

T.C.
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ANTROPOLOJİ ANABİLİM DALI

MİKRO PLASTİKLERİN İNSAN YAŞAMINA ETKİSİ

Mehmet İsmail AĞAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR-2024

©2024-Mehmet İsmail AĞAR

T.C.
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ANTROPOLOJİ ANABİLİM DALI

MİKRO PLASTİKLERİN İNSAN YAŞAMINA ETKİSİ
THE EFFECT OF MICRO PLASTICS ON HUMAN LIFE

Hazırlayan
Mehmet İsmail AĞAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman
Prof.Dr.Ahmet Cem ERKMAN

KIRŞEHİR-2024

KABUL VE ONAY

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Antropoloji Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi, Mehmet İsmail AĞAR tarafından hazırlanan “*Mikroplastiklerin İnsan Yaşamına Etkisi*” adlı tez çalışması 12.07.2024 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından oybirliği ile **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof.Dr.Ahmet Cem Erkman

(İmza)

Üye Doç.Dr.Seçil Sağır

(İmza)

Üye Dr.Öğr.Üyesi Sibel Önal

(İmza)

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../2024

(İmza)

Prof.Dr.Cemalettin İpek

Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Hazırladığım tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- ☐ Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- ☐ Tezim sadece Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- ☐ Tezimin yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

/ /2024

Mehmet İsmail AĞAR

İmza

ÖZET

MİKRO PLASTİKLERİN İNSAN YAŞAMINA ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan: Mehmet İsmail AĞAR

Danışman: Prof.Dr. Ahmet Cem ERKMAN

2024 –(XIII-57)

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü

Antropoloji Ana Bilim Dalı

Jüri

Prof.Dr.Ahmet Cem ERKMAN

Doç.Dr.Seçil SAĞIR

Dr.Öğr.Üyesi Sibel ÖNAL

Plastik, insanlık tarihinde nispeten yeni bir buluştur ve ilk örneklerinden bazıları 1800’lü yılların sonlarına kadar uzanır, ancak çok yönlülüğü ve düşük üretim maliyeti, onu modern zamanların en yaygın kullanılan malzemelerinden biri haline getirmiştir. Plastik maddesi güçlü, hafif ve uyarlanabilir olduğundan; ev eşyalarından , tıbbi ekipmanlara, banknotlardan, ambalajlara, motorlu taşıtlardan, binalara ve balık ağlarına kadar birçok üründe bulunmakta ve kullanılmaktadır. Plastik ne kadar faydalı olsa da, aşırı kullanımı ve etkisiz atık yönetimi, onu hızla gezegenimizdeki en yaygın kirleticilerden biri haline getirmiştir

Her yıl üretilen plastik atıkların hacminin büyüklüğü , etkili bir şekilde atık yönetimini zorlaştırmaktadır ayrıca plastik atıkların geri dönüştürülmesi güç ve ekonomik açıdan oldukça maliyetli olabilmektedir. Plastik atıklarla okyanuslarımızdan plajlarımıza, şehirlerimizden kırsal alanlarımıza kadar pek çok alanda ve bölgede sıklıkla karşılaşmaktayız. Bu plastik kirliliği sadece çevreyi değil aynı zamanda insan sağlığını da tehdit etmektedir. Plastiğin sağlık üzerindeki etkileri henüz yeni bir araştırma alanı olsa da, bugüne kadarki bilimsel sonuçlar plastiğin yaşam döngüsünde hastalıklara, sakatlığa ve erken ölüme neden olduğunu gösteriyor. Plastiklerde bulunan zehirli kimyasal katkı maddeleri ve kirleticiler küresel ölçekte insan sağlığını tehdit etmektedir. Plastik maddesinin bilimsel olarak kanıtlanmış olumsuz sağlık etkileri arasında; kansere neden olmak veya hormon aktivitesinin değişmesi (endokrin bozulması olarak bilinir) yer alır; bu da üreme, büyüme ve bilişsel bozukluklara yol açabilmektedir. Bu çalışma nehirlerimizi ve okyanuslarımızı boğan, yediğimiz gıdayı, soluduğumuz havayı ve içtiğimiz suyu kirleten ve iklim değişikliğini şiddetlendiren gerçek anlamda küresel bir krizi antropolojik açıdan araştırmaktadır ayrıca mikro plastik krizin insanlar ve çevre üzerindeki etkisini ve bu küresel soruna çözüm bulmak için bir dizi kaynaktan oluşan bilginin bir sentezidir.

Anahtar Kelimeler: Mikroplastik, Nanoplastik , Çevre, Antropoloji, Ekoloji

ABSTRACT

THE EFFECT OF MICRO PLASTICS ON HUMAN LIFE

M.Sc.Thesis

Preparer: Mehmet İsmail AĞAR

Advisor : Prof.Dr.Ahmet Cem ERKMAN

2024 –(XIII-57)

Kırşehir Ahi Evran University, Graduate School of Social Sciences

Antropology Department

Jury

Prof.Dr.Ahmet Cem ERKMAN

Assoc.Prof.Dr.Seçil SAĞIR

Assist.Prof.Dr.Sibel ÖNAL

Plastic is a relatively recent invention in human history, with some of the first examples dating back to the late 1800s. Despite its short existence, its versatility and low production cost have made it one of the most widely used materials of modern times. Due to its strength, light-weight nature, and adaptability, plastic is used in a wide variety of products, including household goods, medical equipment, banknotes, packaging, motor vehicles, buildings, and fishing nets. Although plastic has many benefits, its excessive use and ineffective waste management have rapidly made it one of the most common pollutants on our planet.

The large volume of plastic waste produced each year poses challenges for effective waste management, and recycling plastic waste is often difficult and economically costly. Plastic waste is widespread, found in many areas including oceans, beaches, cities, and rural areas, posing a threat to the environment and human health. While the health effects of plastic are still being researched, scientific evidence to date shows that plastic can cause disease, disability, and premature death throughout its life cycle. Toxic chemical additives and pollutants found in plastics present a global threat to human health, including increased risk of cancer and disruption of hormone activity, which can lead to reproductive, growth, and cognitive disorders. This study examines the global crisis of plastic pollution from an anthropological perspective, highlighting its impact on rivers, oceans, food, air, water, and climate change. It also addresses the microplastic crisis and seeks solutions to this global problem by drawing on various resources. Overall, it provides a synthesis of knowledge concerning this critical issue.

Keywords: Microplastic, Nanoplastic, Environment, Anthropology, Ecology

ÖN SÖZ

Plastik atıklar okyanuslarımızdan plajlarımıza, şehirlerimizden kırsal alanlarımıza kadar her yerde gözle görülür bir seviyede olup plastik kirliliğinin çevre üzerindeki etkisi endişe verici bir düzeydedir. Üretim maliyetinin düşüklüğü, hafif ve dayanıklı olmasının yanı sıra kolaylıkla şekillenebilen ve kalıba dökülebilen plastik bu özellikleri nedeniyle birçok malzemenin yapımında kullanılıyor ve hayatımızın hemen hemen her alanına girmiş durumda. Diğer yandan doğada kısa süreler içerisinde kendiliğinden yok olmadıkları için de çevre kirliliğine yol açıyor ve canlılara zarar veriyorlar. Plastik kirliliği, plastik atıkların çevrede birikmesini ifade etmektedir. Bu atıklar hammaddesi plastik olan tüm materyalleri kapsamaktadır, doğal yollarla ayrışmadıkları için çevreye ve canlılara ciddi zararlar vermektedirler.

Bu çalışma da Dünyamızı tehdit eden plastik kirliliğine dikkat çekilmekte, çevre üzerindeki antropojenik etkileri üzerinde durulmakta, çözümler ve zararlarının azaltılması için yapılabilecekler değerlendirilmektedir ayrıca ileriye yönelik yönetim fırsatları ana hatlarıyla ortaya konmaktadır.

Çalışmamda yardımcı olan danışmanım Prof.Dr.Ahmet Cem Erkman'a, antropoloji doktora öğrencileri Elçin Şener ve Ali Taş'a, yüksek lisans öğrencisi Levent Efe Metin-türk'e ve aileme teşekkür ederim.

Kırşehir-2024

Mehmet İsmail AĞAR

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
BİLDİRİM.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖN SÖZ.....	v
TABLolar LİSTESİ	ix
GRAFİK LİSTESİ.....	x
RESİMLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
BÖLÜM I	1
1.GİRİŞ.....	1
1.1.Yaban Hayatına Yönelik Tehdit	1
1.1.1.Ekosisteme Verilen Zarar	3
1.1.2.İnsan Sağlığı Riskleri.....	4
1.2. ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ	5
1.3. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ.....	5
1.4.ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI	6
BÖLÜM II.....	7
2. KAVRAMSAL/KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ LİTERATÜR.....	7
2.1.Birey Ekolojisi.....	7
2.1.1.Popülasyon Ekolojisi	8
2.1.2.Ekosistem Yada Tür Toplulukları Ekolojisi.....	9
2.1.3.Uygulamalı Ekoloji	10

2.2. KONU İLE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	12
BÖLÜM III	20
3. BULGULAR	20
3.1. ARAŞTIRMANIN DESENİ/MODELİ	20
3.1.1.Nüfus Artışı	20
3.1.2.Çarpık Kentleşme ve Göç Sorunu	23
3.1.3.Sanayileşme	27
3.1.4.Artan Enerji İhtiyacı	32
BÖLÜM IV.....	34
4. YÖNTEM	34
4.1.Viyana Sözleşmesi ve Montreal Protokolü	34
4.2.Kyoto Protokolü	35
4.2.1.Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne Taraf Olması	35
4.3.Paris Anlaşması	36
4.3.1.Türkiye'nin Paris Anlaşmasına Taraf Olması	37
4.4.Sıfır Atık Projesi.....	38
4.5.Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	38
4.5.1.Güneş Enerjisi	39
4.5.2.Rüzgar Enerjisi	40
4.5.3.Biyokütle Enerjisi	41
4.5.4.Jeotermal Enerjisi	42
4.5.5.Hidroelektrik Enerji.....	43
4.5.6.Dalga Enerjisi	44
BÖLÜM V	45
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	45
5.1. SONUÇ VE TARTIŞMA	45

5.2. ÖNERİLER.....	48
KAYNAKÇA.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	56



TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. TÜİK 2001-2022 Tarım Alanları Raporu.....	26
Tablo 2. TÜİK Türkiye Sera Gazı Emisyonları.....	31



GRAFİK LİSTESİ

Sayfa

Grafik 1. (a) 1950'den 2018'e dünya çapında plastik üretimi (milyon metrik ton cinsinden) ve (b) 2017 ve 2018'de farklı ülkeler arasındaki PET plastik şişe geri dönüşüm oranları (Shanmugam vd.,2020) .	13
Grafik 2. Nüfus hacmi (birey sayısı), plastik üretimi (Ton) ve plastik atık üretimi (Ton) arasındaki ilişki, ilgili on yıla ait verilere göre Brydson (1999), PERMG (2019) ve Fernández (2020) tarafından rapor edilmiştir (Pena-Montez vd.,2021).	21
Grafik 3. Grafik, Çimento, Gaz, Petrol ve Kömürden yıllık fosil yakıt emisyonlarını gösteriyor.	30
Grafik 4. Kümülatif Karbon Salınımlarına Göre Ülkelerin Payları ve Türkiye (2020).	33

RESİMLER LİSTESİ

Sayfa

Resim 1. Plastik Kirliliğinin Hayvanlar Üzerinde Olumsuz Etkileri.	3
Resim 2. Plastik Kirliliği.....	4
Resim 3. Mikroplastiklerin negatif etkileri (Kumar vd.,2022).	5
Resim 4. Hayvan ekolojisi Örneği (Bierema ve Miller 2021).	8
Resim 5. Popülasyon (Bierema ve Miller 2021).	9
Resim 6. Hayvan Ekosistemi (Bierema ve Miller 2021).	10
Resim 7. Uygulamalı Ekoloji Ve Çevre Bilimleri Michigan Teknik Üniversitesi	11
Resim 8. Hayvanların Doğal Ortamını Plastik Atıkların İşgal Etmesi.	15
Resim 9 . Deniz ve okyanustaki mikroplastik kirliliği (Getty Images/iStockphoto)	16
Resim 10. Deniz kenarındaki kumla kirlenmiş mikroplastik atık.....	17
Resim 11. Plansız Kentleşme Örneği.....	22
Resim 12. Çarpık Kentleşme (Bellout vd.,2020).	24
Resim 13. İstanbulda Plansız Kentleşme	25
Resim 14. İstanbul’da Plansız ve Çarpık Kentleşme	25
Resim 15. Sanayi Devrimi'ndeki Fabrika Bacaları Görüntüsü.	27
Resim 16. Atatürk Nazilli Fabrikasında.....	28
Resim 17. Karbon Döngüsü.	29
Resim 18. Sıfır Atık Projesi ile İlgili Bilgilendirme Kitapçıkları.	38
Resim 19. Güneş Enerjisi Panelleri.....	40
Resim 20. Rüzgar Enerjisi Üretmek İçin Kullanılan Rüzgar Gülleri.....	41
Resim 21. Biyokütle Enerji Döngüsü.	42
Resim 22. Jeotermal Enerji.	43
Resim 23. Hidroelektrik Enerji Döngüsü.....	44
Resim 24. Dalga Enerjisi.....	44

Resim 25. Naylon Poşetler.....	49
Resim 26. Sıvı yağ plastik şişe kapağı açma aparatı (Sol). Sirke plastik şişe kapağı açma aparatı.(Sağ).....	50
Resim 27. Evde 0,5 ve 5 Litrelik Pet Şişelere Sıkıştırılarak Plastik Atık Toplama Kutularına Atılan Küçük Plastikler.	51
Resim 28. Replast Maddesi.....	52



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar

Açıklamalar

MP

Mikroplastik

NNP

Nanoplastik

BÖLÜM I

1.GİRİŞ

Plastik kelimesi, "şekillendirilebilen veya kalıplanabilen" anlamına gelen Yunanca πλαστικός (plastikos) ve kalıplanmış anlamına gelen πλαστός (plastos) kelimesinden türetilmiştir. 1800'lü yılların sonunda icat edilen plastik düşük maliyeti ve şekillendirilebilme özelliği ile diğer birçok malzemeden daha avantajlı üretim olanakları sunmaktadır. Sentetik polimerlerden elde edilen ilk plastik ise 1905 yılında Belçikalı kimyager Leo Baekeland tarafından üretilmiştir. Yapay olarak üretilen bir polimer türü olan plastik için günlük hayatta çoğunlukla polimer yerine "plastik" ifadesi kullanılmaktadır. Temel olarak karbon atomlarından meydana gelen plastik ham petrolden, doğal gazdan ve selüloz gibi organik maddelerden elde edilir. En yaygın kullanılan plastikler polietilen (PE), polipropilen (PP), polistiren (PS), polietilen tereftalat (PET) ve polivinil klorürdür (PVC). İçecek, deterjan ve diğer sıvı / katı ürünlerin paketlenmesinde kullanılan plastik şişeler genellikle bu malzemelerden üretilmektedir. Günümüzde çok yoğun kullanıma sahip olan plastik getirdiği avantajlar ve kolaylıklarla beraber çevre, insan ve tüm canlıların sağlığı açısından her geçen gün daha büyük bir tehdit olmaya devam etmektedir.

Plastik kirliliği günümüzde gezegenimizi etkileyen en önemli çevre sorunlarından birisidir. Plastik atıklar okyanuslarımızdan plajlarımıza, şehirlerimizden kırsal alanlarımıza kadar her yerde gözle görülür bir seviyeye ulaşmıştır. Plastik kirliliğinin çevre üzerindeki etkisi endişe verici düzeydedir ve bu soruna çözüm bulmak için acil eyleme geçilmesi gerekmektedir. Bu çalışma plastik kirliliğinin çevre üzerindeki etkileri ve plastik atık sorunları üzerinde durmak ve farkındalık yaratmayı amaçlanmaktadır. Plastik kirliliği, plastik atıkların çevrede birikmesini ifade etmektedir. Bu atıklar arasında hammaddesi plastik olan tüm materyaller ve biyolojik olarak parçalanamayan diğer maddeler önemli bir yer tutmaktadır. Bu öğeler doğal yollarla ayrıştırılamaz ve çevreye ciddi zararlar vermektedir. Plastik kirliliğinin çevre üzerindeki etkileri önemli ve geniş kapsamlıdır. Plastik atıklar, çevresel etkilerinin yanı sıra aşağıdakiler de dahil olmak üzere başka birçok sorunu da beraberinde getirmektedir.

1.1.Yaban Hayatına Yönelik Tehdit

Plastik kirliliği yaban hayatı için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Yaban hayvanları, plastik atıkları yiyecek olarak algılamakta ve bunları yutabilmektedirler. Bu, sindirilemeyen plastiklerin bağırsak tıkanıklığına sebep olması ve sindirim sistemine zarar ver-

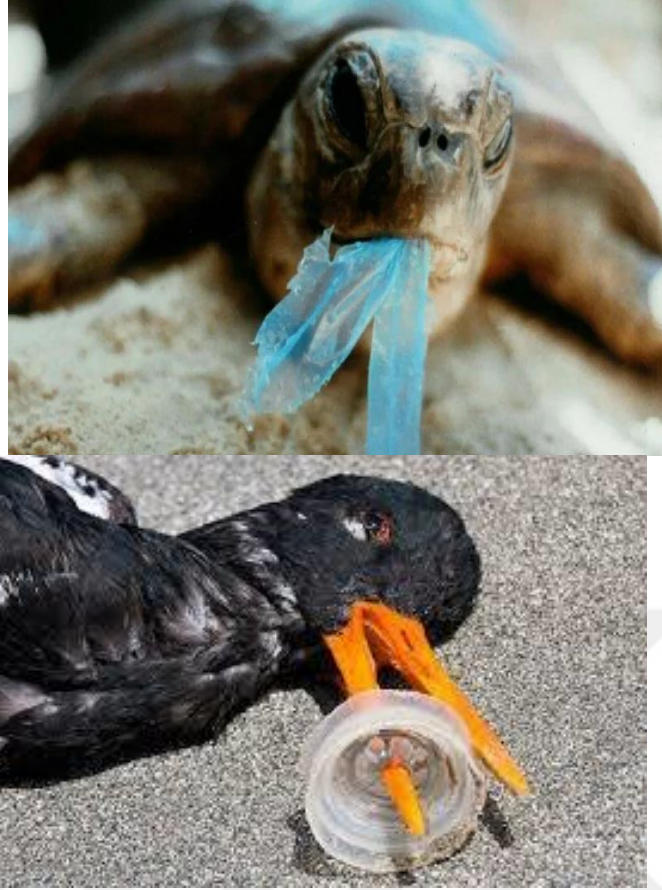
mesi ise kaçınılmaz bir sonuçtur. Sadece sindirim sistemi değil canlıların tüm yaşamsal fonksiyonları bu süreçten olumsuz yönde etkilenmektedir. Ayrıca plastik ambalajlar ve diğer plastik atıklar, yaban hayvanları için tehlikeli tuzaklar oluşturabilmektedir.

Denizlerdeki yaban hayatına insan tarafından verilen zararın yüzde 90'ı plastik kaynaklı olup Dünyada 700 deniz canlısı türü plastik tehdidiyle karşı karşıyadır. Plastik kirliliği en çok kuşları, balıkları, deniz memelilerini, sürüngenleri ve omurgasızları etkilemektedir. 1960 yılında deniz kuşlarının %5'nin midesinde plastik varken bugün bu oran %90 dır ve 2050 yılında plastiğe maruz kalmamış bir deniz kuşu veya canlı bulmamız neredeyse imkansız hale gelecektir. Akdeniz'deki 60 balık türü de plastik mağdurdur. Bu gidişle, 2050 yılında Akdeniz'de balıktan çok plastik atık olabileceği de öngörülmektedir.

Deniz kaplumbağası türleri de plastik atıklardan etkileniyor. İribaş deniz kaplumbağalarının (*Caretta caretta*) %35'nin sindirim sisteminde plastik atıklar bulunuyor. Deniz kaplumbağaları plastik poşetleri deniz anası zannederek yedikleri için ölebiliyor.

Plastik atıklar yaban hayatı canlıları tarafından da yiyecek zannedilerek yenebiliyor. Bu durum, hem sindirim sistemi problemlerine yol açıyor hem de yalancı tokluk hissi yaratarak canlıların besinsizlikten ölmesine sebep oluyor. Ayrıca, plastik atıkların içerdiği kimyasallar zehirlenmelere ve hastalıklara da yol açabiliyor.

Yaşama ve üreme alanlarını kaplayan plastik atıklar, doğal alanlarda tahribata ve yakıldığı takdirde toksik maddelerin havaya karışmasına neden oluyor. Özellikle martılar ayılar ve sırtlanlar gibi çöplüklerden beslenen, geniş diyetle sahip ve fırsatçı (oportünist) hayvanlar için plastik atıklar büyük bir tehlike oluşturuyor.” (WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı) (<https://www.wwf.org.tr/?8060/daha-az-plastik-daha-cok-yasam>)



Resim 1. Plastik Kirliliğinin Hayvanlar Üzerinde Olumsuz Etkileri.

(<https://yesilgazete.org/deniz-ekosistemi-tehlike-altinda-hayvanlarin-midesinden-plastik-cikti/>)

1.1.1.Ekosistemlere Verilen Zarar

Plastik kirliliğinin ekosistemlere ciddi zararları olmakta ve plastik atıklar bir alanda biriktiğinde ekosistemin dengesini bozarak bitki ve hayvan yaşamına zarar verebilmektedir. Özellikle denizlerde ve nehirlerde görülen plastik kirliliği, sucul ekosistemlerin dengesini bozmakta ve su yaşamı üzerinde zararlı etkilere yol açmaktadır (Resim 2). Plastik atıklar, bitki örtüsüne ve yaban hayvanlarına da zarar verebilmektedir. Örneğin, ormanlık alanlarda veya tarım arazilerinde yaygın olarak bulunan plastik atıklar, bitkilerin büyümesini engellemekte ve doğal yaşam alanlarını yok edebilmektedir. Ayrıca plastik kirliliği, çeşitli türlerin yaşamını olumsuz etkileyerek biyoçeşitliliği azaltabilmektedir. Özellikle denizlerdeki plastik kirliliği, deniz canlılarının yaşam alanlarını yok ederek deniz ekosistemlerinde dengesizliklere neden olabilmektedir. Dolayısıyla plastik atıklar nedeniyle ekosistem bozulmaları, ekosistemlerin insanlar için sağladığı faydaları da etkilemektedir. Örneğin, kirli-

lik nedeniyle su kaynaklarının olumsuz etkilenmesi, içme suyu teminini zorlaştırmakta ve tarımsal sulama suyu kalitesini düşürmektedir. Plastiklerin içinde bulunan kimyasal maddeler, zamanla çevreye salınarak ekosistemlere zarar vermekte, zehirli maddeler, toprak, su ve hava yoluyla diğer organizmalara bulaşarak ekosistemlerin sağlığını tehdit etmektedir.

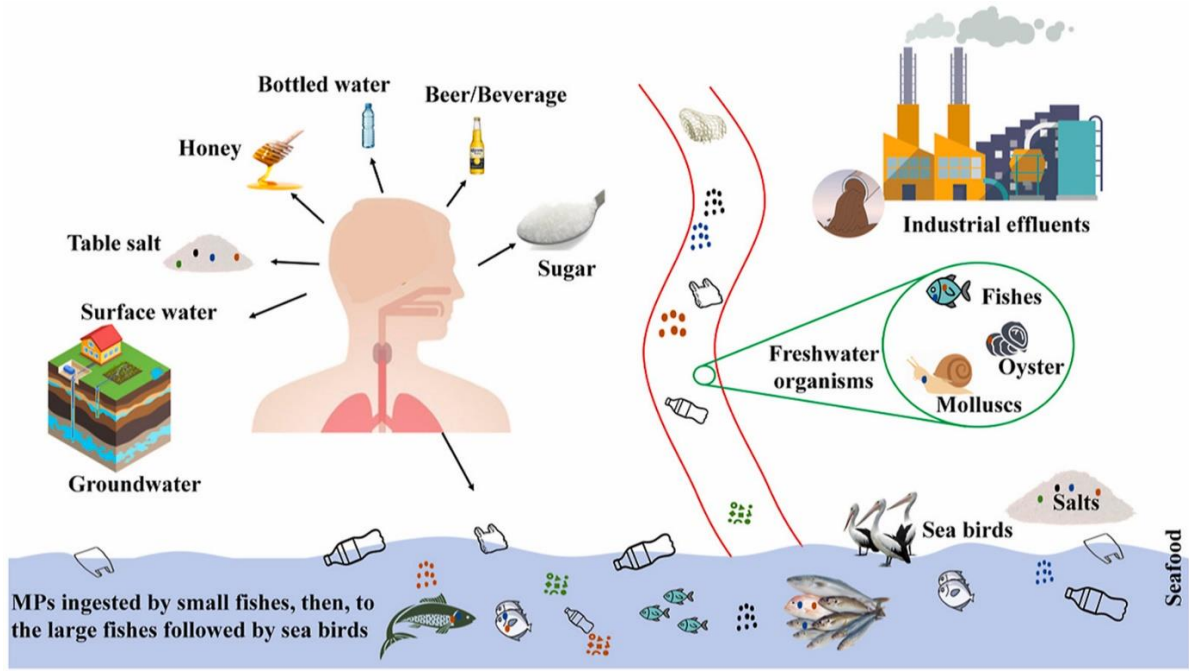


Resim 2.Plastik Kirliliği.

(<https://www.britannica.com/science/plastic-pollution>)

1.1.2.İnsan Sağlığı Riskleri

Plastik kirliliği insan sağlığı için de önemli bir risk oluşturmaktadır. Plastik atıklar bozulduğunda çevreye zararlı kimyasallar salınmaktadır bu kimyasal maddeler arasında ftalatlar, bisfenol A (BPA) ve poliklorlu bifeniller (PCB'ler) gibi endişe verici maddeler bulunmaktadır. Bu maddelerin insan sağlığı üzerinde potansiyel olarak zararlı etkileri bulunmaktadır. Plastik atıklar karada, denizlerde ve diğer sucul ortamlarda çeşitli faktörlerle parçalanarak küçük birimlere, MP ve NNP unsurlara dönüşmektedir (Resim 3). Bu parçacıklar karasal ve sucul organizmalar tarafından alınarak besin zinciri boyunca ilerlemekte ve sonunda insanların tükettiği ürünlere ulaşmaktadır. Bu durumda, insanlar bu kimyasal maddeleri dolaylı olarak tüketmektedirler. Sadece beslenme yoluyla değil solunum ve temas neticesinde de tüm canlılar gibi insanlar da söz konusu kimyasallara maruz kalabilmektedirler.



Resim 3. Mikroplastiklerin negatif etkileri (Kumar vd.,2022).

1.2. ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ

Plastik kirliliği sadece çevreyi değil aynı zamanda şu anda tüm canlılığı ve gelecek nesillerin sağlığını da tehdit etmesi açısından oldukça önemli bir konudur ancak literatürde bu konu ile ilgili olarak sınırlı sayıda yayın olduğundan bu durum çalışmayı daha dar bir kapsam ile ortaya koymaktadır.

1.3. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Bu tez mikro plastik krizin insanlar ve çevre üzerindeki etkisini ortaya koyup Dünyamızı ve insanlığı tehdit eden söz konusu soruna çözüm bulmak için bir dizi kaynaktan oluşan bilginin bir sentezidir. Plastik güçlü, hafif ve uyarlanabilir olması nedeniyle ev eşyaları, tıbbi ekipmanlar ve banknotlardan ambalajlara, motorlu taşıtlara, binalara ve balık ağlarına kadar birçok üründe kullanılmaktadır. Plastik ne kadar faydalı olsa da aşırı kullanımı ve etkisiz atık yönetimi, onu hızla gezegenimizdeki en yaygın kirleticilerden biri haline getirmiştir. Bu çalışma nehirlerimizi ve okyanuslarımızı boğan, yediğimiz gıdayı, solu-

duğumuz havayı ve içtiğimiz suyu kirleten ve iklim değişikliğini şiddetlendiren gerçek anlamda küresel bir krizi antropolojik açıdan araştırmaktadır.

1.4.ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI

Araştırma sırasında ölçülen veriler her daim katlanarak artan bir atık tehdidine işaret etmekle birlikte plastik atıkların denetimsiz bir şekilde küresel çapta birikimi anlık atık seviyesini ve habitatlara etkisini ölçmeyi zorlaştırmaktadır. Bu yüzden bu değerlendirmelerin ve ölçümlerin anlık göstergeler olarak değerlendirmek yerine gelecekte oluşacak sorunların birer habercisi olarak görülmesi çok daha sağlıklı olacaktır. Keza yapılan ölçümler atık değerleri kayıt altında olan ülkelerde daha sağlıklı ve anlamlı veriler sunarken, atık kontrolü olmayan ülkeler için yapılan ölçümler muhtemelen çok daha iyimser kalmaktadır ve bu durum kağıt üzerinde görülenden çok daha büyük sorunları işaret etmektedir.

BÖLÜM II

2. KAVRAMSAL/KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ LİTERATÜR

Ekoloji terimi ilk kez, 1858 yılında Henry THOREAU tarafından kullanılmış, ancak herhangi bir tanımlaması yapılmamıştır. Alman zoolog Ernst HEACKEL (1869) ise “Doğanın ekonomisi ile ilgili tüm bilgileri belirtir ve söz konusu bilgiler de hayvanların organik ve inorganik çevreleriyle olan tüm ilişkilerdir” şeklinde yaptığı tanımlama için yunanca Oikos (ev, mekan) ve Logos kelimelerinden yararlanarak “Oekologie” terimini kullanmıştır (Açıkgöz ve Arcak,2012:3).

Ekoloji, canlıların birbirleriyle çevreleriyle olan ilişkilerini inceleyen bilim dalıdır. Birey ekolojisi, popülasyon ekolojisi ve ekosistem ekolojisi ve uygulamalı ekoloji olarak dört alt bölüme ayrılır.

2.1.Birey Ekolojisi

Birey ekolojisi, bir organizmanın (genellikle bir hayvan veya bitki) yaşamını ve davranışlarını, çevresiyle olan etkileşimlerini ve bu etkileşimlerin çevresel faktörlerle ilişkisini inceleyen bir alan olarak tanımlanabilmektedir. Bu terim, ekolojinin temel bir alt dalıdır ve bireylerin popülasyonlar ve ekosistemler içindeki rolünü anlamaya odaklanmaktadır. Birey ekolojisi, bir organizmanın yaşam döngüsü, üreme davranışları, beslenme alışkanlıkları ve diğer yaşam stratejileri gibi bireysel özelliklerini inceler. Bu özellikler, organizmanın çevresiyle olan etkileşimlerini ve hayatta kalma şanslarını belirlemektedir. Bir organizmanın fiziksel ve biyolojik çevresiyle olan etkileşimlerini inceleyerek bu etkileşimlerin organizmanın yaşamına olan etkisini anlamaya çalışmaktadır. Bu çevresel faktörler arasında iklim, toprak özellikleri, besin kaynakları, predatörler ve rekabetçi türler bulunabilmektedir. Ayrıca aynı türden farklı bireyler arasındaki farklılıkları ve bu farklılıkların çevresel koşullara adaptasyonunu incelemektedir. Organizmalar genellikle belirli bir ortama uyum sağlamak için davranışlarını ve fizyolojilerini bulunduğu ortama adapte etmektedirler (Resim 4). Birey ekolojisi, bir organizmanın popülasyonlar içindeki rolünü ve ekosistemlerdeki işlevini anlamaya çalışır. Bireylerin beslenme, predasyon, rekabet ve diğer etkileşimler yoluyla popülasyonlar ve ekosistemler üzerindeki etkileri incelenmektedir.



Resim 4. Hayvan ekolojisi Örneği (Bierema ve Miller 2021).

2.1.1. Popülasyon Ekolojisi

Belli bir ortamda tek bir türe ait bireylerin oluşturduğu topluluğun yapısını, gelişimini ve özellikle değişimlerini araştıran ekolojiye ait bir alt bölümdür (Resim 5). Popülasyon ekolojisi, bir türün belli bir aralıkta zaman içindeki sayısal değişimlerini ve bu değişimlerin nedenlerini incelemektedir. Bu, doğal doğum oranları, ölüm oranları, göç, göçmenlerin alımı veya kaybı gibi faktörlerin analizini içermektedir. Öte yandan türün popülasyon büyüme oranını ve yoğunluğunu belirlemek için kullanılan modelleri ve yöntemleri araştırmaktadır. Bu, bir türün belirli bir alandaki nüfusunun ne kadar hızlı arttığını veya azaldığını anlamaya yönelik önemli bilgiler sağlamaktadır. Ayrıca doğal seçilimin popülasyonlar üzerindeki etkilerini ve adaptasyon süreçlerini inceleyerek türlerin evrimsel değişimini anlamaya çalışmaktadır. Belirli bir ortamda yaşamaya uygun genetik özelliklerin nasıl seçildiği ve yayıldığı konuları bu kapsamda incelenir. Popülasyon ekolojisi, bir türün diğer türlerle ve kendi içindeki bireylerle olan etkileşimlerini inceleyerek popülasyonların dinamiklerini anlamaya çalışır. Bu etkileşimler arasında rekabet, predasyon, mutualizm, kommensalizm ve parazitizm gibi ilişkiler bulunabilmektedir.



Resim 5. Popülasyon (Bierema ve Miller 2021).

2.1.2. Ekosistem Yada Tür Toplulukları Ekolojisi

Bu alan, bir ekosistemdeki farklı türlerin çeşitliliğini ve bu türlerin coğrafi olarak nasıl dağıldığını inceleyerek ekosistemlerdeki biyolojik çeşitliliği anlamaya çalışmaktadır (Resim 6). Bu, farklı türlerin ekosistem içindeki rolünü ve önemini anlamaya yönelik temel bir adımdır. Ekosistem veya tür toplulukları ekolojisi, farklı türler arasındaki etkileşimleri, rekabeti, mutualizmi, predasyonu, kommensalizmi ve parazitizmi inceleyerek ekosistem içindeki ilişkiler ağını anlamaya çalışmaktadır. Bu etkileşimler, ekosistemin dengesini ve işleyişini etkilemektedir. Bu alan, farklı türlerin popülasyonlarının zaman içindeki değişimlerini ve bu değişimlerin nedenlerini inceleyerek ekosistemlerdeki popülasyon dinamiklerini anlamaya çalışmaktadır. Bu, doğal doğum oranları, ölüm oranları, göç, göçmenlerin alımı veya kaybı gibi faktörlerin analizini içermektedir. Ekosistem veya tür toplulukları ekolojisi, ekosistemlerin belirli işlevlerini ve insanlar ile diğer organizmalar için sağladığı ekosistem hizmetlerini inceleyerek ekosistemlerin sağlığını ve sürdürülebilirliğini anlamaya çalışmaktadır. Bu hizmetler arasında su ve hava temizliği, toprak erozyonunun önlenmesi, besin sağlanması ve iklim düzenlemesi gibi örnekler bulunabilmektedir.



Resim 6. Hayvan Ekosistemi (Bierema ve Miller 2021).

(<https://openbooks.lib.msu.edu/1stedisb202/chapter/introduction-to-ecology/>)

2.1.3.Uygulamalı Ekoloji

Doğal kaynakların insanlar tarafından düzenlenmesinde ve işletilmesinde ekolojik ilkelerden yararlanılan bir alt bölümdür.

Günümüzdeki anlamda ekoloji, doğanın yapısını ve işleyişini inceleyip araştıran bir bilim dalıdır. Canlıların organizasyon basamaklarının, yani biyolojik spektrumun organizma seviyesinden yukarı olan kısımlarıyla ilgilenmektedir (Açıkgöz ve Arcak,2012:4). Uygulamalı ekoloji, ekolojik bilginin pratik sorunlara uygulanmasını ve çözümlenmesini içeren bir disiplindir. Bu alan, ekolojik prensiplerin ve bilgilerin insan etkileşimi ve doğal kaynak yönetimi gibi gerçek dünya sorunlarına nasıl uygulanabileceğini araştırır ve geliştirir. İnsanların çevre üzerindeki etkisini anlamak ve bu etkileri azaltmak için çeşitli stratejiler ve yöntemler geliştirmeye odaklanmaktadır. Doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını ve korunmasını amaçlayarak su, toprak, ormancılık ve balıkçılık gibi doğal kaynak yönetimi alanlarında çalışmaktadır. Bu, ekosistemlerin korunması ve biyolojik çeşitliliğin

sürdürülmesi için önemlidir. Ayrıca insan etkinliklerinin çevresel etkilerini değerlendirerek yeni projelerin veya politikaların çevreye olan etkilerini belirlemeye çalışır. Bu, çevresel etki değerlendirmesi (ÇED) süreçlerini ve stratejik çevresel değerlendirmeleri içermektedir. Bu alt alan, bozulmuş veya tahrip olmuş ekosistemlerin yeniden restore edilmesi ve rekultivasyonu için stratejiler geliştirir. Bu, orman yangınları, maden ocakları veya kirlenmiş araziler gibi çeşitli nedenlerle bozulan alanların eski haline getirilmesini amaçlamaktadır. Uygulamalı ekoloji, şehirlerin çevresel sürdürülebilirlik ve insan-çevre etkileşimi açısından nasıl geliştirilebileceğini araştırır. Bu, yeşil alanların korunması, kentsel ormancılık, atık yönetimi ve kentsel tarım gibi konuları içerir. Biyoçeşitliliğin korunması ve habitatların yönetimi için stratejiler geliştirir. Bu, korunan alanların yönetimi, türlerin habitat restorasyonu ve koruma programlarını içermektedir (Resim 7).



Resim 7. Uygulamalı Ekoloji Ve Çevre Bilimleri Michigan Teknik Üniversitesi

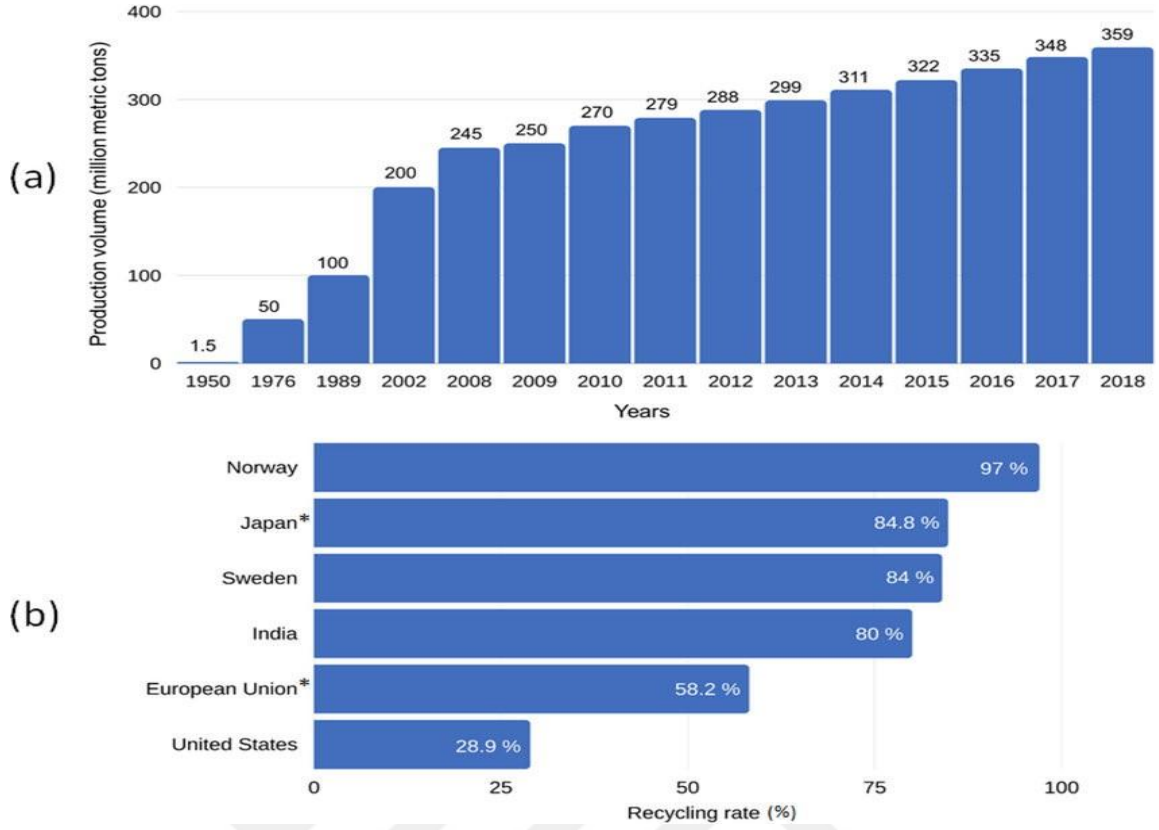
(<https://www.mtu.edu/admissions/academics/majors/ecology/>)

2.2. KONU İLE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Çevre kirliliği tüm dünyada yaygın bir sorundur. İnsanlar bu sorunu farklı şekillerde çözmeye çalışırken genelde bilim dışı yöntemlere başvurmaktadırlar ve bazen de bilimsel yöntemlerle dahi olsa bir sorunu çözmeye çalışırken daha büyük sorunlara neden olabilmektedirler. Bunun bir örneği plastik poşetlerle ilgili olarak karşımıza çıkmaktadır. Plastik poşetler paradoksal olarak, çevreyi kurtarmak için icat edilmişlerdir. 60 yılı aşkın bir süre önce İsveçli mühendis Stan Gustaf Tulin, kağıt torba kullanımını azaltmak ormanları kurtarmak niyetiyle plastik poşeti icat etmiştir. Dayanıklı ve uzun ömürlü plastik poşetler, o zamanlar insanların ambalajlamada kullandığı kâğıda çok amaçlı bir alternatif haline gelecekti ancak Tulin'in planı halkın sorumsuzluğu nedeniyle başarısız oldu: Herkes plastik poşetleri kullandıktan hemen sonra atmaya başladı böylece Mucidin fikri çok geçmeden, çevre örgütlerinin, özel şirketlerin ve toplumun milyonlarca üyesinin şu anda küçük adımlar atarak düzeltmeye çalıştığı hasara yol <https://www.unicef.org/ukraine/en/stories/plastic-vs-ecosystem> açtı).

Plastik, insanlık tarihinde nispeten yeni bir buluştur ve ilk örneklerinden bazıları 1800'lü yılların sonlarına kadar uzanmaktadır, ancak çok yönlülüğü ve düşük üretim maliyeti, onu modern zamanların en yaygın kullanılan malzemelerinden biri haline getirmiştir. Batı Avrupa'da ortalama yıllık plastik tüketimi kişi başına 150 kg civarındadır; Bu küresel ortalama olan 60 kg'ın iki katından fazladır.

Küresel plastik tüketimi hızla artmaktadır. Şimdiye kadar üretilen plastik üretiminin yarısından fazlası 2000 yılından bu yana üretildi ve 2050 yılına kadar mevcut küresel yıllık üretimin de iki katına çıkması bekleniyor. Şimdiye kadar üretilen plastiklerin yalnızca, tahmini olarak, % 9'u geri dönüştürüldü ve % 12'si yakıldı. Geriye kalan kısım ise ya halen kullanılıyor ya da çöplüklere atılıyor veya okyanuslar da dahil olmak üzere çevreye salınmaktadır.



Grafik 1. (a) 1950'den 2018'e dünya çapında plastik üretimi (milyon metrik ton cinsinden) ve **(b)** 2017 ve 2018'de farklı ülkeler arasındaki PET plastik şişe geri dönüşüm oranları (Shanmugam vd.,2020).

Dünya Ekonomik Forumu ve Ellen Mac Arthur Vakfı tarafından hazırlanan bir rapor, eğer plastik sorununa karşı harekete geçmezsek, 2050 yılına kadar okyanuslarda kütle olarak balıktan daha fazla plastik olacağını göstermektedir.

Plastiğin dayanıklılığı, atılan çöp vasıflı materyallerin nesiller boyu çevrede kalmasına sebep olmaktadır. Atılan plastiklerden kaynaklanan çevresel etkiler arasında çöp atma, toksik bileşenlerin sızması ve ekosistemlerin ve besin zincirinin mikroplastiklerle kirlenmesi yer alıyor ve bunlar sonuçta bilinmeyen sağlık etkileriyle insanlarda ve tüm canlılarda ortaya çıkabilmektedir.

Plastik üretimi, çevreyi kirlletmenin yanı sıra iklim değişikliğine de katkıda bulunuyor: AB'de plastik üretimiyle ilgili yıllık emisyonlar yaklaşık 13,4 milyon ton CO₂'ye veya Avrupa Birliği'ndeki kimya endüstrisi emisyonlarının yaklaşık %20'sine tekabül etmektedir (<https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/plastics>).

Her gün 2000 çöp kamyonuna eşdeğer plastik dünya okyanuslarına, nehirlerine, göllerine ve çöplüklerine atılmaktadır. Plastik kirliliği küresel bir sorundur. Her yıl milyonlarca ton plastik atık su ekosistemlerine sızarak çevremizi , gölleri, nehirleri ve denizleri kirletmektedir. Plastik kirliliği habitatları ve doğal süreçleri değiştirerek ekosistemlerin iklim değişikliğine uyum sağlama yeteneğini azaltmakta ve milyonlarca insanın geçimini, gıda üretim kapasitesini ve sosyal refahı doğrudan etkileyebilmektedir. UNEP'in çalışmaları, plastik kirliliği sorununu gözler önüne sermektedir. Plastiklerin çevresel, sosyal, ekonomik ve sağlıkla ilgili risklerinin, iklim değişikliği, ekosistem bozulması ve kaynak kullanımı gibi diğer çevresel stres etkenleriyle birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir (<https://www.unep.org/plastic-pollution>).

Plastik atıklar yaban hayatı ve insan popülasyonları için çeşitli riskler oluşturmaktadır. Bu bölümde, atılan plastiklerin yarattığı başlıca tehlikelere genel bir bakış sunulmaktadır. Habitat tahribatı, plastiklerin yutulmasıyla ilgili tehlikeler ve plastik bileşenlerin memeli ve insan sağlığı üzerindeki etkileri, endokrin bozulması, psikolojik ve nörolojik etkiler ve karaciğer ve böbrek fonksiyonlarının bozulması gibi dikkate değer sonuçlar tartışılmaktadır (Resim 8). Plastik bileşenlere maruz kalmanın önemli kaynakları arasında kontamine gıda ürünlerinin yutulması, plastik bileşenlerin plastik ambalajlardan sızması ve havadaki lifler ve toz formundaki mikroplastiklerin solunması önemli yer tutmaktadır. Plastiklere maruz kalmayı azaltmaya yönelik potansiyel stratejiler arasında, sentetik olmayan gıda ambalaj malzemelerinin kullanılması, yüksek riskli plastik polimerlerden kaçınılması, mikroplastikler açısından zengin olduğu bilinen gıdalardan kaçınmak, üretim hacmini azaltmak ve hastalık olasılığını sınırlamak için plastik kullanımının asgari seviyeye düşürülmesi en çok dikkat edilmesi gereken başlıklardır (Cook ve Halden 2020).



Resim 8. Hayvanların Doğal Ortamını Plastik Atıkların İşgal Etmesi.

(<https://www.nationalgeographic.com/animals/article/whales-eating-plastic-pollution>)

Dünya çapında çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük plastik parçacıkları, okyanusların derinliklerinden dağların tepelerine kadar hemen hemen her yerde toprakta, bitkilerde, hayvanlarda ve içimizde bulunmaktadır. Okyanus yataklarının dibinde bulunan mikropplastik kalıntıların son yirmi yılda üç katına çıktığı bilinmektedir (<https://www.independent.co.uk/climate-change/news/microplastics-plastic-ocean-mediterranean-sea-b2255982.html>).

Plastik çöpler çöp sahasına veya denize atıldığında çok yavaş bir şekilde parçalanmaktadır. Güneş ışığı ve dalgalar plastiğin yüzeyinin kırılmaşmasına ve parçacıkların çevreye saçılmasına neden olmaktadır. Toplu olarak "küçük plastik parçacıklar" olarak bilinen bu parçacıklar boyutlarına göre mikropplastik ve nanoplastik olarak adlandırılmakta ve nanoplastikler ancak özel bilimsel cihazlarla tespit edilebilir.



Resim 9 .Deniz ve okyanustaki mikroplastik kirliliği (Getty Images/iStockphoto)

(<https://www.independent.co.uk/climate-change/news/microplastics-plastic-ocean-mediterranean-sea-b2255982.html>)

1980 ' lerden bu yana, özellikle de son yirmi yılda araba lastikleri , sentetik yürüyüş yolları ve sentetik çimler , ambalajlar , pet şişeler ve streç filmler vs gibi ürünlerden dolayı polietilen (PE), polipropilen (PP), polistiren (PS), polietilen teraftalat (PET) ve polivinil klorür (PVC) kaynaklı MP/NNP birikimi artmaktadır.



Resim 10.Deniz kenarındaki kumla kirlenmiş mikroplastik atık

(<https://www.independent.co.uk/climate-change/news/microplastics-plastic-ocean-mediterranean-sea-b2255982.html>)

Mikroplastiklerin ve nanoplastiklerin canlıların vücuduna birkaç giriş noktası olduğu bilinmektedir. Örneğin, küçük plastik parçacıkların bulaştığı yiyecek veya içeceklerden bağırsaklardan geçebilmektedirler ya da bu plastikler solunabilir veya cilt tarafından emilebilmektedirler.

Wang ve ark yaptığı çalışmada (2024) bazı hayvanlar için nanoplastiklerin sağlık açısından tehlikeli olduklarını göstermektedir. Bu çalışmada tavuk embriyolarına plastik nanopartiküller enjekte edildiğinde parçacıkların kanda hızla tüm dokulara, özellikle de kalbe, karaciğere ve böbreklere yayıldığı görülmektedir, ayrıca plastik nanopartiküllerin embriyodaki belirli bir kök hücre tipine yapışma eğiliminde oldu tespit edilmiştir. Bu hücreler sinir sisteminin ve diğer yapıların normal gelişimi için gereklidir.

Kök hücrelere gelebilecek herhangi bir hasar embriyonun gelişimini tehlikeye atmaktadır. Çalışmayı yapan araştırmacılar, tavuk embriyosunun kök hücrelerinin yüzeyin-

de, kullanılan polistiren nanopartiküllerine yapışan, "hücre yapışma molekülleri" adı verilen maddelerin bulunduğundan şüphelenmektedirler. Özellikle çalışmanın can alıcı noktası olan bu bulguyu yakından takip etmektedirler çünkü nanoplastikler hücrelere yapışıp hücrelerin içine girdiğinde tavuklarda ve farelerde hücre ölümüne ve hatta ciddi doğum kusurlarına neden olabilmektedirler. Benzer çalışmalar elbette insanlar üzerinde yapılamıyor, dolayısıyla hayvan araştırmalarının insanlar için ne gibi sonuçlar doğuracağını söylemek henüz mümkün değildir. Bilinen bulgu, nanoplastiklerin insan kanında , diğer vücut sıvılarında, bazı önemli organlarda ve önemli vücut dokularında bulunuyor olduğudur.(Leslia ve ark 2022).

Son yıllarda insanların beyinlerinde , kalplerinde ve akciğerlerinde mikroplastikler ve nanoplastikler bulunmuştur. Arteriyel hastalığı olan kişilerin arterlerinde keşfedilmiş olmaları , bunların kardiyovasküler hastalık için potansiyel bir risk faktörü olabileceğini düşündürmektedir. “New England Journal of Medicine dergisinde yayımlanan araştırmaya göre, bilim insanları şah damarında biriken tortu ve plakların temizlendiği karotid endarterektomi (şah damarı operasyonu) geçiren 257 kişiden alınan dokuları elektronik mikroskop kullanarak inceledi. Hastaların 150'sinden alınan dokularda, dikkate değer miktarda streç film, plastik poşet, plastik gıda ve içecek saklama kaplarında bulunan bir plastik türü olan polietilen maddesi tespit edildi. Bazı hastalardan alınan dokularda da kağıt, boya, tekstil ve böcek ilaçları ile yüzme havuzu suyunda kullanılan klor bulunurken, 31 hastadan alınan örneklerde ise polivinil klorid (PVC) belirlendi. Dokularında mikroplastik ve nanoplastik tespit edilen hastaları 34 ay boyunca gözlemleyen bilim insanları, bu kişilerin bu sürede kalp krizi, felç veya herhangi bir sebeple ölme olasılıklarının daha yüksek olduğu sonucuna vardı (Marfella vd.,2024).

Çinli araştırmacılar (Hu vd., 2024) bu yılın başlarında insan ve köpek testislerinde mikroplastik bulduklarını ifade etmişlerdir. Buradaki asıl kritik, mikroplastiklerin ve nanoplastiklerin ölümcül asbest liflerine benzer şekilde etki göstermesidir. Asbest gibi vücutta parçalanmazlar, ayrıca, nanoplastikler plasentayı geçip embriyoya zarar verebilirler ve bu sebeple önümüzdeki yıllarda anormal gebeliklerde büyük bir artış görmeyi bekleyebiliriz. Çünkü çevredeki plastik atık sorunu yıllar geçtikçe büyük oranda artıyor. Ancak doğum kusurları veya düşüklerde buna karşılık gelen büyük bir artışa dair herhangi bir kanıt elimizde bulunmuyor. Mikroplastikler ve nanoplastikler vücudumuza zarar veriyorsa bunu henüz tespit edilemeyecek bir şekilde gerçekleştiği düşünülmektedir. Bilim insanları bu zararları net olarak ortaya koymak için yoğun çaba sarf etmektedirler.

Araştırmacılar ayrıca nanoplastiklerin potansiyel olarak faydalı kullanımlarını da araştırıyorlar. Henüz klinik kullanım için ruhsatlandırılmamış olsalar da, bunların ihtiyaç duyan belirli vücut dokularına ilaç ulaştırmak için kullanılabileceği düşünülüyor. Bu sayede kanser hücreleri , diğer sağlıklı dokulara zarar vermeden yok edilmek üzere hedef alınabilecek (Gavas vd., 2022).

BÖLÜM III

3. BULGULAR

3.1. ARAŞTIRMANIN DESENİ/MODELİ

Çevre; Başta insan olmak üzere tüm canlıların hayatları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortamdır. Başka bir ifadeyle çevre dünyamız üzerinde yaşamını sürdüren canlıların hayatları boyunca etkileşim içinde olduğu dış ortamdır ve kısaca “ekosistem” olarak tanımlanmaktadır. Hava, su ve toprak bu çevrenin fiziksel unsurlarını, insan, hayvan, bitki ve diğer mikroorganizmalar ise biyolojik unsurlarını teşkil etmektedir. Çevre kirliliği, çevrenin doğal olmayan bir şekilde insan eliyle doğallığının bozulmasıdır. Bu ekosisteme zarar veren eylemler; kirlenme şeklinde tabir edilmektedir.

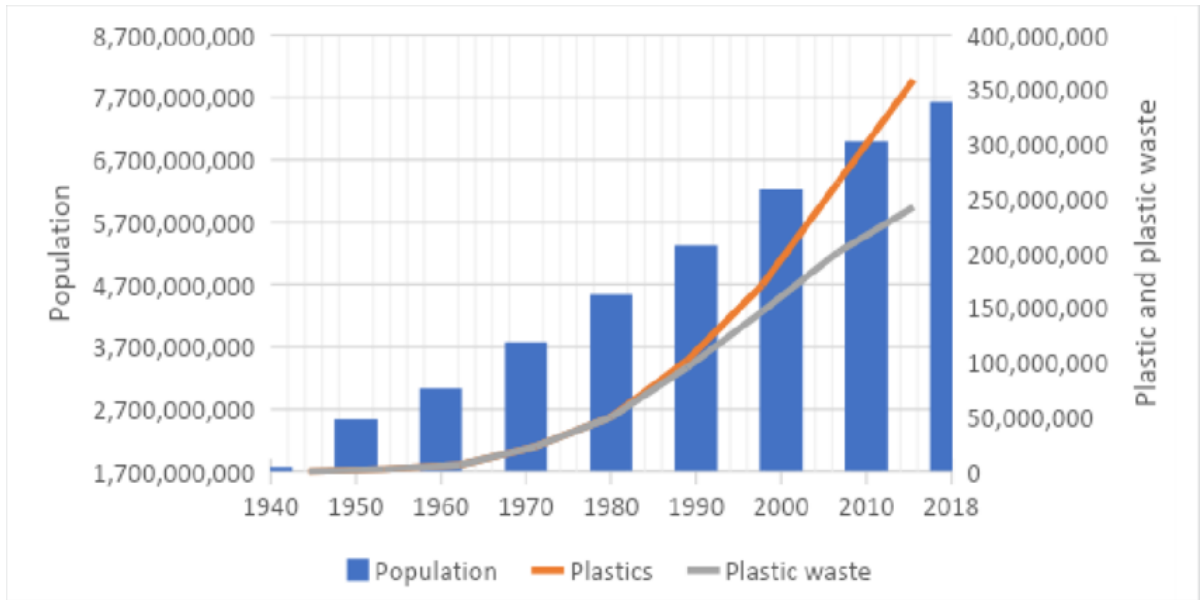
Çevre kirliliğinde başrol ve diğer tüm roller insana aittir. Daha fazla maddi kazanç elde etmek , rahat bir yaşam sürmek, sonu gelmez istek ve arzularımızın yegane kurbanı çevre ve dolayısıyla yine insanın kendisi olmaktadır. Çalışmak, kazanmak tabi ki günümüz insanının yaşamını sürdürebilmesi için hem maddi, hem de manevi zorunluluktur. Her şey bir yana, madem ki bir çok insan kendi çıkar ve rahatının peşindedir (ailesi birinci önceliğidir), o zaman dönüp dolaşıp kendisine ve/veya ailesine zarar verecek olan çevre kirliliği döngüsüne de dur demeli ve tüm eylemlerinde doğanın bir parçası olduğunu göz önünde bulundurmalıdır.

3.1.1.Nüfus Artışı

Nüfus artışı genelde çevre kirliliği nedenleri arasında sayılmaktadır. Bu yaklaşım tabi ki birçok yönden doğrudur. Nüfus artışı, daha fazla insanın kaynaklara olan talebini arttırmaktadır. Bu durum; su, enerji, gıda ve diğer doğal kaynakların daha fazla kullanılmasına ve bu kaynakların işlenmesi ve kullanımı sırasında daha fazla atık ve kirlilik üretilmesi demektir (Grafik 2) .

Nüfus artışı genellikle şehirleşme ve sanayileşme süreçleriyle ilişkilidir. Şehirlerdeki yoğun nüfus ve sanayi tesislerinin artması, hava, su ve toprak kirliliğinin artmasının başlıca nedenidir. Bilinçsizce ve bilim dışı yöntemlerle özellikle sanayi tesislerinden, araç emisyonlarından ve evsel atıklardan kaynaklanan kirlilikler ve ayrıca nüfus artışı, artan yerleşim alanları ve tarım arazileri talebiyle doğal habitatların tahrip edilmesi kaçınılmaz

bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır. Ormanların kesilmesi, sulak alanların doldurulması ve tarım alanlarının genişlemesi gibi faaliyetler, biyolojik çeşitlilik kaybına ve ekosistemlerin dengesinin bozulmasına neden olmaktadır. Yoğun nüfuslu bölgelerde, atık yönetimi sorunları daha belirgin hale gelmektedir. Artan atık miktarı, atık bertarafı ve geri dönüşüm süreçlerinin etkin bir şekilde yönetilmediği durumlarda çevre kirliliğine yol açmaktadır. Artan nüfus ve çevre kirliliği, iklim değişikliği üzerinde de olumsuz etkilere sahip olmaktadır. Fosil yakıt kullanımı ve sera gazı emisyonlarının artması, küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. Dünya nüfusu her yıl 83 milyon artıyor. Nüfus artışı toprak sorununu giderek daha hissedilir bir hale getirmektedir.



Grafik 2. Nüfus hacmi (birey sayısı), plastik üretimi (Ton) ve plastik atık üretimi (Ton) arasındaki ilişki, ilgili on yıla ait verilere göre Brydson (1999), PERMG (2019) ve Fernández (2020) tarafından rapor edilmiştir (Pena-Montez vd., 2021).

Birleşmiş Milletler, dünya nüfusunun 2050'de 9,8 milyara, 2100'de ise 11,2 milyara ulaşacağını tahmin etmektedir. Bu konuda farklı görüşler de mevcuttur. Dünya nüfusunun içinde bulunduğumuz yüzyılın ortalarında 9 milyara ulaşmasının ardından azalmaya başlayacağını savunanlar da vardır. Bu görüşü Hindistan, Endonezya, Meksika, Brezilya, İran gibi yoğun nüfuslu ülkelerdeki doğum oranlarının düşmesi desteklemektedir. Hayatta olan yaklaşık 8 milyar insan, her birine bir metrekarelik yer ayrılan bir alanda topluca bir araya gelseler Türkiye de Aydın iline sığabilmektedirler (Aydın ili 7922 Km² 1Km²= 1,000,000.-m²). Dünya'nın yüzölçümü kabaca 510 milyon km²'dir. Bunun yaklaşık %70'i 360 milyon

km² si denizleri, yaklaşık %30'u ise 150 milyon km² ile karaları oluşturur.



Resim 11.Plansız Kentleşme Örneği.

(<https://www.dawn.com/news/1662066>)

California Bilimler Akademisi'nden Jonathan Foley'e göre günümüzde topraklar etkin ve verimli bir tarzda kullanılmamaktadır. Tarım alanlarının yüzde 75'i besi hayvanlarının gıda ihtiyacı için kullanılmaktadır. Ayrıca yetiştirilen gıda ürünlerinin yüzde 40'ı çöpe atılmaktadır. Yani daha az et yemek ve gıda israfını azaltmanın iyi bir çözüm olabileceği düşünülmektedir (*BBC News Türkçe - Dünyada toprak sorunu nasıl çözülecek ?* 5.7.2017). Ancak çevre bilinci ve bilgisi olan toplumlar belli bir bölgede yoğunlaşmış olsa da çevreye zarar vermeden veya doğanın dengesini bozmadan hayatı sürdürebilirler, dolayısıyla asıl mesele nüfus artışından ziyade artan nüfusun çevre konusundaki tutumudur, ayrıca kaynakları dengeli dağıtılmış ve gelir adaleti sağlanmış bir dünya çok daha fazla nüfusu barındırabilecek kapasiteye sahiptir. Maalesef mevcut Dünya düzeninde, günümüzde ve ilerleyen zamanda, böyle bir imkân mümkün gözükmemektedir.

Nüfus artışı ve çevre kirliliği arasındaki bu karmaşık ilişkiyi yönetmek için sürdürülebilir kalkınma politikaları benimsenmelidir. Bu politikalar, doğal kaynakların sürdürü-

lebilir kullanımını teşvik etmeli, atık üretimini azaltmalı, temiz enerji kaynaklarını teşvik etmeli ve çevresel koruma önlemlerini güçlendirmelidir. Ayrıca, nüfus büyümesini kontrol altında tutmak için aile planlaması ve eğitim gibi önlemler de önemlidir. Bu şekilde, nüfus artışı ve çevre kirliliği arasındaki olumsuz etkiler azaltılabilir ve daha sürdürülebilir bir gelecek sağlanabilir.

3.1.2.Çarpık Kentleşme ve Göç Sorunu

Nüfus artışı ile birlikte şehirlerin büyümesi kaçınılmaz bir durum olmakla birlikte büyümenin kontrolsüz olması ve tarım alanlarını acımasızca yok edilmesi sorunları da beraberinde getirmektedir (Resim 11-12).

Çarpık kentleşme genellikle plansız ve kontrolsüz yapılaşmanın sonucudur, bu da doğal habitatların tahrip olmasına , ormanların, sulak alanların ve tarım arazilerinin hızla yok edilmesine , biyolojik çeşitlilik kaybına ve ekosistemlerin dengesinin bozulmasına yol açmaktadır ve kentsel ısınma ve hava kirliliği gibi çevresel sorunları beraberinde getirmektedir. Ayrıca, yeşil alanların azalması, şehirlerdeki ekolojik dengeyi bozar ve yerel flora ve fauna üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Sanayi tesislerinin, trafik yoğunluğunun ve evsel atıkların artması, hava, su ve toprak kirliliği gibi çevresel sorunları şehirlerde daha da kötüleştirmektedir. Bu bağlamda su ve toprak kaynaklarının aşırı kullanımına ve tükenmesine neden olmaktadır. Bu, yerel su kaynaklarının azalmasına, toprak erozyonunun artmasına ve tarım verimliliğinin düşmesine de yol açmaktadır. Çarpık kentleşme ve göç, yerel ekosistemlerin ve biyoçeşitliliğin zarar görmesine, doğal yaşam alanlarının yok edilmesi , yerel türlerin popülasyonlarını azalmasına ve hatta türlerin yok olmasına neden olmaktadır (Resim 12).



Resim 12.Çarpık Kentleşme (Bellout vd.,2020).

Ülkemizden örnek verecek olursak; Şehirlerimiz maalesef kolayı tercih edip önce ovalara, tarım alanlarına yerleşmekte , düz arazi kalmadığında ise rant alanı olan bölgelerde her türlü mühendislik imkanı kullanılarak zor arazilere binalar , yollar yapılmaktadır. İstanbul başta olmak üzere ülkemizin birçok şehri ve yerleşim alanı kontrolsüz büyümenin kurbanı olmaktadır (Resim 13-14). Bunun en iyi örneklerinden biri de Mersin’dir. Mersin 1980 nüfus sayımında 843.931 kişi iken 2022 TÜİK verilerine göre bu sayı 1.916.432’ ye yükselmiştir. Kış şartlarının ağır olmadığı bir iklime sahip olan Mersin yurt içi ve yurt dışından da yoğun bir insan göçü etkisi altındadır. Şehir batıya doğru tarım arazileri , tabiri caizse, katledilerek genişlemiştir ve sahil kesimine kilometrelerce denize paralel ,yüksek katlı binalar inşa edilmiştir. Bu husus birçok olumsuzluğun yanı sıra arkada kalan şehrin daha da büyük kısmının, hava kanallarını kapatmış özellikle yaz aylarında soğutma amaçlı enerji tüketiminin de artmasına sebep olmaktadır. Ayrıca deniz kıyısında olup yoğun yağışlarda sel basan yerleşim yerlerinin olması istisnalar hariç ülkemize has bir durumdur ve ülkemiz açısından izahı hem zor ,hem de kolay bir durumdur. Deniz kıyısında olup Mersin gibi sel baskınlarına maruz kalan şehirlerimiz ve diğer yerleşim yerlerimiz (Örneğin: İstanbul , Bodrum ,İzmir) söz konusu bu denize paralel yapılaşmanın olumsuz sonuçlarını sık sık yaşamaktadır. Mersin örneğinde olduğu gibi ülkemiz de birçok şehir benzer olumsuzlarla karşı karşıyadır.



Resim 13.İstanbulda Plansız Kentleşme

(<https://stock.adobe.com/tr/images/unplanned-urbanization-is-a-great-problem-for-metropolis-like-istanbul-city/105861653>)



Resim 14. İstanbul'da Plansız ve Çarpık Kentleşme

(<https://t24.com.tr/haber/murat-bardakci-istanbuldaki-carpik-yapilasmanin-tek-sorumlusu-mimarlar-odasi,334788>).

Tablo 1.TÜİK 2001-2022 Tarım Alanları Raporu.

(Bin hektar / TÜİK - Kaynak: Çayır ve mera arazisi için 2001 Genel Tarım Sayımı)

Yıl	Toplam tarım alanı	Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler		Sebze bahçeleri alanı	Süs bitkileri alanı	Meyveler,içecek ve baharat bitkileri alanı	Çayır ve mera arazisi
		Ekilen alan	Nadas				
2001	40 967	17 917	4 914	909	-	2 610	14 617
2002	41 196	17 935	5 040	930	-	2 674	14 617
2003	40 644	17 408	4 991	911	-	2 717	14 617
2004	41 210	17 962	4 956	895	-	2 780	14 617
2005	41 223	18 005	4 876	894	-	2 831	14 617
2006	40 493	17 440	4 691	850	-	2 895	14 617
2007	39 504	16 945	4 219	815	-	2 909	14 617
2008	39 122	16 460	4 259	836	-	2 950	14 617
2009	38 912	16 217	4 323	811	-	2 943	14 617
2010	39 011	16 333	4 249	802	-	3 011	14 617
2011	38 231	15 692	4 017	810	4	3 091	14 617
2012	38 399	15 463	4 286	827	5	3 201	14 617
2013	38 423	15 613	4 148	808	5	3 232	14 617
2014	38 558	15 782	4 108	804	5	3 243	14 617
2015	38 551	15 723	4 114	808	5	3 284	14 617
2016	38 328	15 575	3 998	804	5	3 329	14 617
2017	37 964	15 498	3 697	798	5	3 348	14 617
2018	37 797	15 421	3 513	784	5	3 457	14 617
2019	37 716	15 398	3 387	790	5	3 519	14 617
2020	37 762	15 628	3 173	779	5	3 559	14 617
2021	38 089	16 062	3 059	755	5	3 591	14 617
2022*	38 482	16 510	2 960	718	6	3 671	14 617

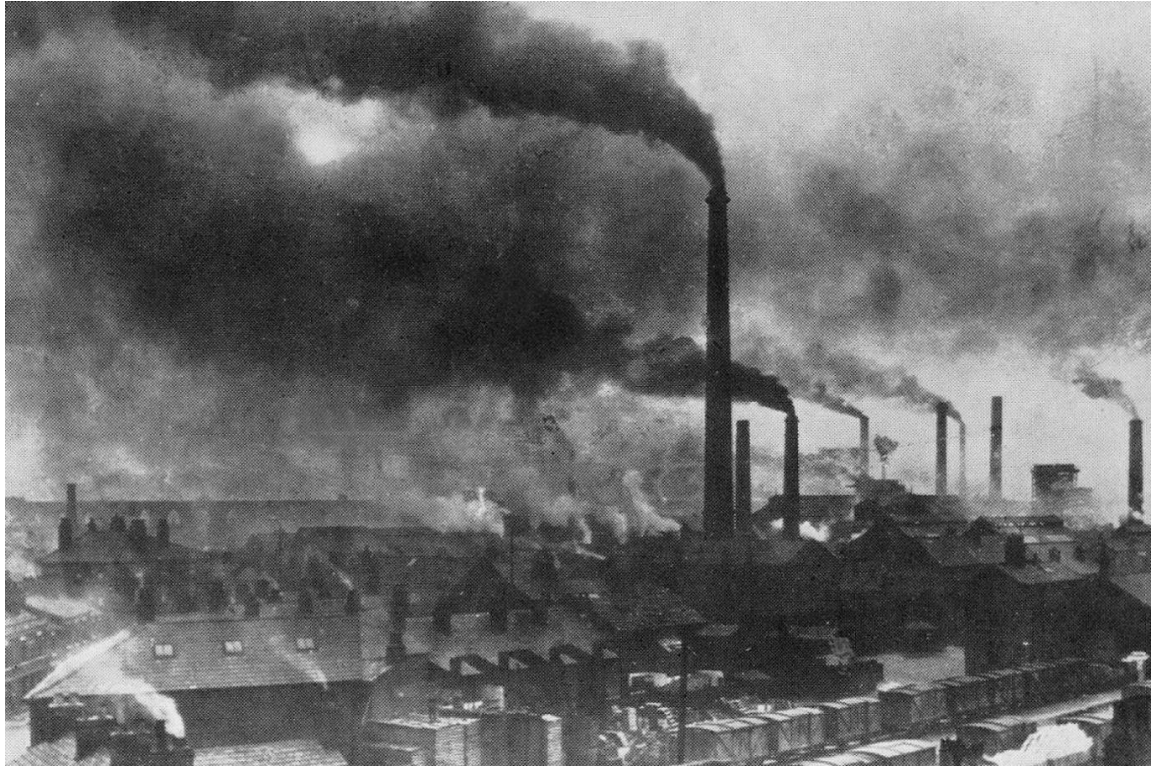
Tüik verilerine göre Türkiye tarım alanları 2001 yılında 40.967 bin hektar iken 2022 yılında 38.482 bin hektara gerilemiştir. Kabaca Türkiye topraklarının üçte biri tarım arazisi olup tarım alanlarının da yaklaşık Üçte biri ekonomik olarak sulanabilir durumdadır (Tablo 1) .

Göç sorunu da Dünya ve bilhassa ülkemizin bulunduğu coğrafya açısında çok

önemli bir problem olarak güncelliğini korumaktadır. Ekonomik sorunlar, savaşlar, doğal afetler başlıca göç sebepleri arasında olup bu listeyi uzatmak mümkündür. Kontrolsüz göç birbirini tetikleyen birçok sorunu beraberinde getirmekte çevre kirliliği de en gözle görünür olarak karşımıza çıkmaktadır.

3.1.3.Sanayileşme

Sanayileşme çok kısaca mal üretiminde makine kullanımını ifade etmektedir. Keza sanayi devrimi de 18. Yüzyıl sonlarında buhar makinelerinin icadı ve kabiliyeti ile makine üretimine geçilmesiyle başlamıştır (Resim 15). Sanayileşme iktisadi kalkınmanın olmazsa olmazıdır. Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulması ile Mustafa Kemal Atatürk önderliğinde ülkemiz de sanayileşme yolunda büyük adımlar atmıştır (Resim 16).



Resim 15. Sanayi Devrimi'ndeki Fabrika Bacaları Görüntüsü.

(<https://watchesbysjx.com/2020/07/time-consciousness-and-discipline-industrial-revolution.html>)

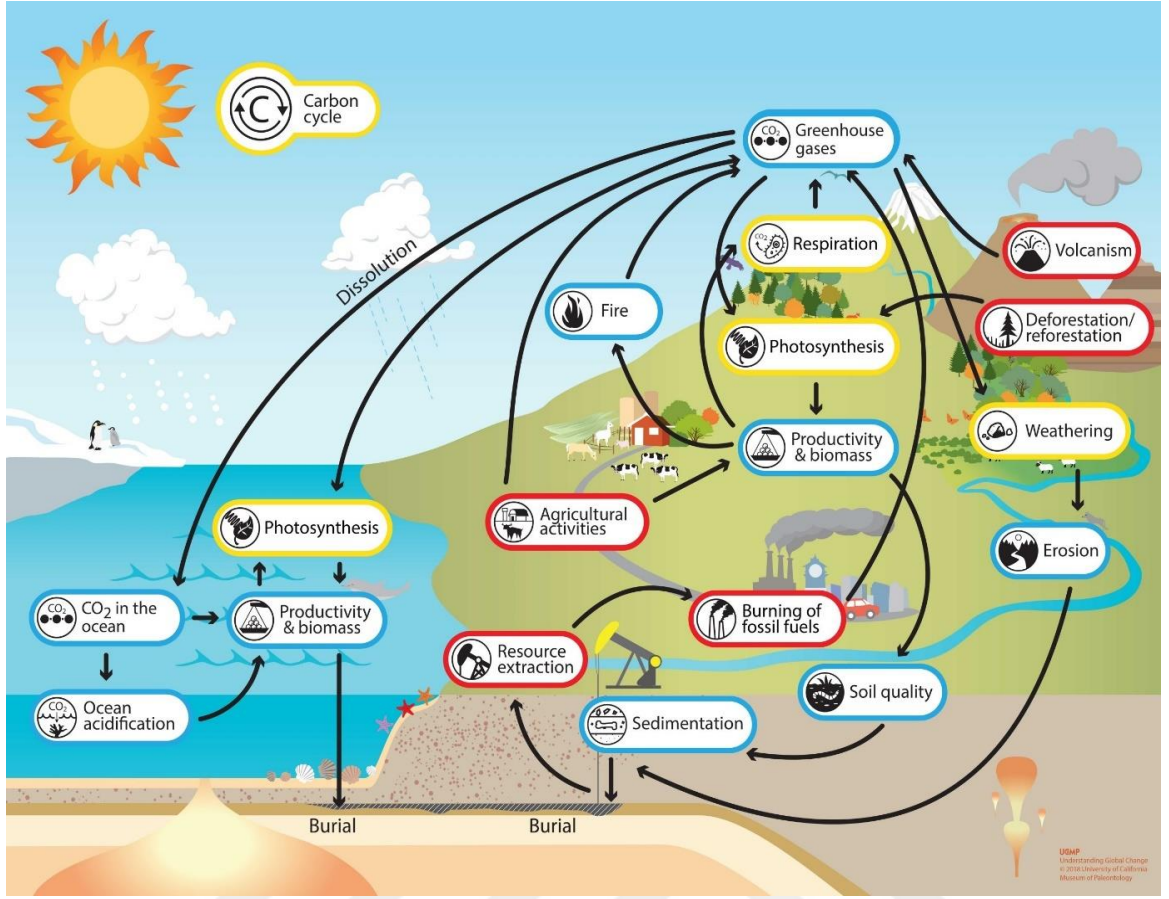


Resim 16.Atatürk Nazilli Fabrikasında.

(<https://www.soylentidergi.com/ulu-onderimiz-ataturkun-kurdugu-fabrikalar/>)

Sanayileşme ister istemez çevre kirliliğine sebep olmakta özellikle petrol türevi ürünler ve diğer kimyasal ürünler başlıca kirlilik sebebi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çevre kirliliğinde Dünyamızın iklimini bile değiştiren en önemli faktör, sera etkisi olarak adlandırılan , soruna sebep olan karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve nitroz oksit (N₂O) gazlarıdır. Bu gazların sanayileşme ile salınımı artmıştır. 19. Yüzyıldan itibaren enerjisini kömürden sağlayan sanayi araçlarının kullanılmasıyla birlikte, atmosferdeki sera gazı yoğunluğu da artmaya başlamıştır.

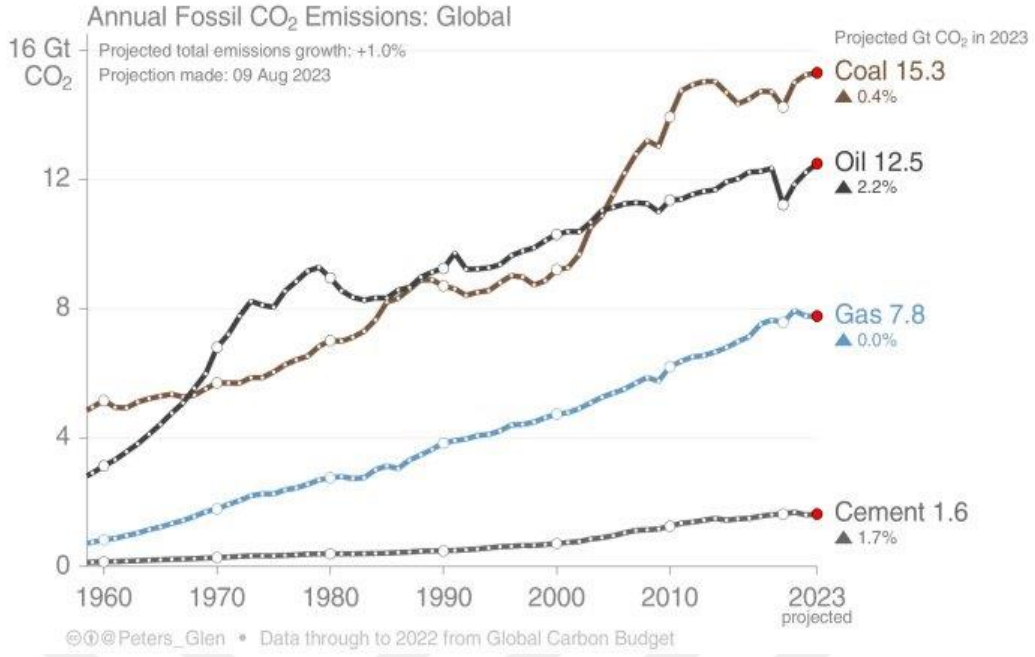


Resim 17.Karbon Döngüsü.

(<https://ugc.berkeley.edu/background-content/carbon-cycle/>)

Karbondioksit gazı atmosferde 300 ila 1000 yıl boyunca kalabildiği için ülkelerin Sanayi Devrimi'nden bu yana toplam salımlarının daha net bir görüntü çizdiği düşünülüyor. Bu toplama kümülatif karbon salımları olarak ifade edilmektedir (Resim 17).

1751 yılından bu yana atmosfere 1,5 trilyon ton karbon salımı yapıldı ancak ülkelerin bu toplamdaki payları arasında büyük farklar vardır. Örneğin ABD kümülatif karbon salımların yüzde 25'inden sorumluyken, AB'ye üye 28 ülkenin payı yaklaşık yüzde 22 seviyesindedir.



Grafik 3. Grafik, Çimento, Gaz, Petrol ve Kömürden yıllık fosil yakıt emisyonlarını gösteriyor.

(<https://cicero.oslo.no/en/articles/global-fossil-emissions-are-projected-to-rise-in-2023>)

Türkiye 1865 yılından 2020'ye kadar atmosfere toplam 11 milyar tona yakın karbon saldı. BBC Türkçe'nin veri yayıncılığı platformu Our World in Data'nın 200'den fazla ülkeyi kıyaslayan verilerinden derlediği bilgilere göre, Türkiye kümülatif salınımlarda 2020 itibarıyla yüzde 0,64 paya sahiptir. Türkiye tarihsel salınımlarda en fazla paya sahip ülkeler sıralamasında 26'ncı sırada yer almaktadır.

Tablo 2. TÜİK Türkiye Sera Gazı Emisyonları.

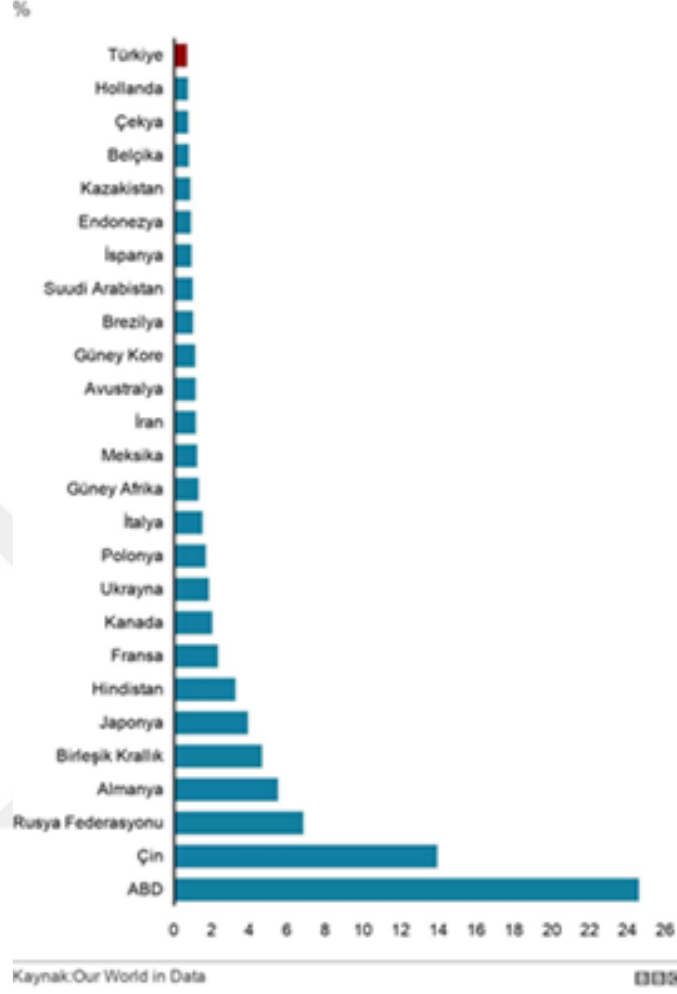
Sera gazı emisyonları (CO ₂ eşdeğeri), 1990 - 2021					
Greenhouse gas emissions (CO ₂ equivalent), 1990 - 2021					
(Milyon ton - Million tonnes)					
Yıl Year	Toplam Total	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	F-gazlar F-gases
1990	219,5	151,6	42,5	25,0	0,5
1991	226,8	158,1	43,4	24,7	0,6
1992	233,1	164,1	43,3	25,3	0,5
1993	240,8	171,1	43,1	26,0	0,5
1994	234,4	167,6	42,8	23,6	0,5
1995	248,2	181,4	42,6	23,9	0,4
1996	267,6	199,6	43,0	24,5	0,4
1997	278,8	212,1	42,2	24,1	0,4
1998	280,3	212,1	42,4	25,3	0,4
1999	277,8	207,9	43,8	25,6	0,4
2000	298,9	229,9	43,7	24,8	0,5
2001	279,7	213,6	42,9	22,6	0,7
2002	285,6	221,2	41,0	22,6	0,8
2003	304,8	236,8	43,0	24,0	1,1
2004	314,4	244,8	43,5	24,8	1,4
2005	337,6	264,9	45,2	26,0	1,6
2006	358,0	282,4	46,6	27,2	1,8
2007	391,7	313,7	49,1	26,8	2,2
2008	388,5	310,6	50,2	25,4	2,3
2009	395,2	316,4	49,9	26,6	2,3
2010	398,8	316,2	51,6	27,4	3,5
2011	428,6	342,1	54,2	28,5	3,9
2012	448,2	356,1	57,8	29,7	4,6
2013	440,2	347,3	56,7	31,5	4,7
2014	459,5	364,0	58,5	31,7	5,2
2015	475,0	384,9	52,8	32,3	5,0
2016	501,1	406,0	55,6	34,3	5,2
2017	528,6	430,9	56,8	35,4	5,4
2018	523,1	422,1	60,4	35,5	5,2
2019	508,7	402,7	63,2	37,0	5,8
2020	524,0	412,9	63,9	40,5	6,7

Sera etkisi yapan gazların azaltılması için öncelikle yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımı artırılmalı, emisyonu sebep olan faaliyetler kısıtlanmalı ve kontrol altında olması gerekmektedir (Tablo 2).

3.1.4.Artan Enerji İhtiyacı

Enerji Kaynakları, kullanılabilir aşamaya gelinceye kadar ve tüketilmesi sırasında, çevreye oldukça fazla zarar vermektedir. Özellikle kömür ve petrol gibi fosil yakıtlar, bugün için çevreye en çok zarar veren enerji kaynağı olarak bilinmektedir (Grafik 3). Fosil yakıtlar uzun yıllardır en yoğun olarak kullanılan enerji kaynaklarıdır. Endüstride çok geniş bir kullanım sahası bulunmaktadır. Dünya petrol tüketimi 1970 yılında yaklaşık 50 milyon varil/gün iken bugünlerde günlük tüketim 100 milyon varil/gün seviyelerine çıkmaktadır (Türkiye'nin tüketimi 1 milyon varil/gün). Kömür de günümüzde 70'li yılların iki katından fazla tüketilmektedir. Sanayileşme, kentlerin büyümesi , nüfus artışı derken enerji ihtiyacı ve tüketimi artmakta bunu kaçınılmaz bir sonucu olarak çevre kirliliği de artmaktadır (Grafik 4).

Kümülatif karbon salımlarına göre ülkelerin payları ve Türkiye (2020)



Grafik 4. Kümülatif Karbon Salımlarına Göre Ülkelerin Payları ve Türkiye (2020).

(<https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-60939869>).

BÖLÜM IV

4. YÖNTEM

4.1.Viyana Sözleşmesi ve Montreal Protokolü

Ozon tabakasını incelten maddelerin azaltılmasına ilişkin “Ozon Tabakasının Korunmasına Dair Viyana Sözleşmesi” 1985 yılında kabul edilmiştir. Sözleşmeyi takiben, ozon tabakasını incelten maddelerin kullanımının ve üretiminin kontrol altına alınmasını sağlamak üzere, “Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Montreal Protokolü” 1987 yılında kabul edilmiştir. 1990 yılında, Londra'da, gelişmiş ülkelerin katkıları ile oluşturulan Montreal Protokolü'nün Uygulanması için Çok Taraflı Fon (MLF) kurulmuştur.

196 ülkenin taraf olduğu Montreal Protokolü, çevre konusunda oluşturulmuş en başarılı çok taraflı anlaşma olarak kabul edilmektedir. Montreal Protokolü, tarihte ilk defa, o dönem henüz kesinlik kazanmamış olan bilimsel sonuçlar ışığında, ozon tabakasını incelten insan kaynaklı maddelerin çok taraflı bir anlaşma temelinde kısıtlanmasını öngörmüştür. Ozon tabakası için uygulanan bu model, iklim değişikliği rejimine bir nevi emsal teşkil etmiştir. Bu kapsamda Montreal Protokolü, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin (BMİDÇS) oluşturulmasında dönüm noktasını teşkil etmiştir.

Ayrıca, 10-15 Ekim 2016 tarihleri arasında, Kigali'de gerçekleştirilen 28. Taraflar Toplantısı (MOP 28) sonucunda hidroflorokarbonlar, Montreal Protokolü listesine eklenmiştir. Kigali Değişikliği ile 2040'ların sonundan itibaren, tarafların hidroflorokarbonları %80-85 oranında azaltması kararlaştırılmış, ülke grupları için azaltım takvimleri belirlenmiştir. 15 Kasım 2016 tarihinde kabul edilen ve hidroflorokarbonların aşamalı olarak azaltımını öngören Kigali Değişikliğiyle, 2100 yılı itibariyle küresel sıcaklık artışında 0,5°C'lik bir düşüş sağlanması beklenmektedir.

Montreal Protokolüne taraf olan 65 ülke tarafından onaylanmasının ardından anılan değişiklik, 1 Ocak 2019 tarihi itibariyle yürürlüğe girmiştir. Ülkemiz, Montreal Protokolü'ne 19 Aralık 1991 tarihinde taraf olmuş ve Protokole getirilen tüm değişiklikleri kabul etmiştir. Gelişmekte olan ülkeler (A5) kategorisinde yer alan ülkemiz, Montreal Protokolü'nün uygulanmasında başarılı ülkeler arasında yer almaktadır.

Ayrıca, 1995 yılından bu yana her yıl, protokolün imza tarihi olan 16 Eylül, "Uluslararası Ozon Tabakasının Korunması Günü" olarak kutlanmaktadır.

Montreal Protokolü 34. Taraflar Toplantısı (MOP 34), 31 Ekim - 4 Kasım 2022 tarihleri arasında Kanada'nın Montreal kentinde düzenlenmiştir. Buzdolabı, klima ve ısı pompalarının yasadışı ithalatı, Kovid-19 salgınının gelişmekte olan ülkelerdeki hidrofloro-karbonların tüketimine muhtemel etkilerini tespit etmek üzere veri toplanması dahil olmak üzere 24 karar kabul edilmiştir (<https://www.mfa.gov.tr/viyana-sozlesmesi-ve-montreal-protokolu.tr.mfa>).

4.2.Kyoto Protokolü

Kyoto Protokolü, iklim değişikliği ile mücadele konusunda atılacak adımların netleştirilmesi yönündeki ilk adım olarak, 1997 yılında kabul edilmiş ve 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Protokolde belirlenen azaltım hedefine ulaşmak için geliştirilen esneklik mekanizmaları ve uyumsuzluk halinde uygulanacak yaptırımlar Kyoto Protokolü'nü diğer uluslararası çevre sözleşmelerinden farklı kılan en önemli özellikler arasında sayılmaktadır. Kyoto Protokolü, Ek-I taraflarına sayısallaştırılmış emisyon azaltım hedefi belirten ilk uluslararası anlaşmadır. Protokolün ayrıntılı uygulama kuralları, 2001 yılında Marakeş'te gerçekleştirilen 7. Taraflar Konferansı'nda kabul edilmiştir. "Marakeş Uzlaşmaları" olarak adlandırılan bu kurallar 2005 yılında Protokol'ün 1. Taraflar Toplantısı'nda onaylanmıştır.

Sonrasında, 2012 sonrası uluslararası iklim rejiminin oluşturulması sürecinde 2007 yılında Bali'de gerçekleştirilen 13. Taraflar Konferansı en önemli toplantılardan biri olmuştur. Bu toplantı sonrası, "Sözleşme" ve "Protokol" başlığı altında, iki yönlü uluslararası iklim değişikliği müzakerelerinin yürütüldüğü bir sürece girilmiştir.

4.2.1.Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne Taraf Olması

Türkiye 5386 Sayılı Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Yönelik Kyoto Protokolüne Katılmamızın Uygun Bulunduğuna Dair Kanun'un 5 Şubat 2009'da Türkiye Büyük Millet Meclisi'nce kabulü ve 13 Mayıs 2009 tarih ve 2009/14979 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı'nın ardından, katılım aracının Birleşmiş Milletlere sunulmasıyla 26 Ağustos 2009 tarihinde Kyoto Protokolü'ne taraf olmuştur.

Kyoto Protokolü oluşturulduğunda BMİDÇS tarafı olmayan Türkiye, EK-I Taraflarının sayısallaştırılmış sera gazı emisyon sınırlamalarının veya azaltım yükümlülüklerinin tanımlandığı Protokolün EK-B listesine dâhil edilmemiştir. Bu bağlamda, Türkiye'nin Kyoto Protokolü'nü kapsamında sayısallaştırılmış emisyon azaltım taahhüdü Kyoto Protokolü'nün ikinci yükümlülük dönemindeki (2012-2020) azaltıma yönelik olarak kabul edi-

len Doha Değişikliği Türkiye için yükümlülük getirmemektedir. Doha Değişikliği 03/04/2017 tarihli ve 30027 sayılı Resmi Gazete 'de yayımlanan Kanun ile Uygun bulunmuştur (<https://iklim.gov.tr/kyoto-protokolu-i-35>).

4.3.Paris Anlaşması

Paris Anlaşması, temel olarak Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne dayanmaktadır ve Kyoto Protokolü'nün sona erme tarihi olan 2020 sonrası iklim değişikliği rejimini düzenlemeyi amaçlamaktadır.

Paris Anlaşması, 2020 sonrası süreçte, iklim değişikliği tehlikesine karşı küresel sosyo-ekonomik dayanıklılığın güçlendirilmesini hedeflemektedir. Paris Anlaşması'nın uzun dönemli hedefi, endüstriyelleşme öncesi döneme kıyasen küresel sıcaklık artışının 2°C'nin olabildiğince altında (mümkünse 1,5 derece seviyesinde) tutulmasıdır. Bu hedef fosil yakıt (petrol, kömür) kullanımının tedricen azaltılarak, yenilenebilir enerjiye yönelinmesini gerektirmektedir.

Paris Anlaşması iklim değişikliğine karşı uluslararası iş birliğini farklı bir yoldan sürdürmektedir. Paris Anlaşması ile Sözleşmenin ekler sistemi ve özellikle de Kyoto Protokolü ile kurulan yapının küresel emisyonlarda en yüksek paya sahip olan ABD ve Çin gibi önemli tarafların azaltım eyleminin dışında kalmasına yol açtığı için etkili olmadığı savından yola çıkılarak, tüm tarafları azaltım eylemine ortak etmesi beklenen yeni bir işbirliği çerçevesi oluşturulmuştur.

Anlaşma'nın en önemli özelliği Kyoto Protokolü'nden farklı olarak gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin Ulusal Katkı Beyanları (Nationally Determined Contribution / NDC) ile azaltım eylemine katılmasıdır. Tüm ülkelerin emisyon azaltım ya da sınırlama hedefleriyle katılımını sağlayabilmek adına protokolden farklı yeni bir mimari oluşturulmuştur. Taraf ülkelerin üstleneceği sorumlulukların belirlenmesinde aşağıdan yukarı (bottom-up) ve yukarıdan aşağı (top-down) olarak tanımlanan yöntemleri birlikte kullanan anlaşma hibrid bir yapı sergilemektedir. Taraf ülkelerin ulusal koşulları çerçevesinde kendi belirledikleri bağlayıcı olmayan gönüllü hedeflerden oluşan ulusal katkıları Anlaşmaya aşağıdan yukarı niteliğini kazandırmıştır. Anlaşma uygulamasının tüm taraflar için geçerli bir raporlama ve gözden geçirme sistemi ile izlenmesi yeni rejimin yukarıdan aşağı niteliğini oluşturmaktadır. Dolayısıyla Anlaşma bu özellikleriyle “vaat ve izleme” (pledge-and-review) olarak adlandırılan yaklaşım üzerine kurulmuştur.

4.3.1. Türkiye'nin Paris Anlaşmasına Taraf Olması

12 Aralık 2015 tarihinde kabul edilen ve 4 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe giren Paris Anlaşması, küresel iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir dönüm noktasıdır. Türkiye, yeni iklim rejiminde finans ve teknoloji desteklerine erişim talebinin karşılanması kaydıyla 2015 yılında Paris Anlaşmasını kabul etmiş ve 22 Nisan 2016'da anlaşmayı 'gelişmekte olan ülke' olduğunu sözlü olarak dile getirerek imzalamıştır. 2016 Yılında imzalamış olduğumuz Paris Anlaşmasının Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun 7 Ekim 2021 tarihli ve 31621 sayılı Resmî Gazetede yayımlanmıştır. Ayrıca, Paris Anlaşması'na ilişkin Onay Belgesi ve Ulusal Beyanımız 11 Ekim 2021 tarihinde Anlaşma Depoziteri olan Birleşmiş Milletler Genel Sekreterine tevdi edilmiştir. Anlaşma'nın 30 günlük depoziter süresi 10 Kasım'da sona ermiştir ve bu tarihte Türkiye Paris Anlaşmasına taraf olmuştur.

Paris Anlaşması'nın uzun dönemli hedefi, küresel sıcaklık artışının 2°C'nin olabileceğince altında (mümkünse 1.5 derece seviyesinde) tutulmasıdır. Bu hedef fosil yakıt (petrol, kömür) kullanımının tedricen azaltılarak, yenilenebilir enerjiye yönelinmesini gerektirmektedir (<https://iklim.gov.tr>.)

Kyoto Protokolü ile Paris İklim Anlaşması arasındaki farklar şu şekildedir:

Kyoto Protokolü emisyon azaltma hedeflerini yalnızca gelişmiş ülkeler adına bağlayıcı kılarken; Paris İklim Anlaşması tüm ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmak için üzerine düşeni yapması gerektiğine yer verir.

Kyoto Protokolü'nde, taraf ülkelerin emisyon azaltımı için yapması gerekenler düzenlenirken; Paris İklim Anlaşması'nda ülkeler kendi gelişim ve teknolojik ilerleme düzeyleriyle tutarlı olarak kendi emisyon hedeflerini bizzat kendileri belirler.

Kyoto Protokolü'nde taahhüt edilenlerin yerine getirilmemesi halinde, protokole taraf olan ülkeler adına cezai yaptırımlar söz konusuysa; Paris İklim Anlaşması'nda ülkelerin yerine getirmesi gereken taahhütler hakkında hiçbir cezai yaptırım söz konusu değildir. Bunun yerine Paris İklim Anlaşması ülkelerin belirledikleri hedefleri izlemeye yönelik mekanizmalara sahiptir ve bu mekanizmalar aracılığıyla ülkelere, beş yılda bir Küresel durum değerlendirmesi yapması istenir (<https://altiparmakhukuk.org/blog/bilgi-notu-2022-02-paris-iklim-anlasmasi-Kyoto%20Protokol%C3>, emisyon kendileri%20belirler).

4.4.Sıfır Atık Projesi

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün 2017 yılı Sıfır atık el kitapçığında “Sıfır Atık”; israfın önlenmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını, oluşan atığın miktarının azaltılmasını, etkin toplama sisteminin kurulmasını, atıkların geri dönüştürülmesini kapsayan atık önleme yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Resim 18).



Resim 18.Sıfır Atık Projesi ile İlgili Bilgilendirme Kitapçıkları.

(<https://sifiratik.gov.tr/sifir-atik/kilavuzlar>)

4.5.Yenilenebilir Enerji Kaynakları

2022 yılında elektrik üretimimizin, %34,6'sı kömürden, %22,9'u doğal gazdan, %20,3'ü hidrolik enerjiden, %10,6'sı rüzgârdan, %5,1'i güneşten, %3,4'ü jeotermal enerjiden ve %3'ü diğer kaynaklardan elde edilmiştir. 2023 yılı Ekim ayı sonu itibarıyla ülkemiz kurulu gücü 105.964 MW'a ulaşmıştır.

2023 yılı Ekim ayı sonu itibarıyla kurulu gücümüzün kaynaklara göre dağılımı; %29,8'i hidrolik enerji, %23,9'u doğal gaz, %20,6'sı kömür, %11'i rüzgâr, %10,5'ü güneş, %1,6'sı jeotermal ve %2,6'sı ise diğer kaynaklar şeklindedir.

Ayrıca Ülkemizde elektrik enerjisi üretim santrali sayısı, 2023 yılı Ekim ayı sonu itibarıyla 12.868'e (Lisanssız santraller dâhil) yükselmiştir. Mevcut santrallerin 754 adedi hidroelektrik, 68 adedi kömür, 363 adedi rüzgâr, 63 adedi jeotermal, 344 adedi doğal gaz,

10.784 adedi güneş, 492 adedi ise diğer kaynaklı santrallerdir.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İnternet sayfası (Güncelleme tarihi 16.11.2023)

4.5.1.Güneş Enerjisi

Güneş, devasa bir nükleer füzyon reaksiyonu içinde hidrojeni helyuma dönüştürerek enerji üreten bir yıldızdır. Güneşten yayılan elektromanyetik radyasyon, ışık, ısı ve ultraviyole (UV) ışınları gibi farklı dalga boylarında gelir. Güneş enerjisi, bu radyasyonun kullanılmasıyla elde edilir. Güneş enerjisi, genellikle fotovoltaik (PV) sistemler veya termal güneş enerjisi sistemleri aracılığıyla kullanılır. Fotovoltaik sistemler, güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren güneş panellerini kullanırken, termal güneş enerjisi sistemleri, güneşin ısını kullanarak su veya hava gibi bir akışkanı ısıtmak için toplayıcılar kullanmaktadır (Resim 19).

Güneş enerjisinin kullanımı bir dizi avantaj sunmaktadır. Bunlar arasında sınırsız bir kaynak olması, çevre dostu olması, enerji maliyetlerini düşürmesi ve enerji bağımsızlığı sağlaması bulunmaktadır. Ancak, güneş enerjisi sistemlerinin yüksek başlangıç maliyetleri, güneş ışığının mevsimsel ve günlük değişkenliği, depolama zorlukları ve yer gereksinimleri gibi bazı dezavantajları da vardır. Güneş enerjisi, sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır çünkü Güneş'ten gelen enerji sonsuzdur ve çevreye zarar veren sera gazları veya kirleticiler yaymaz. Bu nedenle, güneş enerjisi, fosil yakıtların yerine kullanılarak enerji üretimindeki karbon ayak izini azaltmaya yardımcı olabilir ve iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir rol oynayabilir. Güneş enerjisi sera gazına sebep olmaz, bu sebeple temiz bir enerji kaynağıdır. Dünyaya ulaşan güneş enerjisinin küçük bir kısmı dahi insanlığın enerji ihtiyacından çok çok fazladır. Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA) göre 90 dakikalık bir sürede yeryüzüne vuran güneş ışığı, dünyanın tamamının 1 yıllık enerji ihtiyacını karşılayacak güçtedir.



Resim 19. Güneş Enerjisi Panelleri.

(<https://www.trthaber.com/haber/ekonomi/avrupanin-en-buyuk-gunes-santrali-karapinar-ges-aciliyor-764137.html>)

4.5.2. Rüzgar Enerjisi

Rüzgâr, güneş kaynaklı radyasyonun yer yüzeyini farklı ısıtmasından kaynaklanır. Yer yüzeyinin farklı ısınması, havanın sıcaklığının, neminin ve basıncının farklı olmasına, bu farklı basınç da havanın hareketine neden olur. Dünyaya ulaşan güneş enerjisinin yaklaşık %2'si kadarı rüzgâr enerjisine dönüşmektedir (Resim 20). Türkiye de Haziran 2022 sonu itibariyle rüzgar enerjisine dayalı elektrik kurulu gücümüz 10.976 MW. Türkiye’de kurulabilecek rüzgar elektrik santrallerinin toplam kapasitesinin 47.849,44 MW olduğu belirlenmiştir (<https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar>).

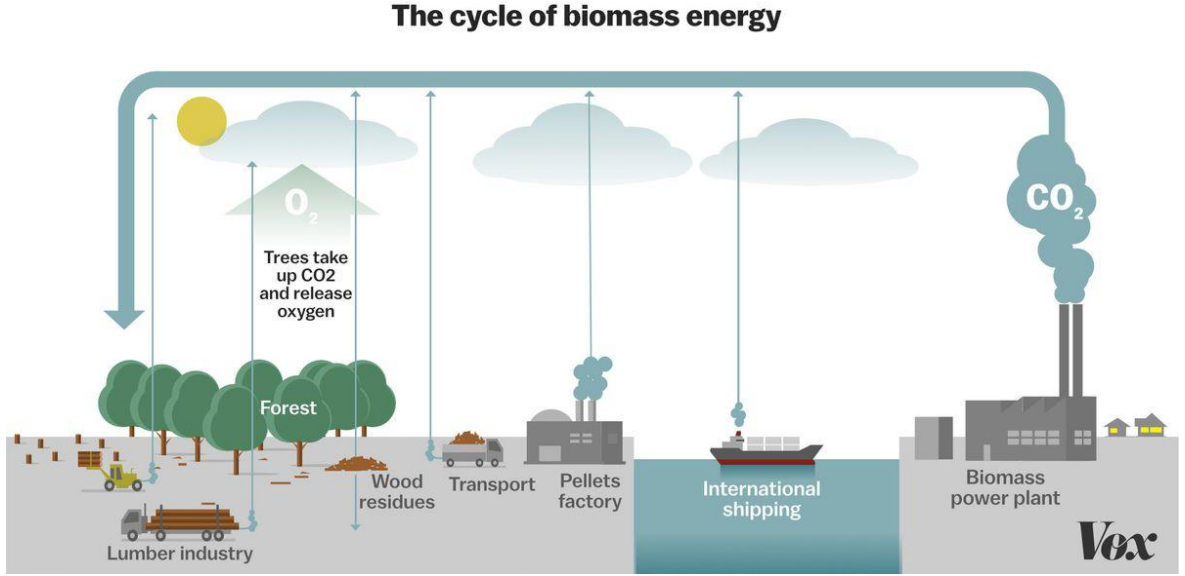


Resim 20. Rüzgar Enerjisi Üretmek İçin Kullanılan Rüzgar Gülleri.

(<https://www.trthaber.com/haber/ekonomi/turkiye-deniz-ustu-ruzgar-potansiyeli-yuksek-4-ulke-arasinda-669854.html>)

4.5.3.Biyokütle Enerjisi

5346 sayılı Kanun’a göre ise biyokütle; İthal edilmemek kaydıyla; belediye atıklarının (çöp gazı dâhil) yanı sıra bitkisel yağ atıkları, gıda ve yem değeri olmayan tarımsal atıklar, endüstriyel odun dışındaki orman ürünleri ile atık lastiklerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen kaynakları ve sanayi atık çamurları ile arıtma çamurları olarak tanımlanmaktadır (Resim 21) (<https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-biyokutle>).



Resim 21.*Biyokütle Enerji Döngüsü.*

(<https://www.vox.com/science-and-health/2019/3/4/18216045/renewable-energy-wood-pellets-biomass>).

4.5.4. Jeotermal Enerjisi

Jeotermal enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısı ve basıncın oluşturduğu sıcaklıkların; bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla çözülmüş mineraller, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su, buhar ve gazlar ile yüzeye taşınan ısı enerjisidir (Resim 22).

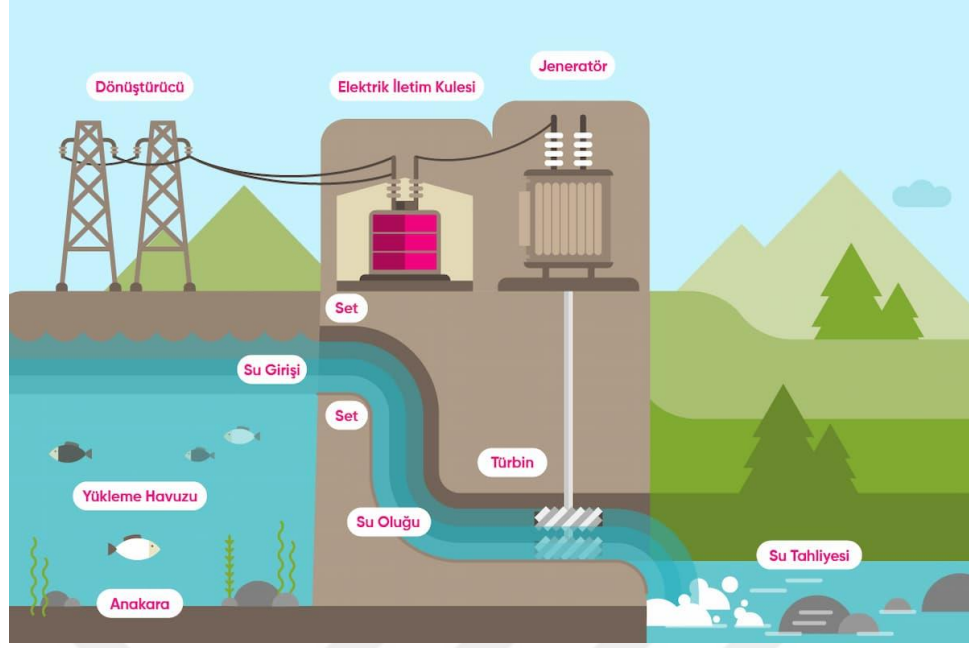


Resim 22. Jeotermal Enerji.

(<https://www.aydemperakende.com.tr/blog/jeotermal-enerji-nedir-nasil-elde-edilir>)

4.5.5. Hidroelektrik Enerji

En yaygın kullanılan yenilenebilir enerji kaynağı Hidrolik enerjidir. . Bu enerjiden yararlanabilmek için barajlar kurulur ve su biriktirilir. Biriktirilen bu su hareket enerjisi sayesinde türbinlerde elektrik enerjisine dönüştürülür (Resim 23).

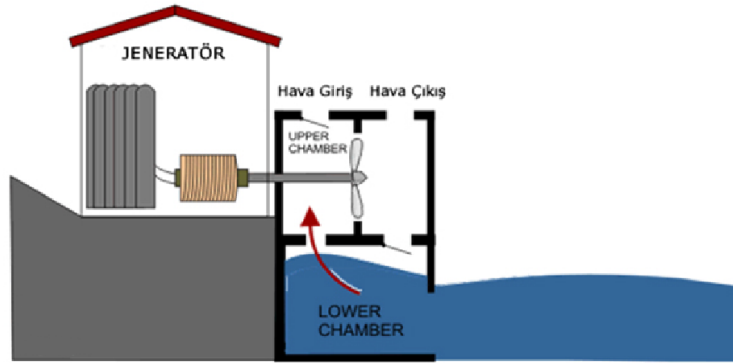


Resim 23. Hidroelektrik Enerji Döngüsü

(<https://www.aydemperakende.com.tr/blog/hidroelektrik-enerji-nedir-ve-nasil-uretilir>)

4.5.6. Dalga Enerjisi

Dalga enerjisi, su kaynaklarında denizlerde ve okyanuslarda oluşan dalgaların itici hareketinden elde edilen bir enerji türüdür. Dalga sınırsız ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır ancak kurulumu oldukça maliyetlidir (Resim 24).



Resim 24. Dalga Enerjisi.

(https://emrezengin.net/dalga-enerjisi/#google_vignette)

BÖLÜM V

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. SONUÇ VE TARTIŞMA

Devletler, uluslararası kuruluşlar, sivil toplum kuruluşlarının aldığı ve hayata geçirdiği tüm tedbirlere rağmen çevre kirliliği artmaya ve dünyamızı tehdit etmeye devam etmektedir. Bu konuda maalesef toplumsal bilinç istenilenin seviyelere yükseltilemedi. Tüm gayretlere rağmen halen ürün ambalajlarında gerekli/gereksiz kullanılan plastik malzemeler çevre kirliliğine sebep olmaktadır.

Plastik atıklar önemli bir atık yönetimi sorunudur. Her yıl üretilen plastik atıkların büyük hacmi etkili bir şekilde yönetilmesini zorlaştırmaktadır. Ayrıca plastik atıkların geri dönüştürülmesi zor ve pahalı olabilmektedir. Plastik kirliliğinin ekonomik maliyeti oldukça yüksektir. Plastik atıkların temizlenme maliyetinin yanı sıra plastik kirliliğinden doğrudan ve/veya dolaylı olarak etkilenen , başta turizm olmak üzere, birçok sektör bulunmaktadır.

Plastik ürünler pratiklikleri ve kolaylıkları nedeniyle yaygın olarak kullanılıyor ve bu da onları çağdaş tarihin en yaygın malzemeleri haline getirmektedir (Cole vd.,2011; Millican ve Agarwal,2021). Toplumumuzun övdüğü yüksek faydalara rağmen, plastiğin aşırı kullanımı ciddi çevre sorunlarına yol açmış ve bu sorunlar, plastik nesnelerin yoğun üretimi ve yetersiz atık yönetimi nedeniyle daha da kötüleşmiştir (Cook ve Halden.,2020). Plastiklerle ilgili temel sorun, biyolojik olarak parçalanmalarının zayıf olmasıdır; bunların ayrışması on yıllar hatta yüzyıllar sürebilmektedir (Weinstein vd.,2016), bu da MP/NNP olarak bilinen son derece kalıcı parçacıkların çevrede birikmesine yol açmaktadır (Ziani vd.,2023).

Boyutu 5 mm'den küçük olan plastik partiküllerine 'mikroplastik', 1 nm ile 1 µm arasında olanlara ise 'nanoplastik' ismi verilmektedir (Hartmann vd.,2019; Lai vd.,2022) Primer nano ve mikroplastik kaynaklarını plastik peletler, kişisel bakım ürünleri, boya, yıkama atık suları, kanalizasyon, okullarda bulunan plastik koşu parkurları, suni çimler, şehirlerdeki kauçuk yollar ve yollarda aşınan araç lastikleri oluşturmaktadır. Sekonder kaynaklar ise plastik poşet ve şişeler gibi kentsel atıkları, balıkçılık faaliyetleri sonucu oluşan atıkları, tarımsal örtü filmleri ve diğer büyük boyutlu plastik atıkları içermektedir (An vd.,2020).

Dünyada artan araç sayısı ve yolculuk süreleri nedeniyle araç lastikleri ve bunların

aşınması ile oluşan plastik partikülleri nano ve mikroplastiklerin en önemli kaynağını meydana getirmektedir (Luo vd.,2021).

Araştırmacılar MP'lerin karasal sistemler üzerindeki etkilerini henüz yeni değerlendirmeye başlasa da çalışmalar, plastiğe maruz kalmanın organizmalar için çeşitli olumsuz sonuçlara yol açabileceğini öne sürmektedirler. Bunlar arasında ; bağırsak sağlığı dengesinin bozulması (Huang vd.,2021; Lu vd.,2018), üremenin bozulması (Ilechukwu vd.,2022), davranış değişikliği (Chae ve An.,2020), immünotoksisiteye neden olması ve genin bozulması yer almaktadır. MP'ler yutulduktan sonra canlı organizmaların sindirim sistemlerinde varlığını sürdürebilir ve önemli seviyelerde birikebilmektedir (Deng vd.,2021). *Culex pipiens* sivrisinekleri üzerinde yapılan mevcut araştırmalar, sudaki MP'lerin, böceğin erken gelişim aşamalarından pupa ve yetişkin aşamalarına aktarılabilirdiğini göstermiştir; bu da MP'lerin farklı gelişim aşamaları arasında hareket etme yeteneğini göstermektedir (Al-Jaibachi vd.,2018; Al-Jaibachi vd.,2019). MP'lerin böcekler üzerindeki potansiyel toksisitesi önemlidir çünkü bu organizmalar birçok ortamda yaygındır ve temel ekosistem hizmetlerini sağlar. Son araştırmalar balda (Diaz-Basantes vd.,2020; Liebezeit ve Liebezeit., 2013) ve bal arılarının kütüküllerinde (Deng vd.,2021; Edo vd.,2021) MP'lerin varlığını göstermiştir. Bu sonuçlar, *Apis mellifera*'nın kütükül yoluyla veya sindirim yoluyla çevreden MP'leri asimile edebildiğini (Alma vd.,2023; Buteler vd.,2022) ve bunları kovanın diğer kısımlarına aktarabildiğini öne süren diğer çalışmalarla tutarlıdır: larvalar, balmumu ve bal vb. (Alma vd.,2023). Bugüne kadar, sınırlı sayıda MP türünün arılara yönelik oluşturduğu potansiyel riskleri inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır. En önemlisi, mevcut araştırmalar yalnızca tek polimerlerin toksikolojik etkilerini araştırırken, bal arıları gibi hayvanlar sıklıkla aynı anda birden fazla polimer türüne maruz kalmaktadır (Edo vd.,2021). MP'lerin, özellikle polistiren (PS) ve polietilen (PE) içerenlerin , *Apis mellifera*'nın hayatta kalmasını olumsuz yönde etkilediği gösterilmiştir (Balzani vd.,2022; Deng vd.,2021; Wang vd.,2022a). Sonuç olarak, bilişsel işlevlerdeki küçük bozukluklar bile bireysel arıların uyum sağlama ve davranışsal esneklik sergileme yeteneğini derinden etkileyebilir ve böylece tüm koloninin hayatta kalması için önemli bir tehdit oluşturabilmektedirler (Klein vd.,2017).

MP ve NNP toksisitesi polimer türüne göre farklılık göstermektedir. Örneğin tatlı su isticiridyesinde polivinilklorür (PVC) veya polistiren (PS); polietilen tereftalat (PET) veya polietilen (PE)'e göre daha fazla histolojik anormalliklere yol açmaktadır. (<https://www.independent.co.uk/climate-change/news/microplastics-plastic-ocean->

mediterranean-sea-b2255982.html).

Fareler üzerinde yapılan bir araştırmada ise , “genel olarak, hem NNP'lere hem de MP'lere maruz kalma, sperm anormalliklerine neden olurken sperm hareketliliğini ve kalitesini azalttı ve böylece erkek farelerin doğurganlığını etkiledi. Etkiler, MP'lere maruz kalan grupta daha belirgindi ve bu da boyuta bağlı bir durum olduğunu gösteriyordu. Belirli bir partikül boyutu bağımlılığı etkisine sahip olan fark, MP'lerin NNP 'lere kıyasla uzaklaştırılmasının daha zor olması ve kalıcı toksik etkiye neden olması gerçeğine atfedilebilir.” (Xiong vd.,2023; Gao vd.,2023).

Plastik kirliliği insan sağlığı için de önemli bir risk oluşturmaktadır. Plastik atıklar la beraber çevreye zararlı kimyasallar salınmakta bu kimyasallar daha sonra besin zinciri, solunum ve cilt yolu ile vücutuna girerek insan sağlığına zarar verebilmektedir WWF'ye göre ortalama bir insan her hafta yaklaşık 5 gram plastik yutmaktadır. Plastiğin sağlık üzerindeki etkileri henüz yeni bir araştırma alanı olsa da, bugüne kadarki bilimsel sonuçlar plastiğin yaşam döngüsünün tam aşamasında hastalıklara, sakatlığa ve erken ölüme neden olduğunu göstermektedir. Plastiklerde bulunan zehirli kimyasal katkı maddeleri ve kirleticiler küresel ölçekte insan sağlığını tehdit etmektedir. Bilimsel olarak kanıtlanmış sağlık etkileri arasında kansere neden olmak veya hormon aktivitesinin değişmesi (endokrin bozulması olarak bilinir) yer alıyor; bu da üreme, büyüme ve bilişsel bozukluklara yol açabilmektedir. Toksik kimyasal katkı maddelerinin birçoğunun sağlık açısından bilinen başka etkileri de vardır, çevrede kalıcıdır ve maruz kalan organizmalarda biyolojik olarak birikmektedir.

Son yıllarda yapılan çok önemli bir araştırmada bilim insanları, şişelenmiş suyun daha önce tahmin edilenden 100 kat daha fazla plastik parçası içerdiğini ortaya çıkarmıştır. 2018 yılında yapılan bir çalışmada, her litre suda ortalama 300 MP plastik parçacığı tespit edilmişken. Son çalışmada araştırmacılar, 1 mikrondan daha küçük parçacıklar olan nanoplastikleri incelemişlerdir (Referans olması açısından, bir insan saçının çapı yaklaşık 70 mikrondur). Araştırmaya göre, her litrede 110.000 ila 370.000 parçacık bulundu. Parçacıkların yaklaşık yüzde 90'ı nanoplastik, geri kalanı ise mikroplastikti. Bu partiküller plastikler daha dayanıklı, esnek ve uzun ömürlü hale getiren kimyasallar olan ftalatları taşımaktadır. Ftalat maruziyeti ABD'de her yıl 100.000 erken ölümle ilişkilendirilmektedir. Bu kimyasalların vücuttaki hormon üretimine müdahale ettiği bilinmektedir. (Ftalat, plastik yumuşatma amacıyla kullanıldığı gibi birçok kozmetik üründe, oyuncak, deterjan ve kişisel bakım ürünleri gibi günlük hayatta sıklıkla kullandığımız ürünlerde de kalıcı koku ve renk-

lendirme amacıyla kullanılmaktadır (Proceedings of the National Academy of Sciences) (<https://www.ntv.com.tr/teknoloji/bilim-insanlari-bir-sise-suyun-kansere-neden-olan-nanoplastik-icerdigini-acikladi,tP3dzydtHEiHSjKaIGEmqg>).

Bir başka çalışmada Xiaozhong John Yu'nun Laboratuvarı (New Mexico Üniversitesi) köpek ve insan testislerinde mikro plastiklerin varlığını ortaya koymaktadır. Ortalama toplam mikro plastik seviyeleri köpeklerde 122,63 µg/g ve insanlarda 328,44 µg/g idi. Bu bulgular, hem köpek hem de insan testislerinde erkek üreme sisteminde mikro plastiklerin yaygın varlığını ve erkek doğurganlığı üzerinde potansiyel sonuçları olduğunu vurgulamaktadır (Hu vd.,2024).

5.2. ÖNERİLER

2000'li yılların başından bu yana üretilen plastik atık miktarı, önceki 40 yılda olduğundan çok daha fazladır. Her yıl yaklaşık 400 milyon ton plastik atık üretilmektedir ve bu atıkları yönetmek her geçen gün daha da zorlaşmaktadır. Çevre ve insan sağlığı açısından önemli bir tehdit olan plastik kirliliği acil önlem ve eylem gerektiren bir çevre sorunudur. Elbette araç lastiklerinden ortaya çıkan MP ve NNP engellememiz çok zor ancak bu sorunu çözmek ve/veya zararlarını asgari düzeye indirmek için mümkün olan tüm alanlarda plastik kullanımımızı azaltmalı, üretim ve atık yönetimi uygulamalar geliştirmelidir. Küçük tedbirlerle büyük mesafeler alınabilir.

Örneğin, semt pazarlarında ve marketlerde kullanılan poşetler üst orta kısımda bulunan karşılıklı iki küçük çıkıntıyla birlikte üretilip pazarlanmaktadır (Resim 25).



Resim 25.*Naylon Poşetler.*

Kolayca poşetten ayrılabilen bu iki parça ilk fırsatta kopartılıp atılıp veya kendiliğinden düşebilmektedir. Genelde asma aparatı olarak bile kullanılmayan, atıldığı zaman toplanması zor ve çevre kirliliğine neden olan bu fazlalık bir an önce üretim sürecinden kaldırılmalı ve bu şekilde üretilen poşetlerin satışı yasaklanmalıdır. Poşetlerden vazgeçmesek de hiç değilse çevreye verdiği zararın bir miktar azaltılması sağlanabilir.

Bir başka örnek ise yağ ve sirke gibi sıvı ürünlerin üst kapaklarının altındaki muhafaza kapağıdır. Ürün açıldığında çıkarılıp atılmaktadır (Resim 26) . Bu aparatında ambalaj ana gövdeden ayrılmadan açılmasını sağlayacak üretim yöntemleri seçilmelidir. Süt, kola, meyve suyu vs. ambalajlarda bu sağlanmış, ürün açıldıktan sonra açma aparatının ana gövdeden ayrılması engellenmiştir.



Resim 26. Sıvı yağ plastik şişe kapağı açma aparatı (Sol). Sirke plastik şişe kapağı açma aparatı. (Sağ).

Yine benzer olarak bir tekstil ürününün etiketini ürüne bağlayan ip şeklindeki plastik aparatlar, gıda ve her türlü ticari ürünün paketlenmesinde kullanılan poşetler, buz dolabı poşetleri veya streç filmler örnek gösterilebilir.

Okul çağından itibaren bu küçük plastiklere dikkat çekmek ve çocuklar üzerinde bu parçalara olan farkındalığı artıracak eğitici faaliyetler organize etmek önemlidir. Tabi ki bunun sadece eğitim kurumlarında değil kamu kuruluşlarında, iş yerlerimizde ve evlerde de uygulanması oldukça önemlidir. Çünkü plastik ve mikroplastik kirliliği denince ilk akla gelen “pet şişeler” konusunda az da olsa bir farkındalık oluştu ve maddi karşılığı da olduğu için toplaması noktasında yeterli olmasa da bir gayret söz konusudur. Ancak MP lerin oluşmasında önemli rol oynayan küçük plastik parçalara yeterince önem verilmemektedir. Çöpe atıldıktan sonra toplaması neredeyse imkansız hale gelen bu parçalar kaynağında yani kullanıldığı an toplanmalıdır. Bu plastik materyaller muhakkak evlerde, iş yerlerinde ayrıştırılmalı geri dönüşüme sağlıklı bir şekilde ulaşmaları için bir pet şişede biriktirilerek geri dönüşüme gönderilmesi mümkündür (Resim 27).



Resim 27. Evde 0,5 ve 5 Litrelik Pet Şişelere Sıkıştırılarak Plastik Atık Toplama Kutularına Atılan Küçük Plastikler. (smallplactichunters/instagram)

İnsanlık gözle görülür plastik kirliliğine elbet bir çözüm bulmak zorundadır. Yeni Zelandalı mühendis Peter Lewis'in dahiyane fikriyle ortaya çıkan RePlast teknolojisi, modüler bir platformun plastik atıkları sıkıştırarak farklı şekillerde ve yoğunluklarda bloklar haline getirmesi prensibiyle çalışması örnek gösterilebilir. RePlast sistemi taşınabiliyor, elektrikle veya yakıtle çalışabiliyor, plastiklerin ayrıştırılmasına ya da yıkanmasına gerek kalmamaktadır. ByFusion'ın internet sitesinde de yer alan bilgilere göre RePlast ile tuğlalar %95 karbon nötr, zehirsiz bir üretim aşamasından geçmektedir. Tuğlaları oluştururken yapıştırıcı ara bir maddeye ihtiyaç olmadığı için sürdürülebilir yapı malzemeleri alanında yeni bir kapı açan Relast, çevre dostu projelerin yaratılmasına da zemin hazırlamaktadır. RePlast, her çeşit plastik atığın bir araya gelmesiyle oluştuğu için, geleneksel tuğladan daha renkli bir görüntü oluşturmaktadır. Şimdiye kadar okyanustan çıkarılan plastiklerden

yapılan tuğlalar ile duvar ve yol bariyerleri inşa edilmiştir (Resim 28).



Resim 28. Replast Maddesi

(<https://bigumigu.com/haber/okyanustaki-plastik-atiklardan-tugla-uretmek/>).

Kısa vadede mikroplastik / nanoplastik hale gelecek küçük plastik atıklar için üretim, kullanım ve kullanım sonrasında yapılması gerekenlerle ilgili , özellikle eğitim kurumlarından başlayarak, toplumsal bilinç ve davranış oluşturmamız kaçınılmazdır.

KAYNAKÇA

- Açıkgöz, E., & Arcaç, S. (2012). *Ekoloji ve Çevre Bilgisi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayını, 1349.
- Al Naggar, Y., Brinkmann, M., Sayes, C.M., AL-Kahtani, S.N., Dar, S.A., El-Seedi, H.R., Grünwald, B., Giesy, J.P., (2021). Are honey bees at risk from microplastics? *Toxics* 9 (5). <https://doi.org/10.3390/toxics9050109>.
- Al-Jaibachi, R., Cuthbert, R.N., Callaghan, A., (2018). Up and away: ontogenic transference as a pathway for aerial dispersal of microplastics. *Biol. Lett.* 14 (9), 20180479. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0479>.
- Al-Jaibachi, R., Cuthbert, R.N., Callaghan, A., (2019). Examining effects of ontogenic microplastic transference on *Culex* mosquito mortality and adult weight. *Sci. Total Environ.* 651, 871–876. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.236>.
- Alma, A.M., de Groot, G.S., Buteler, M., (2023). Microplastics incorporated by honeybees from food are transferred to honey, wax and larvae. *Environ. Pollut.* 320, 121078 <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121078>.
- Balzani, P., Galeotti, G., Scheggi, S., Masoni, A., Santini, G., Baracchi, D., (2022). Acute and chronic ingestion of polyethylene (PE) microplastics has mild effects on honey bee health and cognition. *Environ. Pollut.* 305, 119318 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35447255/>.
- Balzani, P., Galeotti, G., Scheggi, S., Masoni, A., Santini, G., Baracchi, D., (2022). Acute and chronic ingestion of polyethylene (PE) microplastics has mild effects on honey bee health and cognition. *Environ. Pollut.* 305, 119318.
- Bellout, A., Rezzaz, M. A., & Bryant, C. (2020). Urban Development in the Cities of the Tell Atlas Mountains Region of Northern Algeria: Médéa as a Model. *Journal of Settlements & Spatial Planning*, 11(1).
- Bierema, A., & MILLER, S. (2021). *An Interactive Introduction to Organismal and Molecular Biology*. Michigan State University.
- Brydson, J. A. (1999). *Plastics Materials*. (7th ed.). UK: Elsevier, (Chapter 1). Castells, X. E. & de Gracia, L. J. (2012). *Los plásticos residuales y sus posibilidades de valoración: Reciclaje de residuos industriales*. Spain: Díaz de Santos Editions.
- Buteler, M., Alma, A.M., Stadler, T., Gingold, A.C., Manattini, M.C., Lozada, M., (2022). Acute toxicity of microplastic fibers to honeybees and effects on foraging behavior. *Sci. Total Environ.* 822, 153320 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153320>.
- Chae, Y., An, Y.-J., (2020). Nanoplastic ingestion induces behavioral disorders in terrestrial snails: trophic transfer effects via vascular plants. *Environ. Sci. Nano* 7 (3), 975–983. <https://doi.org/10.1039/C9EN01335K>.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T.S., (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Mar. Pollut. Bull.* 62 (12), 2588–2597. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X11005133>.
- Cook, C. R., & Halden, R. U. (2020). Ecological and health issues of plastic waste. In *Plastic waste and recycling* (pp. 513-527). Academic Press.
- Cook, Rolf U. Halden (2020) .*Plastic Waste and Recycling Environmental Impact, Societal Issues, Prevention, and Solutions 2020*, Pages 513-527.

- Deng, Y., Jiang, X., Zhao, H., Yang, S., Gao, J., Wu, Y., Diao, Q., Hou, C., (2021). Microplastic polystyrene ingestion promotes the susceptibility of honeybee to viral infection. *Environ. Sci. Technol.* 55 (17), 11680–11692. <file:///C:/Users/my/Downloads/acs.est.1c01619.pdf>.
- Diaz-Basantes, M.F., Conesa, J.A., Fullana, A., (2020). Microplastics in honey, beer, milk and refreshments in Ecuador as emerging contaminants. *Sustainability* 12 (14), 5514. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/14/5514>.
- Edo, C., Fern´andez-Alba, A.R., Vejsnæs, F., van der Steen, J.J.M., Fern´andez-Pinas, F., Rosal, R., (2021). Honeybees as active samplers for microplastics. *Sci. Total Environ.* 767, 144481. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33450591/>.
- Gao, L., Xiong, X., Chen, C., Luo, P., Li, J., Gao, X., ... & Li, L. (2023). The male reproductive toxicity after nanoplastics and microplastics exposure: Sperm quality and changes of different cells in testis. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 267, 115618
- Gavas S., Quazi S., Karpiński T.M. (2022). Nanoparticles for Cancer Therapy: Current Progress and Challenges. *Nanoscale Res Lett.* 5;16(1):173. doi: 10.1186/s11671-021-03628-6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8645667/>
- Hu, C., Garcia, M., Nihart, A. J., Liu, R., Yin, L., Adolphi, N. L., ... & Yu, X. (2024). Unveiling the Hidden Threat: Microplastic Presence in Dog and Human Testis and Its Potential Association with Sperm Count. Available at SSRN 4716756.
- Huang, Z., Weng, Y., Shen, Q., Zhao, Y., Jin, Y., (2021). Microplastic: a potential threat to human and animal health by interfering with the intestinal barrier function and changing the intestinal microenvironment. *Sci. Total Environ.* 785, 147365 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33933760/>.
- Ilechukwu, I., Ehigior, B.E., Ben, I.O., Okonkwo, C.J., Olorunfemi, O.S., Modo, U.E., Ilechukwu, C.E., Ohagwa, N.J., (2022). Chronic toxic effects of polystyrene microplastics on reproductive parameters of male rats. *Environ. Anal. Health Toxicol.* 37 (2), e2022015 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653523014054>
- Klein, S., Cabirol, A., Devaud, J.-M., Barron, A.B., Lihoreau, M., (2017). Why bees are so vulnerable to environmental stressors. *Trends Ecol. Evol.* 32 (4), 268–278. <https://psycnet.apa.org/record/2016-21986-002>.
- Kumar, R., Manna, C., Padha, S., Verma, A., Sharma, P., Dhar, A., ... & Bhattacharya, P. (2022). Micro (nano) plastics pollution and human health: How plastics can induce carcinogenesis to humans?. *Chemosphere*, 298, 134267.
- Marfella, R., Prattichizzo, F., Sardu, C., Fulgenzi, G., Graciotti, L., Spadoni, T., ... & Pao-lisso, G. (2024). Microplastics and nanoplastics in atheromas and cardiovascular events. *New England Journal of Medicine*, 390(10), 900-910.
- Millican, J.M., Agarwal, S., (2021). Plastic pollution: a material problem? *Macromolecules* 54(10), 4455–4469. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.macromol.0c02814>.
- Pena-Montez, C., Fernandez-Romero, F., Vázquez-Alcántara, L. (2021). Biological Actions towards the big problems derived from plastic waste accumulation in Mexico. Chapter:8. ISBN: 978-1-7923-2862-6.

- Shanmugam, V., Das, O., Neisiany, R. E., Babu, K., Singh, S., Hedenqvist, M. S., & Ramakrishna, S. (2020). Polymer recycling in additive manufacturing: An opportunity for the circular economy. *Materials Circular Economy*, 2, 1-11.
- Sun, R., Xu, K., Yu, L., Pu, Y., Xiong, F., He, Y., Huang, Q., Tang, M., Chen, M., Yin, L., Zhang, J., Pu, Y., (2021). Preliminary study on impacts of polystyrene microplastics on the hematological system and gene expression in bone marrow cells of mice. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 218, 112296 <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112296>.
- Wang M., Chen S., Cheng S., Nederstigt T.A.P., Poelmann R.E., DeRuiter M.C., Lamers G.M.E., Willemse J.J., Mascitelli C., Vijver M.G., Richardson M.K. (2024). The bi-odistribution of polystyrene nanoparticles administered intravenously in the chicken embryo. *Environ Int.* 188:108723. doi: 10.1016/j.envint.2024.108723.
- Wang, C., Tang, J., Yu, H., Wang, Y., Li, H., Xu, S., Li, G., Zhou, Q., (2022). Microplastic pollution in the soil environment: characteristics, influencing factors, and risks. *Sustainability* 14 (20). <https://doi.org/10.3390/su142013405>.
- Wang, K., Li, J., Zhao, L., Mu, X., Wang, C., Wang, M., Xue, X., Qi, S., Wu, L., (2021). Gut microbiota protects honey bees (*Apis mellifera* L.) against polystyrene microplastics exposure risks. *J. Hazard. Mater.* 402, 123828 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33254809/>.
- Wang, K., Zhu, L., Rao, L., Zhao, L., Wang, Y., Wu, X., Zheng, H., Liao, X., (2022b). Nano-and micro-polystyrene plastics disturb gut microbiota and intestinal immune system in honeybee. *Sci. Total Environ.* 842, 156819 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156819>.
- Weinstein, J.E., Crocker, B.K., Gray, A.D., (2016). From macroplastic to microplastic: degradation of high-density polyethylene, polypropylene, and polystyrene in a salt marsh habitat. *Environ. Toxicol. Chem.* 35 (7), 1632–1640. <https://doi.org/10.1002/etc.3432>.
- Xiong, X., Gao, L., Chen, C., Zhu, K., Luo, P., & Li, L. (2023). The microplastics exposure induce the kidney injury in mice revealed by RNA-seq. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 256, 114821.
- Ziani, K., Ioniț a-Mîndrican, C.-B., Mititelu, M., Neacșu, S.M., Negrei, C., Moroșan, E., Drăganescu, D., Preda, O.-T., (2023). Microplastics: a real global threat for environment and food safety: a state of the art review. *Nutrients* 15 (3). <https://doi.org/10.3390/nu15030617>.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, Soyadı : Mehmet İsmail AĞAR

Eğitim Durumu

Lisans : Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdare Bilimler Fakültesi / İktisat bölümü (1988-1992).

Mesleki Deneyim : Çeşitli Bankalarda yaklaşık 20 yıl mali tahlil , kurumsal pazarlama ve Şube Müdürlüğü görevlerinde bulunuldu. Finansal danışmanlık aktif olarak yapmaktadır.

Yayınlar : Ağar M.İ. (2024).Mikro plastiklerin insan yaşamına etkisi / The impact of microplastics on human life. AVA III Arkeoloji ve Antropoloji Araştırmaları Sempozyumu. Myrina Yayınları Yayın No: 131:12-13.

©2024-Mehmet İsmail AĞAR

