. These changes have varied in duration and scope. Depending on these mentioned indicators, its scope of influence was also

different. For example, as a result of active tectonic and volcanic activities throughout the earth's geological development, its natural conditions, the area of oceans and land, the general shape of continents, the heights of mountain ranges and the areas they occupy, and the composition of the atmosphere have changed many times.

Most of the studies conducted on the impact of climate changes on the territory of Azerbaijan show that the increase in air temperature and evaporation leads to a decrease in water resources. As a result of the melting of snow and glaciers located in the high mountainous areas of the river, an increase in water resources can also be observed during a certain period. For this, natural indicators of water resources of rivers should be determined, taking into account climatic factors.

In recent times, as a result of climate changes, the average monthly air temperature has increased, which in turn has led to an increase in evaporation. As a result, it has led to a decrease in water resources in a number of regions of Azerbaijan, a lack of moisture during the annual vegetation period, and in particular, a drought. This can be considered the main problems against the background of population growth.

Climate changes, first of all, decrease water supply in rivers, melting of glaciers, soil cover, etc. affect. For example, rising temperatures lead to water shortages. This accelerates the mineralization of organic matter in the soil. Acceleration of mineralization of organic matter leads to a sharp reduction of humus in the soil. This reduces the fertility of the soil and the productivity of cultivated plants decreases sharply. The decrease in the productivity of agricultural crops leads to the economic weakening and economic loss of the individual agricultural producer, as well as the region.

According to the researches of a number of scientists, the average annual temperature increased by 0.3-0.60C in our Republic during 1961-1990, and the amount of precipitation decreased by 18%. As a result of warming in our republic, the height of the seasonal snow line was observed at 1500 m, but now this height has risen to 1800 m.

In the article, the impact of climate changes on water resources in the Shirvan region of the Republic of Azerbaijan in the last 50-60 years has been investigated. In order to assess any changes in the flow quantities of Shirvan rivers, the values of its average annual temperature, precipitation and water consumption for the period 1991-2020 were compared with their corresponding average quantities during the period 1960-1990. For this, the observation data of a number of hydrometeorological stations of Shamakhi, Goychay, Sheki, Oguz, Gabala and Dashağilchay, Alijanchay, Tikanlichay, Turyanchay, Demiraparanchay rivers were used. As a result of the research, it was determined what changes occurred in the river flows in the area as a result of climate changes.

Anahtar Kelimeler: Climate Change, Influence on River Flow, Evaporation, Natural Flow, Rainwater, Flow Regulation, Fluctuations.

GİRİŞ

Modern çağ, birçok çevre sorununun varlığıyla öne çıkıyor. Bu sorunların en önemlilerinden biri iklim değişikliğidir. İklim değişiklikleri hem dünyada hem de ülkemizde bazı sorunlar yaratıyor.

Geçtiğimiz yüzyılın ikinci yarısından itibaren iklim değişiklikleri bilim insanları ve kamuoyunda alarma neden olmaya başladı. Bu değişiklikler geçen yüzyılın 70'li yıllarında daha belirgin bir şekilde kendini göstermeye başladı.

Azerbaycan'da iklim değişikliklerinin bilimsel çalışması geçen yüzyılın 90'lı yıllarında başladı. Bu bilimsel araştırma çalışmaları sayesinde ülkemizde ikliminde uzun vadeli değişikliklerin değerlendirilmesi yönünde bir takım çalışmalar yapılmıştır. Böylelikle iklim değişiklikleri alanında yapılan çalışmalar, cumhuriyetimizde çok yıllık sıcaklık değerlerinin giderek arttığını göstermektedir. Son 100 yılda Azerbaycan topraklarında yapılan aletli gözlemler, tüm dünyada olduğu gibi Azerbaycan'da da uzun vadeli iklim değişikliklerinin yaşandığını gösteriyor. Bazı tahminlere göre hava sıcaklığı bazı lokasyonlarda 0,5-1,0C0 kadar artmıştır. Sıcaklık artışıyla birlikte ülkemizde su kaynaklarının da azalması beklenmektedir ve bu azalma farklı sıcaklık artışları için %20-40 arasında değişebilmektedir (Mahmudov, 2018).

Azerbaycan'ın su kaynakları diğer Güney Kafkasya ülkeleriyle karşılaştırıldığında sınırlıdır ve tüm bölgedeki su kaynaklarının yalnızca %15'ini kapsamaktadır. Ülkenin yüzey suyu kaynakları esas olarak nehirlerde yoğunlaşmıştır. Nehir su rezervlerinin %67-70'i komşu ülkelerin topraklarında, geri kalanı (yerel akış) ülkemizin iç nehirlerinde oluşmaktadır. Nehir sularının toplam doğal kaynakları 28,5-30,5 km³, sınıraşan nehirler yoluyla komşu ülkelere gelen su kaynakları 19,0-20,5 km³, yerel akış ise 9,5-10,0 km³'tür.

Kurak yıllarda su kaynakları 22,6-27,0 km³'e düşmektedir. Buna göre bu suların 17,1-14,3 km³'ü sınıraşan nehirlerle aittir. Kur ve Araz nehirlerinin su kaynakları komşu ülke topraklarında kullanılması sonucu %20 oranında azalmaktadır. Bu durum ülkede su sıkıntısının artmasına neden olmakta (yılda yaklaşık 4-5 km³) ve Azerbaycan'da su talebinin karşılanmasında zorluk yaratmaktadır (Azerbaycan Cumhuriyeti Çevre ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı).

İklim değişikliğinin bir sonucu olarak su kaynaklarımız son yıllarda azalmış ve uluslararası iklim modellerine göre gelecekte de azalması muhtemel. Ülke nüfusunun artması, ekonominin çeşitli sektörlerinin gelişmesi ve sulu tarım alanlarının genişlemesi nedeniyle suya olan talep artan bir hızla ilerlemektedir. Son 32 yılda, 1991-2022'de yerel nehirlerdeki su içeriği 1961-1990'a göre %5,0'dan %21,2'ye, sınıraşan nehirlerde ise %9,1'den %21'e düşmüştür (Azerbaycan Cumhuriyeti Çevre ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı).

1. Araştırmada Kullanılan Materyaller ve Metodoloji

Araştırma çalışmaları için Ekoloji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın fon ve arşiv materyallerinden yararlanıldı. Araştırmada matematiksel istatistik, hidrolojik benzerlik, karşılaştırmalı analiz ve diğer değerlendirme yöntemleri kullanılmıştır.

Makalede bölgedeki nehir akışları da incelenmiştir. Nehrin su kaynaklarını ve su teminini tahmin etmek için akışın çok yıllık dalgalanmaları incelenmiştir. Su kaynaklarının verimsiz kullanımı, nehir havzalarındaki doğal peyzajların antropojenik faktörlerin etkisiyle dönüşümü, hidroteknik tesislerin inşası vb. nehirlerin rejimini değiştirir. Bu nedenle akarsuların yıllık debilerindeki değişimlerin değerlendirilmesi hidrolojik hesaplamalar yardımıyla yapılmalıdır.

2. Çalışmanın Yorumlanması

Araştırma olarak Oğuz-Gabala nehirlerinin son 50 yıllık akış miktarlarını değerlendirmek amacıyla 1991-2020 dönemine ait ortalama mevsimsel ve yıllık sıcaklık, yağış ve su tüketim değerleri karşılık gelen ortalama miktarlarla karşılaştırılmıştır. 1960-1990 döneminde yapılmıştır. Oğuz-Gabale bölgesindeki sıcaklık değişimlerini değerlendirmek amacıyla Guba, Şamahı, Göyçay, Şeki, Zagatala istasyonlarının 1991-2020 yıllarına ait ortalama mevsimsel, yıllık ve aylık ortalama sıcaklık göstergeleri karşılık gelen ortalama değerleriyle karşılaştırılmıştır. 1960-1990 yılları arasında yapılmıştır (tablo 1) (Eyyubov, 2015: 3).

Tablo 1: Büyük Kafkasya'nın farklı bölgelerinde 1961-1990 ve 1991-2020 yıllarına ait mevsimsel ve ortalama yıllık sıcaklık değerleri (T⁰ C)

Mantaka	Yıllar	Kış	Yaz	Yaz	Sonbahar	Yıllık
Quba	1961-1990	0,2	8,5	20,3	11,7	10,2
	1991-2020	2,2	5,6	19,6	15,9	10,8
	Fark	2,0	-2,9	-0,7	4,3	0,6
Şamaxı	1961-1990	2,1	5,6	20,0	16,5	11,1
	1991-2009	1,2	9,9	22,1	12,7	11,5
	Fark	-0,9	4,3	2,1	-3,8	0,4
Göyçay	1961-1990	3,9	13,1	25,0	15,4	14,9
	1991-2009	5,1	11,1	24,9	19,2	16,3
	Fark	1,2	-2,0	-0,1	3,8	1,4
ŞEki	1961-1990	2,2	11,0	22,4	12,8	12,2
	1991-2009	3,7	8,3	21,5	17,6	13,1
	Fark	1,5	-2,7	-0,9	4,8	0,9
Zaqatala	1961-1990	2,5	11,0	22,5	13,8	13,0
	1991-2009	4,1	9,1	22,1	18,2	13,4
	Fark	1,7	-1,9	-0,4	4,4	0,4
Oğuz	1961-1990	1,4	10,9	22,5	12,8	11,9
	1991-2009	1,2	10,4	22,4	13,1	11,8
	Fark	-0,2	-0,5	-0,1	0,3	-0,1

Kaynak: Eyyubov, 2015:3.

Araştırmadan Guba, Şamaxı, Göyçay, Şeki ve Zagatala ilçelerinde 1991-2020 yıllarında yıllık ortalama sıcaklığı 1960-1990 yılına göre 0,3...1,40C arttığı sonucuna varılabilir (tablo 1).

Araştırma havzasının Şeki istasyonunda kış, sonbahar ve yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde artış gözlenmiştir (tablo 1). Bir önceki döneme göre en büyük artış 4,80C ile sonbahar sezonunda görüldü. 1991-2009 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklık da bir önceki döneme göre 0,90C artmıştır.

Araştırma çalışmasında R.Mahmudov'un 2007-2020 yıllarında Azerbaycan Cumhuriyetinde yağışların farklı yükseklik aralıklarında bireysel yıllar ve çok yıllı dönemdeki değişimine ilişkin araştırmasına atıfta bulunulmuştur (tablo 2) (R. Mahmudov, 2022).

Tablo 2: Azerbaycan Cumhuriyeti topraklarında çok yıllık normlara göre farklı yükseklik aralıklarında yağışların mm cinsinden dağılımı

Yıllar	Hündürlük, m					Ülke üzre
	0	1-200	201-500	501-1000	>1000	
Norma 1961-1990	334.0	327.0	478.0	534.0	639.0	476.0
2007	-21.0	-8.0	62.0	+89.0	+25.0	+16.0
2008	+5.9	-29.0	-171.0	+147.0	+5.0	-31.0
2009	+38.0	+69.0	-7.0	+17.0	+11.0	+6.0
2010	+30.0	+69.0	-28.0	+232.0	-20.0	+51.0
2011	+178	+124	-19.0	+288.0	+143	+87.0
2012	+14.0	-29.0	-130	+94.0	+51.0	-23.0
2013	+29.0	-44.0	-186	+78.0	-18.0	-45.0
2014	-11.0	-60.0	-117	-11.0	-82.0	-70.5
2015	+10.0	-32.0	-55.0	-33.0	-31.0	-42.0
2016	+118	+108	-12	+151	+124	+110
2017	-40.3	-38.6	-260	-41.2	-125	-101
2018	+6.0	-32.0	-7.0	+172	+10.0	-21.0
2019	+34.0	+6.0	-22.0	+8.0	-95.0	-50.0
2020	-20.9	-63.0	-141	+56.0	-43.7	-51.2
Orta	363	327	405	628	628	470
Çox yıllık normmaya nisbeten deyişiklik	+29	0	-73.0	+94.0	-11.0	-6.0

Kaynak: Mahmudov (2022).

Tablo 2'den cumhuriyetteki yağış artışında veya azalmasında çok yıllık normla karşılaştırıldığında önemli bir deyişiklik olmadığı açıkça görülmektedir. 2007-2020 döneminde yağışlarda çok yıllık normla karşılaştırıldığında yalnızca 6,0 mm'lik bir azalma gözlemlendi.

Yağıştaki en yüksek artış 501-1000m (97.0mm) yükseklik aralığında gözlenirken, azalma ise 201-500m yükseklik aralığında gözlemlendi. 2007-2020 döneminde ülke genelinde tüm yükselti aralıklarında yağışlarda bireysel yıllarda normlara göre artış veya azalma görülürken, sadece 201-500m yükseklikler aralığında tüm yıllarda yağışın miktarında azalma gözlenmiştir.

2012 yılından 2020 yılına kadar (2016 yılı hariç) ülke genelinde yıllık ortalama yağışlarda azalma gözlenmiştir.

Ülkemize düşen yıllık yağış miktarındaki artış ve azalma, ülkemizin su kaynaklarına, akarsuların rejimine, yıllık akışına etki etmektedir. Böylece ülkenin bir çok nehirlerinde yıllık akışta, maksimum ve minimum su debisinde azalma gözlenmiştir.

Araştırma alanı olan Oğuz-Gabala bölgesinde, kaynağını Ayriçay'dan Turyancha'ya kadar olan mesafedeki Büyük Kafkas Dağlık Eyaleti'nin havzalarından alan birçok nehir bulunmaktadır. Daşagılçay, Oğuzçay, Halhalçay, Alicançay, Turyançay, Tikanlıçay, Bumçay, Nazarchay, Demiraparanchay vb. bölgenin nehirleridir. atfedilir. Bu nehirlerin havzalarının tamamı Azerbaycan Cumhuriyeti topraklarında bulunmaktadır. Bu nehirlerden Ayriçay, Alijanchay ve Turyanchay nehirlerinin uzunluğu 100 km'den fazladır (Rustamov, Kashkai, 1989).

Araştırma olarak Dashağılchay-Baş Dashağılchay, Alijanchay-Qayabashi, Turyanchay-Sugovshagi, Demiraparanchay-Gabala istasyonlarında son 47 yılda akış miktarlarında meydana gelen değişiklikleri değerlendirmek amacıyla 1991-2017 yıllarının ortalama mevsimsel ve yıllık akış değerleri 1960-1990 yıllarının deyerleri ile karşılaştırılmıştır (tablo 3) (Эйюбов, 2023: 4).

Araştırma, Dashağılchayın-Baş Dashağıl, Alijanchayın-Gayabaşı, Turyanchayın-Su kavşağı ve Demiraparanchay-Gabala istasyonlarının yıllık ortalama su tüketim verilerine dayanarak 4 nehir üzerinde gerçekleştirildi.

Nehirlerin akışlarının analizi ve araştırılması sırasında bilimsel-metodik literatür kaynaklarından yararlanılmıştır. Akışın çok yıllık akışlarda meydana gelen değişikliklerin değerlendirilmesi karşılaştırma yöntemi ile incelenmiştir (Эйюбов, 2023: 4).

Tablo 3: Büyük Kafkasya nehirlerinin mevsimsel ve ortalama yıllık su debisi, 1961-1990 ve 1991-2017 yılları fiyatları (Q, m³/s)

Manteka	Devirler	Kış	Bahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık
Daşağılçay-Baş Daşağılçay	1960-1990	2,93	7,70	12,16	5,56	3.02
	1991-2017	3,78	7,29	9,92	6,07	2.98
	Fark	0.85	-0.41	-2.24	0.51	-0.04
Elicançay-Qayabaşı	1960-1990	5.43	8.24	5.41	5.42	6.12
	1991-2017	3.75	7.01	6.43	5.05	5.56
	Fark	-1.68	-1.23	1.02	-0.37	-0.56
Turyançay-Sukovşağı	1968-1990	4.5	9.5	9.7	7.0	7.65
	1991-2017	7.5	12.9	10.1	10.9	8.74
	Fark	2.95	3.45	0.43	3.89	+1.09
Demiraparanchay Qebele	1960-1990	2,16	5,13	8,53	4,56	5,10
	1991-2017	3,39	6,07	9,18	6,10	6,15
	Fark	1.23	0.94	0.65	1.54	+1.05

Kaynak: Эйюбов, 2023: 4.

Dashağılchayın-Baş Dashağılchay ilçesinde 1991-2017 yıllık ortalama debisinde, 1960-1990'lı yılların ortalama miktarlarına kıyasla 0,04 m³/s'lik bir azalma gözlenmiştir (tablo 3).

Alijanchayın-Qayabashi ilçesinde 1991-2017 yıllık ortalama debisinde, 1960-1990'daki ilgili ortalama miktarlarla karşılaştırıldığında 0,56 m³/s'lik bir azalma gözlemlendi (tablo 3).

Turyanchayın-Su kavşağı istasyonundaki 1991-2017 yılları arasında tüm mevsimlerde ve yıllık ortalama su debisinde artış gözlenmiştir. Ancak 1960-1990 yıllarında ortalama yıllık debisi 7,65 m³/sn iken 1991-2017 yılında 8,74 m³/sn'ye çıkmıştır (tablo 3).

Demiraparanchay-Gabala ilçesinde 1991-2017 yıllık ortalama debisinde, 1960-1990 ortalama miktarlarına kıyasla 1,05 m³/s'lik bir artış gözlenmiştir (tablo 3).

Yapılan analizler Oğuz-Gabale bölgesindeki nehirlerin debilerinde aylık ve mevsimsel üzere azalma ve artışların olduğunu ortaya koymuştu. Bunun temel nedeni kış aylarında ortalama mevsimsel sıcaklıkların artması, bunun da kış döneminde kar su kaynaklarının erimesini arttırması ve düşük su döneminde debinin artmasıdır. Bu durum Alijançay dışındaki tüm nehirlerde görülmektedir. Araştırmamız Imanov (2017) ve Mahmudov (2022) araştırmaları ile tutarlıdır.

Araştırma alanından yer altı su kaynakları subartezyen kuyularla çekilerek Oğuz-Gabala-Bakü su boru hattı inşa edilmiş ve 4,5 m³/sn içme suyu çapı 2000mm olan boru ile Abşeron yarımadasına taşınmaktadır. Araştırma sonucunda gelecekte iklim değişikliklerinin etkisiyle yüzey suyu debisindeki azalmanın yeraltı su kaynaklarına gelen kısmında da azalmaya yol açabileceği belirlendi. Yani araştırma sonucunda verilen tahmine göre yıllık ortalama sıcaklıkta 0,43C0 artış, yıllık yağış miktarında ise 6-73 mm kadar azalma gözlemlendi. Bu da bize o ülkemizde iklim değişikliği nedeniyle havzadaki nehirlerin su debilerinin azala bileceğini öngörmemizi sağlıyor (Mamedov, Ayyubov, 2018).

SONUÇ

Böylece araştırmamızdan aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. İklim değişikliklerinin hem ekolojik, hem de sosyo-ekonomik süreçler üzerinde büyük etkisi vardır ve bazen belirli bir alanın tamamen değişkenliğine neden olur.

1) İklim değişiklikleri sonucunda Azerbaycan'ın Büyük Kafkasya bölgesindeki Guba, Altağaç, Şamahı, Göyçay, Şeki, Zagatala istasyonlarında sıcaklık göstergeleri 1991-2020 yılları arasında bir önceki döneme göre artmış olup, artışın ortalama değeri 0.70C.

2) Ülkemizde 2007-2020 yılları döneminde yağışlarda çok yıllık normla karşılaştırıldığında yalnızca 6,0 mm'lik bir azalma gözlemlendi. Yağıştaki en yüksek artış 501-1000m (97.0mm) yükseklik aralığında gözlenirken, 201-500m yükseklikler aralığında tüm yıllarda yağışın miktarında azalma gözlenmiştir. 2012 yılından 2020 yılına kadar (2016 yılı hariç) ülke genelinde yıllık ortalama yağışlarda azalma gözlenmiştir.

3) 1991-2017 ortalama göstergesinde Daşağılçay, Turyançay ve Demiraparanchay'ın yıllık akışlarında bir önceki döneme göre artım ve azalma gözlenmiştir. Söz konusu nehirlerin ortalama yıllık göstergeleri önceki dönemle karşılaştırıldığında Daşağılçay'da 0,04 m³/s, Alicançay'da ise 0,56 m³/s azalmıştı. Diğer nehirlerin yıllık ortalama göstergelerinde önceki döneme göre artış gözlemlendi. En yüksek artış 1.09 m³/s ile Turyançay'da gerçekleşti.

4) Nehirlerdeki su debilerindeki artış ve ya azalma, tehlikeli olayların meydana gelmesi için koşullar yaratır. Araştırmamızda en büyük nehirlerde artış nisan-haziran aylarında görüldü. Bu aylarda nehirlerde akışın artmasının nedeni, o dönemde dağlardaki karların hızla erimesi ve nehirlerdeki su içeriğinin keskin bir şekilde artmasıdır. Bu da o dönemde sel ve su baskınlarının yaşanmasına neden oluyor. Nehirlerde su akışlarının artma ve azalmasında iklimsel süreçlerin yanı sıra antropojenik faktörlerin de nehir üzerindeki etkisinin önemli rol oynadığını belirtmek gerekir.

Araştırmalarımıza göre iklim değişikliklerinin etkisi tehlikeli hidrometeorolojik süreçlerin ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu durum hem nehirlerin, hem de yeraltı su kaynaklarının oluşumunda kendini gösterecektir. Bütün bunlar da Oğuz-Gabala-Bakü su boru hattının işletmeciliğini olumsuz etkileyebilir.

KAYNAKÇA

- Azerbaycan Cumhuriyeti Çevre ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı <https://eco.gov.az/az/fealiyyet-istiqaemetleri/hidrometeorologiya/yerustu-su-ehtiyatları>
- Eyyubov I. A. "İklim değişikliklerinin nehirlerin rejimi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi". Su sorunları. Bilim ve Teknolojiler. Uluslararası hakemli Science dergisi. Bakü. 2015 #3. <http://sukanal.az/wp-content/uploads/2016/05/AZERSU-N-3-2015-.pdf>
- Imanov F.A., Alakbarov AB. Azerbaycan'ın su kaynaklarının modern değişimleri ve entegre yönetimi. Bakü. Murtajim. 2017.s.352. <https://www.sukanal.az/wp-content/uploads/2017/03/F.Imanov-A.Alekberov.pdf>
- Mahmudov R. "Modern iklim değişiklikleri ve tehlikeli hidrometeorolojik olaylar ". Bakü – 2018 <https://science.gov.az/az/news/open/7806>

- Mahmudov R.N. Azərbaycan'da bölgəsel iqlim dəyişiklikləri və nehir akışı / Su sorunları Bilim və Teknoloji. Uluslararası hakemli bilimsel dergi. Bakü. 2022. No. 1 (19), s. 7-17. <https://www.sukanal.az/wp-content/uploads/2022/05/JOURNAL-N1-2022.pdf>
- Rustamov S.G., Kashkai R.M. Azərbaycan SSC'nin su kaynakları. Bakü, Karaağaç, 1989, 184 s.
- Mamedov A.Sh., Ayyubov İ.A. Podqatovka texniceskiy meropriyatiy dlya vostonavlenniya urovnya podzemnix vod basseyna Dashaqilcaı. QİDROMETEOROLOQİYA İ EKOLOQİYA. №2. Almatı. 2018. 181-191 s. <https://journal.kazhydromet.kz/index.php/kazgidro/article/view/800/814>
- Эйюбов И.А. Изменения месячного и сезонного стока рек Азербайджана (районы Огуз-Габала). География и водные ресурсы. Алматы. 2023. № 4. 3-13 с. <https://doi.org/10.55764/2957-9856/2023-4-3-13.18>

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ALTINDA ARICILIK

Öğr. Gör. Zeynep Asutay

Bitlis Eren Üniversitesi / Hizan MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

zeynypn@gmail.com

Prof. Dr. Hakan İnci

Bingöl Üniversitesi / Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

hinci@bingol.edu.tr

ÖZET: İklim değişikliğinin arıcılığa etkileri hem arıların hem de arıcıların yaşadığı zorlukları ve gelir kayıplarını artıracığı açıktır. Özellikle aşırı hava koşulları ve doğal afetler, bal arıları üzerinde ciddi etkilere neden olmuştur. Bu nedenle, iklim değişikliği ile başa çıkabilme stratejileri geliştirilmesi gerekmektedir. Bu stratejilerin oluşturulabilmesi için, iklim değişikliğinin arıcılığa etkileri konusunda daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Şu anda, bu konuda yeterli bilgi ve stratejiler bulunmamaktadır. Bu nedenle, arıcılığın geleceği için önemli olan ana zorluklar ve önlemler hakkında bir uzlaşma sağlanması ve kapsayıcı bir strateji oluşturulması gerekmektedir. Bu stratejiler, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya yönelik olmalıdır. Örneğin, arıcılar için daha dirençli arı türlerinin yetiştirilmesi veya iklim değişikliğine dayanıklı arıcılık yöntemlerinin geliştirilmesi gibi önlemler alınabilir. Ayrıca, arıcılığın daha sürdürülebilir hale getirilmesi için iklim değişikliği ile mücadele politikalarının desteklenmesi de önemlidir. Sonuç olarak, iklim değişikliğinin arıcılığa olan etkileri hala tam olarak anlaşılmamıştır ve bu konuda daha fazla araştırma ve strateji geliştirme çalışmaları gerekmektedir. İklim değişikliği ile mücadele için çeşitli önlemler alınmalıdır ve bu önlemler, arıcılığın sürdürülebilir bir geleceği için önemlidir. Bu amaçla, bilim insanları, arıcılar ve diğer paydaşların ortak çabaları gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Küresel Isınma, Arı, Bitki.

BEEKEEPING UNDER CLIMATE CHANGE

ABSTRACT: It is clear that the effects of climate change on beekeeping will increase the difficulties and income losses experienced by both bees and beekeepers. Especially extreme weather conditions and natural disasters have caused serious impacts on honey bees. Therefore, it is necessary to develop strategies to cope with climate change. In order to formulate these strategies, more research on the effects of climate change on beekeeping is required. Currently, there is not enough information and strategies on this issue. Therefore, there is a need to reach a consensus on the main challenges and measures that are important for the future of beekeeping and to develop an overarching strategy. These strategies should be orientated towards mitigating the impacts of climate change. For example, measures such as breeding more resilient bee species for beekeepers or developing climate change-resilient beekeeping methods can be taken. It is also important to support policies to combat climate change to make beekeeping more sustainable. In conclusion, the impacts of climate change on beekeeping are still not fully understood and more research and strategy development studies are needed. Various measures should be taken to combat climate change and these measures are important for a sustainable future of beekeeping. For this purpose, joint efforts of scientists, beekeepers and other stakeholders are required.

Key Words: Global warming, Bee, Plant.

GİRİŞ

İklim değişikliğinin etkisi altında geleceği öngörmek, çağımızın en önemli zorluklarından ve bilimsel çabalarından biridir (McNutt, 2013). Birleşmiş Milletler Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) son raporlarına ve diğer çeşitli birçok çalışmalara göre (Van Aalst, 2006; Garnaut, 2008; Dawson & Spannagle, 2009; Hov et al., 2013; Myhre et al., 2019; Pörtner et al., 2022), iklim değişikliğinin sıcaklıkların artmasına, yağış düzenlerinin ve mevsimlerin değişmesine neden olacağı ve aşırı kuraklıklar ve seller gibi doğal afetler de dâhil olmak üzere şiddetli ve aşırı hava olaylarının sıklığını artıracığı konusunda fikir birliği vardır. Bu

çevresel değişikliklerin tarım için kesinlikle ciddi sonuçları olacaktır ve gelecekteki kısa dönem olasılığını artıracaktır. Bu nedenle tarımın iklim değişikliğine karşı son derece savunmasız olduğu ve bunun da küresel olarak gıda güvenliğini tehdit ettiği aşikârdır. (Nelson, 2009).

1. Bal Arıları ve Arıcılık Üzerindeki Etkisi

İklim değişikliğinin arı kolonileri ve arıcılık üzerinde kesin sonuçları olacağı ve dolayısıyla tozlaşma ve bal hasadı gibi temel ekosistem hizmetlerini etkileyeceği göz önüne alındığında, arıcılık da istisnasız olarak bu değişimden etkilenmektedir (Le Conte & Navajas, 2008; Malisa & Yanda, 2016),

Dünya çapında 90 milyondan fazla arı kolonisi bulunan (Osterman et al., 2021), arıcıların çoğunluğu Batı bal arısı olan *Apis mellifera* (L.) ile ilgilenmektedir. Doğal olarak, *A. mellifera* birçok farklı coğrafi ve iklim koşuluna uyum sağlama ve gelişme yeteneğine sahiptir; özellikle doğal yayılışı Avrupa, Afrika, Orta Doğu'nun yanı sıra Kazakistan, Afganistan ve Doğu Rusya bölgelerinin çoğunu kapsamaktadır (Arias & Sheppard, 2006).

Bu geniş dağılım büyük ölçüde genel yiyecek arama davranışından ve yiyecek aramanın yetersiz olabileceği uzun zamanlarda (örneğin ılıman bölgelerde kış) hayatta kalmak için yeterli yiyeceği toplama ve saklama yeteneğinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle *A. mellifera*'nın tozlaşmada ve bal üretimi için dünya çapında başarılı bir şekilde tanıtılması şaşırıcı değildir. Buna karşılık, yalnızca bir diğer bal arısı türü olan Doğu balarıları *A. cerana*, yalnızca kendi doğal menzili içinde (yani Güney ve Doğu Asya) ve çok daha az ölçüde yönetilmektedir. Bal arılarının, özellikle de *A. mellifera*'nın çok çeşitli iklimlere uyum sağlama yeteneğine rağmen, iklim değişikliğinin arıcılık üzerinde zaten bir etkisi olduğuna dair açık kanıtlar vardır (Flores et al., 2019; Insolia et al., 2022). Özellikle sert hava koşulları ve doğal afetler daha sık meydana gelmekte ve arıcılık açısından ağır sonuçlar doğurabilmektedir (Gajardo-Rojas et al., 2022).

Örneğin, şiddetli sel olayları (yani, şiddetli yağışlar nedeniyle veya kıyı bölgelerinde deniz seviyesinin yükselmesi ve artan fırtınalar nedeniyle) ve benzeri görülmemiş orman yangınları dünya genelinde giderek daha sık hale gelmiştir (Deutsches Bienen Journal, 2021, Dorey et al., 2021; Middle East Monitor, 2021; Insolia et al., 2022), bu da bal arısı koloni kayıpları olasılığını açıkça artırmıştır. Ayrıca, artan sıcaklıklar nedeniyle koloniler için kuluçkasız dönem muhtemelen daha kısa olacak veya hatta tamamen yok olacaktır. Bu durum, üremeleri için yavrulara bağlı olan zararlıların, örneğin ektoparazitik akarlar *Varroa* spp. ve *Tropilaelaps* spp. etkisini artıracak olumsuz bir geri besleme döngüsüne neden olacaktır (Chantawannakul et al., 2018; Noël et al., 2020)

İklim değişikliği, bu akarların ve ilişkili virüslerin bal arıları ve arıcılık üzerindeki oldukça fazla olan etkisini daha çok artıracak gibi görünmektedir (Dietemann et al., 2012; Neumann et al., 2012; Noël et al., 2020).

Genel olarak, arıcılık için endişe verici zararlılar olan bir dizi istilacı türün iklim değişikliğinden küresel olarak yararlanması söz konusudur (örn. küçük kovan böcekleri, *Aethina tumida*, Cornelissen et al., 2019; sarı bacaklı eşek arıları, *Vespa velutina*, Barbet-Massin et al., 2013). Bu durum muhtemelen arı sağlığı ve ekonomik sonuçları doğurmaktadır. Dahası, sektördeki değişimler mevsimler ve/veya yağışsız dönemlerin uzaması büyük olasılıkla daha düşük veya tamamen yem eksikliğine sebep olacaktır (Flores et al., 2019).

Buna ek olarak, artan kuru ve yağışlı dönemlerin polen üretimini ve besin bileşimini olumsuz etkilediği bilinmektedir ve her ikisinin de olumsuz sonuçlara yol açma olasılığı yüksektir. Örneğin, yetersiz beslenmeye maruz kalan bal arılarının bağışıklık ve detoksifikasyon kapasitelerinin azaldığı bilinmektedir (Alaux et al., 2010), bu da onları patojenler veya ksenobiyotikler gibi çevresel stres faktörlerine karşı daha savunmasız hale getirmektedir (Dolezal & Toth, 2018; Castle et al., 2022).

Ayrıca, daha ılıman geçen kışlar, bitki-polinatör etkileşimleri arasındaki eşzamansızlığın artmasına yol açabilir (Freimuth et al., 2022); bu durumda sezonun başlarında yavru üreten bal arıları, koloni gelişimini desteklemek için yetersiz yemle karşılaşacaktır. Bitkisel kaynaklardaki bu tür boşluklar, beklenen Küresel çevresel değişim nedeniyle istilacı bitki türlerinin yayılımının artmasına yol açacaktır (Liu et al., 2017).

Bal arıları için istilacı bitki türleri nedeniyle artan yemin olumlu etkilerini gösteren veriler şu anda mevcut değilken, yaban arısı türlerinin istilacı *Rhododendron ponticum*'dan yararlandığı ortaya çıkmıştır. (Stout et al., 2006; Dietzsch, 2009). Benzer faydalı etkilerin bal arıları için de gösterileceği ve böylece arıcılığa fayda

sağlanacağı düşünüldüğünde, istilacı bitki türleri hiçbir şekilde sürdürülebilir bir çözüm değildir ve teşvik edilmemelidir. Bir yandan, bal arıları ve yaban arıları gibi genelci türler bu tür yeni çiçek kaynaklarından yararlanarak kâr edebilirken, diğer yandan uzman arı türlerinin yerli bitkilerin yakın kaybı nedeniyle zarar görmesi muhtemeldir. Ayrıca, yabancı bitki istilaları, çeşitli çiçek kaynakları tarafından sağlanan temel besin maddelerinin mevcudiyetini tehlikeye atarak ve böylece beslenme eksikliğine neden olarak bal arıları için de bir risk oluşturmaktadır. (Vanbergen et al., 2018).

Sonuç olarak, yem eksikliği veya yetersiz kalitede yem, bal arısı kolonileri üzerinde artan bir açlık riski oluşturacaktır; Bal hasadını öngörülemez ve arıcular için ilgili geliri güvenilmez hale getirir. İlgili hafifletici önlemlerin acilen alınması gerektiği açıktır.

2. Geçici Önlemler

Arıcılığı iklim değişikliğinin getirdiği strese karşı daha dirençli hale getirmek için ne yapabiliriz? Mücbir sebepler (yani doğal afetler) tanım gereği tamamen arıcuların elinde değildir. Bununla birlikte, planlama ve hafifletme, bir afet sırasında kayıpları en aza indirmeye yardımcı olabilir (O'Brien et al., 2006) ve risklerin belirlenmesinde, örneğin arılık yeri planlamasına yardımcı olabilir (Faux and Kane, 2021). Kamuoyunda ve politika yapıcılar nezdinde farkındalığın artırılması, orman yangınları, sel ve benzerleri için olasılıkları daha da azaltabilir, ayrıca risk sigortası programları bal arısı işletmelerinin ilgili koloni kayıplarıyla başa çıkmaları için tavsiye edilmektedir. (Faux and Kane, 2021).

Ayrıca, gelecekte iklim değişikliği senaryosu kapsamında akarlar, küçük kovan böcekleri ve diğer istilacı türlerle mücadele etmek için daha etkili haşere kontrol çabalarına ihtiyaç duyulacaktır. Bu durum, söz konusu zararlılara yönelik sürdürülebilir çözümlere olan ihtiyacı kuvvetle güçlendirmektedir. İdeal durumda koloniler, akar istilasından arıcuların yardımı olmadan kurtulurlar (Locke, 2016; Dall'Olio et al., 2022).

Aynı şekilde, yerel yetkililerin, özellikle de gümrük personelinin istilacı haşere türleri konusunda daha da bilinçlendirilmesi ihtiyatlı bir yaklaşım olarak görünmektedir. Ayrıca, gelecekte öngörülemeyen yem durumunun üstesinden gelmek için kolonilerin çoklu ek besleme aşamalarının rutin bir uygulama haline gelmesi muhtemeldir (Stanger and Laidlaw, 1974), dolayısıyla daha kanıta dayalı ve ince ayarlı besleme yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin, karbonhidratlar ve proteinlerle rutin beslemenin yanı sıra, mikro besinler (vitaminler, mineraller) ve mikrobiyota dikkate alınmalıdır, ancak arı sağlığı üzerindeki olası istenmeyen yan etkileri sınırlamak için daha fazla çaba gerektirecektir (Brown et al., 2022a, 2022b).

Bal arısı ana arı yetiştiriciliği, yerel genotip-çevre etkileşimlerinden yararlanarak muhtemelen daha da önemli hale gelecektir (Meixner et al., 2015). Akarlara, Varroa destructor'a ve bulaştırdıkları virüslere benzer şekilde (Oddie et al., 2017), iklim değişikliğinin getirdiği seçim baskısına karşı uygulanabilir bir yaklaşım, doğal seçimden daha fazla yararlanmak olabilir (Neumann and Blacquiere, 2017; Blacquiere et al., 2019).

Gerçekten de, Darwinci bir kara kutu seçimi (Blacquiere ve ark., 2019), artan çevresel stresle yerel olarak daha iyi başa çıkabilen bal arılarının elde edilmesini sağlayabilir. Ancak şu anda iklim değişikliğinin bal arıları ve arıcılık üzerindeki etkisi tam olarak anlaşılammıştır. Bu nedenle, şu anda eldeki kanıta dayalı hafifletme araçları yetersizdir ve sonuç olarak, ilgili bir stratejinin geliştirilmesinin zamanı gelmiş görünmektedir.

Politika yapıcıları ikna etmek için iklim değişikliğinin arıcılık sektörü üzerindeki gerçek etkisine ilişkin ekonomik tahminlere acilen ihtiyaç duyulmaktadır (Koc, vd., 2021). Polinatörlerin önemi konusunda artan kamu bilinci sayesinde, arıcılık sektörünün bu zorluğa uyumunu teşvik etmek için yeterli politika eyleminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. (Fankhauser, 2017).

Gerçekten de, ağaç dikmek gibi düşük eşikli girişimler bile arı kovanlarında gölgeyi arttırmak, kolonileri daha serin yerlere taşımak veya sezon boyunca daha yüksek bölgeler (göçmen arıcılık) düşük eşikli olabilir ancak yüksek verimli eylem noktalarıdır. (Ukamaka and Eberachukwe, 2018; Gajardo-Rojas et al., 2022).

Buna ek olarak, nektar ve polen bulunabilirliğini sağlamak için doğal habitatların teşvik edilmesi ve yerel floranın restorasyonu, arıcular ve yerel yönetimler tarafından uygulanan etkili iklim değişikliğine uyum stratejileri olmalı, yerli tozlaştırıcı direncini ve işlevselliğini de güçlendirir. (Kaiser-Bunbury et al., 2017)

Bununla birlikte, bu konuda daha fazla araştırma yapılması gerektiği açıktır. İklim değişikliğinin etkisi ve ilgili azaltma önlemleri, bilgilerimizdeki ilgili büyük boşlukları doldurmak için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, paydaşların bilgilendirilmesinin ve özellikle arıcılık camiasının yönetimi buna göre uyarlama konusundaki istekliliğinin, herhangi bir azaltma önleminin başarısı için kilit önemde olacağı açıktır. (Vercelli et al., 2021). Bu hedefe ulaşmak için, arı bilimi ve uygulama arasındaki boşluğu doldurmaya daha fazla önem verilmelidir (Kristiansen et al., 2022).

Genel olarak, büyük paydaş kuruluşlar (örneğin Apimondia), COLOSS (bal arısı koloni kayıplarının önlenmesi; Brodschneider et al., 2022) tarafından küresel olarak daha uyumlu çabalara ihtiyaç var gibi görünmektedir, diğerlerinin yanı sıra iklim değişikliği altında küresel koruma için uygulanabilir bir strateji sağlamalı.

Burada Batı bal arıları, *A. mellifera* için özetlenen senaryo, Doğu bal arıları, *Apis cerana*, iğnesiz arılar, yaban arıları ve hatta yalnız arılar gibi yönetilen tüm arılar için neredeyse kesinlikle geçerlidir. Gerçekten de, iklim değişikliği nedeniyle artan yağışlar Güney ve Doğu Tayland'da daha sık şiddetli ani sellere neden olmakta (Marks, 2011) ve bu da 2022'de Güney ve Doğu Tayland'da görüldüğü gibi arıcıların tek bir koloniden yoksun kaldığı tüm meliponarilerin (yani iğnesiz arı çiftliklerinin) yok olmasına yol açabilmektedir. İklim değişikliği her yerde mevcut ve tüm bu arılar ve bakıcıları üzerinde benzeri görülmemiş ek çevresel stres yaratacak, dolayısıyla ilgili ayarlanmış yönetimi gerektirecektir.

Sonuç olarak, iklim değişikliği altında arıcılıkla ilgili bilgilerimizde önemli boşluklar bulunmaktadır. Bu nedenle, bu destansı zorluğa yeterli cevaplar verebilmek için küresel olarak ilgili tüm paydaşların daha fazla çaba göstermesi gerekecektir.

KAYNAKÇA

- Alaux, C., Ducloz, F., Crauser, D., & Le Conte, Y. (2010). Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biology letters*, 6(4), 562-565.
- Arias, M. C., & Sheppard, W. S. (2006). Corrigendum to "Phylogenetic relationships of honey bees (Hymenoptera: Apinae: Apini) inferred from nuclear and mitochondrial DNA sequence data"[Mol. Phylogenet. Evol. 37 (2005) 25–35]. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 1(40), 315.
- Barbet-Massin, M., Rome, Q., Muller, F., Perrard, A., Villemant, C., & Jiguet, F. (2013). Climate change increases the risk of invasion by the Yellow-legged hornet. *Biological Conservation*, 157, 4-10.
- Blacqui re, T., Boot, W., Calis, J., Moro, A., Neumann, P., & Panziera, D. (2019). Darwinian black box selection for resistance to settled invasive *Varroa destructor* parasites in honey bees. *Biological invasions*, 21(8), 2519-2528.
- Brodschneider, R., Ellis, J. D., & Neumann, P. (2022). A Special Issue on COLOSS. *Bee world*, 99(1), 1-4.
- Brown, A. F., Rodriguez, V., Brzoska, C., Pfister, J., Neumann, P., & Retschnig, G. (2022). Dream team for honey bee health: pollen and unmanipulated gut microbiota promote worker longevity and body weight. *Frontiers in sustainable food systems*, 6, 864741.
- Brown, A., Rodriguez, V., Pfister, J., Perreten, V., Neumann, P., & Retschnig, G. (2022). The dose makes the poison: feeding of antibiotic-treated winter honey bees, *Apis mellifera*, with probiotics and b-vitamins. *Apidologie*, 53(2), 19.
- Castle, D., Alkassab, A. T., Bischoff, G., Steffan-Dewenter, I., & Pistorius, J. (2022). High nutritional status promotes vitality of honey bees and mitigates negative effects of pesticides. *Science of The Total Environment*, 806, 151280.
- Chantawannakul, P., Ramsey, S., Khongphinitbunjong, K., & Phokasem, P. (2018). Tropilaelaps mite: an emerging threat to European honey bee. *Current opinion in insect science*, 26, 69-75.
- Cornelissen, B., Neumann, P., & Schweiger, O. (2019). Global warming promotes biological invasion of a honey bee pest. *Global change biology*, 25(11), 3642-3655.
- Dall'Olio, R., Mondet, F., Beaupaire, A., Gabel, M., Locke, B., Moro, A., ... & Neumann, P. (2022). COLOSS survivors task force: Global efforts to improve honey bee colony survival. *Bee world*, 99(1), 17-19.
- Dawson, B., & Spannagle, M. (2008). *The complete guide to climate change*. Routledge.
- Deutsches Bienen Journal. (2021). Flutkatastrophe: Hilfe fur € Imker. <https://www.bienenjournal.de/news/flutkatastrophe/>

- Dietemann, V., Pflugfelder, J., Anderson, D., Charrière, J. D., Chejanovsky, N., Dainat, B., ... & Neumann, P. (2012). Varroa destructor: research avenues towards sustainable control. *Journal of Apicultural Research*, 51(1), 125-132.
- Dietzsch, A. C. (2009). *Impacts of the alien invasive Rhododendron ponticum L. on native plants, pollinators and their interaction* (Doctoral dissertation, Trinity College Dublin).
- Dolezal, A. G., & Toth, A. L. (2018). Feedbacks between nutrition and disease in honey bee health. *Current opinion in insect science*, 26, 114-119.
- Dorey, J. B., Rebola, C. M., Davies, O. K., Prendergast, K. S., Parslow, B. A., Hogendoorn, K., ... & Caddy-Retalic, S. (2021). Continental risk assessment for understudied taxa post-catastrophic wildfire indicates severe impacts on the Australian bee fauna. *Global Change Biology*, 27(24), 6551-6567.
- Faux, C. M., & Kane, T. R. (2021). Honey Bees: Disaster Preparedness and Response. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 37(3), 559-567.
- Flores, J. M., Gil-Lebrero, S., Gámiz, V., Rodríguez, M. I., Ortiz, M. A., & Quiles, F. J. (2019). Effect of the climate change on honey bee colonies in a temperate Mediterranean zone assessed through remote hive weight monitoring system in conjunction with exhaustive colonies assessment. *Science of the Total Environment*, 653, 1111-1119.
- Fankhauser, S. (2017). Adaptation to climate change. *Annual Review of Resource Economics*, 9, 209-230.
- Freimuth, J., Bossdorf, O., Scheepens, J. F., & Willems, F. M. (2022). Climate warming changes synchrony of plants and pollinators. *Proceedings of the Royal Society B*, 289(1971), 20212142.
- Garnaut, R. (2008). The Garnaut climate change review. *Cambridge, Cambridge*.
- Gajardo-Rojas, M., Muñoz, A. A., Barichivich, J., Klock-Barría, K., Gayo, E. M., Fonturbel, F. E., ... & Veas, C. (2022). Declining honey production and beekeeper adaptation to climate change in Chile. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 46(5), 737-756.
- Hov, Ø., Cubasch, U., Fischer, E., Höppe, P., Iversen, T., Kvamstø, N. G., ... & Murlis, J. (2013). Trends in extreme weather events in Europe: implications for national and European Union adaptation strategies.
- Insolia, L., Molinari, R., Rogers, S. R., Williams, G. R., Chiaromonte, F., & Calovi, M. (2022). Honey bee colony loss linked to parasites, pesticides and extreme weather across the United States. *Scientific reports*, 12(1), 20787.
- Kaiser-Bunbury, C. N., Mougil, J., Whittington, A. E., Valentin, T., Gabriel, R., Olesen, J. M., & Blüthgen, N. (2017). Ecosystem restoration strengthens pollination network resilience and function. *Nature*, 542(7640), 223-227.
- Koç, G., Natho, S., & Thieken, A. H. (2021). Estimating direct economic impacts of severe flood events in Turkey (2015–2020). *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 58, 102222.
- Fabricius Kristiansen, L., Kristiansen, P., Vejsnæs, F., & Morawetz, L. (2022). Is COLOSS an Ivory tower of beekeeping science? Efforts to bridge research and practice (B-RAP). *Bee World*, 99(1), 5-7.
- Le Conte, Y., & Navajas, M. (2008). Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*, 27(2), 499-510.
- Liu, Y., Oduor, A. M., Zhang, Z., Manea, A., Tooth, I. M., Leishman, M. R., ... & Van Kleunen, M. (2017). Do invasive alien plants benefit more from global environmental change than native plants?. *Global Change Biology*, 23(8), 3363-3370.
- Locke, B. (2016). Natural Varroa mite-surviving Apis mellifera honeybee populations. *Apidologie*, 47, 467-482.
- Marks, D. (2011). Climate change and Thailand: Impact and response. *Contemporary Southeast Asia*, 229-258.
- McNutt, M. (2013). Climate change impacts. *Science*, 341(6145), 435-435.
- Meixner, M. D., Kryger, P., & Costa, C. (2015). Effects of genotype, environment, and their interactions on honey bee health in Europe. *Current Opinion in Insect Science*, 10, 177-184.
- Myhre, G., Alterskjær, K., Stjern, C. W., Hodnebrog, Ø., Marelle, L., Samset, B. H., ... & Stohl, A. (2019). Frequency of extreme precipitation increases extensively with event rareness under global warming. *Scientific reports*, 9(1), 16063.
- Middle East Monitor (2021). Turkey: Bees and honey production hit by wildfires. August 6, 2021 at 3:23 pm j
Published in: Europe & Russia, News, Turkey; [https:// www.middleeastmonitor.com/20210806-turkey-bees?and-honey-production-hit-by-wildfires/](https://www.middleeastmonitor.com/20210806-turkey-bees?and-honey-production-hit-by-wildfires/)
- Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., ... & Lee, D. (2009). *Climate change: Impact on agriculture and costs of adaptation* (Vol. 21). Intl Food Policy Res Inst.
- Neumann, P., & Blacquièrre, T. (2017). The Darwin cure for apiculture? Natural selection and managed honeybee health. *Evolutionary applications*, 10(3), 226-230.

- Neumann, P., Yañez, O., Fries, I., & de Miranda, J. R. (2012). Varroa invasion and virus adaptation. *J. Invert. Pathol*, 103, 96-119.
- Noël, A., Le Conte, Y., & Mondet, F. (2020). Varroa destructor: how does it harm Apis mellifera honey bees and what can be done about it?. *Emerging Topics in Life Sciences*, 4(1), 45-57.
- O'Brien, G., O'keefe, P., Rose, J., & Wisner, B. (2006). Climate change and disaster management. *Disasters*, 30(1), 64-80.
- Oddie, M. A., Dahle, B., & Neumann, P. (2017). Norwegian honey bees surviving Varroa destructor mite infestations by means of natural selection. *PeerJ*, 5, e3956.
- Osterman, J., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Bosch, J., Howlett, B. G., Inouye, D. W., ... & Paxton, R. J. (2021). Global trends in the number and diversity of managed pollinator species. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 322, 107653.
- Pörtner, H. O., Roberts, D. C., Adams, H., Adler, C., Aldunce, P., Ali, E., ... & Ibrahim, Z. Z. (2022). *Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability*. IPCC.
- Stout, J. C., Parnell, J. A., Arroyo, J., & Crowe, T. P. (2006). Pollination ecology and seed production of *Rhododendron ponticum* in native and exotic habitats. *Biodiversity & Conservation*, 15, 755-777.
- Stanger, W., & Laidlaw, H. H. (1974). Supplemental feeding of honeybees (*Apis mellifera* Linnaeus). *Am. Bee J*, 114, 138-141.
- Ukamaka, D. M., & Eberechukwu, N. L. (2018). Indigenous climate change adaptation strategies used by honey producers in rural communities of Enugu State, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension*, 22(2).
- Van Aalst, M. K. (2006). The impacts of climate change on the risk of natural disasters. *Disasters*, 30(1), 5-18.
- Vanbergen, A. J., Espindola, A., & Aizen, M. A. (2018). Risks to pollinators and pollination from invasive alien species. *Nature ecology & evolution*, 2(1), 16-25.
- Vercelli, M., Novelli, S., Ferrazzi, P., Lentini, G., & Ferracini, C. (2021). A qualitative analysis of beekeepers' perceptions and farm management adaptations to the impact of climate change on honey bees. *Insects*, 12(3), 228.

KÜRESEL İKLİM KRİZİ VE BİTKİSEL ÜRETİM ÜZERİNE ETKİLERİ

Öğr. Gör. Dr. Saadet Sevil Yücel

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Çaycuma Gıda ve Tarım Meslek Yüksekokulu Gıda İşleme Bölümü
saadetsevilyucel@gmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Deniz Karaelmas

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Çaycuma Meslek Yüksekokulu Tasarım Bölümü
deniz.karaelmas@beun.edu.tr

Prof. Dr. Yeşim Okay

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü.
okay@agri.ankara.edu.tr

ÖZET: Fosil buluntuları, insanlık tarihinin yaklaşık 2,5 milyon yıl önce Afrika düzlüklerinde başladığına dair kanıtlar taşımaktadır. İnsan ilk başta toplayıcılık şeklinde beslenirken daha sonra doğaya adapte olma, avcılık şeklinde yaşamını sürdürmüştü ve 1,1 milyon yıl önce Afrika'dan çıkarak ilk önce Yakındoğu ve Asya, ardından tüm kıtalara yayılmıştır. İnsan evrimi çağlar boyunca devam ederken modern insan adı verilen *Homo sapiens* türünün tarih sahnesinde belirmesiyle insanlık tarihindeki gelişimler hız kazanmaya başlamıştır. Neolitik çağda insanlar yerleşik hayata geçmiş ve ürünlerini kendisi yetiştirmeye başlamıştır. Yaklaşık olarak M.Ö. 10 bin yılında ilk tarımsal köyler kurulmuştur. İnsanların yerleşik hayata geçmesinden günümüze değin iklimlerde önemli değişiklikler yaşanmamıştır. 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının artması insan, bitki ve hayvan türlerinin yaşamını tehdit eden doğa olaylarının yaşanmasına neden olmuştur. Küresel ısınma yüz binlerce yılda yeraltında oluşan fosil yakıtların insan faaliyetleri sonucu bilinçsizce kullanımından kaynaklanmaktadır. Özellikle son 45 yıllık süreçte önceki iklim değişiminden farklı, birikimli ve birbirini tetikleyici nitelikte, yaşamı tehdit eden doğa olayları yaşanmaktadır. Önlem alınmadığı takdirde buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, ormansızlaşma, çölleşme, düzensiz yağışlar, sel baskınları, kasırgalar gibi doğal afetler; belli bir kırılma noktasından sonra geri dönüşü olmayan felaketler nedeniyle canlıların geleceğinin tehlikeye düşeceğinden söz edilmektedir. Bu çalışmada küresel iklim krizi ile ilgili tanımlamalar, tarım üzerinde olası senaryolar, uluslararası siyasi ve bilimsel çerçevede çözüm arayışları, küresel ısınmanın nedenleri ve olası çözüm yolları tartışılmıştır. Ülkemiz; çok sayıda bitki türünün gen merkezi olması, topoğrafik yapısının çeşitliliği ve yarı nemli orta enlem bölgesinde yer alması gibi nedenlerden dolayı çok sayıda bitkinin yetiştiriciliğine uygun bir konumdadır. Özellikle; iklim krizine karşı ciddi adımlar atılıp, engelleyici önlemler alınmadığı takdirde bitki yaşamı üzerinde ne gibi etkileri olacağı konuları üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Küresel İklim Krizi, Tarım, Adaptasyon, Sıcaklık

GLOBAL CLIMATE CRISIS AND ITS IMPACT ON CROP PRODUCTION

ABSTRACT: Fossil finds provide evidence that human history began about 2.5 million years ago on the plains of Africa. At first, human beings lived by gathering, then adapted to nature, hunting, and spread out of Africa 1.1 million years ago, first to the Near East and Asia, and then to all continents. While human evolution continued throughout the ages, the developments in human history started to gain momentum with the emergence of the *Homo sapiens* species called modern humans on the stage of history. In the Neolithic Age, people settled down and started to grow their own crops. Approximately 10 thousand BC, the first agricultural villages were established. There have been no significant changes in climates since humans settled down. Since the second half of the 20th century, the increase in green house gases that cause global warming has led to natural events that threaten the lives of human, plant and animal species. Global warming is caused by the unconscious use of fossil fuels formed in the under ground over hundreds of thousands of years as a result of human activities. Especially in the last 45 years, life-threatening natural events that are different from previous climate change, cumulative and triggering each other are being experienced. If no precautions are taken, natural disasters such as melting glaciers, sea level rise, deforestation, desertification, irregular rain fall, floods, hurricanes; It is mentioned that the future of living things will be endangered due to irreversible disasters after a certain breaking point. In this study, definitions related to the global climate crisis, possible scenarios on agriculture, the search for solutions within the international political and scientific framework, the causes of global warming and possible solutions are discussed. Our country is suitable for the cultivation of many plants

due to the fact that it is the gene center of many plant species, the diversity of its to pographical structure and its location in the semi-humidmid-latitude region. In particular, the effects of the climate crisis on plant life were emphasized unless serious steps are taken and preventive measures are taken.

Key Words: Global Climatecrisis, Agriculture, Adaptation, Temperature

GİRİŞ

Yerkürenin oluşumundan bu yana çok sayıda buzul ve buzullar arası dönemler, ısınma ve soğuma dönemlerinin yaşandığı, bu değişimlerde volkanik patlamalar gibi olayların da etkide bulunduğu bilinmektedir. İklim sistemini oluşturan atmosfer, güneş ve yerküre arasındaki ilişkilerin doğal mekanizmalarla bozulması sonucu ortaya çıkan bu değişiklikler dünyanın coğrafi yapısını belirleyen kara ve su alanlarını birçok defa değiştirmiştir. İnsanlık tarihinin başladığı dönemlerde de doğal etkenlerle ilişkili olarak devam eden iklim değişiklik süreçlerinin hem coğrafi hem de beşeri çevreyi büyük ölçüde etkilediği bildirilmektedir. İnsanoğlunun yerleşik hayata geçişi, tarım faaliyetlerine başlaması süreçleri doğa ve çevre değişikliklerinde insan etkilerini de başlatmıştır. 19. yüzyılın ortalarından itibaren, özellikle de tarım ve sanayi devrimlerinin başlaması ile çevre – iklim değişimlerinde insan etkilerinin çok daha baskın olduğu görülmektedir (Öztürk, 2002; Başalma ve Demir, 2006; Türkeş, 2008; An vd., 2022).

Sanayi devrimiyle birlikte artan ve gelişen insan aktivitesi, gelişen teknolojinin hızla yayılması ve yaşam standardını yükseltme çabaları atmosferde sera etkisi yapan gazların miktarı artmıştır. Özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren sera gazlarının hızla artmasına bağlı olarak küresel ısınma baş göstermiştir. Küresel ısınma ile birlikte başta insan olmak üzere bitki ve hayvan türlerinin yaşamını tehdit eden doğa felaketleri yaşanmaya başlamıştır (Aydın ve Sarptaş, 2017; Edemen vd., 2023). Başlangıçta küresel ısınma olarak tanımlanan bu değişikliklerin iklim değişikliği başlığı altında tanımlanmasının daha uygun olacağı belirtilmektedir (Yönten, 2007; Kadioğlu, 2008; Aparı Çetinsoy, 2010; Schuldt vd., 2011; Kapur vd., 2012). İklim değişikliğinde değişiminin etkilerinin doğa felaketleri boyutunda görülmeye başlamasıyla son yıllarda iklim krizi kavramının da kullanılmaya başladığı görülmektedir.

Bu çalışmada küresel ısınma, iklim krizi ve bunların ülkemiz bitkisel üretimi üzerine etkileri; bu konuda yapılan çalışmalara bağlı kalınarak tartışılmıştır. İklim krizinin bitkisel üretim üzerindeki etkilerine karşı alınabilecek önlemler vurgulanmıştır. Farklı araştırmalarda birbiri yerine kullanıldığı görülen iklim değişikliği ve iklim krizi kavramları, yapılan çalışmalarda kullanıldığı şekilde belirtilmiştir.

1. İklim Sistemindeki Değişiklikler ve İlgili Kavramlar

1.1. Geçmişteki İklim Değişiklikleri

Yaklaşık 4,5 milyar yıllık bir yaşa sahip olan dünyamızda iklimi oluşturan unsurlar arasındaki doğal dengenin çeşitli nedenlerle bozulmasıyla iklimde büyük değişimler olduğu (Öztürk, 2002), dünya iklim sisteminin binlerce/milyonlarca yıldır ısınma ve soğuma periyotları geçirdiği (Akın, 2006), jeolojik zamanlardaki iklim değişikliklerine ilişkin bilimsel kanıtların jeoloji, jeomorfoloji, paleoklimatoloji, paleocoğrafya, paleontoloji ve paleoekoloji araştırmaları ile elde edildiği bildirilmektedir (Türkeş, 2008).

İnsanın Afrika kıtasından Asya ve Avrupa kıtalarına yayılmaya başlamasından itibaren 1.8-1.6 milyon yıl öncesinde Günz buzul çağı ve sonrasında uzun süreli buzul ve buzullar arası dönemler yaşanmıştır. Bunlar; Günz (1.8 milyon-750 bin yıl), Mindel (500-300 bin yıl), Riss (250-130 bin yıl), Würm (70-10 bin yıl), Günz-Mindel (750-500 bin yıl), Mindel-Riss (300-250 bin yıl), Riss-Würm (130-70 bin yıl) ve Würm Buzulu sonrası (10 bin yıldan günümüze kadar) dönemler olarak sıralanmıştır (Akın, 2006; Vural, 2016). Bu dönemler ve sonrasında dünyanın güneş çevresinde hareketi, tektonik ve volkanik etkilerle yeryüzünde aşırı ısınma ve soğuma olayları meydana gelmiş; bu sırada bazı canlı türleri yok olurken bazı canlı türleri de ortaya çıkmıştır. Neolitik dönem öncesince avcı toplayıcı olarak yaşayan insan, 11 bin yıl öncesinde yerleşik hayata geçmiş, MÖ. 9.500 yıllarında insan hububat ve hayvan yetiştirmeye başlayarak tarım kavramını başlatmıştır. Artan insan nüfusu ve ekonomik gelişmeyle birlikte topluluktan kopmalar ve yeni yerleşim yerleri ile besin bulmanın yeni yollarını arama zorunluluğu yaşanmıştır (McDonald, 1958; Akın, 2006; Kaya ve Kalaycı, 2021; Yurtseven, 2023).

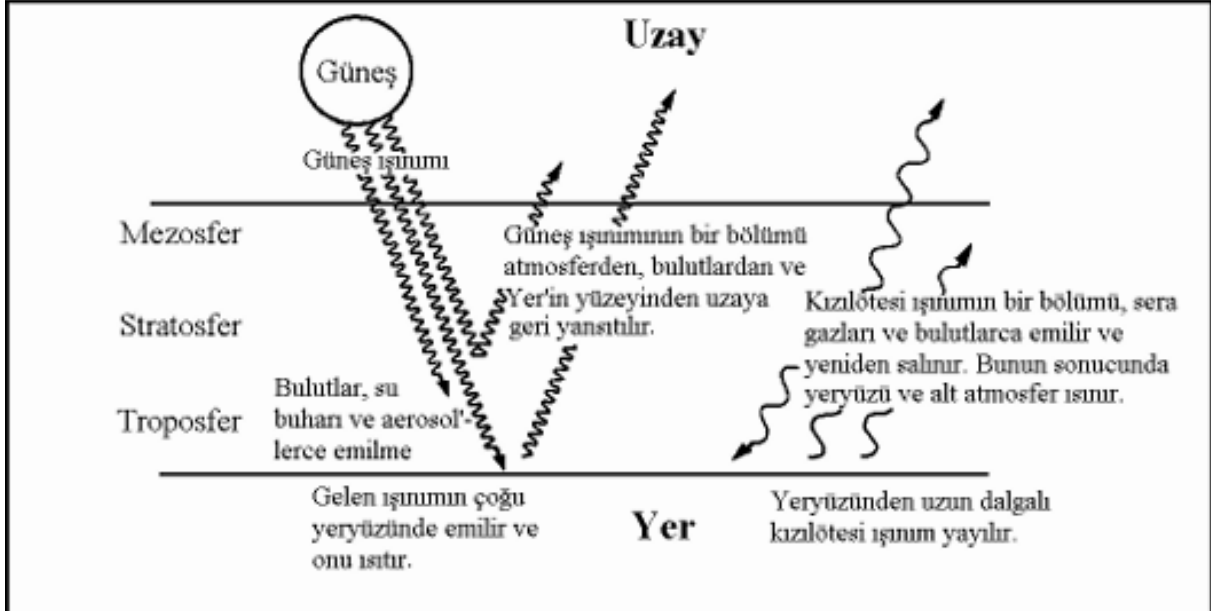
Son 10 bin yılda insanlığın yerleşik düzene geçmesinden günümüze kadar önemli iklim felaketleri ve değişimler olmadığı, ancak günümüzde yaşamakta olduğumuz küresel ısınmanın doğrudan insan aktivitesi sonucu meydana geldiği ve geçmişte yeryüzünün yaşadığı iklim değişimlerinden tamamen farklı olduğu belirtilmektedir (Akın, 2006).

1.2. Sera Etkisi

İklim sistemi için önemli olan doğal etmenlerin başında sera etkisi gelmektedir. Yeryüzündeki tüm yaşam biçimleri için atmosfer vazgeçilmez bir ortamdır ve temel olarak bir çok gazın karışımından oluşur. Atmosferi oluşturan ana gazlar azot (% 78,08), oksijen (% 20,95) ve argon (%0,93) olarak sıralanmakta, atmosferdeki birikimi çok düşük olan karbondioksit (% 0,0377) dördüncü sırada yer almaktadır. Doğal sera gazlarının en önemlileri başta su buharı (H₂O) ve CO₂ olmak üzere; metan (CH₄), azotdioksit (N₂O) ve ozon (O₃) gazları olarak sıralanmaktadır (Türkeş, 2001; 2008, Erdoğan, 2020; Edemen vd., 2023).

Atmosferdeki sera gazları dünyadan gelen ısıyı soğurur, sonra yayar; böylece yeryüzünden uzaya yayılan enerjinin bir kısmını geri yansıtarak sera etkisi yapar. Atmosferde bulunan CO₂, CH₄, N₂O, O₃, CFC (kloroflorokarbon) gibi gazlar güneşten gelen ışınları tutarak yeryüzünün ısınmasını sağlarlar; atmosferin bu ısıyı tutma özelliğine sera etkisi denmektedir (şekil 1). Güneş ışığını tutan bu gazlar sayesinde yeryüzünün ısıyı tutmasını sağlamakta, deniz ve okyanusların donması önlenmiş olmaktadır. Atmosferde sera gazlarının olmaması durumunda yeryüzü sıcaklığının 33 °C daha soğuk olacağı tahmin edilmektedir (Akın, 2006; Edemen vd., 2023).

Atmosferdeki insan kaynaklı sera gazı birikimlerindeki artışın, yerkürenin uzun dalgalı ısınım yoluyla soğuma etkinliğini zayıflatarak, daha fazla ısıtma eğilimindeki bir pozitif ısınım sal zorlamanın oluşmasına neden olduğu; kuvvetlenen sera etkisi olarak adlandırılan bu durumun yerküre atmosferinde milyonlarca yıldan beri çalışmakta olan doğal sera etkisinin kuvvetlenmesi anlamını taşıdığı belirtilmektedir (Türkeş, 2008; Edemen vd., 2023).



Şekil 1: Sera etkisi

Kaynak: Türkeş vd. 2000.

1.3. Küresel Isınma

Küresel ısınma insan faaliyetleri sonucu sera etkisi yapan gazların atmosferdeki oranlarının hızla artması sonucunda yeryüzü sıcaklığının suni olarak yükselmesidir (Edemen vd., 2023; Akın, 2006). Bir başka deyişle küresel ısınma; sanayi devriminden bu yana (a) kömür, petrol doğal gaz gibi fosil yakıtların aşırı kullanımı, (b) aşırı yakıt tüketimi, (c) ormansızlaşma, (d) hızlı nüfus artışına bağlı olarak artan şehirleşme, (e) yaşam standardının yükseltilmesine bağlı olarak değişen tüketim ve yaşam alışkanlıkları, (f) teknolojik gelişmeler, (g)

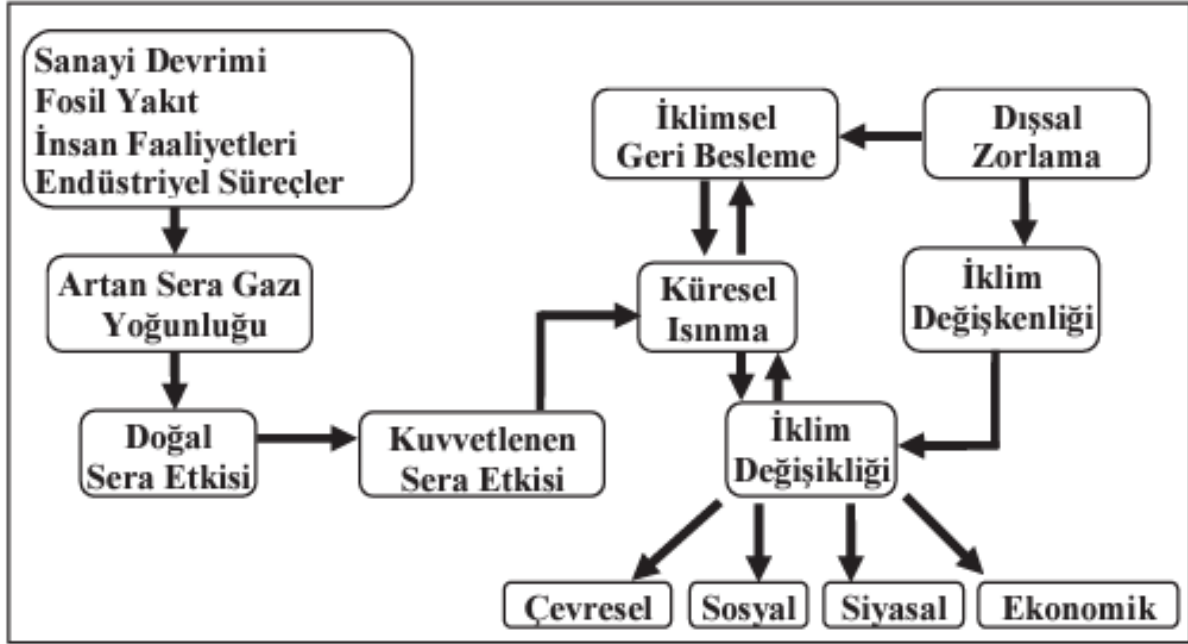
tarımsal etkinlikler ve sanayi süreçleri, (h) yanlış arazi kullanımı, üretim ve tüketim politikaları sonucunda yeryüzünde karbon salınımının artması gibi çeşitli insan etkinlikleri nedenleriyle ozon tabakasının incilmesi, atmosfere sera gazları salınımının artması (CO₂, CH₄, CFCs, N₂O, O₃ gibi) ve doğal sera etkisinin kuvvetlenmesi sonucunda yeryüzü ve atmosferin alt katmanlarında saptanan sıcaklık artışı olarak tanımlanmaktadır (Kadioğlu, 2008; Türkeş, 2008). Küresel ısınmada insanın enerji kullanımı % 49, sanayi % 24, orman yangınları ve tahribi % 14, tarımsal faaliyetler % 13 olarak tespit edilmiştir (Edemen vd., 2023; Akın, 2006).

Daha önce yaşanan doğal kaynaklı iklim olaylarından farklı olarak, küresel ısınma; birikimli ve birbirini tetikler nitelikte ve doğa felaketi olarak adlandırılabilir birçok olaylar zincirine neden olmaktadır. Küresel ısınma etkisiyle kutuplar ve yüksek dağlardaki buzulların erimesi ve ozon tabakasının incelmesinin neden olduğu iklim değişimlerine bağlı olarak; (a) sel, erezyon, heyelan, fırtına gibi doğa olaylarının artması, (b) yeryüzü ve atmosfer ısınmasına bağlı olarak okyanus ve denizlerin sıcaklık değerlerinin de yükselmesini sağlayarak burada yaşayan canlı türlerinin sayısının azalması, (c) su havzalarının kapasite ve rezervlerinin azalmasına bağlı olarak çevre kirliliğinin artması, (d) aşırı ısınma ve sıcaklık artışı nedeniyle göller ve nehirlerin su kapasitelerinin azalması, iklimin kuraklaşması ve çölleşmenin artması, (e) orman yangınlarının artması, (f) salgın hastalıkların artması, (g) aşırı sıcak ve soğukların canlıların kromozom sayısı ve yapısını etkileyerek mutasyonlara neden olması, (h) kutup bölgelerinde binlerce yıldır donmuş durumdaki toprakların çözülmesiyle atmosfere sera gazı salınımı, (i) gece-gündüz sıcaklık farklarının azalması, (j) kasırga, hortum, yıldırım gibi atmosfer felaketlerinin artması, (k) asit yağmurları ve birçok doğa felaketinin yaşanmasını tetiklemesi şeklinde olumsuzluklar yaşanmaktadır. Ani iklim değişimlerinin insan homeostasisinin sağlanmasını güçleştirerek hastalıkların yayılmasına neden olduğu ve bütün bu olayların insan sinir sistemini tahrip ettiği de belirtilmektedir (Akın, 2006). 1950'lerden itibaren soğuk gün ve gecelerin sayısı azalmış (Kapur vd., 2012; Edemen vd., 2023), Avrupa, Asya ve Avustralya kıtalarının büyük kısmında sıcak hava dalgalarının sıklığı ve kuvveti artmış, tüm dünyada kar ve yağış rejiminde değişiklikler yaşanmaya başlamış, yağışların azalması nedeniyle yeraltı sularında azalma ve kurumalar meydana gelmiş, yoğun yağışlar taşkın ve sellerine neden olmuş, deniz ve nehir sularının ısınması nedeniyle soğuk su canlılarının yok olması tehlikesi ile karşı karşıya kalınmış, tarım faaliyetlerinde sulama ihtiyacının artması, verimin düşmesi, ürün deseninde ve döngüsünde değişiklikler ortaya çıkmıştır (Edemen vd., 2023; Akın, 2006).

Bu etkilerin birbirini tetikleyerek ve şiddetini artırarak gerçekleşmesi durumunda yaşanabilecek iklim değişikliği senaryoları çalışılmaktadır. Örneğin, güneş ışınlarının % 80'ini yansıtma ve yayma özelliği bulunan buzulların erimesi sonucunda; deniz seviyesinin yükselmesine bağlı olarak kıyıda bulunan tarım alanlarının sular altında kalması ve tarım alanlarının azalacağı, buzulların altında bulunan bazı gazlarının sera dengesinde değişiklikler meydana getireceği, karbondioksit emilimi ve oksijen yayılımı yapan okyanusların dengesinin değişeceği öngörülmektedir. Atmosferin dünya yüzeyine yakın kısımlarında, ortalama dünya sıcaklığının doğal olarak veya insan etkisiyle artması yani küresel ısınma ve buna bağlı olarak ortaya çıkan iklim değişikliği küresel ölçekte bir yok oluş süreci olarak değerlendirilebilmektedir (Kurt, 2011; Öney, 2019; Eştürk ve Mert, 2022).

1.4. İklim Değişikliği ve İklim Krizi

Küresel ısınmanın gerçekleştiği belirli zaman dilimlerine iklim değişikliği denilmekte ve “Sebebi ne olursa olsun iklimin ortalama durumunda ve/veya değişkenliğinde onlarca yıl ya da daha uzun süre boyunca meydana gelen değişiklikler” biçiminde tanımlanmaktadır (IPCC 2007; Ulukan, 2008; 2009; Koçak ve Bozyurt, 2021). Atmosfer, okyanus ve karayı ısıtan dünyanın iklimindeki uzun vadeli değişiklikleri ifade eden iklim değişikliği, yaşamı ve biyolojik çeşitliliği destekleyen ekosistemlerin dengesini ve sağlığını etkilemektedir. Daha yoğun ve daha sık kasırgalar, seller, sıcak hava dalgaları ve kuraklık gibi aşırı hava olaylarına neden olmaktadır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi, iklim değişikliğini “karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlemlenen doğal iklim değişikliklerine ek olarak; doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan kaynaklı sera gazı salınımlarının uzun zaman diliminde iklimde oluşturduğu değişiklik” olarak tanımlamaktadır (şekil 2). İklim değişikliği normal seyrinde sürdüğünde biyolojik çeşitlilik buna uyum sağlayabilir ancak 50 yıl gibi kısa bir sürede yerküre yüzey sıcaklığının 1.1 °C'ye yükselmesi bu uyum kapasitesini zorlayarak ekosistemi tehdit etmektedir (Kurnaz, 2021). Ayrıca ekonomik, sosyal ve siyasal etkileri de söz konusudur. Bu nedenle şu anda yaşanan sürece birçok açıdan iklim krizi denmektedir (Kadioğlu, 2008; Dörtbudak, 2022; Tuğaç, 2022; Anonim, 2024a).



Şekil 2: İklim değişikliği süreci

Kaynak: Başoğlu, 2014.

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin boyutları ve tehlikeli sonuçlarına dikkat çekmek için kullanılan “İklim Krizi” terimi; iklimde kuraklık, sel, çölleşme, buzul erimesi gibi pek çok değişikliği anlatmak için kullanılmakta, aşırı hava koşulları ve iklim tehlikeleri, okyanus asitlenmesi, biyolojik çeşitlilik kaybı, gıda ve su güvensizliği, sağlık riskleri, ekonomik bozulma, şiddetli çatışmalar dahil olmak üzere gezegenin ikliminde meydana gelen değişimlerin neden olduğu ciddi sorunları ifade etmektedir. Birden fazla nedenin sorun olduğu, doğayı, insanı ve toplumları etkileyen ve bunlar için risk faktörlerini açıklayan bir kavramdır (Şaylan, 2021; Kayan ve Küçük, 2022; Yıldırımçakar ve Saydan, 2022; Gürçam, 2023; Anonim, 2024a).

Çağımızın en önemli sorunlarından biri haline alan iklim krizi kavramı son yıllarda bilim çevreleri, İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi ve Kyoto protokolünün yanı sıra uluslararası siyasetin de gündemine girmiş bulunmaktadır. Geline son noktada insanlık küresel bir iklim kriziyle karşı karşıya olup; teknik olarak gerçekleşen küresel ısınma ve iklimsel değişiklik tüm küreyi etkisi altına alan iklim kriziyle sonuçlanmıştır (Dörtbudak, 2022). Dünyada her ülkenin iklim krizine katkısı farklı olduğu gibi, etkilenme derecesinin de aynı olmayacağı düşünülmektedir (Yıldırımçakar ve Saydan, 2022). Türkiye, bazı araştırmacılara göre iklim krizinden en çok etkilenecek ülkeler arasında ilk sırada görülmektedir. Çünkü Türkiye arazi yapısı, kurak ve yarı kurak iklime sahip bölgelerinin olması, yerküre üzerinde çöl alanlara sahip ülkelerin yakınında olması nedeniyle kuraklık ve çölleşmeden etkilenmesi en olası ülkelerden biridir (Öztürk, 2002; Dilber ve Güler, 2015; Coşkun vd., 2023).

2. İklim Krizinin Bitkisel Üretime Etkisi

Artan insan nüfusunun beslenmesi ve güvenli gıdaya ulaşım insanlığın en önemli sorunlarının başında gelmektedir. Bu sorunun çözümü ise tarımsal faaliyetler ile mümkündür. İnsan beslenmesi için gerek duyulan gıdalar bitkisel ve hayvansal üretimden karşılanmaktadır. Hayvansal üretim beslenme kaynakları olan yem bitkileri yönüyle bitkisel üretim ile güçlü bağı olan bir üretim koludur (Tuğay, 2012; Dinç vd., 2022). Bu nedenlerle beslenme gereksiniminin temel ögesi bitkisel üretime bağlıdır ve dünya nüfus artışına bağlı olarak bitkisel üretimi arttırmak zorunludur.

Genel olarak bütün tarımsal ürünlerin elde edilebilmesi için gerekli olan toprak, su, yağış, sıcaklık, güneş ışığı, mevsimsel döngüler gibi temel unsurların hepsine etki eden dinamik bir bileşen olan iklim; doğrudan ve dolaylı etkilerle bitki büyümesinde temel belirleyicidir. Bitki türlerinin, bitki örtüsü tiplerinin ve tarımsal

üretim desenlerinin coğrafi dağılımları iklimin bitki büyümesi üzerindeki güçlü etkisini ortaya koymaktadır (Dey vd., 2016; Aydın ve Sarptaş, 2017; Alam vd., 2017; Eftekhari, 2022). Bitkilerin tüm yaşamsal metabolik ve fizyolojik faaliyetleri (dinlenme, solunum, terleme, beslenme vb), ürün verebilmesini sağlayan biyolojik faaliyetleri (çiçeklenme, tozlanma, dölllenme, meyve tutumu ve olgunlaşması vb), hasat ve sonrasındaki muhafaza özellikleri gibi tüm üretim süreçlerinde iklim faktörleri temel rol oynamaktadır. Bu nedenle mevsim normallerinin değişmesi, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkileri, iklim krizinin neden olduğu doğa olayları bitkisel üretimde köklü değişikliklere neden olmaktadır. Atmosferde sera gazlarının artması sonucu meydana gelen ve canlı yaşamını tehdit eden ısınma konusunda yapılan çalışmalar, 2 °C'lik sıcaklık artışının birçok alanda olumsuzluk yaratacağını, bu tehditlerin yaşanmasının en muhtemel olduğu alanın da tarım olduğunu göstermektedir. Tarımsal faaliyetler iklim krizine neden olarak gösterilmesinin yanı sıra iklim krizinden de en çok etkilenen alandır (Kaya, 2009; Ölçer, 2020; Anonim, 2021). Bitkilerde metabolik mekanizmaları, büyüme, verim ve ürün kalitesini düzenleyip etkileyen; sıcaklık, yağış, toprak ve hava nemi, CO₂, ışık gibi iklim öğeleri ve bu öğeleri etkileyen yöney, yükseklik gibi coğrafi faktörlerin dikkatle yönetilmesi gerekir

Küresel ısınmayla birlikte iklim değişikliğinin bitkisel üretim üzerindeki genel etkilerinin incelendiği araştırmalarda; (a) sıcaklık, yağış ve atmosferik CO₂ konsantrasyonundaki değişikliklerin ürün verimini etkileyeceği ve bu etkinin bitki türlerine ve bölgelere göre değişiklikler göstereceği, (b) yaşanacak kuraklık artışının ürünlerin miktar ve kalitesinde önemli azalmalara neden olacağı, (c) sıcaklık artışları ve aşırı yağışlar nedeniyle toprak verimliliğinin azalması ve erozyon sorunlarının yaşanacağı, (d) toprak verimliliğinin azalmasıyla topraktaki organik yapının zayıflayıp, bitki besin elementlerinde azalmalar görüleceği, (e) toprakta azalan bitki besin maddelerinin telafi edilmesi amacıyla daha fazla kimyasal gübre kullanımına yönelineceği ve bu durumun toprakta fazla nitrat birikimine, çevre kirliliğine ve atmosfere sera gazı olan N₂O salınımına sebep olacağı, (f) su kaynaklarında önemli azalmalar görüleceği, (g) yüksek hava sıcaklıklarının su miktarını ve kalitesini etkileyeceği, (h) su döngüsündeki değişimlerin artan atmosferik su buharı, yağış rejiminde değişiklikler nedeniyle kuraklık, şiddetli yağışlar ve seller gibi aşırı sonuçların, toprak ve hava neminde önemli düzeyde değişimlerin ortaya çıkacağı, (i) bölgesel doğal bitki örtüsünde önemli değişikliklerin yaşanacağı, bu durumun özellikle bozkır alanların genişlemesine ve mera alanlarının azalmasına neden olabileceği, (j) tarımsal iklim bölgelerinde ve ürünlerinde kaymalar olacağı, ekim alanları ve üretim desenlerinin değişeceği, (k) sıcaklık ve yağış rejimindeki değişikliklerin bazı hastalık ve zararlılar için uygun ortamlar oluşturabileceği, artan hastalık ve zararlıların ürün miktar ve kalitesini düşüreceği, tarım ilaçlarının kullanımında olacak artışların çevreye olumsuz etkide bulunacağı ve ürünlerde kalıntı sorunlarının yaşanacağı öngörülüyor ve yaklaşımları sıralanmıştır (Aksay vd., 2005; Schuldt vd., 2011; Koçak ve Bozyurt, 2021; Okur vd., 2022; Saygı, 2022) Tüm bu sonuçlar yüzyılımızın günümüzdeki ve ilerideki en stratejik sektörleri arasında yer alan tarım ve gıda sektörünün insan beslenmesini karşılayamama tehlikesiyle karşı karşıya kalması, gıda güvenliğinin tehdit altında olması anlamına gelmektedir.

Bitkisel üretim - iklim değişikliği ilişkisinde etkili olan temel faktörler; (a) sıcaklık artışı, (b) CO₂ düzeyindeki artış, (c) atmosferdeki ozon artışı ve (d) su döngüsündeki bozulma olarak sıralanmaktadır (Zartash vd., 2022).

Değişen iklim faktörleri fotosentetik aktivite, solunum metabolizması, membran stabilitesi, büyüme hormonları, metabolitlerin üretimi gibi bitkilerin temel büyüme ve gelişme süreçlerini etkilemektedir. Artan CO₂ ve O₃ seviyelerinin fizyolojik mekanizmalar üzerinde olumsuz etkilerde bulunduğu, yüksek sıcaklığın stresin şiddetine bağlı olarak tohum çimlenmesinde rol oynayan fizyolojik süreçleri azalttığı ve hatta engellediği, uygun olmayan sıcaklıkların enzimatik ve fotosentetik aktiviteyi etkilediği, bitki başına çiçek sayısı, polen tüpü gelişimi, çiçek verimliliği ve polen canlılığı gibi üreme süreçlerinin ısı stresinden önemli ölçüde etkilendiği, yüksek sıcaklıkların yaprak sıcaklığını da arttırarak yaprak stoma iletkenliğini etkilediği belirlenmiştir (Klieber vd., 1996; Song vd., 2001; Prasad vd., 2006; Flowers vd., 2007; Jain vd., 2007; De Bock vd., 2012).

Bitkisel ürünlerin iklim değişikliği unsurlarına gösterdikleri tepkiler türlere göre farklılıklar göstermektedir. İnsan beslenmesinde temel olan bitkisel üretim ürünleri tarla ve bahçe bitkileri yetiştiriciliğini kapsamaktadır.

2.1. İklim Değişikliklerinin Tarla Bitkileri Tarımına Etkileri

Bitkisel üretimin önemli bir alanını oluşturan tarla bitkileri; serin iklim tahılları (buğday, arpa, yulaf, çavdar ve Triticale vb.), sıcak iklim tahılları (mısır, çeltik, darı ve kuşyemi vb.), yemeklik baklagiller (nohut,

mercimek, fasulye, bakla, bezelye, börülce vb.), lif bitkileri (pamuk, keten, jüt, kenevir vb.), yağ bitkileri (pamuk, ayçiçeği, haşhaş, susam), tütün ilaç baharat bitkileri (tütün, oğulotu, kekik, yem bitkileri (yonca, korunga, üçgül, ayrık vb) ve doğal olarak yetişip biçilerek ya da otlatılarak hayvanlara daha çok kaba yem sağlayan çayır ve meralar olarak gruplandırılmaktadır (Geçit vd., 2011).

Tarla bitkilerinde tohumların çimlenebilmesi, bazı türlerde kardeşlenme ve baş doldurmanın sağlanabilmesi için türlere göre değişen sürelerde soğuklama gereksinimi (vernelizasyon) ve toplam sıcaklık isteği söz konusudur. Tahıllar vejetatif gelişme dönemlerinde serin, generatif gelişme dönemlerinde sıcak günlere ihtiyaç duyarlar. Kaliteli tane verimi için ise sıcak gün ve nisbi nemin düşük olduğu günlere, tozlanma döllenme zamanlarında ise sulamaya ihtiyaç duymaktadırlar.

Tarla bitkilerinde mahsul veriminin belirli fenolojik süreler boyunca ısı birikimlerine karşı çok hassas olduğu ve sıcaklık değişimlerine bağlı olarak fenolojinin değişmesi ve süresinin kısalmasıyla birlikte ürün veriminde önemli azalmaların olduğu belirlenmiştir. Tahıllarda kısalan gelişme dönemlerinin tane olgunluğu, başak başına tane sayısı ve tane ağırlığı üzerine negatif etkileri olacağı öngörülmektedirler (Türkoğlu, 2012; 2016; Şensoy, 2015; Ahmad vd., 2017 a,b; Abbas vd., 2017; Wang vd., 2019; Mousavi-Derazmahalleh vd., 2019; Kapur vd., 2012).

Tarla bitkilerindeki büyüme sürecinde özellikle CO₂ konsantrasyonunda ortaya çıkan artışın su kullanım etkinliğini artırdığı görülmüş (Cutforth vd., 2007); CO₂ gazı miktarı artışına paralel olarak daha çok sıcaklık artışının tarla bitkilerinin üretimindeki etkileri yaygın şekilde araştırmaların konusunu oluşturmuştur. Artan sıcaklıkların kısalan olgunlaşma süresi nedeniyle verim ve kalitede düşümlere neden olduğu, tahıllarda dane doldurma dönemini hızlandırdığı için verim ve kalite özelliklerinin değiştiği, buğday kuşağında ortaya çıkacak kayma nedeniyle buğday yetiştirilebilir alanlar kutup bölgelerine doğru kaydıka üretim alanlarının azalmasından kaynaklı kayıpların ortaya çıkabileceği belirtilmektedir (Dilber ve Güler, 2015). Ortalama 2.0-4.0 °C'lik sıcaklık artışının ekmeleklik buğday gibi tek yıllıklarda verimi azaltıcı etki yaptığı (Wheeler vd., 2000; Kapur vd., 2012); 0.6-0.7 °C'lik sıcaklık yükselmesinin buğday, mısır ve arpada üretim kayıplarına neden olduğu; yağıştaki % 20.0 azalmaya ek olarak sıcaklıktaki 2.0 °C'lik yükselmenin buğdayda % 30-40, arpada % 4.0-60, mısır ve soyada %40-60 oranında verimi azalttığı; sıcaklık artışı 1 °C olduğunda değerlerin buğdayda % 7.0-124) (You vd., 2009), arpada % 1.0-3.8 (Brown ve Rosenberg 1999, Fuhrer 2003, Bindi ve Howden 2004, Cline 2008); patatesten % 28 (Fuhrer, 2003), baklagillerde % 35-80 (Ziska vd., 2001; Nemecek vd., 2008), mısır ve soyada % 17 (Allen vd., 2003) ve çeltikte % 15 (Kobiljiski ve Dencic, 2001; Fuhrer, 2003) olduğu belirtilmektedir.

Toprak nemindeki küresel ısınma kaynaklı değişimlerin de doğrudan üretime yansıdığı, daha kuru koşullarda üretim yapılabilenler hariç tutulduğunda, üretim ve verimin doğrudan ve olumsuz olarak etkilendiği görülmüştür (Saleska vd., 1999; Olesen ve Bindi, 2004; Gordo ve Josesanz, 2010). Yağış rejimindeki değişiklikler kuraklığın sıklığı ve süresine de bağlı olarak mahsul verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle yağmur mevsiminin geç başlaması veya erken bitmesi nedeniyle mahsulün büyüme döngüsünün tamamlanması için gereken sürenin kısalmakta bu da verim düşüklüğüne neden olmaktadır (Zartash vd., 2022).

Yüksek CO₂ konsantrasyonlarının C₃ bitkilerinde (buğday, mısır ve pirinç) fotosentez sürecini iyileştirdiği, stoma iletkenliğinin azalması ve su kullanım verimliliğinin artmasında rol oynadığı için olumlu etkiye sahip olmasına karşın, ürünün protein konsantrasyonunda ve nitrat asimilatlarında azalma nedeniyle mahsullerin besin kalitesinde olumsuz etkilere sahip olduğu da belirtilmektedir (Zartash vd., 2022).

2.2. İklim Değişikliklerinin Bahçe Bitkileri Tarımına Etkileri

Tarımın meyve ağaçları, asma, sebze ve süs bitkileri yetiştiriciliği ile uğraşan dalı bahçe bitkileri tarımı olarak adlandırılmaktadır (Ağaoğlu vd., 2015). Bahçe bitkileri içerisinde yer alan sebze ve bazı süs bitkisi türleri dışında kalan meyve türleri ile üzüm çeşitleri çok yıllık bitkiler olmaları nedeniyle diğer tarla bitkileri üretiminden farklılık göstermektedirler. Bu türlerin yetiştiriciliğinde de iklim; verimi, meyve kalitesini, türün ekonomik yetiştiricilik alanlarını belirleyen en etkili faktördür ve türlerin kendilerine özgü iklim istekleri bulunmaktadır.

Bahçe bitkileri içerisinde yer alan sebze türleri yetiştirilmeleri için gerekli olan iklim istekleri dikkate alınarak; (a) *Serin iklim sebzeleri* (Lahana, karnabahar, turp, şalgam, havuç, kereviz, ıspanak, kırmızı pancar, marul,

pazı, soğan, pırasa, sarımsak, maydanoz, nane, bezelye, bakla vb.) ve **(b) Sıcak iklim sebzeleri** (Domates, biber, patlıcan, hıyar, kabak, kavun, karpuz, fasulye, bamya vb.) olarak sınıflandırılmaktadır. Çok yıllık bitkiler olan meyve türleri ise iklim isteklerini göre **(a) Ilman iklim meyve türleri** (elma, armut, ayva gibi yumuşak çekirdekli meyve türleri; erik, şeftali, vişne, kiraz gibi sert çekirdekli meyve türleri; ceviz, kestane, fındık, antepfıstığı badem gibi sert kabuklu meyve türleri, üzüm ve çilek, ahududu gibi üzümü meyveler vb); **(b) Subtropik iklim meyve türleri** (limon, portakal, altıntop, mandarin gibi turunçgiller grubu; çay, nar, zeytin, incir, hurma vb.) ve **(c) Tropik iklim meyve türleri** (Hindistan cevizi, muz, mango, papaya, ananas vb) şeklinde gruplandırılmaktadır (Ağaoğlu vd., 2015).

Tek yıllık ya da daha kısa ömürlü olan bitkilerle karşılaştırıldığında, meyve türlerinin gelişiminde çok daha uzun bir sürece ihtiyaç duyulması; bu türlerin iklim değişikliklerine karşı uyum sağlamalarını zorlaştırmakta, gösterdikleri tepkiler ve etkileri daha farklı ve uzun soluklu olmaktadır. Özellikle meyve bahçeleri ve bağlardan uzun yıllar ürün alındığı düşünülduğünde, bahçenin tesis edileceği bölgenin iklim özellikleri ile türün/çeşidin iklim isteklerinin uyumlu olup olmadığı mutlaka değerlendirilerek yer seçimi yapılmalıdır. Bu nedenle bahçe tesisinden, verime yatana ve ekonomik ömrünü tamamlayana kadarki uzun zaman gerektiren süreçte bahçe bitkilerinin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden korunması çok önemlidir.

İklim değişikliğinin ayırt edici özelliklerinden biri olan küresel ısınma sıcaklıkların artmasına ve dalgalanmasına neden olmuştur. Sıcaklık dalgalanmaları bahçe bitkilerinde dinlenmeye giriş ve uyanma, çiçeklenme ve meyve vermeden büyümeye kadar tüm yaşamsal olaylardaki aşamaları doğrudan etkilemekte (Hatfield vd., 2011), meyvelerin tatlarının oluşmasında etkili biyokimyasal olaylarda da rol almaktadır (Saqib vd., 2022).

Bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde sıcaklık faktörü; optimum sıcaklık, sıcaklık toplamı, düşük ve yüksek sıcaklıklar bağlamlarında değerlendirilmektedir. Bitkilerin çimlenme, çiçeklenme, dölleme, meyve olgunlaşması gibi değişik gelişme evrelerinde olabildiğince en yüksek fotosentez oranını sağlayıp solunum yoluyla enerji kaybını en aza indirecek optimum sıcaklık rejiminin sağlanması yüksek verim ve kalite için önemlidir. Optimum sıcaklık dereceleri bitki tür ve çeşitlerine, içinde buldukları gelişme evrelerine değişmektedir (Hatfield vd., 2011; Shakeel vd., 2014; Saqib vd., 2022). Bitkiler belirli bir gelişme evresini tamamlamak, meyvelerini olgunlaştırabilmek için minimum gelişme-eşik sıcaklığın üzerinde belli bir sıcaklık toplamına da gerek duymaktadırlar. Her ekolojinin, değişik tür ve çeşitlerinin minimum gelişme sıcaklıklarına göre hesaplanan etkili sıcaklık toplamları, o ekolojide hangi ve tür ve çeşitlerin yetiştirilebileceğini belirlemektedir.

Bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde soğuklama ve vernalizasyon gereksinimi düşük sıcaklığın yararlı etkileri olarak değerlendirilir. Ilman iklim kuşağında yetiştirilen çok yıllık bahçe bitkileri, ilkbaharda dinlenmeden çıkarak normal gelişmelerine başlayabilmeleri için +7 °C altında tür ve çeşitlere göre değişen belli sürelerde soğuklamaya ihtiyaç duymaktadırlar. Benzer şekilde bazı kışlık sebze türlerinde de bitkilerin tohum veya fide döneminde düşük sıcaklıklarda (4-10 °C) tutulması vegetatif devreden generatif devreye geçişi hızlandırmaktadır. Vernalizasyon ihtiyacı karşılanmayan sebze türleri çiçeklenmez, tohum ve meyve oluşturamazlar. Bazı yazlık sebze türlerinde de düşük sıcaklıklar erken çiçeklenmeyi ve meyve tutumunu uyarıcı etkide bulunmaktadırlar. İklim değişikliği ile oluşacak sıcaklık değişimlerinin sonucunda soğuklama ihtiyacını karşılayamayan meyve türlerinde tomurcuklar dinlenmeden çıkamaz, çiçeklenme düzensizleşir, döllemede sorunlar yaşanırken; yaz aylarında tür için gerekli olan etkili sıcaklık toplamının sağlanamadığı durumlarda meyveler yeterince olgunlaşmaz. Fındıkta kış mevsimindeki sıcaklıklar çiçeklenme süresini etkilemekte, ilkbaharda yaşanan don olayları nedeniyle dışı çiçeklerde dökümler, yaz mevsimine doğru dölleme için gerekli sıcaklığın karşılanamadığı durumda çotanak dökümleri ve içi boş meyve oluşumu görülmektedir (Beyhan ve Odabaş, 1996; Ustaoglu, 2009).

Yaşanması öngörülen yüksek sıcaklıkların etkileri; sıcaklığın derecesine, süresine, bitkinin gelişme dönemine bağlı olarak farklı zararlanmalara neden olmaktadır. Yüksek sıcaklıklar fotosentez ile solunum arasındaki dengenin bozulmasına neden olarak bitkilerde büyümenin yavaşlamasına, topraktaki su kaybının karşılanamayarak devam etmesi durumunda ise bitkilerde solma ve kurumalar görülmesine neden olur. Çiçeklenme ve dölleme zamanında meydana gelen yüksek sıcaklıklar tozlanma ve döllemeyi olumsuz etkileyerek meyve tutumunu engellerken, meyve olgunlaşma döneminde meyvenin renginin açılmasına, tadının azalmasına, yaprağı tüketilen türlerde yaprağın sarıyıp pörsümesine neden olmaktadır. Meyve veriminde düzensizlik ve azalma, güneş yanıklıkları, meyvelerde çatlama, meyve ve yumru iriliklerinde

azalma, çiçeklenmede düzensizlikler, meyve dökümlerinin artması gibi arazlar da yüksek sıcaklığın olumsuz etkileri arasında yer almaktadır (Lawande, 2010; Gruda ve Tanny, 2014; Lattauschke, 2015; Fahad vd., 2016; Saqip vd., 2022). Fındık bahçelerinde özellikle yaz mevsiminde yaşanan yüksek sıcaklıklar, yağış yetersizliği ve kuraklık gibi koşullar yıllık sürgünlerin gelişimini, çiçek tomurcuğu oluşumunu ve meyve iç gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Beyhan ve Odabaş, 1996; Ustaoglu, 2009). Bunun yanısıra bitkilerin çoğunluğunun gelişme dönemi içerisinde gündüz sıcaklığından daha düşük bir gece sıcaklığına ihtiyaç duyduğu; gece-gündüz sıcaklık farkının yeterli olmadığı durumlarda meyvelerin kendilerine özgü renklerini kazanamadıkları, sebze fidelerinin pişkinleşemedikleri, şaraplık üzümlerde asit oranının düştüğü görülmektedir (Küpe 2012, Yavaş ve Ünay, 2018; Ağaoğlu vd., 2015). Çok yıllık bahçe bitkilerinin sıcağa duyarlılıklarının türlere göre değişebildiği, elmada sıcaklık 22 °C'yi aştığında meyve büyüklüğü ve toplam çözülebilir katı madde miktarı artarken meyve sertliğinin azaldığı, kirazlarda ortalama optimum sıcaklık 15 °C üzerine çıktığında düşük meyve tutumunun meydana geldiği, turunçgillerde 30 °C'den yüksek sıcaklıklarda meyve dökümlerinin arttığı ve biyokimyasal bileşenlerin etkilendiği belirtilmektedir (Saqip vd., 2022).

Sıcaklık değişimleri bitkilerin çiçeklenme zaman ve sürelerini etkilemekte, bölgesel fenolojik farklılaşmalara neden olmaktadır. Çiçeklenme fenolojisindeki olası değişimlerin tozlanma ve meyve tutumunu etkileyebileceği gibi, çiçeklenmenin daha erken başlaması nedeniyle ilkbahar geç donlarına yakalanma riskini arttıracığı da belirtilmektedir (Quamme vd., 2010; Fennel, 2014; Türkoğlu vd., 2012, 2016; Bütüner, 2019; Tıraşçı ve Erdoğan, 2021). Bu durumun bahçe bitkilerinin coğrafi dağılımını etkileyeceği öngörülmektedir. Yapılan çalışmalarda sıcak ve ılıman bölgeler için kış soğuklarında bitkisel üretimi tehdit edebilecek ani düşüşlerin, soğuk yörelerde ise ani artışların yaşanabileceği belirlenmiştir (Beppu ve Kataoka, 1999; Luedeling vd., 2011; Tıraşçı ve Erdoğan, 2021). Geleneksel olarak ılıman bölgelerde yetiştirilen bazı ürünlerin bu bölgelerde sıcaklık arttıkça zorluklarla karşılaşabileceği, buna karşın daha önce soğuk olan bölgelerde yüksek sıcaklıkların bazı ürünlerde verimliliği arttırabileceği de öngörülmektedir (Deryng vd., 2011; Chachar vd., 2023). Ülkemizde yapılan bir çalışmada küresel ısınmanın artışıyla birlikte turunçgil tarımının iç bölgelere kadar genişleyebileceği, Akdeniz şeridinde tropik meyve türlerinin yetiştirilebileceği (Çakmak, 2016), Karadeniz bölgesinde daha çok monokültür şeklinde sürdürülen fındık tarımının da etkileneceği (Çankaya ve Boz, 2023) düşünülmektedir.

Artan kuraklıklar veya yoğun yağış olayları şeklinde görülen yağış düzenindeki değişimler bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde bitkilerin su dengesini bozabilmektedir. Kuraklık stresi verim kaybı, büyüme ve gelişmede gerileme, meyve kalitesinin azalması gibi durumlara neden olurken; yoğun yağışlar su basması, toprak erozyonu, bazı hastalık ve zararlıların artması şeklinde etkide bulunabilmektedir (Iizumi vd., 2020; Dixon vd., 2009). Çiçeklenme zamanında görülen yoğun yağışlar hem rüzgarla hem de arılarla tozlanan tüm bahçe bitkilerinde tozlanmayı olumsuz yönde etkileyerek verim düşüklüğüne neden olmaktadır.

Bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde nem faktörü hava ve toprak nemi olarak değerlendirilmektedir. Hava oransal neminin yüksek olduğu durumlarda; meyve kabukları daha incedir, meyve eti sulu ve gevrek yapıdadır, yaprakları tüketilen marul, ıspanak gibi türlerde yapraklar iri, gevrek, yumuşak yapıdadır. Hava neminin düşük olduğu durumlarda ise sıcaklıktaki artışla paralel olarak terleme ile bitkiden su kaybı artar, büyüme ve gelişme yavaşlar, susuzluğun devamı halinde bitkilerde pörsüme ve solma görülür, meyvelerde büzüşme, rengin tam olarak oluşmaması, çiçeklenme döneminde dişicik tepesinin kurumması nedeniyle tozlanma ve döllemenin tam olarak gerçekleşmemesi ve meyvenin oluşmaması durumları ile karşılaşılır. Yüksek hava nemi külleme, mildiyö, monilya, dip çürüklüğü gibi hastalıkların yayılmasına neden olur. Topraktaki nem azlığı durumunda tohum çimlenmesinde azalma, kök gelişiminin sınırlanması nedeniyle yeterince besin maddesi alınamaması söz konusudur. Toprakta nem fazlalığı ise toprak havalanmasını olumsuz etkileyerek kök gelişmesini aksatır ve buna bağlı beslenme eksiklikleri ve gelişme gerilikleri ile karşılaşılır, toprak kökenli hastalık etmenleri artar (Ağaoğlu vd., 2015).

Artan CO₂ seviyesinin gıda ürünlerinin kalitesini etkilediği, ozon konsantrasyonunun artmasını teşvik ettiği (DaMatta vd., 2010), etkilerinin sıcaklık artışı ile doğrudan bağlantılı olduğu, yüksek CO₂ düzeylerinin bazı bitki türlerinde çiçeklenme fenolojisi üzerine etkide bulunduğu, birkaç türde daha erken çiçeklenmeyi teşvik ettiği, yüksek sıcaklıkların CO₂ düzeylerini arttırarak daha fazla fotosentetik faaliyete sebep olduğu sıralanmıştır. CO₂ seviyesindeki artışın biber, salatalık gibi türlerde verimliliği arttırdığı belirtilmektedir (Bongaarts, 1994, Kosobryukhov 2009, Paula vd. 2011). İklim değişikliği konusunda yapılan çalışmalarda toksik bir hava kirletici olarak kabul edilen ozon konsantrasyonunda özellikle Asya'nın bazı bölgelerinde kademeli bir artış görüldüğü, bu artışın ürünlerin verimliliğini %5-0 oranında azaltacağına dikkat

çekilmektedir. Bitkiler tarafından stomalar yoluyla alınan ozon hücresel yapılara zarar vererek yaprakların yaşlanmasına, fotosentezin azalmasına ve karbonhidrat metabolizmasında bozukluklara neden olmaktadır. Farklı türlerin yüksek ozon seviyesine tepkilerinin değişiklik gösterdiği; domateste olgunlaşmayı geciktirip meyvelerin şeker içeriğini azaltırken, marul, turpgiller ve ıspanakta yaprak sararması, nekroz ve verimde azalmaya neden olduğu, patates yumrularında yaprak kalitesini ve nişasta içeriğini etkilediği belirtilmektedir (Vandermeiren vd., 2012; Zarhast, 2012).

Bahçe bitkileri içinde mantarlar dışında kalan tüm bitkiler fotosentez, respirasyon, asimilasyon, transpirasyon gibi temel fizyolojik olaylarını yönlendiren enzim ve hormon faaliyetleri ile klorofil başta olmak üzere antosiyan gibi renk maddelerinin oluşumu için de ışığa gereksinim duymaktadırlar. Işık, çimlenme, yumru oluşumu, çiçeklenme ve cinsiyetin belirlenmesi gibi olayları da etkilemektedir. Işık kaynağı olan doğal güneş ışınları dalga boylarına göre kırmızı ötesi (700 milimikron üzeri), görünür ışınlar (400-700 milimikron arası) ve mor ötesi ışınlar (400 milimikrondan küçük) olarak üç gruba ayrılmakta; kırmızı ötesi ışınlar yeryüzünün ısınmasını sağlarken, mor ötesi ışınların 315-400 milimikron dalga boyuna sahip olanları bitkilerde cüceleşme, yapraklarda kalınlaşma ve tüylenmeye neden olmakta, daha kısa dalga boyunda olanlar ise bitkilerde öldürücü veya genetik değişim yaratıcı etkide (mutasyon) bulunmaktadır. Gözle görülebilen orta dalga boyundaki güneş ışınları bitkilerde başta fotosentez olmak üzere temel fizyolojik ve biyokimyasal olayları yönlendirmektedir (Ağaoğlu vd., 2015). Işık yoğunluğu ve süresi de bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde etkilidir. Işık yoğunluğunun bitkinin isteğinden fazla olması; sıcaklıkla bağlantılı olarak sürgün boylarının kısalmasına, tek yıllık bitkilerde bodurlaşmaya, çiçek tomurcuğu oluşumunun engellenmesine, yapraklarda sertleşme ve tüylenmeye, meyvelerde ve yaprakları tüketilen türlerde rengin açılması ve kalitenin gerilemesine neden olmaktadır. Işık yoğunluğunun azalması ise; sürgün boylarında uzama, cılızlaşma ve gevrekleşme, fotosentezin azalması ve yaprak alanında azalma, yeni sürgün oluşumunun gerilemesi, yapraklarda sararma, solma ve yaprak dökümüne neden olur. Bazı bahçe bitkileri, özellikle de süs bitkilerinde görülen ışığa yönelim (fototropizm) bitkinin ışık alan yöneylerinde yapraklanma ve sürgün oluşumunun daha fazla olmasına neden olurken, ışığı az olan yönlerinde ise tersi bir durum söz konusu olur. Bahçe bitkilerinin ışığa tepkileri farklılıklar göstermektedir. Çilek, ahududu, kiraz, dut, ıspanak, maydanoz, marul daha düşük; badem, antepfıstığı, kayısı, zeytin, asma, domates, biber, patlıcan, kavun ve karpuz daha yüksek ışık yoğunluğu isterken; fındık ve çay gölge yerlerden hoşlanmaktadır. Bahçe bitkilerinin ışık süresine gösterdikleri tepkiler (fotoperiyodizm) özellikle sebze yetiştiriciliği açısından önemlidir. Yumrusu ve yaprakları tüketilen havuç, turp, soğan, lahana, ıspanak, marul gibi sebze türlerinde uzun günler çiçeklenmeyi uyarıcı, yumru veya baş oluşumunu engelleyici etkide bulunmaktadır. Bu türlerden tohum alabilmek için uzun gün koşullarında yetiştirilmeleri önerilmektedir (Ağaoğlu vd. 2015). UV-B radyasyonlarının (280-320 nm) fotosentetik aktiviteyi, stoma işleyişini ve karbonhidrat metabolizmasını değiştirerek daha fazla zarar verdiği; UV radyasyonuna maruz kalmanın domates, lahana, patates ve şeker pancarında zararlı etkilerde bulunduğu saptanmıştır (Ayyogari vd., 2014).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz koşullarında iklim öğelerinin izlenip değerlendirilmesi ve geleceğe yönelik yapılan projeksiyonlarda, insanlar tarafından yaratılan iklim değişikliğinin önemli bir sorun niteliğine dönüşmekte olduğu belirtilmekte ve gerekli önlemler alınmadığı takdirde yakın gelecekte tehdit boyutuna ulaşabileceği öngörülmektedir. Giderek artmakta olan insan nüfusunun besin ihtiyacının neredeyse tamamı tarım faaliyetlerinden karşılandığı için vazgeçilmez bir niteliktedir. Doğal şartlara bağlı olarak gerçekleştirilen tarımsal faaliyetler, hem doğal dengeden doğrudan etkilenen hem de bu dengeyi etkileyen bir yapıdadır. Bitkisel üretim iklim öğelerindeki tüm değişikliklerden doğrudan etkilenmektedir. Sıcaklık, atmosferdeki CO₂ miktarı, güneş ışınlarının yoğunluğu ve süresi, kuraklık ve yağış rejimindeki düzensizlikler bitkisel üretim süreçlerinin başından sonuna kadarki her aşamasında olumsuz etkilere neden olmakta, verim ve ürün kalite kriterlerini (renk, irilik, besin içerikleri, tat-aroma vb) doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle gelecekte öngörülen iklim değişikliği senaryoların karşı bitkisel üretimde gereken önlemlerin bilinmesi ve yürürlüğe alınması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenlerden dolayı;

(a) İklim değişikliği ile ilgili uluslararası boyutta alınan kararların uygulanması doğrultusunda dünya ülkelerinin ortak özen ve sorumlulukla üzerine düşeni yapmaları gerekmektedir.

(b) İklim değişikliğinin olası etkileri göz önünde bulundurularak, öngörülen iklim değişikliklerinin gerçekleşmesi durumunda da üretimi sürdürebilmek amacıyla yönelik bilimsel ve Ar-Ge çalışmalarının yapılması ve yaygınlaştırılması önemlidir. Bu amaçla;

- * Bitkisel üretimle ilgili veri tabanları güncellenerek iklimsel verilerle ilişkilendirilmeli
- * Üretim yapılan bölgelerin ve bu bölgelerde yetiştirilen tür ve çeşit deseninin iklim değişikliğinden nasıl etkilenebilecekleri konularında çalışmalar yapılarak, geleceğe yönelik bölgesel ve türler bazında tahminler oluşturulmalı
- * İklim değişikliğinde ana sorunların sıcaklıkların artması, kuraklık ve yağış rejiminin düzensizleşmesi olduğundan yola çıkılarak; sıcak ve kurak koşullara, suya, hastalıklara dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesine yönelik ıslah çalışmalarına ağırlık verilmeli
- * İklim değişikliği sonucunda yaygınlaşma eğilimi gösteren hastalık ve zararlıların tahmini ve mücadele yöntemleri konularında araştırmalar yürütülmeli
- * Pek çok bitki türünün anavatanı olan ve gen merkezi üzerinde olduğumuz ülkemizde, sahip olduğumuz zengin gen kaynaklarımız taranarak biyoçeşitliliğimizin tanınması ve korunması sağlanmalı; gelecekte oluşabilecek iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı kullanılacak genotipler belirlenerek (soğuğa-kurağa dayanıklılık, geççilik-erkencilik özellikleri vb) koruma altına alınmalıdır.
- (c) Su kaynaklarımızın çok fazla olmadığı, sahip olduğumuz toplam su kaynaklarının büyük çoğunluğunun tarımsal üretimde kullanıldığı durumlarından ve küresel ısınma sonucunda su kaynaklarının daha da azalacağı tahminlerinden yola çıkılarak;
- * Suyun ekonomik ve etkin kullanılmasını sağlayacak sulama sistemlerine dönüş yapılmalı ve kullanılmaları yaygınlaştırılmalı
- * Farklı iklim senaryoları için uygulanabilecek su yönetim çalışmaları tamamlanmalı, üreticiler bazında duyurulması ve uygulanması sağlanmalı
- * Üreticiler su tasarrufu ve etkin sulama konularında bilinçlendirilmeli
- * Alternatif su kaynakları (atık suların geri kazanımı, atık suların ve drenaj sularından yararlanma olanakları gibi) konularında yeni yaklaşımlar oluşturulmalı ve geliştirilmelidir.

(d) İklim değişikliğinin bitkisel üretimdeki olumsuz etkilerinden korunmak amacıyla, uygun olan türlerde iklim parametrelerinin kontrol edilebildiği örtü altı yetiştiricilik (örtüaltı meyve, sebze, süs bitkileri yetiştiriciliği) sistemleri de çalışılmalıdır.

İklim değişikliği ile mücadele kapsamında alınması önerilen önlemler ve geliştirilen politikalar, azaltım ve uyum başlıkları altında incelenmektedir. Azaltım politikaları iklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarının hafifletilmesi ve sera gazı emisyonlarının azaltılması anlamında kullanılmaktadır. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine uyum sağlamaya yönelik önlemler ise uyum başlığı altında değerlendirilmektedir.

Azaltım uygulamaları; (a) toprak karbonu depolanmasını arttırmak için tarla ve otlakların yönetiminin sağlanması, (b) tarıma açılmış turba toprakları ve bozulmuş arazilerin restorasyonu, (c) Karbon emisyonlarını düşürmek için geliştirilen üretim teknikleri, (d) besi hayvanı ve gübre yönetimi, (e) sığ toprak işlemeli tarım uygulamaları şeklinde sıralanmaktadır. Uyum politikalarında ise biyolojik çeşitlilik ve ekosistem tabanlı bir yaklaşım benimsenmektedir. Bu faaliyetler; (a) su akışını ve kalitesini korumak için baskın ovalarının sürdürülebilir yönetimi, (b) su akışını düzenlemek için arazi eğimlerinin stabilize edilmesi, ormanların korunması ve restorasyonu, (c) değişen iklim şartlarından kaynaklanan risk artışıyla başa çıkabilmek için tarımsal ormancılık sistemlerinin kurulması, (d) spesifik gen havuzları sağlamak üzere tarımsal biyoçeşitliliğin korunması olarak sıralanmaktadır. Ek olarak; yağmur hasadı, tasarruflu su kullanımı, toprağın rüzgar erozyonu ile kaybını engellemek için rüzgar perdesi vb önlemlerin alınması, tarımsal faaliyetlerde kimyasal gübre yerine uygun miktarda hayvansal gübre kullanılması, azaltılmış toprak işlemeli ekim yöntemleri, bitkilerin atıklarının da organik madde miktarını arttırmak amacıyla kullanılması, arazi toplulaştırması, organik tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması, tarımsal faaliyetlerin doğal afetlere karşı sigortalanması ile sektörün kırılganlığının azaltılması, bitkisel üretimde kuraklık, don, sıcak rüzgar ve hava dalgası, aşırı nem, aşırı yağış risklerinden kaynaklı verim azalışlarının tarım sigortaları havuzu tarafından teminat altına alınması, enerji üretiminde fosil yakıtlar yerine kaynağı ormancılık ve tarım organik atık ve artıkları olan yenilenebilir biyoenerji türlerinin kullanılması, üreticilerin toprakta karbon depolanmasını artırıp sera gazı emisyonlarını azaltan tarım teknikleri konularında bilgilendirilmeleri ve teşvik edilmeleri, agro-ekolojik çiftçilik, gıda ormancılığı, ürün rotasyon döngülerinin iyileştirilmesi ve kalıcı tarım yasarı tekniklerinin kullanılması yaklaşımları da iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasında katkı sağlayan uygulamalardır (Anonim 2024b).

KAYNAKÇA

- Abbas, G, Ahmad, S., Ahmad, A., Nasim, W., Fatima, Z., Hussain, S., Rehman, M.H., Khan, M.A., Hasanuzzaman, M., Fahad, S., Boote, K.J. and Hoogenboom, G. (2017). Quantification the Impacts of Climate Change and Crop Management on Phenology of Maize-based Cropping System in Punjab, Pakistan. *Agr For Meteorol* 247:42–55
- Ağaoğlu, Y. S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, İ. Ve Yanmaz, R. (2015). Genel Bahçe Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1630, Ders Kitabı: 581, 369 sayfa, Ankara.
- Ahmad, S., Abbas, G., Fatima, Z., Khan, R.J., Anjum, M.A., Ahmed, M., Khan, M.A., Porter, C.H. and Hoogenboom, G. (2017a). Quantification of the Impacts of Climate Warming and Crop Management on Canola Phenology in Punjab, Pakistan. *J Agron Crop Sci* 203, 442-452
- Ahmad, S., Abbas, Q., Abbas, G., Fatima, Z., Naz, S., Younis, H., Khan, R.J., Nasim, W., Rehman, M.H., Ahmad, A. and Rasul, G. (2017b) Quantification of Climate Warming and Crop Management Impacts on Cotton Phenology. *Plants* 6:7
- Akın, G. (2006). Küresel Isınma, Nedenleri ve Sonuçları. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 46 (2), 29-43.
- Aksay, C.S., Ketenöglü, O. ve Kur, L. (2005). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 25 (2005), 29-41.
- Alam, G.M.M., Alam, K. and Mushtaq, S. (2017). Climate change perceptions and local adaptation strategies of hazard-prone rural households in Bangladesh. *Climate Risk Manag* 17:52–63. *Sustainability* 11(483):1–22
- Allen, L.H., Pan, Jr. D. Boote, Pickering, K.J. N.B. and Jones, J.W. (2003). Carbodioxide and Temperature Effects on Evapotranspiration and Water Use Efficiency of Soybean. *Agron. J.*, 95: 1071–1081
- An, N., Turp, T., Kurnaz, L. ve Türkeş, M. (2022). İklim Değişikliği ve Tarım Dünyasının Geleceği. İkkitap, 128 sayfa.
- Anonim (2021). İklim Değişikliği Ve Tarım Değerlendirme Raporu. Tarım Ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Ankara
- Anonim (2024a). İklim Sözlüğü.. Erişim Tarihi: 16.02.2024. www.iklimtema.org
- Anonim (2024b). İklim Değişikliği ve Tarım Değerlendirme Raporu. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Refomu Genel Müdürlüğü. Erişim Tarihi: 13.02.2024. www.tarimorman.gov.tr.
- Aparı Çetinsoy, F.F. (2010). Küresel İklim Değişikliği: Avrupa Birliği ve Türk Tarımı. İstanbul Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Avrupa Birliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 192 sayfa, İstanbul.
- Aydın, F. ve Sarptaş, H. (2017). İklim Değişikliğinin Bitki Yetiştiriciliğine Etkisi: Model Bitkiler ile Türkiye Durumu. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24 (3), 512-521.
- Ayyogari, K., Sidhya, P., and Pandit, M.K. (2014). Impact of Climate Change on Vegetable Cultivation-a Review. *Int J Agri Environ Biotech* 7: 145-155
- Başalma, D. ve Demir, İ. (2006). Küresel İklim Değişikliği (Derleme). *Bilimsel Araştırma Dergisi*, (2006) 2; 22-26.
- Başoğlu, A. (2014). Küresel İklim Değişikliğinin Ekonomik Etkileri. *KTÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 7, 175-196.
- Beppu, K. ve Kataoka, I. (1999). High Temperature Rather Than Drought Stress is Responsible For the Occurance of Double Pistil in ‘Satohishiki’ Sweet Cherry. *Scienc Hort*, 81,125-134.
- Beyhan, N. ve Odabaş, F., (1996). İklimsel Faktörlerin Fındıkta Verimlilik Üzerine Etkileri ve Yetiştiricilik Açısından Önemi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1), 177-188.
- Bindi, M. and Howden, M. (2004). Challenges and Opportunities for Cropping Systems in a Changing Climate. *New Directions for a Diverse Planet*. In: Proc. 4th Int. Crop Science Congress, pp: 1–15. 26 Sept.-1/Oct./2004, Brisbane, Australia
- Bongaarts, J. (1994). *Scientific American*. *Can the Growing Human Population Feed Itself?*, 270(3), 36–42.
- Brown, R.A. and N.J. Rosenberg, (1999). ‘Climate Change Impacts on the Potential Productivity of Corn and Winter Wheat in Their Primary United States Growing Regions. *Climate Change*, 41: 73–107
- Bütüner, M. (2019). Küresel İklim Değişikliğinin Fındık ve Çay Tarımına Etkisi. Atatürk Üniversitesi /Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 54 sayfa. Erzurum.
- Chachar, M., Ahmed, S., Murtaza, G., Jilani, P.S.A.N.S., Baloch, H. and Hakro, R.A. (2023). The Impact of Climate Change on Horticulturae: A Global Perspective and Adaptation Strategies. *Ecofeminism and Climate Change*, 4 (1), 41-44.
- Cline, W. (2008). *Global Warming and Agriculture, Finance & Development*, 4: 23–27.

- Coşkun, A., Devceci, H. ve Konukcu, F. (2023). Trakya Bölgesi'nde İklim Değişikliğinin Buğday Verimine Etkisinin Tahmin Edilmesi. *Türk Tarım - Gıda Bilim Teknolojisi Dergisi*, 11 (5), 933-945.
- Cuthforth, H.W., McGinn, S.M., McPhee, E. and Miller, P.R. (2007). Adaptation of Pulse Crops to The Changing Climate of The Northern Great Plains. *Agronomy Journal*, 99,1684-1699.
- Çakmak, B., (2016)., Küresel İklim Değişikliği ve Tarımda Su Kullanımına Etkisi. Türkiye Çevre Vakfı Yayınları, 197-227. Ankara.
- Çankaya, D. ve Boz, İ. (2023). Fındık Üreticilerinin İklim Değişikliği Konusunda Bilgi Düzeyleri, Deneyimleri ve Gelecekle İlgili Kararları. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 7 (2), 395-406.
- DaMatta, F.M., Grandis, A., Arenque, B.C. and Buckeridge, M.S. (2010). Impacts of Climate Changes on Crop Physiology and Food Quality. *Food Res Int* 43,1814-1823
- De Bock, M., Ceulemans, R., Horemans, N., Guisez, Y., and Vandermeiren, K. (2012). Photosynthesis and Crop Growth of Spring Oilseed Rape and Broccoli Under Elevated Tropospheric Ozone. *Environ Exp Bot* 82, 28-36
- Deryng, D., Conway, D., Ramankutty, N., Price, J., and Warren, R., (2014). Global Crop Yield Response to Extreme Heat Stress Under Multiple Climate Change Futures. *Environmental Research Letters*, 9(3), 034011.
- Dey, K., Ghosh, A., Priya, B., Dutta, P. and Das, S. (2016). Impact of Climate Change and Mitigation Strategies on Fruit Production. In: *Advances in Life Sciences* 5(7), 2588-2596.
- Dilber, E. ve Güler, M. (2015). Küresel Isınmanın Tahıl Tarımına Etkisi. 11. Tarla Bitkileri Kongresi, 7-10 Eylül, Çanakkale.
- Diñç, S. Ö., Künili, İ. E. ve Arık Çolakoğlu, F. (2022). İklim Değişimi Sürecinin Sürdürülebilir ve Güvenli Gıda Üretimine Etkisi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36 (2), 447-460.
- Dixon, G. R., Aldous, D. E., and Bateman, G. L., (2009). The challenge of sustainable white rust resistance in oilseed rape (*Brassica napus*) in the UK. *Plant Pathology*, 58(5), 873-884.
- Dörtbudak, A. (2022). Küresel İklim Krizi ve Türkiye. Harran Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Kamu Yönetimi Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 78 sayfa, Şanlıurfa.
- Edemen, M., Engin, V., Boynukara, E., Narin, E., Yalçın, M., Küçükilhan, H., Kuş, H., Tutar, M. ve Kavlak, A. (2023). Küresel Isınma, Küresel Isınmanın Nedenleri ve Sonuçları Dünya ve Türkiye Üzerinde Olası Etkileri. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 10 (91), 37-48.
- Eftekhari, M. S. (2022). Impacts of Climate Change on Agriculture and Horticulture. *Climate Change*, 117-131.
- Erdoğan, S. (2020). Enerji, Çevre ve Sera Gazları. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10 (1), 277-303.
- Eştürk, Ö. ve Mert, N. (2022). Küresel İklim Değişikliğinin Ardahan İlinde Tahıl ve Yem Bitkileri Verimliliği Üzerine Etkilerinin ARDL Modeli ile Analizi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 25 (Ek sayı 2, 506-514.
- Fahad, S., Hussain, S., Saud, S., Hassan, S., Ihsan, Z., Shah, A. N., Wu, C., Yousaf, M., Nasim, W., Alharby, H. and Alghabari, F. (2016). Exogenously Applied Plant Growth Regulators Enhance the Morphophysiological Growth and Yield of Rice Under High Temperature. *Front Plant Sci* 7, 1250
- Fennell, A. (2014). Genomics and Functional Genomics of Winter Low Temperature Tolerance in Temperate Fruit Crops. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 33(2- 3), 125-140.
- Flowers, M. D., Fiscus, E.L., Burkey, K.O., Booker, F.L. and Dubois, J.J.B. (2007). Photosynthesis, Chlorophyll Fluorescence, and Yield of Snap Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes Differing in Sensitivity to Ozone. *Environ Exp Bot* 61: 190-198
- Fuhrer, J., (2003). Agro-ecosystem Responses to Combination of Elevated CO₂, Ozone and Global Climate Change. *Agric. Ecosys. Environ.*, 97: 1-20
- Geçit, H. H., Çiftçi, C. Y., Emeklier, Y., İkincikarakaya, S., Adak, M. S., Kolsarıcı, Ö., Ekiz, H., Altınok, S., Sancak, C., Sevimay, C. S. ve Kendir, H., (2011). Tarla Bitkileri, İkinci Basım. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1588, Ders Kitabı: 540, 589 sayfa, Ankara.
- Gordo, O. and J. Josesanz, (2010). Impact of Climate Change on Plant Phenology in Mediterranean Ecosystems. *Global Change Biol.*, 16, 1082-1106
- Gruda, N. and Tanny, J. (2014). Protected Crops. In: Dixon GR, Aldous DE (Eds.), *Horticulture: Plants for People and Places*, vol. 1. Springer, 327-405, Netherlands,
- Gürçam, S. (2023). İklim Krizi ve Egemenlik Çerçevesinde İklim Mağdurları. *Journal of International Relations and Political Science Studies*, (7), 19-36
- Hatfield, J.L., Boote .K.J., Kimball, B.A., Ziska, L.H., Izaurralde, R.C., Ort, D., Thomson, A.M. and Wolfe, D.W. (2011) Climate Impacts on Agriculture: Implications for Crop Production.. *Agron J* 103: 351-370

- Izumi, T., Ramankutty, N. and Howden, S. M., (2020). Climate Change Impacts on Agriculture in 2050 Under a Range of Plausible Socioeconomic and Emissions Scenarios. *Environmental Research Letters*, 15(5), Pp. 054020.
- IPCC, (2007). New Assessment Methods and The Characterization of Future Conditions. In: *Climate change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to The Fourth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK. 976 pages.
- Jain, V., Pal, M., Raj, A., and Khetarpal, S. (2007). Photosynthesis and Nutrient Composition of Spinach and Fenugreek Grown Under Elevated Carbon Dioxide Concentration. *Biologia Plantarum* 51:559-562.
- Kadioğlu, M. (2008). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye. *Mühendis ve Makine*, 50 (593); 15-25.
- Kapur, B., Koç, M., Özekici, B. (2012). Artan CO₂ ve Küresel İklim Değişikliğinin Çukurova Bölgesinde Buğday Verimliliği Üzerine Etkileri. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28 (4), 152-162.
- Kaya, B. (2009). İklim Değişiminin Türkiye’de Buğday, Arpa ve Mısır Bitkilerinin Verimleri Üzerine Etkilerinin Panel Veri Modeli ile Analizi. İstanbul Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, İktisat Politikası Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 193 sayfa, İstanbul.
- Kaya, M. ve Kalaycı, İ. (2021). Türkiye’de Tarihsel Süreçte Tarım Politikası ve Planlama Deneyimi. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13 (2), 23-34.
- Kayan, A. ve Küçük, A. (2022). Küresel İklim Krizinin Oluşmasında Politik Kararların Etkisi. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 31:501-526
- Klieber, A., Ratanachinakorn, B. and Simons, D.H. (1996). Effects of Low Oxygen and High Carbon Dioxide on Tomato Cultivar ‘Bermuda’ Fruit Physiology and Composition. *Scientia Horti* 65, 251-261
- Kobiljiski, B. and S. Dencic, (2001). Global Climate Change: Challenge for Breeding and Seed Production of Major Field Crops. *J. Genet. Breed.*, 55: 83–90
- Koçak, H. ve Bozyurt, O. (2021). Küresel İklim Değişikliğine Yönelik Çözüm Odaklı Yaklaşımlar. *Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 7 (47), 2468-2479.
- Kosobryukhov, A.A. (2009). Activity of the Photosynthetic Apparatus at Periodic Elevation of CO₂ Concentration. *Russ J Plant Physl* 56:6-13
- Kurnaz, M.L. (Kasım, 2021). Küresel İklim Krizi. *Bilim ve Teknik*, Boğaziçi Üniversitesi, Fizik Bölümü, İklim Değişikliği ve Politikaları Uygulama ve Araştırma Merkezi.
- Kurt, L. (Nisan,2011). Küresel Isınma ve İklim değişikliğinin Türkiye’nin Bitki Çeşitliliği Üzerine Etkileri. *Bilim ve Teknik*, , 54-57.
- Küpe M., (2012). Küresel İklim Değişikliğinin Bağcılık Üzerindeki Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(2): 191-196
- Lattauschke, G. (2015). Extreme Heat Caused Massive Yield and Quality Reductions in Medium and Late Peas. In: *Versuche im deutschen Gartenbau 2015. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden (in German)*
- Lawande, K.E. (2010). Impact of Climate Change on Onion and Garlic Production. *Challenges of Climate Change in Indian Horticulture*. Westville Publishing House, New Delhi, 100-103
- Luedeling, E., Girvetz, E.H., Semenov, M.A. and Brown, P.H. (2011). Climate Change Affects Winter Chill for Temperate Fruit and Nut Trees. *PLoS ONE*, 6:e20155.
- McDonald, J. B. (1958). The Nature of Agriculture (I). *Laval théologique et philosophique*, 14(2), 186–212.
- Mousavi-Derazmahalleh, M., Bayer, P.E., Hane, J.K., Valliyodan, B., Nguyen, H.T., Nelson, M.N., Erskine, W., Varshney, R.K., Papa, R. and Edwards, D. (2019). Adapting Legume Crops to Climate Change Using Genomic Approaches. *Plant Cell Environ* 42, 6–19
- Nemecek, T., Von Richthofen, J.S. Dubois, G. Casta, P.R. Charles and H. Pahl, (2008). Environmental Impacts of Introducing Grain Legumes into European Crop Rotations. *European J. Agron.*, 28: 380–393
- Okur, B., Yağmur, B. ve Okur, N. (2022). Bölüm 1 İklim Değişikliğinin Tarımsal Faaliyetler Üzerine Olası Etkileri. In: *Küresel İklim Değişikliği Sürecinde Tarımsal Üretimin Kalitesi Quality of Agricultural Production in the Global Climate Change*) Editörler: Baran, M. F., Çelik, A., Bellitürk, K., Iksad Publications, 7-32.
- Olesen, J.E. and Bindi, M. (2004). Agricultural Impacts and Adaptations to Climate Change in Europe. *Farm Policy Journal*, 1(3), 36–46.
- Ölçer, B. (2020). İklim Krizinde BİM’in Üstleneceği Rol. *Yapı, Bilgi, Modelleme*, 2 (2), 19-29.
- Öney, S. (2019). Doğu Akdeniz’in Asıl Krizi İKLİM DEĞİŞİMİ. *EURO Politika*, 3(2), 26-30.
- Öztürk, K., (2002), Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri, *Gazi Üniv. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 47-65.

- de Paula, F.L.M., Frizzone, J.A., de Paula, A.L., dos Santos, Dias C.T., Soares, T.M. (2011). Produção de Pimenta Pabasco com Aplicação de CO₂, Utilizando-se Irrigação Por Gotejamento. *Acta Sci Agron*, 33, 133-138
- Prasad, P.V., Boote, K.J. and Allen, Jr L.H. (2006). Adverse High Temperature Effects on Pollen Viability, Seed-Set, Seed Yield and Harvest Index of Grain-Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] are More Severe at Elevated Carbon Dioxide due to Higher Tissue Temperatures. *Agric For Meteorol* 139:237-251
- Quamme, H.A., Cannon, A.J., Neilsen, D., Caprio, J.M. and Taylor, W.G. (2010). The Potential Impact of Climate Change on the Occurrence of Winter Freeze Events in Six Fruit Crops Grown in the Okanagan Valley. *Canadian Journal of Plant Science*. 90(1):85-93.
- Schuldt, J.P., Konrath, S. H., Schwarz, N. (2011). “Global Warming” or “Climate Change”? Whether The Planet is Warming Depends on Question Wording. *Public Opinion Quarterly*, 75 (1), 115-124.
- Saleska, S.R., J. Harte and Torn, M.S., (1999). The Effect of Experimental Ecosystem Warming on CO₂ Fluxes in a Montane Meadow. *Global Change Biol.*, 5: 125–141
- Saqib, M., Anjum, M.A., Ali, M., Ahmad, R., Sohail, M., Zakir, I., Ahmad, S. and Hussain, S. (2022). Chapter 7 Horticultural Crops as Affected by Climate Change. In: Building Climate Resilience in Agriculture. Theory, Practice and Future Perspective. Jatoi W.N., Mubeen M., Ahmad A., Cheema M.A., Lin Z. Ve Hashmi M.Z. (eds), Springer Nature (eBook), 95-109, Switzerland.
- Saygi, H. (2022). Bölüm 10 Tarımda İklim Değişikliğinin Olumsuz Etkileri ve Çözüm Yolları. In: İklim Değişikliği ve Tarımda Dönüşüm. Editörler: Baran, M. F. ve Çelik, A. Iksad Publications, 259-290.
- Shakeel, M., Akram, W., Ali, A., Ali, M.W. and Nasim, W. (2014). Frequency of Aphid (*Aphis gossypii* G.) on Brinjal (*Solanum melongena* L.) and Farming Practices in the Agroclimatic Conditions of Faisalabad, Pakistan. *Int J Agric Innov Res* 2: 2319-1473.
- Song, J., Fan, L., Forney, C.F., Jordan, M.A., Hildebrand, P.D. and Kalt, W. (2001). Effect of Ozone Treatment and Controlled Atmosphere Storage on Quality and Phytochemicals in High Blueberries. *Acta Hort* 600:417-424
- Şaylan, L. (2021). İKLİM KRİZİ: İKLİM DEĞİŞİMİ VA TARIM ETKİLEŞİMİ. 3. Uluslar arası Tarım ve Gıda Etiği Kongresi,
- Şensoy, S. (2015). Türkiye’de İklim Değişikliğinin Meyve ağaçları ve Buğdayın Fenolojik Dönemleri Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 94 sayfa, Ankara.
- Tıraşçı, S. ve Erdoğan, Ü. (2021). Küresel Isınmanın Tarıma Etkisi. *Tarım, Gıda, Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 2 (1), 16-33.
- Tugaç, Ç. (2022). İklim Değişikliği Krizi ve Şehirler. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*. Yıl: 1. Sayı: 1. ss. 38-60.
- Tuğay, M.E. (2012). Türk Tarımında Bitkisel Üretimi Arttırma Yolları. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1), 1-8.
- Türkeş, M. (2001). Hava, İklim, Şiddetli Hava Olayları ve Küresel Isınma. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, 1:187-205, Ankara.
- Türkeş, M. (2008). Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1, 26-37.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G., (2000). Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, ÇKÖK Gn Md., Ankara. 7-24.
- Türkoğlu N., Çiçek İ., Şensoy S., (2012). Türkiye’de İklim Değişikliğinin Meyve Ağaçları ve Tarla Bitkilerinin Fenolojik Dönemlerine Etkileri, TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu Kitabı, Ankara, ss.60-71.
- Türkoğlu N., Şensoy S., Aydın O., (2016), Türkiye’de iklim değişikliğinin elma, kiraz ve buğdayın fenolojik dönemlerine etkileri, *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 1036.
- Ulukan, H. (2008). Agronomic Adaptation of Some Field Crops: A general approach, *J. Agronomy & Crop Sci*. 194:169–179.
- Ulukan, H. (2009). Environmental Management of Field Crops: A Case Study of Turkish Agriculture. *International Journal of Agricultural Biology*, 11:483–494.
- Ustaoglu, B., (2009). Türkiye’de İklim Değişikliğinin Fındık Tarımına Olası Etkileri. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi/Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 205 sayfa, İstanbul.
- Vandermeiren, K., De Bock, M., Horemans, N., Guisez, Y., Ceulemans, R., De Temmerman, L. (2012). Ozone Effects on Yield Quality of Spring Oilseed Rape and Broccoli. *Atmos Environ* 47:76-83
- Vural, G. (2016). Fiziki Özellikleri ve Beşeri Etkileriyle Küçük Buzul Çağı. İstanbul Üniversitesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 111 sayfa, İstanbul.
- Wang, D., Fahad, S., Saud, S., Kamran, M., Khan, A., Khan, M.N., Hammad, H.M., Nasim, W. (2019). Morphological Acclimation to Agronomic Manipulation in Leaf Dispersion and Orientation to Promote

- “Ideotype” Breeding: Evidence from 3D Visual Modeling of “Super” Rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 135: 499-510
- Wheeler, T.R., Craufurd, P.Q., Richard, H.E., John, R.P and Prasad, P.V. (2000). Temperature Variability and the Yield of Annual Crops. *Agric. Ecosys. and Environ.* 82: 159–167.
- Yavaş, İ. Ve Ünay, A. (2018). Küresel İklim Değişikliğinin Fotosentez Üzerine Etkileri. *ADÜ Ziraat Dergisi* 15 (2), 95-99.
- Yıldırımçakar, İ. ve Saydan, İ. Y. (2022). Küresel Ölçekte Meydana Gelen İklim Krizinin Doğal Kaynaklar Üzerindeki Etkisi: Su Örneği, *Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Çalışmalar Dergisi*, 4(1), 50-62.
- You, Z., M.W. Rosegrant, S. Wood and Dongsheng Sun, (2009). Impact of growing season temperature on wheat productivity in China. *Agric. For. Meteorol.*, 149: 1009–1014
- Yönten, A. (2007). Küresel Isınmanın Azaltılması Politikaları ve Stratejileri-Türkiye İçin Bir Yaklaşım. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 171 sayfa, İzmir.
- Yurtseven, A. (2023). Tarihi Süreç İçerisinde Bitki ve Hayvanların Evcilleştirilmesinin Sosyo-Ekonomik Etkileri. *Dumlupınar Üniversitesi İİBF Dergisi*, 12, 105-111.
- Zartash, F., Sahrish, N., Pakeeza, I., Amna, K., Haseeb, U., Ghulam, A., Mukhtar, A., Muhammad, M. and Shakeel, A. (2022). Chapter 6, Field Crops and Climate Change , In: Building Climate Resilience in Agriculture Theory, Practice and Future Perspective. Jatoi W.N., Mubeen M., Ahmad A., Cheema M.A., Lin Z. and Hashmi M.Z. (eds), Springer Nature (eBook), 83-94, Switzerland.
- Ziska, L.H., J.A. Bunce and F.A. Caulfield, (2001). Rising Atmospheric Carbondioxide and Seed Yield of Soybean Genotypes. *Crop Sci.*, 41: 385–391

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ – GÖÇ İLİŞKİSİNİN TOPLUMSAL YANSIMALARI

Öğr. Gör. Dr. Furkan Düzenli

Düzce Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Sosyoloji Bölümü
furkanduzenli@duzce.edu.tr

ÖZET: Her yıl binlerce insan literatürde antropojenik tehlike olarak karşılık bulan, iklim, hava ve denizlerle ilişkili afetler etkilenmektedir. İklim değişikliği ile çerçeveselendirilen bu olaylar nedeniyle günümüzde bireysel ve toplumsal bir takım köklü değişiklikleri de ortaya çıkarmaktadır. Özellikle artan sıcaklık, deniz seviyelerindeki değişim ve kuraklık gibi birçok olay göç hareketlerine neden olmaktadır. Yapılan çalışmalar diğer göç nedenlerine göre iklim sebebiyle gerçekleştirilen göç hareketlerinin daha büyük insan sayılarına ulaştığını göstermektedir. Göç hareketleri ise sadece bireyi ilgilendirmemekte toplumsal bir takım sonuçlar da doğurmaktadır. İklim değişikliği nedeniyle gerçekleştirilen göç hareketleri başta ekonomi olmak üzere sosyal ve kültürel dinamiklerle toplumsal değişimleri harekete geçirmektedir. Göç eden bireylerin göç ettikleri toplumlar içerisinde yaşayabilecekleri sosyal ve hukuki değişimler yine göç edenler kadar göç edilen toplumlarda da değişimlere neden olmaktadır. Bu değişimlerin tek bir boyuttan ziyade çok boyutlu olarak ele alınması toplumsal bütünleşme, toplumsal kalkınma ve küresel adalet bağlamında önemli sonuçları olacaktır. Dolayısıyla çalışma, iklim değişikliğine bağlı göç hareketlerinin öncesini ve sonrasını sosyolojik bir bakışla ele almayı amaçlamaktadır.

Çalışmanın ilk bölümünde; göç hareketleri öncesi olarak kabul edilen, yaşanan iklim değişikliklerinin göç hareketlerine karar vermeye etkisi iklim değişikliği göç ilişkisi şeklinde ele alınacak, Türkiye’den ve dünyadan konuyla ilgili örnekler sunulacaktır. Özellikle ülkemizde yaşanan son depremlerin ardından ortaya çıkan göç hareketlerinin psikolojik, sosyolojik ve ekonomik sonuçları çok boyutlu olarak incelenmeyi hak etmektedir. Göç hareketleri sonrası olarak kabul edilen ikinci bölümde; iklim göçmenlerinin hukuki statüleri yine sosyolojik bakışla tahlil edilecektir. Son olarak ise; göç hareketleri temelinde iklim değişikliğinin toplumsal yansımaları ele alınacaktır. Güncelliğini koruyan konunun farklı boyutlarıyla çalışılması kendisinden sonra yapılacak çalışmalara da önemli katkılar sağlayacağına inanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Göç Hareketleri, İklim Göçü, İklim Mültecileri, Toplumsal Değişim

SOCIAL REFLECTIONS OF CLIMATE CHANGE - MIGRATION RELATIONSHIP

ABSTRACT: Every year, thousands of people are affected by disasters related to climate, weather and seas, which are recognized as anthropogenic hazards in the literature. Due to these events, which are framed by climate change, it also reveals a number of radical changes in individual and social life. In particular, many events such as increasing temperature, changes in sea levels and drought cause migration movements. Studies show that climate-induced migration movements reach larger numbers of people compared to other causes of migration. Migration movements do not only concern the individual but also have social consequences. Migration movements due to climate change mobilize social changes with social and cultural dynamics, especially the economy. The social and legal changes that migrant individuals may experience in the societies they migrate to cause changes in the societies they migrate to as well as the migrants. Addressing these changes in a multidimensional rather than a single dimension will have important consequences in the context of social integration, social development and global justice. Therefore, the study aims to address the before and after of migration movements due to climate change from a sociological perspective.

In the first part of the study; the effect of climate changes, which are accepted as pre-migration movements, on the decision-making on migration movements will be discussed in the form of climate change migration relationship, and relevant examples from Turkey and the world will be presented. Especially the psychological, sociological and economic consequences of the migration movements that emerged after the recent earthquakes in our country deserve to be examined in a multidimensional way. In the second part, which is accepted as post-migration movements; the legal status of climate refugees will be analyzed with a sociological perspective. Finally, the social reflections of climate change on the basis of migration movements

will be discussed. It is believed that the study of the issue, which remains topical, with its different dimensions will provide important contributions to the studies to be carried out after it.

Key Words: Climate Change, Migration Movements, Climate Migration, Climate Refugees, Social Change

GİRİŞ

Yüzyıllardır yerkürenin üzerinde yaşamlarını idame ettiren insanoğlu, dünyaya şekil vermenin yanı sıra, kendisine göre kurguladığı dünya hayatında doğaya karşı bir takım dolaylı veya doğrudan mücadele içerisinde de yer almaktadır. Kabaca XVIII. Yüzyıl ile birlikte başladığı kabul edilen sanayileşme hareketleri insanın üretme ve tüketme kapasitesiyle birlikte isteğini de ortaya çıkarmış, bu durum insanın doğayla olan mücadelesinde her geçen gün sınırı kendisi lehine genişletmesi sonucunu doğurmuştur. İnsanın kazanımları olarak ifade edilen bu durumlar bir zaman sonra afetler olarak ifade edilen olayların yaşanmasına ve insanın zarar görmeye başlamasına neden olmuştur. İnsanın doğayla mücadelesinde yeni bir evre olarak ifade edilen ve “antropojenik (insan kaynaklı)” olduğu kabul edilen bu değişimler son yıllarda yüksek oranda artmakta, iklim değişikliği ile kavramsallaştırılan değişimler başta göç hareketleri olmak üzere birçok toplumsal soruna da neden olmaktadır. İklim olaylarındaki değişiklikler afetlerin hem şiddetine hem de sıklığına da etki etmektedir. Antropojenik veya doğal kaynaklı fark etmeksizin iklim nedeniyle yaşanan afetlerin küresel ölçekte son elli yılda yaklaşık beş kat artması önemli bir veri olarak dikkate değer olmaktadır. Bununla birlikte yine küresel ölçekte iklim değişikliği nedeniyle meydana gelen afetlerin diğer afetlere oranı %50, hayat kayıplarının %45’i ve maddi kayıpların %74’ü gibi büyük bir oranı oluşturmaktadır (Dünya Meteoroloji Örgütü, 2021). Ortaya çıkan bu afetlerin insan hayatındaki etkisi ise göç hareketleri ile olmaktadır. Yaşanan kayıpların ardından insanlar hayatlarını idame ettirebilmek için yer değiştirmektedirler. Sadece kayıplar değil, iklim nedeniyle yaşanan olumsuzluklar afet tanımı içerisinde yer almayan daha hafif olumsuzluklar sonucunda da insanlar göç edebilmektedirler. Örneğin yağışların azalması nedeniyle henüz kuraklık olarak kabul edilemeyecek sonuçlarda dahi ekonomik anlamdaki kayıplar göç hareketlerine neden olabilmektedir. Elbette afetlere karşı böylesine bir ölçümün mümkün olmadığı da göz önünde bulundurulduğunda, şiddet dereceleri hafiften yoğunlaştıkça kadar birçok olay afet tanımı içerisinde kendisine yer bulabilmektedir. Bugün yaşanan antropojenik etkiler insanın başrolde olduğu iklim değişikliği ile ifade edilirken gözden kaçırılmaması gereken bir diğer noktayı da işaret etmektedir. Bu nokta; kapitalist üretim ve tüketim anlayışının antropojenik iklim değişikliğinin temel sebeplerinin başında geldiğidir. Doğanın işleyişinin insan eliyle bozulması demek, insanın bu durumdan en çok etkilenmesi de demek olacaktır. Bu etkilerin başında insanın alıştığı yaşam şartlarının ve konforunun bozulması gelmektedir. Sonrasında ortaya çıkan sonuçlar ise toplumsal yansımalar olarak ifade edilmektedir.

İklim değişikliği ile birlikte göç hareketlerini merkeze alan bu çalışmanın ilk amacı da antropojenik olarak literatürde karşılık bulan değişimleri incelemek ve sonrasında ortaya çıkan göç hareketlerini ve toplumsal sonuçları incelemektedir. Çalışmanın ilk bölümünde iklim değişikliği ve göç ilişkisi kavramsal çerçevesi ile birlikte incelenmiştir. İkinci bölümde literatürde karşılık bulduğu şekliyle “iklim göçmenleri” sosyolojik bir bakışla incelenmiş, konunun hukuki ve toplumsal boyutu irdelenmiştir. “Bireyi etkileyen hiçbir olgu yoktur ki topluma da etkisi olmasın” ilkesinden hareketle iklim değişikliği de sosyolojik bir bakışa ihtiyaç duymaktadır. Çalışmanın son bölümünde ise yaşanan iklim değişikliğinin toplumsal sonuçları ve bununla mücadelede ortaya konulması gereken politikalar tartışılmıştır. Son olarak ifade edilmelidir ki, iklim değişikliği günümüzün ve önümüzdeki yılların en önemli konularının başında gelmekte ve bu anlamda ilgiyi hak etmektedir. Literatürün yeni olması ve hızlı gelişiyor olması da bunun bir işareti olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmanın da literatüre katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

1. İklim Değişikliği ve Göç İlişkisi

Göç hareketleri günümüz dünyasında, sebepleri ve şekilleri farklılaşmakla birlikte, en önemli sosyal hadiselerin başında gelmektedir. Son yıllarda göç hareketlerini merkeze alan çalışmaların ana eksenini ise göçlerin sebepleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bugün göç hareketlerinin önemli nedenleri arasında sayılan iklim değişikliği ise literatürde güncel fakat karmaşık bir durumu ifade etmektedir. İklim şartlarının son on yıllarda etkilerini daha fazla hissettirmesiyle birlikte göç hareketleri sadece akademik alanda değil, başta politika olmak üzere sivil toplumun da gündeminde yer etmeye başlamıştır. Göç alan yazımında var olan kavramsal karmaşanın iklim değişikliği ile ilgili olan göç hareketlerinde de ifade edilebileceği, literatürün yeni oluşmaya başlamasıyla birlikte konunun kavramsal çerçevesinin kesinleşmeden çalışma sayısının artması ile

gözle görünür hale geleceğinde şüphe yoktur. Dolayısıyla iklim değişikliklerine bağlı göç hareketleri incelemesinin kavramsal altyapısının oluşturulması elzem olmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde; nedenini iklim değişikliğinin oluşturduğu göç hareketlerinin kavramsal çerçevesi çizilecek ve iklim değişikliği nedeniyle gerçekleşen bu hareketlerin ifade ettiği anlam tartışılacaktır. Ayrıca göç teorileri çerçevesinde iklim değişikliği nedeniyle gerçekleşen bu hareketlere teorik bir zemin inşa edilecektir.

Hem iklim değişikliği hem de göç kavramı interdisipliner çalışmalara konu olmaları bakımından farklı kavramsal zeminlere oturtulmaktadır. Başta sosyoloji olmak üzere, coğrafya, psikoloji, politika, çalışma ekonomisi, hukuk ve güvenlik çalışmalarının kesişim kümesinde yer alması nedeniyle zengin bakış açısına sahip olan göç hareketleri, aynı şekilde farklı disiplinlerin ilgi alanına giren iklim değişikliği ile birleşince konunun teorik zemini daha da karmaşılaşmaktadır. Bu kaotik durumun bir diğer nedeni ise her iki konunun alt dallarıyla ilgili de benzer bir karmaşanın varlığıdır. Dolayısıyla yukarıdan aşağıya doğru her açılım farklı bir kavramsal çerçeveyi ortaya çıkarmakta, bu zenginlik bazen kaosu da beraberinde getirmektedir. Özgün değere sahip her bir çalışma literatüre yeni bir tanım ve anlam kazandırmakla birlikte özellikle politika yapıcılara kördüğüm haline gelmiş anlamlar yumağı da bırakmaktadır. Bu bağlamda sadece kavramsal zeminde değil, kavramların kullanım şekillerinde de farklılıklar ortaya çıkmaktadır. İklim değişikliği Uluslararası Göç Örgütü (IOM) tarafından dahi farklı kavramsal şekillerde kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları; iklim değişimi, iklim değişkenliği, küresel ısınma, çevre değişimi, çevresel bozulma, sera gazları, doğal afetler ve iklimsel değişebilirlik vb şekillerdedir (IOM, 2014: 19-25, 2019: 89; 2021: 36-38). Bu kavramlar bazı durumlarda birbirlerinin yerine de kullanılmaktadır ki anlam kargaşası böyle durumlarda ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmanın referans olarak aldığı iklim değişikliği tanımı ise Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)'nde belirtildiği şekilde olacaktır. Birleşmiş Milletler iklim değişikliğini;

“karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik”

şeklinde tanımlanmaktadır (UNCC, 2024). İklim değişikliği ile birlikte sıklıkla kullanılan bir diğer kavramsallaştırma “küresel ısınma” olmaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinde (IPCC) yapılan tanımlaya göre küresel ısınma;

“antropojenik emisyonların neden olduğu radyasyon yayan zorlamanın sonuçlarından biri olarak küresel yüzey sıcaklığında gözlemlenen veya öngörülen kademeli artışı ifade eder.”

şeklinde tanımlanmaktadır (IPCC, 2014: 124). Aynı şekilde Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinin 2018 yılında yayınladığı raporda ise yer kürenin sıcaklığının 1,5°C’te tutulmasının çok önemli olduğu bu ısınmanın 2°C’ye çıkması halinde sadece doğal yaşam alanlarında ve türlerinde kayıplarla sonuçlanmayacağı, buzulların erimesi ve deniz seviyesinin yükselmesi nedeniyle, insanların refahı, sağlığı, güvenliği ve toplumların ekonomik olarak bu değişimlerden doğrudan etkilenebilecekleri yıkıcı sonuçları olabileceğini öngörmektedir (IPCC, 2018).

İklim değişikliği ile ilgili yukarıda yapılan tanımlarda farklı bir kavram ile daha karşılaşılmaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinin küresel ısınma kavramını tanımlarken kullandığı “antropojenik” terimi dikkat çekmektedir. Çalışmanın temelini oluşturan iklim değişikliği nedeniyle gerçekleşen göç hareketlerinde “yeni” olarak ifade edilen nokta; göç hareketlerinin sebeplerinden birisi olarak ifade edilen iklim değişikliğinin nedeni olan “insan kaynaklı” hareketlerdir. Bahsi geçen göç hareketlerinin temelinde bir grup insanın iklim değişikliğine olan etkisi yer almakla birlikte iklim değişikliklerinin de gerçekleşme hızı olmaktadır (McAdam, 2011: 3). Antropojenik değişimler, yani insan kaynaklı değişimler, doğal ve olağan dışı dönüşümleri ifade etmekle birlikte, doğal değişimlere karşı geliştirilen stratejiler de boşa çıkarmaktadır. Çünkü insan kaynaklı bu değişimlerin etkileri kestirilemeyecek hızda gerçekleşmektedir. Uluslararası literatür incelendiğinde yaşanan iklim değişikliğinin antropojenik olduğu ve bu değişimin yaşanmaya devam edeceği noktasında fikir birliği oluşmuştur (Hulme, 2016: 48). İnsan kaynaklı iklim değişikliğinin doğanın dengeleri bozduğu gerçeği ile birlikte, deniz seviyesinde yükselmelere, beton kullanımının artmasıyla birlikte ormansızlaşma, yeşilin azalması ile kuraklık ve uç hava olaylarının gerçekleşmesi gibi birbirini takip eden ve etkileyen durumların ortaya çıkacağı da aşikar olmaktadır. Bu değişimler ise hem ulusal hem de küresel ölçekte göç hareketlerini tetikleyecektir.

Bu bağlamda IOM'nin iklim göç ilişkisine geçmeden önce göç kavramı ve iklim değişikliğine bağlı göçlerin, göç teorileri çerçevesinde incelenmesi gerekmektedir. 1990'lı yıllarında başında yukarıda yer verilen IPCC Raporu ile iklim şartlarının değişimi ile birlikte göç hareketi içerisine giren göçmenler konusu literatürdeki yerini almıştır. Çalışmanın merkezini oluşturan iklim değişikliği göç ilişkisi ise çevre göçü kavramı ile literatürde kendisine yer bulmaktadır.

İklim değişikliği kaynaklı göç hareketleri tek nedene indirgenemeyecek kompleks bir süreci ifade etmektedir. Her bir göç türünde olduğu gibi iklim nedeniyle gerçekleşen göç hareketlerinde de basit bir neden sonuç ilişkisi görülemez. Göçün insanlık tarihi ile birlikte başladığı hemen hemen bütün göç çalışmalarının üzerinde görüş birliğine vardığı bir durumdur. İnsan yer değiştirerek yaşadığı şartları iyileştirmeyi umut etmekte, umudunu diri tutmakta ve göç hareketi ile vardığı yerde bu hayali bulmayı, oluşturmayı amaçlamaktadır (Düzenli, 2022: 8). İklim nedeniyle yaşanan göçlerin de benzeri bir hayat kalitesini yükseltme amacı bulunmaktadır. Bireyin varlığını tehlikeye atan veya hayat kalitesini maddi ve manevi etkileyen çevresel bozulmalar olarak ifade edilen çevre göçü (IOM, 2014: 13), geçici ve kalıcı olabildiği gibi, mesafe açısından ulusal veya uluslararası da olabilmektedir. İklim göçü ise (IOM, 2021: 36-38);

“ağırlıklı olarak iklim değişikliği nedeniyle meydana gelen ani veya aşamalı gelişen afetler sonucunda, yerleşim yerlerini geçici veya kalıcı olarak terk etmek durumunda kalan kişi veya grupların ülke içinde veya ülke dışına hareketidir”

şeklinde tanımlanmıştır. İklimin değişimine bağlı olarak gerçekleşen göç hareketleri denilince ilk olarak kuraklık ve sel gibi afetlerle birlikte volkanik patlamalar veya depremler gibi jeolojik kökenli afetler ile salgınlar gibi antropojenik veya doğal nedenlerle gerçekleşen olaylar akla gelmektedir. Bu noktada ifade etmek gerekir ki; çalışmanın öznesi konumunda olan iklim değişikliği ile birlikte düşünüldüğünde çevre göçü yerine iklim göçü kavramının kullanılması daha yerinde ve doğru olacaktır. Bununla birlikte göç hareketlerini açıklarken göç teorilerinden bahsetmemek konuyu eksik bırakacaktır. Teoriler; sebep, şekil ve sonuçları itibarıyla göç hareketlerini açıklarken önemli yol göstericiler olmaktadır. İklim göçü bağlamında da benzeri bir durum söz konusudur. İklim değişikliği nedeniyle iktisadi kaynakların kullanımı ve çalışma hayatında yaşanan dönüşümler bu tarz göç hareketlerini İtme Çekme Teorisi ile açıklama eğilimini ortaya çıkarmaktadır (Mueller vd, 2020: 2). Kaynak bölgede yaşanan iklim nedeni değişimler bölgenin itici sosyo-ekonomik özelliklerini olarak ortaya çıkmakta, daha müreffeh bir hayat olarak hedef bölgenin çekiciliği belirginleşmektedir. Elbette kuraklık ve sel gibi afetler sonrasında ortaya çıkan göç hareketlerinin; kırdan kente doğru gerçekleştiği ve buna hane halkının karar vermesi ile bunun bir emek göçü olduğu da iddia edilmektedir (Van der Land vd, 2018: 164). Daha önce de ifade edildiği şekliyle her bir göç hareketinin kendi biricikliği ile birlikte tek bir nedene indirgenemeyecek olması iklim göçleri için de geçerlidir. Dolayısıyla iklim göçleri açıklanırken tek teoridense birkaç teorisin birlikte düşünülmesi daha doğru olacaktır. Piguat vd'nin (2011: 14-15) belirttiği üzere iklim nedeniyle gerçekleşen göç hareketlerinin süreçleri üçe ayrılmaktadır:

1. İlk ayırım göç hareketinin süresine yöneliktir: Göç hareketleri kısa veya uzun olabilir. Göç hareketinin geçici veya kalıcı olacağı doğanın iznine bağlıdır. Kaynak bölgenin göçmenlere eski hayatlarını sunabilecek noktaya geri dönmesi göç hareketinin süresini belirlemektedir.
2. İkinci ayırım göç hareketinin mesafesine yöneliktir: Göç hareketleri ulusal (iç göç) veya uluslararası (dış göç) olabilir. Unutulmamalıdır ki iklim değişikliğine bağlı göç hareketleri kısa mesafelerden uzak mesafelere şeklinde gerçekleşmektedir. Her bir antropojenik veya doğal nedeni olay sonrasında mesafeler uzamaktadır.
3. Son ayırım ise göç hareketinin sebebine yöneliktir: Göç hareketleri zorunlu veya gönüllü olabilir. İkinci bölümde detaylandırılacak olan “iklim mültecileri”, “iklim göçmenleri” tartışmaları özelinde iklim nedeniyle insanlar zorunlu veya gönüllü olarak yer değiştirmelerde bulunabilirler. Dolayısıyla göçe karar verirken geçen süre veya kararı etkileyen etmenler bahsi geçen göç hareketini gönüllüden zorunluya çevirebilmektedir.

Sosyal, ekonomik, siyasi veya coğrafi sebep ve sonuçlarla birbirine karışmış ve tek katmanı olmayan iklim göçleri her zaman için olumsuz anlamlar taşımamaktadır. Bazı öngörüler çerçevesinde afet veya olumsuz durumların önüne geçmek için nüfus hareketlerinin gerçekleştirilmesi olabildiğince zorunlu göç hareketlerinden kaçınılması göç hareketi sonrası entegrasyon ve kayıpları da en aza indirmek adına önemli olmaktadır.

2. İklim Göçmenlerine Sosyolojik Bir Bakış

Hem ulusal hem de küresel ölçekte gerçekleştirilen birçok çalışma iklim değişikliğinin reddedilemez bir gerçek olduğunu göstermektedir (IPCC, 2013: 14). Konuyla ilgili literatür takip edildiğinde bu gerçekliğin ne yazık ki sonuçlarının da ağır olacağı ifade edilmektedir (IPCC, 2021: 18). İklim nedeniyle gerçekleşen değişimler ve göç hareketlerinin çok yönlü ve karmaşıklığı kavramsal çerçeve ile sona ermemekte, göç hareketlerine dahil olan göçmenlere (göç eden kişilere) yönelik isimlendirme de aynı şekilde değişimler yaşamaktadır. İklim göçleri; genel olarak göç hareketlerinin neredeyse bütün varyasyonlarını bünyesinde taşımaktadır. İlk bölümde ifade edildiği şekliyle kalıcı veya geçici olması, kısa veya uzun süreli olması, zorunlu veya gönüllü olması gibi kalıplara dahil edilmesi yerine bu göçlerin her birisi için yaşanan afetin türüne, şekline, etki alanına, süresine ve gerçekleştiği bölgeye göre farklı şekillerde yaşanabileceği üzerinde durulması daha doğru olacaktır (Gemenne, 2015: 169). Yaşanılan afetin süresi ve etki alanı ile sınırlı kalabilecek güvenlik gerekçeleri de iklim değişikliğine bağlı göç hareketlerinde belirleyici olmaktadır. Bu noktada unutulmamalıdır ki insan kaynaklı veya doğa kaynaklı afetlerin göç hareketlerine doğrudan olduğu gibi dolaylı etkisi de mevcuttur. Bu nedenle iklim değişikliği bağlamında gerçekleşen göç hareketlerine dahil olan her bireyi aynı sosyal, iktisadi ve hukuki zeminde değerlendirmek yanlış olacaktır.

İklim nedeniyle gerçekleşen göç hareketlerinin kavramsal zemininde oluşan karmaşa ve belirsizlik konunun hukuki zemini üzerinde henüz fikir birliğine varılmamış olmasıdır. Bu sadece iklim değişikliği ile ilgili göç hareketleri çerçevesinde değil, bütün göç hareketleri ile ilgili olarak var olan bir problemidir. Konuyla ilgili kavramsal çerçevenin genişliği ve kavramların sınırlarının birbirine ya çok yakın ya da iç içe olması nedeniyle, kavramları kullanan araştırmacıların ise kavramsal çerçevenin farkında olarak veya olmayarak dışına çıkmaları, farklı alanlardan araştırmacıların konuya kendi pencerelerinden bakmaları gibi nedenlerle kaotik durum büyümekte ve kargaşa sona ermemektedir. İklim nedeniyle gerçekleşen veya gerçekleşmesi muhtemel olan göç hareketlerinde hukuki zeminin oluşmamasının bir diğer nedeni; özellikle yaşanılacak kitlesel bir göç hareketinde devletlerin ortaya çıkacak maddi ve demografik yükün altına girmek istememeleridir (McNamara, 2007: 39). Her ne kadar iklim şartlarındaki değişimlerden kaynaklanan göç hareketleri 1951 Cenevre Konvansiyonundaki “mülteci” statüsünde görülmemiş olsalar dahi “tamamlayıcı” veya “geçici koruma” gibi bir takım düzenlemelerle bu duruma hukuki zemin oluşturulmaya çalışılmaktadır (Ekşi, 2016: 25). Burada önemli olan nokta; iklim değişikliği nedeniyle gerçekleşen göç hareketlerine bakışta yatmakta ve bu olgunun ne şekilde tanımlandığıyla ilgili olmaktadır. Bahsi geçen göç hareketleri afet benzeri bir nedene dayandırılıyorsa bu zorunlu göç çerçevesinde değerlendirilmekte ve bu nedenle göç edenler mülteci olarak kabul edilmek zorunda olacaktır. Fakat gönüllülük esasına dayalı bir göç hareketi olarak kabul edilecekse bu kişiler mülteci olarak isimlendirilemeyecek ve hukuki dayanakları farklılaşacaktır. Bu bağlamda göç alan yazımında da birbiri yerine kullanılan fakat hukuki farklı durumları ifade eden “mülteci” ve “sığınmacı” arasındaki temel farka bakmak gerekmektedir. Cenevre sözleşmesindeki mülteci tanımında özellikle vurgulanan unsur “zorunluluk hali”dir (Doğan, 2021: 11). Dolayısıyla göçmen ile mülteci arasında öncelikle bu zorunluluk durumuna bakmak gerekmektedir. “Sığınmacı” ise mülteci statüsüne benzer bir şekilde ırkı, dini, milliyeti gibi toplumun belirli bir grubuna ait olması nedeniyle baskı veya tehdide maruz kalıyor olması gerekmektedir (Murat ve Taşkesenlioğlu, 2009: 25). Sığınmacı ile mülteci arasındaki fark; sığınmacının göç ettiği ülkeden henüz mülteci statüsünü kazanmamış olmasında yatmaktadır.

Günümüz dünyasında 2022 yılı içerisinde bahsi geçen felaketler nedeniyle 32,6 milyon insan ülke içerisinde yerinden edilmiştir ki, bu sayı son on yıllık ortalamanın %41 oranında daha yüksektir. Ayrıca 2050 yılında antropojenik veya doğal nedenlerden 216 milyon insanın yaşadığı yeri terk edeceği öngörülmektedir ki bu sayı 2008-2016 yılları arasında toplam sayıya eşittir (World Bank, 2024). Uluslararası Göç Örgütü'nün 2018 yılı raporuna göre, 2008'den beri her yıl ortalama 25,3 milyon kişi felaketler nedeniyle yer değiştirmektedir (IOM, 2018). Sayılar, literatürdeki bu belirsizliğin zaman ilerledikçe farklı problemlere kapı aralayacağını da göstermektedir. Nitekim iklim değişikliği nedeniyle gerçekleşen göç hareketlerini konu edinen çalışmalar uzun sayılabilecek bir dönem (1970'lerden 2000'li yıllara kadar) bu göçmenlere “çevresel mülteciler” kavramsallaştırması ile yaklaşmıştır. Bu alanda yapılan çalışmalar (Saunders, 2000; Myers ve Kent, 1995; Cris ve Jacobsen 1988; Cairns, 2002) küresel çapta yerinden edilen insanların çevresel mülteciler olabileceğine dikkati çekmiş ve tanımlamaları bu yönde gerçekleştirmişlerdir. 1985 yılında Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) için hazırlanan raporda iklim göçmenleri

“varlığı tehlikeye atan veya yaşam kalitesini ciddi şekilde etkileyen insan kaynaklı veya doğal olan, belirgin bir çevresel bozulma nedeniyle geleneksel yaşam ortamlarından geçici veya kalıcı olarak ayrılmak zorunda kalan insanlar”

şeklinde tanımlanmıştır (El-Hinnawi, 1985: 4). Castles ve Miller da benzer bir görüşü savunmakta iklim nedenli yerinden edilmeleri zorunlu göç hareketlerinin bir türü olarak kabul etmektedirler (Haas, vd, 2022: 146). Kavramın ne şekilde tanımlandığı insanların hukuki haklarını da belirlemektedir. Literatürde var olan bu tartışmalar farklı düzeylerde tartışılmaya devam etse de iklim nedeniyle yerinden edilen insanları yasal bir kavram ve hakka, kurumsallaşmış bir mekanizmaya sahip olamamaktadırlar. Mülteci kavramı durumun aciliyetini gözler önüne sermekle birlikte bu kişilere yardım edebilme noktasında eksikliklere de neden olmakta, bu inşalara mülteci denilemediği noktada göçmen kavramı tekrar ifade edilmeye başlanmaktadır. IOM mülteci kavramının bu durum için uygun olmadığını şu şekilde açıklamaktadır (IOM, 2014: 22):

“Mülteci tanımı uluslararası hukukta oldukça belirgin bir anlam ifade etmektedir ve “zulüm altında olma korkusu” üzerine inşa edilmiştir. Ancak iklim değişikliğinin etkilerinin bir tür “zulüm” oluşturduğuna dair uluslararası bir anlaşmaya varmak zor olacaktır. Zira zulmü gerçekleştirenin devletle ilişkili bir kurum olduğuna dair geleneksel algı her ne kadar devlet dışı kurumları da kapsayacak şekilde genişletilmiş olsa da her zaman tanımlanabilir bir varlığı (entity) ifade eder. Ek olarak iklimsel ve çevresel etkiler mülteci sözleşmesinin dayandığı beş temel gerekçe (ırk, din, milliyet, sosyal bir gruba ya da siyasi görüşe üyelik) arasında yer almamaktadır.”

İklim göçmenleri hem zorunluluk nedeniyle göç hareketi içerisinde yer almaktadırlar hem de zulme maruz kalmalarına rağmen uluslararası hukukun getirdiği zulüm tanımına uymamaktadırlar. Dolayısıyla zaman içerisinde kullanılan kavram mülteciden göçmene evrilmiştir. İklim göçmenleri özellikle antropojenik iklim değişikliğinin hem sosyal hem de bireysel sonuçlarına dikkat çekmek için kullanılmaya başlamıştır. Göç hareketi her ne kadar gönüllü olarak gerçekleştirilse de bir takım kayıplar neticesinde harekete geçildiği ve yaşanan durumdan uzaklaşmak istenilmesi nedeniyle zorunluluk arz etmektedir. İklim değişikliği ise gerçekte bu zorunluluğun bir başka boyutunu oluşturmaktadır ve her göç eden iklim göçmeni yaşadığı çevreyi, havayı ve diğer unsurları kirletmese de var olan kirlilik ve değişimden mesul tutulmaktadır. Bu nedenle iklim göçmenleri hem fail, hem mazlum olarak konunun her iki boyutunda da yer almaktadırlar.

Son olarak ifade etmek gerekir ki iklim değişikliği nedeniyle oluşan göç hareketlerine karşı alınacak tedbirler kapsamında iklim mültecileri yerine iklim göçmenleri daha makul bir yaklaşımı da beraberinde getirmektedir (Felli, 2013: 344). Göçmen ifadesi göç teorileri kısmında ifade edilen itici ve çekici güçler kapsamında bireylerin ve toplumların zihinlerindeki olumsuz imgeleri azaltmakta ve konuya olumlu bir yaklaşım sergilemelerine yarar sağlamaktadır.

3. İklim Değişikliğinin Toplumsal Yansımaları

İklim değişikliği bir ulusun veya bölgenin sorunu olmanın ötesinde küresel bir problem olarak bütün dünya genelinde bir takım sonuçlar doğurmaktadır. Sıcaklıkların artması, buzulların erimesi, deniz seviyelerinin yükselmesi, kuraklık ve salgın hastalıkların yaygınlaşması gibi problemlerin sayısı giderek artmakta, bütün dünya ve bütün insanlık bu olumsuzlukların sonuçlarıyla karşı karşıya kalmaktadır. Yerkürenin kimi bölgelerinde kuraklık ve çölleşme mevcut iken, kimi yerlerinde ise yağmurlar sel ve benzeri afetlere yol açmaktadır. Türkiye de bu değişikliklerden etkilenmekte, sıcaklıkların yükselmesi ve kuraklık, sel ve baskınlar farklı şehirleri aynı zamanda veya farklı zaman dilimlerinde etkisi altına almaktadır. Türkiye’de iklim değişikliğinin muhtemel sonuçlarını aşağıdaki gibi listelemek mümkündür (Öztürk, 2002: 59-62):

1. Sıcaklıkların artması ve kuraklık etkisiyle meydana gelecek orman yangınlarındaki artış,
2. Kuraklık ve yağışların azalması nedeniyle tarım üretiminde azalmaların meydana gelmesi,
3. Su kaynaklarındaki azalma ile hastalıklarda yaşanılacak artışlar,
4. İklim değişiklikleri ile birlikte nüfusun belli bölgelerde yoğunlaşması ile göç hareketlerindeki artış ve sosyal sorunlar,
5. İklim değişikliği ve kuraklığa bağlı olarak toprak kaymaları ve erozyon olaylarındaki artış,

6. Deniz sularının yükselmesi nedeniyle başta turizmin bundan olumsuz etkilenmesi ve diğer sosyo-ekonomik problemlerin ortaya çıkması.

İklim değişikliği elbette etkilerini gösterdikçe insan hayatı üzerinde bazı değişimler de ortaya çıkacaktır. İklim değişikliğinin insan hayatı üzerinde başta kuraklık ve çölleşme olmak üzere, erozyon, sel, yangınlar, salgın hastalıklar, ormansızlaşma ile suların azalması şeklinde ortaya çıkan etkenler insan hayatı üzerinde düşünülenin ötesinde tesiri olacaktır. Yukarıda ifade edilen sonuçlar elbette bireysel gibi görünen toplumsal sonuçlar olarak da görülmelidir. Bununla birlikte iklim değişikliğinin ekonomik sonuçları da mevcuttur. Üründe kayıpların yaşanması ve kalitenin düşmesi, bitki hastalıklarının artması ve hayvancılıkta kayıp, otlak ve meraların azalması, orman yangınları ve ağaç hastalıkları, su ürünlerindeki kayıp ve çiftçilerin maddi zararları ekonomik sonuçlar olarak ifade edilmektedir. Kayıplar sadece ekonomik alanla sınırlı olmayacağı gibi sosyal etkileri de olacaktır. Göç hareketleri başta olmak üzere, sosyal huzursuzluk ve yoksullukta yaşanacak artış ve yoksunluk bütün toplumların etkileneceği problemler olacaktır.

İklim değişikliğinin toplumsal sonuçları aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Erden, 1990):

Göç ve Göçmenlik: İklim değişikliği, bazı bölgelerde yaşam koşullarını zorlaştırarak insanların göç etmesine neden olmaktadır. Bu durum, göçmenlik akımlarını artırabilir ve yerel topluluklar ile göçmenler arasında gerilimlere yol açmaktadır.

Güvenlik Riskleri: İklim değişikliği, su ve gıda kaynaklarının azalması gibi faktörlerle birlikte güvenlik risklerini artırmaktadır. Bu durum, toplumsal istikrarsızlık, etnik çatışmalar ve hatta çatışma bölgelerindeki terörizm gibi faktörlerle ilişkilendirilmektedir.

Sağlık Sorunları: İklim değişikliği, doğal afetlerin sıklığını artırarak sağlık sistemlerini zorlamaktadır. Ayrıca, artan sıcaklık ve hava kirliliği gibi faktörler sağlık sorunlarını artırabilir ve toplumların sağlık durumunu olumsuz yönde etkilemektedir.

Ekonomik Kayıplar: İklim değişikliği, tarım, balıkçılık, turizm gibi sektörlerde ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu da yerel ekonomileri ve yaşam standartlarını olumsuz etkilemektedir.

Toplumsal Adaletsizlik: İklim değişikliği, genellikle ekonomik olarak daha zayıf olan toplulukları daha fazla etkilemektedir. Bu durum, toplumsal adaletsizlikleri artırabilir ve gelir eşitsizliğini derinleştirmektedir.

Mülteci Akımları ve Sığınmacılık: İklim değişikliği, doğal afetlerin sıklığını artırarak insanların evlerini terk etmesine neden olmaktadır. Bu da mülteci akımlarını artırabilir ve uluslararası toplumun sığınmacılarla başa çıkma kapasitesini zorlamaktadır.

Sosyal Gerilimler ve Çatışmalar: İklim değişikliği, kaynak kıtlığı ve yaşam koşullarındaki zorluklar nedeniyle sosyal gerilimleri artmaktadır. Bu da yerel düzeyde çatışmalara ve toplumsal huzursuzluğa yol açmaktadır.

Eğitim ve Kültürel Etkiler: İklim değişikliği, eğitim sistemlerini ve kültürel pratikleri etkilemektedir. Örneğin, iklim olaylarına karşı hazırlıklı olmayan topluluklar, geleneksel yaşam tarzlarını değiştirmek zorunda kalmaktadırlar. Özellikle tarımla uğraşan insanlar için bu değişim çok daha sert olacaktır. Kuraklık veya aşırı hava olayları tarım ve hayvancılık faaliyetlerini bitirmekte hayatı durma noktasına getirmektedir.

Kültürel etkiler noktasında kültürel mirasın korunmasının zorlaşmaya başlaması da bir diğer önemli sonuç olmaktadır. Özellikle tarihi yapı ve arkeolojik alanlar deniz seviyelerindeki yükselmelerden fazlasıyla etkilenmektedirler. Yine kültürel etkileşim noktasında da iklim değişikliğinin önemli sonuçları olacaktır. Son olarak ifade etmek gerekir ki dini ritüel ve ibadetlerle birlikte toplumsal değerler ve inançlar da iklim değişikliklerinden etkileneceklerdir.

İklim değişikliği sonucu göç hareketleri ise mutlak anlamda karşılaşılacak dönüşümlerin başlangıcını oluşturacaktır. Ülkemizde iç göç hareketlerinin her bir doğal afet sonrası yaşanması ile birlikte düşünülürse iklim değişikliği nedeniyle iklim göçleri de kısa mesafelerden başlamak üzere uzak mesafelere doğru gerçekleşecektir. Ekonomik nedenlerle gerçekleştirilen göç hareketlerinin önemli bir kısmı iklim nedeniyle gerçekleşmektedir. Özellikle Türkiye'nin kırdan kente göç ve şehirleşme tarihi incelendiğinde iklim değişikliğinin oynadığı rolün sadece ekonomik sonuçları üzerinden düşünülemeyeceği görülecektir.

İklim değişikliği ile ilgili sorulan soruların başında “iklim değişikliği ile mücadele etmek mümkün müdür?” gelmektedir. Bu soruya hızlıca evet veya hayır demek elbette mümkün değildir. Fakat bazı önlemlerin alınmasının zaruri olduğu görülmektedir. Öncelikle ormanların korunması ve yeniden ağaçlandırma faaliyetlerinin hız kazanmasının önemli olduğu görülmektedir. Bununla birlikte sürdürülebilir tarım ve beslenme alışkanlıklarıyla tarımın çevresel etkilerinin azaltılması mümkün olacaktır. Yine temiz enerji geçişi ve enerji verimliliği konularında toplumsal farkındalığın artırılması ve bu enerji kaynaklarının kullanılması iklim değişikliğine karşı önemli tedbirlerden olmaktadır. Bu farkındalığın yerel seviyede kalmaması ve uluslararası iş birliğine dönüşmesi ise bir başka önemli mücadele aracı olacaktır. Uluslararası politikaların oluşturulması yerkürenin bütüncül bir bakış ve insani bir iklim politikası çerçevesinde düşünülmesi iklim değişikliği ile mücadele konusunda insanlığın kazanımlarını arttıracaktır.

Son olarak ifade edilmelidir ki ister antropojenik olsun ister doğal nedenlerle ortaya çıkmış olsun iklim değişikliği realite olarak insanlığın karşısında durmaktadır ve toplumsal yansımaları beklenenin ötesinde gerçekleşmektedir. Bu gerçeklikle hem ahlaki düzlemde hem de insani boyutuyla mücadele edilmeli ve gelecek kuşakların da benzeri sorunları yaşamaması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

SONUÇ

Küresel bir olgu olarak iklim değişikliği, yerkürenin her bir bölgesi ve toplumu için ortak olan, insanlık tarihinin neredeyse hiçbir döneminde bugünkü kadar etki alanı geniş ve yoğunluk olarak karşı karşıya kalınmamış bir problemidir. İklim değişikliğine bağlı olarak her yıl milyonlarca insan yer değiştirmekte, orta gelişmişlikteki bir ülkenin gayri safi milli hasılası ölçeğinde hasarlar oluşmakta ve her geçen gün bu sayılar artmaktadır. Göç hareketleri incelenirken ifade edilen zorunlu göçlerin (doğal afetler, çatışmalar vb.) tamamından daha çok insan sadece iklim değişikliği nedeniyle göç hareketleri içerisinde yer almaktadır. Türkiye de dünyanın bütünüyle benzeri bir durumu paylaşmaktadır. Türkiye'nin içinde bulunduğu jeopolitik konumu ve iç göç hareketlerine uygun yapısı sayesinde iklim değişikliği nedeniyle ortaya çıkan göç hareketlerinden etkilenmekte ve bu alanda önemli mücadele politikaları da geliştirmektedir.

İklim değişikliğine bağlı göç hareketleri konusu literatürde yeni ve popüler konuların başında gelmesine rağmen hızlı gelişen bir alan olmakta ve yapılan her çalışma ile konu toplumsal farkındalık oluşturmakta, aynı zamanda ilgili politika yapıcılara da rehber olmaktadır. Özellikle Türkiye'de iklim değişikliğine bağlı göç hareketlerinin en çok gözlenen nedeni olan kuraklıkla ilgili yapılacak çalışmalar başta tarım politikaları olmak üzere birçok sosyal politika alanını da etkilemekte, gerçekleştirilecek çalışmalar bu açıdan birbirine bağlı olarak birden çok alana da katkı sağlayacaktır. Güncel verilerin paylaşıldığı ilgili bölümlerde de belirtildiği üzere bugün yüzlerce milyon insan olarak ifade edilen rakamlar içinde bulunan yüzyılın sonlarına doğru milyarlarla ifade edilmeye başlayacaktır. Dolayısıyla bu kadar yoğunlukta bir nüfus hareketi salt göç olarak kabul edilemeyecek ve bunun toplumsal birçok farklı sonucu da olacaktır. Bu sonuçlar ortaya çıkmadan önce önlemler almak zamanı geldiğinde olumsuzluklarla baş başa kalınmayacağı anlamına da gelmektedir. Antropojenik veya doğal kaynaklı olmasının önemi olmaksızın afetlerle mücadele kapsamında geniş hazırlıkların yapılması ve mücadele politikalarının oluşturulması sadece Türkiye için değil dünyanın bütün ülkeleri için birer zorunluluk halini almaktadır. Önümüzdeki yıllarda ortaya çıkacak göç hareketlerinin önemli belirleyicisi olacak olan iklim değişikliği, kimi zaman doğrudan kimi zaman dolaylı olarak göç hareketlerini ortaya çıkaracaktır. İklim değişikliği ve göç hareketlerinin ilişkisinin ele alındığı bu çalışmanın özellikle göç hareketlerine yönelik çözüm önerileri ise şu şekilde ifade etmek mümkündür:

Dirençli ve Sürdürülebilir Kalkınma Projeleri: İklim değişikliğinden etkilenen bölgelerde, dirençli ve sürdürülebilir kalkınma projeleri uygulanmak zorundadır. Bu projeler, ulusların yaşam koşullarını iyileştirmek ve onları iklim değişikliğinin etkilerine karşı daha dayanıklı hale getirmek için tasarlanmalıdır.

Göç Yönetimi ve Planlama: İklim değişikliği etkileri nedeniyle göç hareketi içerisinde dahil olan insanlar için etkili göç yönetimi ve planlama stratejileri geliştirilmelidir. Bu stratejiler, bütün göçmenlerin haklarını korumak, yerleşim yerlerini belirlemek ve sosyal entegrasyonu kolaylaştırmak için önemlidir.

Ulusal Zeminde Gerçekleştirilecek Entegrasyon Faaliyetleri: İklim değişikliğine uyum sağlamak için yerel faaliyetler kıymetli olacaktır. Bu çalışmalar, yerel halkın ihtiyaçlarını ve kaynaklarını dikkate alarak iklim değişikliğine uyum sağlamalarını destekleyecektir.

Eğitim ve Farkındalık Oluşturmak: İklim değişikliği ve göç hareketleri konusunda halkı bilgilendirmek ve farkındalık oluşturmak konunun en önemli noktasını oluşturmaktadır. Halkın iklim değişikliğinin etkileri hakkında bilgi sahibi olması, daha bilinçli kararlar almasına ve uyum sağlama kapasitesini artırmasına yardımcı olacaktır.

Uluslararası İşbirliği ve Yardım: İklim değişikliği ve göçle mücadele etmek için uluslararası işbirliği ve yardım olmazsa olmaz konumdur. Zorla yerinden edilmiş insanlara insani yardım sağlanması ve göçmenlere destek olunması gerekmektedir.

Uzun Vadeli Planlama ve Politikalar: İklim değişikliği ve göç ilişkisi göz önüne alınarak uzun vadeli planlama ve politikalar oluşturulmalıdır. Bu politikalar, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya ve göç hareketlerinin yönetilmesine odaklanmalıdır.

Çevresel ve Doğal Kaynakların Korunması: İklim değişikliğiyle mücadelede, çevresel ve doğal kaynakların korunması önemlidir. Bu kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılması ve korunması, iklim değişikliğinin etkilerini azaltabilir ve göç hareketlerini önleyebilir. Dolayısıyla göç hareketlerinin engellenmesi göçe neden olacak sebeplerin ortaya çıkmasını önlemek ile olacaktır. Bu minval üzere gerçekleştirilecek her bir kalkınma ve gelişme planı içerisinde iklim değişikliğinin dikkate alınması günümüz dünyası için kaçınılmaz bir gerçeklik olmaktadır.

KAYNAKÇA

- Cairns, J. (2002). "Environmental Refugees", The Social Contract, Vol. 13, No. 1, pp. 34-44.
- Crisp, J ve Jacobsen, K. (1998). Refugee Camps Reconsidered, Forced Migration Review, 3(12), pp. 27-30.
- Doğan, A. S. (2021). Türk Halkının Suriyeli Algısı Sorunlar ve Çözüm Önerileri, İstanbul: Filiz Kitabevi.
- Dünya Meteoroloji Örgütü (World Meteorological Organization -WMO) (2021). Weather-related disasters increase over past 50 years, causing more damage but fewer deaths. Erişim Tarihi: 28 Şubat 2024, <https://wmo.int/media/news/weather-related-disasters-increase-over-past-50-years-causing-more-damage-fewer-deaths>
- Düzenli, F. (2022). Türkiye’de İç Göçün İstihdama Etkileri ve Buna Yönelik Sosyal Politikalar, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Erden, B. (1990). Çağımız ve Çevre Kirliliği, Ankara: Kadioğlu Matbaası.
- Ekşi, N. (2016). İklim Mültecileri. Göç Araştırmaları Dergisi, 2 (2), 10-58.
- Felli, R. (2013). Managing Climate Insecurity by Ensuring Continuous Capital Accumulation: ‘Climate Refugees’ and ‘Climate Migrants’. New Political Economy, 18:3, 337-363.
- Gemenne, F. (2015). İklim uyum stratejisi olarak göç. Lisa Mastny (Ed.), Dünya’nın Durumu 2015: Sürdürülebilirliğin Önündeki Gizli Tehditlerle yüzleşmek içinde (159-171). (Çev. Gülru Hotinli). İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Haas, H., Castles, S. ve Miller, M. J. (2022) Göçler Çağı: Modern Dünyada Uluslararası Nüfus Hareketleri, Ankara: GAV Perspektif Yayınları.
- Hinnawi, E. E., (1985). Environmental Refugees, United Nations Environment Programme (UNEP).
- Hulme, M. (2016). İklim Değişikliği Konusunda Neden Anlaşmıyoruz? M. Özenç (Çev.). İstanbul: Alfa Bilim.
- IOM. (2014). International Organization for Migration. Glossary: Migration, Environment and Climate Change: Evidence for Policy (MECLEP). Geneva.

- IOM (2018). World Migration Report 2018. Editors: Marie McAuliffe (IOM) and Martin Ruhs (University of Oxford). International Organization for Migration and The UN Migration Agency, Switzerland. Erişim Tarihi: 28 Şubat 2024, https://publications.iom.int/system/files/pdf/wmr_2018_en.pdf
- IOM. (2019). International Organization for Migration. Glossary on Migration. Geneva: International Migration Law, No. 34.
- IOM. (2021). International Organization for Migration. Institutional Strategy on Migration, Environment and Climate Change 2021–2030 For a comprehensive, evidence and rights-based approach to migration in the context of environmental degradation, climate change and disasters, for the benefit of migrants and societies. Geneva.
- IPCC. (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 1535 pp.
- IPCC. (2014). Climate Change 2014 Synthesis Report Summary for Policymakers.
- IPCC. (2018). Summary for Policymakers, Erişim Tarihi: 28 Şubat 2024, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2022/06/SPM_version_report_LR.pdf
- IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896.
- McAdam, J. (2011). Climate Change Displacement and International Law: Complementary Protection Standards. Geneva: Legal and Protection Policy Research Series, Division of International Protection United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR)
- McNamara, K. E. (2007). Conceptualizing discourses on environmental refugees at the United Nations. *Population and Environment*, 29 (1), 12-24. <https://doi.org/10.1007/s11111-007-0058-1>.
- Mueller, V., Sheriff, G., Dou, X. ve Gray, C. (2020). Temporary migration and climate variation in eastern Africa. *World Development*, 126, 104704. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104704>
- Murat, S. ve Taşkesenlioğlu, Z. (2009), Avrupa Birliği Düzeyinde Göç, Entegrasyon ve Yerel Yönetimler, Zeytinburnu Belediyesi Kültür Yayınları 14, İstanbul: Akol Ajans.
- Myers, N. ve Kent, J. (1995). *Environmental Exodus: An Emergent Crisis in The Global Arena*, Washington: Climate Institute.
- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 22, Sayı 1, 47-65.
- Piguet, E., Pécout, A. ve De Guchteneire, P. (2011). Migration and Climate Change: An Overview. *Refugee Survey Quarterly*, 30(3), 1–23.
- Saunders, P. L. (2000). Environmental refugees, *Political Ecology*, Philip Stott and Sian Sullivan (Ed.) (218-246), New York: Arnold.
- UNCC. (2024). UNFCCC Çerçeve Sözleşme, United Nations Framework Convention On Climate Change, Erişim Tarihi: 28 Şubat 2024, <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>
- Van der Land, V., Romankiewicz, C., and Van der Geest, K. (2018). Environmental change and migration: a review of West African case studies. In . McLeman ve F. Gemenne (Eds.), *Routledge Handbook of Environmental Displacement and Migration* (pp. 163-177). London; New York, NY: Routledge. doi: 10.4324/9781315638843-13
- World Bank. (2024). Climate Change Could Force 216 Million People to Migrate Within Their Own Countries by 2050, Erişim Tarihi: 28 Şubat 2024 <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2021/09/13/climate-change-could-force-216-million-people-to-migrate-within-their-own-countries-by-2050>.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KONUSUNUN ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARASINDA NASIL ALGILANDIĞINA YÖNELİK BİR UYGULAMA

Prof. Dr. Uluç Çağatay

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Yenipazar Meslek Yüksekokulu

uluc.cagatay@adu.edu.tr

Prof. Dr. Ahmet Uçar

Manisa Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler Bölümü

ahmet.ucar@cbu.edu.tr

ÖZET: Sanayi devriminden bu yana kömür, petrol ve gaz gibi yenilenemeyen enerji türlerinin kullanımının çoğalması ile birlikte atmosferdeki sera gazlarının konsantrasyonu giderek artmıştır. Bu artışın sonucunda, dünyanın sıcaklığı giderek yükselmiş ve yeryüzünde görülen iklim kuşaklarında doğal yollarla gerçekleşmesi zor görülen köklü iklim değişiklikleri yaşanmaya başlamıştır. İklim değişikliği sıcaklıkların yükselmesinden öte, gelecekte toplumların ekonomik, sosyal ve siyasi yaşamları üzerinde de derin etkiler bırakmaya başlayacak bir sorundur. Artan sıcaklıklarla birlikte tarım alanlarının daralması ve bazı ürünlerin yetişememesi sonucunda gıda arzının sınırlanması ve fiyatların aşırı yükselmesi ile birlikte gıdaya ulaşımın zorlaşması, yaşam alanlarının olumsuz etkilenmesi sonucunda kitlesel göçlerin baş göstermesi, su kaynaklarının azalması gibi nedenlerden dolayı siyasi istikrarsızlıkların ve savaşların yaşanması gibi hususlar bunlardan bazıları olarak düşünülebilir. İklim değişikliği ile mücadele edebilmenin yollarından bir tanesinin de toplumsal bilincin ve farkındalığın artırılmasına yönelik faaliyetlerin olduğu söylenmektedir. Bu kapsamda hazırlanan bu çalışmada Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Yenipazar Meslek Yüksekokulu ile Manisa Celal Bayar Üniversitesinde öğrenim gören öğrencilerin iklim değişikliği konusunu nasıl algıladıkları ölçülmeye çalışılacaktır. Söz konusu algılamalar öğrencilere uygulanacak anket uygulaması ile gerçekleştirilecek ve çıkan sonuçlar üzerinden iklim değişikliğine yönelik politikalar üretilebilmesi açısından birtakım değerlendirmeler yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Küresel Isınma, İklim Farkındalığı, İklim Adaleti

AN APPLICATION FOR HOW THE ISSUE OF CLIMATE CHANGE IS PERCEIVED AMONG UNIVERSITY STUDENTS

ABSTRACT: Since the industrial revolution, the concentration of greenhouse gases in the atmosphere has gradually increased with the proliferation of the use of non-renewable energy types such as coal, oil and gas. As a result of this increase, the temperature of the world has gradually increased and radical climate changes, which are difficult to realize by natural means, have begun to occur in the climate zones observed on Earth. Climate change is a problem that will begin to have a profound impact on the economic, social and political lives of societies in the future, as well as on rising temperatures. As a result of the shrinking of agricultural areas with increasing temperatures and the inability of some crops to grow, the limitation of the food supply and the excessive increase in prices, as well as the difficulty of access to food, the onset of mass migrations as a result of the negative impact of living spaces, issues such as experiencing political instability and wars due to reasons such as decreasing water resources can be considered as some of these. It is said that one of the ways to combat climate change is through activities aimed at increasing social consciousness and awareness. In this study, prepared in this context, it will be tried to measure how students studying at Aydın Adnan Menderes University Yenipazar Vocational School and Manisa Celal Bayar University perceive the subject of climate change. These perceptions will be realized with the survey application that will be applied to the students, and some evaluations will be made in order to produce policies for climate change based on the obtained results.

Key Words: Climate Change, Global Warming, Climate Awareness, Climate Justice

GİRİŞ

Geçtiğimiz yüzyılın son çeyreğinden bu yana devletlerin ve uluslararası örgütlerin en önemli sorun olarak gündemine aldıkları konunun küresel ısınma ve iklim değişikliği olduğu görülmektedir. Sanayi devriminden sonra yavaş yavaş etkisini göstermeye başlayan küresel iklim değişikliği 1960'lerden sonra hız kazanmıştır. Bunun en önemli nedeni şüphesiz 20.yüzyılın ilk yarısında sanayide üretim yapan büyük şirketlerin kömür, petrol ve doğal gaz gibi sera gazı etkisi oluşturan kaynakları kullanmaktan vazgeçmemeleridir. Söz konusu fosil kaynakların kullanımının artması sera gazı salınımının da artmasına sebebiyet vermiştir. İşte bu şekilde bozulan çevresel değerlerin tekrar eski düzeyine getirilmesi için küresel çapta önlemlerin alınması ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda ilk önemli adımın BM'nin düzenlediği Çevre ve Kalkınma Konferansında atıldığı söylenebilir. 3-14 Haziran 1992 yılında toplanan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda (Rio Dünya Zirvesi) Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) imzaya açılmıştır (Ertürk, 2012:283). Sözleşmeye Türkiye'de dâhil 197 taraf bulunmaktadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024). Sözleşmenin amacı; atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde durdurmayı başarmak, ekosistemin iklim değişikliğine doğal bir şekilde uyum sağlamasına, gıda üretiminin zarar görmeyeceği ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir şekilde devamına izin verecek şekilde ulaşmaktır (WWF, 2024). Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkisi birçok alanda kendisini göstermektedir. Daha açık bir ifadeyle, iklim değişikliğinin etkisi sıcaklıklardaki artıştan ibaret olmayıp kuraklık, seller, şiddetli kasırgalar gibi aşırı hava olaylarının sıklığı ve etkisinde artış, okyanus ve deniz suyu seviyelerinde yükselme, okyanusların asit oranlarında artış, buzulların erimesi gibi olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Bu gibi etkenler sonucunda sadece ekosistemler ciddi olarak risk altına kalmamakta, ayrıca dünya genelinde ekonomik, sosyal ve siyasal açılardan uzun soluklu sorunların da meydana gelmesi kaçınılmaz olmaktadır. Bu anlamda insan yaşamını ve ekosistemdeki canlıları derinden etkileyen iklim değişikliği sorunun toplumda fark edilmesi ve ona göre tedbirlerin alınması son derece önemlidir. Bu çalışmada öncelikli olarak uluslararası düzeyde iklim değişikliğine yönelik yapılan çalışmalarla ilgili bir kısa bir bilgilendirme yapılacak ve ardından Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Yenipazar Meslek Yüksekokulu ile Manisa Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesinde öğrenim gören öğrencilerin iklim değişikliği konusunu nasıl algıladıkları belirlenmeye çalışılacaktır.

1. İklim Değişikliğinin Ortaya Çıkışı ve Alınan Önlemler

İklim değişikliğinin gündeme gelmesi çok eskilere gitmemektedir. Zira küresel ısınmanın farkına varılması ve iklim değişikliği konusuna devletlerin önem vermesi ağırlıklı olarak 1970'li yıllardan sonra olmuştur. Bu yıllarda çevre sorunları yoğun bir şekilde tartışılmış ve bu tartışmaların sonucunda Haziran 1972 de Stockholm'de Birleşmiş Milletler Örgütü Dünya Çevre Sorunları Konferansı düzenlemiştir. 100'den fazla devletin katılımı ile "Ortak Çevre Bilinci" oluşturmaya yönelik olarak gerçekleşen (İnançlı, 2018:211) bu konferansta alınan kararlar pek çok ülkeyi etkilemiştir. Konferans sonrasında yayınlanan deklarasyonda çevre ile ilgili şu önemli kararlar yayınlanmıştır (Görmez, 2015: 60):

Kendisine fiziki, sosyal, moral ve ruhi güç veren ve entelektüel gelişmesini sağlayan çevreyi yaratan da yok eden de insandır.

İnsan çevresinin korunması ve geliştirilmesi hem insanlığın daha iyi yaşam sürmesini hem de ekonomik gelişmeyi etkiler. Bu yüzden çevreyi korumak bütün insanların ve hükümetlerin görevidir.

İnsan çeşitli faaliyetlerle hayatını iyileştirmek, ekonomik kar elde etmek amacıyla çevresini bozmakta ve kirletmektedir.

Gelişmiş ülkelerin çabaları çevre sorunları bakımından az gelişmiş ülkeleri de etkilemektedir.

Raporda, su, hava, toprak, flora, fauna ve bilhassa doğal ekosistemin bozulmaması, yenilenebilir kaynakların dikkatli kullanılmasına ilişkin 26 ilke, Prensipler başlığı altında yer almaktadır.

Öte yandan geçtiğimiz son 30-40 yılda doğa olayları ve felaketlerinde artışların olduğu görülmektedir. Nitekim son 30 yılda ortaya çıkan küresel ısınma, iklim değişikliği ve ozon tabakasının incilmesi gibi doğa olaylarının insan yaşamını tehdit etmeye başlaması ile birlikte BM gibi uluslararası kuruluşlar ve devletler daha fazla

önlem alma eğilimine girmişlerdir. Bu kapsamda, BM'nin düzenlediği Stockholm konferansından 20 yıl sonrasında mevcut sorunlara daha etkin çareler bulabilmek maksadıyla 1992 de Rio Zirvesi gerçekleştirilmiştir. 3-14 Haziran 1992 yılında toplanan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda (Rio Dünya Zirvesi) Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) imzaya açılmıştır. Şubat 1994 tarihine kadar 50'den fazla ülke, onay ya da kabul belgelerini BM'ye sunmuş ve Sözleşme 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Sözleşme'nin nihai amacı; "Atmosferdeki sera gazı birikimlerini, insanın iklim sistemi üzerindeki tehlikeli etkilerini önleyecek bir düzeyde durdurmaktadır." Sözleşmeye göre ülkelerin ortak fakat farklı sorumlulukları vardır. Bu açıdan ulusal ve bölgesel kalkınma öncelikleri, amaçları ve özel koşulları dikkate alınarak, tüm taraflara sera gazı emisyonlarının azaltılması, iklim değişikliğinin önlenmesi ve etkilerinin azaltılması gibi birçok konuda ortak yükümlülükler getirilmiştir (Kılıç, 2007: 21). Çünkü uzmanlara göre, insan edimlerine bağlı olarak atmosfere salınan ve orada biriken başta karbondioksit (CO2) olmak üzere sera gazları (metan, azotoksit, azotmonoksit gibi..) küresel ısınmaya yol açmaktadır (Ertan, 2016: 16-17).

1.1.Kyoto Protokolü

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin (BMİDÇS) yürürlüğe girmesinden 1 yıl sonra 1995 de 1. Taraflar Konferansı Berlin'de yapılmış ve bundan 3 yıl sonra ise Japonya'nın Kyoto şehrinde sözleşmeye taraf ülkeler toplanarak 3.taraflar konferansını (COP 3) gerçekleştirmişlerdir. Dolayısıyla Aralık 1997'de gerçekleşen bu Konferans Japonya'nın Kyoto şehrinde yapıldığı için bu konferansta alınan kararlar Kyoto Protokolü olarak adlandırılmıştır. Kyoto Protokolü ile İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin sera gazı emisyonları ile ilgili kararları uygulamaya konulmuştur (Barlas, 2013:127). Dünya çapında oldukça önemli görülen bu toplantının amacı, CO2 ve öteki sera gazlarının salınımlarını 1990 düzeyinin altına indirmek olarak belirleyen bir protokolü devletlerin imzasına sunmaktır (Türkeş vd., 2000. 85). 170 ülkenin, çok sayıda gönüllü örgüt temsilcisi ve gazetecinin katılımıyla Kyoto' da gerçekleştirilen 3. Taraflar Konferansı'nın en önemli sonucu, ilk defa sera etkisi oluşturan gazların salımı konusunda devletler için yol haritası oluşturacak bir belgenin hazırlanması ve kabul edilmesi olmuştur. Bu konuda önceden hazırlanan belgeler ile kıyaslandığında Kyoto Protokolü bir ilki temsil etmektedir (Bozdemir, 2010: 13-14).

Öte yandan protokolün yürürlüğe girmesi bazı gelişmiş ülkelerin protokolü imzalamaktan kaçınması, örneğin ABD'nin imzalamaması yürürlüğe giriş sürecini uzatmıştır. ABD'nin imzalamaması ile birlikte Rusya'nın da imzalaması gecikmiştir. Protokolün uluslararası geçerliliği olabilmesi için küresel anlamda sera gazı emisyonunun yüzde 55'ine denk gelen en az 55 ülkenin bu yükümlülük altına girmesi gerekmektedir. Dünyanın en fazla sera gazı üreten ülkesi Amerika Birleşik Devletleri, 2001 yılında anlaşmadan çekilmesi ile birlikte Rusya meclisinin alt kanadı Duma'nın protokolü onaylaması sonucunda ilerleme kaydedilmiştir (Kılıç, 2007: 21-22). Bu kapsamda Rusya'nın 2005 yılında protokolü imzalamasından sonra Kyoto Protokolü yürürlüğe girmiştir.

Paris Anlaşması

Paris Anlaşması Kyoto Protokolünün yürürlüğe girmesinden 10 yıl sonra Fransa'nın başkenti Paris'te gerçekleşen 21. Taraflar Konferansı sonrasında kabul edilmiştir. Dolayısıyla 21. Taraflar Konferansı (COP21) Paris'te 30 Kasım'da başlatılan toplantının sonucunda 12 Aralık 2015 tarihinde Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine taraf olan 195 ülkenin katılımı sonucunda oybirliği ile kabul görmüştür (Bozoğlu, 2019:69). Dünyadaki bütün insanları tehdit eden küresel ısınma ve bunun sonucunda artan iklim değişikliği sorununa etkin çözümler getiren önemli adımlardan birisi de 21 yıl sonra bu anlaşma ile atılmış oldu.

Ancak Türkiye'nin 178. ülke olarak 2009'da onayladığı Kyoto Protokolünde yaptırım içeren bağlayıcı hükümlerden çok "temenni" niteliğinde hükümlerin olduğu söylenebilir. Paris Anlaşması ise ülkeleri sanayide fosil yakıtları kullanmaktan ziyade daha çok yenilenebilir enerjinin kullanımına yöneltmektedir. Kyoto Protokolü ile Paris Anlaşması arasında ortaya çıkan en önemli fark Kyoto Protokolü hiçbir yaptırım içermezken, Paris Anlaşması hem cezai yaptırımlar hem de ödüller içermesidir. Bu kapsamda Paris Anlaşması ile birlikte atmosfere CO2 salınan ülkeler maddi cezalara maruz kalırken, salınımlarını azaltan ve hatta atmosferden CO2 emen ülkeler ödüllendirilecektir (Ertan, 2016: 17).

Dış İşleri Bakanlığı web sayfasında yayınlanan bilgilere göre emisyon azaltım konusunda şu bilgilere yer verilmiştir: "Emisyon azaltımı hususunda Anlaşma, gelişmiş ülkelerin mutlak emisyon azaltımı hedeflerini

sürdüremeleri; gelişmekte olan ülkelerin ise emisyon azaltımı hedeflerini yükselterek farklı ulusal koşulları uyarınca, zaman içinde tüm ekonomiyi kapsayacak yeni hedefler benimsemelerini telkin etmektedir. Türkiye, Paris Anlaşması'nı, 22 Nisan 2016 tarihinde, New York'ta düzenlenen Yüksek Düzeyli İmza Töreni'nde 175 ülke temsilcisiyle birlikte imzalamış ve Ulusal Beyanımızda Anlaşmayı geliştirmekte olan bir ülke olarak imzaladığımız vurgulanmıştır. Paris Anlaşması 7 Ekim 2021 tarihinde Cumhurbaşkanı Kararı ile onaylanmış olup, iç hukuk onay süreci de tamamlanmıştır. Anlaşma onay belgesi, ulusal beyanımızla birlikte, 11 Ekim 2021 tarihinde BM Sekreteryası'na tevdi edilmiştir." (Dışişleri Bakanlığı, 2024)

2. Araştırmanın Çerçevesi

2.1. Araştırmanın Amacı, Kapsamı ve Yöntemi

Yukarıdaki bölümlerde izah edilmeye çalışıldığı gibi iklim değişikliği konusunun sadece meteorolojik bir konu olmadığı, bunun ötesinde toplumların ekonomik, sosyal ve siyasal yapılarında da derin kırılmalar oluşturduğunun altı çizilmiştir. İklim değişikliğine yönelik çalışmaların ve oluşturulacak politikaların başarıya ulaşabilmesi açısından en temel önceliklerden bir tanesi, konuya yönelik toplumsal farkındalık düzeyinin artırılmasıdır.

İklim değişikliği ile ilgili farkındalık çalışmaları için en önemli hedef kitleyi genç nüfusun oluşturduğu söylenebilir. Bu gerekçeye dayalı olarak hazırlanan bu çalışmada Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Yenipazar Meslek Yüksekokulu ve Manisa Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesinde öğrenim gören öğrenciler hedef kitle olarak seçilmiştir.

Çalışma kapsamında öncelikle katılımcılara İklim Değişikliği konusuna yönelik bilgilendirmeler yapılmış ve ardından araştırmada kullanılan ifadelere yönelik olarak nasıl tercih yapabileceklerine ilişkin hususlar kendilerine aktarılmıştır.

Araştırmada kullanılan veriler, bu çalışma için tasarlanan bir form üzerinden anket yöntemiyle elde edilmiştir. Söz konusu çalışmada, demografik sorulara ek olarak toplam on altı adet ifadeyle araştırmaya katılan katılımcıların görüşleri alınmıştır. Araştırmaya her iki üniversiteden rastgele seçilmiş toplamda 201 kişi katılmıştır. Geçerli bir anket formu düzenleyebilmek için iklim değişikliğine ilişkin çalışmalar incelenmiş ve daha önce yapılmış anket çalışmalarından faydalanılmıştır. Bu çalışmalar; Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilen İklim İn Projesi Anketi (İklim İn, 2017), QuestionPro İklim Değişikliği Farkındalık Anketi Soruları (QuestionPro, 2024), KONDA Araştırma ve Danışmanlık Şirketinin İklim Değişikliği Algısı (KONDA, 2021) ile REC Kaynak, Çevre ve İklim Derneğinin Balıkesir İklim Değişikliği Etkiler Anketidir (REC, 2024). Elde edilen veriler Microsoft Excel programıyla değerlendirilerek elde edilen verilerin yüzdelik dağılımları belirlenmiştir.

Çalışmanın ilk bölümünde araştırmaya katılan öğrencilerin genel bilgileri (yaş, cinsiyet, üniversite öncesi yaşanan yer, yaşanan yerin nüfusu) ile ilgili bilgiler bulunmaktadır. İkinci bölümde öğrencilere on altı adet ifade verilerek bunların kendileri için ne anlama geldiği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bölümde beşli Likert Ölçeği kullanılmış ve yanıtlar "Kesinlikle Katılmıyorum", "Katılmıyorum", "Fikrim Yok", "Katılıyorum" ve "Kesinlikle Katılıyorum" şeklinde düzenlenmiştir.

2.2. Araştırmanın Bulguları ve Analizi

Katılımcıların Demografik Bilgileri

Araştırmaya katılan 201 öğrencinin % 53'ü kadın % 47'si erkektir. Katılımcıların yaş gruplarına göz atıldığında % 50'sinin 18-21 aralığında, % 49'unun 22-25 aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Geriye kalan % 1'lik kısım ise 26 yaşının üzerinde olanlardır. Katılımcıların üniversite öncesi yaşadıkları yerlere bakıldığında % 52'sinin il merkezinde, % 31'inin ilçe merkezinde ve % 15'inin diğer yerleşim merkezlerinde yaşadığı belirlenmiştir.

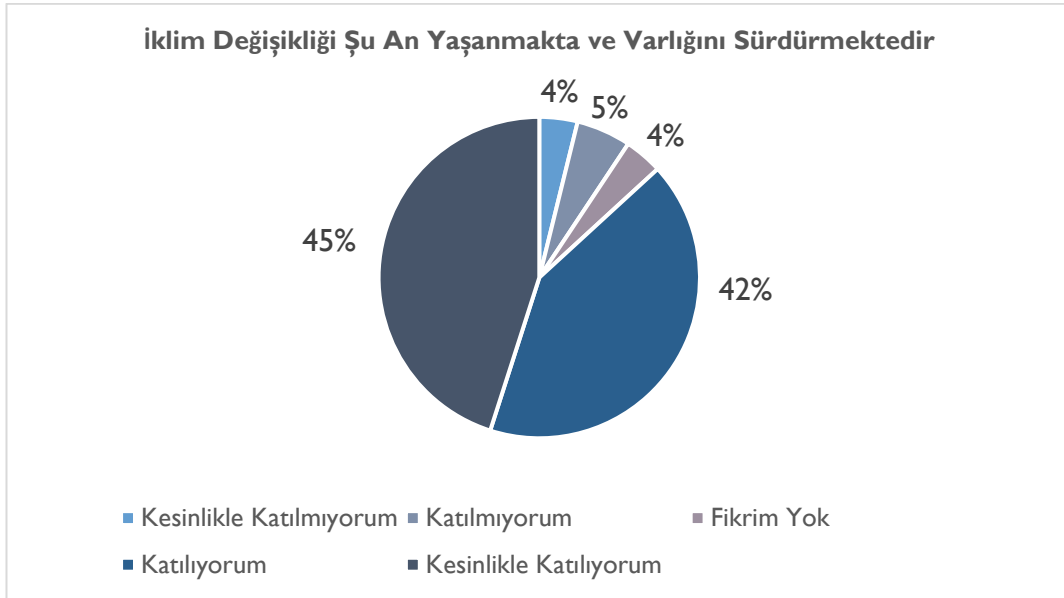
Ayrıca Katılımcıların % 54'ü iklim değişikliği ile ilgili bilgileri Sosyal Medyadan, % 39'u İnternette, % 6'sı Televizyondan ve % 1'i ise Öğrenim Gördüğü Okullardan veya Arkadaş Gruplarından öğrendiklerini ifade etmişlerdir.

İklim Değişikliğine Yönelik İfadelerin Değerlendirilmesi

İklim değişikliği farkındalığının üniversite öğrencileri arasında nasıl algılandığını belirlemek amacıyla hazırlanan bu çalışmada, bir önceki bölümde gösterilen demografik verilerin yanı sıra on altı adet ifade üretilerek katılımcılara yönlendirilmiştir. Bu ifadelere verilen cevapların dağılımları şu şekilde ortaya çıkmıştır:

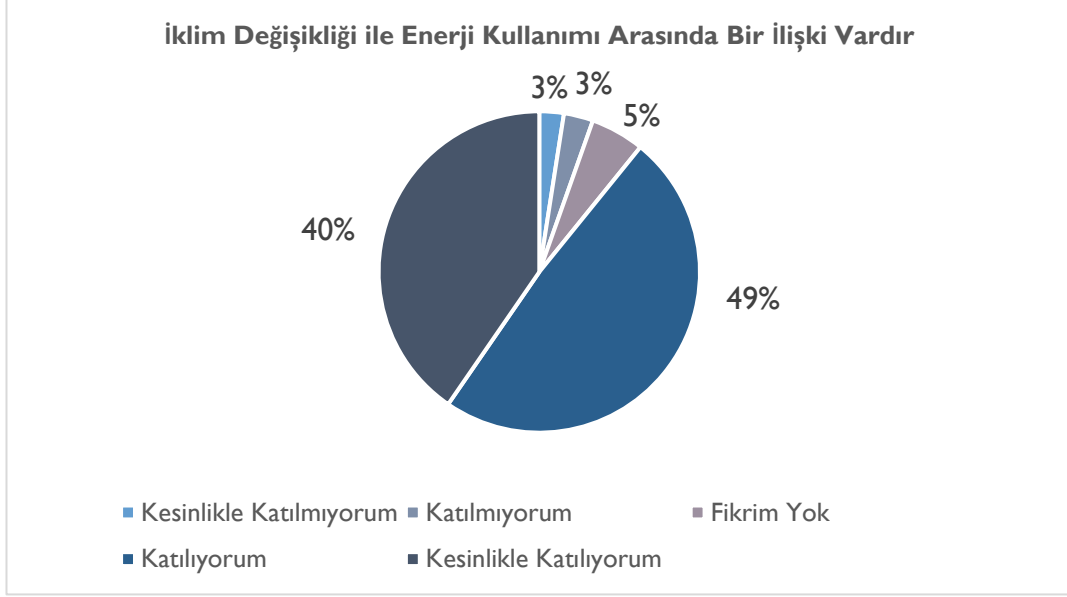
“İklim Değişikliği Şu An Yaşanmakta ve Varlığını Sürdürmektedir” ifadesi için verilen cevaplara göz atıldığında katılımcıların % 4'lük bölümün “Kesinlikle Katılmıyorum”, % 5'inin “Katılmıyorum”, % 4'ünün “Fikrim Yok”, % 42'sinin “Katılıyorum” ve % 45'inin ise “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde cevapladığı görülmüştür. Grafik 1'de bu ifadeye verilen cevaplar gösterilmektedir.

Grafik 1: “İklim Değişikliği Şu An Yaşanmakta ve Varlığını Sürdürmektedir” İfadesine Verilen Cevapların Dağılımı



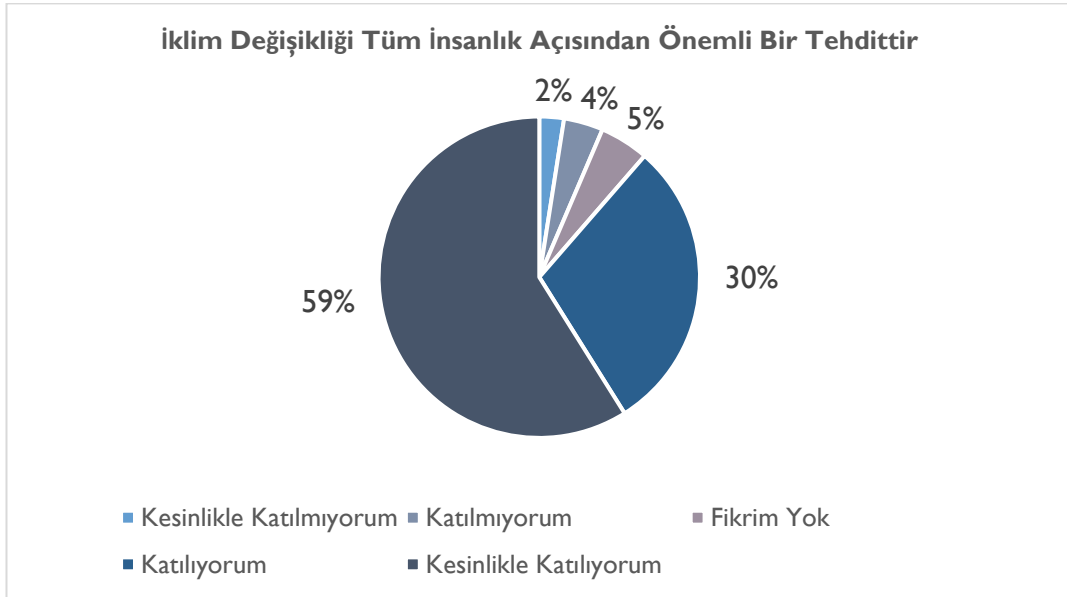
“İklim Değişikliği ile Enerji Kullanımı Arasında Bir İlişki Vardır” ifadesi için verilen cevaplara bakıldığında öğrencilerin % 3'lük kısmının “Kesinlikle Katılmıyorum”, % 3'ünün “Katılmıyorum”, % 5'inin “Fikrim Yok”, % 49'unun “Katılıyorum” ve % 40'ının ise “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde yanıt verdiği tespit edilmiştir. Grafik 2'de bu ifadeye verilen cevaplar gösterilmektedir.

Grafik 2: “İklim Değişikliği ile Enerji Kullanımı Arasında Bir İlişki Vardır” İfadesine Verilen Cevapların Dağılımı



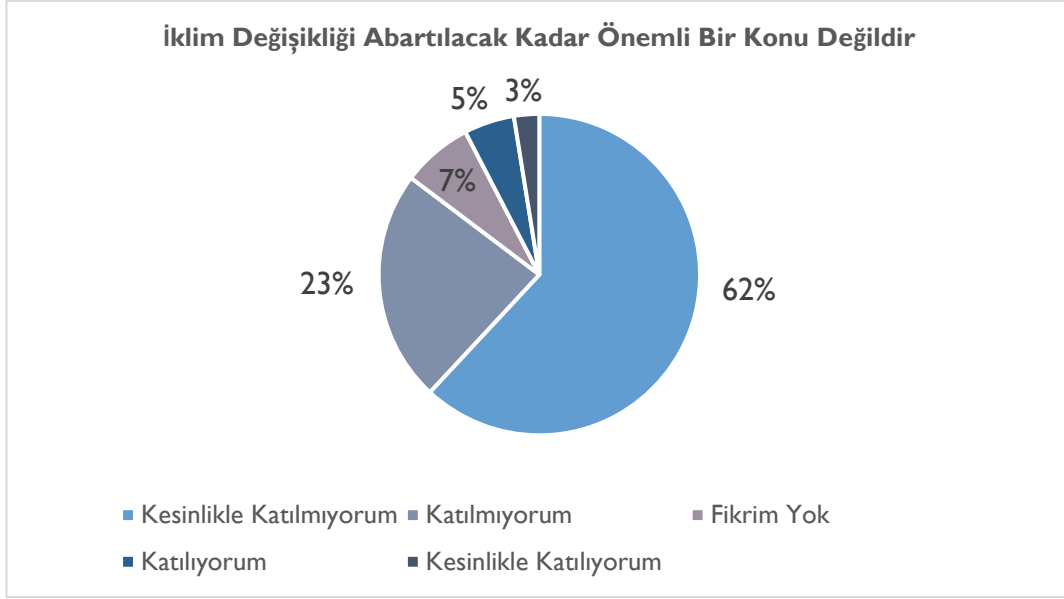
“İklim Değişikliği Tüm İnsanlık Açısından Önemli Bir Tehdittir” ifadesi için verilen cevaplara göz atıldığında katılımcıların % 2’lik bölümünün “Kesinlikle Katılmıyorum”, % 4’ünün “Katılmıyorum”, % 5’inin “Fikrim Yok”, % 30’unun “Katılıyorum” ve % 59’unun ise “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde cevap verdiği belirlenmiştir. Grafik 3’de bu ifadeye verilen cevaplar gösterilmektedir.

Grafik 3: “İklim Değişikliği Tüm İnsanlık Açısından Önemli Bir Tehdittir” İfadesine Verilen Cevapların Dağılımı



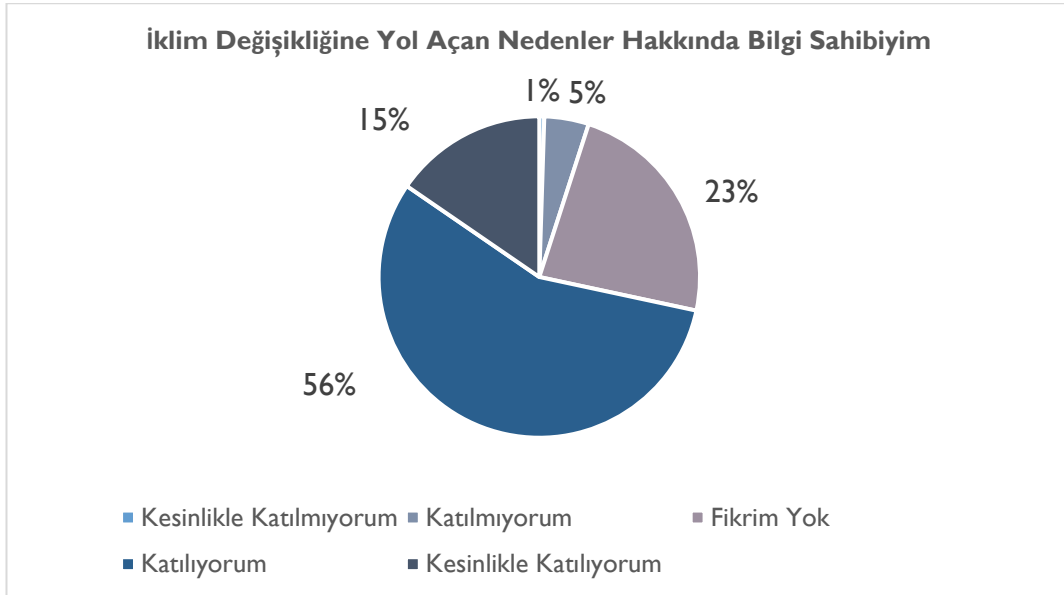
“İklim Değişikliği Abartılacak Kadar Önemli Bir Konu Değildir” ifadesi için verilen cevaplara bakıldığında öğrencilerin % 62’lik kısmının “Kesinlikle Katılmıyorum”, % 23’ünün “Katılmıyorum”, % 7’sinin “Fikrim Yok”, % 5’inin “Katılıyorum” ve % 3’ünün ise “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde yanıt verdiği görülmüştür. Grafik 4’de bu ifadeye verilen cevaplar gösterilmektedir.

Grafik 4: “İklim Değişikliği Abartılacak Kadar Önemli Bir Konu Değildir” İfadesine Verilen Cevapların Dağılımı



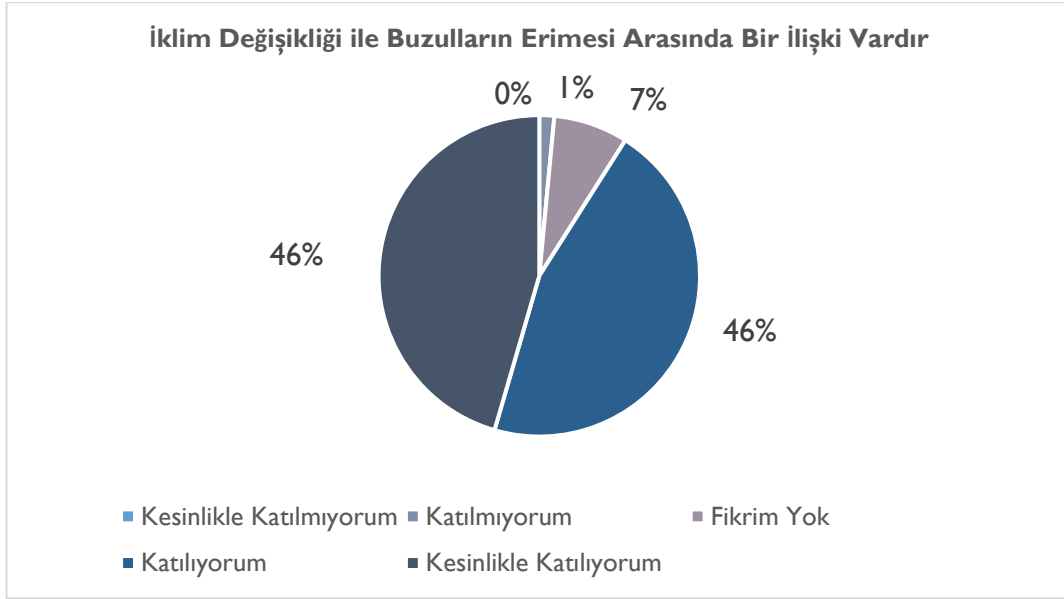
“İklim Değişikliğine Yol Açan Nedenler Hakkında Bilgi Sahibiyim” ifadesi için verilen cevaplara göz atıldığında katılımcıların % 1’inin “Kesinlikle Katılmıyorum”, % 5’inin “Katılmıyorum”, % 23’ünün “Fikrim Yok”, % 56’sının “Katılıyorum” ve % 15’inin ise “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde cevapladığı görülmüştür. Grafik 5’de bu ifadeye verilen cevaplar gösterilmektedir.

Grafik 5: “İklim Değişikliğine Yol Açan Nedenler Hakkında Bilgi Sahibiyim” İfadesine Verilen Cevapların Dağılımı



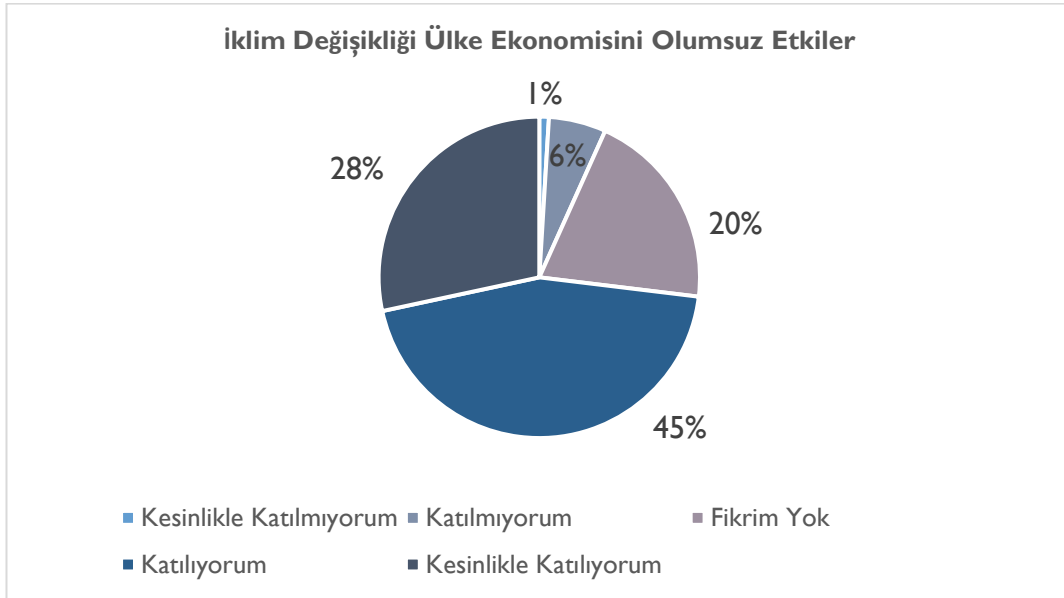
“İklim Değişikliği ile Buzulların Erimesi Arasında Bir İlişki Vardır” ifadesi için verilen cevaplara bakıldığında öğrencilerin % 1’inin “Katılmıyorum”, % 7’sinin “Fikrim Yok”, % 46’sının “Katılıyorum” ve yine % 46’sının ise “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde yanıt verdiği gözlenmiştir. Grafik 6’da bu ifadeye verilen cevaplar gösterilmektedir.

Grafik 6: “İklim Değişikliği ile Buzulların Erimesi Arasında Bir İlişki Vardır” İfadesine Verilen Cevapların Dağılımı



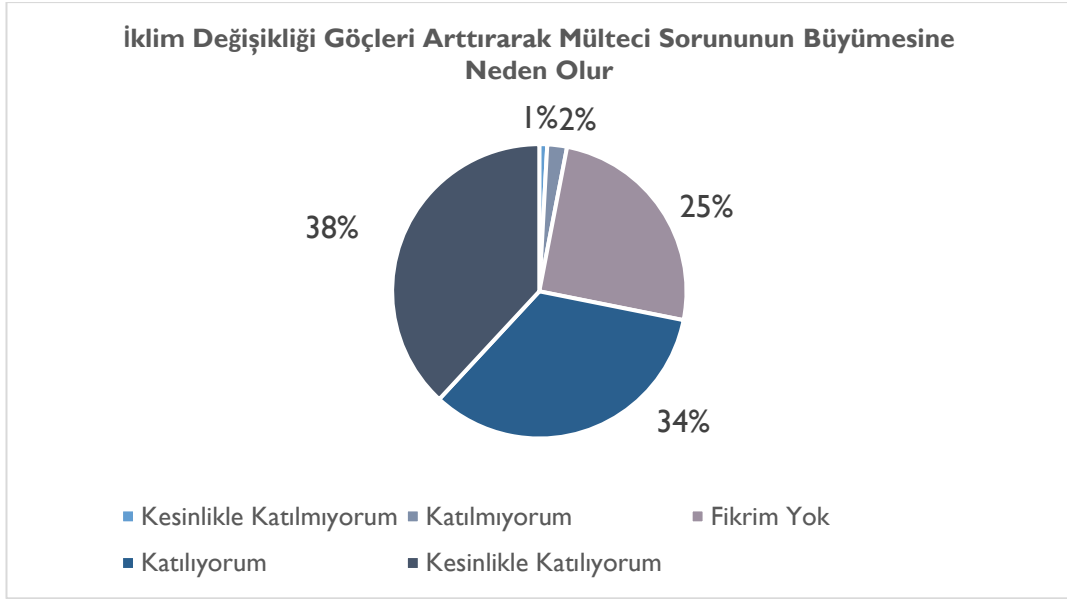
“İklim Değişikliği Ülke Ekonomisini Olumsuz Etkiler” ifadesi için verilen cevaplara göz gezdirildiğinde katılımcıların % 1’inin “Kesinlikle Katılmıyorum”, % 6’sının “Katılmıyorum”, % 20’sinin “Fikrim Yok”, % 45’inin “Katılıyorum” ve % 28’inin ise “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde cevapladığı görülmüştür. Grafik 7’de bu ifadeye verilen cevaplar gösterilmektedir.

Grafik 7: “İklim Değişikliği Ülke Ekonomisini Olumsuz Etkiler” İfadesine Verilen Cevapların Dağılımı



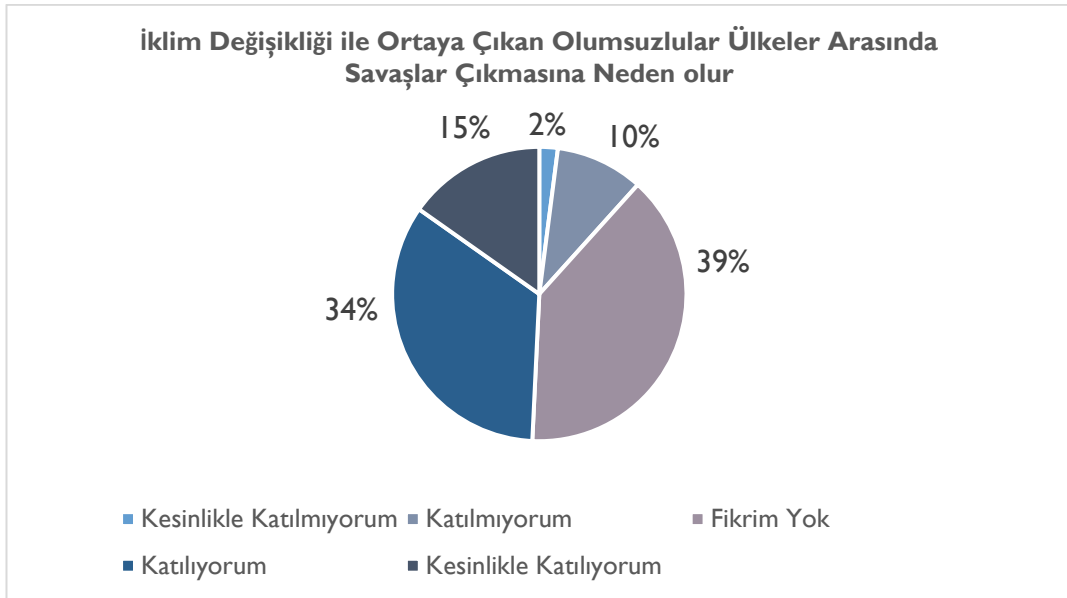
“İklim Değişikliği Göçleri Arttırarak Mülteci Sorununun Büyümesine Neden Olur” ifadesi için verilen cevaplara bakıldığında öğrencilerin % 1’inin “Kesinlikle Katılmıyorum”, % 2’sinin “Katılmıyorum”, % 25’inin “Fikrim Yok”, % 34’ünün “Katılıyorum” ve % 38’inin ise “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde yanıtladığı gözlenmiştir. Grafik 8’de bu ifadeye verilen cevaplar gösterilmektedir.

Grafik 8: “İklim Değişikliği Göçleri Arttırarak Mülteci Sorununun Büyümesine Neden Olur” İfadesine Verilen Cevapların Dağılımı



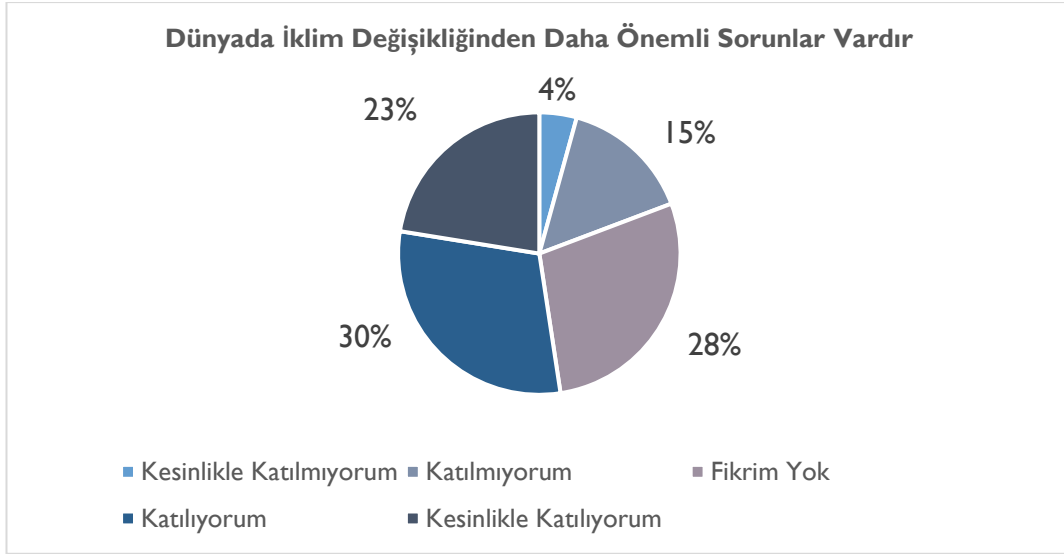
“İklim Değişikliği ile İlgili Ortaya Çıkan Olumsuzluklar Ülkeler Arasında Savaşlar Çıkmasına Neden Olur” ifadesi için verilen cevaplara göz atıldığında katılımcıların % 2’sinin “Kesinlikle Katılmıyorum”, % 10’unun “Katılmıyorum”, % 39’unun “Fikrim Yok”, % 34’ünün “Katılıyorum” ve % 15’inin ise “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde cevapladığı görülmüştür. Grafik 9’da bu ifadeye verilen cevaplar gösterilmektedir.

Grafik 9: “İklim Değişikliği ile İlgili Ortaya Çıkan Olumsuzluklar Ülkeler Arasında Savaşlar Çıkmasına Neden Olur” İfadesine Verilen Cevapların Dağılımı



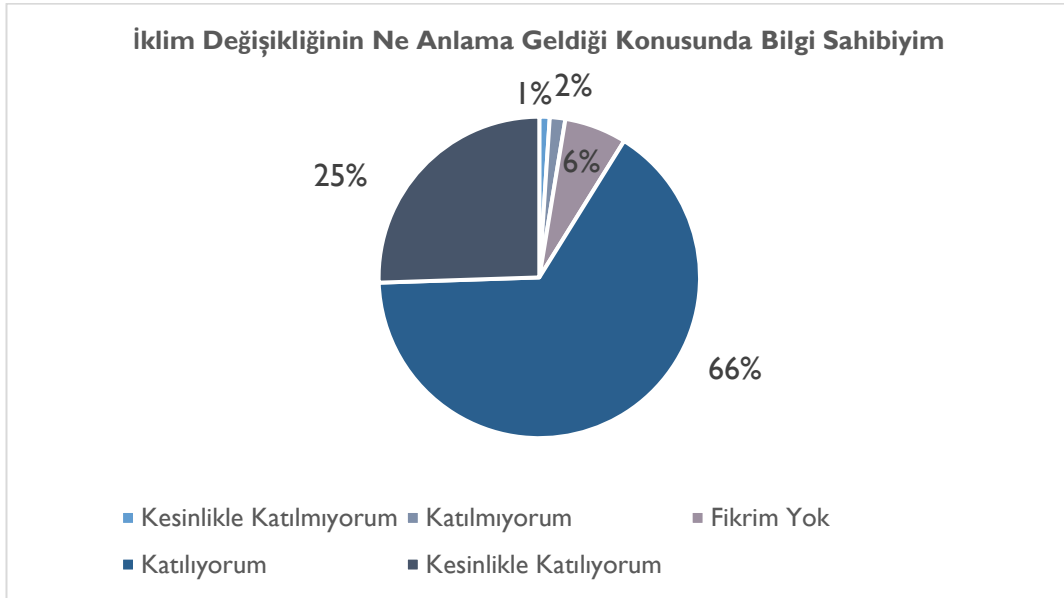
“Dünyada İklim Değişikliğinden Daha Önemli Sorunlar Vardır” ifadesi için verilen cevaplara bakıldığında öğrencilerin % 4’lük kısmının “Kesinlikle Katılmıyorum”, % 15’inin “Katılmıyorum”, % 28’inin “Fikrim Yok”, % 30’unun “Katılıyorum” ve % 23’ünün ise “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde yanıt verdiği gözlenmiştir. Grafik 10’da bu ifadeye verilen cevaplar gösterilmektedir.

Grafik 10: “Dünyada İklim Değişikliğinden Daha Önemli Sorunlar Vardır” İfadesine Verilen Cevapların Dağılımı



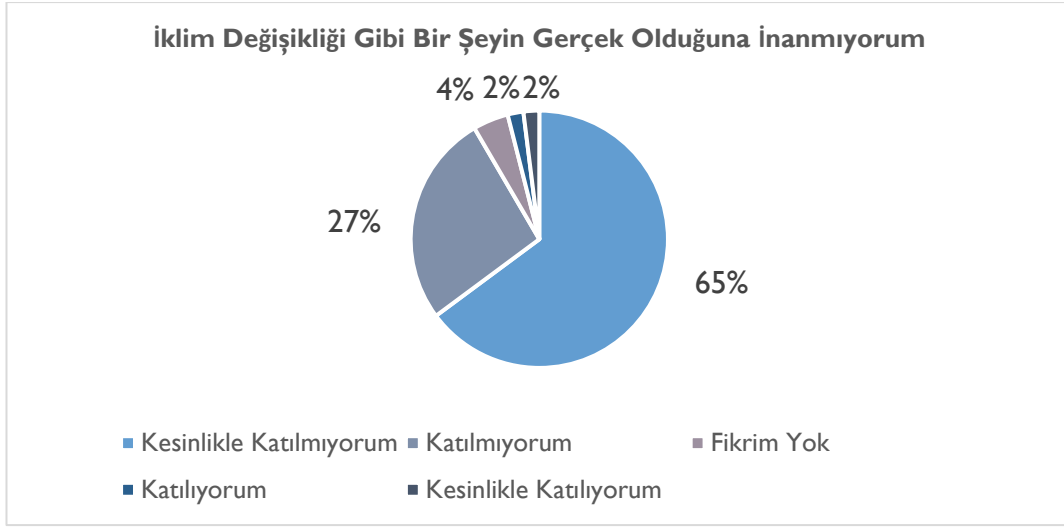
“İklim Değişikliğinin Ne Anlama Geldiği Konusunda Bilgi Sahibiyim” ifadesi için verilen cevaplara göz atıldığında katılımcıların % 1’unun “Kesinlikle Katılmıyorum”, % 2’inin “Katılmıyorum”, % 6’ünün “Fikrim Yok”, % 66’sinin “Katılıyorum” ve % 25’ünün ise “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde cevapladığı görülmüştür. Grafik 11’de bu ifadeye verilen cevaplar gösterilmektedir.

Grafik 11: “İklim Değişikliğinin Ne Anlama Geldiği Konusunda Bilgi Sahibiyim” İfadesine Verilen Cevapların Dağılımı



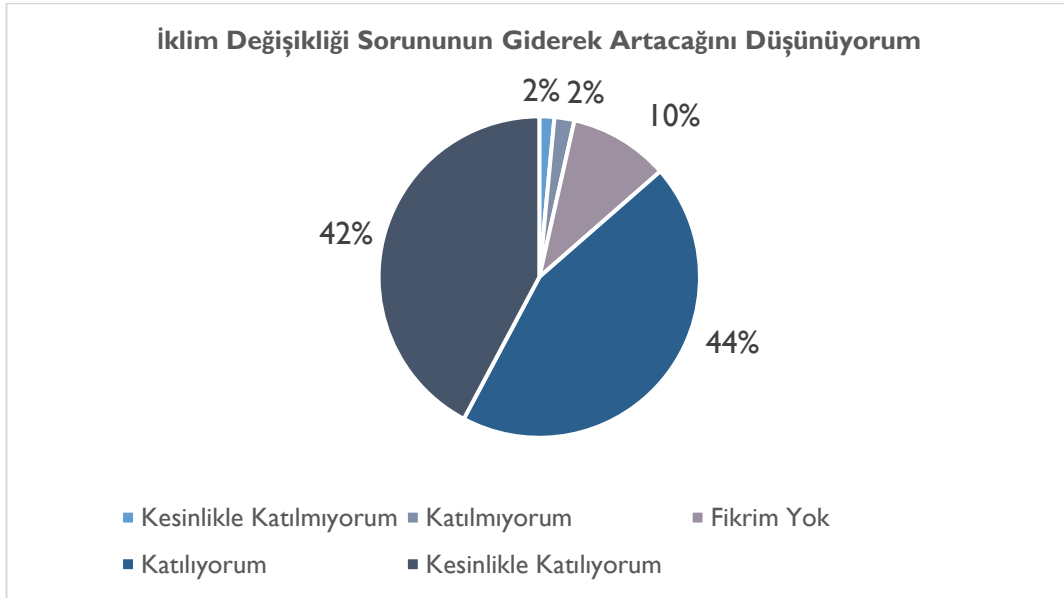
“İklim Değişikliği Gibi Bir Şeyin Gerçek Olduğuna İnanmıyorum” ifadesi için verilen cevaplara göz atıldığında katılımcıların % 65’inin “Kesinlikle Katılmıyorum”, % 27’sinin “Katılmıyorum”, % 4’ünün “Fikrim Yok”, % 2’sinin “Katılıyorum” ve yine % 2’sinin de “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde cevapladığı görülmüştür. Grafik 12’de bu ifadeye verilen cevaplar gösterilmektedir.

Grafik 12: “İklim Değişikliği Gibi Bir Şeyin Gerçek Olduğuna İnanmıyorum” İfadesine Verilen Cevapların Dağılımı



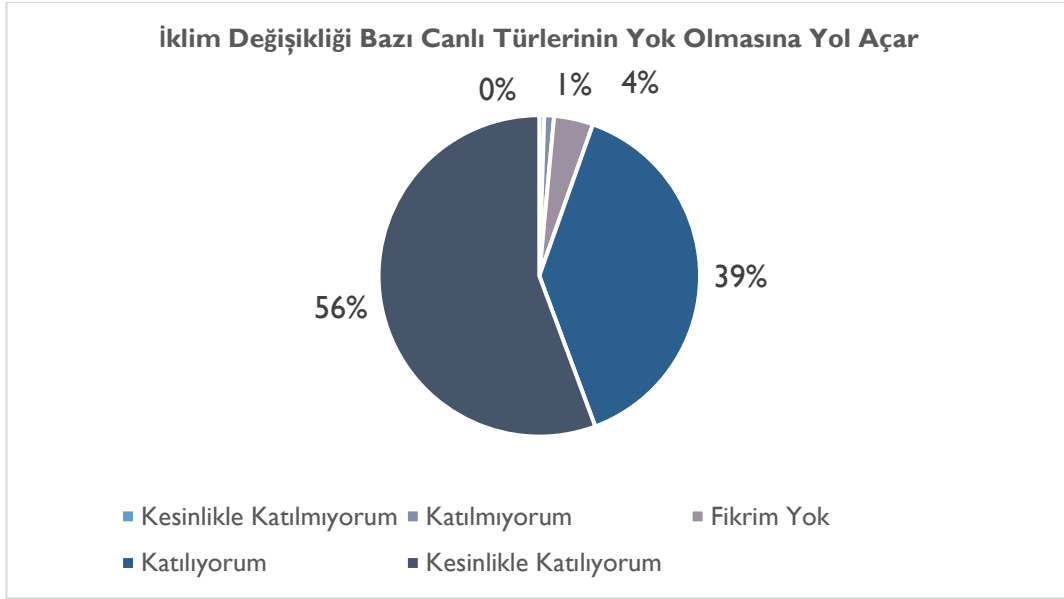
“İklim Değişikliği Sorununun Giderek Artacağını Düşünüyorum” ifadesi için verilen cevaplara bakıldığında öğrencilerin % 2’lik kısmının “Kesinlikle Katılmıyorum”, % 2’sinin “Katılmıyorum”, % 10’unun “Fikrim Yok”, % 44’ünün “Katılıyorum” ve % 42’sinin ise “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde yanıt verdiği gözlenmiştir. Grafik 13’de bu ifadeye verilen cevaplar gösterilmektedir.

Grafik 13: “İklim Değişikliği Sorununun Giderek Artacağını Düşünüyorum” İfadesine Verilen Cevapların Dağılımı



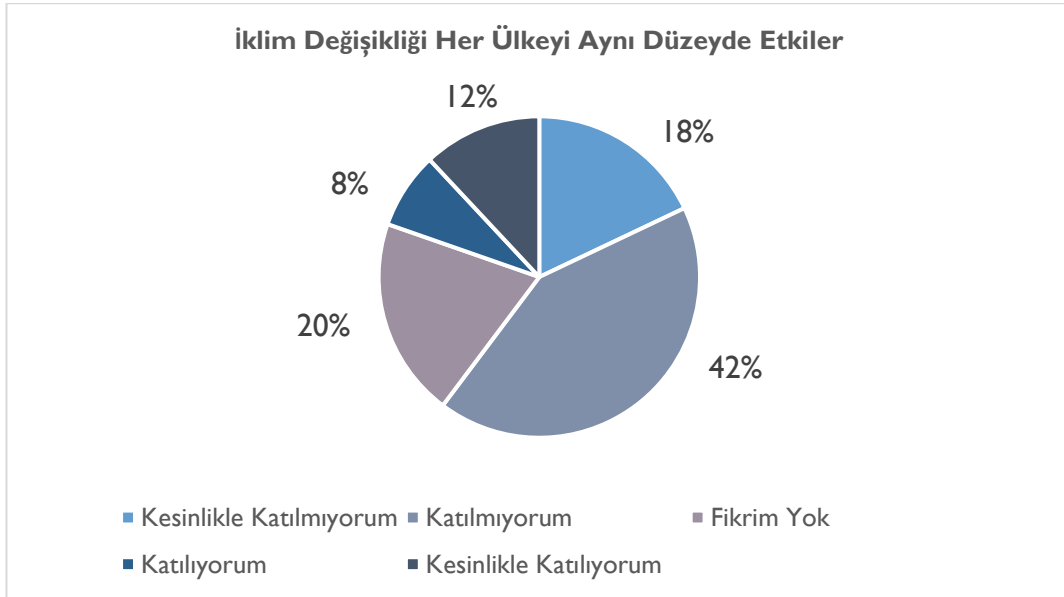
“İklim Değişikliği Bazı Canlı Türlerinin Yok Olmasına Yol Açar” ifadesi için verilen cevaplara göz atıldığında katılımcıların % 1’inin “Katılmıyorum”, % 4’ünün “Fikrim Yok”, % 39’unun “Katılıyorum” ve % 56’sının ise “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde cevapladığı görülmüştür. Grafik 14’te bu ifadeye verilen cevaplar gösterilmektedir.

Grafik 14: “İklim Değişikliği Bazı Canlı Türlerinin Yok Olmasına Yol Açar” İfadesine Verilen Cevapların Dağılımı



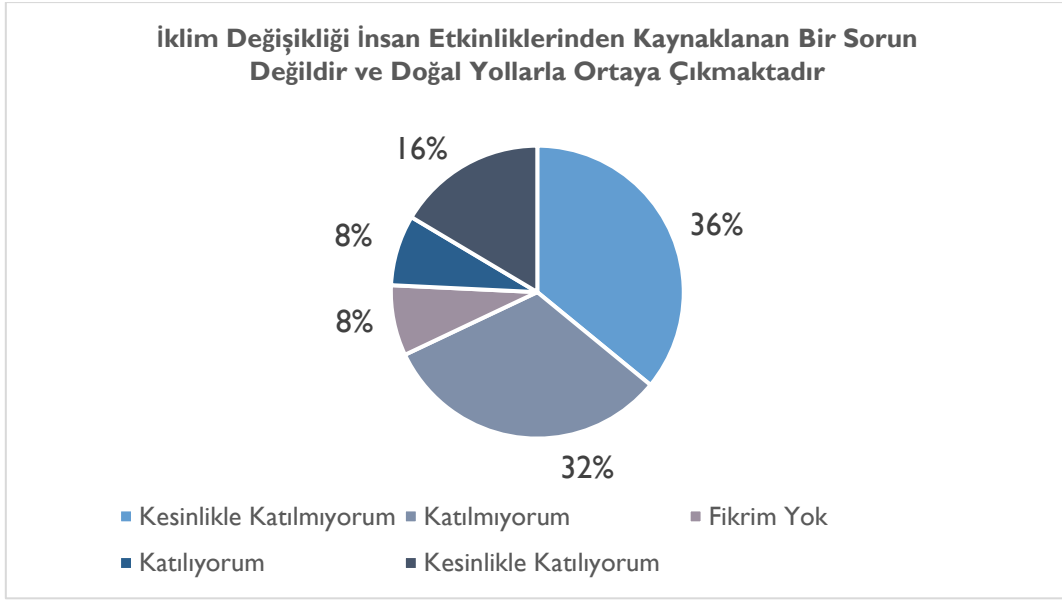
“İklim Değişikliği Her Ülkeyi Aynı Düzeyde Etkiler” ifadesi için verilen cevaplara göz atıldığında katılımcıların % 18’inin “Kesinlikle Katılmıyorum”, % 42’sinin “Katılmıyorum”, % 20’sinin “Fikrim Yok”, % 8’inin “Katılıyorum” ve yine % 12’sinin de “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde cevapladığı görülmüştür. Grafik 15’te bu ifadeye verilen cevaplar gösterilmektedir.

Grafik 15: “İklim Değişikliği Her Ülkeyi Aynı Düzeyde Etkiler” İfadesine Verilen Cevapların Dağılımı



“İklim Değişikliği İnsan Etkinliklerinden Kaynaklanan Bir Sorun Değildir ve Doğal Yollarla Ortaya Çıkmaktadır” ifadesi için verilen cevaplara bakıldığında öğrencilerin % 36’lık kısmının “Kesinlikle Katılmıyorum”, % 32’sinin “Katılmıyorum”, % 8’inin “Fikrim Yok”, % 8’inin “Katılıyorum” ve % 16’sının ise “Kesinlikle Katılıyorum” şeklinde yanıt verdiği gözlenmiştir. Grafik 16’da bu ifadeye verilen cevaplar gösterilmektedir.

Grafik 16: “İklim Değişikliği İnsan Etkinliklerinden Kaynaklanan Bir Sorun Değildir ve Doğal Yollarla Ortaya Çıkmaktadır” İfadesine Verilen Cevapların Dağılımı



SONUÇ

İklim Değişikliği konusu sadece günümüzün değil gelecek yılların da en önemli meselelerinden bir tanesidir. Günümüzde gerek ülkeler gerekse uluslararası örgütler tarafından iklim değişikliği süreçlerini yavaşlatmak ve ortaya çıkardığı sorunları en aza indirmek için yoğun çabalar sarf edilmektedir. İklim değişikliğine yönelik politikaların üretilmesi ve bu politikaların başarılı bir şekilde hayata geçirilmesi için bireylerin konuya ilişkin farkındalık düzeylerinin artırılması büyük önem arz etmektedir. Konunun önemine istinaden hazırlanan bu çalışmada toplumun önemli bir bölümünü oluşturan genç nüfusun iklim değişikliği farkındalığına ne şekilde yaklaştığı ve hangi düzeyde farkındalık geliştirdikleri ölçülmeye ve anlaşılmasına çalışılmıştır.

Çalışmadan çıkan sonuçlara göz atıldığında, katılımcıların çoğunun iklim değişikliği ile ilgili temel bilgileri eğitim kurumları yerine sosyal medya veya internet ortamlarından edindikleri tespit edilmiştir. Bunun da kendilerini bilgi kirliliği veya yanlış yönlendirmeye açık hale getirebileceği söylenebilir. Başta üniversitemiz olmak üzere tüm eğitim kurumlarının bu konuda sorumluluk alarak iklim değişikliği farkındalığına yönelik kapsamlı çalışmalar yapması son derece önemli olacaktır.

Katılımcıların çalışma kapsamında yer alan ifadelerle verdikleri cevaplara göz atıldığında, iklim değişikliğinin yaşanmakta olan önemli bir sorun olduğu ve gelecekte var olacağı, insan odaklı bir sorun olduğu ve enerji kullanımından bağımsız olmadığı, fikri olmayanların oranının yüksek olmasıyla birlikte ekonomik, sosyal sorunlara yol açacağı, biyolojik çeşitlilikle arasında bir bağlantı olduğu ifade edilmiştir.

KAYNAKÇA

- Barlas N. (2013). Küresel Krizlerden Sürdürülebilir Toplumla Çağımızın Çevre Sorunları, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi: İstanbul
- Bozdemir, Y. (2010). Kyoto Protokolü ve Ab Çevre Düzenlemelerinin Türkiye – AB İlişkilerine Yansımaları, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Balıkesir.
- Bozoğlu B. (2019). 21. Yüzyılda İklim Krizi, Paris Anlaşması ve İklim Değişikliğine Uyum, Ankara: Dorlion Yayınları
- Ertan, M. Salih. (2016, Ocak). Paris Anlaşması, Erişim Tarihi: 17.02.2024
https://www.emo.org.tr/ekler/2233012e3f31d49_ek.pdf?dergi=1012
- Ertürk H. (2012). Çevre Bilimleri, Ekin Yayınevi: Bursa

- İklimIn. (2017). Türkiye’de İklim Değişikliği ile Mücadele İçin Eğitim İhtiyaç Analizi Anketi, Erişim Tarihi: 10.02.2024, <https://www.iklimin.org/tr/anket/>
- İnançlı S. (2018). Ulusal ve Uluslararası Boyutta Çevre Ekonomisi, Seçkin Yayınevi: Ankara
- Kılıç, N. (2007, Mart). Kyoto Protokolü, Erişim Tarihi: 16.02.2024, [PDF] Kyoto Protokolü. Nurel KILIÇ - Free Download PDF (silo.tips)
- Konda (2021). İklim Değişikliği Algısı, Erişim Tarihi: 10.02.2024, <https://konda.com.tr/rapor/3/iklim-degisikligi-algisi>
- QuestionPro (2024). İklim Değişikliği Farkındalık Anketi Soruları, Erişim Tarihi: 10.02.2024, <https://www.questionpro.com/tr/survey-templates/climate-change-awareness-survey-template/>
- REC (2024). Balıkesir İklim Değişikliği Etkiler Anketi, Erişim Tarihi: 10.02.2024, <https://rec.org.tr/balikesir-yidep/iklim-degisikligi-etkiler-anketi/>
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. (2000). Kyoto protokolü esneklik mekanizmaları, Tesisat Dergisi (52): 84-100.
- Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, Paris Anlaşması, (Erişim Tarihi: 17.02.2024) <https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa>,
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS). Erişim Tarihi: 10.02.2024, <https://enerji.gov.tr/evced-cevre-ve-iklim-bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi>
- WWF, Erişim Tarihi: 10.02.2024, https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/iklim_degisikligi_ve_enerji/iklim_degisikligi/

DEPREMLERİN PSİKOLOJİK ETKİLERİ VE DEPREM BİLİNCİNİN MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİLERİ ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

Prof. Dr. Ahmet Uçar

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler
ucarahmet@hotmail.com

Öğrenci İremnur Sertakan

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler
iremsertakan55@gmail.com

Öğrenci Arzu Uygur

Manisa Celal Bayar Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler
auygurr64@gmail.com

ÖZET: Bu makale, depremlerin aniden ortaya çıkabilen ve kaçınılmaz durumlar olarak algılanan doğası nedeniyle bireylerde güvensizlik, endişe, korku ve travma gibi ciddi psikolojik sorunlara yol açtığını anlatmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, Manisa Celal Bayar Üniversitesi'nde depremden etkilenen öğrencilerle yapılan görüşmeler neticesinde, bu öğrencilerin psikolojik olarak ne derecede etkilendikleri analiz edilecektir. Depremler, doğal afetler arasında öne çıkan bir tehdit ve sadece fiziksel çevreyi değil, aynı zamanda insan psikolojisini de geniş çapta etkiler. Depremlerin etkisi, sadece maddi kayıplarla sınırlı kalmaz, duygusal sağlığı da derinden etkiler. Depremlerin tetiklediği güvensizlik duygusu, bireylerin yaşamlarındaki hayat standardını etkiler ve gelecek hakkında belirsizlik hissi yaratır. Ani olarak ortaya çıkan bu olaylar, endişe ve korku atmosferi oluşturarak insanların duygusal dengesini alt üst eder. Ayrıca, deprem sırasında ve sonrasında ortaya çıkan travma, bireylerde uzun vadeli psikolojik sorunlara neden olabilir. Özellikle depremler, sadece maddi kayıplara değil, aynı zamanda can kaybına da yol açabilir; can kaybı yas sürecini başlatarak depresyon ve üzüntüyü daha fazla tetikler. Depremlerin genel etkilerine odaklanılarak, sadece fiziksel hasarın ötesinde bireylerin ruhsal sağlıklarını da nasıl etkilediği üzerinde durulmaktadır.

Bu kapsamda çalışmada önce konuyla ilgili literatür taraması yapılarak depremlerin toplumda yarattığı ekonomik, sosyal ve psikolojik etkiler araştırılacaktır. Literatür araştırmasından elde edilen bilgiler çalışmanın kavramsal çerçevesi oluşturulacaktır. Sonrasında çalışmada yüz yüze görüşme tekniği kullanılarak bir nitel araştırma metodu ile alan araştırması yapılacaktır. Bu nitel araştırmaya için yarı yapılandırılmış görüşme soruları hazırlanıp Manisa Celal Bayar Üniversitesinde öğrenim gören depreme maruz kalmış veya kalmamış öğrencilerle görüşmeler yapılarak veri toplanacak ve elde edilen veriler yorumlanarak birtakım çıkarımlar yapılacaktır. Araştırma bulguları ile, öğrencilerin depremlerin neden olduğu psikolojik stresle başa çıkma mekanizmalarını ve bu süreçteki farklılıkları ortaya çıkarması düşünülmektedir. Ayrıca, deprem bilincinin öğrenciler arasında nasıl değişkenlik gösterdiği ve bu bilincin güçlendirilmesine yönelik öneriler sunulacaktır. Böylece çalışmada, literatür taraması yapılarak elde edilen bulgular ve yapılan görüşme verilerinin analizleri ile depremlerin psikolojik etkisi detaylıca araştırılmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Depremler, Psikolojik Etki, Deprem Bilinci, Öğrenci Görüşleri.

PSYCHOLOGICAL EFFECTS OF EARTHQUAKES AND INVESTIGATION OF EARTHQUAKE AWARENESS ON MANISA CELAL BAYAR UNIVERSITY STUDENTS

ABSTRACT: This article aims to discuss the serious psychological problems such as insecurity, anxiety, fear, and trauma that arise in individuals due to the sudden and inevitable nature of earthquakes. Additionally, through interviews conducted with students affected by earthquakes at Manisa Celal Bayar University, the psychological impact on these students will be analyzed. Earthquakes stand out as a prominent threat among natural disasters, affecting not only the physical environment but also the human psyche extensively. The impact of earthquakes goes beyond material losses, deeply affecting emotional well-being. The insecurity triggered by earthquakes influences individuals' life standards and creates a sense of uncertainty about the future. These sudden events create an atmosphere of anxiety and fear, disrupting the emotional balance of individuals. Moreover, trauma occurring during and after earthquakes can lead to long-term psychological

issues for individuals. Particularly, earthquakes can result not only in material losses but also in loss of life, initiating the mourning process and further triggering depression and grief. Focusing on the general effects of earthquakes, this study delves into how earthquakes impact individuals' mental health beyond physical damage.

In this context, the study will commence with a literature review on the economic, social, and psychological effects of earthquakes on society. The information obtained from the literature review will form the conceptual framework of the study. Subsequently, a qualitative research method with face-to-face interviews will be employed for field research. Semi-structured interview questions will be prepared, and interviews will be conducted with students at Manisa Celal Bayar University who have experienced or not experienced earthquakes. Data will be collected through these interviews, and the obtained information will be interpreted to draw certain conclusions. The research findings are expected to reveal how students cope with the psychological stress caused by earthquakes and highlight the differences in this process. Additionally, the study will present recommendations for strengthening earthquake awareness among students. Thus, through the analysis of literature review findings and interview data, this study will thoroughly investigate the psychological impact of earthquakes.

Key Words: Earthquakes, Psychological Impact, Earthquake Awareness, Student Opinions

GİRİŞ

Doğal afetler arasında belki de en yıkıcı ve insan yaşamını en çok etkileyenlerden biri olan depremler, ani bir şekilde ortaya çıkarak toplumları derinden sarsan olaylardır. Bu olaylar, sadece maddi değil, aynı zamanda psikolojik olarak da büyük etkilere neden olabilir. Depremler, beklenmedik bir anda gerçekleşmeleri ve genellikle büyük hasara yol açmaları nedeniyle insanların güven duygusunu sarstığı gibi, aynı zamanda endişe ve korku gibi psikolojik tepkilere de yol açarlar. Özellikle depremlerin ani ve yıkıcı etkileri, insanların zihinsel sağlığını derinden etkileyebilir ve uzun vadeli psikolojik sorunlara neden olabilir. Bu nedenle, depremlerin psikolojik etkileri ve insanların bu tür doğal afetlere karşı bilinçli olmaları, toplumsal açıdan büyük önem taşır.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi öğrencileri üzerinde gerçekleştirilen bir araştırma çerçevesinde, depremlerin psikolojik etkileri ve deprem bilincinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Depremler, sadece maddi zararlarla sınırlı kalmaz; aynı zamanda duygusal sağlık üzerinde de derin etkilere sahiptir. Bu nedenle, depremlerin toplumda ve özellikle genç nesil üzerindeki psikolojik etkilerinin anlaşılması ve deprem bilincinin güçlendirilmesi büyük önem taşır.

Bu çalışmanın amacı, Manisa Celal Bayar Üniversitesi öğrencileri üzerinde depremlerin psikolojik etkilerini anlamak ve deprem bilincinin toplumda nasıl şekillendiğini değerlendirmektir. Bu araştırmanın sonuçları, depremle başa çıkma stratejilerinin geliştirilmesine ve toplumun daha dirençli hale gelmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca, elde edilen bulguların, deprem bilincinin artırılması ve insanların psikolojik olarak bu tür afetlere daha iyi hazırlanmasına yönelik olarak çeşitli kamu politikalarının oluşturulmasına da ışık tutması beklenmektedir. Bu sayede, toplumun depremlere karşı daha dirençli ve bilinçli hale gelmesi sağlanarak, potansiyel hasar ve kayıpların minimize edilmesi amaçlanmaktadır.

1. Dünya’da ve Türkiye’de Yaşanan Büyük Depremler ve Depremlerin Doğal Afetler Arasındaki Özel Konumu

Depremler, dünyanın jeolojik yapısının bir sonucu olarak ortaya çıkan doğal afetlerdir. Dünya'nın kabuğu üzerindeki büyük taş plakaları, tektonik hareketler sonucunda sürekli olarak yer değiştirirler. Bu plakalar arasındaki temas noktalarında, yani fay hatlarında gerçekleşen ani hareketler, depremlere yol açar. Büyük depremler genellikle, enerjinin serbest bırakılmasıyla beraber büyük bir sarsıntı ve yer hareketi ile karakterizedirler.

Dünya genelinde, deprem riski en yüksek bölgeler, aktif tektonik plaka sınırlarında bulunur. Özellikle Pasifik Ateş Çemberi, deprem aktivitesinin en yoğun olduğu bölgelerden biridir. Bu bölgede, Pasifik levhası diğer levhalarla çarpışır ve bu çarpışma sonucunda sık sık büyük depremler meydana gelir. Benzer şekilde, diğer fay hatları da büyük depremlere ev sahipliği yapar.

Türkiye gibi birçok ülke, aktif fay hatlarına sahip olduğu için deprem riskiyle karşı karşıyadır. Türkiye'nin kuzeyinde Kuzey Anadolu Fay Hattı, doğusunda Doğu Anadolu Fay Hattı ve güneyinde Güney Anadolu Fay Hattı gibi önemli fay hatları bulunmaktadır. Bu fay hatları, Avrasya, Anadolu ve Arap levhalarının etkileşiminden kaynaklanır. Dolayısıyla Türkiye, sık sık depremlerle karşılaşan bir ülkedir ve tarih boyunca birçok büyük deprem yaşamıştır.

Türkiye'de yaşanan büyük depremler arasında en dikkat çekici olanlarından biri 1999 Gölcük depremidir. Bu deprem, 7.6 büyüklüğünde olup büyük bir yıkıma ve kayba yol açmıştır. Ayrıca, 1976 Van depremi gibi diğer depremler de önemlidir ve Türkiye'nin deprem riskini gösteren örneklerdir.

Depremler, sadece insan hayatını ve yapıları tehdit etmez, aynı zamanda ikincil afetlerin tetikleyicisi olarak da hareket edebilirler. Örneğin, deniz tabanında meydana gelen bir deprem, tsunami gibi bir dalganın oluşmasına neden olabilir. Ayrıca depremler, toprak kaymaları, yeraltı suyu kirliliği ve altyapı hasarları gibi diğer sorunlara da yol açabilirler.

Bu nedenle, deprem riski olan bölgelerde afet önleme ve hazırlık çalışmaları büyük önem taşır. Güvenli yapı standartlarının belirlenmesi ve uygulanması, afet planlarının oluşturulması, erken uyarı sistemlerinin kurulması ve halkın eğitilmesi gibi önlemler, depremlerin etkilerini en aza indirmek için gereklidir. Bu tür önlemler, deprem sonrası kurtarma ve iyileştirme sürecini de hızlandırabilir ve kolaylaştırabilir.

Depremler, sadece fiziksel yıkım ve kayıplarla sınırlı kalmaz, aynı zamanda derin psikolojik etkilere de yol açarlar. Özellikle Türkiye gibi deprem riski yüksek bölgelerde yaşayan insanlar, depremlerle ilgili travmatik deneyimlerle sık sık karşı karşıya kalmışlardır. Türkiye'nin coğrafi konumu, farklı aktif fay hatlarının kesişme noktasında bulunması nedeniyle, tarih boyunca birçok büyük ve yıkıcı deprem yaşanmıştır. Bu depremler, insanların deprem bilinci ve psikolojik sağlamlığı üzerinde derin izler bırakmıştır.

Depremlerin doğal afetler arasındaki özel konumu, insanların yaşadığı korku, endişe ve travma gibi psikolojik etkilerin derinleşmesine neden olur. Büyük bir depremin ardından, insanlar genellikle güvenlik kaygısı, korku ve belirsizlik duygularıyla başa çıkmak zorunda kalır. Yaşanan yıkım ve kayıplar, insanların zihinsel sağlığını derinden etkilerken, sürekli bir gelecek kaygısı ve gelecekteki olası bir depremin stresiyle yaşamak zorunda kalmaları da travmayı artırır. Depremlerin yol açtığı psikolojik etkiler, uzun süreli travma sonrası stres bozukluğu, depresyon ve anksiyete gibi ciddi sorunlara yol açabilir.

Depremlerin psikolojik etkileri, sadece bireylerle sınırlı kalmaz, aynı zamanda toplumun genel psikolojisini etkiler. Toplumun travma sonrası iyileşme süreci, etkili psikolojik destek ve danışmanlık hizmetlerine erişim, toplumda deprem bilincinin artırılması ve afet hazırlık planlarının oluşturulması gibi faktörlere bağlıdır. Bu nedenle, depremlerin psikolojik etkileriyle başa çıkmak için bireylerin ve toplumun psikolojik direncini artıracak önlemler alınmalıdır. Bunlar arasında, deprem öncesi ve sonrası psikolojik destek hizmetlerinin sağlanması, toplumda deprem bilincinin artırılması ve afet hazırlık planlarının oluşturulması önemlidir. Bu sayede, depremlerin yarattığı psikolojik stres ve travma daha etkin bir şekilde yönetilebilir ve toplumun uzun vadeli iyileşme süreci desteklenebilir.

1.1. Dünya'da Yaşanan Büyük Depremler

Dünya tarihinde, insanlığın karşılaştığı en büyük doğal felaketlerden biri olan depremler, yıllar boyunca insanların yaşamlarını ve çevrelerini derinden etkilemiştir. Bu depremler, sadece doğal afetlerin yıkıcı gücünü değil, aynı zamanda insanlığın dayanıklılığını ve afetlere karşı hazırlıklı olma kabiliyetini de göstermektedir. İşte Dünya'nın çeşitli bölgelerinde yaşanan ve tarih boyunca iz bırakan bazı büyük depremler:

- Büyük Sumatra-Andaman Depremi (2004)

2004'teki Büyük Sumatra-Andaman Depremi, Sumatra Adası açıklarında meydana geldi ve yaklaşık 9.1 ile 9.3 arasında bir anlık büyüklük (Mw) ile ölçüldü. Bu deprem, Sumatra Adası'nın batısında meydana gelen bir fay kayması sonucunda ortaya çıktı ve yıkıcı bir tsunamiye yol açtı. Tsunami, Endonezya, Sri Lanka, Hindistan ve Tayland gibi birçok ülkeyi etkileyerek yaklaşık 230.000 kişinin ölümüne ve milyonlarca insanın evsiz kalmasına neden oldu. Bu deprem ve tsunami, bölgenin sismik karmaşıklığını ve deprem öncesi uyarı sistemlerinin önemini vurguladı (Lay ve diğerleri, 2005).

- Güney Kaliforniya Sismik Aktivitesi

Güney Kaliforniya, ABD'de önemli bir sismik aktivite bölgesidir. Bu bölge, San Andreas Fayı ve diğer birçok fay hattı tarafından geçmektedir ve dünya genelindeki sismik aktivitenin yaklaşık yarısını oluşturur (Gutenberg & Richter, 1944). Özellikle, San Andreas Fayı'nın güney kesiminde, Los Angeles ve San Diego gibi büyük şehirlerin yakınında bulunan Owens Vadisi, depremlerin sıklıkla meydana geldiği bir bölgedir. Güney Kaliforniya'daki sismik aktivite, deprem bilimi ve afet yönetimi alanında önemli bir araştırma konusudur ve bölgedeki toplumların deprem riskine hazırlıklı olması büyük önem taşır.

- Artan Büyük Depremler

2004 ile 2014 yılları arasında, büyük depremlerin ($M_w \geq 8.0$) sıklığında belirgin bir artış gözlemlendi. Araştırmalar, bu dönemde sismik aktivitede %265'lik bir artış oranının olduğunu ortaya koymuştur (Lay, 2015). Bu artış, depremlerin nedenlerini ve tetikleyicilerini daha iyi anlamak için jeolojik ve sismolojik araştırmaların önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, deprem bölgelerindeki toplulukların afet hazırlık planlarını güncellemeleri ve afetlere karşı daha iyi hazırlıklı olmaları gerekmektedir.

- Sismik Anlık Salım Oranı

1900 ile 1989 arasındaki büyük, sığ depremlerin kapsamlı bir kataloğu, birkaç büyük olay tarafından domine edilen sismik anlık salım oranının düzensiz olduğunu vurgulamaktadır (Pacheco & Sykes, 1992). Bu bulgu, büyük depremlerin tetikleyicilerini ve sismik aktivitenin zaman içindeki değişimlerini anlamak için daha fazla araştırma yapılması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca, deprem öncesi uyarı sistemlerinin ve afet hazırlık planlarının geliştirilmesi, toplumların deprem riskine karşı daha iyi hazırlıklı olmalarını sağlayabilir.

- 2014 Iquique Depremi ve 2011 Tohoku-Oki Depremi

2014 Iquique depremi ($M_w 8.1$), Şili'de, büyük depremlere yol açan sismik süreçlerin karmaşıklığını gösteren yoğun öncü sarsıntılar ve yavaş kayma olayı ile önceden geldi (Ruiz ve diğerleri, 2014). Benzer şekilde, 2011 Tohoku-Oki depremi ($M_w 9.0$), okyanus hendekleri boyunca meydana gelen büyük depremlerin önde gelen bir örneği olup, yüksek gerilim birikim oranlarına sahip bölgelerde megatröst depremlerin potansiyelini ortaya koymaktadır (Ozawa ve diğerleri, 2011).

Bu büyük depremler, deprem bilimi ve afet yönetimi politikalarının geliştirilmesi için önemli birer örnek teşkil etmektedir. Araştırmaların ve sismolojik gözlemlerin sürekli olarak devam etmesi, toplumların afetlere karşı daha iyi hazırlıklı olmasını sağlayabilir ve deprem riskini azaltabilir.

1.2. Türkiye'de Yaşanan Büyük Depremler

Türkiye, jeolojik konumu gereği sürekli bir deprem riski altında olan bir ülkedir. Özellikle, Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fay Zonu gibi önemli fay hatları, ülkenin deprem potansiyelini artırmaktadır. Türkiye'nin sismik tarihine odaklanan araştırmalar, ülkede yaşanan büyük ve yıkıcı depremler hakkında önemli bulgular sunmaktadır.

1999 yılı, Türkiye'nin deprem tarihinde önemli bir dönüm noktası oluşturur. 17 Ağustos 1999'da meydana gelen İzmit Depremi, ülkenin yakın tarihindeki en yıkıcı depremlerden biri olarak kaydedilmiştir. Kuzey Anadolu Fayı boyunca gerçekleşen bu deprem, büyük bir can ve mal kaybına neden olmuş ve Türkiye'deki deprem riski konusunda ciddi endişeleri artırmıştır (Barka, 1999). Aynı yıl içinde, 1939'dan bu yana en yıkıcı depremlerden biri olan Erzincan Depremi de meydana gelmiştir (Toksöz vd., 1999). Bu iki büyük deprem, Türkiye'nin deprem riskine dair farkındalığı artırmış ve sismik aktiviteyi incelemek üzere bir dizi araştırmanın başlamasına yol açmıştır.

Kuzey Anadolu Fayı boyunca meydana gelen büyük depremler, sadece Türkiye'de değil, aynı zamanda deprem biliminde de önemli bir konu olmuştur. Bu depremler, deprem stres tetiklemesi ve tahmini gibi konularda değerli veriler sağlamıştır. Özellikle, Stein vd. (1997), 1939 ile 1992 arasında Kuzey Anadolu Fayı boyunca meydana gelen büyük depremleri inceleyerek, stres değişikliklerinin gelecekteki büyük depremlerin olasılığını artırdığını göstermiştir.

Türkiye'nin neotektoniği, sismik araştırmaların önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Bozkurt (2001), Türkiye'nin neotektonik özelliklerini inceleyerek, ülkenin dünya genelinde en aktif şekilde deformasyona uğrayan bölgelerden biri olduğunu ve Kuzey Anadolu Fay Zonu (NAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (EAFZ) gibi önemli fay zonlarının Türkiye'nin sismik aktivitesinde kritik bir rol oynadığını belirtmiştir.

1999 Kocaeli ve Düzce Depremleri, Türkiye'deki sismik aktivitenin potansiyel etkilerini bir kez daha vurgulamıştır. Bu depremler, bölgedeki ekonomik ve insani kayıpların ne kadar büyük olabileceğini göstermiştir (Şahin & Tari, 2000).

Türkiye'de yakın zamanda yaşanan Elbistan merkezli deprem, 6 Şubat 2023 tarihinde Türkiye'nin Kahramanmaraş iline bağlı Elbistan ilçesinde meydana gelmiştir. Bu deprem, 7,7 büyüklüğünde kaydedilmiştir. Aynı gün içerisinde Kahramanmaraş'ın Pazarcık ilçesinde de 7,8 büyüklüğünde bir deprem yaşanmıştır. Her iki deprem de çevre illeri etkilemiş ve ciddi hasarlara neden olmuştur.

Depremlerin neden olduğu can ve mal kaybı oldukça büyük olmuştur. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın tespitlerine göre, bu depremlerin maliyeti yaklaşık 104 milyar doları bulmaktadır. Ayrıca, bu depremlerin ardından 17.000'e yakın artçı sarsıntı gerçekleşmiştir.

Bu depremler, Türkiye tarihindeki en büyük ikinci ve üçüncü depremler olarak kayıtlara geçmiştir. Çevre illerindeki altyapıda ciddi hasarlara yol açmış ve bölgede yaşayan insanların günlük yaşamını olumsuz etkilemiştir. Depremin etkisiyle birçok konut ve işyeri yıkılmış veya orta-ağır düzeyde hasar almıştır.

Bu tür büyük depremler, Türkiye gibi deprem riski yüksek bölgelerde yaşayan insanların deprem hazırlıkları ve afet yönetimi konusundaki bilinçlerinin artırılmasını ve gerekli tedbirlerin alınmasını önemli kılmaktadır.

2. Depremlerin Toplumda Yarattığı Etkiler

Depremler, gerçekleşmeden önce bilinmeyen ya da ne zaman olacağı kesin tahmin edilemeyen doğal ve yıkıcı afetlerdir. Depremler yaşanan bölgede insanlar ve toplum üzerinde farklı etkilere sebep olmaktadır. Çok şiddetli gerçekleşen yıkıma sebep olan depremler hazırlıksız ülkelerde büyük değişimlere neden olabilir. Ülkemizde sık sık yaşanan deprem afeti can ve mal kayıplarına neden olur. Depremler, genel olarak insanların hayatını ekonomik, sosyal ve psikolojik yönden etkiler. Bu bölümde depremler yaşandıktan sonra o bölgede yaşanan ekonomik, sosyal ve psikolojik sorunlardan bahsedilecek.

2.1. Depremlerden Sonra Ortaya Çıkan Sosyal ve Ekonomik Sorunlar

1980 ile 2008 arasındaki zaman diliminde dünya genelinde meydana gelen depremler, yaklaşık 600.000 kişinin hayatını kaybetmesine ve 400 milyar doların üzerinde ekonomik kayba yol açmıştır. Depremin ekonomi üzerindeki etkilerini; gayrimenkul kayıpları, taşınabilir varlıklardaki zararlar, iş kesintilerinden kaynaklanan ekonomik kayıplar, kamu sektöründeki ekonomik maliyetler, ölüm, yaralanma gibi durumlarda ailede yaşanan gelir kayıpları olarak düşünülebilir (Marangoz ve İzci, 2023).

Doğal afetler arasında en yıkıcı olan ve meydana geldiğinde bireylere ve çevreye ciddi hasar veren afetin deprem olduğu bilinmektedir. Bu hasarlar çeşitli yönlerden gündelik hayatı olumsuz etkiler ve deprem olan bölgede rutin hayat sekteye uğrar. Bazı bireyler afette evlerini kaybederler bu evlerden sigorta güvencesine sahip olanların zararı sigorta şirketi tarafından karşılanmaktadır. Karşılanan zarar yüksek ödemelerden oluşuyorsa sigorta primlerinde artışa sebep olur ve bu artış ekonomide aksamaya neden olur. Depremler yaşandığı bölgede alt yapıda ciddi boyutta hasara neden olur. Örneğin, yollar, köprüler, iletişim hatları, enerji iletim hatları gibi kritik alt yapı hatları depremlerde zarar gördüğünde ekonomik faaliyetler aksar. Bu durumda ticaret durma noktasına gelir hatta durabilir, iş kayıpları yaşanır. Depremden sonra afet bölgesinde yaşayan vatandaşlar yaşanan deprem dolayısıyla gelir kaybı yaşarlar. Bu durumdan kurtulmak ve daha iyi iş fırsatına sahip olmak amacıyla işgücü göçüne ihtiyaç duyulabilir. Yaşanması muhtemel göçler il içine, il dışına ya da ülke dışına gerçekleşir. Örneğin, 6 Şubat 2023'te Kahramanmaraş'ta yaşanan depremler o bölgedeki alt yapıya hasar vererek sanayi ve üretim tesislerinde sorunlara neden olmuş dolayısıyla bu durumdan insanlarda ciddi şekilde hasar almışlardır. Depremin etkisiyle oluşan yüksek hasar ve kayıplar, hava şartları ve sürekli artçı depremler nedeniyle, yaklaşık 3.3 ile 5 milyon kişinin deprem bölgesinden uzaklaştığı, sekiz yüz bin kişinin

ise köylere, kendilerini güvende hissedecekleri yerlere geçici veya kalıcı olarak göç ettiği gözlemlenmiştir (Şeker, 2023).

Yeniden yapılanma aşamasında, girişimcilik fırsatlarını değerlendirmeyi hedefleyen kişiler, afet bölgelerinde kalarak afetle ilgili istihdam olanaklarından yararlanmayı tercih edebilirler (Marangoz ve İzci, 2023). Yeniden inşa süreci, maddi anlamda büyük zorlukları yanında getirir. Bu süreçte modern ve depreme dayanıklı yapılar inşa etmek için uzun bir zamana ihtiyaç duyulmaktadır zamanın yanı sıra devlet bütçesini ve insanların finansal durumunu zorlayabilir.

Depremlerin ekonomik sonuçlarının yanın sıra birtakım sosyal sonuçları da vardır. Afetten etkilenen bireylerin psikolojisi değişime uğrar ve bu durumun ilişkilerde ve sosyal yapıda olumsuz etkiler yaratması beklenir. Afet sonrası ortaya çıkan bu problemler, bireylerin yaşamlarında sosyal sorunlarla karşılaşmalarına sebebiyet verir. Afet sırasında ve sonrasında sosyal yapının zarar görmesi, çeşitli kurumların işleyişinin sekteye uğraması, bazı toplumsal değerlerin, bireylerin tutum ve davranışlarının değiştiği gözlemlenir (Fırat, 2022).

Depremler, aslında toplumun dayanıklılığını sınamaktadır. İnsanların normal yaşam standartları depremlerle birlikte alt üst olmaktadır. Yaşanan afet mevcut sosyal düzeni sarsarak toplumda birtakım problemlere sebep olur ve yeni bir düzenlemeye ihtiyaç duyulur. Gelişmiş ülkelerde bu eksikler kısa sürede halledilebilirken gelişmekte olan ülkeler bu konuda biraz zayıf kalmıştır ve toplumun da afetler için yeterince hazırlığı yoktur. İnsanların depreme hazırlıksız yakalanması onların hayat standartlarını (barınma, yiyecek, kıyafet vb.) etkilemektedir. Bunun sonucunda toplumda “sosyal eşitsizlikler” meydana gelmektedir. Yüksek yaşam standardına sahip olan insanlar genellikle başka yerlere yerleşebilirler fakat durumu olmayan insanlar o bölgede kalmaktadır.

Depremler aynı zamanda aile kurumunu da olumsuz yönde etkileyerek temel dinamiklerini sarsmaktadır. Bu doğal afetler, aile üyelerinin günlük rutinlerini aniden ve olumsuz bir biçimde değiştirerek sosyal ilişkilerini zedeler bu yüzden aile içinde uyumsuzluk, şiddet ve boşanma gibi sorunlar ortaya çıkmaya başlar (Fırat,2022). Depremden sonra gelişen sorunlardan bir diğeri ise salgın hastalıklardır. Afette evlerini kaybeden aileler için ortak çadır alanları kurulmaktadır. Bu alanlar genel olarak kalabalıktır bu yüzden hijyen konusu problem haline gelmektedir. Bu alanlarda tuvaletler ve banyoların ortak kullanılması aynı zamanda alt yapı sistemlerinin iyi bir halde olmaması salgın riskini artırır. Ve son olarak diğeri bir problem de güvensiz ortam ve yağmacılık. İnsanlar can havliyle evlerini terk ettikleri için çoğu eşyaları evlerinde kalır bazı kötü niyetli insanlar ev hasarlı olduğu halde girip kıymetli eşyaları yağmalarlar. Bu durum sadece evlerle kısıtlı değildir dükkanlar, marketler vb. işyerleri de yağmalanmaktadır.

2.2. Depremlerin Toplumda Oluşturduğu Psikolojik Etkiler

Afetlerin etkileri düşünüldüğünde akla ilk olarak can ve mal kayıpları gelir ancak ilerleyen zamanlarda ortaya çıkan fiziksel ve psikolojik hasarlar büyük önem taşımaktadır. Bu psikolojik sorunlar sadece doğrudan felakete maruz kalanları değil, aynı zamanda yardım ekiplerini, felakete maruz kalanların yakınlarını ve olaylara medya aracılığıyla tanık olanları da etkileyebilir (Altun, 2018). Depremin fiziksel, psikolojik ve sosyal etkileri, bireylerin işlevselliğini doğrudan etkileyerek genellikle travmatik etkilere neden olur. Bu olayın çoğunlukla travmatik olması, yoğun korku hissi, öngörülemezlik, kontrolsüzlük ve yıkıcı doğası, bireyleri zorlayan faktörler arasındadır. Afetler, bireyin yaşam bütünlüğünü sekteye uğratarak güven duygusunu sarsabilir (Nakajima,2012). Depremlerin genellikle evin güvenliğini sağlayan temel alanı hedef alması ve hatta yaşam alanının tamamen yıkılması, birey için yaşamsal bir tehdit oluşturur. Hayatta kalanların ilk aşamada karşılaştığı zorluklar, zamanla Travma Sonrası Stres Bozukluğu (TSSB), depresyon, anksiyete ve bunların dışında psikolojik veya fiziksel stres belirtileri olarak ortaya çıkabilir (Bıçakçı ve Okumuş, 2023).

Depremin etkilerini belirlemek için genellikle olayın merkezine olan uzaklıkları dikkate alınarak bir değerlendirme yapılır. Bu bağlamda, doğrudan deprem etkisi altında kalanlar, enkaz altında kalanlar, yakınlarını kaybedenler, yaralananlar ve yaşadığı fiziksel ve sosyal çevrede büyük değişikliklere uğrayanlar duygusal olarak daha yoğun etkilenebilirler. Ayrıca, afet bölgesinde tanıdık veya sevdikleri bulunan, olaya şahit olan hem görevli hem de gönüllü olarak çalışan, destek sağlayan ve yardım aracılığıyla etkileşimde bulunan toplumun geniş bir kesimi de olumsuz etkiler yaşamaktadır (Bıçakçı ve Okumuş, 2023).

Deprem sonrasında afetzedeler arasında farklı tepkiler görülebilir. Bazı bireyler görünürde etkilenmemiş gibi görünürken, bazıları dramatik tepkiler sergileyebilir. Dikkat ve konsantrasyon güçlükleri, korku, olayı sık sık düşünme, donukluk, hissizlik, uyuşukluk, uyku sorunları, olayı rüyada görmek, üzüntü ve öfke gibi duygular, travma sonrası ilk günlerde sıkça gözlemlenen belirtiler arasındadır. Bireylerin sosyokültürel durumlarına bağlı olarak belirtilerin varlığı ve şekli değişiklik gösterebilir. Bu nedenle, ilk değerlendirmelerde psikolojik durumu iyi görünen bireylerin süreçle iyi baş ettiği veya deprem gibi ağır bir travma sonrasında psikolojik problemlerin ortaya çıkmamasının daha sağlıklı olduğu düşünülmemelidir. Travma sonrası gelişen ruhsal tepkiler, bireyden bireye farklı özellikler gösterebilir (Sönmez, 2022).

Bu etkilerin deprem sonrası tüm bireylerde ilk günlerde hatta ilk birkaç ay görülmesi çok normaldir. Bu tepkiler zamanla azalmakta ve yavaş yavaş yas süreci başlamaktadır. Bu süreç, bireylerin yaşadıkları kayıplara, kayıpların önemine göre değişmektedir. Yas süreci bittiğinde yaşanan afet kabul edilir ve hayatın bir parçası haline gelir. Depremlerden sonra travmaların biraz daha kolay geçmesi için psikolojik destekler sağlanmaktadır.

Geçtiğimiz yıl yaşanan Kahramanmaraş merkezli depremler psikolojik açıdan da önemli bir örnektir. Kahramanmaraş merkezli depremler, bireylerin hayatlarında köklü değişikliklere yol açarak psikolojik sıkıntılara neden olmuştur. Deprem öncesinde düzenli bir yaşama sahip olan insanlar, deprem sonrasında yaşadıkları kayıpların etkisiyle stres, korku ve depresyon gibi duygusal sıkıntılar yaşamışlardır. Kimi insanlar, kaybettiklerini geri kazanmanın imkansız olduğunu düşünerek hayatlarının anlamını yitirdiklerini ifade etmişlerdir (Bozkurt, 2023).

Depremler büyük can ve mal kayıplarına neden olurken aynı zamanda yaşanan bölgede sosyal yaşantıyı, ekonomik durumu ve insanların beden ve ruh sağlığına zarar vermektedir. Depremler birbirinden farklı sonuçlara sebep olmakta ve günlük yaşam üzerinde aksaklıklara sebep olmaktadır.

3. Toplumda Deprem Bilinci Oluşturma Çalışmaları

Toplumda deprem bilinci oluşturma çalışmaları, depremlerin var olan etkilerini azaltmak ve toplumu bu tür doğal felaketlere karşı hazırlıklı hale getirmek amacıyla yapılan çalışmalardır. Bu çalışmalar, bireylerin depremlerin oluşturacağı riskleri anlamalarını, korunma yöntemlerini geliştirmelerini ve toplum genelinde afetlere karşı dayanıklılığı artırmayı hedefler. Bu çalışmaların temel amacı, toplumun depremde oluşabilecek tehlikelere karşı duyarlılığını artırmak ve toplumu bilinçli ve hazırlıklı bir şekilde hareket etmeye teşvik etmektir.

3.1. Deprem Bilincini Ölçmeye Yönelik Manisa Celal Bayar Üniversitesi Öğrencileri Üzerinde Bir Alan Araştırması

Bu araştırmanın alanını Manisa Celal Bayar Üniversitesi'nde öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. Üniversitede öğrenim gören 10 gönüllü öğrenci ile görüşme gerçekleştirilmiştir. 5 öğrenci depremden etkilenmiş olup depremde yaşadıkları anları yönelttiğimiz sorularla cevaplandırmışlardır. Diğer 5 öğrenci ise depremden etkilenmemiştir ama yaşanan depremler ve gelecekte olabilecek depremler konusunda görüşlerini aktarmışlardır.

3.1.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Manisa Celal Bayar Üniversitesi öğrencileri üzerinde yapılan araştırma, bu kapsamdaki çalışmalara odaklanarak, genç neslin deprem bilincini oluşturma süreçlerine ışık tutarak, toplumun genelinde daha etkili bilinçlendirme stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Manisa Celal Bayar Üniversitesi'nde farklı bölümlerde öğrenim gören 5 depremden etkilenmiş kişi ve 5 depremden etkilenmemiş kişi ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Her iki grup içinde farklı sorular hazırlanmıştır ve bu görüşmeler kişilerle yüz yüze yapılmıştır.

3.1.2. Araştırma Yöntemi

Bu çalışmada, veri toplama yöntemi olarak nitel araştırma tekniklerinden biri olan yarı yapılandırılmış görüşme yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntem, tamamen yapılandırılmış görüşmelerin katı yapısını

taşınamakla birlikte aynı zamanda tamamen yapılandırılmamış görüşmelerin esnekliğini de içinde barındırmaktadır. Bu sayede, araştırma süreci hem belirli bir çerçeve içinde ilerlemekte, hem de katılımcılar üzerinde daha serbest ve derinlemesine bir etkileşim sağlanmaktadır. Bu üniversitesinde öğrenim gören öğrencilere yöneltilecek görüşme soruları hazırlanmadan önce literatür taraması yapılmış ve görüşme formunda yer alması düşünülen sorular hazırlanmıştır. Yüz yüze görüşmeler ve gözlemler kullanılarak elde edilen veriler analiz yöntemleriyle değerlendirilmiştir.

3.1.3. Araştırma Bulguları

Çalışmada görüşme yapılan katılımcılara ilişkin demografik bilgiler aşağıdaki Tablo 1 de sunulmuştur:

Tablo 1: Katılımcıların demografik bilgileri

Katılımcı	Yaş	Cinsiyet	Yaşadığı şehir
A1	23	Erkek	Hatay
A2	21	Kadın	Hatay
A3	23	Erkek	Adana
A4	20	Kadın	Diyarbakır
A5	22	Kadın	Kahramanmaraş
B1	22	Kadın	Bilecik
B2	21	Kadın	Manisa
B3	22	Erkek	İzmir
B4	21	Erkek	Ankara
B5	20	Erkek	Ağrı

A: Depremden etkilenmiş kişiler

B: Depremden etkilenmemiş kişiler

Çalışmanın bu kısmında yüz yüze yapılan görüşmelerde elde edilen bulgulardan bahsedilecektir. Katılımcılar, deprem yaşayan ve deprem yaşamayan katılımcılar olmak üzere iki gruba ayrıldı. Her iki grup içinde farklı sorular hazırlandı. Her iki gruba toplam 15 soru sorulmuştur. Bu kısımdan sonra görüşmede sorulan sorular yazılacak olup elde edilen veriler soruların altına eklenecektir.

Soru 1A: Deprem olduğu sırada neredeydiniz?

A1: Deprem olduğu gün evimde uyuyordum.

A2: Deprem sırasında evimdeydik, ailemle birlikte oturuyorduk.

A3: Deprem olduğu zaman evimdeydim ve uyuyordum.

A4: Deprem sırasında evimdeydim, oturma odasında televizyon izliyordum.

A5: Deprem gece olmuştu ve o zaman uyuyordum.

A1, A3 ve A5 olan katılımcıların cevapları, kişilerin deprem anında evde olduklarını ve uyumakta olduklarını belirtiyor. Evde olmak, deprem sırasında kişinin güvenli bir yerde olduğunu düşündüğünü veya sık sık bulunduğu bir yerde olduğunu gösterebilir. Ancak, uykuda olmak, depremin başlangıcını belirlemede veya hızlı bir şekilde tepki vermede zorluk yaşayabileceği anlamına gelir. Aynı zamanda, uyku sırasında olmak, kişinin depremi hemen fark edememesine veya deprem sırasında doğru şekilde tepki verememesine neden olabilir. Gece olmak ise, deprem sırasında kişilerin uyumakta olduğu ve belki de depremin farkına varamayacakları anlamına gelir. Bu durum, deprem sonrası uyandıklarında veya depremi hissettiklerinde daha şaşkın olabileceklerini gösterebilir.

A2 ve A4 olan katılımcılar cevapları, deprem sırasında kişilerin çeşitli aktivitelerle meşgul olduklarını gösteriyor. A2 olan katılımcı, ailesiyle birlikte evde olduğunu ve birlikte oturduklarını belirtiyor. Bu durum, deprem anında kişinin güvende hissetmesine ve birlikte hareket etme imkânı bulmasına işaret edebilir. Ayrıca, aile bireyleriyle birlikte olmak, deprem sonrası stresi azaltabilir ve dayanışma duygusunu güçlendirebilir. A4 olan katılımcının verdiği cevapta ise kişi, deprem sırasında evde oturma odasında televizyon izlerken olduğunu belirtiyor. Televizyon izlemek gibi iç mekân aktiviteleri, deprem anında insanların genellikle evde yaptıkları aktivitelerden biridir. Ancak, televizyon izlerken depremi hissetmek, kişinin hızlı bir şekilde tepki vermesini sağlayabilir veya deprem sonrası durumu daha iyi anlamasına yardımcı olabilir.

Soru 2A: Depremi yaşadığı anlarda nasıl bir tepki verdiniz?

Katılımcıların bazıları deprem sırasında uyku halinde olduklarını ve korkarak uyandıklarını söylediler. Diğer uyumayan katılımcılar ise sarsıntıyı hissettiklerinde korkunun yanında endişe ve panik yaşadıklarını da anlattı.

Soru 3A: Deprem sonrası ruh halinizde herhangi bir değişiklik yaşadınız mı?

A1: Evet, artık daha fazla soğukkanlı biri haline dönüştüm, daha sakin ve korkusuzum.

A2: Evet, birçok değişiklik yaşadım girdiğim her bina korkutuyor.

A3: Evet, kısa bir süre içime kapandım.

A4: Evet, artık sevdiklerimi kaybetmekten daha çok korkuyorum.

A5: Evet, korku oluştu ve hâlâ devam ediyor.

Bu cevaplar, deprem sonrası bireylerin farklı duygusal tepkilerini yansıtıyor. İlk cevapta, kişi deprem sonrası daha soğukkanlı ve sakin olduğunu ifade ediyor, muhtemelen deprem deneyimiyle daha iyi başa çıkma becerileri geliştirmiş olabilir. İkinci cevapta, kişi her binaya girdiğinde korku hissettiğini belirtiyor, bu da depremin yarattığı güvensizlik duygusunun hala etkili olduğunu ve kişinin travma sonrası stres yaşadığını gösterebilir. Üçüncü cevap, kişinin deprem sonrası kendini duygusal olarak geri çektiğini ve içine kapandığını gösteriyor, bu da depremin neden olduğu travmanın etkisinin kişinin sosyal ve duygusal hayatını etkilediğini gösterebilir. Dördüncü cevapta, kişi sevdiklerini kaybetmekten daha fazla korktuğunu belirtiyor, bu da depremin neden olduğu kaygının ve endişenin derinliğini yansıtabilir. Son cevapta, kişi deprem sonrası hala korku hissettiğini ve bu duygunun devam ettiğini ifade ediyor, bu da depremin neden olduğu travmanın etkisinin kişinin ruh halinde uzun süreli bir etki yarattığını gösterebilir. Bu cevaplar, depremin bireyler üzerindeki psikolojik etkilerinin çeşitliliğini ve kişiden kişiye değişimini göstermektedir.

Soru 4A: Depremi ardından günlük yaşantınızda ne tür etkiler hissettiniz? (Uyku bozukluğu, beslenme alışkanlıkları vb.)

Depremi ardından günlük yaşantılarında çeşitli etkiler hissettiler. Öğrencilerin çoğu, depremden sonra uzun bir süre uyku düzenlerinde aksama yaşadıklarını belirtti. Artık kesintisiz uyku yaşamadıklarını ve en ufak bir sese bile uyandıklarını anlattılar. Depremi yaşadığı ilk günlerde gece uyumaktan korktuklarını ve herhangi bir artçı sarsıntıda hemen uyanıp endişe içinde olduklarını ifade ettiler. Uykusuzluk ve uykusuzluk nedeniyle yaşadıkları yorgunluk, günlük aktivitelerini etkiledi ve derslerine konsantre olmalarını zorlaştırdı. Ayrıca, bazı öğrenciler, deprem sonrası beslenme alışkanlıklarında da değişiklikler yaşadıklarını dile getirdiler. Stres ve endişe nedeniyle iştahlarının azaldığını ve bazıları için yemek yeme konusunda isteksizlik yaşandığını belirttiler. Bu durum, depremin neden olduğu duygusal stresin fiziksel sağlıklarını da etkilediğini gösteriyor. Bu zorlu süreçte öğrenciler, destekleyici bir çevre ve duygusal destek olarak bu değişikliklerle başa çıkmaya çalıştılar.

Soru 5A: Depremden sonra işinizi veya okulunuzu aksatacak şekilde psikolojik sorunlar yaşadınız mı?

Bu soruda katılımcılar, hayatlarını aksatacak şekilde belirgin psikolojik sorunlar yaşamadıklarını ifade ettiler. Ancak, yaşanan olayların etkisinden bahsettiler. Öğrenciler, depremin ardından yaşadıkları deneyimlerin hayatlarını değiştirdiğini ve eskisi gibi olmadığını vurguladılar. Depremi korku ve endişe dolu anları,

zihinlerinde derin izler bırakmış ve bu nedenle aynı olayları tekrar yaşamaktan korktuklarını dile getirdiler. Gece uyumakta güçlük çektikleri ve herhangi bir artçı sarsıntıda hemen uyanıp endişe içinde oldukları gibi durumlar, depremin psikolojik etkilerini açıkça gösteriyor. Bu duygusal zorluklarla başa çıkmak için öğrencilerin destekleyici bir çevreden faydalandıkları düşünülebilir. Bu süreçte yaşadıkları duygusal değişimlerin farkında olmak ve bu duyguları ifade etmek, duygusal iyileşme sürecinde önemli bir adım olabilir.

Soru 6A: Depremin psikolojik etkileri hakkında çevrenizdeki insanlarla konuştuğunuzda hangi duyguları ve düşünceleri paylaşıyorlar?

A1: Kaybettikleri kişiler hakkında duydukları hüznü paylaşıyorlar.

A2: İnsanlar hâlâ korku ve endişe içinde olduklarını anlatıyorlar. O günleri adeta kıyamet gününe benzetiyorlar.

A3: Hayatta bir şeylerin ertelenmemesi gerektiğini, her anın kıymetini bilmemiz gerektiğini paylaşıyorlar.

A4: Sevdiklerini kaybeden insanlara üzüldüklerini ve sevdiklerini kaybedecekleri düşüncesinin onları daha çok korkuttuğundan bahsediyorlar.

A5: Depremin olduğu gün yaşananları anlatıyorlar.

Bu cevaplar, depremin psikolojik etkileri hakkında çevredeki insanların farklı duygularını ve düşüncelerini yansıtıyor. İlk cevapta, insanların kaybettikleri kişiler üzerine duydukları hüznü paylaştıkları belirtiliyor, bu da depremin yıkıcı etkisinin insanların yaşamlarında derin izler bıraktığını gösterebilir. İkinci cevapta, insanların hala korku ve endişe içinde olduklarını dile getirdikleri ve depremi adeta bir kıyamet gününe benzeterek yaşadıkları ifade ediliyor. Bu, depremin yarattığı travmanın insanların zihinlerinde derin izler bıraktığını ve deprem sonrası yaşanan korku ve endişenin hala devam ettiğini gösterir. Üçüncü cevapta, insanların her anın kıymetini bilmek gerektiği ve hayatta bir şeylerin ertelenmemesi gerektiği düşüncelerini paylaştıkları belirtiliyor. Bu, depremin yaşattığı deneyimlerin insanların yaşam algısını değiştirdiğini ve önceliklerinin yeniden değerlendirilmesine yol açtığını gösterebilir. Dördüncü cevapta, insanların sevdiklerini kaybedenlerle birlikte üzüldüklerini ve bu kaygının sevdiklerini kaybetme korkusuyla derinleştiklerinden bahsettikleri ifade ediliyor. Son cevapta ise, insanların depremin olduğu gün yaşananları anlattıkları belirtiliyor, bu da depremin insanlar üzerindeki etkisinin ve yaşanan deneyimlerin hala taze olduğunu gösterir. Bu cevaplar, depremin toplumda çeşitli duygusal ve zihinsel etkiler yarattığını ve insanların deprem sonrası yaşadıkları deneyimlerle başa çıkmak için farklı yollar bulmaya çalıştıklarını gösteriyor.

Soru 7A: Deprem sonrasında psikolojik bir destek aldınız mı?

Katılımcıların hepsinin bu soruya cevabı 'hayır psikolojik destek almadım' oldu.

Soru 8A: Gelecekteki bir deprem durumunda kendinizi ve çevrenizdekileri nasıl hazırlamayı planlıyorsunuz? Aldığımız önlemler hakkında bilgi verebilir misiniz?

A1: Kesinlikle çok katlı binalarda yaşamamak gerektiği, deprem çantasına her vatandaşın sahip olması gerektiği, deprem bölgelerinde fay hatları üzerinde yaşayan vatandaşlarımızın özellikle çocuklarımızın bu konuda bilinçlendirilmesi gerektiğini düşünüyorum.

A2: Daha bilinçli şekilde hareket edeceğimi düşünüyorum.

A3: Bir deprem daha yaşarsam sakin kalacağım ve deprem bilincine uygun şekilde hareket edeceğim.

A4: Yaşadığımız depremlerde artık binaların daha sağlam yapılması gerektiğini anladık bu yüzden çevremi ev kiralarken ya da alırken dikkat etmelerini söyleyeceğim.

A5: Sağlam bir evde yaşamayı planlıyoruz. Deprem durumunda neler olabileceği ön görebilecek bilgiye artık sahibiz. Kötü durumlara karşı sağlam sığınacak alanların olması bence zorunlu tutulmalı.

Bu cevaplar, gelecekteki bir depreme karşı hazırlık konusunda çeşitli stratejileri ve düşünceleri yansıtıyor. İlk cevap, depreme dayanıklı binalarda yaşamaya öncelik vermenin önemini vurguluyor ve deprem çantası bulundurma gerekliliğine dikkat çekiyor. Ayrıca, çocukların da bu konuda bilinçlendirilmesi gerektiğini belirtiyor. İkinci cevap daha genel bir yaklaşım sergilerken, bilinçli hareket etme önemini altını çiziyor. Üçüncü cevap, sakin kalmayı ve deprem bilincine uygun davranmayı hedefliyor. Dördüncü cevap, deprem sonrası binaların sağlamlığına dikkat çekiyor ve çevresindekilerin ev seçiminde dikkatli olmalarını tavsiye ediyor. Son cevap ise, sağlam bir evde yaşamayı planlamanın yanı sıra, deprem durumunda güvenli sığınakların önemini vurguluyor. Bu cevaplar, deprem hazırlığına yönelik farklı yaklaşımları ve önlemleri yansıtırken, toplumun deprem bilincini artırmaya ve güvenliği sağlamaya yönelik adımların önemini vurguluyor.

Depremden etkilenmeyen öğrenciler için hazırlanan görüşme soruları ve cevapları şu şekildedir:

Soru 1B: Depremden etkilenen yakınlarımız var mı?

Öğrencilerden 1 tanesi bu soruya evet yanıtını verirken diğer öğrenciler hayır yanıtını vermiştir.

Soru 2B: Herhangi bir deprem yaşamanız durumunda ne tür duygular ve tepkiler vereceğinizi düşünüyorsunuz?

B1: Öncelikle çok korkarım, panik ve endişeli olabilirim. Fakat bir yandan sakin kalmaya ve kendimi rahatlatmaya çalışıp mantıklı hareket etmeye çalışırım.

B2: Geçirdiğim depremlerde soğukkanlı olmaya çalıştım. Elbette bazılarında hissettiğim korku ve telaş fazlaydı ama elimden geldiğince bunu, en azından deprem sırasında, gizli tutmaya çalıştım.

B3: Korku ve adrenalin hissedeceğimi ancak kontrolümü kaybetmeyeceğimi düşünüyorum.

B4: Korkarım ve endişelenirim diye düşünüyorum, eğer depremin şiddeti çok büyük olursa ve can kaybı yaşanırsa üzüntü duyarım.

B5: Muhtemelen çok korkardım ama sakinliğimi korurum.

Katılımcıların depreme ilgili duygularını ve tepkilerini değerlendirdiği bu soruya göre, genel eğilim, olası bir deprem durumunda korku hissi yaşanacağı yönündedir. Her katılımcı, korku, endişe veya panik hissi ifade etmiş olsa da önemli bir ortak tema, bu duygulara rağmen duygusal kontrolü koruma çabasıdır. Birinci katılımcı, korkuya rağmen sakin kalmaya ve mantıklı hareket etmeye odaklanma eğilimindedir. İkinci katılımcı, geçmiş deneyimlerinden yola çıkarak, duygusal tepkilerini sakin bir şekilde ele almaya çalıştığını belirtmiştir. Üçüncü katılımcı, korku ve adrenalin hissi yaşayacağını ancak kontrolünü kaybetmeyeceğine inandığını ifade etmiştir. Dördüncü katılımcı, büyük bir deprem ve can kaybı durumunda üzüntü duyabileceğini ifade etmiştir. Beşinci katılımcı ise muhtemelen çok korkacak olsa da sakinliğini korumaya çalışacağını belirtmiştir. Genel olarak, katılımcılar deprem anında duygusal tepkileriyle baş etme ve kontrolü elde tutma çabası içindedirler.

Soru 3B: Deprem hakkında genel olarak ne kadar bilgi sahibisiniz?

B1: Okullarda ya da eğitimlerde anlatıldığı kadar bilgi sahibiyim.

B2: Herkesin bildiği genel bilgileri biliyorum.

B3: Orta düzey üstünde.

B4: Çok fazla bilgi sahibi olduğumu düşünmüyorum.

B5: Çok değil. Sosyal medyada karşılaştığım depremzedelerden öğrendiğim bilgiler kadar.

Bu cevaplar, deprem hakkındaki bilgi düzeyini ve bilgi kaynaklarını gösteriyor. B1 ve B2 cevapları, kişilerin genel olarak depreme ilgili bilgiye sahip olduklarını, muhtemelen okulda veya genel toplumsal bilinçlendirme

faaliyetleri sayesinde edindiklerini gösteriyor. B3 cevabı, kişinin orta düzeyde bilgi sahibi olduğunu, belki de konu hakkında ekstra araştırma veya ilgi gösterdiğini ima ediyor. B4 cevabı, kişinin bilgi düzeyinin düşük olduğunu düşündüğünü gösteriyor, bu da konuda daha fazla bilgi edinme ihtiyacı olduğunu işaret edebilir. B5 cevabı ise, kişinin deprem hakkındaki bilgisini sosyal medya gibi kaynaklardan aldığını ve bu bilginin belki de doğruluğu veya detayları konusunda şüpheleri olabileceğini gösteriyor. Bu cevaplar, deprem konusunda bilgi düzeyinin çeşitliliğini ve bilgi edinme alışkanlıklarını yansıtıyor.

Soru 4B: Yaşanan depremlerden sonra yaşadığınız evin depreme dayanıklı olup olmadığını kontrol ettirdiniz mi?

Katılımcıların depreme dayanıklılık konusundaki tutumları oldukça çeşitlidir. Öncelikle, çoğu katılımcının depremlerden sonra evlerinin dayanıklılığını kontrol ettirmediği belirtilmiştir, bu da deprem sonrası önlemler konusunda genel bir ihmalin olduğunu gösterebilir.

Dayanıklılığı kontrol ettirdiğini belirten tek katılımcı, deprem sonrası güvenlik önlemlerine önem veren bir azınlığı temsil etmektedir. Diğer katılımcıların bu konuda bir çaba göstermemesi, depreme hazırlık konusunda toplumda yaygın bir farkındalık eksikliğine işaret edebilir.

Evlerinin dayanıklı olduğunu düşünen katılımcılar, muhtemelen yapısal güçlendirmeler veya deprem dayanıklılığına yönelik önlemler almış olabilirler. Bununla birlikte, evlerinin dayanıksız olduğunu düşünen katılımcılar ise potansiyel bir risk farkındalığına sahip olabilirler veya yaşadıkları bölgede yapı stokunun genel olarak depreme dayanıklı olmadığı bir durumla karşılaşmış olabilirler.

Sonuç olarak, katılımcıların evlerinin dayanıklılığı konusundaki çeşitlilik, depreme hazırlık ve güvenlik bilinci konularında toplumda genel bir farkındalık eksikliğini ve bireyler arasındaki tutarsızlıkları yansıtabilir. Bu durum, deprem riski altındaki bölgelerde yaşayan bireylerin deprem sonrası güvenlik önlemlerine daha fazla odaklanmalarının önemini vurgulayabilir.

Soru 5B: Yaşanan depremlerden sonra deprem riski ve hazırlık konusunda ne tür önlemler aldınız veya almayı düşünüyorsunuz?

B1: Herkesin yaptığı gibi deprem çantası hazırladım. Daha fazla bilinçli olmak için deprem hakkında eğitimler almayı düşünüyorum.

B2: Deprem çantası hazırladım ve ailemi bu konuda bilinçlendirdim. Ayrıca deprem tatbikatı yaptık.

B3: Deprem çantası hazırladık. Tehlike durumunda nerede toplanacağımızı kararlaştırdık.

B4: Evde yaşam üçgeni oluşturulabilecek eşyaları bir araya getirdik, her bireye düdüğ aldık, deprem çantası oluşturduk.

B5: Deprem çantası hazırladık. Ayrıca evimizin depreme dayanıklılığını test ettireceğiz.

Bu cevaplar, kişilerin deprem riski ve hazırlık konusundaki önlemlerini ve düşüncelerini yansıtıyor. B1 cevabı, kişinin temel bir önlem olarak deprem çantası hazırladığını belirtirken, daha fazla bilgi edinmek için deprem hakkında eğitim almayı düşündüğünü ifade ediyor. B2 cevabı, deprem çantası hazırlamanın yanı sıra ailesini bu konuda bilinçlendirdiğini ve deprem tatbikatı yaptıklarını belirtiyor. B3 cevabı, deprem çantası hazırlamanın yanı sıra ailenin tehlike durumunda nerede toplanacağını kararlaştırdıklarını ifade ediyor. B4 cevabı, evde yaşam üçgeni oluşturma ve her bireye düdüğ temin etme gibi ek önlemler aldıklarını ve deprem çantası hazırladıklarını belirtiyor. B5 cevabı, deprem çantası hazırlamanın yanı sıra evlerinin depreme dayanıklılığını test ettireceklerini ifade ediyor. Bu cevaplar, kişilerin deprem hazırlığı konusunda çeşitli önlemler aldıklarını ve güvenliklerini artırmak için çeşitli adımlar attıklarını gösteriyor.

Soru 6B: Deprem bilinci hakkında ne düşünüyorsunuz? Toplumun genelinde bu konuda yeterli bir bilincin olup olmadığını düşünüyor musunuz?

B1: Ülkemizin deprem bölgesi olduğunu hepimiz biliyoruz fakat toplum olarak bu tarz afetleri dikkate aldığımızı ve yeterli bir bilinçte olduğumuzu düşünmüyorum. Aynı zamanda deprem konusunda sadece olaylar yaşandığı zaman insanların aklı başına geliyor ve belli bir zaman geçtikten sonra unutulup yine aynı şekilde yıkımların olacağını bilerek hata yapmaya devam ediliyor.

B2: Bence yaşanan Kahramanmaraş depremleriyle insanlar bir deprem ülkesi olarak olası depremlerin ve olası sonuçlarının ciddiyetine vardı. Ancak harekete geçme veya doğru eylemi gerçekleştirme konusunda yeterli orana ulaştığımızı düşünmüyorum. Ayrıca inşaat sektörü başta olmak üzere birçok alanda denetim ve yaptırımdan taviz verilmemeli.

B3: Deprem bilincinin oldukça önemli olduğunu ancak toplumumuzda yeteri kadar gelişmediğini düşünüyorum.

B4: Hayır düşünmüyorum, yeterli eğitimler verildiğini sanmıyorum.

B5: Son yaşanan depremlerden sonra toplumun bilinçlendiğini düşünüyorum.

Katılımcıların deprem bilinci hakkındaki düşünceleri genel olarak toplumda yeterli bir bilincin olmadığı yönündedir. Bir katılımcı (B1), ülkemizin deprem bölgesi olduğunu bilmemize rağmen toplum olarak bu afetleri yeterince dikkate almadığımızı ve bilinç seviyemizin düşük olduğunu ifade etmiştir. Aynı zamanda, deprem konusundaki bilincin genellikle olaylar yaşandığı anlarda arttığını ve zamanla unutulduğunu, bu nedenle aynı hataların tekrarlanabileceğini vurgulamıştır. Diğer bir katılımcı (B2) ise Kahramanmaraş'taki depremlerin insanları deprem ülkesi olarak gerçek risklerin ciddiyeti konusunda farkındalığa yönlendirdiğini ancak hala yeterli bir harekete geçme düzeyine ulaşamadığını belirtmiştir. Diğer katılımcılar da (B3, B4) toplumda deprem bilincinin gelişmediğini ve yeterli eğitimlerin verilmediğini düşündüklerini ifade etmişlerdir. Ancak, bir katılımcı (B5), son yaşanan depremlerin toplumda bir bilinçlenme sağladığını düşündüğünü belirtmiştir. Genel olarak, katılımcılar arasında deprem bilinci konusunda homojen bir düşünce birliği olmamakla birlikte, toplumda daha fazla bilinç oluşturulması gerektiği konusunda ortak bir endişe bulunmaktadır.

Soru 7B: Depremler hakkında medyadan veya çevrenizden ne tür bilgiler aldınız? Bu bilgiler, deprem konusundaki anlayışınızı nasıl etkiledi?

B1: Sosyal medya ve haber kanallarından depremler hakkında, ülkemizin konumuna bağlı olarak geçen fay hatlarını öğrendim. Edindiğim bilgiler sayesinde daha fazla bilinç oluştu. Örneğin bir ev alırken fay hattının üzerinde olup olmadığına bakarım ya da çok katlı olmamasına dikkat ederim.

B2: Medyayı yaşananlarla ilgili tartışma yapmaktan ziyade yardım amaçlı ve yapılması gerekenler ile ilgi bilgi paylaşarak kullandım. Olası bir depremde tedbirli olmak için yapılması gerekenleri ötelemem için hiçbir bahanemin olamayacağını anladım.

B3: Siyaset ile alakalı eleştiriler aldım. Ülkemizin depremlere hazır olmadığını düşündürmeye itti. Özellikle beklenen Büyük İstanbul depremi için endişeliyim.

B4: Dikkatli olmamız gerektiğini, binaların hangi bölümlerinin sağlam olduğunu öğrendim.

B5: Deprem anında panikleyip yanlış kararlar verilmemesi gerektiği. Deprem sırasında nasıl davranılması gerektiğine dair bilgiler aldım. Doğru davranışlar ile depremden çok az hasarla kurtulabileceğimi öğrendim.

Bu cevaplar, kişilerin deprem hakkındaki bilgi ve algılarını şekillendiren kaynakları ve bu bilgilerin etkilerini yansıtıyor. B1 cevabı, sosyal medya ve haber kanallarından fay hatlarına ilişkin bilgiler edinerek, bu bilgilerin deprem bilincini artırdığını ve güvenlik önlemlerini alırken dikkatli olmaya yönlendirdiğini belirtiyor. B2 cevabı, medyayı bilgi paylaşımı ve yardım amaçlı kullandığını ve deprem hazırlığı konusunda ihmal etmemesi gerektiğini fark ettiğini ifade ediyor. B3 cevabı, medyadan aldığı bilgilerin siyasi eleştirilere odaklandığını ve ülkenin depreme hazırlıklı olmadığına dair endişelerini artırdığını belirtiyor. B4 cevabı, binaların sağlam bölgelerini belirleme konusunda bilgi edindiğini gösteriyor. B5 cevabı ise, deprem anında paniklemenin ve yanlış kararlar vermenin önemini vurguluyor ve doğru davranışlarla depremden az hasarla kurtulmanın

mümkün olduğunu öğrendiğini ifade ediyor. Bu cevaplar, deprem hakkında bilgi edinmenin çeşitli kaynaklardan geldiğini ve bu bilgilerin kişilerin depremle ilgili tutumlarını ve hazırlık düzeylerini etkilediğini gösteriyor.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Depremler, coğrafyamızda sıkça karşılaşılan doğal afetlerdir ve önemli fiziksel ve psikolojik etkilere sahiptirler. Bu çalışmada, Manisa Celal Bayar Üniversitesi öğrencileri üzerinde yapılan bir alan araştırmasıyla depremin psikolojik etkileri ve deprem bilinci incelenmiştir.

Depremi yaşayanlarla yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen bulgular, depremin psikolojik etkilerini ve yaşanan duygusal tepkileri açıkça ortaya koymuştur. Katılımcıların çoğunluğu deprem sırasında panik yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Korku ve endişenin hâkim olduğu anlarda, kontrollü davranma ve sakin kalma durumları nadir görülmüştür. Deprem sonrası ruh hali üzerinde de belirgin etkiler gözlenmiştir. Birçoğu, depremin ardından içine kapanma, korku ve endişe gibi duygusal değişimler yaşadıklarını belirtmiştir. Günlük yaşam etkileri arasında ise uyku düzeninde bozukluk, tedirginlik ve endişe öne çıkmıştır. Psikolojik destek almama eğilimi gözlemlenmiştir. Katılımcılar, gelecekteki depremlere karşı hazırlıklı olmanın önemini vurgulamışlardır. Sağlam bir evde yaşama, deprem çantasına sahip olma ve deprem bölgelerinde yaşayanların bilinçlendirilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur.

Depremi yaşamayanlarla yapılan görüşmelerde ise, deprem bilinci ve hazırlığı konusunda farklı düzeylerde bir anlayış gözlemlenmiştir. Katılımcıların bir kısmı deprem hakkında sınırlı bilgiye sahip olduklarını belirtmişlerken, diğerleri daha kapsamlı bir bilgiye sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Deprem sonrası alınan veya alınmayı düşünülen önlemler de kişiden kişiye değişiklik göstermektedir. Deprem bilinci konusunda, toplumun genelinde yeterli bir bilincin olmadığına dair görüşler hakimdir. Ancak son yaşanan depremlerle birlikte bilincin arttığı ve insanların daha fazla bilinçlenmeye başladığı gözlemlenmektedir. Medyadan ve çevreden edinilen bilgilerin, deprem konusundaki anlayışı etkilediği ve bilinçlenmeye katkı sağladığı görülmektedir. Özellikle sosyal medya ve haber kanallarından edinilen bilgilerin, deprem konusundaki farkındalığı artırdığı gözlemlenmiştir.

Araştırma bulguları, depremin bireyler üzerindeki psikolojik etkilerinin ciddi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, deprem riski olan bölgelerdeki toplumların psikolojik dayanıklılığını artırmak için çeşitli önlemler alınabilir. Öncelikle, depremi yaşayan bireylere yönelik psikolojik destek hizmetlerinin güçlendirilmesi gerekmektedir. Profesyonel danışmanlık ve destek grupları aracılığıyla sağlanacak destek, deprem sonrası ruhsal iyilik halini destekleyebilir.

Bununla birlikte, gelecekteki depremlere karşı hazırlıklı olmanın önemi vurgulanmalıdır. Bu kapsamda, toplumda deprem bilinci ve hazırlığı için sürekli eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları düzenlenmelidir. Okullar, üniversiteler ve yerel yönetimler, deprem konusunda bilgi ve farkındalık seviyesini artırmak için çeşitli etkinlikler düzenleyebilirler.

Ayrıca, medyanın deprem konusunda etkili bir rol oynayabileceği unutulmamalıdır. Medya, doğru ve güvenilir bilgi yayarak toplumun deprem konusundaki bilincini artırabilir ve önlemler almasını teşvik edebilir. Bu doğrultuda, medya kuruluşlarına deprem konusunda hassasiyet göstermeleri ve doğru bilgiyi aktarmaları çağrısıdır.

Son olarak, toplumsal dayanışma ve iş birliğinin güçlendirilmesi gerekmektedir. Deprem sonrası toplumun bir araya gelerek, etkilenenlere destek olması ve yeniden yapılanma sürecini desteklemesi önemlidir. Bireylerin ve kurumların bir araya gelerek, depremzedelere yardım etmeleri, toplumun dayanıklılığını artırabilir ve iyileşme sürecini hızlandırabilir.

KAYNAKÇA

- Altun, F. (2018). Afetlerin ekonomik ve sosyal etkileri: Türkiye örneği üzerinden bir değerlendirme. Sosyal Çalışma Dergisi, 2(1), 1-15.
- Barka, A. (1999). The 17 August 1999 Izmit Earthquake. Science, 285, 1858 - 1859.
- Bıçakçı, A. B., & Okumuş, F. E. E. (2023). Depremin psikolojik etkileri ve yardım çalışanları. Avrasya Dosyası, 14(1), 206-236.

- Bozkurt, E. (2001). Neotectonics of Turkey – a synthesis. *Geodinamica Acta*, 14, 3 - 30.
- Bozkurt, V. (2023). Depremin toplumsal boyutu. *Avrasya Dosyası*, 14(1), 77-99.
- FIRAT, M. (2022, Nisan-Haziran). Deprem ve Toplumsal Etkileri. *tezkire dergisi*, yıl:31, sayı 80, 47-72
- Gutenberg, B., & Richter, C. F. (1944). Frequency of earthquakes in California. *Bulletin of the Seismological society of America*, 34(4), 185-188.
- Lay, T., S. Das, D. Helmberger, G. Ichinose, J. Polet ve D. Wald. 2005. 2004 Sumatra-Andaman depreminin yırtılma süreci. *Bilim* 308(5725): 1133–1139.
- Lay, T. (2015). The surge of great earthquakes from 2004 to 2014. *Earth and Planetary Science Letters*, 409, 133-146.
- MARANGOZ, M., & Çağrı, İ. Z. C. İ. (2023). Doğal afetlerin ekonomik, sosyal ve çevresel etkilerinin 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler bağlamında girişimciler açısından değerlendirilmesi. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 24(52), 1-30.
- Nakajima, Ş. (2012). Deprem ve sonrası psikolojisi. *Okmeydanı Tıp Dergisi*, 28(2), 150-155.
- Ozawa, S., Nishimura, T., Suito, H., Kobayashi, T., Tobita, M., & Imakiire, T. (2011). Coseismic and postseismic slip of the 2011 magnitude-9 Tohoku-Oki earthquake. *Nature*, 475, 373-376.
- Pacheco, J., & Sykes, L. (1992). Seismic moment catalog of large shallow earthquakes, 1900 to 1989. *Bulletin of the Seismological Society of America*.
- Ruiz, S., Métois, M., Fuenzalida, A., Ruiz, J., Leyton, F., Grandin, R., Vigny, C., Madariaga, R., & Campos, J. (2014). Intense foreshocks and a slow slip event preceded the 2014 Iquique Mw 8.1 earthquake. *Science*, 345, 1165 - 1169.
- Sahin, M., & Tarı, E. (2000). The August 17 Kocaeli and the November 12 Duzce earthquakes in Turkey. *Earth, Planets and Space*, 52, 753-757.
- Stein, R., Barka, A., & Dieterich, J. (1997). Progressive failure on the North Anatolian fault since 1939 by earthquake stress triggering. *Geophysical Journal International*, 128, 594-604.
- Şeker, B. D. (2023). Doğal afetlerin göç üzerindeki etkileri: depremler ve Türkiye. *Göç Dergisi*, 10(2), 173-187.
- Sönmez, M. B. (2022). Depremin psikolojik etkileri, psikolojik destek ve korkuyla baş etme. *TOTBİD Dergisi*, 21(3), 337-343.
- Toksoz, M., Reilinger, R., Doll, C., Barka, A., & Yalçın, N. (1999). Izmit (Turkey) Earthquake of 17 August 1999: First Report. *Seismological Research Letters*, 70, 669-679.

ÇANKIRI İLİNDE HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRMESİ

İsmail Ordu

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Bölümü.

ismail.ordu@yahoo.com

Doç. Dr. Özgür Zeydan

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü.

ozgurzeydan@yahoo.com

ÖZET: Kentleşme, sanayileşme ve fosil yakıtlı motorlu taşıtların artmasıyla birlikte yükseliş gösteren hava kirliliği insan sağlığını tehdit etmektedir. Bu çalışmada, Çankırı ilinin 2022 yılındaki hava kalitesinin incelenip, değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Hava kirletici parametreleri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Hava İzleme İstasyonları ile ölçümü yapılarak, veriler Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı web sitesinde paylaşılmaktadır. 31 Aralık 2021 - 31 Aralık 2022 tarihleri arasında Bakanlık web sitesinden kirletici konsantrasyon verileri elde edilmiştir. Bu veriler, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'ndeki sınır değerler ve Ulusal Hava Kalitesi İndeksi sınır değerleri ile karşılaştırılarak, yorumlanmıştır. Kirleticilerin yıllık ortalama konsantrasyonları, elde edilen verilerle PM₁₀ için 41,14 µg/m³, SO₂ için 11,58 µg/m³, NO₂ için 29,27 µg/m³, CO için 399,13 µg/m³ ve O₃ için 7,87 µg/m³ olarak hesaplanmıştır. Bulgulara göre PM₁₀ dışındaki kirleticilerin sınır değerlerini aşmadığını göstermektedir. PM₁₀ ise özellikle kış aylarında belirgin bir artış göstermiş ve yıl içerisinde sınır değeri 97 gün aştığı belirlenmiştir. Kış aylarında SO₂ ve PM₁₀ konsantrasyonları artarken, yaz aylarında NO₂ konsantrasyon artışı görülmüştür. O₃ konsantrasyonlarının sınır değeri aşmasa bile sonbahar aylarında yükseldiği görülmüştür. Hava kalitesi indeksi (HKİ) değerlendirmesine göre, Çankırı'nın hava kalitesi yıl boyunca "İyi" kategorisi 8422 saat, "Orta" kategorisi 337 saat ve "Hassas" kategorisi ise 1 saat olduğu tespit edilip, genel olarak "İyi" kategorisinde yer almaktadır. Sonuç olarak, Çankırı'da hava kalitesini etkileyen faktörlerin başında sabit kaynaklar ve motorlu taşıtlar geldiği tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarının Çankırı ilinde temiz hava planının hazırlanmasına ve hava kalitesi yönetimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hava Kalitesi, Sınır Değerler, Hava Kalitesi İndeksi, Çankırı

ASSESSMENT OF AIR QUALITY IN ÇANKIRI PROVINCE

ABSTRACT: Air pollution, which is on the rise with urbanization, industrialization, and the increase in fossil-fueled motor vehicles, threatens human health. In this study, it was aimed to examine and evaluate the air quality of Çankırı province in 2022. Air pollutant parameters are measured at Air Monitoring Stations by the Ministry of Environment, Urbanization, and Climate Change, and the data are shared on the National Air Quality Monitoring Network website. Pollutant concentrations data was obtained from the Ministry website between 31 December 2021 and 31 December 2022. These data were interpreted by comparing them with the Air Quality Assessment and Management Regulation limit values and the National Air Quality Index limit values. Based on the data obtained, the annual average concentrations of pollutants were calculated as 41.14 µg/m³ for PM₁₀, 11.58 µg/m³ for SO₂, 29.27 µg/m³ for NO₂, 399.13 µg/m³ for CO, and 7.87 µg/m³ for O₃. The findings show that pollutants other than PM₁₀ do not exceed the limit values. PM₁₀ showed a significant increase, especially in the winter months, and it was determined to exceed the daily threshold 97 times. While SO₂ and PM₁₀ concentrations increased in winter, NO₂ concentration increased in summer. It has been observed that O₃ concentrations increase in the autumn months, even if they do not exceed the limit value. According to the air quality index (AQI) evaluation, Çankırı's air quality was determined to be in the "Good" category for 8422 hours, the "Moderate" category for 337 hours, and the "Unhealthy for Sensitive Groups" for 1 hour throughout the year, and it is generally in the "Good" category. As a result, it has been determined that fixed sources and motor vehicles are the main factors affecting air quality in Çankırı. It is thought that the study's results will contribute to preparing a clean air plan and air quality management in Çankırı province.

Key Words: Air Quality, Limit Values, Air Quality Index, Çankırı

1. GİRİŞ

Artan kentleşme, büyüyen araç filoları ve sanayileşme ve bunların tüketmiş olduğu fosil yakıtlar şehirlerde hava kirliliğine sebep olmaktadır. Hava kirliliği ise insan sağlığını ciddi derecede tehdit etmektedir (Zeydan & Pekkaya, 2021). Türkiye Cumhuriyeti Anayasasının 56. maddesinde “Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir” hükmü yer almaktadır (TCA, 1982). Ayrıca, 2872 sayılı Çevre Kanunu’nun 6. ek maddesinde hava kalitesinin izlenmesinin esas olduğu, hava kalitesi sınır değerleri ve bu sınır değerlerin aşılması için alınacak olan önlemler ile kamuoyunun bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesine ilişkin çalışmaların Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütüleceği hükümleri yer almaktadır (ÇK, 2006). Bu sebeple, Bakanlık bütün illerde hava kalitesi izleme istasyonları kurmuştur. Bu istasyonlardan toplanan veriler kamuoyu ile paylaşılması amacıyla Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı (UHKİA) oluşturularak, ölçüm sonuçları www.havaizleme.gov.tr web sitesinden eş zamanlı olarak yayımlanmaktadır. İlk zamanlar, partikül madde (PM₁₀) ve kükürt dioksit (SO₂) kirlleticilerinin ölçümüyle kurulan Ağ’a, daha sonra azot monoksit (NO), azot dioksit (NO₂), azot oksitleri (NO_x), karbon monoksit (CO), ozon (O₃), PM_{2.5}, benzen-toluen-etilbenzen-ksilen ölçümleri de eklenmiştir. Çevirim içi hava kalitesi izleme işlemlerinin başladığı dönemde toplam 81 adet olan hava kalitesi izleme istasyonu, 2023 yılı itibarıyla istasyonlar toplam 360 adete olmuştur. Bu istasyonların 173’ü PM_{2.5}, 340’ı PM₁₀, 206’sı O₃, 190’ı CO, 305’i SO₂ ve 302’si NO_x parametrelerini ölçmektedir (HKB, 2024).

Ülke genelinde artan hava kalitesi izleme istasyonları ve bu istasyonların ölçtüğü parametre sayısının artması, bakım ve onarımları, kalibrasyonları ile veri alım yüzdesi ve kalitesinin güvenilirliği sebebiyle istasyonların bir merkezden yönetilmesi yerine, etkin ve verimli bir ağ yönetimi için ülke genelinde 8 bölge olarak ayrılmış ve bu bölgelerde merkez bir il seçilerek, Temiz Hava Merkezleri (THM) kurulmuştur. Merkez illerin çevrelerindeki iller de bu merkezden yönetilmektedir. Bu bölgeler ve merkez iller; Güneydoğu Anadolu Bölgesi THM (Diyarbakır), Marmara Bölgesi THM (İstanbul), Güney İç Anadolu Bölgesi (Konya), Doğu Anadolu Bölgesi THM (Erzurum), Kuzey İç Anadolu Bölgesi THM (Ankara), Ege Bölgesi THM (İzmir), Akdeniz Bölgesi THM (Adana), Orta Karadeniz Bölgesi THM (Samsun) merkez olmak üzere 8 bölgede faaliyet göstermektedir. Bildirinin araştırma konusu olan Çankırı ili ise Kuzey İç Anadolu Bölgesi THM’de yer almaktadır (UHKİA, 2024).

1.1. Hava Kalitesi Yönetimi ve Mevzuat

Ülkemizde, 2008 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı (mülga) sorumluluğunda yer alan Avrupa Birliği’nin altı direktifinin (96/62/EC, 99/30/EC, 2000/69/EC, 2002/3/EC, 2004/107/EC ve 2008/50/EC) ulusal mevzuata aktarılması sonucu Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY), Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmeliğin amacı; hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerini önlemek veya azaltmak için belirli hava kalitesi hedeflerini tanımlamak ve oluşturmak, belirlenmiş metotlar ve kriterler kullanarak hava kalitesini değerlendirmek, iyi olan bölgelerde mevcut durumu korumak ve diğer bölgelerde iyileştirme sağlamak, hava kalitesiyle ilgili yeterli bilgi toplamak ve bu bilgileri halka uyarı eşikleri aracılığıyla ileterek bilgilendirmektir. Yönetmelik kapsamında; SO₂, NO₂, O₃, CO ve PM₁₀ ölçülmesi ve analiz edilmesi gereken parametrelerdir (ÇYDM, 2024; HKDYY, 2008). PM₁₀’a kıyasla çok daha tehlikeli olan PM_{2.5} için HKDYY’de limit değer yoktur (Zeydan, 2021).

1.2. Hava Kalitesi İndeksi

Hava kirliliğinin canlı sağlığını doğrudan etkilemesi sebebiyle, hava kalitesi izleme veri sonuçlarının halk ile paylaşılması Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nın sorumluluklarından birisidir. Paylaşılan bu verilerin halk tarafından kolaylıkla anlaşılması için Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) adlı sınıflama sistemine geçilmiştir. HKİ adlı bu sınıflama sistemine göre hava içerisindeki kirliticilerin konsantrasyonlarının miktarına göre hava kalitesi iyi, orta, hassas, sağlıklı, kötü ve tehlikeli olarak derecelendirilmektedir. Şekil 1’de görüldüğü üzere HKİ skalası 0 ile 500 aralığında değişmektedir. HKİ değerinin yükselmesinin, hava kalitesini düşürdüğü ve canlılar için sağlıklı bir ortam oluşturduğu görülmektedir (ÇSİDB, 2024).

Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı'nın (US EPA) tarafından geliştirilen hava kalitesi indeksinin, ulusal mevzuatımız ve limit değerlerimize uyarlanmasıyla ulusal hava kalitesi indeksi hazırlanmıştır. Beş kirletici için hava kalitesi indeksi hesaplanmaktadır. Bunlar; O₃, CO, SO₂, PM₁₀ ve NO₂'dir. Tablo 1'de EPA HKİ kategorileri ve sağlık etkileri verilmiştir. Tablo 2'de ulusal hava kalitesi indeksi için kesme noktaları bulunmaktadır. HKİ kirleticilerinin ulusal sınır değerler ile AB üye ülkeleri sınır değerleri karşılaştırıldığı konsantrasyonlar ise Tablo 3'te sunulmuştur. Her HKİ kesme noktası bir kirlilik konsantrasyonunun karşılığıdır. HKİ hesaplama formülü Eşitlik 1 ve 2'de verilmiştir (ÇŞİDB, 2024).

$$HKİ = \left[\frac{I_{hi} - I_{low}}{BP_{hi} - BP_{low}} \right] \times (C_p - BP_{low}) + I_{low} \quad (1)$$

$$Nihai\ HKİ = \max(HKİ_1, HKİ_2, HKİ_3, \dots, HKİ_n) \quad (2)$$

Eşitliklerde;

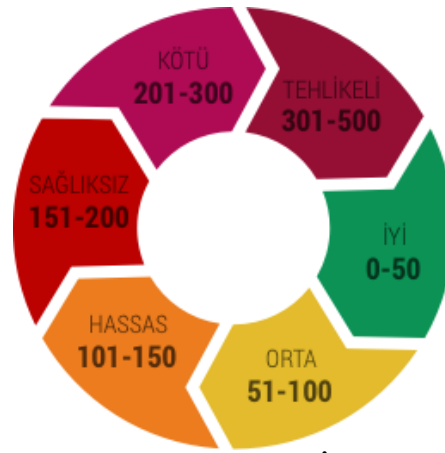
C_p : kirleticinin konsantrasyonu,

BP_{hi} : C_p değerine göre kesme noktası üst sınırı,

BP_{low} : C_p değerine göre kesme noktası alt sınırı,

I_{hi} : BP_{hi} değerine denk gelen HKİ değeri,

I_{low} : BP_{low} değerine karşılık gelen HKİ değeridir.



Şekil 1: Hava Kalite İndeksi

Tablo 1: EPA HKİ Kategorileri ve Sağlık Etkileri

HKİ Değeri	İndeks Kategorisi	Renk	Sağlık Etkileri
0 – 50	İyi	Yeşil	Hava kalitesi memnun edici ve hava kirliliği düşük risk taşıyor veya hiç risk oluşturmuyor.
51 – 100	Orta	Sarı	Hava kalitesi genel olarak iyi olsa da, nadir durumlarda hava kirliliğine son derece hassas olan az sayıdaki insanlar için belirli kirleticiler açısından orta düzeyde sağlık endişesi oluşabilir.
101 – 150	Hassas	Turuncu	Sağlık etkileri hassas gruplar için ortaya çıkabilir, ancak genel olarak halkın etkilenmesi olası değildir.
151 – 200	Sağlıksız	Kırmızı	Halkın bazı üyeleri sağlık sorunları yaşayabilirken, hassas gruplardaki bireyler daha ciddi sağlık etkileriyle karşılaşabilir.
201 – 300	Kötü	Mor	Sağlık olarak acil durum yaratabilir ve nüfusun tamamının etkilenmesi yüksek olasılığa sahiptir.
301 – 500	Tehlikeli	Kahverengi	Sağlık alarmı: Herkes daha ciddi sağlık etkileri ile karşılaşabilir.

Kaynak: ÇŞİDB.

CLICS | Proceeding Book

clics.duzce@gmail.com

<https://clics.duzce.edu.tr/>

Tablo 2: Ulusal Hava Kalitesi İndeksi Kesme Noktaları

İndeks	HKİ	SO ₂	NO ₂ [µg/m ³]	CO [µg/m ³]	O ₃	PM ₁₀
		[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
		1 Sa. Ort.	1 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	24 Sa. Ort.
İyi	0 – 50	0 – 100	0 – 100	0 – 5500	0 – 120	0 – 50
Orta	51 – 100	101 – 250	101 – 200	5501 – 10000	121 – 160	51 – 100
Hassas	101 – 150	251 – 500	201 – 500	10001 – 16000	161 – 180	101 – 260
Sağlıksız	151 – 200	501 – 850	501 – 1000	16001 – 24000	181 – 240	261 – 400
Kötü	201 – 300	851 – 1100	1001 – 2000	24001 – 32000	241 – 700	401 – 520
Tehlikeli	301 – 500	>1101	>2001	>32001	>701	>521

Kaynak: ÇŞİDB.

Tablo 3: Parametrelerin Limit Değerleri.

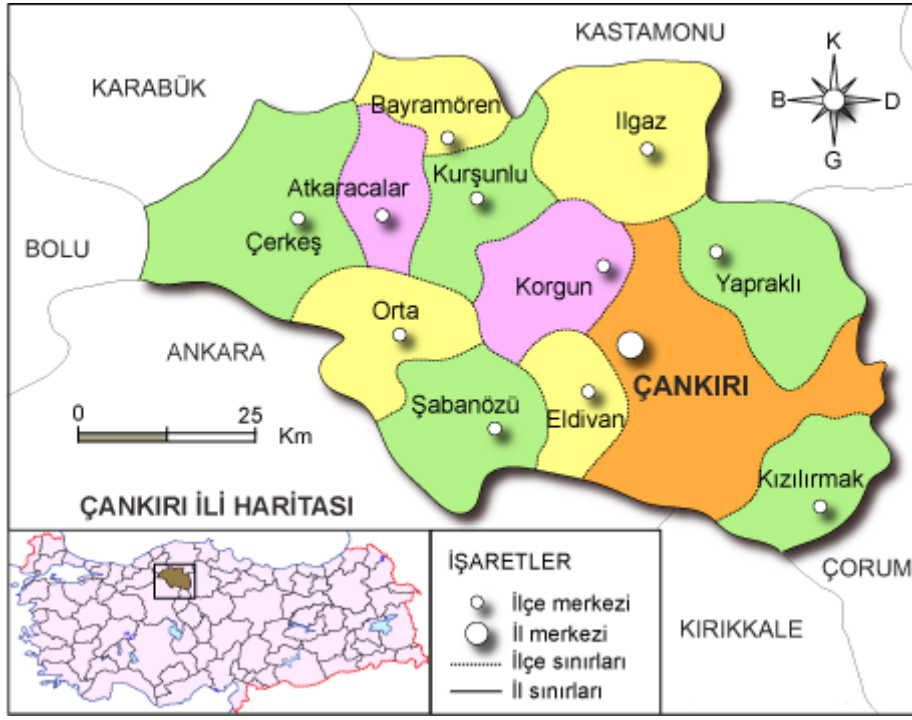
Parametre	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
	1 Sa. Ort.	1 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	8 Sa. Ort.	24 Sa. Ort.
Ulusal Sınır Değer	350	200	10000	120	50
AB Üye Ülkeleri Sınır Değeri	350	200	10000	120	50

Kaynak: ÇŞİDB, HKDYY.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Çalışma Alanı

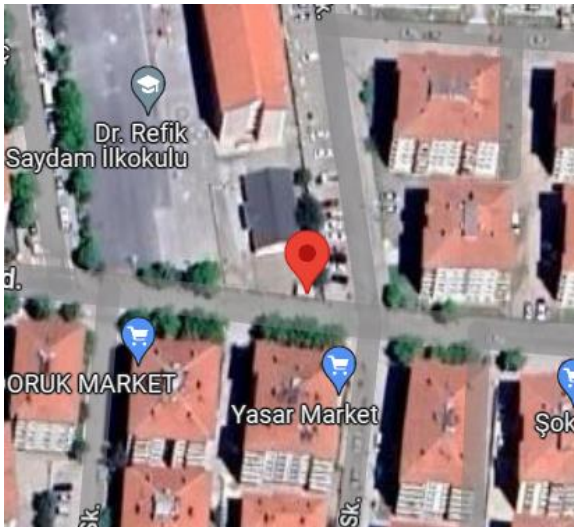
Çankırı, İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan, kuzeyinde Kastamonu, kuzey batısında Karabük, batısında Bolu, güneyinde Ankara ve Kırıkkale, doğusunda Çorum illeri bulunan bir ildir. Şekil 2'de Çankırı ili ve ilçeler haritası gösterilmiştir. Çankırı ili, Merkez (Çankırı), Atkaracalar, Kızılırmak, Çerkeş, Ilgaz, Bayramören, Orta, Kurşunlu, Korgun, Eldivan, Yapraklı ve Şabanözü ilçelerinden oluşur. 2023 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine göre il toplam nüfusu 205.501'dir (TÜİK/ADNKS, 2024). Şehir sınırları içerisinde, 4 organize sanayi bölgesi, 3 küçük sanayi sitesi, il merkezinde olmak üzere 3 adet hazır beton tesisi, 4 adet tuz işleme tesisi ve 1 adet MKE silah üretim tesisi bulunmaktadır. Bu tesislerin, il merkezinde bulunan hava kalitesi izleme istasyonuna olan mesafeleri ise şu şekildedir: Dört OSB'nin mesafeleri en yakından en uzağa 17,46 – 63,83 km arasında değişmektedir. Üç KSS'nin mesafesi en yakından en uzağa 3,86 – 66,64 km arasında değişmektedir. Üç hazır beton tesisinin mesafeleri 2,75 – 5,10 km arasında değişmektedir. Dört tuz işleme tesislerinin mesafeleri 3,06 – 12,83 km arasında değişmektedir. MKE silah üretim tesisinin izleme istasyonuna mesafesi ise 4,72 km olarak ölçülmüştür (ÇATSO, 2024).



Şekil 2: Çankırı il ve ilçeler haritası
Kaynak: Coğrafya Harita, 2024.

2.2. Veri Temini

Çalışmada kullanılan hava kalitesi ölçüm verileri, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından işletilen Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı'ndan (UHKİA) elde edilmiştir. Çankırı ilinde bir tane hava kalitesi ölçüm istasyonu bulunmaktadır. İstasyon 40.595924 Kuzey ve 33.624321 Doğu koordinatında yer almakta ve Dr. Refik Saydam İlkokulu'nun bahçesinde bulunmaktadır. Şekil 3 ve 4'te istasyonun harita üzerindeki yeri ve yakın çekim görüntüsü yer almaktadır. SO₂, NO₂, CO, O₃ ve PM₁₀ kirleticilerinin konsantrasyonları 31.12.2021 – 31.12.2022 tarihleri arasında toplamda 366 günlük elde edilmiştir. SO₂ ve NO₂ kirleticileri için saatlik verilerin 1 saatlik, CO ve O₃ kirleticileri için saatlik verilerin 8 saatlik, PM₁₀ kirleticisi için saatlik verilerin 24 saatlik ortalamaları alınmıştır. 31.12.2021 tarihine ait verilerin alınmasının sebebi 1.1.2022 tarihine ait HKİ değerinin hesaplanması sırasında CO, O₃ ve PM₁₀ kirleticilerinin hareketli ortalamalarının hesaplanacak olmasıdır.



Şekil 3: İstasyonun haritadaki yeri

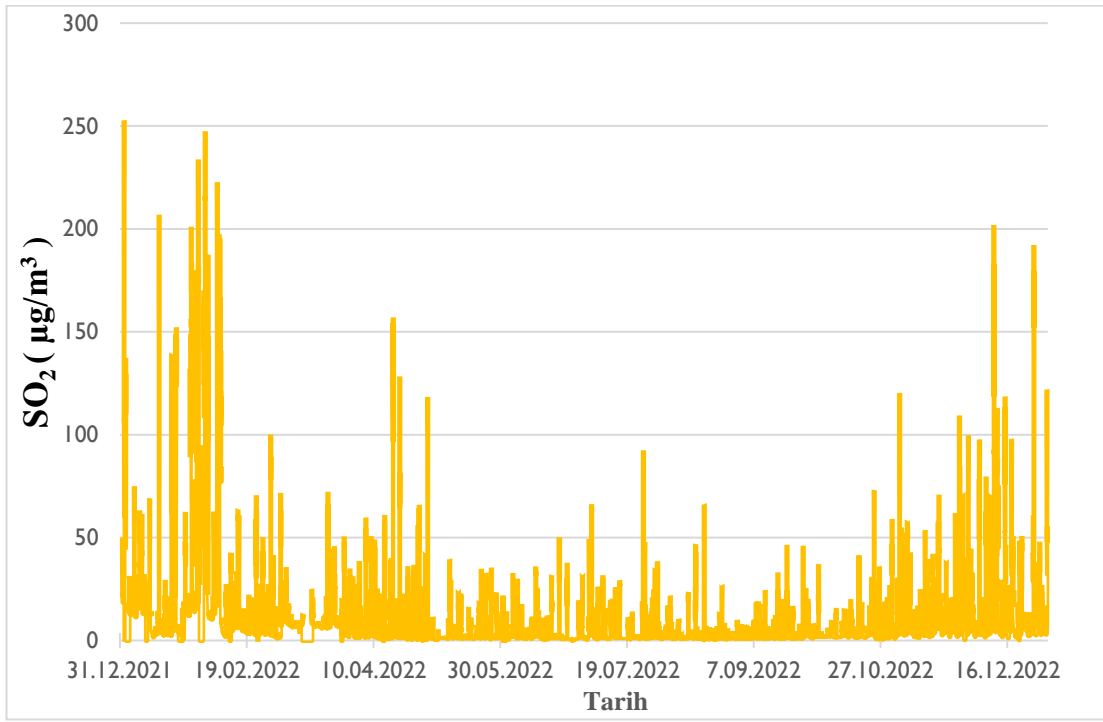


Şekil 4: İstasyonun yakın görüntüsü

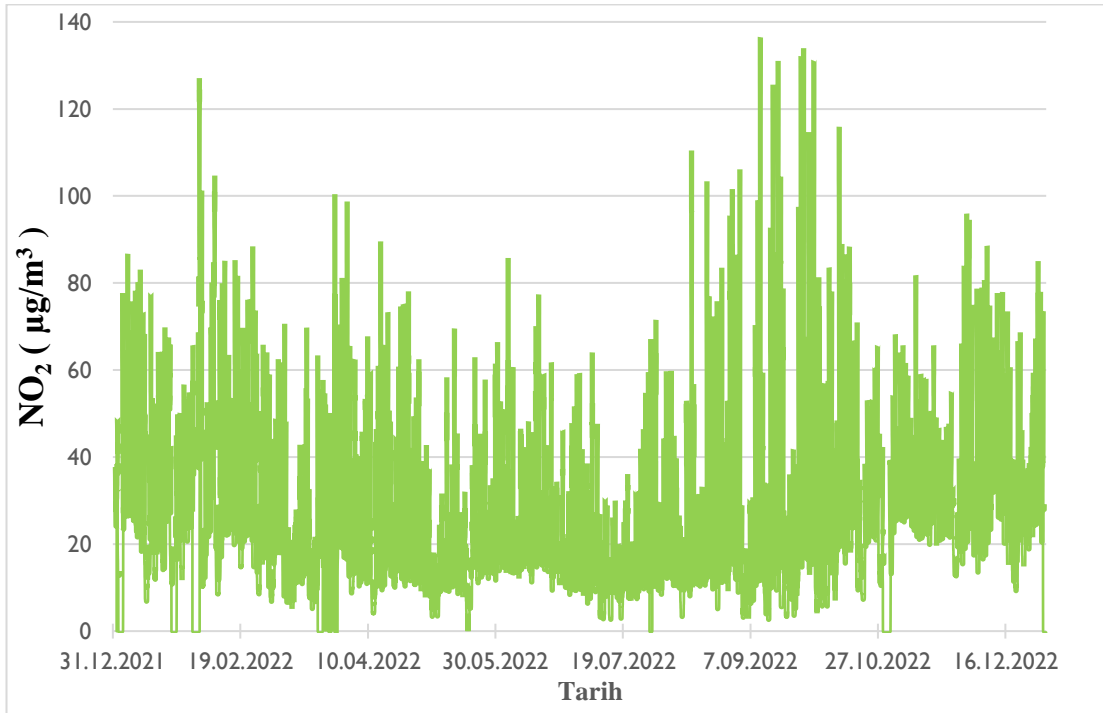
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Şehir bulunan tek ölçüm istasyonu tarafından ölçülmüş olan her bir kirleticinin için HKDYY’nde belirtilen zamanlardaki ortalama konsantrasyonları hesaplanmıştır. Hesaplanan konsantrasyonların grafikleri çizilmiştir. Kirleticilerin ortalama konsantrasyon değerleri değerlendirilmiştir (HKDYY, 2008). SO₂, NO₂, CO, O₃ ve PM₁₀ kirleticilerinin zaman serisi olarak çizilmiş konsantrasyon grafikleri sırasıyla Şekil 5, 6, 7, 8 ve 9’da gösterilmiştir. Genellikle içeriğinde kükürt bulunan yakıtlardan kaynaklanan SO₂ kirleticisi Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında pik yaptığı görülmüştür (Şekil 5). Ancak, 1 saatlik ortalama sürenin sınır değeri olan 350 µg/m³ değeri aşılmamıştır. Yönetmelikte, NO₂ kirleticisi insan sağlığı için kontrol edilmesi gereken diğer bir kirleticisi olarak belirtilmektedir. NO₂ konsantrasyonunun zaman serisi grafiği incelendiğinde Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında konsantrasyonun diğer aylara göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 6). Bu kirleticisi de yönetmelikte belirtilen sınır değeri (200 µg/m³) aşmamıştır. CO konsantrasyonları ise Ocak, Eylül, Ekim, Kasım aylarında birkaç kere pik yapmıştır (Şekil 7). CO için yönetmelikte belirtilen 8 saatlik ortalamasının sınır değeri (10000 µg/m³) aşılmadığı görülmüştür. Oksitleme özelliği yüksek ve aynı zamanda sera gazı olan O₃ kirleticisi de yönetmelikte belirtilen sınır değeri aşmamıştır (Şekil 8). Ancak O₃ konsantrasyonunun diğer aylarda olmadığı kadar Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında yükseldiği görülmüştür. Ozonun yaz aylarında daha yüksek konsantrasyona sahip olması beklenir. Ancak, iklim değişikliğine bağlı olarak ısınmanın yüksek olduğu sonbahar aylarında da yüksek ozon konsantrasyonlarının oluştuğu Zhang ve Wang (2016) tarafından rapor edilmiştir. PM₁₀ haricindeki diğer kirleticilerin (SO₂, NO₂, CO ve O₃) yönetmelikteki sınır değerleri aşılmadığı görülmüştür. PM₁₀ ise 2022 yılı içerisinde 24 saatlik limit olan 50 µg/m³ değerini toplamda 97 gün aşmıştır (Şekil 9). Sınır değeri aşılmadığı tek ay temmuz ayıdır. Kış mevsimindeki SO₂ ve PM₁₀ konsantrasyon artışını, yaz mevsiminde azalmalar izlemiştir. Yaz aylarındaki NO₂ artışının şehre dışarıdan gelen motorlu taşıtların artmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Kışın aylarındaki NO₂ artışının ise sabit kaynaklar ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. NO₂ ile birlikte aynı kaynaklardan çıkma ihtimali olan CO konsantrasyonunun arttığı dönemlere bakılınca benzer yükselişler göstermektedir. Ayrıca, PM₁₀, SO₂, NO₂, CO ve O₃ kirleticilerinin yıllık ortalama konsantrasyonları sırası ile 41,14 µg/m³, 11,58 µg/m³, 29,27 µg/m³, 399,13 µg/m³ ve 7,87 µg/m³ olarak hesaplanmıştır.

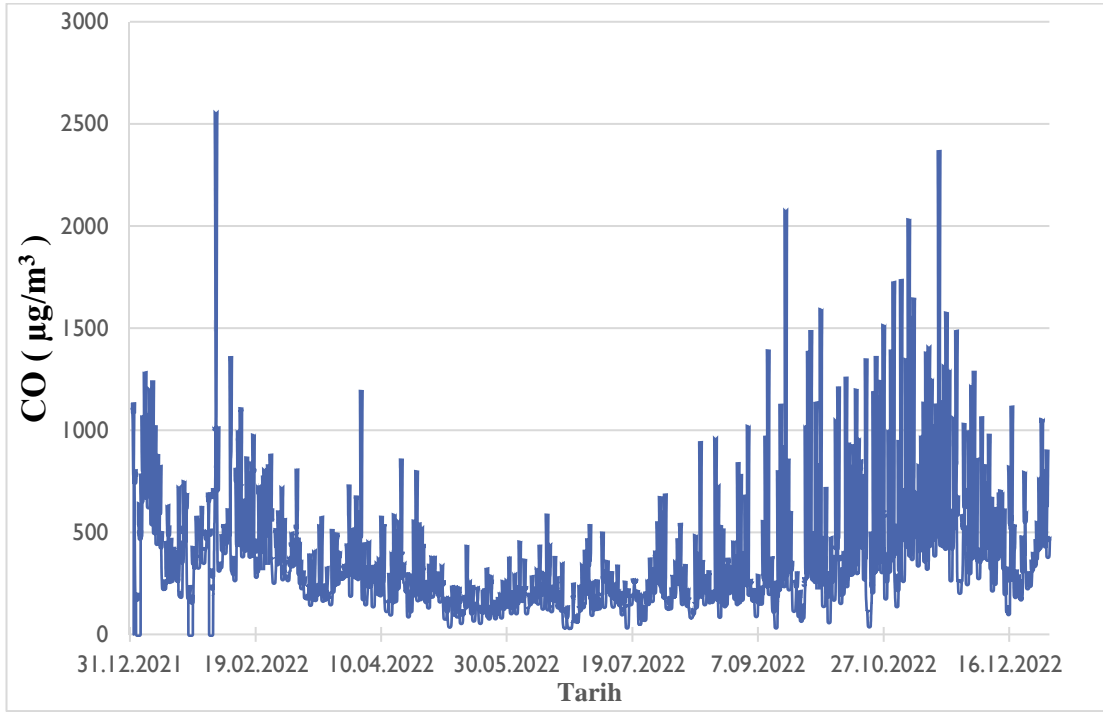
Analiz edilen beş kirleticinin konsantrasyonları ve Eşitlik 1’deki formül kullanılarak Çankırı ilindeki bir yıl süresindeki HKİ değerleri saatlik olarak hesaplanmıştır. SO₂ ve NO₂ HKİ’de 1 saatlik olarak gösterildiği için ölçülen değer doğrudan formüle aktarılmıştır. CO ve O₃ için 8’er saatlik ve PM₁₀ için de 24 saatlik hareketli ortalama hesaplanmıştır. Her bir kirleticisi için bulunan HKİ değeri kullanılarak en yüksek HKİ değeri tespit edilmiş ve nihai HKİ olarak belirlenmiştir. Nihai HKİ değerleri zaman serisi olarak Şekil 10’da gösterilmiştir. 2022 yılı boyunca nihai HKİ değerleri 3,60 – 101,31 arasında değişmiştir. HKİ sınıflarında “İyi” kategorisi 0 – 50 arasında, “Orta” kategorisi ise 51 – 100 arasında değerler alırken, “Hassas” kategorisi 101 – 150 arasında değerler almaktadır. İncelenen yıl boyunca “İyi” kategorisi 8422 saat, “Orta” kategorisi 337 saat, “Hassas” kategorisinin de 1 saat olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara bakarak, indekse en çok etki eden kirleticinin PM₁₀ olduğu görülmüştür.



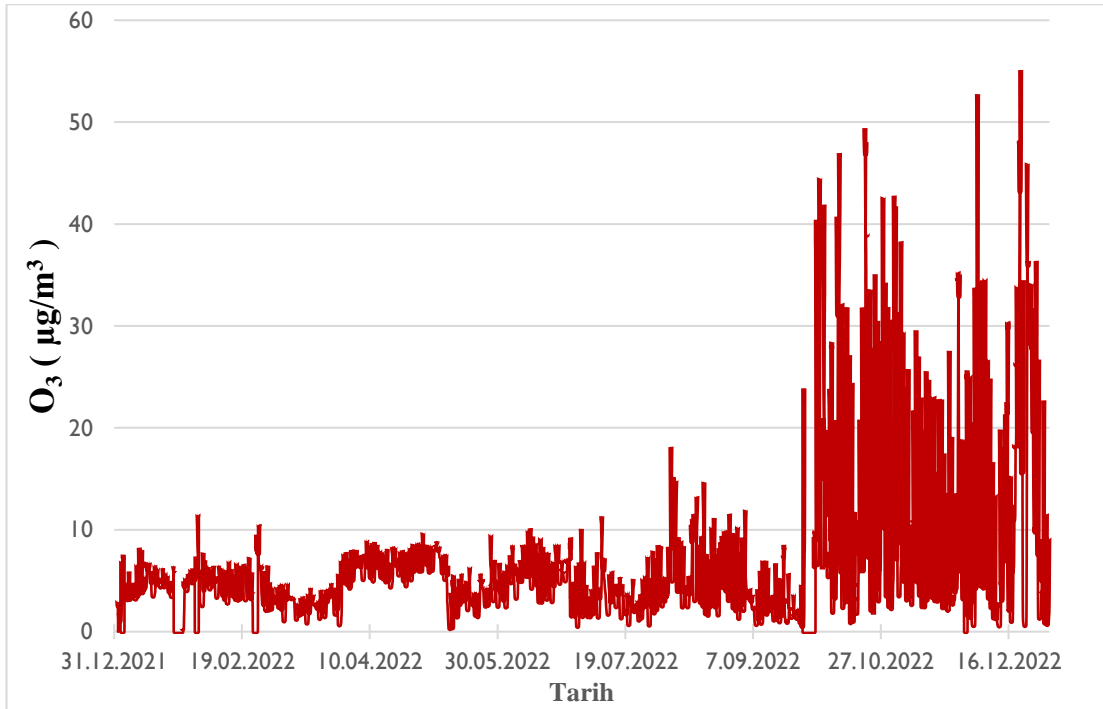
Şekil 5: Çankırı hava izleme istasyonu SO₂ konsantrasyonları



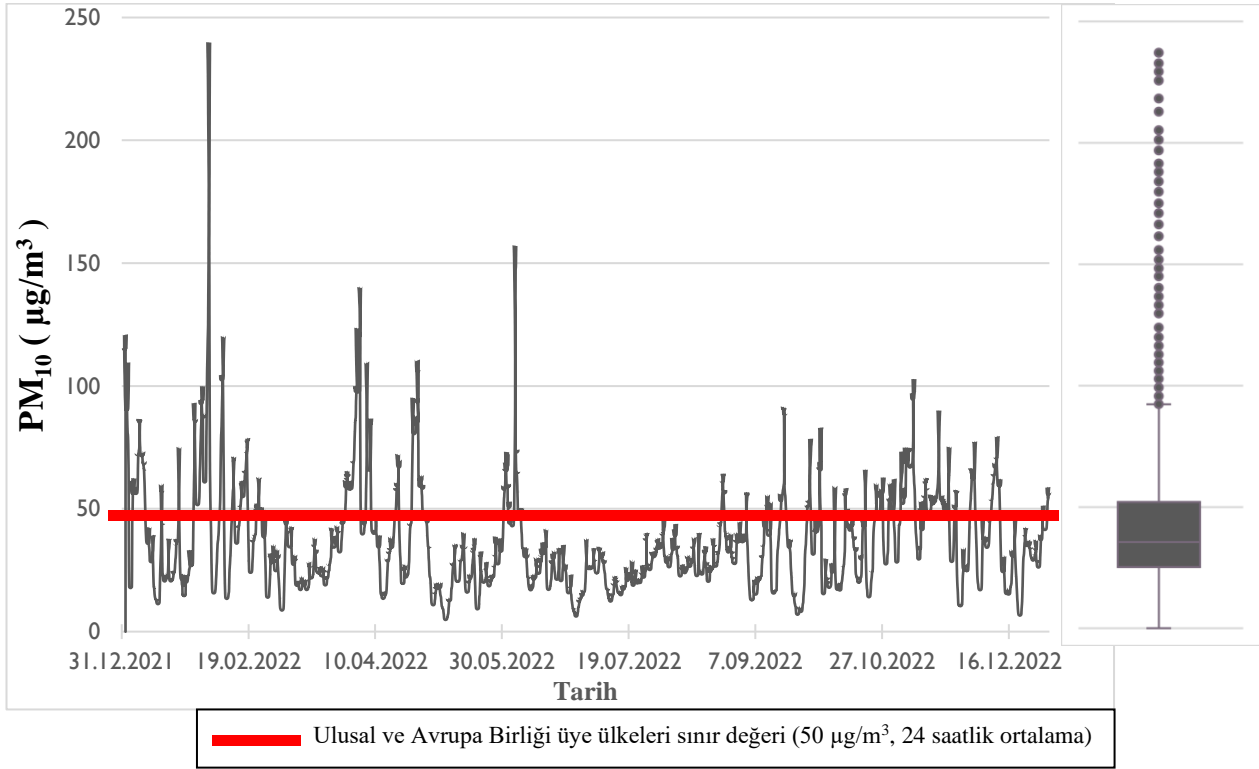
Şekil 6: Çankırı hava izleme istasyonu NO₂ konsantrasyonları



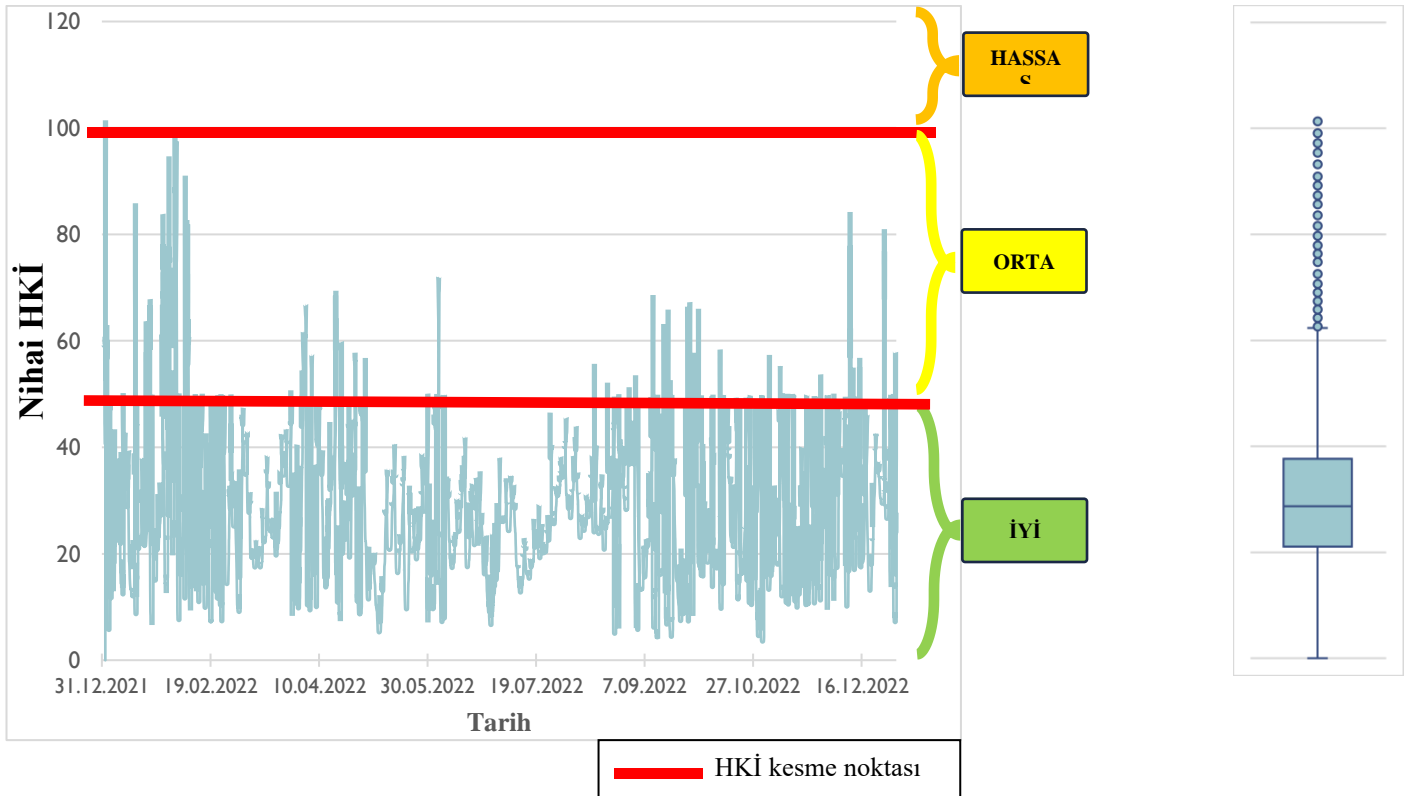
Şekil 7: Çankırı hava izleme istasyonu CO konsantrasyonları



Şekil 8: Çankırı hava izleme istasyonu O₃ konsantrasyonları



Şekil 9: Çankırı hava izleme istasyonu PM₁₀ konsantrasyonları



Şekil 10: Çankırı hava izleme istasyonu HKİ değerleri

Çankırı’da 2013 – 2017 yılları arasında yapılan benzer bir çalışmada, PM₁₀ ve SO₂ kirleticilerinin kış sezonunda paralel olarak yükseldiği belirtilmiş ve hava kalitesinin PM₁₀ kirleticisine bağlı olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada SO₂ kirleticisinin sınır değerleri aşmadığı bulunmuştur. 5 yıl boyunca 1783 gün PM₁₀ ölçümü yapıldığı, HKİ’nin 1158 gün “İyi”, 544 gün “Orta”, 81 gün “Hassas” kategorisinde olduğu vurgulanmıştır

(Yılmaz, 2019). Bu sonuçlara göre Çankırı’da hava kalitesinin önceki yıllara nazaran biraz daha iyileşmiş olduğu söylenebilir. Diğer bir çalışmada ise Zonguldak ili metropolitan bölgede hava kalitesi modellenmesi yapılmış ve sonuçlar HKİ’ye göre yorumlanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre hava kalitesi SO₂ açısından “Tehlikeli”, ve PM₁₀ açısından da “Hassas” olarak belirlenmiştir. Kirleticilerin başlıca kaynağının termik santraller ve ısınma olduğunu belirtilmiştir (Zeydan ve Yıldırım, 2015). Zonguldak’taki hava kalitesinin ise Çankırı’ya kıyasla daha kötü olduğu söylenebilir.

SONUÇ

İnsanların çoğunluğunun kentlerde yaşadığı düşünüldüğünde, kentsel alanların hava kalitesinin hayat standardı üzerindeki etkisi büyüktür. Çankırı’da hava kalitesini etkileyen faktörler sabit kaynaklar ve motorlu taşıtlardır. Konutlarda yakılan kömür, doğalgaz ve fueloil yakıtları ile motorlu taşıtlarda kullanılan benzin, motorin ve LPG’nin yakılması ile açığa çıkan gaz ve partikül maddeler hava kalitesinde önemli rol oynamaktadır. Bilhassa kış dönemi geldiğinde ısınma amaçlı kullanılan kömür ve fuel-oil gibi yakıtlar, içerdikleri maddeler sebebiyle PM₁₀ ve SO₂ kirleticilerinin başlıca kaynaklarıdır. Bu kirleticilerin özellikle kış döneminde yükselmesinin sebebi bu şekilde açıklanabilmektedir. Taşıtlardaki motorin yakıtı da önemli bir PM₁₀ kaynağıdır. CO, NO₂ gibi kirleticiler yıl boyunca ortaya çıkmıştır. Artışları ise paralellik göstermektedir. Özellikle yaz döneminde artan bu iki kirletici, Çankırı ilinin o dönemde yurtdışında veya il dışından şehre tatile gelen taşıtlardan kaynaklandığı görülmektedir. Taşıt ve sabit kaynaklardaki verimsiz yanma büyük havayı kirleten en büyük etkendir. Çankırı ilinin hava kalitesini belirleyen parametre PM₁₀ kirleticisidir.

Endüstri kaynaklı hava kirliliğine bakılacak olursa, KSS’lerin ve hazır beton tesislerinin hava kalitesini etkileyecek kadar önemli emisyonu sahip olmadığı söylenebilir. OSB’ler ise izleme istasyonunda ölçülen kirliliğe katkıda bulunabilecek konumdan epey uzaktadırlar. Silah üretim tesisi ve tuz işleme tesislerinin etkilerinin de çok fazla olmadığı söylenebilir. Ancak, tesislerin emisyonları daha iyi denetlenip, eksiklik görüldüğü takdirde yaptırımların uygulanması hava kalitesinin iyileştirilmesi açısından gereklidir.

Şehrin hava kalitesine bakıldığında genel olarak “İyi” kategorisindedir. Buna sebep olarak şehrin nüfusu, taşıt ve konut sayıları, şehirde ısınma amacı ile doğalgaz gibi diğer fosil yakıtlara nazaran daha temiz olan yakıtın tercih edilmesi, çevresinden veya içinden otoyol geçmemesi, ağır sanayinin şehir merkezine yakın olmaması büyük etkenlerdir. Kömür, fueloil yakılan konutların doğalgaza geçmesi, fosil yakıtla çalışan motorlu taşıtların elektrik yakıtlı taşıtlarla değiştirilmesi ile hava kalitesinin daha da iyileşeceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- ÇATSO (2024). İmalatçı Üyelerimiz, Çankırı Ticaret ve Sanayi Odası, Erişim Tarihi: 25.02.2024, <https://www.catso.org.tr/TicaretNoktas%C4%B1/%C4%B0malat%C3%A7%C4%B1%C3%9Cyelerimiz/tabid/19497/Default.aspx>
- Coğrafya Harita (2024). Türkiye İl Haritası 2, Erişim Tarihi: 17.02.2024, http://coğrafyaharita.com/turkiye_mulki_idare_haritalari2.html
- ÇK (2006). Çevre Kanunu (Kanun No. 2872), Resmî Gazete 18132 (11.08.1983), Erişim Tarihi: 17.02.2024, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.2872.pdf>
- ÇŞİDB (2024). Hava Kalitesi İzleme Sistemi, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Erişim Tarihi: 17.02.2024, <https://sim.csb.gov.tr/Home/HKI>
- ÇYDM (2024). Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü – Yönetmelikler, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Erişim Tarihi: 17.02.2024, <https://cygm.csb.gov.tr/yonetmelikler-i-440>
- HKB (2024). Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü – Hava Kalitesi Bülteni, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Erişim Tarihi: 17.02.2024, https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/ocak-2024_bulten-raporu-20240308125314.pdf
- HKDYY (2008). Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, Resmî Gazete 26898 (06.06.2008), Erişim Tarihi: 16.11.2023, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=12188&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
- TCA (1982) Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, Erişim Tarihi: 17.02.2024, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.2709.pdf>

- TÜİK/ADNKS (2024). Türkiye İstatistik Kurumu, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi, Erişim Tarihi: 17.02.2024, <https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr>
- UHKİA (2024). Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı, Erişim Tarihi: 17.02.2024, <https://sim.csb.gov.tr/intro/uhkia>
- Yılmaz, M. (2019). Çankırı Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi: 2013-2017, *Smyrna Tıp Dergisi*, 9 (2), 20-27.
- Zeydan, Ö. (2021). 2019 Yılında Türkiye’deki Partikül Madde (PM₁₀) Kirliliğinin Değerlendirilmesi, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11 (1), 106-118.
- Zeydan, Ö., ve Pekkaya, M. (2021). Evaluating air quality monitoring stations in Turkey by using multi criteria decision making, *Atmospheric Pollution Research*, 12 (5), 101046.
- Zeydan, Ö. ve Yıldırım, Y. (2015). “Zonguldak Metropolitan Bölgesinde Hava Kalitesi Modellemesi” 6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu’nda sunulmuş tebliğ, 7-9 Ekim.
- Zhang, Y., ve Wang, Y. (2016). Climate-driven ground-level ozone extreme in the fall over the Southeast United States, *PNAS*, 113 (36), 10025–10030.

AFET YÖNETİMİNDE SİVİL TOPLUM KURULUŞLARININ ÖNEMİ VE 6 ŞUBAT 2023 ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Hamza Ateş

*Istanbul Medeniyet Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi
ates.hamza@gmail.com*

Mine Meydancı

*Istanbul Medeniyet Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi, Yerel Yönetimler ve Şehircilik Tezli Yüksek Lisans
minemeydanci@gmail.com*

ÖZET: Afetler, normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan, toplumun tamamı veya bazı kesimleri için fiziksel, maddi ve sosyoekonomik kayıplara yol açan doğal, teknik veya insan kaynaklı olaylar olarak tanımlanmaktadır. Gerçekte afet, bir olayın kendisinden ziyade o olayın sonucudur. İnsanlık, afetlere müdahale etmenin ve sonuçlarını azaltmanın en etkili yollarını araştırarak yeni teknikler yaratmış ve tarih boyunca karşılaştığı trajedilerden dersler çıkarmıştır. Canlı ve cansız varlıklar üzerinde önemli etkileri olan afetler öncesinde gerekli hizmet koordinasyonunun kurulması, olay meydana gelir gelmez çeşitli yardım şekillerine hazırlıklı olunması ve sürecin en verimli şekilde yürütülmesinin ancak dikkatli bir planlama ile mümkün olduğu görülmüştür. Afet Yönetimi, afet öncesinde zarar azaltma ve hazırlık, afet sırasında müdahale ve afet sonrasında iyileştirme ve toparlanma için gerekli kaynak ve faaliyetleri organize eden ve yöneten çok disiplinli, çok aktörlü etkin bir süreçtir. Amacı, afetlerin yol açtığı zararları azaltmaktır. Devlet kurumlarının ve sivil toplumun katılımını merkeze alan bir çerçeve afet yönetimi olarak adlandırılır. Sivil Toplum Kuruluşları (STK) afet yönetimi sürecinde çok önemlidir; çünkü afetlerle ilişkili risk ve kayıpları azaltırlar. Afetler sırasında arama ve kurtarma operasyonları öncelikli olsa da yardım eninde sonunda insani yardıma dönüşür. Bu aşamada STK'ların oynadığı roller daha önemli hale gelir. Gönüllülüğün önemi afet sürecinde daha da belirginleştikçe STK'ların insani yardım alanındaki yoğunluğu da ortaya çıkıyor. Benzer bir durum 6 Şubat'ta Kahramanmaraş merkezli depremlerde 2.000'e yakın sivil toplum kuruluşunun olay yerinde olmasıyla da yaşanmıştır. Bu bakış açısından hareketle, sivil toplum kuruluşlarının (STK) afet yönetimindeki önemi ve 6 Şubat Kahramanmaraş Depremi sırasındaki rol ve becerilerinin ele alındığı bu çalışmada, literatür taraması ve nitel araştırma yöntemleri kullanılarak analizler yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Afet, Sivil Toplum Kuruluşları, Yönetim

THE IMPORTANCE OF CIVIL SOCIETY ORGANIZATIONS IN DISASTER MANAGEMENT AND THE EXAMPLE OF FEBRUARY 6, 2023

ABSTRACT: Disasters are defined as natural, technical, or human-caused occurrences that halt or interrupt normal life and human activities and inflict physical, material, and socioeconomic casualties for the entire society or for some segments of it. In actuality, a disaster is the outcome of an event rather than the event itself. Through studying the most effective ways to respond to disasters and how to lessen their consequences, humanity has created new techniques and learned lessons from the tragedies it has faced throughout history. It has been observed that only with careful planning is it possible to establish the required service coordination prior to disasters that have significant effects on both living and non-living things, to be prepared for various forms of assistance as soon as the event occurs, and to carry out the process in the most efficient manner. Disaster Management is a multidisciplinary, multi-actor effective process that organizes and manages the resources and activities required for mitigation and preparation prior to the disaster, response during the disaster, and recovery and recovery following the disaster. Its goal is to lessen the damages caused by disasters. A framework centered on the involvement of state entities and civil society is referred to as disaster management. Non-Governmental Organizations (NGOs) are crucial to the disaster management process because they lessen the risks and losses associated with catastrophes. While search and rescue operations take precedence during catastrophes, the assistance eventually transitions into humanitarian relief. At this time, the roles played by NGOs become more significant. The density of NGOs in humanitarian relief becomes evident as the importance of voluntarism becomes more and more apparent during the catastrophe process. This was similarly the situation on February 6, when around 2,000 non-governmental organizations were on the scene of

the earthquakes centered in Kahramanmaraş. Based on this viewpoint, the significance of non-governmental organizations (NGOs) in disaster management and their roles and skills during the 6 February Kahramanmaraş Earthquake are addressed in this study, which includes a review of the literature and analysis using qualitative research methodologies.

Key Words: Disaster, Civil Society Organizations, Governance

GİRİŞ

Afetler, öngörülemeyen olmaları nedeniyle sürekli olarak hazırlıklı olunması gereken durumlardır. Hayat kurtarmak ve sosyal rehabilitasyonu teşvik etmek amacıyla, kriz sırasında ve sonrasında hızlı hareket etmek çok önemlidir. Felaketin meydana geldiği andan itibaren her türlü yardıma hazırlıklı olmak ancak dikkatli bir hazırlıklı mümkündür. Son birkaç yılda yaşanan korkunç olayları önlemek için hem yurt içinde hem de yurt dışında araştırmalar yapılmasının nedeni budur. Afet yönetimi kavramı, afetlere hazırlık, afetlere müdahale ve afet sonrası iyileştirme gibi tüm faaliyetlerde yürütülecek çalışmaların toplumun tüm kesimlerini kapsayacak şekilde planlanması, yönlendirilmesi, desteklenmesi, koordine edilmesi, etkin ve verimli bir şekilde uygulanmasını sağlamak üzere gerekli mevzuat ve kurumsal yapıların oluşturulması veya yeniden düzenlenmesi ve toplumun tüm kurum ve kuruluşları ile kaynaklarının bu ortak hedefler doğrultusunda yönetilmesi anlamına gelmektedir. Sivil Toplum Kuruluşları (STK'lar), afetlerle ilişkili riskleri ve zararları azalttıkları için afet yönetimi sürecinde çok önemlidir. Sivil Toplum Kuruluşları (STK'lar) küresel çapta çalışan ve çoğunlukla insan hakları, çevre, eğitim ve yoksulluk konularına odaklanan kâr amacı gütmeyen sivil projelerdir. İki isimle anılırlar: Hükümet Dışı Kuruluşlar (STK'lar) ve Sivil Toplum Kuruluşları (STK'lar). Bazı yayınlarda STK'lardan Üçüncü Sektör olarak bahsedilmektedir. Hükümetler birinci sektörü, ticari girişimler ikinci sektörü, STK'ların gönüllü faaliyetleri ise üçüncü sektörü temsil etmektedir. Kriz dönemlerinde hayati görev ve hizmetler sunan sivil toplum kuruluşları (STK'lar), esasen küresel demokratikleşmenin büyüme ve ilerlemesinin bir sonucu olarak görülmektedir. Yüzyılın Felaketi olarak adlandırılan 6 Şubat 2023'teki depremlerde STK'lar hemen devreye girerek geniş bir yelpazede yardım sunmaya çalışmıştır. Bu özel senaryoda, sivil toplum kuruluşlarının (STK'lar) afet yönetimi prosedürlerinde önemli paylara sahip olduğu ve halkın refahını korumada hayati önem taşıdığı açıktır.

1. Afet Yönetimi

Sözlükte felaketin tanımı doğanın yol açtığı yıkımı tanımlarken, "afet" terimi birden fazla felaketin bir arada yaşandığı bir durumu tanımlamak için kullanılır. (Türk Dil Kurumu (TDK), 1988: 18). Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'na (AFAD) göre afet, bir ülkenin ekonomisini, toplumunu ve psikolojisini önemli ölçüde etkileyen, günlük yaşamı kesintiye uğratan veya sona erdiren ve çoğu zaman baş etme mekanizmasının yetersiz kaldığı her türlü durumdur. (AFAD, 2014: 23)

Afet yönetiminin amacı, olayları afete dönüşmeden durdurmak ya da neden oldukları zararı azaltmaktır. Afetlere hazırlık, afetlere müdahale ve afet sonrası iyileştirme gibi tüm faaliyetlerde yürütülecek çalışmaların toplumun tüm kesimlerini kapsayacak şekilde planlanması, yönlendirilmesi, desteklenmesi, koordine edilmesi, etkin ve verimli bir şekilde uygulanmasını sağlamak üzere gerekli mevzuat ve kurumsal yapıların oluşturulması veya yeniden düzenlenmesi ve toplumun tüm kurum ve kuruluşları ile kaynaklarının bu ortak hedefler doğrultusunda yönetilmesini ifade eder. Daha geniş bir kavram olan yönetimden çok da farklı olmayan, ancak özellikle bu konu için yeniden değerlendirilen bazı temel hedef ve kavramlara sahip olan afet yönetimi kavramının dört aşaması vardır.

1. Risk değerlendirmesi ve azaltılması
2. Hazırlanmak
3. Müdahale etmek
4. Geliştirme

1.1. Risk ve Zarar Azaltma

Afet risk ve tehlikesinin belirlenmesi, mümkün olduğunca önlenmesi veya önemli kayıplara yol açmaması için gerekli tedbirlerin alınması, halkın bu konularda eğitilmesi, bilinçlendirilmesi ve baş etme mekanizmalarının

geliştirilmesi, afet öncesi ve sonrasında kullanılacak kurumsal yapıların ve yasaların oluşturulması, araştırma ve geliştirme politika ve stratejilerinin belirlenmesi ve uygulamaya konulması gibi görevleri içeren bir aşama olarak yürütülmektedir.

- Tehlike ve risk tanımlaması
- Yapısal ve fiziksel hafifletme projeleri
- Farkındalığı artırma ve eğitim sağlama faaliyetleri
- Azaltım stratejileri, kısa, orta ve uzun vadeli
- Tehlike altındaki altyapı ve tesislerin güçlendirilmesi
- Tarihi eserlerin, çevrenin ve vahşi yaşamın korunması
- Yasaların incelenmesi ve gözden geçirilmesi

1.2. Hazırlık Aşaması

Bu aşama, planlama, kaynak yönetimi, karşılıklı yardımlaşma, toplum eğitimi ve müdahale personelinin afet öncesinde olası tehditlere karşı hazırlanmasını ele alan adımlardan oluşur. Bunun bir diğer adı da planlama aşamasıdır.

- Erken uyarı sistemleri ve tahminler
- İhtiyati tedbirler
- Acil yardım, kurtarma ve tahliye planları
- Eğitim ve uygulama
- Malzeme temini
- Gönüllülük için bir mekanizma oluşturulması

1.3. Müdahale Aşaması

Afet yönetiminin en önemli aşaması olmakla birlikte, afet meydana gelir gelmez başlar ve gıda, geçici barınma, tıbbi müdahale, arama ve kurtarma çalışmaları ve ilk yardım gibi ihtiyaçların en hızlı şekilde ele alındığı zamandır.

- Bilgi, ulaşım
- Grup desteği, arama ve kurtarma, ilk yardım ve tahliye
- Çevre sağlığı, güvenliği ve bulaşıcı hastalıklar
- Tesadüfi felaketler
- Basın ve halkla ilişkiler
- Geçici yer değiştirme
- Enkazın temizlenmesi ve hasar tahmini

1.4. İyileştirme Aşaması

Afetten etkilenen bölgenin güvenli bir yaşam tarzına ve normalleşmiş sosyoekonomik refaha kavuşmasına yardımcı olmak için alınan önlemleri kapsar. Bu aşamada, altyapı hizmetlerinin restorasyonu, sağlık, eğitim ve ulaşım gibi hizmetlerin tedariki ve küçük işletmelere borç para verilmesi gibi uzun vadeli sonuçlar dikkate alınır. Ayrıca, afet yönetimi çerçevesinde bu aşama bir zarar azaltma aşaması olarak da kabul edilmektedir.

- Ekonominin toparlanması için planlar;
- Enkaz yönetimi;
- Organizasyon;
- Güçlendirme ve onarım;
- Kalıcı konutların inşası;
- Hastane ve sağlık hizmetleri
- Standart yaşam koşullarının oluşturulması

Günümüz afetlerinin ve sonrasında yaşananların karmaşık doğasının yanı sıra, afet yönetiminin çok aktörlü, çok disiplinli ve çok amaçlı çerçevesi, afet yönetimi faaliyetlerinin kapsamının afetlere ve afetlerden kaynaklanana müdahalenin ötesine geçtiğini fazlasıyla göstermektedir. Yakın tarihimizin de gösterdiği gibi, afetler meydana gelmeden önce gerekli önlemlerin alınması, kriz sırasında etkili ve verimli müdahale faaliyetlerinin yürütülmesi kadar hayati önem taşımaktadır.

2.Sivil Toplum Kuruluşları (STK)

2.1. Sivil Toplum Kuruluşlarının Tanımı

Hükümet dışı veya sivil toplum olarak sınıflandırılan kuruluşlar, devlet kurumlarının dışında ve onlardan bağımsız olarak faaliyet gösteren kâr amacı gütmeyen kuruluşlardır. Amaçlarını siyaset, sosyal adalet, kültür, hukuk ve çevre gibi alanlarda eylem, savunuculuk ve ikna yoluyla gerçekleştirirler. Ayrıca üye ve personel olarak hizmet vermek üzere gönüllüleri işe alırlar ve bağışlardan veya üyelik aidatlarından fon alırlar. Oda, sendika, vakıf ve dernek isimleri sivil toplum kuruluşları tarafından iş yapmak için kullanılır.

Vakıflar ve dernekler olarak bilinen yasal topluluklar, tüm insanlara fayda sağlamak ve topluma değerli bir hizmet yaratmak amacıyla kurulur. Bu grupların üyelerinin çoğu, yardım etmek için gönüllü olarak zaman ayıran girişimcilerdir. Bu görevi yerine getirdikleri için kendilerine ödeme yapılmaz. Sivil toplum kuruluşları son yıllarda etkinlikleri ve önemleri ile tanınmaya başlamıştır. Hükümetler, uluslararası kuruluşlar ve ticari sektör, sivil toplum kuruluşları ile birlikte çözüm odaklı programlar uygulamakta ve toplumsal sorunların çözümünde sorumluluklarını kabul etmektedir. Toplumun genel refahına katkıda bulunan bu kuruluşlar, toplumsal dönüşüm ve iyileştirme süreçleri için vazgeçilmezdir. Sivil Toplum Kuruluşları, afetlerin ekonomik, sosyal veya psikolojik zarara yol açtığı ülkelerde hayati rol oynamaktadır. Bilhassa ulusal ve uluslararası düzeyde yoksullara destek olan, doğal afetlerin etkilerini ve zararlarını azaltan, doğal afetleri önleyen ve müdahale eden kuruluşlar geliştirilmiştir. Bu nedenle, ülkelerin afetlere müdahale edemediği durumlarda yabancı sivil toplum kuruluşlarının yardım ekipleriyle birlikte çalışmasına izin verilmelidir (Genç, 2021).

Bu örgütler;

- Toplum temelli kurum
- Gönüllü olarak faaliyet gösteren kuruluşlar
- Hayırseverlik
- Toplumsal hareket grupları
- Bireysel ilerleme organizasyonları
- Hükümet dışı girişimciler
- Hayır işleri için organizasyon
- Sosyal mevduat vakıfları gibi dallara ayrılır.

Sivil toplum kuruluşları (STK'lar) çeşitli tarihsel, toplumsal ve ekonomik oluşumların parçası olmaları nedeniyle her toplumda farklı rol ve oluşumlara sahiptirler. Farklı ülkelerin farklı tarihleri ve kültürleri vardır ve bu, sivil toplum kuruluşlarını tanımlamak için kullanılan isimlendirme ve tanımlara da yansır. 'STK' teriminin tanımı ve uygulanmasındaki farklılıklar, ilgili ulusların tarihi, sosyolojik ve ekonomik geçmişinin yanı sıra hukuk sistemleri, hedefleri ve temel ilkeleri de dahil olmak üzere bir dizi faktörden kaynaklanmaktadır. Ayrıca aynı milletin sınırları içerisinde çeşitli kuruluşların farklı isimlerle anıldığı ve farklı tanımlara sahip olduğu görülmektedir. Türkçede STK denilirken gönüllü gruplar, demokratik kitle örgütleri gibi terimler de kullanılıyor, ancak en sık sivil toplum örgütü ifadesi kullanılıyor.

DiMaggio ve Anheier (1990, s. 144-146), sivil toplum kuruluşlarının tanımlarındaki farklılıklara katkıda bulunan değişkenleri altı alan altında derliyor. Bunlar;

- Tarihsel bağlamlar;
- Topluluklar içindeki dini, etnik ve ideolojik çeşitlilik;
- Ülkeler ve toplumlar arasındaki değer farklılıkları;
- Resmi, iktisadi ve özel sektörlerin etkileşim yolları
- Sektörler ve kuruluşlar arasındaki ayrımların bir listesi olarak belirlenmiştir.

Literatürde STK'lar için genel olarak hukuki, ekonomik, işlevsel ve yapısal-işlevsel olmak üzere dört tür tanım kullanıldığını söyleyebiliriz. Sivil toplum kuruluşlarının (STK'lar) ekonomik tanımı gelir kaynaklarına odaklanmaktadır; işlevsel tanım onların hedeflerine ve işlevlerine odaklanır; yapısal-işlevsel tanım ise bunların yapısını ve işleyişini vurgulamaktadır (Salamon ve Anheier, 1999, s. 29-34). Yasal tanım, ülkeden ülkeye farklılık gösterebilen ve her ülkenin kanunlarında STK'lara ilişkin işlem ve düzenlemelerde kullanılan tanımlardan oluşmaktadır.

2.2. STK'larda Gönüllü ve Profesyonel Çalışma

STK'lar, faaliyetlerinde kendilerine yardımcı olacak gönüllülere güvenen gönüllü temelli gruplardır. Bu bağlamda gönüllülük sivil toplum kuruluşları için hayati öneme sahiptir. Profesyonel çalışanlar gibi gönüllüler de sivil toplum kuruluşlarına (STK'lar), karşılıksız olarak, hiçbir karşılık beklemeden hayır kurumlarına başta bulunmak ve zaman zaman parayla hareket etmek yerine önemli fedakarlıklar yapmak gibi çeşitli nedenlerle katılırlar. Gönüllülerin belirli STK'lara yönelik tercihleri, onların kamusal imajından etkilenmektedir. Gönüllülerin sivil toplum kuruluşlarında tutulması çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Gönüllülerin destekledikleri kuruluş ve orada geçirdikleri zaman hakkında ne hissettikleri onların motivasyonunu ve sadakatini etkileyen temel değişkenlerden biridir. Gönüllülerin ücretsiz emek olarak görülmemesi, onlara uygun görev ve sorumlulukların verilmesi, faaliyetlerin yürütülmesi ve onların kuruma dahil olma duygusunu garanti altına alacak bir atmosferin yaratılması büyük önem taşıyor. (KYA, 2017). STK'ların ve gönüllülerin algılanma şekli, gönüllülerin motivasyonunun ve devamlılığının garanti altına alınması sürecini etkilemektedir. Gönüllülük iyi bir çağrışıma sahip olsa da istenildiği zaman gerçekleştirilebilen ve istendiğinde vazgeçilebilen geçici bir faaliyet olarak görüldüğünde sorunlar yaşanmaktadır. Sonuç olarak beklentiler, iç motivasyonlar ve gönüllülerin gönüllülük algıları bu bağlamda önemli değişkenler olarak öne çıkıyor.

STK'lar artık faaliyetlerinin sürekliliğini sağlayabilmek için hem profesyonel hem de gönüllü personele ihtiyaç duymaktadır. Son yıllarda bu konuda daha fazla eğitim ve çalıştay yapılmasının yanı sıra, özellikle gençler tarafından STK'lara yapılan iş başvurularında da gözle görülür bir artış yaşanıyor. Bu görüntü sivil topluma artan ilgiyi ve bu alanın potansiyel bir kariyer yolu olarak giderek daha fazla dikkate alındığını gösteriyor. Ancak Sivil toplum kuruluşlarının profesyonel çalışmanın geliştirilmesine öncelik vermesi gerektiği ortaya çıkıyor.

Son yıllarda Sivil toplum kuruluşlarında profesyonel hizmet sunanların sayısında artış olduğu kaydedildi. Bir kuruluşun kurumsallaşmasının en önemli göstergelerinden biri ücretli personel istihdamıdır. STK'larda istihdam edilen profesyonel sayısındaki artışın yanı sıra, çalışanların niteliklerinin de artırılmasının gerekliliği vurgulanıyor. Sivil toplum kuruluşlarında profesyonel çalışma sıklığı, bu kuruluşların insanları işe alma yetenekleri ve bu kuruluşlara nasıl bakıldığı ile ilişkilidir. Bu kuruluşların gönüllülük ruhunu zedeleyeceği korkusuyla profesyonel çalışmalardan kaçınmaları da dikkat çekicidir (İçduygu, Meydanoğlu ve Sert, 2011, s. 92-93; Erdoğan, 2020).

STK'ların ilk kurulduğu dönemde örgüt kavramından ziyade çoğunlukla faaliyetlerine odaklandıkları görülmektedir. Bir kuruluş, kuruluş amacında belirtilen temel faaliyet alanlarına öncelik vermeli, ancak organizasyon yapısını oluştururken diğer temel işlevleri de (mali işler, insan yönetimi, fiziki kaynakların yönetimi, terfi vb.) dikkate almalıdır. STK'ların ihtiyaç duyduğu organların yanı sıra, denetim kurulu, yönetim kurulu, genel kurul, mütevelli heyeti gibi kendi ihtiyaçları doğrultusunda oluşturulan alt dallara da dikkat edilmektedir. Bu bağlamda sivil toplum gruplarının personel, büyüklük, nitelik gibi unsurlar dikkate alınarak şekillendirilmesi gerekmektedir.

2.3. Türkiye'de Sivil Toplum Kuruluşları

Türkiye'de sivil toplum kuruluşlarının büyümesi son birkaç yılda önemli ölçüde ilerleme kaydetmiştir. Demokratikleşme hareketi ve insan hakları alanındaki ilerlemeler sivil toplum kuruluşlarını güçlendirmiştir. Öncelikle, Türkiye artık daha çeşitli ve daha çok sayıda sivil toplum kuruluşuna sahip. Artık çevre, insan hakları, kadın hakları, çocuk hakları, eğitim, sağlık, sanat ve kültür gibi çok çeşitli alanlarda çalışan STK'lar var. Bu kuruluşlar kamu bilincini geliştirmeye, politika değişikliklerini teşvik etmeye ve çeşitli toplumsal sorunlara yanıt bulmaya çalışmaktadır. Ayrıca, sivil toplum kuruluşlarının Türkiye'deki faaliyetlerinin yaygınlaşması iletişim teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde kolaylaşmıştır. STK'lar internet, sosyal medya

ve diğer dijital kanalları kullanarak daha geniş bir kitleyi aydınlatabilmekte ve onlara ulaşabilmektedir. Sonuç olarak, sivil toplum kuruluşları amaçlarını daha etkin bir şekilde gerçekleştirebilmekte ve hızla genişleyen bir destekçi sarmalı oluşturabilmektedir. Ayrıca, Türk hükümeti ve diğer paydaşlar artık sivil toplum kuruluşlarını daha fazla desteklemektedir. Hükümet, sivil toplum kuruluşlarının toplumsal refahın artırılmasındaki kritik rolünü kabul ettiği için bu kuruluşlarla iş birliği yapıyor. Bu iş birliği, sivil toplumun hükümet politikalarının oluşturulması ve yürütülmesine katılımını teşvik eden bir atmosfer yaratılmasına yardımcı olmaktadır.

Türkiye'deki sivil toplum kuruluşları büyümekte ve toplumun çeşitli alanlarındaki sorunların çözümü, demokrasinin güçlendirilmesi ve insan haklarının korunması için değerli bir kaynak oluşturmaktadır. Bu kuruluşlara daha fazla destek ve etkinlik sağlandığı takdirde Türkiye sürdürülebilir kalkınma ve demokrasi hedeflerine ulaşabilecektir.

2.4. Afet Yönetiminde Sivil Toplum Kuruluşları

Uzun vadeli afet direnci oluşturmak için afet yönetimi stratejileri hem risk yönetimini hem de afet riskini azaltmayı birleştirir (Benson, 2016). Afetler, bir toplumun afetlere hazır olup olmadığının yanı sıra afet yönetim planlarının etkinliğini ve uygunluğunu da değerlendirir. Sivil toplum kuruluşları, gönüllüler, dini cemaatler, devlet dışı bireyler, düşünce kuruluşları, kanaat önderleri, akademisyenler ve aktivistler" olarak bilinen kuruluşlar sivil toplum kuruluşları olarak adlandırılır ve kriz yönetiminin hemen her aşamasında büyük afet yönetiminde özellikle dikkate alınır (Özdemir ve Jacoby, 2006). Bu aktörlerin felaketler sırasında yönetiminde açıklığı teşvik etmede, hükümete politikalar şeklinde yardım sunmada, yerel afet hazırlıklarına yardımcı olmada ve gerçek ihtiyaç ve öncelikleri belirlemede başarılı oldukları iddia edilmektedir. Sivil toplum kuruluşlarının, platformların ve ücretsiz vatandaşların desteği, federal ya da belediye yönetimlerinin afetlere verdiği tepkiye ek olarak çok önemlidir. Afet yönetimine yönelik mevcut entegre yaklaşımın bir sonucu olarak toplum temelli afet yönetimi ortaya çıkmıştır. Bu kanaat, toplumun her üyesinin hem afetlerden önce hem de sonra yerel düzeyde eğitilmesini ve risk azaltma aşamasından iyileştirme aşamasına kadar afet yönetimine yön verilmesini gerektirmektedir. (Kadioğlu, 2008).

3. 6 Şubat 2023 Asrın Felaketi

Merkez üsleri Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan ilçeleri olan ve 6 Şubat 2023 tarihinde dokuz saat arayla meydana gelen depremlerin büyüklükleri 7,8 ve 7,5'tir. Bu depremler 2023 Türkiye-Suriye depremleri veya 6 Şubat depremleri olarak da bilinmektedir (AFAD,2023). Mercalli şiddet ölçeği, sarsıntı şiddeti için ölçekteki en yüksek değer olan XII (Afet) sonucunu vermiştir. Resmi istatistikler depremlerin Türkiye'de en az 53.537, Suriye'de ise 8.476 kişinin ölümüne ve 122.000'den fazla kişinin yaralanmasına yol açtığını göstermektedir. Depremlerin ardından büyüklüğü 6,7 Mw'ye kadar ulaşan 40.000'den fazla artçı sarsıntı meydana gelmiştir.

Pazarcık merkezli ilk sismik olay Türkiye, Suriye, Lübnan, Kıbrıs, Irak, İsrail, Ürdün, İran ve Mısır'ı kapsayan geniş bir bölgede hissedilmiştir. Bu iki büyük deprem 14 milyon insana zarar vermiş ve 350.000 km² (140.000 mil kare), yani neredeyse Almanya'nın tamamı kadar bir alanda hasar bırakmıştır. Türkiye'de ilk gün, çoğu tarihi olmak üzere yaklaşık 39.000 yapının çökmesine ve 11 ile yayılmış 518.000 evin yıkılmasına ya da ciddi hasar görmesine tanık olunmuştur. Ayrıca 128 bin 778 konutta da orta derecede hasar meydana gelmiştir. Trajedinin ardından yaklaşık 2 milyon kişi barınma sorunu yaşadı ve en az 5 milyon kişi başka bölgelere taşındı. Uluslararası Çalışma Örgütü'ne (ILO) göre depremler Suriye'de 170.000, Türkiye'de ise 658.000 işçinin işini kaybetmesine neden oldu.

Merkez üsleri Defne ve Samandağ ilçeleri olan iki deprem 20 Şubat 2023 tarihinde saat 20:04 ve 20:07'de sırasıyla 6,4 ve 5,8 büyüklüklerinde meydana gelmiştir. Sarsıntılar sonucunda 6 Şubat'ta önemli hasar gören bazı binalar yıkılmış veya devrilmiştir. Sarsıntıların ardından Hatay, EMSC'den kıyı tsunamisi uyarısı almıştır. Depremin ardından en büyüğü 5,8 olmak üzere doksandan fazla artçı sarsıntı tespit edilmiştir. Depremlerde altı kişi hayatını kaybetmiş ve beş yüz altmış iki kişi yaralanmıştır. Önlem olarak, Antakya'da ayakta kalan tek hastane olan Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Hastanesi boşaltıldı. Deniz seviyesinin 50 cm yükselme ihtimali, AFAD'ı depremden yaklaşık bir saat sonra bir uyarı yayınlamaya sevk etti. Mersin ve Antalya valilikleri de kıyılardan uzak durulması yönünde uyarılarda bulundu. Ancak bu uyarılar daha sonra iptal edilmiştir. Ayrıca İsrail, Filistin, Lübnan, Ürdün ve Irak da depremi hissetmiştir. İskenderun'da önemli ölçüde toprak çökmesi meydana gelmiş ve bunun sonucunda şehrin bazı bölgeleri 200 metre su altında kalmıştır. Yayılan fay yırtılmasının neden olduğu düşey yer değiştirmenin çökmeye katkıda bulunmuş olabileceği

düşünülmektedir. Doğal afet ve hastalık durumlarında diğer uluslardan ve uluslararası kuruluşlardan yardım taleplerini içeren en yüksek acil durum seviyesi olan 4. seviye, Türk hükümeti tarafından deprem bölgesi için çıkarılmıştır. Dünya Sağlık Örgütü de depremleri 3. seviye acil durum olarak kabul etmiştir. Ayrıca depremden etkilenen on ilde üç ay süreyle olağanüstü hâl ilan edildi. Türkiye ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde yedi günlük ulusal yas ilan edilirken Kosova, Arnavutluk, Kuzey Makedonya ve Bangladeş'te de ölenlerin anısına birer gün ayrıldı. Arama kurtarma çalışmalarına 94 ülkeden 141.000'den fazla kişi katılırken, 102 ülke de Türkiye'ye yardım gönderdi. Çok sayıda ülke taziye mesajları, sağlık ekipleri, ekipman ve ilk yardım malzemeleri gönderdi. Ayrıca, insani yardım otuz yıl sonra ilk kez Türkiye ile Ermenistan arasındaki sınırı geçebilmiştir.

Sismik hareketliliğin ardından BOTAŞ, etkilenen bölgelere doğal gaz tedarikinin askıya alınacağını açıkladı. Pistindeki hasar nedeniyle Hatay Havaalanı tüm uçaklara kapatıldı ve sivil uçuşlar Gaziantep ve Kahramanmaraş havaalanları ile sınırlandırıldı. Cumhurbaşkanı Yardımcısı Fuat Oktay daha sonra birkaç bakanla birlikte AFAD merkezine giderek durumu oradan denetledi. Depremden etkilenen illerin valilerine komşu bir ilden bir vali daha atandı. Çok sayıda evin tahliye edilmesinin yanı sıra, Türk Silahlı Kuvvetleri ve Jandarma Genel Komutanlığı da deprem bölgelerinde yardım çalışmaları yürüttü ve merkez üssüne en yakın birimlerde olağanüstü hâl ilan etti. Türk Sağlık Bakanlığı bölgeye Türk Hava Kuvvetleri ve Türk Kara Kuvvetleri'nden çok sayıda helikopter, ambulans uçak ve elli yük uçağı göndermiştir. Türk Deniz Kuvvetleri, TCG İskenderun personel nakliye gemisini yaralı askerlerin tıbbi tahliyesi için tahsis etti. TCG Bayraktar, TCG Sancaktar, TCG Osmangazi ve diğer gemiler İskenderun'a araç, gereç, giyecek ve yiyecek taşımakla görevlendirilmiştir. Başlangıçta, 2. Kolordu İstihkâm Alayı bölgede arama ve kurtarma operasyonları yürütmek üzere 3.500 asker ve rütbeli personel göndermiştir. Daha sonra bölgeye daha fazla 2. Ordu kuvveti gönderilmiştir. Sadece 6-8 Şubat tarihleri arasında bölgede yaklaşık 17.000 asker konuşlandırıldı. 2. Ordu kışlası felaketten etkilenen vatandaşları karşıladı. Türk Silahlı Kuvvetleri 60 ikmal uçağı, 52 helikopter, 46 insansız hava aracı ve 24 savaş gemisiyle Kahramanmaraş'ta meydana gelen depremlerden zarar gören 11 il, 32 ilçe ve 311 köye yardım götürmüştür. Bir aydan kısa bir sürede 25.437 asker, 3.819 ton malzeme desteği ve 6.539 sorti tamamlanmıştır. Yıllık tamamlanan sorti miktarı, bir ayda tamamlanan 6.539 sortiye eşitti. Depremin vurduğu dokuz bölgede 619 bina/ünite, 251 derme çatma okul ve 71 bin çadır mevcuttu. Depremden etkilenen on il için 7 Şubat'ta üç aylık olağanüstü hâl ilan edilmiştir. Türkiye'ye destek gösterisi olarak Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde yedi gün, Kosova ve Bangladeş'te de birer gün ulusal yas ilan edildi. Arnavutluk Başbakanı Edi Rama, 13 Şubat Pazartesi gününü deprem kurbanları onuruna ulusal yas günü ilan etti. Kuzey Makedonya hükümeti de 13 Şubat'ta Suriye ve Türkiye'de ölenler için ulusal yas günü ilan etti. Ayrıca hem yurt içinde hem de Kuzey Makedonya'nın yurt dışındaki diplomatik temsilciliklerinde bayrakların yarıya indirileceği vurgulandı.

3.1. 6 Şubat Depremleri ve Sivil Toplum Kuruluşları

Hukuk sistemleri ve prosedürleri kriz aşamasında sıklıkla yetersiz kalmakta veya ciddi şekilde etkilenmektedir. Mevcut durum, insan hakları ihlallerini şiddetlendirme ve insanların haklarını savunmalarını daha da zorlaştırma potansiyeline sahiptir. Yardımların adil dağılımının sağlanması, ayrımcılığın ortadan kaldırılması, hassas durumdaki nüfusun ihtiyaçlarına öncelik verilmesi ve önleyici tedbirlerin uygulanması bu süreçte atılacak önemli adımlardır. Ayrıca, insan haklarının savunulması ve zorlukların önlenmesi için hükümetler, sivil toplum kuruluşları, uluslararası örgütler ve toplumun tüm kesimleri arasında iş birliği ve koordinasyon şarttır. STK'lar, tüm toplumsal gruplarla yakın bağlara sahip olmaları ve devletin resmi bürokratik çerçevesiyle sınırlı kalmamaları nedeniyle toplumsal katılımı teşvik etme konusunda devlet kurumlarından çok daha avantajlıdır (Mondal vd., 2015). Türkiye'de doğal afet yönetimi alanında faaliyet gösteren STK'ların gelişimine, İstanbul'da gerçekleştirilen Habitat II toplantıları büyük ölçüde yardımcı olmuştur. STK'lar, özellikle 1999 yılında Marmara Bölgesi'nde meydana gelen depremlerin ardından sürece aktif olarak katılmaya başlamıştır (Kayasü, 2007). Sivil toplum kuruluşları (STK'lar) hem afet yönetiminde hem de afetlerin önlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. STK'lar, afet yönetimiyle ilgili bir dizi girişimi koordine etmek için hükümetler ve uluslararası yardım kuruluşlarıyla iş birliği yapmaktadır. STK'lar artık afet müdahale ve iyileştirme sürecinin en önemli aktörleri arasında yer almaktadır. Aşağıda STK'ların afet yönetiminde oynadığı rollerden birkaçı yer almaktadır:

- Acil Durum Reaksiyonu
- Hazırlık ve Risk Azaltma
- Yardımın Düzenlenmesi ve Dağıtılması

- Savunuculuk ve farkındalık
- Afet sonrası iyileştirme ve yeniden yapılandırma
- Psiko-sosyal destek

Yüzyılın felaketi olan 6 Şubat, zorlukların aşılması için STK'ların daha fazla fedakârlık ve çaba harcamasını gerektirdi. STK temsilcilerinin deprem sonrasında hızlı davranarak can kaybı ve maddi hasarı azaltmaya çalışırken planlama, koordinasyon ve bilgi eksikliği gibi zorluklarla karşılaştıkları kaydedildi. Ancak afet bölgesindeki işleri nezaket, empati ve iyi niyet sayesinde faaliyetlerin kolaylaştığı görülmüştür.

Kahramanmaraş depreminin ardından, ilgili sivil toplum kuruluşları (STK'lar) depremden etkilenen ilçelerde arama kurtarma çalışmaları yürütmeye ve depremden etkilenen nüfusa çeşitli şekillerde yardım sağlamaya başlamıştır. Ne yazık ki, gece geç saatlerde meydana gelen deprem, sert hava koşulları, yıkılan çok sayıda köprü ve hasar gören yollar bu süreci zorlaştırmıştır. Olumsuz koşullar nedeniyle ekiplerin birçoğu büyük kazalar geçirmiş ve otoyollarda mahsur kalmıştır. Hatta bazıları yardım gelmesini beklemek zorunda kaldı. STK'lar göreve başlamadan önce bir ihtiyaç analizi gerçekleştirmiştir. Kriz masası koordinasyon ekibiyle iş birliği içinde, afet bölgesinde faaliyet gösteren her sivil toplum grubu kendi uzmanlık alanlarına uygun görevleri tamamlamıştır. Beslenme hizmetleri, afetzedelerin ihtiyaçlarının karşılanmasında ve afet sonrası müdahale ve iyileştirme çalışmalarına katılan diğer kişilere yardım edilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu amaçla, 6 Şubat 2023 tarihinde on bir ilde sivil toplum kuruluşlarının beslenme hizmet grupları faaliyete başlamıştır. Bu girişimlerin bir parçası olarak aşevleri kuruldu ve buralarda vasıflı işçiler istihdam edildi. Aşevlerinde yemek ve malzeme dağıtımı için çok sayıda araç kullanıldı. Gönüllüler ve yerel satıcılar ekmek ve yemek üretimine yardımcı oldu. Bu durumda, deprem mağdurlarının mümkün olduğunca az zarar görmeleri ve sosyal hayatlarına devam etmeleri için de çaba sarf edilmiştir.

Toplum katılımı ve gönüllülüğün teşvik edilmesi yoluyla, bireylere ve ailelere ihtiyaçlarını belirleme, çözümler için harekete geçme ve kendi kendine yardım becerilerini geliştirme konularında yardımcı olmak için çeşitli faaliyetler yürütülmüştür. Çok sayıda sivil toplum kuruluşu (STK) afetzedelere online veya yüz yüze psikolojik terapi sunabilecek gönüllü psikologlar bularak sahaya yerleştirmiştir. Sahada, çevrimiçi ve yüz yüze tedavi talepleri gönüllü psikologlar tarafından yanıtlanmıştır ve yanıtlanmaya devam edecektir. Arama ve kurtarma çalışmalarına katılan gönüllüler, personel ve ailelerden travma sonrası psikolojik sorunlarla karşılaşabilecek olanlara ücretsiz psikoterapi tedavisi sunuldu.

Sivil toplum kuruluşları (STK'lar) 11 ilde iyileştirme hizmet gruplarıyla faaliyetler yürütmüş ve iyileştirme çalışmaları gerçekleştirmiştir. Bu faaliyetler, afetten etkilenen toplumun yaşam koşullarını eski haline getirmek amacıyla potansiyel afet risklerini azaltmaya yönelik sistematik bir çabanın parçasıdır. İhtiyaçlarını belirlemek üzere çadır kentlerde yaşayan afetzedelerle birebir görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Daha sonra bu ihtiyaçları karşılayacak malzemeleri temin etmiş ve dağıtmışlardır. Kurtarma çalışanları çadır kentlerde yaşayan çocuklar için resim, çizim ve oyun dersleri de planladı.

AFAD (T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı), PAK (Polis Arama Kurtarma), JAK (Jandarma Arama Kurtarma), JRAK (Jandarma Komando Özel Asayiş Komutanlığı), Sahil Güvenlik, DAK (Doğal Afetler Arama Kurtarma Taburu), Güven, İtfaiye, Tahlisiye, MEB AKUB (Milli Eğitim Müdürlükleri Arama Kurtarma Birimi), STK'lar ve uluslararası yardım ekipleri tarafından çeşitli ülkelerden arama kurtarma, ilk yardım ve insani yardım ekipleri bölgeye gönderildi. Resmî açıklamalarda bölgedeki deprem bölgelerinde 35.495 arama kurtarma çalışanın görevlendirildiği belirtildi. Veri tabanına kayıtlı 9.793 yabancı arama kurtarma çalışanı bulunmaktadır. AFAD, polis, jandarma, MSB, UMKE, ambulans ekipleri, gönüllüler, yerel güvenlik ve yerel destek ekiplerinden oluşan saha personeli, bölgede görev yapan 238.459 kişiden oluşmaktadır.

Aşağıda yüzyılın en büyük felaketinde görev alan STK'lardan birkaçı yer almaktadır:

Türkiye'nin en köklü kuruluşlarından Yeşilay, 258 klinik psikolog ve 125 sosyal hizmet uzmanıyla Yeşilay Danışmanlık Merkezleri'nde (YEDAM) hem yüz yüze hem de sanal ortamda depremden zarar gören yurttaşlarımıza yardım elini uzatmaya başladı.

Arama Kurtarma Derneği (AKUT), 6 Şubat 2023'te gün ağarırken meydana gelen ilk depremin ardından, kırk beşinci dakikada İstanbul merkezde Acil Durum Yönetimi'ni kurarak personelini hızla olay yerine gönderdi.

AKUT, Kahramanmaraş depremlerinde 30 ekip, 1100'ün üzerinde gönüllü (800'ün üzerinde sahada, 300'ün üzerinde masa başında), 59 araç ve 4 köpek ile operasyonlarda yer aldı. AKUT, afetten etkilenmesine rağmen aşağıdaki lokasyonlarda çalışmalarını kesintisiz olarak sürdürmüştür: Afyonkarahisar, Alanya, Ankara, Antalya, Bingöl, Bitlis, Bodrum, Bozüyük, Bursa, Çanakkale, Denizli, Eskişehir, Fethiye, Giresun, İstanbul, İzmir, Kaş-Kalkan, Kocaeli, Kuşadası, Manisa, Marmaris, Mersin, Niğde, Rize, Selçuk, Tekirdağ, Trabzon, Yarımada ve Gaziantep ve Kahramanmaraş takımları. AKUT, global deneyimi sayesinde dünyanın dört bir yanından gelen arama kurtarma ekipleriyle de başarılı operasyonlar gerçekleştirmiştir. Adıyaman, Kahramanmaraş, Gaziantep, Malatya, Hatay (İskenderun, Antakya), Osmaniye ve Adana'da operasyonlarını hızlandıran AKUT ekipleri, 229 canlı, 12 hayvan ve 254 yer altında mahsur kalmış bireyi tahliye etti.

Kahramanmaraş merkezli 6 Şubat depremlerinin vurduğu illerde Türk Kızılay'ı tarafından 373 yemek üretim alanı, 17 mobil fırın, 69 ikram aracı, 114 mobil mutfak ve 3 sabit fırın kuruldu. Depremzedelerin barındığı çadır kentler ve konteyner kentlerde günde üç öğün yemek hazırlandı. Depremin vurduğu illerde kurulan saha mutfaklarının yanı sıra Türk Kızılay'ı, yerel bağışçılar tarafından kurulan aşevleri ve mutfakları da koordine etti. Kurum tarafından yapılan bağışlar, personelin gönüllü çalışmaları ve Beslenme Platformu üyelerinin girişimleri sayesinde talepler karşılandı. Asrın felaketinin ardından Türk Kızılay'ı, Ramazan ayı boyunca birçok ilçede çadırlar kurdu.

UMKE ekipleri, 6 Şubat'ta Kahramanmaraş merkezli meydana gelen depremlerde sahada olağanüstü bir performans sergiledi. Deprem bölgelerinin tamamında 5.332 UMKE personeli arama kurtarma çalışmaları yürüttü. Bölgede görev yapan 850 ambulans, 51 UMKE aracı, 7.839 UMKE ve 112 Acil Sağlık çalışanına ek olarak ülke genelinden 1.253 ambulans, 245 UMKE aracı, 6.596 UMKE ve 112 Acil Sağlık çalışanı sevk edilmiştir. UMKE, Acil Müdahale Birimlerinden yardım isteyen yaralıları tedavi etmiş, 112 Acil Sağlık Ekiplerimiz aracılığıyla hastanelere nakledilmesi gereken yaralıları taşımış ve arama kurtarma çalışmaları sırasında enkaz altında ilk müdahaleleri gerçekleştirmiştir.

6-23 Şubat 2023 tarihleri arasında İHH, Arama Kurtarma olarak sekiz ilde arama kurtarma çalışmaları yürütmüştür: Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Malatya ve Şanlıurfa. Depremden etkilenen bölgelere ulaşan ekipler, AFAD'a bağlı il kriz yönetim merkezleriyle iş birliği içinde enkaz altında arama ve kurtarma çalışmaları yürüttü. Kurumun bulunduğu illerden Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Malatya ve Şanlıurfa olmak üzere toplam 8 ilde 64 ekip, 2.156 arama kurtarma personeli, 3 arama köpeği, 241 araç ve 38 ekibin ekipman ve malzemeleriyle arama kurtarma çalışmaları yürüttü. Ekipler 6 Şubat ile 23 Şubat 2023 tarihleri arasında enkazdan 3.278 ölü veya yaralı çıkardı.

Beşir Derneği, 11 ilde 98 noktada faaliyet göstermek üzere 630 kişilik bir arama ve kurtarma ekibi kullandı. Sahada 10.000'in üzerinde çalışan ve gönüllü görev aldı. 320 hizmet aracı 231 farklı bölgede yardım sağlamakla görevlendirildi. Yaklaşık 4.000 doğal afet mağduruna barınak sağlandı. Bölgede ihtiyaç duyulan malzemeler, iller arasında koordine edilen 409 insani yardım kamyonu tarafından taşındı. Akut dönemde felaketzedelere 14 milyonun üzerinde temizlik malzemesi, 125 binin üzerinde gıda kumanyası ve 206 bin giyim eşyası ulaştırıldı.

Türkiye Gençlik Vakfı (TÜGVA), Kahramanmaraş merkezli 10 ilde meydana gelen depremlerin ardından Valilik Sosyal Destek gruplarına destek olma kararı aldı. Diğer tüm faaliyetlerini durduran TÜGVA, AFAD ile iş birliği yaparak 81 ildeki temsilciliklerinde topladığı yardımları ihtiyaç sahiplerine ulaştırdı. TÜGVA İl Temsilcilikleri ve yurt binalarında günün her saati sıcaklık, çay, sandviç ve sıcak çorba ikram edildi. Depremlerin ardından Türkiye'nin dört bir yanından binlerce gönüllü, STK'lar ve AFAD ile birlikte çalışarak afetzedelere yardım etti. TÜGVA ayrıca, ısınma ve şarj ihtiyacını karşılamak üzere "Seyyah İcathane" tırını Kahramanmaraş'a getirdi. İhtiyaç halinde Sivas, Kayseri, Adana, Konya, Trabzon, Kars, Antalya, Sinop, Samsun ve Kastamonu'daki TÜGVA yurtlarında da konaklama imkanı sağlandı.

Can sağlığı Vakfı, 125 kişilik kadrosuyla bölgedeki depremzedelere psikolojik danışmanlık, destek ve yardım hizmetleri sundu. Vakıf uzmanları ve gönüllüleri hastaneleri, çadır kentleri, okulları ve parkları ziyaret ederek afetzedelerin tıbbi ve psikolojik ihtiyaçlarını belirledikten sonra onlara yardımcı oldu. AHBAP Derneği: Depremin ardından sanatçı Haluk Levent'in kurduğu AHBAP Derneği, bölgedeki yardım çalışmalarına destek verdi. Diğer AHBAP gönüllüleri de başta AFAD olmak üzere kamu kurum ve kuruluşlarıyla iş birliği içinde sahada çadır kurma, gıda ve giyecek yardım paketleri dağıtma ve enkaz altında kalanların yerlerini tespit etme gibi görevlere destek verdi. Destekçiler tarafından toplanan bağışların felaket bölgesine ulaşmasını ve ihtiyaç

sahiplerine dağıtılmasını garanti altına almak için dernek, deprem bölgesi için bir bağış toplama kampanyası düzenledi ve devlet kurumları ve gruplarıyla birlikte çalıştı. Hatay Valiliği, depremzedelerin günlük temel ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla AHBAP Derneği'ne bölgeye 2.000 konteyner taşıma izni verdi.

Türkiye Teknoloji Takımı (T3) Vakfı, afetten etkilenen bölgelerdeki yardım çalışmalarına yardımcı olmak üzere AFAD'a 10 milyon TL tutarında nakdi bağışta bulundu. Sahada 255 gönüllüsü bulunan T3 Vakfı, AFAD ile iş birliği içinde acil durum malzemelerinin dağıtımını sağlayarak ihtiyaç sahiplerine ulaştı. Deprem bölgesinde teknoloji atölyeleri kuruldu.

Yeryüzü Doktorları Derneği, depremden etkilenen bölgelerde tıbbi bakım sağlamanın yanı sıra malzeme ve ilaç tedarik etti. Kahramanmaraş'a temel ihtiyaç kitleri götüren Yeryüzü Doktorları Derneği, 12 Şubat Stadyumu'ndaki çadır kentte kurdukları sağlık istasyonunda bir iç hastalıkları uzmanı, bir genel cerrah, bir çocuk hastalıkları uzmanı, bir hemşire ve bir eczacıdan oluşan sekiz kişilik ekiple hastaları muayene ve tedavi etti.

Türkiye Diyanet Vakfı (TDV) tarafından Kahramanmaraş merkezli depremlerin yıkıma uğrattığı bölgelerde yaşayan 1,6 milyon kişiye sıcak yemek ulaştırıldı. Bölgede 17.000 kişiye istihdam sağlayan kuruluş, farklı malzemelerle dolu 623 kamyon ve 182 pikap araç gönderdi. Yaklaşık 80.000 depremzede Türkiye genelindeki Kuran kursları, camiler ve yurtlara yerleştirilmiştir. Buna karşılık, cenazelerin defni, defnedilmesi ve namazlarının kılınması vakıf tarafından gerçekleştirilmiştir.

Depremin hemen ardından Türkiye Eğitim Gönüllüleri Vakfı (TEGV) temel ihtiyaç malzemelerini sağlamak üzere organize oldu. Depremin yol açtığı travmayı hafifletmek amacıyla vakıf, çocuklar için etkinlikler düzenledi ve bölge sakinlerinin temel gıda ve barınmaya erişimini sağladı. TEGV, Şanlıurfa ve Adana'daki kalıcı etkinlik merkezlerinin yanı sıra Antakya, Diyarbakır, Gaziantep, Kahramanmaraş, Malatya, Payas ve Tatvan'da gezici eğitim turları kurdu.

Yetim Vakfı hem Türkiye'de hem de dünya genelinde yetimlere yardım sağlamaktadır. Deprem bölgesinde ekibin 225 üyesi bulunuyordu. "Şimdi iyiliğe tutunma zamanı" sloganıyla Kilis ve Adıyaman'da kriz merkezleri kuran kuruluş, faaliyetlerini bu iki şehir üzerinden yürütüyor. İstanbul'dan bölgeye giysi, battaniye, hijyen ve sanitasyon ürünleri, gıda paketleri, su, ışık, pil ve mum gibi ayni ve nakdi yardımlar ulaştırıldı. Vakıf ayrıca depremden etkilenen çocuklar için oyun çadırı inşası ve deprem mağdurları için psikososyal destek çalışmalarına başladı.

Yardımlı Uluslararası İnsani Yardım Derneği, AFAD ile iş birliği içinde acil insani yardım malzemeleri hazırlayarak deprem bölgesine on bin koli kadın hijyen seti, yirmi bin kışlık giysi, elli ton içme suyu, iki bin kilogram konserve ve çok sayıda gıda paketi gönderdi. Deprem bölgesinde faaliyet gösteren ekipler, depremzedelere yardım sağlamanın yanı sıra enkazda arama kurtarma çalışmalarında da yer aldı.

Hollanda'da yerleşik uluslararası yardım grubu IHO Ebrar, Avrupa Yetim El Derneği, Umut Kervanı İnsani Yardım ve Eğitim ve Kültür Vakfı ile Yetimler Vakfı başta olmak üzere çeşitli kuruluşlar felaket mağdurlarına destek için çalıştı.

Diyanet İşleri Türk İslam Birliği (DİTİB), gurbetçilerin de desteğiyle Fransa genelinde 265 camide dua ve Kur'an-ı Kerim okunması gibi çeşitli etkinlikler düzenledi. Depremde hayatını kaybedenler için gıyabi cenaze namazı kılındı. Deprem sabahı, Fransız kamuoyunun yanı sıra Türk vatandaşlarımızın da sorun hakkında daha iyi bilgilendirilmesi amacıyla sosyal medya kaynaklarından alınan görsellerin sergilenmesiyle bir kampanya başlatıldı. Fransızca ve Türkçe canlı yayınlar yapıldı. Kampanya, Fransızlar da dahil olmak üzere Türk ve Müslüman halklardan büyük ilgi gördü. Sadece Fransa'daki DİTİB hesaplarına yaklaşık 7 milyon Euro yatırıldı.

İhlas Vakfı: Depremin ertesi günü vakfın 35 yurdunda AFAD iş birliğiyle depremzedelere dağıtılmak üzere ayni ve nakdi yardım kampanyası başlatıldı. Kahramanmaraş, Adana ve Malatya'da depremden etkilenen vatandaşlara, sağlık personeline ve arama kurtarma ekiplerine yemek dağıttı. Vakıf ayrıca depremden etkilenen bölgelerdeki ihtiyaç sahiplerine 8 tır dolusu ayni malzeme bağışladı. Temel; Deprem nedeniyle açılan hesaplardan AFAD'ın banka hesabına 7 Şubat'ta 1 milyon 300 bin lira, 9 Şubat'ta 1 milyon 200 bin lira, 10 Şubat'ta ise 1 milyon lira olmak üzere toplam 3 milyon 500 bin lira para yardımında bulunuldu.

Hayata Destek Derneği, 350 kişilik uzman ekibiyle sahada aktif olarak çalışarak, durumun taleplerini yerine getirmek için çalışmalar yürüttü.

SONUÇ

Türkiye depreme yatkın bir ülke. Son 100 yılda afetlerde yaklaşık 84.000 kişinin hayatını kaybettiği tahmin ediliyor. Türkiye, Ateş Çemberi olarak da bilinen Pasifik Deprem Bölgesi'ndeki ülkelerin hemen arkasında, en tehlikeli ülkeler arasında yer aldığı için gerekli önlemleri almalıdır.

Afet yönetiminde gönüllülerin ve sivil toplum kuruluşlarının (STK) rolü artarken, Türkiye'de deprem sonrası süreçlerin başarıyla yürütülmesinde birincil kamu otoritesi olan devlet her zaman birincil aktör olmuştur. Depremden etkilenenler hâlâ devletin babası olarak gördükleri federal hükümetin tüm ihtiyaçlarını karşılaması gerektiğine inanıyor. Halkın ve yerel yönetimlerin afet yönetim sistemine etkin bir şekilde katılma yeteneği bu bilgi nedeniyle ciddi şekilde kısıtlanmaktadır.

Deprem sonrasında sivil toplum kuruluşlarının eyalet ve yerel yönetimlerle birlikte çalışması önemli olmakla birlikte, bu dayanışmanın karşılıklı yarara dayalı ve uzun süreli olması gerektiğinin vurgulanması da önemlidir. Afete müdahale ve iyileştirme faaliyetlerinde hız ve etkinliğin sağlanması için toplumun desteğinin ve aktif katılımının hayati önem taşıdığı, her ne kadar afet zararlarını en aza indirmek ve afetlere hazırlıklı olmak mümkün olmasa da gözlenmiştir.

Yetkili STK'lar ile kamu kurumları arasındaki bilgi alışverişine ilişkin olarak KVKK'nın bir düzenleme içermesi gerekmektedir. İş ancak bu şekilde sorunsuz ilerleyebilir. Birçok şehri etkileyecek afetlere sivil toplum kuruluşlarının (STK) müdahale hızını hızlandırmak amacıyla şehirlerdeki lojistik depo kapasiteleri belirlenebilir, afet durumunda STK'larla bilgi alışverişi yapılabilir, lojistik depo desteği verilebilir. Afet anında kurum ve kuruluşların faaliyetlerine devam edebilmeleri için lojistik depo aramalarına gerek kalmaması gerekmektedir.

Fırsatlar yaratılmalıdır. STK'lara seyyar duşlar, çamaşır yıkama araçları vb. sağlanmasında yardımcı olundu. İyileştirmeler yapılmalı ve STK'ların barınma sağlama kapasitelerini artırmaları teşvik edilmelidir. Afetler sonrasında yaygın olarak görülen travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) ile etkin bir şekilde mücadele edebilmek için Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı'nın STK'lara bu konuda daha önemli bir rol vermesi gerekmektedir. Psikososyal destek (PSD) akreditasyon prosedürünü yeniden değerlendirmenin zamanı geldi. Ayrıca partiler ve kurumlar arasındaki iş birliğine de vurgu yapıldı. Gerçekten ise 6 Şubat deprem kurtarma operasyonu sırasında görevli kamu kuruluşu ile gönüllü kurtarma grup ve ekipleri arasında medyada yer alan tutarsızlıklar ve anlaşmazlıklar vardı. Bu nedenle yabancı bir kurtarma ekibi ülkemizden ayrıldı.

Bu felaket, sivil toplum kuruluşlarıyla etkileşimde bulunmanın, onlarla ortaklık kurmanın değerini bir kez daha gösterdi. Krizin boyutu ve Türkiye'nin karşı karşıya olduğu tehlikeler göz önüne alındığında, afet yönetimi hayati önem taşıyor ve entegre bir organizasyon oluşturmak için STK'larla birlikte yürütülmesi gerekiyor. Afet ve risk yönetimi konusunda uzman bilgi birikimine sahip birim ve kişilerin bu görevleri eksiksiz yerine getirmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- AFAD, (2014), Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü, Ankara: T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.
- AFAD (2023, Pazarcık (Kahramanmaraş) Mw 7.7 Elbistan (Kahramanmaraş) Mw 7.6 depremlerine ilişkin ön değerlendirme raporu, <http://deprem.afad.gov.tr>
- Benson, C., (2016), Promoting Sustainable Development Through Disaster Risk Management, ADB Sustainable Development Working Paper Series, Manila: Asian Development Bank.
- DiMaggio, P. J., & Anheier, H. K. (1990), "The sociology of nonprofit organizations and sectors". Annual Review of Sociology, 16, 137-159.
- Erdoğan, N. (2020), Sivil Toplum Kuruluşlarında Gönüllü ve Profesyonel Çalışma, İstanbul: İlke Yayınları.
- Genç, F. N., (2021), Afet Yönetimi, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- İçduygu, A.; Meydanoglu, Z. & Sert, D. Ş. (2011), Türkiye'de Sivil Toplum: Bir Dönüm Noktası, Uluslararası Sivil Toplum Endeksi Projesi Türkiye Ülke Raporu II, İstanbul: TÜSEV Yayınları.

- Kadıoğlu, M., (2008), Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri, Ankara: JICA Türkiye Ofisi.
- Kayasü, S., (2007), “Afet Yönetiminin Kurumsallaşmasında Sivil Toplum Kuruluşlarının Rolü”, Afet Risk Yönetimi Risk Azaltma ve Yerel Yönetimler (Ed. Erkan, N. E.; vd), İstanbul: Marmara Üniversitesi Yayınları.
- Kurumsal Yönetim Akademisi (KYA, 2017). STK’larda Profesyonel ve Gönüllü İstihdamının Geliştirilmesi Çalıştayı, <https://kurumsalyonetim.org/stklarda-gonullu-ve-profesyonel-istihdaminin-gelistirilmesi>.
- Mondal, D.; Chowdhury, S. & Basu, D. (2015), Role of Non Governmental Organization in Disaster Management, Research Journal of Agricultural Sciences 6(special):1485-1489.
- Özerdem, A. & Jacoby, T. (2006), Disaster Management and Civil Society Earthquake Relief in Japan, Turkey and India, New York: I.B. Tauris & Co Ltd.
- Salamon L. M.; Anheier, H. K.; List, R.; Toepler, S.; Sokolowski Wojciech, S. & Associates (1999), Global Civil Society: Dimensions of the Nonprofit Sector, Baltimore: The Johns Hopkins Center for Civil Society Studies.
- Türk Dil Kurumu (TDK), (1988), Türkçe Sözlük, Yeni Baskı. Ankara: Türk Dil Kurumu.

TÜRKİYE'DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİYLE MÜCADELEDE KARBON YAKALAMA VE DEPOLAMANIN (KYD) ROLÜ

Öğr. Gör. Kader Aksoy

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi / İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat.

kader_kardogan@hotmail.com

Prof. Dr. Zafer Kanberoğlu

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi / İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat.

zkanberoglu@yyu.edu.tr

ÖZET: İklim değişikliği ile mücadelede karbon yakalama ve depolama (KYD) hayati bir öneme sahiptir. Geleneksel teknolojiler, iklim değişikliğinin sebep olduğu küresel ısınmayı en aza indirmeye konusunda yetersiz kalmaktadır. Karbon yakalama ve depolama teknolojisi, atmosfere salınan karbondioksit (CO₂) emisyonlarını yakalayıp yeraltı formasyonlarına depolayarak atmosferdeki (CO₂) seviyesini düşürmeyi hedeflemektedir. Ancak bu teknolojinin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Maliyeti yüksek ve pahalı olan bu teknoloji aynı zamanda CO₂' taşıma ve depolama aşamasında çevresel riskler oluşturmaktadır. Henüz olgunlaşmamış bir teknoloji olduğundan araştırma ve geliştirme çalışmaları halen devam etmektedir. Avrupa, 2050 yılına kadar net sıfır emisyon hedefine ulaşmak için bu teknolojiyi ele almıştır. İklim değişikliğiyle mücadelede Türkiye 2021 yılında Paris anlaşmasını onaylamıştır. Anlaşmaya göre, Türkiye 2030 yılı için taahhüt ettiği sera gazı salımlarından artıştan azaltış hedefini %21' den %41' e yükseltmiştir. Türkiye sera gazı salımlarının pik seviyesini 2038 yılı olarak tahmin ederken, net sıfır emisyon hedefini ise 2053 yılı olarak açıklamaktadır. Bu bağlamda Türkiye, KYD teknolojisine önemli yatırımlar yapmaktadır. Bu çalışmada; Türkiye'de iklim değişikliğiyle mücadelede KYD' nin önemine değinilerek, bu bağlamda desteklenen projeler ve yatırımlar incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Karbon Yakalama ve Depolama, CO₂ Salınımı

THE ROLE OF CARBON CAPTURE AND STORAGE (CCS) IN FIGHTING CLIMATE CHANGE IN TURKEY

ABSTRACT: Carbon capture and storage (CCS) has vital information in the fight against climate change. Traditional technologies are insufficient to minimize global warming caused by climate change. Carbon capture and storage technology aims to reduce the level of (CO₂) in the atmosphere by capturing the emissions of carbohydrates (CO₂) released in the atmosphere and storing them in breeding formations. However, these technological features are also available. This technology, which is costly and expensive, also poses risks in terms of CO₂ transportation and storage. A newly trained technological research and development work is still ongoing. Europe is considered in this context to achieve its net zero emissions target by 2050. In the fight against climate change, Türkiye ratified the Paris agreement in 2021. According to the agreement, Turkey increased its greenhouse gas emissions reduction target from 21% to 41% for 2030, which ensures consistency. While Turkey estimates the peak level of greenhouse gas emissions as 2038, it announces its net zero emission target as 2053. It is based in Turkey and makes significant investments in KYD technology. This product; These architectural projects and investments will be examined, touching on the importance of KYD in the fight against climate change in Turkey.

Keywords: Climate Climate, Carbon Capture and Storage, CO₂ emission

GİRİŞ

Sanayi Devrimi'nin gerçekleşmesinden bu yana küresel ekonomi, petrol doğal gaz, kömür gibi fosil yakıtların kullanımına ve tüketimine dayanmaktadır. Fosil yakıtlar, elektrik üretiminde, ulaşım için gerekli olan yakıtta, binalarda ve sanayide ısı sağlamada ve çeşitli endüstri alanlarında hammadde olarak kullanılmaktadır. Ancak fosil yakıtların kullanılması, yanması ve miktarı küresel ısınma üzerindeki etkisinden dolayı sera gazı CO₂ üretimine neden olmaktadır. Küresel ısınmadan kaynaklı ekosistemde; kasırga, sel, kuraklık, buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi gibi aşırı hava olayları yaşanmaktadır. Bu durum ise insan yaşamını ve ekolojik sistemi tehlikeyle karşı karşıya bırakmaktadır (IPCC, 2021; Kenarsari vd., 2013). Teknolojide yaşanan gelişmeler ve dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artması çevresel risk oluşturan fosil yakıt tüketimini de arttırmıştır (Elsaid vd., 2020; Abdelkareem vd., 2021). Fosil yakıtların bol miktarda kullanılması ve daha çok antropojenik etkilerden dolayı kaynaklanan sera gazı karbondioksit CO₂ emisyonunun artması çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu için bir endişe kaynağı haline gelmektedir. Küresel Atmosfer Araştırmaları

Emisyon Veri tabanına göre, küresel CO₂ emisyonu 2011 yılında 33.4 milyar ton olarak belirlenmiştir ve yirmi yıl öncesi ile karşılaştırılırken CO₂ emisyonunu %48 daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Geçtiğimiz yüzyılda atmosferik CO₂ seviyesi, sanayi öncesi dönemdeki 280 ppm'den Mayıs 2013'te rekor kırarak yüksek seviye olan 400 ppm'ye kadar ulaşmış %39'dan fazla artmıştır ve küresel yüzey sıcaklığında buna karşılık gelen yaklaşık 0,8° lik bir artış olmuştur. İklim değişikliğini hafifletme politikaları olmadan, 2030 yılında küresel sera gazı emisyonununun 2000 yılı seviyesine göre %25-90 oranında artacağı ve atmosferdeki CO₂ eşdeğeri konsantrasyonların 600-1550 ppm'ye kadar çıkacağı tahmin edilmektedir (Leung, vd., 2014).

Karbon yakalama ve depolama (KYD), sanayi öncesi küresel sıcaklık ile karşılaştırıldığında sıcaklığı 2 °C ile sınırlamak için çok önemli bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır (Szulcveski, vd., 2012). Karbon yakalama ve depolama (KYD), 2050 yılına kadar sera gazı emisyonlarının %32'sini azaltması beklendiğinden, iklim değişikliğini en aza indirmeye için önemli bir teknoloji olarak hala tartışılmaktadır (Pires, vd., 2011). KYD sistemi birçok sektörü bünyesinde barındırmaktadır ancak yeni bir teknoloji olduğu için henüz olgunlaşmamış bir sistemdir. Bu sistem fosil yakıtın çok fazla kullanıldığı demir, çelik, çimento ve alüminyum sanayi sektörleri gibi karbon yoğun endüstrilerden CO₂ yakalamaktır. Yakalama işleminden sonra süperkritik CO₂ ekstraksiyon sistemiyle sıkıştırır. Süperkritik CO₂, daha sonra boru hatları ve depolama tankerleri aracılığıyla, kalıcı olarak bertaraf edilmek üzere yeraltı oluşumlarına enjekte edilecek olan depolama alanlarına taşınır (Leung, vd., 2014).

KYD' nın iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir role sahiptir. KYD, enerji üretim kaynaklarından ve endüstrilerden kaynaklanan CO₂ emisyonlarını yakalayıp depolayarak sera gazı emisyonlarında ciddi bir azalma sağlamak ve küresel ısınmayı da sınırlamaya çalışmaktadır. Ayrıca karbon yoğun süreçlere dayalı sektörler için de bir çözüm önerisi sunmaktadır. Yatırım ve küresel iş birliği ile karbon emisyonlarının verimli bir şekilde yakalandığı ve depolandığı bir dünya umudu ise giderek somut bir gerçeklik haline gelmektedir.

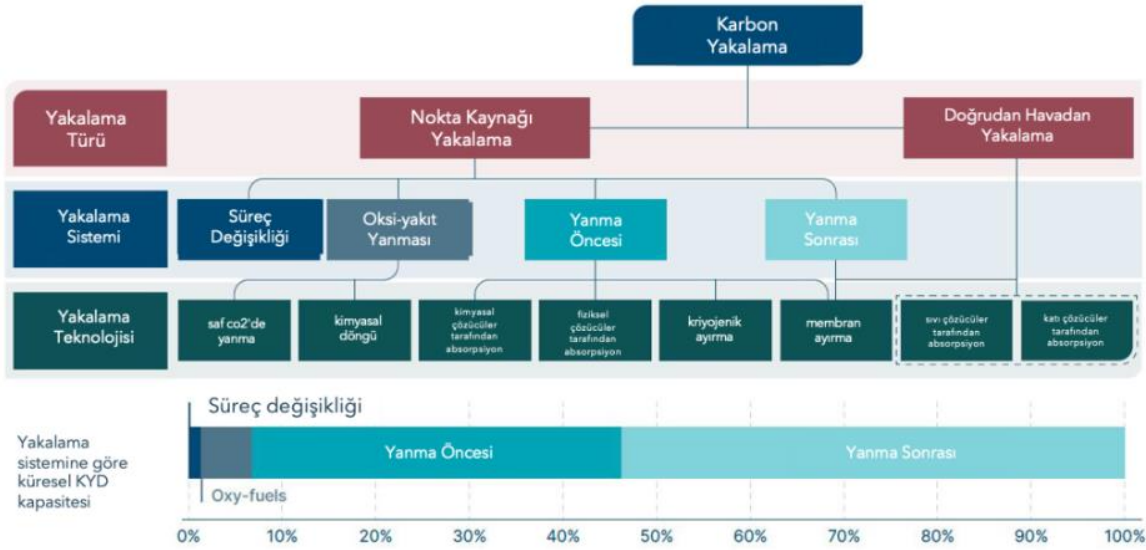
KYD'nın büyük ölçüde uygulanıp uygulanmayacağı teknolojik gelişmelerin yanında enerji politikaları ve kamuoyu algısı gibi sosyal süreçlere de bağlıdır. Demokrasinin hakim sürdüğü ülkelerde, gelişmiş teknolojilerin benimsenip benimsenmemesi konusunda halk söz sahibidir. Ulusal düzeyde olmasa da bazı projeleri halk protesto edebilir. Bundan dolayı; paydaşlar ve kamuoyu bu tür teknolojilerin kullanımında halkın da tepkisini göz önüne alıp uyumlu karar vermelidir.

1. Karbon Yakalama ve Depolama

Doğal gazın yanması sonucu önemli miktarda CO₂ gazı açığa çıkmaktadır. Çıkan bu CO₂ gazı direk olarak ya atmosfere karışmaktadır ya da gıda işleme endüstrilerinde olduğu gibi üretim tesislerinde diğer ürünlerin üretim aşaması için kullanılmaktadır (Streets vd., 2018). Aynı zamanda, üretilen karbondioksitin küçük bir kısmı imalat sanayi tarafından kullanılırken geriye kalan karbondioksitin büyük bir kısmı atmosfere karışmaktadır (Moreno ve Yuste, 2016).

Karbon yakalama, daha önce yakılmış olan hidrokarbon yakıtlardan yanma işlemi gerçekleştikten sonra baca gazında oluşan CO₂yi tutmak için geliştirilmiş çeşitli teknolojilerden oluşmaktadır. Bu teknoloji daha çok ağır sanayi sektörü olan demir, çelik, çimento, elektrik üretim tesislerinde kullanılmaktadır. Ayrıca, küresel CO₂ emisyonlarının yaklaşık olarak %20 sini üreten kimyasal üretim sisteminde de kullanılmaktadır. Bazı endüstriyel sektörlerde emisyonu azaltmak ve net sıfır emisyon hedefine ulaşmak için karbon yakalama teknolojisi hayati bir öneme sahiptir (Türkçimento, 2022).

Endüstrilerde üretim sürecinde meydana gelen CO₂ gazının yakalanmasına dair kullanılmaya yönelik çeşitli stratejiler tasarlanmıştır. Aşağıda şekil 1'de karbon yakalama sistemi gösterilmiştir.



Şekil 1. Karbon Yakalama Yöntem ve Teknolojileri (REC).

Karbon yakalama ve depolama teknolojilerinin asıl amacı, jeolojik formasyonda depolanabilen karbondioksit üretebilmektir. Karbondioksitin boru hatlarından kolayca taşınabilmesi ve jeolojik formasyonda pompalanabilmesi için sıvı hale dönüştürülmeli ve sıkıştırılmalıdır (Coutris, vd., 2015). Karbon yakalama ve depolama sistemi günümüzde yanma öncesi, yanma sonrası ve oksji yanma olarak üç ayrı grup şeklinde guruplandırılmaktadır (Lopez vd., 2018).

1.1.Karbon Yakalam ve Depolama Sisteminde CO2 Ayırma Teknikleri

1.1.1.Fiziksel Eğilim

Fiziksel emilim süreci, absorpsiyon ve sıyırma işlemi olarak iki ana aşamadan oluşmaktadır. Absorpsiyon işlemi, prosesi artırılmış olan gazın çözünmesi ve CO₂'nin çözünmesi durumunda fiziksel olarak yakalınmasıdır. Sıyırma işlemi ise CO₂ 'yi sıvılaştırılmış çözücü haline gelmesi ve serbest hale gelebilmesi için ısıya verilme işlemidir. Fiziklesele emilim için düşük sıcaklık ve yüksek basınç en iyi çalışma koşulları olarak gösterilmektedir .Yüksek sıcaklık ve düşük basınç gibi farklı koşullar da fiziksel desorpsiyonu etkilemekte kimyasal absorpsiyona neden olmaktadır. Kimyasal absorpsiyon ile fiziksel absorpsiyon karşılaştırıldığında, fiziksel absorpsiyon daha iyi özelliklere sahip olmaktadır (Romano vd.,2010). Yanma işleminden önce karbon yakalama, Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrimi (IGCC) enerji santrallerinde; kömür, ağır yağlar, petrol koku, biokütle atık yakıt gibi yakıtların elektrik üretiminde birincil yakıt olarak kullanılması durumunda karbondioksitin sentez gazından uzaklaştırılmasında, doğal gazın artımında ve asit gazın geri kazanımı gibi uygulamalarda büyük bir öneme sahip olmaktadır (Schell vd., 2012).

1.1.2. Adsorpsiyon

Adsorpsiyon, absorpsiyon işleminden farklı bir işlemdir. Bir yada birden fazla maddenin bir yüzeyde tabaka oluşturacak şekilde toplanması olayına denilir. Kısacası, CO₂ ile katı halde olan adsorbanın yüzeyi arasında fiziksel ve kimyasal etkileşimlerin oluşturulmasını içermektedir. Adsorb edilen CO₂, absorpsiyon işleminde olduğu gibi yükskek sıcaklık ve düşük basınç ile desorbe edilebilmektedir (Rashidi ve Yusup, 2016). Doyma noktasına gelen adsorban, sıcak salınımlı adsorpsiyonda, fiziksel ve kimyasal bağın parçalanmasına uygun olan koşullarda ısıtılırken basınç salınımlı adsorpsiyonun gerçekleşmesi için ise basınçta bir azalma olmalıdır. CO₂ konsantrasyonun önemsiz olduğu durumlarda sıcaklık salınımlı adsorpsiyon sıklıkla kullanılmaktadır ancak CO₂ konsantrasyonun yüksek olduğu durumlarda basınç salınımlı adsorpsiyon tercih edilmektedir (Casas vd., 2013 ve Jiang vd., 2015).

1.1.3.Mebran Teknolojisi

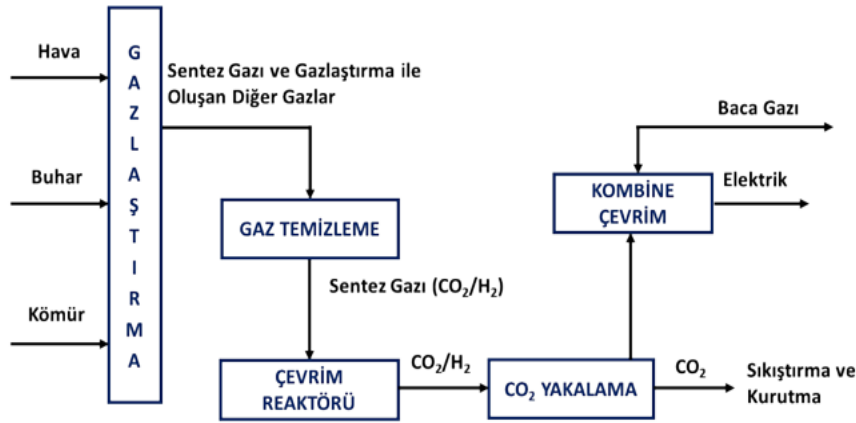
Mebran sistemi ile yayılmış olan gazı ayrıştırılmaktadır. Mebran sistemlerinde kullanılacak olan materyalin türlerine göre farklı gazlarında ayrışımı gerçekleşebilmektedir. (Boran vd., 2022). Mebran sistemiyle CO₂' de çözünme meydana gelmektedir ve kısmi basınç gradyanı ile orantılı olacak şekilde hızla yayılmaktadır. Doğal gazdan CO₂ eliminasyonunda, özellikle CO₂ kısmi basıncının yüksek olduğu durumlarda, yanma öncesi yakalama için ideal olan mebran ayırma teknolojisi kullanılmaktadır. Baca gazında CO₂ daha az olduğu için gerekli olan karbonu yakalayabilmek için daha fazla enerji uygulanmaktadır (Kang vd., 2015). Bundan dolayı mebran ayırma işleminde çok daha yüksek basınç akımları kullanılmaktadır.

1.1.4.Kriyojenik Ayırma

Kriyojenik ayırma, sıvı karbondioksiti üretebilmek için ortam sıcaklığında ve basınçta çeşitli uygulamalar yaparak gazı ayrıştırma işlemidir (Dai ve Deng, 2016). Yüksek miktarda bulunan CO₂ konsantrasyonunda karbondioksiti yakalamak için ideal bir yöntem olmaktadır. Bu teknolojinin daha az su kullanması, ucuz kimyasal maddelerin kullanılması, korzyona dayanıklı olması ve kirlilik açısından çevreyi daha az kirlemesinden dolayı amin bazlı fırçlama yönteminin yerinde kullanılmaktadır (Zheng vd., 2020). Sıcaklık aralığının düşük olması ve işletme maliyetinde yüksek olmasından dolayı enerjiye ihtiyaç duymakta ve enerji yoğunudur. Kriyojenik ayırmada, buz oluşumunun gerçekleşmesi boru sistemine zarar vermekte ve sistemin tıkanmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı, ayırma işlemi yapılmadan önce nem miktarına dikkat edilmesi gerekmektedir (Wilberforce vd., 2019).

1.2. Yanma Öncesi Yakalama

Yanma öncesi yakalama işleminde, yanma işlemi başlamadan önce katı halde bulunan yakıt basınç ve oksijen yardımıyla yüksek basınçlı bir ortamda yüksek sıcaklık kullanılarak gaz yakıt haline dönüştürmektedir (Boran vd., 2022). Ayrıca CO₂' nin reaksiyona girmesi sonucunda yakıt gazı, karbonmonoksit ve hidrojen de üretmektedir. Bu teknoloji, fosil yakıtların yakma işlemi gerçekleşmeden önce gaz gaz formuna dönüştürülmesi ve bu işlem esnasında CO₂ gazını ayırmak için kullanılmaktadır. Karbondioksitin ayrıştırılmasından sonra saf bir hidrojen yakıtı elde edilmektedir (Alonso vd., 2017). Aşağıda şekil 2 diyagramı ile yanma öncesi karbondioksit yakalama gösterilmiştir.



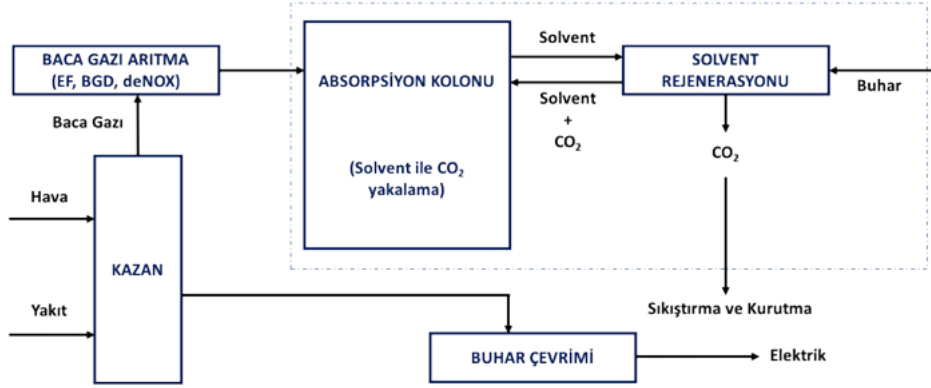
Şekil 2: Yanma öncesi CO₂ yakalama (REC, Çevre ve İklim Derneği, 2023).

İşlem öncesinde ilk olarak hava, hava ayrıştırma ünitesine girmektedir. Daha sonra, oksijen saf bir halde olacak şekilde ayrıştırılmaktadır. Ayrıştırılan oksijen, yakıtla birlikte gazlaştırıcı tanka yüklenir ve CO₂, CO, H₂O' dan oluşan bir sentez gaz elde edilir. Sentez gaz da çevirim reaktörüne aktarılır ve bu aşamada sistemin için buhar eklenilerek sentez gaz CO₂, CO ve H₂ a dönüşmektedir. Çevirim reaktöründe bulunan CO₂ ve hidrojen ayrıştırılmaktadır ve depolanmak için hazır bulunmaktadır. Ayrıştırılan hidrojen, elektrik üretimi için kullanılmakta ya da saf halde olan hidrojen ihtiyaç dahilinde kimyasal süreçlerde kullanılmaktadır.

1.3.Yanma Sonrası Yakalama İşlemi

Yanma sonrası karbon yakalama işleminde, biyokütle ya da fosil yakıtların yanma sürecinden sonra baca gazının ürettiği karbondioksiti emme işlemidir (Metz vd., 2005). Yanma işleminden sonra bacada oluşan

gazların direk olarak atmosfere salınıp karışmasını önlemek için CO₂ ayrıştırılmasının yapılacağı sistem içerisine aktarılır. Aşağıda şekil 3 diyagramında yanma sonrası karbondioksit yakalama süreci gösterilmiştir.

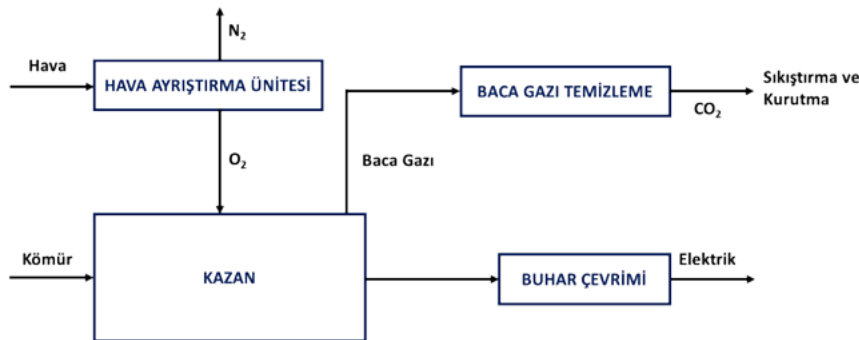


Şekil 3: Yanma sonrası CO₂ yakalama (REC, Çevre ve İklim Derneği, 2023).

Şekil 3' de de görüldüğü gibi ilk olarak yakıt ve hava bir kazana aktarılmaktadır. Kazanda yakıt ile hava bir etkileşime girmektedir ve yanma tepkimesi gerçekleşmektedir. Bu yanma, enerji sektöründe ya da endüstriyel ısıtma için gerekli olan ısıyı üretmiş olmaktadır. Isıyla birlikte yoğunluğunun sudan oluştuğu, CO₂ ve azottan oluşan bir baca gazı elde edilmektedir. Oluşan bu baca gazı ise, emici kulenin zeminine doğru iletilmektedir. Emici kuleden yükselen baca gazındaki CO₂, sonradan eklenen solvent ile etkileşime girmektedir. Etkileşimden sonra bir çözelti oluşmaktadır ve kulenin zemininden kulenin sıyırma işlemi yapılan kuleye doğru aktarılmaktadır. Geride kalan baca gazı ayrılarak atmosfere salınmaktadır. Sıyırma işleminde elde edilen çözelti, yaklaşık olarak 120 °C' de ısıtılmaktadır. Bu işlem ile CO₂ ve çözücü ayrışmaktadır. Daha sonrasında ayrıştırılan bu çözücü madde, tekrar kullanılmak için kulenin zemininden ayrılır, geride kalan CO₂ ise kulenin tepesinde sıkıştırılarak depolanmak için tanklara doğru aktarılmaktadır.

1.4.Oksi- Yanma İşlemi

Yakma işlemi sonrası sürece bir seçenek olarak oksi- yanma son zamanlarda CO₂ yakalama teknolojisi olarak karşımıza çıkmakta ve kullanılmaktadır. Bu işlemde, yanma sürecinde saf oksijen kullanılmaktadır ve bu işlem CO₂, H₂O ile azot içermeyen bir baca gazı üretimine yol açmaktadır. Baca gazı yoğunlaşması ise saf bir CO₂ akışının üretilmesine neden olmaktadır (Nazir vd., 2019). Aşağıda şekil 4' de kömürle çalışan oksi- yanmada yakalama diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 4: Oksi- yanma yöntemi ile yakalama (Boran vd., (2022), Karbon Yakalama, Kullanma ve Depolama).

Şekil 4'te de görüldüğü üzere, hava içerisinde yer alan yüksek miktarda bulunan azot ayrıştırılmaktadır. Kömür, azotun azaltılmış olduğu atmosferde yakılmaktadır. Yakma işleminde, hava içerisinde bulunan azot ayrıştığı için azot oksitlerin oluşumunu engellemektedir ve CO₂ bakımından zengin bir baca gazı elde edilmektedir. Sonrasında, baca gazı içerisinde oluşmuş olan su buharı sıkıştırılmaktadır. Sıkıştırılan su buharı, daha sonrasında soğutma işlemi yapılarak ayrıştırılmaktadır. Bu yöntem ile CO₂ yakalama ve depolama teknolojisinde yatırım ve enerji maliyeti en aza indirgenmekte ve CO₂ yakalama işlemi çok daha rahat uygulanmaktadır. Diğer teknolojilerden farklı olarak oksi-yakıt yanma yakalama teknolojisinde sis ve asit

yağmurlarına neden olan atmosferik nitrojen ile atmosferik oksijenin birleşmesiyle oluşan NO_x salınımı görece olarak daha düşüktür. Aynı zamanda karbon yakalama işleminde ekstra bir kimyasala ihtiyaç duymayan bir teknoloji olmaktadır. CO₂'nin yakalanmasında çok iyi bir teknoloji sergilemektedir fakat maliyeti yüksek olduğundan yüklü bir sermayeye gerek duyulmaktadır. Ayrıca, oksi-yanma işleminde hava ünitesi gereğinden fazla enerji tüketmektedir ve bu teknolojinin önceden var olan santrallere kurulumu hem zor hem de maliyetli olmaktadır.

2.Karbon Depolama Alanları

Karbondioksit yakalandıktan sonra ya depolanmaktadır ya da tekrar kullanılmaktadır. Günümüzde karbondioksiti kullanım alanı sınırlı olduğundan ortaya çıkan karbondioksitin büyük bir miktarı depolanmaktadır. Karbondioksit, boşaltılmış doğal gaz ve petrol rezervleri, kazılmış kömür tabakaları ve derin tuzlu akiferler gibi jeolojik bir yapıda depolanabilmektedir. Aynı zamanda karbondioksit mineral formda da depolanabilmektedir. Jeolojik formasyonlar karbondioksiti depolamak için büyük ölçüde katkı sağlamaktadır. Karbondioksit aşağıda belirtilen yöntemlerle depolanmaktadır.

- Petrol kuyularında üretim verimini artırma (Bu yöntem Türkiye'de de kullanılmakta olup yıllardır petrol üretiminde de uygulanmaktadır).
- Doğal gaz kuyularında verimliliği arttırmak
- Tükenmiş petrol ve doğalgaz kuyuları
- Tuz oluşumlarına depolama
- Kömür yataklarında metan çıkışının artırılması
- Okyanuslara depolama

3.Türkiye'de İklim Değişikliğiyle Mücadelede Karbon Yakalama ve Depolamanın Rolü

İklim değişikliğiyle mücadelede 2021 yılında Türkiye Paris Anlaşmasını imzalamıştır. Anlaşmaya göre, Türkiye 2030 yılı için taahhüt ettiği sera gazı emisyonlarında azaltım hedefini %21'den %41'e yükseltmiştir. Bu nedenle 2030 yılı için öngördüğü 1.213 milyon ton CO₂ eşd. salımlarını, 695 milyon ton CO₂ eşd. seviyesinde tutması gerekmektedir. Türkiye sera gazı salımlarının pik seviyesini 2038 yılı olarak planlamakta net sıfır emisyon hedefini ise 2053 yılı olarak açıklamaktadır. Türkiye'nin bu hedefleri gerçekleştirebilmesi bilhassa net sıfır emisyon hedefine ulaşması için imalat sanayi sektörünün ve elektrik üretiminin karbonsuzlaştırılması hayati öneme sahip olmaktadır. Dünyada karbon yakalama ve depolama (KYD) aracılığıyla bu sektörlerde karbon salımı kısmen kontrol altına alınmıştır. Ayrıca bu teknolojinin geliştirilmesi ve kullanımının artırılması için araştırmalar ve ekonomik analizler yapılmaya devam etmektedir. Karbon yakalama ve depolama, Avrupa Birliği tarafından da desteklenmekte ve iklim ve enerji politikası aracı olarak görülmektedir. Birlik, CO₂ salımlarının halkın sağlığını tehlike altına atmadan ve çevresel risk oluşturmayacak şekilde depolanması gerçekleştirebilmek için 2009 yılında karbon yakalama ve depolama direktifini kabul etmiştir. Araştırmalar incelendiğinde, Türkiye'nin CO₂ jeolojik depolanabilmesi için yeterli bir kapasiteye sahip olmasa da belli bir miktarda jeolojik depolama kapasitesine sahip olduğu görülmektedir.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)' ye 2015 yılında Türkiye'nin Ulusal olarak belirlenmiş katkısında mutlak emisyonlarda bir düşüş öngörülmemiştir. Ancak Paris Anlaşması'nı imzaladıktan sonra Türkiye, ulusal olarak belirlenmiş katkısını revize etmiştir ve net sıfır karbon emisyonu hedefine ulaşmak için uzun vadeli bir strateji hazırlamaya başlamıştır. Hazırlanan proje, Türkiye'nin KYD teknolojilerine dahil olacak karbon salımlarını ve bu salımların KYD teknolojileri ile işletilmesiyle birlikte getireceği maliyetler araştırılmaktadır. Projenin temel amacı ise Türkiye'de KYD'nin uygulanabilirliği konusunda ortaya çıkacak olan tartışmaları çok daha yakından takip tartışmaya katkı sağlayabilmektir. Bu katkı belirli yollarla elde edilmektedir. Bu yollar aşağıda belirtilmiştir.

- Jeolojik CO₂ depolama sahalarının doğal mevcudiyetine ilişkin bir analizin hazırlanması
- Karbon yakalama ve depolama teknolojilerinin uygulanabilmeleri için gerekli olan teknik ve ekonomik fizibilitesine dair bir değerlendirme
- Raporun hazırlanması sırasında ve sonrasında paydaşların katılımını sağlamaya yönelik etkinlikler

Elde edilen bulguları politika yapıcılara, genel kamuoyuna ve kilit paydaşlara yaymak için erişim ve iletişim etkinlikleri (REC, 2023).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkiye, fosil yakıtlara olan bağımlılığından ve yüksek CO₂ emisyonu salımından dolayı iklim değişikliğinden önemli derecede etkilenmektedir. Bu nedenle, KYD teknolojisi 2050 yılı için net sıfır karbon emisyon hedefine ulaşmada önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, Türkiye'nin jeolojik yapısı göz önünde bulundurulduğunda CO₂ depolama işlemi için uygun alanların var olduğu görülmektedir. Türkiye' de KYD'nin yaygınlaşması için yasal düzenlemeler yapılmalı ve altyapının oluşturulması için gerekli koşullar gözden geçirilmelidir. KYD projeleri için gerekli fonlar ve yatırımlar teşvik edilmelidir. Kamuoyu ve özel sektör KYD teknolojisi hakkında bilgilendirilmelidir ve bu teknolojiyi kullanımında CO₂ emisyon salımının yakalanması ve depolanması konusunda güven artırılmalıdır. Bunların yanı sıra, çevresel ve sosyal etkiler detaylı olarak araştırılmalı ve geliştirilmelidir.

Kısacası; Türkiye'nin iklim değişikliğiyle mücadele kapsamında KYD, çok önemli bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır ve bu teknolojinin var olan potansiyelinden yararlanmak için gerekli adımlar atılmalıdır. KYD teknolojisinin geliştirilip maliyetlerinde düşüşlerin yaşanması ile de bu teknolojinin Türkiye'de kullanılmasını cazip hale getirecektir.

ÖNERİLER

Türkiye'de KYD teknolojisinin potansiyeli araştırılmalı, uygulama noktasında gerekli incelemeler yapılmalıdır,

Uluslararası işbirlikleri geliştirilerek KYD projeleri için gerekli finansman sağlanmalıdır,

Kamuoyu KYD teknolojileri hakkında bilgilendirilmeli ve gerekirse eğitim programları düzenlenmelidir,

KYD teknolojisinin sosyal ve çevresel etkileri ayrıca araştırılmalı ve teşvik edilmelidir.

KAYNAKÇA

Abdelkareem, M.; Wilberforce, T.; Olabi A.G., Sayed, E.; & Elsaid, H. ,(2021), Progress in Carbon Capture Technologies, Science of the Total Environment, Volume 761, 20 March 2021, 143203.

Amanda Alonso ,J Moral-Vico , Ahmed Abo Markeb, Martí Busquets-Fité , Dimitrios Komilis , Victor Puentes , Antoni Sánchez, (2017), Critical review of existing nanomaterial adsorbents to capture carbon dioxide and methane, Science of the Total Environment, Cilt 595, 1 Ekim 2017 , Sayfa 51-62

Boran, E.; Baştürk Ayaz, G; Türk, S& Engin, Y. (2022), Karbon Yakalama Kullanma ve Depolama. <https://www.ecka.com.tr/ekler/karbon-yakalama-ve-depolama-1654758940.pdf>.

Casas, N.; Schell, J.; Joss, L. & Mazzotti, M. (2013), A Parametric Study Of A PSA Process For Pre-Combustion CO₂ Captur, Sep. Purif. Technol., Separation and Purification Technology, Volume 104, 5 February 2013, Pages 183-192

Coutris, C.; Macken, A.L.; Collins, A.R.; El Yamani, N. & Steven J. Brooks, (2015), Marine Ecotoxicity Of Nitramines, Transformation Products Of Amine-Based Carbon Capture Technology, Science Of The Total Environment, Volumes 527–528, 15 September 2015, Pages 211-219.

D.G. Streets, Z., Lu, L., Levin, Arnout F.H., Schure, Elsie M. Sunderland, (2018), Historical Releases Of Mercury To Air, Land, And Water From Coal Combustion, Science Of The Total Environment 615(2018)131–140

Dai, Z.; Deng, L. (2016), Membrane Absorption Using Ionic Liquid For Pre-Combustion CO₂ Capture At Elevated Pressure And Temperature, International Journal of Greenhouse Gas Control, Volume 54, Part 1, November 2016, Pages 59-69.

Elsaid, K.; Kamil, M.; Sayed, E.; Abdelkareem, M.; Wilberforce, T.; & Olabiç, A. (2020), Environmental impact of desalination technologies: A review, *Science of the Total Environment*, Volume 748, 15 December 2020, 141528.

IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. In Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#FullReport>.

Jiang, G.; Huang, O; Kenarsari, S.; Hu, X.; Rusell, A.; Fan, M. & Shen, X. (2015), A new Mesoporous Amine-Tio₂ Based Pre-Combustion CO₂ Capture Technology, *Applied Energy*, Volume 147, 1 June 2015, Pages 214-223.

Kang, Z. Peng, Y.; Hu, Z.; Qian, Y.; Chi, C.; Yeo, Y.; Tee, L. & Zhao D. (2015), Mixed Matrix Membranes Composed Of Two-Dimensional Metal–Organic Framework Nanosheets For Pre-Combustion CO₂ Capture: A Relationship Study Of Filler Morphology Versus Membrane Performance, *Journal of Meterials Chemistry A*, Sayı 41, 2015.

Kenarsari, S. D., Yang, D., Jiang, G., Zhang, S., Wang, J., Russell, A. G., ... Fan, M. (2013). “Review of recent advances in carbon dioxide separation and capture”. *RSC Advances*, 3(45), 22739–22773. <https://doi.org/10.1039/c3ra43965h>.

Leung, D; Caramanna, G. & Valer, M. (2014), An Overview of Current Status of Carbon Dioxide Capture And Storage Technologies, *Renewable And Sustainable Energy Rewies*, Cilt 39, S: 426-443.

López, R.; Jesús Díaz, M.; A. González-Pérez José, Extra, (2018), CO₂ Sequestration Following Reutilization Of Biomass Ash, *Science Of The Total Environment.*, 625 (1 June 2018), Pp. 1013-1020,

Metz, O.; Coninck, H., Loos, M.; & Meyer L. (2005), IPCC'nin Karbondioksit Yakalama Ve Depolamaya İlişkin Özel Raporu https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srccs_wholereport-1.pdf.

Moreno, C.A.; Yuste, S.G. (2016), Environmental potential of the use of CO₂ from alcoholic fermentation processes. The CO₂-AFP strategy, *Science of the Total Environment*, Oct 15:568:319-326.

Nazir, S.M.; Cloete, J.H.; Cloete, S., & Amini, S. (2019), Efficient Hydrogen Production With CO₂ Capture Using Gas Switching Reforming, *Energy*, 185 (2019), Pp. 372-385

Pires, J., Martins, F., Alvim, M., Simoes, M., (2011). Karbon Yakalama Ve Depolamaya İlişkin Son Gelişmeler: Genel Bir Bakış, *Kimya Mühendisliği Araştırma Ve Tasarım Dergisi*, Cilt 89. Sayı: 9. Sayfa: 1446-1460.

Rashidi, N.A. & Yusup S. (2016), An Overview Of Activated Carbons Utilization For The Post-Combustion Carbon Dioxide Capture, *Journal of CO₂ Utilization*, Volume 13, March 2016, Pages 1-16

REC (2023). Çevre ve İklim Derneği (REC), (2023), Türkiye'nin Karbon Yakalama, Kullanma ve Depolama Potansiyeli Projesi, <https://rec.org.tr/kykd/>.

Romano, M.C.; Chiesa, P.; & Lozza, G. (2010), Pre-Combustion CO₂ Capture From Natural Gas Power Plants, With ATR And MDEA Processes. *International Journal Of Green House Gas Control* 4(2010)785–797, DOI:10.1016/j.ijggc.2010.04.015

Schell, J.; Casas, N.; Blom, R.; Spjelkavik, A.; Andersan, A.; Cavka, J.; & Mazotti, M. (2012), MCM-41, MOF And Uio - 67/MCM-41 Adsorbents For Pre-Combustion CO₂ Capture By PSA: Adsorption Equilibria, Volume 18, page, 213-227. DOI10.1007/S10450-012-9395-1

Szulczewski, ML, Macminn, CW, Herzog, HJ & Juanes, R. İklim Değişikliğini Hafifletme Teknolojisi Olarak Ömür Boyu Karbon Yakalama Ve Depolama. *Proc. Natl Acad. Bilim. ABD* 109 , 5185–5189 (2012)

Türkçimento, (2022), Karbon Yakalama, Kullanma Ve Depolama, <https://www.tesisat.org/karbon-yakalama-ve-depolama-nedir.html>

Wilberforce, T.; Baroutaji, A.; Soudan, B.; Al-Alami, A.H. & Olabi A.G. (2019), Of Carbon Capture Technology And Challenges Sci. Total Environ., 657 (2019), Pp. 56-72

Zhang, S.; Zhuang, Y. Tao, R.; Liu, L. Zhang, L. & Du, J (2020). Multi-objective optimization for the deployment of carbon capture utilization and storage supply chain considering economic and environmental performance, Journal of Cleaner Production, 270, 1-15, 2020

YEREL BOYUTTA İKLİM EYLEM PLANLARI VE TÜRKİYE

Doktora Öğrencisi. Bahar Bıyıklar

İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi
baharbiyıklar06@gmail.com

ÖZET: İklim değişikliği, yeryüzünün herhangi bir kısmında yaşanan ani değişikliklerdir. İklim değişikliği tüm dünyayı tehdit etmekte ve küresel bir kriz olarak tanımlanmaktadır. Ancak iklim değişikliğinin ortaya çıktığı ve etkilerinin en fazla hissedildiği yerler kentlerdir. Kentler yaşanan kentleşme, sanayileşmeye, hızlı nüfus artışı gibi sebeplerle iklim değişikliği konusunda daha kırılgan hale gelmektedir. Diğer taraftan kentler bu sebeplerin etkileriyle de iklim değişikliğini olumsuz anlamda etkilemektedir. Dolayısıyla kentler iklim değişikliği konusunda hem etkileyen hem de etkilenen bir pozisyonda yer almaktadır.

İklim değişikliğinin etkilerinin en yoğun hissedildiği yerlerin kentler olması sebebiyle yerel yönetimlere önemli görevler düşmektedir. Çünkü kent yönetimleri yerel yönetimler tarafından gerçekleştirilmekte olup, kentler ile iklim değişikliği arasındaki çift yönlü ilişki yerel boyutta iklim değişikliği çalışmalarını gerekli kılmaktadır. Ayrıca kentlerin birbirinden farklı fiziksel, sosyal ve ekonomik yapıları merkezi yönetimler tarafından oluşturulan tek tip çalışmaların tüm kentler için uygulanabilir ve etkin olmasını zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda yerel yönetim birimlerinden olan belediyeler tarafından oluşturulan yerel iklim eylem planları öne çıkmaktadır. Yerel iklim eylem planları, iklim değişikliğiyle mücadele konusunda kent yönetimlerinin üzerlerine düşen sorumlulukları gerçekleştireceğini gösteren dokümanlar olup, farklı şekillerde hazırlanmaktadır. Bunlardan en bilinenleri “sürdürülebilir enerji”, “azaltım”, “uyum” ve “bütünleşik” eylem planlarıdır. Türkiye’de de belediyeler tarafından bu planlar hazırlanmaktadır.

Çalışmada yerel boyutta iklim değişikliğiyle mücadele konusunda öne çıkan ve belediyeler tarafından hazırlanan yerel iklim eylem planlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada doküman analizi yöntemi kullanılarak Türkiye’de çeşitli düzeylerdeki belediyeler tarafından gerçekleştirilen yerel iklim eylem planları incelenmiştir. Böylece çalışma büyükşehir belediyeleri, il, ilçe ve belde belediyeleri ile sınırlandırılmıştır. Sonuç olarak yerel iklim eylem planları çeşitli düzeylerdeki belediyeler tarafından oluşturulmuş ve oluşturulma aşamasında olsa da, sayı bakımından iklim değişikliğiyle mücadele için yetersiz olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Yerel İklim Eylem Planları, Büyükşehir Belediyeleri, İlçe Belediyeleri

LOCAL CLIMATE ACTION PLANS AND TURKEY

ABSTRACT: Climate change is the sudden changes experienced in any part of the earth. Climate change threatens the whole world and is defined as a global crisis. However, the cities are exposed to climate change and these are the places where their effects are felt the most. Cities are becoming more vulnerable to climate change due to reasons such as urbanization, industrialization, rapid population growth. On the other hand, cities are also negatively affected by climate change due to the effects of these causes. Therefore, cities are in a position to both influence and be affected by climate change.

Due to the fact that cities are the places where the effects of climate change are felt the most intensely, important tasks fall to local governments. Because city management is carried out by local governments, the bidirectional relationship between cities and climate change necessitates climate change studies at the local level. In addition, the different physical, social and economic structures of cities make it difficult for uniform studies created by central governments to be applicable and effective for all cities. This also highlights the local climate action plans created by municipalities that are local government units. Local climate action plans are documents that show that city governments will fulfill their responsibilities to combat climate change and are prepared in different ways. The most well-known of these are the “sustainable energy”, “mitigation”, “adaptation” and “integrated” action plans. These plans are also being prepared by municipalities in Turkey.

The aim of the study is to examine the local climate action plans prepared by municipalities that are prominent in combating climate change at the local level. In accordance with this purpose, local climate action plans implemented by municipalities at various levels in Turkey were examined using the document analysis method

in the study. Thus, the study is limited to metropolitan municipalities, provincial, district and town municipalities. As a result, although local climate action plans have been created by various municipalities and metropolitan municipalities and are in the process of being created, it can be said that they are insufficient to combat climate change in terms of number.

Key Words: Climate Change, Local Climate Action Plans, Metropolitan Municipalities, District Municipalities

GİRİŞ

İklim değişikliği yeryüzünün farklı noktalarında yaşanan kuraklık, sel, don, olağanüstü hava hareketleri, güçlü yağışlar, heyelan, sıcak/soğuk günlerde yaşanan düzensiz artışlar ve ani değişimler olup, küresel bir kriz olarak tanımlanmaktadır. Sanayi devriminden itibaren görülen ve artarak devam eden bu kriz, en çok kentleri etkilemekte ve en çok kentlerden etkilenmektedir. Dolayısıyla kentler iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir konumda yer almaktadır.

Günümüzde iklim değişikliğiyle mücadele konusunda uluslararası, ulusal, bölgesel ve yerel çalışmalar yapılmakta ve faaliyetler yürütülmektedir. Bunlardan biri yerel boyutta hazırlanan yerel iklim (değişikliği) eylem planlarıdır. Yerel iklim eylem planları, çeşitli düzeylerdeki belediyeler tarafından hazırlanmakta ve iklim değişikliğiyle mücadele etmek için sera gazı emisyonlarını düşürmek, iklim değişikliğinin etkileri karşısında uyumlu olmak ve sürdürülebilirliği sağlamak gayesiyle geliştirilen stratejik plan ve belgelerdir. Bu kapsamda yerel iklim eylem planları, iklim değişikliğinin etkileri ile başa çıkmak, sera gazı emisyonlarını azaltmak, sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek, toplumda farkındalık ve bilinçlenme oluşturularak katılımı sağlamak gibi amaçlarla “sürdürülebilir enerji”, “azaltım”, “uyum” ve “bütünleşik” eylem planları olmak üzere farklı şekillerde hazırlanmaktadır. Türkiye’de yerel iklim eylem planı çalışmaları 2009 yılında “İklim Dostu Kentler Kampanyası” ile başlamıştır. Bugün ise birçok büyükşehir, il ve ilçe belediyeleri tarafından hazırlanmış ya da hazırlık aşamasındadır.

Çalışmada Türkiye’de yerel boyutta iklim değişikliğiyle mücadele konusunda öne çıkan ve farklı düzeylerdeki belediyeler tarafından hazırlanan yerel iklim eylem planlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için doküman analizi kullanılmış ve çalışma 3 bölüm olarak planlanmıştır. Birinci bölümde yerel iklim eylem planlaması üzerinde durulurken, ikinci bölümde Türkiye’de yerel iklim eylem planları ele alınmıştır. Son bölüm de ise Türkiye’de yer alan büyükşehir, il, ilçe ve belde belediyelerinin yerel iklim eylem planları incelenmiş ve bir durum analizi yapılmıştır.

1.Kavramsal Çerçeve: Yerel İklim Eylem Planlaması/Planları

Yerel iklim eylem planları ya da planlaması, kent yönetimlerini gerçekleştiren farklı düzeylerdeki belediyelerin iklim değişikliğiyle mücadele karşısındaki sorumluluklarına yer veren, politika durumunu ve kurumsal kimliğini gösteren, iklim değişikliği azaltım ve uyumuna ilişkin stratejileri somut olarak ortaya koyan belgelerdir (UN-Habitat, 2015). Bu belgeler iklim değişikliğiyle mücadele açısından güvenli bir gelecek için hayati bir önem taşımakta olup, kentlere önemli görevler yüklemektedir.

Bugün dünya nüfusunun yarısından fazlası kentlerde yaşamakta ve dolayısıyla küresel sera gazı emisyonlarının çoğunluğu da kentlerde meydana gelmektedir (UN 2019; WB, 2023). Öyle ki kentlerde açığa çıkan seragazı emisyonlarının %70’inin ve dünya enerji talebinin %60’ının kent kaynaklı olduğu düşünüldüğünde yerel boyutta iklim değişikliğiyle mücadelenin ehemmiyeti daha da büyümektedir (GCM, 2019). Bu bağlamda önemli bir aktör olan kentler, milyonlarca nüfusun yer aldığı, hem sosyal, hem kültürel hem de ekonomik faaliyetlerin sık olarak yaşandığı alanlardır. İklim değişikliği karşısında oldukça kırılgan ve zayıf olan kentlerin konumu, fiziki altyapısı, demografik yapısı, sosyo-ekonomik yapısı, kurumsal yapılanması ve afetler karşısındaki hazırlık hali iklim değişikliği konusundaki etki ve tehlikelerin boyutlarını da belirlemektedir (Demirel ve Velibeyoğlu, 2017: 214). Diğer taraftan kentler iklim değişikliğinden etkilendiği gibi iklim değişikliğine de sebep olmaktadır. Özellikle sanayi devrimi ile başlayan bu etkiler, kentlerde nüfusun ve ekonomik faaliyetlerin yoğunlaşması, hizmet tüketimindeki artışlar gibi nedenlerle iklim değişikliğini daha da tetikler olmuştur. Dolayısıyla kentler iklim değişikliğini hem etkileyen hem de iklim değişikliğinden etkilenen olup, sadece sorunun değil çözümün de bir parçasıdır. Kentlerde, sera gazı emisyonlarının azaltılması

ve değişen iklim etkileri karşısında uyumlu olması, iklim değişikliğiyle küresel mücadelede hayati bir role sahiptir. Yerel yönetimlerde bu rolün merkezinde yer almaktadır. Bu çerçevede farklı düzeylerdeki belediyeler tarafından iklim değişikliğiyle mücadele için yerel iklim eylem planları hazırlanmaktadır.

Yerel iklim eylem planları, genel olarak kentlerin iklim değişikliğiyle mücadele karşısındaki sera gazı emisyonlarını, azaltım hedeflerini ve iklim değişikliğine uyumlarını içermektedir. Bu anlamda iklim değişikliğiyle mücadele karşısında kentlerin sorumluluklarını içeren planlar olsa da yerel iklim eylem planları, bazı yol gösterici ilkeler içermelidir. İlkeler, küresel çabaya katkı sağlamak için kent yönetimlerine iklim değişikliğiyle mücadelede bir çerçeve çizmekte, sera gazı emisyonlarını azaltarak, azaltımı benimsemek ve iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamayı amaçlayan planlamayı desteklemektedir. Bu ilkeler şunlardır (UN-Habitat, 2015: 3):

- Yerel iklim eylem planları için öncelikle *iddialı* bir vizyon belirlenmeli ve bu doğrultuda hedefler oluşturulmalı ve eylemler uygulanmalıdır.
- Yerel iklim eylem planlarının planlama ve uygulama süreçlerinde birden fazla belediye birimi, paydaş ve topluluk yer almalıdır. Yani yerel iklim eylem planları *kapsayıcı* olmalıdır.
- Yerel iklim eylem planlarında iklim değişikliği riskleri *adil* bir şekilde ele alınmalı ve eylemin maliyet ve faydalarına kent genelinde çözümler aranmalıdır.
- Yerel iklim eylem planları, kentte yer alan çeşitli sektörler tarafından azaltım ve uyum eylemleri tutarlı bir şekilde üstlenilmeli, bölgesel girişimler desteklenmeli ve mümkün ise ulusal önceliklerde gerçekleştirilmelidir. Yani yerel iklim eylem planları *kapsamlı ve entegre* olmalıdır.
- Yerel iklim eylem planları, yerel düzeyde faydalar sağlamalı ve yerel kalkınma önceliklerini desteklemelidir. Yani yerel iklim eylem planları *ilgili* olmalıdır.
- Yerel iklim eylem planları *eyleme dönüştürülmelidir*. Bu bağlamda yerel yetkiler, finansman ve kapasite göz önüne alınarak, ilgili aktörler tarafından gerçekçi bir şekilde uygulanma ihtimali olan uygun maliyetli eylemler üzerinde durulmalıdır.
- Yerel iklim eylem planlarının *şeffaf ve doğrulanabilir* olması önemlidir. Bu kapsamda karar alma sürecinin takip edilebilir olması, ölçülebilir, raporlanabilir, bağımsız olarak doğrulanabilir ve değerlendirilebilir hedefler belirlenmelidir.

BM-Habitat'a göre yerel iklim eylem planları, öncelikle iddialı olmanın yanı sıra iklim değişikliği sorununa ilişkin aciliyet ve ölçeğini yansıtmalı; küresel ısınmanın önlenmesine katkı sağlamak için gerçekçi bir yerel azaltım hedefleri belirleyerek küresel emisyon azaltma hedeflerine ve ulusal taahhütlere uymalı ve katkı sunmalıdır. Yerel paydaşlar ya da karar vericiler yerel boyutta iklim değişikliğinin etkilerini araştırmalı ve planlamayı bu kapsamda yapmalıdır. Dolayısıyla her ne kadar kentler birbirinden farklı özelliklere sahip olsa da yerel boyutta hazırlanacak iklim eylem planlarında bazı ilkeler üzerinde durulması gerekmektedir (UN-Habitat, 2015: 1-2).

C40 Cities ise iklim eylem planları konusunda azaltım ve uyum üzerinde durmaktadır. İklim açısından güvenli bir gelecek sağlamak için tüm kentlerin ulaşım emisyonlarını azaltmak, bina enerji verimliliğini arttırmak, fosil yakıtları enerji kaynağı olarak kullanmamak, atık depolama ve yakma atıklarını en aza indirmek ve tüketim kalıplarını değiştirmek için dönüşümsel eylemlerde bulunulurken; aynı zamanda kentlerin uyum yoluyla iklim değişikliğinin etkileriyle başa çıkma yetenekleri de güçlendirilmelidir. Çünkü iklim eylem planlaması, kentlerin kendi yaklaşımını belirleyerek, iklimdeki olası değişiklikler karşısında hazır olma halini sağlaması açısından kritik bir öneme sahiptir. Etkili bir iklim eylem planlaması için kentler, (1) uyum ve azaltımı entegre bir şekilde ele almalı, verimliliği maksimum seviyeye çıkarmak ve yatırım riskini minimum seviyeye indirmek için karşılıklı bağımlılıkları belirlemeli; (2) kapsayıcı ve uygulanabilir bir plan planlamalı ve (3) şeffaf bir süreç oluşturmalıdır (C40 Cities, 2020: 4). Böylece, bir şehrin sera gazı emisyonlarını azaltmak ve toplum genelinde iklim direncini güçlendirmek için yol haritasını belirlediği bir belge veya belge dizisi olan iklim eylem planı ortaya çıkmaktadır. İklim eylem planı, daha iyi, daha hızlı ve daha iddialı girişimleri ileriye taşımak için önemli bir araçtır. Bir şehrin hedeflerini ve temel stratejilerini iletmede, eyleme yönelik gerekçeyi ortaya koymakta ve iklim eylemi ile diğer şehir önceliklerinin başarılması arasındaki bağlantıyı göstermektedir. Ayrıca daha kapsayıcı ve eşitlikçi bir kent için çaba gösterilerek yerel halkın sürecin merkezine yerleştirilmesi de çok önemlidir (C40 Cities, 2020).

Yerel iklim eylem planları, etkili olabilmesi için birden çok kurumu, ekonomik aktörleri ve paydaşları sürece dâhil etmektedir. Yani bu planlar hem kent yönetimlerini hem de daha geniş topluluklar içinde çok çeşitli

perspektif ve çıkarları içermektedir. Böylece çok paydaşlı bu planlar, sahiplenme, sektörler arası işbirliğini, tamamlayıcı eylemleri teşvik edebilir ve iklim değişikliği ile mücadele konusunda farkındalığı arttırabilir. Çünkü iklim eylem planlarının başarılı olmasında her ne kadar güçlü bir liderliğe ihtiyaç varsa da özel sektör, sivil toplum ve halkın katılımı ve desteği son derece mühimdir (UN-Habitat, 2015).

Neticede yerel iklim eylem planları, planlama, uygulama, izleme, raporlama, değerlendirme ve iyileştirmeyi içeren bir çerçeve çizmekte ve yerel boyutta esnek bir şekilde uygulanması amaçlanmaktadır. Bazı kentler özellikle iklim değişikliğine odaklanan bağımsız, çok sektörlü planlar hazırlarken, bazı kentlerin ise iklim değişikliğini devam eden kamu planlama süreçlerine dâhil etmektedir (UN-Habitat, 2015: 3). Bu bağlamda yerel iklim eylem planlarının dört çeşidinden bahsedilebilir. Bunlar: “Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı”, “Azaltım Eylem Planı”, “Uyum Eylem Planı” ve “Bütünleşik (Azaltım ve Uyum Entegre) Eylem Planı”dır.

Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (Sustainable Energy Action Plan/SEAP), belediye hizmetleri kapsamında enerjinin daha iyi kullanımı ve üretimi yoluyla karbon emisyonlarının azaltılmasını içeren plan ya da belgedir. Bu anlamda sadece enerji konusundaki emisyonlara odaklanan sürdürülebilir enerji eylem planı, sınırlı bir kapsama sahiptir. Bu planlar belediyelerin bütünleşik iklim eylem planı hazırlamadan öncesinde deneyim kazanmak amaçlı tercih ettikleri planlar olarak görülmektedir (Talu, 2019: 24; Parlak ve Partigöç, 2022: 326).

Azaltım Eylem Planı, kentlerdeki faaliyetlerin emisyonlarını azaltmak amacıyla hazırlanmaktadır. Sera gazı envanter raporu temelinde hazırlanan bu planda, enerji sektörü, tarım, hayvancılık, atık yönetimi gibi sektörler ve tematik alanlara ilişkin emisyonlarda bulunmaktadır (Talu, 2019: 26; Parlak ve Partigöç, 2022: 326). Bu anlamda sürdürülebilir enerji planından farkı ise enerji sektörüyle birlikte diğer sektörlerin de yer alabilmesidir.

Uyum Eylem Planı (Action Plan on Climate Change Adaptation) ise, mevcut ve beklenen iklimsel değişikliklere ve etkilerine karşı ekolojik, sosyal ya da ekonomik sistemlerde yapılan uygulamalardır (AIDMI, 2019). Kent uyum planlarında, öncelikle değişikliğin ilgili kente etkileri ve bu etkiler karşısındaki etkilenebilirlik/kırılabilirlikleri belirlenmekte, olası risklere yer verilmekte ve yine söz konusu risklerin düşürülmesine ilişkin birçok eylem bir plan dâhilinde hazırlanmaktadır. Bu planların hazırlanmasında belediyeler tarafından çoğunlukla Avrupa Çevre Ajansı'nın Kent Uyum Destek Aracı (Urban Adaptation Support Tool/UAST)³ kullanılmaktadır (Talu, 2019: 26). Yine Birleşik Krallık İklim Etkileri Programı (UK Climate Impacts Programme/UKCIP)⁴ ile ICLEI, Dünya Bankası gibi uluslararası kuruluşlar tarafından düzenlenen yöntembilimler de uyum eylem planları hazırlanmasında kullanılmaktadır.

Bütünleşik (Azaltım ve Uyum Entegre) Eylem Planı, azaltım ve uyum çalışmalarının birlikte yer aldığı planlardır. Bu planlar hem emisyonları azaltıcı önlemleri içerirken, hem de iklim değişikliğine karşı kenti hazırlayacak önlemleri içermektedir (Parlak & Partigöç, 2022: 326). Bu anlamda bütünleşik eylem planları kentlerin iklim değişikliği karşısındaki uyumunu ifade etmektedir.

Bütünleşik Eylem Planları, önceleri sadece enerji sektörünün sera gazı emisyonlarının azaltılması içeren AB Belediye Başkanları Sözleşmesini (Covenant of Mayors-COMs) imzalayan çok sayıda belediye tarafından sürdürülebilir eylem planı şeklinde hazırlanmış; 2015 yılında ise küresel ölçekte yenilenen COMs, Belediye Başkanları Küresel İklim ve Enerji Sözleşmesi (Covenant of Mayors for Climate and Energy) haliyle kentlerde emisyon azaltılmasıyla birlikte iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamayı da içermiştir. Bu kapsamda sözleşmeyi imzalayan belediyeler 2030'a kadar hazırlama taahhüdü ile “*Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planları (Sustainable Energy and Climate Action Plan/SECAP)*”nı azaltım ve uyum çalışmalarını kapsayacak

³ UAST, kentlere, kasabalara ve diğer yerel yönetim birimlerine iklim değişikliğine uyum planlarının geliştirilmesi, uygulanması ve izlenmesi konularında yardımcı olmaktadır. UAST'ler kent yönetimlerine uyum eylemlerinin tespit edilmesinde yapılması gerekenleri adım adım belirtmekte ve bu kapsamda 6 adım üzerinde durmaktadır. Bunlar: (1) Uyum için zemin hazırlanması, (2) İklim değişikliği risk ve hassasiyetlerinin değerlendirilmesi, (3) Uyum seçeneklerinin belirlenmesi, (4) Uyum seçeneklerinin değerlendirilmesi ve seçilmesi, (5) Uyumun uygulanması ve (6) Uyumun izlenmesi ve değerlendirilmesidir. Ayrıca UAST'ler özellikle İklim ve Enerji Belediye Başkanları Sözleşmesi'ni imzalayan tarafları ilgilendirmekte, iklim değişikliğine karşı dayanıklılığın artırılması ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine hazırlanması konusundaki taahhütlerini yerine getirmelerine yardımcı olmaktadır (<https://climate-adapt.eea.europa.eu/>).

⁴ UKCIP, 1997'den bu yana kuruluşlara iklim değişikliklerinin kendileri için ne anlama geldiğini anlamaya yardımcı olmakta ve nasıl hazırlamaları konusunda rehberlik etmektedir. UKCIP 5 adımdan oluşmaktadır. Bunlar: (1) Başlarken, (2) Mevcut iklim hassasiyeti, (3) Gelecekteki iklim hassasiyeti, (4) Uyum seçenekleri, (5) İzleme ve incelemedir (<https://climate-adapt.eea.europa.eu/>; <https://www.ukcip.org.uk/wizard/>).

biçimde hazırlamaya ve uygulamaya başlamışlardır (Talu, 2019: 27). Türkiye’de özellikle 2020 sonrası belediyeler tarafından daha fazla tercih edilen SECAP’ların 3 temel amacı bulunmaktadır. Bunlar (Chatelet, 2018):

- Azaltım: İlgili bölgede karbon kullanımını düşürecek çalışma/uygulamalara hızlıca geçmek, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğine ilişkin önlemleri alarak 2030 yılına kadar CO2 emisyonlarını minimum %40 oranında azaltmak.
- Uyum: İklim değişikliğinin beklenen etkileri karşısında daha da uyumlu hale gelmek, küresel ısınma sebebiyle yaşanacak değişikliklere hazırlıklı olmak ve sağlam bir yapı meydana getirmek.
- Sürdürülebilir Enerji: Enerji verimliliği ile yenilenebilir enerji sağlıklı ve ucuz enerjiye ulaşım için ilgili bölgedeki öteki yerel yönetimlerle işbirliği yapmak.

Bugün daha çok tercih edilen bütünsel eylem planları, hem emisyon azaltıcı önlemleri hem de değişen iklim karşısında kenti hazırlayacak tedbirleri içermektedir. Yani kentlerin iklim değişikliğiyle mücadelesinde en kapsamlı eylem planıdır.

Sonuç olarak kentler iklim değişikliğiyle mücadele konusunda önemi görece yeni bir olgu olarak görülse de (Broto ve Bulkeley, 2013: 92), özellikle yoğun bir yapı ve nüfusa sahip olan kentlerde harekete geçilmesi elzemdir (Revi vd., 2014). Öyle ki yeryüzünde iklimin geleceği çoğunlukla kentlerin ileriki süreçte nasıl bir ilerleme kaydedecekleriyle yakinen ilişkilidir (Corfee-Morlot vd., 2009: 13). Bu bağlamda kent yönetimleri tarafından çeşitli yerel iklim eylem planları hazırlanmaktadır. Ancak azaltım ve uyum müdahalelerinin birlikte yer aldığı ve bugün bütünsel ya da azaltım ve uyum entegre eylem planı olarak adlandırılan yerel iklim eylem planları kentlerin iklim değişikliğiyle mücadelesinde en kapsamlı çalışmalar olarak görülmektedir.

2. Türkiye’de Yerel İklim Eylem Planları

Türkiye’de yerel boyutta iklimle mücadele faaliyetlerinin oldukça yeni olduğu söylenebilir. Bu kapsamda farklı düzeylerdeki belediyeler tarafından hazırlanan yerel iklim eylem planlarının, gerek projeler gerekse de ulus-üstü ağ-bağlara üye olunarak hazırlandığı görülmektedir. Ancak her ne kadar belediyeler projeler ya da yerel yönetimlere ilişkin ulus-üstü ağ-bağlara katılım göstererek iklim değişikliğiyle mücadele faaliyetlerinde bulunmuşsa da süreci hızlandırmanın Paris Anlaşması olduğu söylenebilir. Çünkü Paris Anlaşması, kabulü sonrası 1 yıl olmadan yürürlüğe girmiş olan ilk global anlaşmadır ve 7. maddesinde yerel boyutta iklim değişikliğiyle mücadelenin acil ve hayati olduğu vurgulanarak, iklim eylem planlarının yerelde yaşamını ifa eden toplulukların ihtiyaçları göz önünde bulundurularak oluşturulmasının gerekliliği belirtilmiştir (<https://iklim.gov.tr/>).

Türkiye’de 2020 yılı sonrası yerel iklim eylem planları konusunda belediyelerin harekete geçtiği ve çalışmaları hızlandırdığı görülmektedir. Ancak bu konuda ilk adım 2009’ da Çevre ve İklim Derneği (REC) - Türkiye tarafından koordine edilen “ICLEI-İklim Dostu Kentler Kampanyası” ile atılmıştır. Alanya, Bodrum, Çankaya, Beyoğlu, Halkapınar, Karadeniz Ereğli, Kadıköy, Keçiören, Nilüfer, Muğla, Nevşehir, Şişli, Sivas ve Yalova belediyelerinin katıldığı bu kampanya ile belediyeler iklim değişikliğine ilişkin gerçekleştirilen faaliyetlere kent hizmetlerinde yer vermek için beyanda bulunmuşlar ve bu kapsamda projeler gerçekleştirmişlerdir. Daha çok bu çalışmalar bilinçlendirme, atık yönetimi ve enerji verimliliği çerçevesinde gerçekleşmiştir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2013: 265).

Yine bu doğrultuda Türkiye’de belediyelerin yerel iklim eylem planlarını hazırlanmasında öne çıkan bazı projeler dikkat çekmektedir. Bu projeler şunlardır:

- *İklim Değişikliğine Uyum Eyleminin Güçlendirilmesi Projesi*: İklim değişikliğine uyum ve eyleminin güçlendirilmesi projesinde, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programının yürütücüsü; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ise yararlanıcısı konumunda yer almıştır. Katılım Öncesi Yardım Aracı (IPA)⁵ 2014-2020 dönemi Çevre ve İklim Eylemi Sektör Operasyonel Programı kapsamında Avrupa

⁵ Katılım öncesi yardım aracı (IPA), Avrupa Birliği (AB) tarafından, AB üyeliğine hazırlık aşamasındaki ülkelere, üyelikleri kapsamında gerçekleştirecekleri politik, kurumsal, sosyal ve ekonomik reformlara destek olmak ve böylece AB’nin standartlarına ulaşabilmelerini sağlamak üzere sağlanan fonlardır. Bu fonlar 2007 yılı itibarıyla IPA olarak isimlendirilen tek bir araç ve yasal çerçeve altında toplanmıştır. IPA’lar AB bütçesi dönemine göre 7 yıllık dönemleri kapsayacak şekilde planlanmaktadır. Bu

Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti ortaklığında finanse edilmiş ve Türkiye’de iklim tehlikeleri ve bunların etkilerine ilişkin şehir ölçeğinde iklim değişikliğine uyumun güçlendirilmesi için 4 pilot il seçilmiştir. Konya, Samsun, Muğla ve Sakarya olan bu 4 ilde çalışmalar 2019 yılında başlatılmış ve 2023 yılı Ekim ayında tamamlanması hedeflenmiştir. Bu kapsamda 2022 yılında "*Ulusal İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı*"nın tamamlanması ve ilgili pilot illerinde Yerel Uyum Stratejisi ve Eylem Planları hazırlaması planlanmıştır (<https://iklim.gov.tr/>).

- *Türkiye’de Yerel İklim Eylemi için Avrupa Birliği (AB) Ortaklığı Projesi*: Bu proje, İklim Değişikliği Başkanlığı ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından yürütülmekte ve Avrupa Birliği tarafından da finanse edilmektedir. 1 Mayıs 2023 tarihinde başlatılan projenin amacı, Türkiye’de süregelen iklim değişikliğiyle mücadele çalışmalarına destekte bulunarak, sürdürülebilir, düşük karbonlu ve iklime dirençli kalkınmaya katkıda bulunmaktır (<https://iklim.gov.tr/>). Söz konusu projenin 5 yıl sürmesi planlanmakta ve iklim risk analizlerine dayanarak Antalya, Elazığ, Ordu, Isparta, Kahramanmaraş ve Kastamonu pilot il olarak seçilmiştir. Seçilen bu illerde Yerel İklim Değişikliği Eylem Planları geliştirilecektir (<https://www.undp.org/>).
- *Tekirdağ, Çanakkale ve Yalova İlleri için Yerel İklim Değişikliği Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi*: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) arasında sözleşme 22 Ekim 2021’de imzalanmıştır. Sözleşme kapsamında Marmara Bölgesi’nde İklim Değişikliği Eylem Planı bulunmayan 3 il olan Tekirdağ, Çanakkale ve Yalova illeri seçilmiştir. Bu iller özelinde sera gazı emisyon envanteri oluşturulmuş ve 2023 yılında "*İklim Değişikliği Eylem Planı*" hazırlanmıştır (<https://mam.tubitak.gov.tr/>).

Bu projeler farklı düzeylerdeki belediyeleri içerdiği gibi tek bir kentin iklime karşı dirençli olmasını da içermektedir. Bu kapsamda hazırlanan "*İklime Dirençli Balıkesir Projesi*" dikkat çekmektedir. İklime dirençli Balıkesir projesi, REC tarafından yürütülerek, Balıkesir’in "*Yerel İklim Değişikliği Eylem Planı (YİDEP)*"in hazırlanması planlanmıştır. Bu plan sera gazı envanterinin çıkarılacağı, azaltım ve uyum faaliyetlerinin yer aldığı bütünlük bir iklim değişikliği eylem planıdır. Böylece projede küresel ölçekte iklim değişikliğiyle mücadele etmek için yürütülen ulusal gayretler yanında yerel düzeyde de katkı sunulması amaçlanmış ve Balıkesir’in ortaya konulacak iklim değişikliği eylem planı ile kentsel bağlamda azaltım ve uyumu gerçekleştirebilen, sürdürülebilir bir "*İklime Dirençli Kent*" olması hedeflenmiştir (<https://rec.org.tr/balikesir-yidep/>).

Diğer taraftan belediyelerin dahil olduğu ulus-üstü ağ-bağlar yerel iklim eylem planı oluşturmalarında önemli bir yer tutmaktadır. Bunlardan biri olan bugünkü adıyla "*Belediye Başkanları Küresel İklim ve Enerji Sözleşmesi*" dir. Bu sözleşme, 6 kıtadan 144 ülkeden 12.500’den fazla kentin ve yerel yönetimin taahhüdü üzerine kurulmuştur (<https://www.globalcovenantofmayors.org/>). Eski adıyla *Başkanlar Sözleşmesi* (CoMs), 2008 yılında Avrupa Komisyonu tarafından Avrupa Birliği’nin iklim ve enerji hedeflerine ulaşması için belediye başkanlarının katılmaları ve desteklemeleri amacıyla başlatılmıştır. Aynı zamanda tabandan başlayarak tavana doğru yayılan bir yapı göstermesinden dolayı demokrasi adına da son derece önemli bir sözleşmedir. Türkiye’den de Bağcılar, Bayındır, Büyükçekmece, Bodrum, Bornova, Bolu, Çankaya, Çiğli, Çorlu, Erdek, Kadıköy, Karşıyaka, Konak, Maltepe, Mezitli, Nilüfer, Pendik, Seferihisar, Şişli, Yenışehir, Yenimahalle, Tepebaşı, ve Üsküdar belediyeleri ile Muğla Büyükşehir, Bursa Büyükşehir, Denizli Büyükşehir, Sakarya Büyükşehir, Gaziantep Büyükşehir, İzmir Büyükşehir, Antalya Büyükşehir, Eskişehir Büyükşehir olmak üzere 31 yerel yönetim sözleşmenin tarafı durumundadır. Sözleşmeye taraf olan ilgili belediyelerin, iklim değişikliğinin etkilerinin hafifletilmesi ve uyumun sağlanması için bütünlük bir yaklaşım benimsemeyi vaat etmekte ve sözleşmeyi imzaladıkları iki yıl sürecinde 2030 yılına kadar CO2 emisyonlarını minimum % 40 oranında düşürmek ve iklim değişikliğine karşı esnekliği arttırmak için SECAP hazırlamaları gerekmektedir (<https://marmara.gov.tr/>). Geline nokta ise 2050 yılına kadar net sıfır emisyon hedeflenmektedir (<https://www.globalcovenantofmayors.org/>).

Yerel iklim eylem planlamasında önemli yeri olan bir diğer ulu-üstü yerel yönetim ağ-bağı "*Sürdürülebilirlik için Yerel Yönetimler (Local Governments for Sustainability-ICLEI)*"dir. Sürdürülebilirlik için yerel yönetimler, sürdürülebilir kentsel gelişime kendini adanmış 125’ten fazla ülkede 2500’den fazla bölgesel ve yerel yönetimle çalışan global bir ağıdır. Bu bağlamda kentleşme ve iklim değişikliği sebebiyle ekosistemde meydana gelen bozulma gibi sorunları tahmin etmek ve bunları cevaplandırmak amacıyla bölgesel ve yerel

bağlamda ilk IPA 2007-2013, İkinci IPA 2014-2020 ve üçüncü IPA 2021-2027 bütçe dönemlerinde uygulanmıştır. Türkiye’de 2002’den beri AB’ne katılım kapsamında AB fonlarından yararlanmaktadır (<https://ipa.gov.tr/>).

yönetimlerle birlikte çalışmalar yapılmaktadır. Sürdürülebilirlik politikası ekseninde, düşük emisyonlu, doğaya dayalı, adil, dayanıklı ve döngüsel kalkınma için yerel eylemler teşvik edilmektedir. Türkiye’den de Gaziantep, Mersin, Mezitli, Muratpaşa, Seydikemer, Konya, Denizli, Seferihisar, Buca, İzmir, Karşıyaka, Yalova, Yenışehir, Bursa, İstanbul, Kadıköy, Beşiktaş, Edirne, Rize-Fındıklı, Çankaya, İzmit, Fındıklı, Tepebaşı ve Kartal belediyeleri ICLEI ya çeşitli zamanlarda üye olmuştur (<https://iclei.org/>).

Yerel iklim eylem planlamasında önemli yeri olan diğer bir ulus-üstü yerel yönetim ağ-bağı ise C40 şehirleridir. C40, iklim krizleriyle mücadele konusunda bir araya gelen dünyanın önde gelen şehirlerden yaklaşık olarak 100 belediye başkanının yer aldığı küresel bir ağıdır. Bu ağa üye olan şehirlerin belediye başkanları, emisyonlardaki paylarını 2030 yılına kadar yarı yarıya düşürmek, dünyanın küresel ısınmayı 1,5°C ile sınırlandırmasına katkıda bulunmak, sağlıklı, dayanıklı ve eşitlikçi topluluklar meydana getirmek için kapsayıcı, bilimsel temelde ve işbirlikçi bir yaklaşımla hareket etmektedir. C40 şehirleri arasında Türkiye’den sadece İstanbul Büyükşehir Belediyesi bulunmaktadır (<https://www.c40.org/about-c40/>).

Yine Avrupa Kentleri Çevre Grubu, Belediye Başkanları Birliği ve Belediye Başkanları Uyum Sağlıyor, Enerji Kentleri, Ulus Aşırı İklim Koruyucu Kentler Ağı, Eurocities-Avrupa Şehirler Ağı Türkiye’deki belediyelerin dâhil olduğu ve yerel iklim eylem planı hazırlanmalarında önemli yeri olan ulus-üstü ağ-bağlardır. Bu ağ-bağlara dâhil olan belediyeler niyetlerini belli etmekte ve süre kapsamında yerel iklim eylem planlarını hazırlamaktadır.

3.Türkiye’nin Yerel İklim Eylem Planları Durum Analizi

Bugün Türkiye’de toplamda 1393 belediye bulunmaktadır. Bu belediyelerin 30’u büyükşehir, 51’i il, 922’si ilçe (519 büyükşehir ilçe ve 403 ilçe) ve 390’sı belde belediyesidir (<https://www.e-icisleri.gov.tr>). Bu kapsamda yerel iklim eylem planları “*Büyükşehir belediyelerinin yerel iklim eylem planları*” ve “*Belediyelerin yerel iklim eylem planları*” şeklinde incelenecektir.

Büyükşehir Belediyelerinin Yerel İklim Eylem Planları

Türkiye’de bulunan 30 büyükşehir belediyesinden ondördü 2012 yılında yürürlüğe giren 6360 sayılı Kanun ile büyükşehir belediyesi statüsünde yer almıştır. Muğla, Denizli, Trabzon, Hatay, Malatya, Kahramanmaraş ve Şanlıurfa bu kanun kapsamında büyükşehir olan iller olmak üzere toplamda 17 büyükşehir belediyesinde yerel iklim eylem planı bulunmaktadır. Bu eylem planları farklı çeşitlerde olmakla birlikte çoğunluğunun sürdürülebilir enerji eylem planı ya da bütünleşik eylem planı olduğu görülmektedir.

Tablo 1: Yerel İklim Eylem Planı Olan Büyükşehir Belediyeleri

Büyükşehir Belediyeleri	Yerel İklim Eylem Planı	Yıl
Adana	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2022
Ankara	İklim Değişikliğiyle Eylem Planı	2021
Antalya	Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (revize)	2013
	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2022
Bursa	İklim Değişikliği Eylem Planı (revize)	2015
	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Değişikliği Uyum Planı	2017
Denizli	İklim Değişikliği Eylem Planı	2019
Gaziantep	İklim Değişikliği Eylem Planı (GİDEP) (revize)	2011
	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı	2021
Hatay	Sera Gazı Envanteri ve İklim Değişikliği Eylem Planı	2020
İstanbul	İklim Değişikliği Eylem Planı (revize)	2015

	İklim Değişikliği Eylem Planı	2021
İzmir	Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEEP) (revize)	2015
	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2020
Kahramanmaraş	İklim Değişikliği Eylem Planı	2018
Kayseri	İklim Değişikliği Azaltım ve Uyum Eylemleri Planı	2022
Kocaeli	İklim Değişikliği Eylem Planı Hazırlanması ve Uyum Stratejilerinin Belirlenmesi	2022
Malatya	İklim Değişikliği Eylem Planı	2023
Muğla	İli Karbon Ayak İzi Haritası ve İklim Değişikliği Eylem Planı	2015
Sakarya	Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEEP)	2018
Şanlıurfa	İklim Değişikliği Azaltım ve Uyum Eylem Planı	2022
Trabzon	Sürdürülebilir Enerji Eylem ve İklim Uyum Planı	2019

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Yerel iklim değişikliği eylem planları genel olarak sürdürülebilir enerji, azaltım, uyum ve bütünlük eylem planı şeklinde sınıflandırılrsa da farklı başlıklar konulduğu söylenebilir. Tablo 1’de de görüldüğü üzere yerel iklim eylem planları iklim değişikliğiyle mücadele kapsamında yer alıyor olmalarına rağmen farklı isimlere sahip oldukları görülmektedir. Bu planlardan Antalya, Bursa, Gaziantep, İstanbul (2015), İzmir (2015), Muğla, Sakarya ve Trabzon eylem planları sürdürülebilir enerji eylem planı iken; Ankara, Denizli, İstanbul (2021), İzmir (2020), Kayseri ve Şanlıurfa Büyükşehir Belediyelerinin ise bütünlük eylem planına sahip olduğu görülmektedir.

Büyükşehir Belediyeleri yerel iklim değişikliği eylem planlarından Gaziantep Büyükşehir Belediyesi öne çıkmaktadır. *Gaziantep Büyükşehir Belediyesi (GBB)*, iklimle mücadele konusunda yerel boyutta iklim eylem planı hazırlayan ilk belediyedir. 2011 yılında hazırlanan Gaziantep İklim Değişikliği Eylem Planının da (GİDEP), 2023 yılında bir kişiye düşen (1) CO₂ ayakizini 2011 yılına göre %15 ve (2) enerji tüketimini, 2011 yılına göre %15 oranında düşürmek şeklinde iki hedef üzerinde durulmuştur. Ayrıca Gaziantep’te iklim değişikliği kurumunun kurulması, ekonomik sektörlerde teknoloji kullanımında karbon yoğunluğu düşük teknolojilerin tercih edilmesi ve desteklenmesi gibi yönetsel adımlarda planda yer alan diğer hedeflerdendir. 2016 yılına gelindiğinde GİDEP revize edilmiş ve yeni hedefler, 2023 yılında bir kişiye düşen (1) CO₂ emisyonlarını %20 ve (2) enerji tüketimini %20 düşürmek olarak belirlenmiştir. İklim değişikliği ile mücadelede ise başta politika önlemleri olmak üzere, yatay önlemler, tarım, ulaşım ve ormancılık, sanayi ve enerji, konut ve belediye hizmetlerine yönelik önlemler üzerinde durulmuştur (Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, 2016).

GBB, 2017 yılı Aralık ayında AB Başkanlar Sözleşmesini imzalamış ve 2030 yılına kadar sera gazı azaltımı olarak %40’ı hedeflemişse de 2021 yılında daha da yukarıya taşıyarak 2050 yılına kadar %80 azaltım hedefini taahhüt etmiştir. Tüm bu sürede Gaziantep Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı hazırlanarak, ilin sera gazı envanteri çıkarılmıştır. Dolayısıyla önemli bir yol kateden GBB, iklim değişikliğiyle ilgili ICLEI, CoM, Energy Cities ve WWF uluslararası ağlarına üyedir (Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, 2016).

Büyükşehir Belediyeleri arasında öne çıkan bir diğer şehir ise Antalya’dır. 2013 yılında Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı Desteği ile hazırlanan “*Antalya Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı*”, Türkiye’de yerel boyutta iklim eylem planlarının ilklerinden biri olma özelliğini taşımaktadır. Bu plan kapsamında yenilenebilir enerji, ulaşım, kentsel gelişim-yapılı çevre, atıksu ve katı atık yönetimi, hizmetler sektörü ve bilinçlendirme olmak üzere çeşitli faaliyetlere yer verilmiş ve kentsel sera gazı envanteri hesaplanmıştır. 2020 yılı için sera gazı azaltım hedefi %23 olarak öngörülmüştür. 2020 yılına gelindiğinde, 2013 yılından itibaren Belediye Başkanları Sözleşmesi’ne üye olan Antalya Büyükşehir Belediyesi tarafından Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı, Avrupa Belediye Başkanları Sözleşmesi’nin yeni yaklaşımı olan SECAP yöntemini kullanılarak revize edilmiştir. Bu çerçevede MATCHUP Akıllı Şehirler Projesi (Ekim 2017-Ekim 2022) kapsamında hazırlanan plan 2022 Eylül ayı itibarıyla tamamlanmıştır. Tamamlanan planda azaltım ve uyum olmak üzere

iki temel alana ilişkin önlemler saptanmış, 2019 yılı temel alınarak sera gazı salımlarının 2030 yılında en az %40 azaltılması hedeflenmiştir (Antalya Büyükşehir Belediyesi SECAP, 2022).

Bursa, İstanbul, İzmir ve Muğla Büyükşehir Belediyeleri de yerel iklim değişikliği eylem planları konusunda yol gösterici belediyeler olarak gösterilebilir. 2015 yılında ilk yerel iklim değişikliği eylem planlarını çıkaran belediyelerden Muğla hariç diğerleri ilk planlarını revize ederek yeni planlarını çıkarmışlardır.

Diğer büyükşehir belediyeleri ise iklim değişikliğiyle mücadele konusunda uzun süreli çalışmalar gerçekleştirmiş olsalar da yerel iklim değişikliği eylem planları konusunda yeni oldukları söylenebilir.

Büyükşehir belediyelerinin bazılarının yerel iklim değişikliği eylem planları konusunda hazırlık aşamasında olduğu görülmektedir.

Tablo 2: Yerel İklim Eylem Planı Hazırlık Aşamasında Olan Büyükşehir Belediyeleri

Büyükşehir Belediyeleri	Sera Gazı Envanteri	Yerel İklim Eylem Planları	Başlangıç Yılı
Adana	Devam ediyor	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2021
Aydın	2022	İklim Değişikliği Eylem Planı	2019
Balıkesir	2022	İklim Değişikliği Eylem Planı	2021
Diyarbakır	Devam ediyor	İklim Değişikliği Eylem Planı	2022
Erzurum	Devam ediyor	İklim Eylem Planı	2021
Eskişehir	Devam ediyor	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2023
Mersin	2021	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2022
Konya	2022	Yerel İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı	2020
Manisa	Devam ediyor	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2022
Ordu	Devam ediyor	Yerel İklim Değişikliği Eylem Planı	2023
Samsun	2020	Yerel İklim Uyum Eylem Planı	2019
Tekirdağ	Devam ediyor	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2023
Van	Devam ediyor	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Değişikliği Eylem Planı (SECAP)	2022

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 2’de de görüldüğü üzere Aydın, Adana, Balıkesir, Diyarbakır, Erzurum, Eskişehir, Manisa, Mersin, Konya, Ordu, Tekirdağ, Samsun ve Van Büyükşehir Belediyelerinin iklim değişikliği eylem planı başlamış olup, çalışmaları devam etmektedir. Bu planların çoğunlukla bütünlüklü eylem planı olduğu görülmektedir.

Sera gazı envanteri, yerel iklim değişikliği eylem planlarının ilk aşamasını oluşturmaktadır. İlgili belediye tarafından ilk önce sera gazı envanteri çıkarılmakta sonra azaltım hedeflenmekte ve uyum çalışmaları yapılmaktadır. Bu kapsamda iklim değişikliği eylem planı olan büyükşehir belediyeleri sera gazı envanterine de sahipken, hazırlık aşamasında olan büyükşehir belediyelerinin sera gazı envanterlerinin durumu da çeşitlilik göstermektedir. Aydın, Balıkesir, Mersin, Konya ve Samsun büyükşehir belediyelerinin yerel iklim değişikliği eylem planları henüz tamamlanmamış olmasına rağmen sera gazı envanterleri tamamlanmıştır. Adana, Diyarbakır, Erzurum, Eskişehir, Manisa, Ordu, Tekirdağ ve Van belediyelerinin ise sera gazı envanterleri çalışması devam etmektedir. Bu planların başlangıçlarının oldukça yakın tarihli olduğu dikkat çekmektedir.

Belediyelerin Yerel İklim Değişikliği Eylem Planları

Yerel boyutta iklim değişikliğiyle mücadele konusunda il, ilçe ve belde belediyeleri de önemli faaliyetlerde bulunmaktadır. Bunlardan biri olan yerel iklim değişikliği eylem planları belediyeler ölçeğinde de hazırlanmaktadır. Bugün Türkiye’de büyükşehir belediyeleri dışındaki belediye sayısı 1363’tür. Bu belediyelerin 51’i il, 922’si ilçe (519 büyükşehir ilçe ve 403 ilçe) ve 390’sı belde belediyesidir.

Tablo 3: Yerel İklim Eylem Planı Olan İl Belediyeleri

İl Belediyesi	Yerel İklim Eylem Planı	Yıl
Edirne	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2023

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İl belediyeleri arasında ilk ve tek yerel iklim eylem planı olan belediye Edirne Belediyesidir. Edirne Belediyesi SECAP, 2023 yılında çıkarılmıştır. Bütünlüklü iklim eylem planı olan bu plan, İklim Değişikliği ve Sıfır Atık Müdürlüğü öncülüğünde gerçekleştirilmiş ve planda 2019 yılı başlangıç yılı kabul edilerek Edirne sera gazı 2050 karbon nötr olarak hedeflenmiştir (Edirne Belediyesi SECAP, 2023).

Yine il belediyeleri arasında yerel iklim eylem planı çalışmalarını sürdüren belediyelerde mevcuttur.

Tablo 4: Yerel İklim Eylem Planı Hazırlık Aşamasında Olan İl Belediyeleri

İl Belediyeleri	Yerel İklim Eylem Planları	Başlangıç Yılı
Ardahan	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2022
Çanakkale	Yerel İklim Değişikliği Eylem Planı	2021
Isparta	Yerel İklim Değişikliği Eylem Planı	2023
Kırklareli	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2023
Kütahya	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2023
Rize	İklim İçin Kentler Deklarasyonu	2019
Yalova	Yerel İklim Değişikliği Eylem Planı	2021

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 4’te de görüldüğü gibi Ardahan, Çanakkale, Isparta, Kırklareli, Kütahya, Rize ve Yalova’da 2000’li yıllarda başlayan iklim değişikliği eylem planı çalışmaları devam etmektedir. Bu planların çoğunlukla bütünsel iklim eylem planları olduğu görülmektedir.

İlçe belediyeleri arasında iklim değişikliği eylem planı olan belediye sayısı 19’dir. 922 olan ilçe belediyesi sayısı düşünüldüğünde yerel iklim eylem planı olan ilçe belediye sayısının oldukça az olduğu dikkat çekmektedir.

Tablo 5: Yerel İklim Eylem Planı Olan İlçe Belediyeleri

İlçe Belediyeleri	Yerel İklim Eylem Planları	Yıl
Ataşehir (İstanbul)	Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEEP)	2021
Beşiktaş (İstanbul)	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2023
Büyükçekmece (İstanbul)* ⁶	Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEEP)	2023
Bornova (İzmir)	Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEEP)	2013
Çankaya (Ankara)*	Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEEP)	2015
Çiğli (İzmir)*	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2023
Çorlu (Tekirdağ)*	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2023
Fethiye (Muğla)	İklim Değişikliği Eylem Planı	2023
Kadıköy (İstanbul)*	Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEEP)	2015
Karşıyaka (İzmir)	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2021
Küçükçekmece (İstanbul)	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2023
Maltepe (İstanbul)*	Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEEP)	2014
Nilüfer (Bursa)*	Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEEP)	2021
Seferihisar (İzmir)*	Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEEP)	2020
Şişli (İstanbul)*	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2022
Tepebaşı (Eskişehir)*	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2021
Üsküdar (İstanbul)*	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2023
Yenimahalle (Ankara)*	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2019
Yenişehir (Mersin)*	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP)	2023

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

⁶ Yanında “*” bulunan tüm ilçe belediyeleri Belediye Başkanlar sözleşmesine üye durumundadır.

Tablo 5’te de görüldüğü gibi ilçe belediyeleri arasında yerel iklim değişikliği eylem planlarının ilki 2013 yılında Bornova (İzmir)’de olmak üzere ikincisi 2014 yılında Maltepe (İstanbul) ve üçüncüsü 2015 yılında Kadıköy (İstanbul) ve Çankaya (Ankara)’da tamamlanmıştır. Özellikle Başkanlar Sözleşmesine taraf olan bu belediyelerin taahhütleri doğrultusunda hazırlanan bu planların Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEEP) oldukları görülmektedir.

İlçe Belediyeleri tarafından hazırlanan planlar da çoğunlukla “SEEP” ya da “SECAP”dır. Genel olarak belediyelerin sürdürülebilir enerji ya da bütünleşik eylem planı hazırladıkları söylenebilir. Ayrıca bu planlardan özellikle 2020’li yıllardan önce tamamlananların SEEP olduğu dikkat çekerken, sonrasında tamamlananların ise SECAP olduğu yani sadece enerji sektörü değil, hem azaltım hem de uyumun yer aldığı bütünleşik planlar olduğu dikkat çekmektedir.

SONUÇ

İklim değişikliği küresel bir sorundur. Ancak iklim değişikliğiyle mücadele tabandan tavana bir mücadeleyi gerekli kılmaktadır. Çünkü dünya nüfusunun çoğunluğu kentlerde yaşamakta ve kentler iklim değişikliğinin önemli bir sebebi ve olumsuz yönde destekleyicisi konumundadır. Bu bağlamda iklim değişikliğiyle mücadele de yerel boyutta hazırlanan iklim eylem planlarının önemi artmaktadır.

İklim eylem planları konusunda yerel boyutta özellikle belediyeler öne çıkmaktadır. Dünya’nın tamamında olduğu gibi Türkiye’de yerel iklim planları önemli bir yer tutmaktadır. Ancak Türkiye’nin iklim değişikliğiyle mücadelesi 2000’li yıllarda başladığı gibi yerel iklim eylem planlarının da geciktiği söylenebilir. Bu anlamda ilk yerel iklim eylem planı olarak 2011 yılında tamamlanan Gaziantep Belediyesine ait GİDEP dikkat çekse de, bugün hala büyükşehir, ilçe, il belediyeleri arasında yerel iklim eylem planları hazırlık aşamasında olan ya da henüz bir çalışması bulunmayan belediyeler yer almaktadır. Özellikle belde belediyelerinde iklim değişikliğiyle mücadele konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Büyükşehir belediyelerinin çoğunlukla sürdürülebilir enerji eylem planı ve bütünleşik eylem planı çıkardıkları görülmektedir. Bu bağlamda Gaziantep ve Antalya Büyükşehir Belediyeleri dikkat çekiyor olsa da Bursa, İstanbul, İzmir ve Muğla Büyükşehir Belediyeleri de yerel iklim değişikliği eylem planları konusunda yol gösterici belediyeler olarak gösterilebilir. Diğer büyükşehir belediyeleri ise iklim değişikliğiyle mücadele konusunda uzun süreli çalışmalar gerçekleştirmiş olsalar da yerel iklim değişikliği eylem planları konusunda yeni oldukları söylenebilir. Ayrıca Adana, Balıkesir, Aydın, Diyarbakır, Manisa, Mersin, Erzurum, Eskişehir, Konya, Samsun, Ordu, Tekirdağ ve Van Büyükşehir Belediyeleri’nin iklim değişikliği eylem planı başlamış olup, çalışmaları devam etmektedir. Bu planların çoğunlukla bütünleşik eylem planı olduğu görülmektedir.

İl belediyeleri arasında ise ilk ve tek yerel iklim değişikliği eylem planı olan belediye Edirne Belediyesi olurken; Ardahan, Çanakkale, Isparta, Kırklareli, Kütahya, Rize ve Yalova’da 2000’li yıllarda başlayan iklim değişikliği eylem planı çalışmaları devam etmektedir.

İlçe belediyeleri incelendiğinde ise Bornova (İzmir), Maltepe (İstanbul), Kadıköy (İstanbul) ve Çankaya (Ankara) belediyeleri ilk olma özelliği göstermekle birlikte, özellikle Başkanlar Sözleşmesine taraf olan bu belediyelerin taahhütleri doğrultusunda hazırlanan bu planların Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEEP) oldukları görülmektedir.

Netice de bugün Türkiye’de 1393 belediye bulunmaktadır. Bu belediyelerin 30’u büyükşehir, 51’i il, 922’si ilçe (519 büyükşehir ilçe ve 403 ilçe) ve 390’sı belde belediyesidir. Toplamda farklı düzeylerdeki belediyelerin 37’sinde iklim eylem planı bulunmakla birlikte, bu planların 2020 öncesi çoğunlukla *Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı* iken, 2020 sonrası *Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı* olduğu dikkat çekmektedir. Yüzdeler olarak değerlendirildiğinde ise büyükşehir belediyelerinin %56,6’sı, il belediyelerinin %1,96’sı ve ilçe belediyelerinin %2,06’sın da yerel iklim eylem planı bulunmakta ve Türkiye’deki belediyeler genelinde bu oran %2,66’dır. Dolayısıyla Türkiye’de yerel boyutta iklim eylem planları konusunda geç kalmışlığı ortaya koymaktadır. Bu bağlamda bazı önerilerde bulunulabilir. Bunlar:

- 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu ve 5393 sayılı Belediye Kanununda bulunan ilgili maddelere yerel iklim eylem planı hazırlanması ve uygulanmasına ilişkin ifadeler yerleştirilmeli,

- İklim değişikliğiyle mücadelede belediyeler önemli bir konumda yer almakta olup, belediyelerde konuya ilişkin doğrudan bir birim kurulmalı,
- Sera gazı envanterinin çıkarılarak, ilgili kentin azaltım hedefinin belirlenmesi ve yerel iklim eylem planının 2024 yılı sonuna kadar tüm kademedeki ki belediyeler tarafından tamamlanması zorunlu hale getirilmeli,
- İklim eylem planları her kademedeki belediye için zorunlu hale getirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Antalya Büyükşehir Belediyesi (2022). Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP) 2022. Erişim Tarihi: 21 Şubat 2024. <https://www.antalya.bel.tr/Content/UserFiles/Files/YarinlardaBizVariz/Dokumanlar/2022/SECAP-SURDURULEBILIR-ENERJI-VE-IKLIM-EYLEM-PLANI-2022.pdf>.
- Broto, V. C. and Bulkeley, H. (2013), A survey of urban climate change experiments in 100 cities, *Global Environmental Change*, 23 (1), 92-102.
- C40 Cities, (2020, 24 Mart). Climate Action Planning Framework. Erişim Tarihi: 12 Şubat 2024 <https://www.c40knowledgehub.org/sfc/servlet.shepherd/document/download/0691Q0000006aLSQAZ>.
- C40 Cities, Erişim Tarihi: 11 Şubat 2024, <https://www.c40.org/about-c40/>.
- Chatelet, R. (2018). What is a Sustainable Energy Action Plan (SEAP) or Sustainable Energy and Climate Action Plan (SECAP)?. EU4Energy & Covenant of Mayors for Climate and Energy CoM East, Erişim Tarihi: 17 Şubat 2024, <http://com-east.eu/en/faq3/itemlist/category/226-sustainable-energyaction-plan-seap-sustainable-energy-andclimate-action-plan-secap>.
- Climate Adapt (2023, 12 Aralık). UK Climate Impacts Programme (UKCIP). <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/portals/uk-climate-impacts-programme-ukcip-year-of-launch#:~:text=UKCIP%20helps%20organisations%20to%20adapt,guidance%20on%20how%20to%20repare>.
- Climate Adapt (t.y.). Urban Adaptation Support Tool, Erişim Tarihi: 18 Şubat 2024, <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/knowledge/tools/urban-ast/step-0-0>.
- Corfee-Morlot, J., Kamal-Chaoui, L., Donovan, M. G., Cochran, I., Robert, A. and Teasdale, P. J. (2009). Cities, Climate Change and Multilevel Governance, OECD Environmental Working Papers no:14, Erişim Tarihi: 15 Şubat 2024, <http://www.oecd.org/env/cc/44242293.pdf>.
- Demirel, Ö. ve Velibeyoğlu, K. (2017). “Yeni Kentsel Gündem: Çevresel Sürdürülebilirlik”, Türkiye Peyzajları II. Ulusal Konferansı: Peyzaj Politikaları, 20–21 Kasım, İstanbul Teknik Üniversitesi, 1–16, İstanbul.
- Edirne Belediyesi (2023). Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı (SECAP) 2023. Erişim Tarihi: 21 Şubat 2024. <https://www.edirne.bel.tr/uploads/iklim-eylem-plani.pdf>.
- Gaziantep Büyükşehir Belediyesi (2016). Gaziantep İklim Değişikliği Eylem Planı Yönetici Özeti. Erişim Tarihi: 11 Şubat 2024. <https://www.gaziantep.bel.tr/uploads/2020/07/gaziantep-ccap-tr-final-20111102.pdf>.
- GCM. 2019. “Why Cities Matter”. Erişim Tarihi: 10 Şubat 2024 <https://www.globalcovenantofmayors.org/>.
- Global Covenant of Mayors For Climate & Enerji, Erişim Tarihi: 15 Şubat 2024. <https://www.globalcovenantofmayors.org>.
- ICLEI, Erişim Tarihi: 15 Şubat 2024. <https://iclei.org/>.
- IPA (t.y.). Katılım Öncesi Yardım Aracı, Erişim Tarihi: 28 Şubat 2024. <https://ipa.gov.tr/ipa-nedir/>.
- İçişleri Bakanlığı, Türkiye Mülki İdare Bölümleri Envanteri, Erişim Tarihi: 15 Şubat 2024, <https://www.e-icisleri.gov.tr/Anasayfa/MulkiIdariBolumleri.aspx>.
- İklim Değişikliği Başkanlığı, (25 Eylül 2023). Türkiye’de Yerel İklim Eylemi için AB Ortaklığı Projesi Ön Başlangıç Çalışmayı gerçekleştirdi, Erişim Tarihi: 9 Şubat 2024, <https://iklim.gov.tr/turkiye-de-yerel-iklim-eylemi-icin-ab-ortakligi-projesi-on-baslangic-calistayi-gerceklestirildi-haber-4156>.
- İklim Değişikliği Başkanlığı, (2023, 22 Mayıs). İklim Değişikliğine Uyum Eyleminin Güçlendirilmesi Projesi Öğrenme Ziyaretleri, Erişim Tarihi: 10 Şubat 2024 <https://iklim.gov.tr/iklim-degisikligine-uyum-eyleminin-guclendirilmesi-projesi-ogrenme-ziyaretleri-tamamlandi-haber-1143>.
- İklim Değişikliği Başkanlığı, (2022). Paris Anlaşması, Erişim Tarihi: 29 Şubat 2024. <https://iklim.gov.tr/db/turkce/dokumanlar/paris-anlasmasi-13-20220808231948.pdf>.
- Kaynak, Çevre ve İklim Derneği (REC), (2024). Balıkesir YİDEP, Erişim Tarihi: 15 Şubat 2024, <https://rec.org.tr/balikesir-yidep/>.

- Marmara Belediyeler Birliği, (2012, Ağustos). İklim ve Enerji için Belediye Başkanları Sözleşmesi, Erişim Tarihi: 15 Şubat 2024, <https://marmara.gov.tr/uploads/old-site/2021/07/CoM-U%CC%88yelik-Rehberi-v4.pdf>.
- Parlak C. ve Partigöç, N. S. (2022). İklim değişikliği ile mücadelede yerel yönetimlerin rolü: Yetki ve sorumluluklar üzerinden bir inceleme, *Dirençlilik Dergisi*, 6 (2): 321-334.
- Revi, A., Satterthwaite, D.E., Aragón-Durand, F., Corfee-Morlot, J., Kiunsi, R.B.R., Pelling, M., Roberts, D.C. and Solecki, W., (2014). Urban Areas. Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* in (pp. 535-612). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- Talu, N. (2019). Yerel İklim Eylem Planlaması ve Türkiye Pratikleri, İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 10, İklim Değişikliği Alanında Ortak Çabaların Desteklenmesi Projesi (İklimiN), Ankara. Erişim Tarihi: 13 Şubat 2024. <https://www.iklimin.org/moduller/kent-yiep.pdf>.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2013), “Türkiye İklim Değişikliği 5. Bildirimi”, Ankara. Erişim Tarihi: 15 Şubat 2024, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/banner/banner595.pdf>.
- Tübitak Marmara Araştırma Merkezi (2023, 22 Mayıs). Tekirdağ, Çanakkale ve Yalova Yerel İklim Değişikliği Eylem Planları, Erişim Tarihi: 2 Şubat 2024, <https://mam.tubitak.gov.tr/tr/haber/tekirdag-canakkale-ve-yalova-yerel-iklim-degisikligi-eylem-planlari-hazirlandi>
- UKCIP. (2013, 17 Eylül). Tools. Erişim Tarihi: 18 Şubat 2024. <https://www.ukcip.org.uk/wizard/>.
- UN-Habitat. (2015). Guiding Principles for City Climate Action Planning. Erişim Tarihi: 17 Şubat 2024. <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/English%20Publication.pdf>.
- UNDP (2023, 20 Eylül). AB, Türkiye’de yerel iklim eylemini harekete geçirmeye yönelik 22,2 milyon Avroluk girişimi finanse ediyor, Erişim Tarihi: 15 Şubat 2024, <https://www.undp.org/tr/turkiye/press-releases/ab-turkiyede-yerel-iklim-eylemini-harekete-gecirmeye-yonelik-222-milyon-avroluk-girisimi-finanse-ediyor>, Erişim Tarihi: 09.02.2024.
- United Nations (2019). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*.
- World Bank (2023). *Thriving: Making Cities Green, Resilient, and Inclusive in a Changing Climate*.

AN ALTERNATIVE PROPOSAL TO CLIMATE CHANGE: SERVANT LEADERSHIP

Prof. Dr. Süleyman Göksoy

Düzce University, Faculty of Education, Department of Educational Sciences

suleymangoksoy@duzce.edu.tr

Lect. Murat Gökmen

Düzce University, Dean of Research Office

muratgokmen@duzce.edu.tr

ABSTRACT: The world has experienced many catastrophic events over the ages. Today, the world is once again witnessing a natural disaster whose effects can be observed with climate change. The seasons are not what they used to be and are constantly changing. Unless human beings interfere with nature directly or indirectly, nature has the ability to nurture itself. Beyond that, the unsatisfied appetites of human beings and their demand for the best are thought to have instigated this erosion of the Earth. In this context, two legitimate questions arise: How can servant leadership provide a solution to a natural problem? In what terms can servant leadership provide a solution to climate change? Within this context, the study attempts to provide answers to these two questions by proposing five essential principles for servant leadership. They are respect, love, cooperation, empowerment, and service. As servant leadership, with its characteristics, provides happy, secure, and peaceful conditions for the people they address, the study navigates its argument on the premise that human-caused natural disasters can be eliminated by fostering principles of servant leadership in society, administration, and in all walks and cycles of life including the curriculum of preschools to professional schools. In this respect, the study is designed as a theoretical analysis proposing servant leadership as an alternative solution to human-induced disasters such as climate change on Earth by fostering five characteristics of servant leadership. The study prioritizes the idea that once a person changes, so can and will the environment around him change in time.

Key Words: Climate Change, Servant Leadership, Natural Disaster, Resolutions, Solutions, Precautions,

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE ALTERNATİF BİR ÖNERİ: HİZMETKÂR LİDERLİK

ÖZET: Dünya çağlar boyunca birçok felakete sahne oldu. Bugün dünya bir kez daha etkileri iklim değişikliği ile gözlemlenebilen bir doğal afete tanıklık etmektedir. Mevsimler artık eskisi gibi değil ve sürekli bir değişim ve dönüşüm sürecindedir. İnsanoğlu doğaya doğrudan veya dolaylı kanallarla bir müdahalede bulunmadıkça; doğanın kendisini yenileme yeteneğine sahip olduğu da bilinen bir gerçektir. Bunun yanında, insanoğlunun tatmin olmayan iştahının ve en iyisine ulaşabilme ihtirasının dünyanın bu erozyonunu kışkırttığı bugün artık oldukça net bir şekilde gözlenmektedir. Bu bağlamda, iki meşru soru ortaya çıkmaktadır: Hizmetkâr liderlik, çevresel sorunlara nasıl bir çözüm sunabilir? Ya da Hizmetkâr liderlik iklim değişikliğine hangi yollarla çözüm sağlayabilir? Bu bağlamda çalışmamız hizmetkâr liderliğin içinde barındırdığı beş önemli ilkeyi önererek bu iki soruya cevap aramaya çalışmaktadır. Bu beş önemli ilke: saygı, sevgi, işbirliği, güçlendirme ve hizmet şeklinde sıralanmaktadır. Hizmetkâr liderlik, sahip olduğu özelliklerle, hitap ettiği insanlar için mutlu, güvenli ve huzurlu koşullar sağladığından; bu çalışma hizmetkar liderliğin zikredilen bu beş ilkesinin; her düzeyde yönetim kademelerinden anaokullarına, araştırma enstitülerinden iş ve sanat kollarına kadar toplumun tüm kodlarına ve müfredatına eklilenerek⁷insan kaynaklı doğal afetlerin büyük ölçüde azaltılabileceğini ileri sürmektedir. Bu yönüyle çalışma, hizmetkâr liderliği teşvik ederek, Dünya'daki iklim değişikliği gibi insan kaynaklı felaketlere alternatif bir çözüm olarak hizmetkâr liderliğin beş ilkesini teorik bir analiz çerçevesinde önermektedir. Bu çalışma, bir kişi değiştiğinde, etrafındaki çevrenin de zamanla değişeceği fikrine öncelik vermektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, Hizmetkar liderlik, Doğal Afetler, Çözümlemeler, Çözümler, Tedbirler

⁷ Eklileme: Bir şeyin, olgunun temellerini atma, ona ilk şeklini verme ve onun temel yapı taşı oluşturma. Ekleme ile aynı kelime aile grubundan olsada burada eklileme eklemeden önceki durumu, özü ve ilk halin şekillenmesi anlamını içinde barındırmaktadır.

INTRODUCTION

The place where people live becomes home when they start living in. Flora and fauna, in this respect, play a crucial role in Earth's cycle, which directly and indirectly affects all living beings, from plants to animals. Human beings, in terms of their effect on Earth, predominate them all (Victor, 2001: 78). While the human effect can be positive in terms of architecting the world as a craftsman, he/she can also lead to pollution of the Earth (Jayawardhan, 2017: 111). In this regard, it is inevitable for humans to observe their devastating deeds on nature, leading many species to extinction along with fostering change in the natural landscape of the motherland caused by construction projects such as building new residents, dams, and motorways (Roschmann, 2013). While the current conditions may not be entirely pessimistic, they are far from being optimistic enough to remain silent and enjoy the tranquility of life, doing nothing towards this ongoing process. As the heirs of the Earth, humans are expected to strive to alleviate the planet's conditions and provide a secure and peaceful life as rulers of the Earth. As a consequence of this reality on the ground, the world is now on the verge of an alarming phase. There is no time for human beings to postpone or ignore the necessary precautions to be undertaken against this devastation-threatening nature. Since human beings are the pioneers of change in the world, they are the only living beings who can provide a solution and transformation to this catastrophic condition (Tol, 2011: 12). Climate change is one of the paramount illustrations of this change that both affects and is affected by human misdeeds. Conditions are worsening each day due to the unremitting human demands from nature. Moreover, initializing precautions against the exploitation of nature is not a choice; more than that, it is an obligation for humanity to foster. Negligence and not raising awareness towards the pollution of nature by remaining silent has been another primary contributor to the ongoing environmental crisis and deficiency on Earth that also necessitate immediate actions to be undertaken to combat haphazards posed by human beings (Armstrong et al., 2018: 7)

1.The Problem

Before addressing the reasons for climate change and its catastrophic consequences, it is essential to touch upon its primary reasons. Just as medical experts define an illness before developing a cure, it is crucial to identify the reasons and motivations of the illnesses before starting research to generate a cure for them (Godlee, 2014: 1). This is the same with humans's relationship with nature. A remote and simple instance in the world may cause significant natural phenomena such as hurricanes, environmental pollution, and erosion and may even lead to the devastation of the Earth from a panoptic perspective in the long term (Thompson & Brooks-Pollock, 2019: 5). Observable effects include catastrophic winds, floods, and changes in climate due to the erosion of nature from Arctic to Savannas, rural parts of the world to urban sides; climate change does not differentiate the territory or geography and affects them equally (Armstrong et al., 2018: 7–15., Nilsson et al., 2016: 8–9). The reasons behind these natural disasters can be summarized as follows:

1. Excessive consumption of natural resources and inadequate recycling efforts.
2. Dependence on coal and fossil fuels as primary energy sources.
3. Alterations in the demographic structure through migration create a cycle that influences and is influenced by the dispersion of people on Earth.

This uneven distribution contributes to inconsistencies in natural resource usage, leading to air pollution and increased carbon dioxide levels, impacting weather quality (Armstrong et al., 2018: 10–18., Roschmann, 2013).

Global warming is one of the top three threats to the world's future, with profound implications such as water and food shortages and volatility in energy and agricultural products (Fankhauser, 2012: 1–7., Macpherson, 2014: 289). These impacts severely affect global health, public health, and economics (Zedillo, 2008: 83). While significant cuts in greenhouse gas emissions could mitigate the risks, questions arise about the necessary reductions, timing, responsibility, and potential punishments. Addressing such questions poses challenges for bioethics, decision-makers, and the global population (Macpherson, 2014: 289). Changes in the global climate are contributing to water shortages and related issues, impacting energy resources, particularly hydropower production (Gloppen & Clair, 2012: 902). Rising temperatures globally affect the timing of seasons, alter

disease vectors, and disrupt biological processes in ecosystems (Lundqvist & Biel, 2007: 14). Increased atmospheric carbon dioxide levels lead to consequences such as forest fires, changes in insect life cycles, and biodiversity reduction due to a modest temperature increase (1.5-2.5°C) (Wicke & Knebel, 2005: 8–15). Global changes such as land use, urbanization, and deforestation are likely to amplify these impacts, particularly affecting agricultural land availability (Wicke & Knebel, 2005: 57).

Climate change also influences rising sea levels, ocean acidification, destruction of coral reefs, and salinization of coastal areas, impacting fisheries and ecosystems (Larr & Neidell, 2016: 97). Recent studies indicate that there is a strong link between higher temperatures and mutations in diseases like malaria, dengue, and heat-induced cardiovascular diseases (Wrona et al., 2005: 432). In the broader sense, the melting of the Arctics has global and concrete consequences including rising sea levels, changing ocean salinity, and potential impacts on ocean currents (Huntington & Weller, 2005: 3). Reduced sea ice in the Arctic may also increase the likelihood of extreme weather events in mid-latitude regions, affecting Europe and other areas (Wicke & Knebel, 2005: 69). Efforts to combat with climate change foster determining responsibility and liability for the nature damage. The melting of the Arctic about has far-reaching effects, such as changes in ocean acidity and salinity (Kattsov & Källén, 2005: 99). Meanwhile, the rising threat of global warming prompted international agreements and cooperations among the countries in the world to unite on conducting and enforcing wise and collective attitude towards the pollution the Earth has been facing with. The Montreal Protocol, with targets for reducing CO2 emissions, was one of the prominent initiations that arose hope for the future of the Earth. Unfortunately, achieving these targets has proven challenging (Weatherhead et al., 2005: 169–170). While there is still an ongoing debate about binding agreements, the urgency of addressing global warming remains to be tackled. Geoengineering as a rapid intervention option comes out as an alternative way to stress the vitality of research in minimizing potential hazards toward the Earth and, hence, nature (Victor, 2001: 22). The Earth has undergone severe destruction, particularly in the 21st century, stemming from human activities, technological advancements, industrialization, and the establishment and development of new settlements (Huntington & Weller, 2005: 5). This destruction has significant consequences on for both the planet and human lives. Uncontrolled road construction, inadequate consideration of ground surveys, excessive tree cutting, and deforestation can lead to landslides, soil erosion, and adverse impacts on the environment. These are just some of the most observed natural disasters that directly have an impact on human beings and their daily tasks (Huntington & Fox, 2005: 75).

Human activities, often driven by short-term gains, help to contribute to soil degradation, reduced fertility, and barrenness. This, in turn, leads to a decrease in rainfall, weakened vegetation, inadequate irrigation, reduced agricultural productivity, and increased prices. Inflation can trigger poverty, further industrialization, and environmental degradation and create a destructive cycle (Instanes, 2005: 908–941). Since humans are entrusted to reconstruct and revive the Earth according to Islamic jurisprudence, it is important for the people in the world to arouse their attention on this reconstructing scheme. Indifference to the environment and climate change and reactive and non-deferential interventions can provoke nature's wrath, causing disasters such as hurricanes, earthquakes, and floods. The need for a more responsible and respectful approach towards the Earth is evident. Prior to suggesting alternative solutions for climate change, it is crucial to acknowledge that climate change is predominantly an outcome stemming from human activities. When humans foster their interest and concern for nature and their surroundings, it would be pretty natural to observe the reconciliation of the Earth and repairing itself. Therefore, acknowledging that humans have both direct and indirect effects on nature then, an answer arises from the question itself. Then, if people change and feel happier, more secure, and more peaceful, nature will dwell on the tie with them directly and indirectly.

Meanwhile, once people foster care, respect, love, cooperation, empowerment, and service in harmony among themselves, nature and the environment will both directly and indirectly be affected by this peaceful atmosphere. So, the Earth will be dealt with with great care. Therefore, people would naturally foster policies to preserve their peaceful aura and find ways to develop their nature besides fostering actions to rehabilitate the Earth. Even if people do not foster any rehabilitation or contribute to it, their awareness towards nature and their not polluting the Earth would contribute to the welfare of the Earth while it in itself renews its resources.

Leadership, especially in the form of servant leadership in this regard, is crucial in addressing human-caused challenges towards nature. Leaders who embody values such as respect, love, cooperation, empowerment, and service can guide humanity towards sustainable practices (Patterson, 2010: 69., Prosser, 2010: 27., Sendjaya, 2010: 42., Spears, 2010: 14., Van- Dierendonck & Patterson, 2010: 13., Yee Ng & KokKoh, 2010: 95–96).

The servant leadership approach emphasizes serving others and the greater good, aligning with the teachings of Abrahamic religions (Bekker, 2010: 65–66., Greenleaf & Spears, 1998: 45–55). Respecting nature's essence and utilizing its facilities can lead to a harmonious coexistence between human activities and the environment. Possible solutions to environmental challenges lie in developing and reviving life based on practicing the principles of respect, love, cooperation, empowerment, and service. The teachings of Islam, in particular, emphasize these values and promote a life in harmony with nature. In this context, the servant leadership management attitude, inspired by Leo in Hermann Hesse's book "Journey to the East," reflects the teachings of Abrahamic religions (Greenleaf & Spears, 1998: 6). This approach aligns with nature and serves as a unifying element in fostering common goals for humanity.

2.Servant Leadership as A Solution

Policies based on respect, love, cooperation, empowerment, and service contribute to mitigating disasters and natural events on Earth. The foundation of resolving these issues lies in fostering goodness, beauty, fairness, morality, happiness, peace, reliability, and love, which are already inherent in the three major religions (Daft, 2018: 25,109). The concept of servant leadership, championed by Greenleaf and refined by scholars like Patterson, can play a pivotal role in aligning with the principles of these religions. Humanity, including those distanced groups of people from society, can, with servants, catch a chance to breathe and sense the enjoyment of commonality and collectivity by sharing and mutual understanding (Daft, 2018:6) . This unity aims to empower people to build their lives and futures on universal human values, particularly virtue, without marginalizing others (Bekker, 2010: 56., Daft, 2018: 65) Servant leadership underscores the distinction between a leader-first and a servant-first approach, offering a framework for integrating these principles (Greenleaf, 1970: 35–55). Servant leadership emerges as an ideal management model for the 21st and 22nd centuries for many people seeking ways to reconcile nature and live peacefully (Prosser, 2010: 28).

Leaders in this model are expected to go beyond issuing directives and instructions; they conduct activities aligned with the people's everyday needs and consent, respecting their decisions (Greenleaf & Spears, 1998: 33–53).

The primary issue undertaken by servant-leaders is to meet the expectations and needs of society besides developing their personal growth and well-being. This approach, rooted in human-centered values, is not only a managerial model but also directly related to life, like climate change (Greenleaf & Spears, 1998: 24–42). Besides Greenleaf and Spears, Sendjaya's definition of servant leadership approves the idea that servant leaders are capable of solving the problems of climate change. Servant leadership is a comprehensive leadership paradigm that involves both leaders and followers, characterized by a commitment to service, an emphasis on authenticity, a focus on nurturing relationships, the demonstration of moral courage, drawing upon spiritual motivation, and exerting a transformative influence, enabling both leaders and followers to realize their full potential (Sendjaya, 2015: 1).

Utilizing support and powerful motivation to ease people's conditions, servant leadership can provide a peaceful life condition for the people of the Earth (Sendjaya, 2015, 1–5). Integrating the sensitivity of servant leadership with nature can alleviate both human lives and the environment. A common ground approach encapsulating all cycles and sects of society by emphasizing respect at the core of its existence can positively impact the entire Earth (Greenleaf & Spears, 1998: 126–138). Beyond administrative considerations, this successful test contributes to the actual reconstruction and revival of the planet. The synchronization of human relations with the environment, resembling the unity observed in natural elements during storms or harsh conditions, enables the development of an architecture aligned with nature's needs.

2.1.Respect

Once individuals treat one another with respect, they will inherently extend consideration for each other's perspectives and rights (Patterson, 2010: 69). Respecting will naturally extend its boundaries to the nature and people regardless of where they are living would create a decent conditions respecting the rights of people and nature. When people treat each other with respect, they are more likely to interact with each other on equal terms, prioritizing the well-being of their environment over pollution and degradation. Consequently, this

respectful attitude towards nature encourages a collective effort to protect and preserve habitat rather than exploiting or polluting it.

Greenleaf's emphasis on respect offers a fresh perspective on the challenges the world faces, particularly regarding climate change. This perspective underscores the interconnectedness between human behavior, respect for one another, and the environment. Greenleaf's insights shed light on the importance of fostering a culture of respect in human interactions and our relationship with nature. Greenleaf & Spears elaborates on this as follows:

Both leader and follower respect each other's integrity and allow autonomy for each other. Each encourages the other to find her or his own intuitive confirmation of the rightness of the belief or action (Greenleaf & Spears, 1998: 49).

Respecting the characteristics and structure of the environment is a valuable compass in the battle against climate change. With respect as our guiding principle, we are more likely to treat nature in a manner that honors its inherent rules and preserves its essence and ecosystems. (Greenleaf & Spears, 1998: 27). To make this point more precise, it is imperative for individuals to conscientiously plan and construct infrastructural projects such as houses, bridges, and dams in a way that minimizes disruption to natural habitats. Rather than indiscriminately clearing forests for settlement and construction purposes, careful consideration should be concentrated on selecting locations that have minimal impact on the habitat of local flora and fauna. When embarking on construction endeavors, it is crucial to assess the lands based on their composition, characteristics, and the ecosystem they affect. Instead of commencing projects in densely forested areas teeming with life, preference should be given to sites with sparse tree cover and minimal disturbance to the natural habitat. Adopting this approach not only mitigates the negative impact of human development on the environment but also holds the responsibility to preserve and safeguard the delicate balance of ecosystems. Respecting nature's characteristics and structure paves the way for sustainable development practices that promote harmony between human activities and nature.

2.2. Love

Love is undeniably one of life's miracles bestowed upon humanity by the supreme authority on which servant leadership is based (Patterson, 2010: 67). Those who experience genuine attachment naturally feel compelled to preserve and shield what they cherish from any potential harm. Consequently, leaders who possess a deep love for their community and the natural world are inclined to craft policies for their preservation and improvement. Greenleaf's definition of love resonates deeply in this context as follows:

Love is an undefinable term whose manifestations are subtle and infinite. But it begins, I believe, with one absolute condition: unlimited liability! As soon as one's liability for another is qualified to any degree, love is diminished by that much (Greenleaf, 1977: 21)

As Greenleaf contends, when a society cherishes its leader and the leader reciprocates that love for the community, it naturally manifests in the leader's attitude towards them and their environment. Therefore, leaders who possess a profound love for their community develop a deep sense of attachment to their people and diligently work towards improving their quality of life, while also stewarding the Earth in a manner that safeguards both nature and its inhabitants (Patterson, 2010:73–74). This genuine love serves as a powerful motivator for further service. When individuals feel a strong attachment, they are less prone to insecurity and more inclined to protect their beloved community; when they care deeply for something, they are willing to make sacrifices to ensure its preservation and protection. Thus, love has the capacity to inspire and drive both leaders and communities, forging stronger bonds and attachments among them. A leader who loves their community and country, along with its unique natural surroundings, naturally formulates policies aimed at their protection and the preservation of the environment they inhabit. Furthermore, love is a fundamental human trait with the potential to restore both nature and the people within it. This sentiment, as Greenleaf suggests, is also articulated by Patterson through the concept of *agápao* love, which represents a moral love that guides leaders to do what is right, at the right time, and for the right reasons (Patterson, 2010: 68). Patterson underscores this love as the cornerstone of the servant-follower relationship, nurturing a profound and resilient connection between leaders and followers (Patterson, 2010: 68). While hostility breeds despair,

fear, and discontent, love fosters hope, fearlessness, and a sense of relative happiness (Patterson, 2010: 68). Moreover, Patterson posits that love is manifested through the cultivation of dignity, respect, and honor (Patterson, 2010: 69). This transformative power not only cultivates emotionally engaged employees but also enriches balanced lives and creates an environment conducive to encouraging organizational members to take risks, learn, grow, and progress towards better outcomes (Patterson, 2010: 69).

2.3. Cooperation

In servant leadership, it is crucial for a leader to actively engage with their communities, understanding their expectations and aspirations by genuinely 'living among them' (Yee Ng & KokKoh, 2010: 95). Therefore, a servant leader must prioritize building collaboration, reciprocal trust, and mutual understanding with those they lead (Mayer, 2010: 151). This collaborative approach fosters a solid foundation of trust within the community. Moore characterizes leadership as 'the ability to cultivate obedience, respect, loyalty, and cooperation to influence and motivate the will' (Moore, 1927: 124). Initially, leadership was perceived as wielding dominance and power over the community, with decisions unilaterally made by leaders. However, starting in the 1930s, the concept of leadership transitioned from mere authority to leaders engaging with and understanding the people under their guidance by nurturing mutual respect and emerging communities (Northouse, 2022: 50). This evolution continued into the 1940s, where leadership shifted towards persuasion and influence. In addition to Northouse and Moore, Burns emphasizes the reciprocal nature of leadership, defining it as a process where individuals mobilize various economic, political, and other resources driven by specific motives and values within a context of competition and conflict to achieve goals pursued independently or jointly by leaders and followers (Burns, 1978: 425., Gouldner, 1960). Burns' definition underscores mutual relationships and reciprocity between leaders and the community. While Northouse also highlights this aspect, Burns distinguishes himself by incorporating reciprocity into the definition.

Reciprocity lies at the heart of servant leadership, wherein a leader is not isolated from their community but integrates into it, fostering constructive relationships. It serves as a means for leaders to directly engage with people, foster understanding, and exchange ideas firsthand. It transcends being merely an official position for governance and direction, encompassing the integration of various forms of power and influence into the daily lives of the populace, making it highly relevant today as it continually shapes people's lives. Given that leaders' decisions directly impact the community and environment by fostering cooperation, delineating boundaries, and fostering further relationships, it becomes imperative to steer policies that align with the expectations of both people and nature for cohesive and cooperative living (Patterson, 2010: 67–76).

2.4. Empowerment

Empowerment in servant leadership is a foundational principle that revolves around nurturing individuals to unlock their full potential and actively contribute to organizational success (Sendjaya, 2010: 43). In a broader societal context; empowerment transcends organizational boundaries to encompass marginalized groups or individuals, providing them with the necessary tools and opportunities to overcome societal barriers. Konczak et al. underscore the importance of empowering historically disadvantaged individuals by granting them equal access to education, employment, healthcare, and decision-making processes (2000). Within the framework of servant leadership, empowerment manifests through several key qualifications:

1. **Belief in Followers' Abilities:** Servant leaders genuinely believe in the capabilities of their followers, recognizing their knowledge, skills, and potential contributions to the organization.
2. **Recognition of Talents:** These leaders actively identify and acknowledge their followers' talents and strengths, offering feedback, praise, and recognition to bolster confidence and self-esteem.
3. **Faith in Followers:** Servant leaders exhibit unwavering faith in their followers' capacity to make sound decisions and take ownership of their actions, fostering independent thinking and accountability.

Empowerment under the servant leadership paradigm involves equipping individuals with the resources, autonomy, and support needed to lead themselves effectively and leverage their unique talents for organizational advancement (Greenleaf & Spears, 1998: 49). This supportive environment encourages autonomy in decision-making, provides access to necessary resources, promotes continuous learning through training opportunities, recognizes and rewards performance, and fosters open communication and

collaboration (Van Dierendonck & Rook, 2010: 161–163). By empowering the community, leaders tap into intrinsic motivation—the internal drive to excel in tasks—which has been correlated with enhanced performance, creativity, cognitive flexibility, and deeper task understanding (Van Dierendonck & Patterson, 2015: 126). This intrinsic motivation elevates individual performance and contributes to overall organizational success. Through empowerment, leaders foster benevolent policies that motivate individuals to support the environment and nature; in addition to garnering their assistance in implementing these policies, it helps them to contribute to the decisions that would affect their lives. Consequently, while empowerment strengthens the bond between servant leaders and their community, it also enhances cooperation between people and nature. As servant leaders advocate environmental policies, support the community in terms of their distinguished identities, and foster policies that would contribute to environmental preservation and transforming nature, it is equally crucial for servant leaders to gather the support and willingness of the people. It is pretty clear that individuals who feel more secure and content achieve their capabilities (Spears, 2010: 17). In this way, empowerment strengthens organizational cohesion and promotes environmental stewardship and societal well-being.

2.5. Service

Servant leaders excel in creating a positive and supportive work environment by prioritizing the growth and development of their followers (Spears, 2010: 13). This emphasis often results in heightened employee satisfaction, increased engagement, and overall organizational success (Luthans & Avolio, 2003). By dedicating themselves to the growth and nurturing of their followers, servant leaders cultivate a workplace culture characterized by positivity and support, leading to greater employee satisfaction, commitment, and organizational achievements (Laub, 1999: 5., L. Spears, 1995: 2). According to Spears, servant leadership embodies qualities such as open-mindedness, objective perspective, unconditional acceptance of others, empathy, and a keen awareness of potential future actions (Spears, 1995: 2). For Spears, influential servant leaders employ persuasion rather than issuing direct orders, aiming to influence others on an ideological level. Laub and Spears further argue that servant leaders must undergo personal character development to foster a community that promotes servant leadership (Laub, 1999: 15., Spear: 1995, 2). Williams illustrates this concept by using Hamer as an example of a servant leader who engages others through humanitarian, non-materialistic goals (Laub, 1999: 31).

The role of the servant leader is one of continuous learning and growth. Recognizing the value of input from all levels of the organization, servant leaders actively listen to their team members and embrace the creativity and uniqueness each individual brings to the group. By prioritizing services and facilities that cater to the needs of people, servant leaders align their actions with the principles of nature, fostering harmony and empowerment. Ultimately, the policies enacted by servant leaders not only serve the community but also promote a more harmonious relationship with nature, further enhancing their effectiveness as leaders.

CONCLUSION

Addressing climate change and its associated natural events, including floods, storms, avalanches, and landslides, requires implementing policies and practices that align with nature. Drawing inspiration from the collaborative efforts observed in nature, such as trees standing resiliently together in storms or penguins protecting their eggs in harsh winters, societies can establish a cooperative order marked by respect, love, tolerance, fairness, and egalitarianism. Human beings, as the most honorable and intelligent among created beings, are responsible for creating an architectural style that integrates with nature, considering its needs and requirements. By abandoning, hindering, destroying, and marginalizing perspectives of geographies and regions, people can transform natural events into harmonious elements like rain, wind, and sunshine needed for the regular seasons. Much like migratory birds adjust their flight positions to minimize the impact of the wind, humans can seek ways to coexist with nature rather than resist it. This approach involves developing a sustainable society that embraces the principles of healthy, organic, and non-artificial living. Collaborating with the truths embedded in the three heavenly religions, particularly Islam, can serve as a guiding force. In this envisioned society, peace and harmony extend beyond human relations to encompass the environment and nature. This collaborative effort leaves a positive legacy by echoing pleasant memoirs for generations.

When embraced as a way of life, these teachings create a peaceful life both in material and spiritual aspects by settling a harmonious order. As it falls in its natural channel, rain nourishes the soil, while the wind, guided by natural decisions, cleanses the Earth. In its natural state, the sun fosters its fertility on the Earth. This

harmonious integration with nature creates a society in constant motion, evolving from healthy, organic practices and products. Centered around the principles of the three heavenly religions and by applying the concept of servant leadership, the society propagates a climate of peace and trust to its people and environment.

Through service, learning is cultivated. By assuming responsibility, demonstrating accountability, fostering collaboration, and encouraging critical thinking, servant leaders contribute to the development of their societies. Without significant transformations in how individuals engage with one another and serve their communities to explore innovative solutions, mere regulatory changes, trends, or strategies would fail to contribute to enduring progress. Conversely, failure to act in this manner poses a severe risk of endangering nature, the environment, biodiversity, natural resources, and organizational integrity.

Servant leaders are expected to have, perform, and foster according to these societal traits. Respecting nature's essence and utilizing love and respect by preserving its priorities can lead to a harmonious coexistence between human activities and the environment. In this regard, with its foundational principles of love, respect, cooperation, empowerment, and service, servant leadership fosters a trustworthy and environmentally positive approach towards both people and nature. These principles cultivate cohesion among individuals, strengthening bonds within communities and promoting harmony with the natural world.

Educational institutions and educators should embrace service learning ethos to instill a sense of responsibility and civic awareness for generations. As the stewards of tomorrow, these generations will have a pivotal role in preserving the environment. Therefore, it is imperative to align educational systems which are friendly with nature. Suppose we aspire to leave behind a sustainable world for generations. In that case, we must first deconstruct the people's mindsets, behaviors, and consciousness towards the Earth and nature. Later, we have to acknowledge the assignment that the things we have are not eternal and are subjected to deformation unless respected and protected. Conversely, failure to act in this manner poses a severe risk of endangering nature, the environment, biodiversity, natural resources, and organizational integrity.

REFERENCES

- Armstrong, A. K., Krasny, M. E., & Schuldt, J. P. (2018). *Climate change science: The facts*. Cornell University Press, Comstock Publishing Associates. <https://doi.org/10.7591/j.ctv941wjn.5>
- Bekker, C. J. (2010). A modest history of the concept of service as leadership in four religious traditions . In D. Van Dierendock & K. Patterson (Eds.), *Servant Leadership: Development in theory and research*, Palgrave, 55–66.
- Burns, J. M. (1978). *Leadership*. Harper & Row.
- Fankhauser, S. (2012). *Climate change*.
- Daft, R. L. (2018). *The Leadership Experience* (Seven). Cengage.
- Gloppen, S., & Clair, A. L. S. (2012). Climate change lawfare. *Social Research*, 79(4), 899–930. <https://about.jstor.org/terms>
- Gouldner, A.W. (1960) The Norm of Reciprocity: A Preliminary Statement, *American Sociological Review*, 25: 161–78.
- Greenleaf, R. K. (1970). The servant as leader. *Greenleaf Publishing Center*.
- Greenleaf, R. K. (1977). *Servant Leadership: A Journey into the nature of legitimate and greatness*. Paulist Press.
- Greenleaf, R. K., & Spears, L. C. (1998). *The power of servant-leadership*. Berrett - Kohner Publishers, Inc.
- Huntington, H., & Fox, S. (2005). The changing Arctic: Indigenous perspectives. C. Symon, L. Arris, & B. Heal (Eds.), *Arctic climate impact assessment*. Cambridge University Press,
- Huntington, H., & Weller, G. (2005). An introduction to the arctic climate impact assessment. In C. Symon, L. Arris, & B. Heal (Eds.), *Arctic climate impact assessment*, 2–18, Cambridge University Press.
- Instances, A. (2005). Infrastructure: Buildings, support systems, and industrial facilities. C. Symon, L. Arris, & B. Heal (Eds.), *Arctic climate impact assessment*. Cambridge University Press, 908–941.
- Jayawardhan, S. (2017). Vulnerability and climate change induced human displacement. *Consilience*, 17(2017), 103–142.

- Kattsov, V. M., & Källén, E. (2005). Future climate change: Modelling and scenarios for the Arctic. In C. Symon, L. Arris, & B. Heal (Eds.), *Arctic climate impact assessment*. Cambridge University Press, 100–144.
- Konczak, L. J., Stelly, D. J., & Trusty, M. L. (2000). Defining and measuring empowering leader behaviors: Development of an upward feedback instrument. *Educational and Psychological Measurement*, 60, 301–313.
- Larr, A. S., & Neidell, M. (2016). Pollution and climate change. *The Future of Children*, 26(1), 93–113.
- Laub, J. A. (1999). *Assessing the servant organization development of the servant organizational Leadership assessment (SOLA) Instrument* [Ph.D.]. Florida Atlantic University.
- Lundqvist, L. J., & Biel, A. (2007). *From Kyoto to the town hall: Making international and national climate policy work at the local level*. Earthscan.
- Luthans, F., & Avolio, B. (2003). Authentic leadership development. *Positive organizational scholarship*, 241–254.
- Macpherson, C. C. (2014). Climate change matters. *Journal of Medical Ethics*, 40(4), 288–290.
- Moore, B. V. (1927). The may conference on leadership. *Personnel Journal*, 6, 124–128.
- Nilsson, A. E., Meek, C. L., Amundsen, H., Chapin, F. S., Hovelsrud, G. K., Kofinas, G., McLennan, D., Koivurova, T., Prior, T., & Sommerkorn, M. (2016). *Climate change: Organizational learning in regional governance: A study of the Arctic Council*.
- Northouse, P. G. (2022). *Leadership: Theory and practice* M. Stanley & L. Gobell, Eds., Ninth. Sage.
- Patterson, K. (2010). Servant leadership and love. D. van Dierendonck & K. Patterson (Eds.), *Servant leadership: Developments in theory and research*, 66–77.
- Prosser, S. (2010). Opportunities and tensions of servant leadership. D. Van-Dierendonck & K. Patterson (Eds.), *Servant leadership: Development in theory and research*, Palgrave, 25–37.
- Roschmann, C. (2013). Climate change and human rights. I: Legal responses and global responsibility. *Climate Change: International Law and Global Governance*, 203–242.
- Sendjaya, S. (2015). *Personal and organizational excellence through servant leadership: Learning to serve, serving to lead, leading to transform*. Springer. <http://www.springer.com/series/10101>
- Spears, L. C. (2010). Servant Leadership and Robert K. Greenleaf’s Legacy. In D. Van Dierendonck & K. Patterson (Eds.), *Servant Leadership: Developments in Theory and Research*, Palgrave Macmillan, 12–23.
- Spears, L. (1995). Servant leadership and the Greenleaf legacy. In L. C. Spears (Ed.), *Reflections of Leadership*, John Wiley & Sons, Inc, 1–16.
- Spears, L. C. (1995). *Reflections on Leadership: How Robert K. Greenleaf’s Theory of Servant Leadership Influenced Today’s Top Management Thinkers* (L. C. Spears, Ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Thompson, R. N., & Brooks-Pollock, E. (2019). Detection, forecasting and control of infectious disease epidemics. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 374(1775), 1–9. <https://doi.org/10.2307/26643726>.
- Tol, R. S. J. (2011). Climate Change. *Copenhagen Consensus Center*, 1–21.
- Van Dierendonck, D., & Patterson, K. (2015). Compassionate love as a cornerstone of servant leadership: An integration of previous theorizing and research. *Journal of Business Ethics*, 128(1), 119–131. <https://doi.org/10.1007/s>.
- Van-Dierendonck, D., & Patterson, K. (2010). Servant leadership: An Introduction. D. Van-Dierendonck & K. Patterson (Eds.), *Servant leadership: Development in theory and research*, Palgrave, 3–10.
- Van Dierendonck, D., & Rook, L. (2010). Enhancing innovation and creativity through servant leadership. D. Van-Dierendonck & K. Patterson (Eds.), *Servant leadership: Development in theory and research*. Palgrave.
- Yee Ng, & KokKoh, C. S.-K. (2010). Motivation to serve: understanding the hearth of the servant-leader and servant leadership behaviours. D. Van-Dierendonck & K. Patterson (Eds.), *Servant leadership: Development in theory and research*, Palgrave, 90–100.
- Victor, D. G. (2001). *The collapse of the Kyoto protocol and the struggle to slow global warming*. Princeton University.
- Weatherhead, B., Tanskanen, A., & Stevermer, A. (2005). Ozone and ultraviolet radiation. In F. J. Wrona, T. D. Prowse, & J. D. Reist (Eds.), *Arctic climate impact assessment*. Cambridge University Press, 152–176.
- Wicke, Lutz., & Knebel, J. (2005). *Beyond Kyoto : A new global climate certificate system : continuing Kyoto commitments or a global “cap and trade” scheme for a sustainable climate policy?* Springer.
- Wrona, F. J., Prowse, T. D., & Reist, J. D. (2005). Freshwater ecosystems and fisheries. In C. Symon, L. Arris, & B. Heal (Eds.), *Arctic climate impact assessment*. Cambridge University Press, 353–452.
- Zedillo, E. (2008). *Global Warming: Looking beyond Kyoto*. Brookings Institution Press.