



## Tek Sağlık Kapsamında COVID-19 Pandemisi Plastik Kirliliğine Nasıl Kaynak Oluşturdu? Güncel Araştırmalar ve Bilgi Boşluklarının Belirlenmesi

Büşra SALMAN ÖZDEMİR<sup>1</sup> Yağmur YONTUÇ<sup>2</sup> Nuket SİVRİ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Mozartlaan 248, 2555KP, Lahey/Hollanda

<sup>2</sup>İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34320, Avcılar, İstanbul, Türkiye

Geliş Tarihi: 13.12.2023

Kabul Tarihi: 23.01.2024

Basım Tarihi: 19.01.2024

Atıf yapmak için: Salman Özdemir, B., Yontuç, Y. & Sivri, N. (2024). Tek Sağlık Kapsamında COVID-19 Pandemisi Plastik Kirliliğine Nasıl Kaynak Oluşturdu? Güncel Araştırmalar ve Bilgi Boşluklarının Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 9(1), 32-44. <https://doi.org/10.35229/jaes.1404637>

How to cite: Salman Özdemir, B., Yontuç, Y. & Sivri, N. (2024). How did the COVID-19 Pandemic Cause Plastic Pollution within the Scope of One Health? Recent Research and Identifying Knowledge Gaps. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 9(1), 32-44. <https://doi.org/10.35229/jaes.1404637>

\*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4269-5950>  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0842-9253>  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2832-3302>

**\*Sorumlu yazarın:**

Nuket SİVRİ  
İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa, Mühendislik  
Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34320,  
Avcılar, İstanbul, Türkiye  
✉: [nuket@iuc.edu.tr](mailto:nuket@iuc.edu.tr)

**Öz:** Tek Sağlık, insan, hayvan ve çevre sağlığı arasındaki işbirliğini vurgulayan disiplinler arası bir yaklaşımdır. Birçok ülkenin sağlık politikalarında merkezi bir rol oynamaktadır. Bu kavram, insan, hayvan ve çevre sağlığının birbirine bağlı olduğunu ve iş birliği gerektirdiğini savunan yenilikçi ve bütüncü bir düşüncedir. Bulaşıcı ve zoonotik hastalıklar gibi halk sağlığı sorunlarına karşı kritik bir öneme sahiptir. Yaşanan COVID-19 pandemisi sürecinde, atık yönetimine ve özellikle maskeler, koruyucu ekipmanlar ve tıbbi testler gibi kullanımı artan plastik atıkların insan, hayvan, bitki ve çevre sağlığı üzerindeki etkilerine, Tek Sağlık bakış açısı ile dikkat çekilmiştir. Çünkü bu durum, plastik atık temelli çevre kirliliğini, dolayısıyla ekosistem sağlığına plastiklerin etkisini daha belirgin hale getirmiştir.

Bu çalışma, COVID-19 pandemisi sırasında plastik kirliliği konusundaki çalışmalarını ele alarak, Tek Sağlık perspektifinde ekosistem sağlığı yaklaşımına odaklanmaktadır. Pandemi sonrası ortaya çıkan kirleticilerin çeşitliliği ve çevresel etkileşimler, global çözümler için önerilerle birlikte incelenmiştir. Gelecekteki araştırmaların, bu kirleticilerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltma ve etkili stratejiler geliştirme konusundaki ihtiyaçlarını ele alması ve Tek Sağlık yaklaşımı olası çözümler ulaşılması beklenmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Atık yönetimi, COVID-19 pandemisi, çevresel riskler, plastik kirliliği, tek sağlık.

## How did the COVID-19 Pandemic Cause Plastic Pollution within the Scope of One Health? Recent Research and Identifying Knowledge Gaps

**Abstract:** One Health is an interdisciplinary approach emphasizing collaboration between human, animal, and environmental health, playing a central role in the health policies of many countries. The concept advocates the interconnectedness of human, animal, and environmental health, emphasizing the need for cooperation. It is crucial in addressing public health issues such as infectious and zoonotic diseases. During the COVID-19 pandemic, particular attention has been drawn to waste management, with a focus on the environmental impact of plastic waste. The pandemic has led to a rapid increase in the use of plastic waste, especially in the form of masks, protective equipment, and medical test materials, highlighting the prominence of plastic waste-based environmental pollution. This study examines research on plastic pollution during the COVID-19 pandemic, with a focus on environmental health from the One Health perspective. The diversity of pollutants emerging post-pandemic and their environmental interactions are explored, accompanied by recommendations for global solutions. Future research is expected to address the need to reduce the adverse effects of these pollutants on the environment and develop effective strategies.

**Keywords:** COVID-19 Pandemic, Environmental Risks, One Health, Plastic Pollution, Waste management.

**\*Corresponding author's:**

Nuket SİVRİ  
İstanbul University- Cerrahpaşa, Faculty of  
Engineering, Department of Environmental  
Engineering, 34320, Avcılar, İstanbul, Türkiye  
✉: [nuket@iuc.edu.tr](mailto:nuket@iuc.edu.tr)

## GİRİŞ

“Tek Sağlık” yaklaşımı, insan, hayvan, bitki, gıda ve çevre unsurlarına uyumlu temel sağlık anlayışını oluşturmak için yerel, ulusal, bölgesel ve küresel olarak çalışan farklı disiplinleri içeren çok boyutlu entegre işbirlikçi çabalara dayanmaktadır (One Health High-Level Expert Panel [OHHLEP], 2021). Geleneksel yaklaşımların aksine, insan-canlı ve çevre üçgeninde sürdürülebilir sağlık yönetimi (Şekil 1), günümüzün sağlık sorunlarıyla başa çıkmakta başarılı olacak tek yöntem olarak görülmektedir (Şimşek & Dik, 2020) İnsanı; hayvan, bitki ve ekosistem sağlığından ayırmadan bütüncül bir yaklaşımı benimseyerek çözümün merkezine alabilen bu yaklaşım aynı zamanda Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG'ler)'nin tüm ana başlıklarında başarılı olması için benzersiz fırsatlar sunmaktadır. Her ülkenin; kendine ait ayrıcalıklar sıralaması ve oluşturmasının yanı sıra, küresel olarak dikkate alınması gereken önlemler ve politikaların ne denli önemli olduğu, yaşanan COVID-19 pandemisi ile belirginleşmiştir. Ekosistem sağlığı, Tek Sağlık üçlemesinin ihmal edilmemesi gereken bir bileşendir ve sağlığın en önemli başlıkları olarak hava-su-atık yönetimleri barındırma hükümlerini esas kılar (Rüegg vd., 2018).

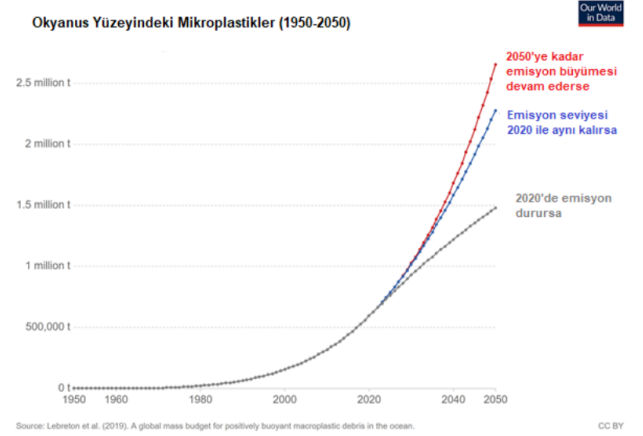


Şekil 1. Tek Sağlık bütüncül yaklaşımını oluşturan ana unsurlar (Sivri, 2022).

Figure 1. The foundational components forming the core of the One Health holistic approach (Sivri, 2022).

Ekosistem sağlığının sürdürülebilirliğinin esası, ekosistemi oluşturan tüm unsurların ve işlevlerin devamlılığı ile mümkündür. Madde döngüsünden, aksiyon-reaksiyon ve koaksiyon ilişkilerine kadar sistemin işleyişi esastır. Ancak ekosistemin tüm öğelerini aynı anda etkileyebilen plastik sorunu, ilk kez 1960'lı yılların sonlarında birçok albatrosun sindirim kanalında plastik maddelerin bulunmasıyla rapor edilmiştir (Kenyon & Kridler, 1969). Yapılan çalışmada, okyanus yüzeyinden en derin okyanus tabanına kadar okyanuslardaki tüm döküntülerin %60 ila %95'inin plastiklerden türetilen enkaz olduğu bulunmuştur (Rhodes, 2018). Etkin bir şekilde yönetilmediği sürece denizel ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından önemli bir sorun teşkil edeceği öngörülen plastiklerin, özellikle deniz

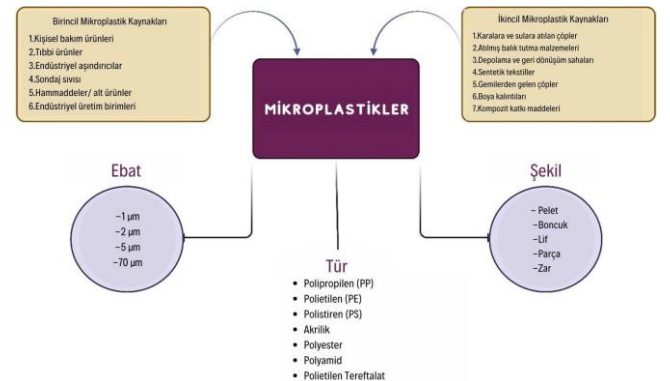
habitatlarında kademeli plastik birikimi ve buna bağlı olumsuz ekolojik ve ekonomik sonuçlar doğurduğu aşikardır (Pothiraj vd., 2023). Dünya Ekonomik Forumu yılda 8 milyon ton plastik atığın deniz sistemine girdiğini tahmin ederken, Ocean Conservancy şu anda 150 milyon ton atık bulunduğunu tahmin etmektedir (Gholamhosseini vd., 2023). Daha büyük, daha ağır döküntüler (partiküller) su kütlelerinin dibine batarken, daha küçük, daha hafif döküntüler (partiküller) ise yüzeyde kalmakta ve besin zincirine dahil olmaktadır (Gokul vd., 2023).



Şekil 2. Okyanustaki mikroplastik miktarı artışı ve gelecek projeksiyonu (Lebreton vd., 2019).

Figure 2. Increase in the amount of microplastic in the ocean and future projections (Lebreton vd., 2019).

Aslında daha etkili olan kirlilik türünün, makro yapıllı plastiklerin bulunduğu çevre koşullarında ve tipik parçalanma süreçleri (mekanik bozulma, UV ışığına maruz kalma) ile mikroplastiklere ikincil kaynaklar aracılığıyla ekosisteme dahil edilmesidir (Eriksen vd., 2023). Sucul ekosistemlere ulaşan mikroplastiklerin çoğu aslında kara kökenli ya da kara kaynaklı kirleticiler sınıfındadır. Genellikle atık su arıtma tesislerinden veya endüstriyel işlemlerden kaynaklanan atıklar olarak kontamine olabilmektedir. Bu iki ana kaynak, ekosistemlerde biriken mikroplastiklerin çoğunluğunu oluşturmaktadır (Şekil 2).



Şekil 3. Mikroplastiklerin kaynakları ve özellikleri (Pothiraj vd., 2023)

Figure 3. Sources and properties of microplastics (Pothiraj et al., 2023)

**Covid Pandemisi ve Atık Yönetimi:** Ekosistem sağlığında Tek Sağlığı tehdit edecek olumsuz etkilerin, daha ziyade atık yönetimi kaynaklı olduğu ve gelişmekte olan ülkelerde belirginleştiği bilinmektedir. Özellikle yaşanan COVID-19 sürecinde, atık yönetimi konusunda özenli davranılmadığı ortadadır, çünkü dünya çapında benzeri görülmemiş plastik atık bolluğunu tetikleyecek nitelikte atık oluşmuştur (Sarkodie & Owusu, 2020). Sürecin yaşandığı 2020-2023 döneminde yemek alışkanlıklarındaki değişim bile, özellikle sipariş odaklı alışverişlerde, daha fazla organik ve inorganik atığın oluşumuna sebep olmuştur. Bu amaçla kullanılan tek kullanımlık poşet, yiyecek paketleme materyalleri, sıcak-soğuk tutan yemek kapları, çatal-kaşık-bıçak setlerine ilave olarak, pandemi döneminde yemek servisi yapanlardan bireysel kullanımlara kadar tercih edilen tek kullanımlık maske-eldiven gibi ürünlerde sayısal artış yaşanmıştır (Khandker vd., 2021). Hatta çoğu ülke stoklarında bulunmayan bazı ürünler kaynaklı krizler yaşamış, hammadde tedarikinde yaşanan aksamalar politik tedirginlik unsuru yaratmıştır (Nguyen, 2022). Buna ilaveten sağlık ekipmanlarındaki yoğun ama bir o kadar da zorunlu kullanımlar (cerrahi maskeler, eldivenler, tıbbi önlükler, yüz siperlikleri, güvenlik gözlükleri, koruyucu önlükler, dezenfektan kapları, plastik ayakkabılar vb) özelinde kullanımdan kaçınılmamış tam tersi en çok tercih edilen ürünler olarak kullanılmıştır. Tüm bu kullanımlar ve sonrası atıklar göz önüne alındığında, pandemi dönemi ve sonrasında, ekosistemlerde gözlenebilecek plastik kirliliğinden kaynaklanan tehlikenin boyutu daha net anlaşılabilir. (Benson vd., 2021).

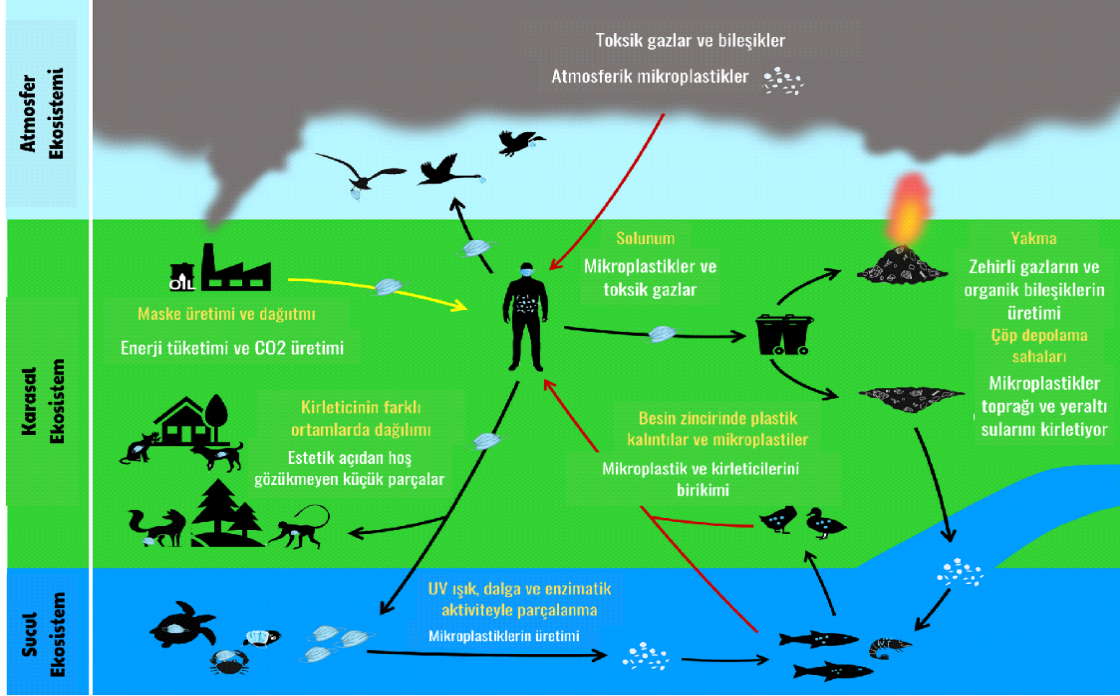
Plastikler yaygındır, dayanıklıdır, uyarlanabilir ve mevcut uygarlığımızın genişleyen taleplerini karşılamak için çok çeşitli uygulamalara dahil edilen korozyona dayanıklı malzemelerdir. Polietilen tereftalat (PET), polivinil klorür (PVC), düşük ve yüksek yoğunluklu polietilen (LDPE, HDPE), polipropilen (PP) ve polistiren (PS) bu uygulamalar için en yaygın olarak kullanılan sentetik plastiklerdir; bu tip bileşiklerden üretilen plastik, dünya plastik üretiminin yaklaşık %90'ını oluşturmaktadır (Pothiraj vd., 2023). Kontrolsüz olarak çevreye atılmış tek kullanımlık eldivenler ve maskeler, dünyanın dört bir yanındaki halka açık yerlerde (ör; parklar, sokaklar) tespit edilebilmektedir (Patrício Silva vd., 2020). Hatta kişisel koruma donanımlarının (KKD) heterojen bileşime ve kontaminasyon riskine sahip olması nedeniyle bu riskin arttığı alanlarda (hastaneler, tıp merkezleri ve toplu taşıma araçları gibi) tehlikeli atık statüsüne uygun bertaraf yönetimi için uygun bir plan gerekmektedir (Summerlin-Long vd., 2021). Ancak COVID-19 pandemisi, atık yönetim sistemleri üzerinde ek baskı oluşturarak yakma ve vahşi depolama gibi uygun olmayan yönetim uygulamalarına da yol açmıştır. Bazı ülkelerde, virüsün geri dönüşüm merkezlerinde yayılmasını

en aza indirmek için geri dönüşüm üniteleri geçici sürelerde askıya alınmıştır (Knight vd., 2021).

**Pandemi Öncesinde ve Sırasında Ortaya Çıkan Kirletici Maddeler:** Pandemi öncesinde (2018), plastiklerin kullanımları ile ilgili sınırlamalar getirilen ülkeler dahil, dünya çapında 359 milyon tona ulaşan plastik atıkların, yaşanan pandemi sürecindeki artışına birçok araştırmada yer verilmiştir (Patrício Silva vd., 2020). Pandemi yönetiminde tek kullanımlık plastik ürünlerinin vazgeçilmez oluşu, atıklarının yönetimini büyük bir çevresel problem haline getirmiştir (Klemeš vd., 2020). Özellikle mikroplastikler (MP < 5mm) yaygın ve kalıcı çevresel kirleticiler olarak pandemi öncesinde de dikkatleri üzerine çekmeyi başarmıştır (Şekil 3) çünkü mevcut çevre koşullarında daha büyük plastikleri parçalayan, mekanik bozulma, UV ışığına maruz kalma gibi tipik parçalanma süreçleri ile hızla ekosisteme kazandırılmaktadır (Pothiraj vd., 2023). COVID-19 pandemisi ile günlük rutinlerde daha sıklıkla kullanılan plastik ürünler, mikroplastik kaynakları olarak hem çevre kirliliğinde baskın olmaya ve hem de organizmaları tehdit eden yoğunluğa ulaşmaya başlamıştır (Parida vd., 2022).

Şekil 4'te, COVID 19 pandemisinde kullanılan yüz maskelerinin, farklı kirleticilere kaynak oluşturduğuna dair yolaklar sunulmaktadır. Bu kirleticilerin, özellikle gıda zincirlerinde birikmesi ile en üst seviyede tüketici olan insanın gıda kaynaklarında MP kirliliğine neden olabildiği bilinmektedir. Ayrıca, atmosferik NP ve MP'lerin, diğer toksik gazlarda olduğu gibi karasal canlılar tarafından solunabilir olması tehdit edici unsurlardan biridir. Özellikle COVID-19 pandemisi, benzeri görülmemiş bir küresel sağlık, çevresel ve ekonomik kriz oluşturmuş, salgınının kapsamı ve hastalığı kontrol altına alma ve enfekte kişileri tedavi etme çabaları, plastiklerin, ilaçların ve dezenfektanların üretiminde ve tüketiminde ve ayrıca bunların çevredeki kalıntılarının modelinde önemli değişikliklere yol açmıştır (Zhao vd., 2023). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) (COVID-19) Gösterge Tablosuna (Coronavirus Dashboard) göre, tespit edilmesinden bugüne kadar (2 Ağustos 2023), 6.953.743 ölüm dahil olmak üzere 768.983.095 doğrulanmış COVID-19 vakası olmuştur. Pandeminin çevresel etkilerine ilişkin ilk raporlar, birçok faaliyetin sınırlandırılması ve durdurulması nedeniyle hava kalitesinde (CO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> ve VOC parametreler başta olmak üzere) genel bir iyileşme kaydetmiştir (Rangel-Alvarado vd., 2022). Bu iyileşmede etkin kullanımda olan kişisel koruyucu ekipman (PPE) (maskeler, eldivenler, önlükler), dezenfektanlar (şişelenmiş el dezenfektanları, biyositler, ev dezenfektanları) ve COVID-19 karşıtı ilaçlara (antibiyotikler, antiviraller, glukokortikoidler, vb.) yönelik küresel talep ise ani bir artışı tetiklemiştir (Mohamed vd., 2022). Çevre ve ekosistem sağlığı dikkate alındığında, hava kalitesinde artış ve gürültü

kirliliğinde azalış adına olumlu etkiler söz konusu iken; atık yönetimi ve su kullanımı başlıklarında global bir zarar belirginleşmiştir (Köklü vd., 2022).



**Şekil 4.** COVID-19 salgını sırasında yüz maskelerinin üretimi ve yaygın kullanımının farklı ekosistemlerde yarattığı tahribat. [Şekilde sarı ok ile temsil edilen, yüz maskesi üretimi ve dağıtımının, enerji tüketen ve CO<sub>2</sub> salan petrol bazlı ham maddeler, benzin, işgücü ve elektrik gerektirdiğini ifade etmektedir. Siyah oklar, yüz maskelerinin, diğer plastik atıklarla birlikte yakılarak veya depolanarak, toprak ve yeraltı su ortamlarında; zararlı gazlar, toksik bileşikler ve mikroplastiklerin (MP'ler) üretimine kaynak oluşturduğuna dair yol haritası verilmiştir. Kırmızı oklarla, dış ortamlara atılan maskelerin, karasal, sucul ve atmosferik ekosistemlerde kolaylıkla mikro ve nanoplastikler oluşturduğu ve dolayısıyla yaban hayatında boğulma, düğümlenme ve yutma yoluyla yaralanma, ekotoksikolojik etkiler ve hatta ölüme neden olabildiği tanımlanmıştır (Şekil Wang, 2023'ten uyarlanmıştır)].

**Figure 4.** The destruction in different ecosystems caused by the production and widespread use of face masks during the COVID-19 pandemic. [The diagram represents with yellow arrows that the production and distribution of face masks involve energy-consuming and CO<sub>2</sub>-emitting processes using petroleum-based raw materials, gasoline, labor, and electricity. Black arrows indicate that the disposal of used face masks, along with other plastic waste, through incineration or landfilling, contributes to the generation of harmful gases, toxic compounds, and microplastics (MPs) in soil and groundwater environments. Red arrows illustrate that discarded masks in outdoor environments easily lead to the formation of micro and nanoplastics in terrestrial, aquatic, and atmospheric ecosystems. Consequently, this poses risks to wildlife, causing injuries such as suffocation, entanglement, ingestion, ecotoxicological effects, and even death (Adapted from Wang, 2023)].

COVID-19 vakaların ilk kez bildirilmesinin üzerinden 3 yıldan fazla bir süre geçmesine rağmen, COVID-19 salgını akut küresel acil duruma devam etmektedir (World Health Organization, 2023). Tüm göstergeler, zaman içinde ve en iyi senaryoda, COVID'in grip gibi tekrarlayan mevsimsel bir solunum yolu hastalığı haline geleceği yönündedir (Murray & Piot, 2021). Bu nedenle, kirletici örüntüsündeki değişiklikler ve pandemiyle ilgili yeni ortaya çıkan kirleticilerin varlığı, başlangıçta düşünüldüğünden çok daha kalıcı hatta Long-COVID ismine uyumlu olarak uzun etkili ve hasarlı hale gelebilecektir. Yapılan çalışmalarda, kirliliğin boyutları artmakta hatta "Yeni ortaya çıkan kirletici" terimine dahil olan bileşiklerden bahsedilmektedir. "Yeni ortaya çıkan kirletici" terimine en uygun ve güncel tanıma göre (Hodgson vd., 2001) "yeni ortaya çıkan kirleticiler, çevrede yaygın olarak izlenmeyen ancak çevreye girme ve

bilinen veya şüphelenilen olumsuz ekolojik ve/veya insan sağlığı etkilerine neden olma potansiyeline sahip sentetik veya doğal olarak oluşan kimyasallar veya herhangi bir mikroorganizmalar" olarak ifade edilmektedir. Bu tanım makro-meso ve mikroplastikler, farmasötikler, dezenfektanlar, virüsler, genetik materyaller ve COVID-19 sırasında önlenmesi ve tedavisi nedeniyle ortaya çıkan tüm ürünleri kapsayacak uzun bir liste olarak düşünülmektedir (Picó ve Barceló, 2023). Aslında bu tip ürünler, günümüzün sorunu olarak değerlendirilmelidir, çünkü önümüzdeki yıllarda ekosistem unsurlarındaki hasarları daha kalıcı olabilir düşüncesi hakimdir. Örneğin, naproksen, ketoprofen, vb. ve pestisitler, örneğin klopıralid, pikloram, vb. gibi asidik farmasötiklerin, akut ve kronik etkileri henüz araştırılmadığı için, mikroorganizmaların olası metabolik tepkileri göz ardı edilmemelidir. Özellikle güncel çalışmalarda ve WHO



gündeminde tehdit edici unsurların başında gelen antimikrobiyal direnç sorununun, 2050 yılına kadar yılda 10 milyon insanı öldürebileceği ve 28 milyon insanı yoksulluğa itebileceği öngörülmektedir (Taheran vd., 2018).

Tüm bu etkenler ve bilgiler dikkate alındığında, COVID-19 salgını ile var olan ancak giderek artan plastik kirleticilerle, yeni ama tehlikeli kirleticilerin, Tek Sağlık yaklaşımında ana unsur olan ekosistem sağlığı başlığında, çevrede görülme sıklığını, farklı çevresel kompartmanlarda yayılma/birikme durumunu ve çevre sağlığı üzerindeki potansiyel etkilerine ait çalışmanın eksikliği hissedilmiştir. Özellikle Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'nın 14 numaralı başlığı olan "Suda Yaşam" gereği, sucul ekosistemlerdeki organizmalar üzerindeki potansiyel etkilerine odaklanılarak, mevcut kirleticilerin toksikolojik etkileri hakkındaki durumu birçok araştırmacı tarafından önemli bir başlık olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın amacı; eksikliği hissedilen çalışmalara ilaveten, COVID-19 pandemisi ardından ortaya çıkan kirleticilerdeki çeşitliliğin, flora ve fauna üzerindeki etkileşimleri, global sorunun çözümlenmesinde hedeflenmesi gereken çalışmalara dair önerilerin sunulmasıdır. Bu kirleticilerin çevre üzerindeki potansiyel olumsuz etkilerini hafifletmek ve etkili yaklaşımlar geliştirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğundan, gelecekteki yönelimler hakkında fikirler tartışılmıştır.

#### **Covid-19 Sürecinde Türkiye'de Plastik Sorunu:**

İnsan kaynaklı atıklar nedenli kara ve deniz kirliliği gün geçtikçe artan global bir sorun olmaya devam etmektedir. Zararlı bileşiklerin her trofik seviyede ve farklı oranlarda birikimi, habitatların bu bileşikler kaynaklı kaybı, dolayısıyla tür yoğunluğu ve sayısında azalmalar gibi etkenler ekosistemlerin canlı öğelerinde risk oluşturmaktadır (Pothiraj vd., 2023). İnsanların plastik atıklarını işleme tabi tutmadan farklı ortamlara bırakması, karalarda olduğu kadar iç sular ve deniz sularının, nehir ve deniz yataklarının, sahil ve kıyı şeritlerinin önemli ölçüde kirlenmesine neden olmaktadır (Venkatramanan vd., 2022). Plastik veya mikroplastik kirliliğinin yarattığı risklerin etkileri halen belirsiz olsa da çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkileri yaygın olarak rapor edilmiştir (Nanda vd., 2022). Bu sorunun kökeninde, hem sağlık alanında hem de bireysel kullanımda farklı ürün tercihlerine bağlı olarak gün geçtikçe artan plastik konsantrasyonu, gündemini mikro ve nano parçacıkların biyoçeşitliliği tehdit etme aşamasına getirmiştir. Kıyı bölgelerinde, gelgit kuvvetlerinin ve yoğunluk gradyanlarının birleşik etkisi, antropojenik kirleticilerin kalma süresini etkileyerek bunların çevrede uzun süre kalmasına yol açmaktadır. Hem antropojenik (insan

faaliyetlerinden kaynaklanan) hem de jeojenik (çevrede doğal olarak meydana gelen) süreçler, deniz ekosisteminde mikroplastiklerin (MP'ler) birikmesine önemli ölçüde katkıda bulunur. Dolayısıyla kıyı organizmalarının ve benzer şekilde insan popülasyonlarının sağlığı üzerinde zararlı etkilere neden olabilir (Chen vd., 2022).

Türkiye'de plastikler ve plastik kirliliği, özellikle son 20 yıldır çalışmaların merkezine alınan ve daha ziyade sucul ekosistemlerde olası zararlarının değerlendirildiği konu başlığıdır. Kıyusal ve denizel alanlarda yapılan çalışmalardan Akdeniz özelinde, deniz yüzeyinde bulunan plastik atığın 23,150 ton olduğu vurgulanmıştır (Our World in Data, 2013). Bu atıkların farklı etkenlerle parçalanarak mikro kirleticilere (özellikle mikroplastikler) dönüşme potansiyeli dikkate alındığında, sucul ekosistemlerde oluşturacağı hasar belirgindir. Marmara Denizi özelinde yapılan bir çalışmada; Marmara Denizi deniz dibi çökeltisinde ortalama  $1957,37 \pm 4079,96$  MP parçacık/kg olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde plajlarda yapılan çalışmalarda, ki çoğunlukla makro ve mezoplastik kirlilik üzerine yürütülmektedir, oldukça yaygın bir bulgu olarak polietilen türleri ve katkı maddeleri baskın polimer yapılar olarak tespit edilmiştir (Akarsu vd., 2022). Türkiye denizlerinde yapılan çalışmalarda, gün geçtikçe artan MP konsantrasyonu artık dikkat çekici bir boyuta ulaşmıştır.

COVID-19 döneminde, hijyen endişeleri ve paketli gıda talepleri daha da artmıştır. Birçok ülkede, COVID-19'un yayılmasını önlemek amacıyla tek kullanımlık ürünlerin tercih edilmesi, mevcut plastik kirlilik sorununu daha da ağırlaştırırken, mağazalar ve süpermarketler, bulaşmayı önlemek için taze gıda, sebze ve meyveleri plastik kaplar ve ambalajlarla sunmaya yönelmiştir (Benson vd., 2021, Patrício Silva vd., 2020). Pandemi öncesinde plastik poşet kullanımını azaltmak için uygulanan ücretli plastik poşet politikalarına rağmen, COVID-19 nedeniyle, marketlerde paketli ürünler ve alışveriş sırasında kullanılan tek kullanımlık eldivenlerle birlikte plastik kirliliği yeniden artış göstermiştir (Akay vd., 2022).

Bu tehdidin bir sorun haline dönüşmesinin engellenmesi adına, Türkiye'de çevre dostu bir yaklaşımı teşvik etmeyi amaçlayan Sıfır Atık Yönetmeliği (URL 1) ile önemli bir adım atılmıştır. Resmi Gazete'de 2019 yılında yayımlanan ve atık yönetiminde sürdürülebilirliği hedefleyen bu yaklaşım oldukça başarılı olmuştur. Ancak 2020 tarihindeki pandemi bu gelişmeyi maalesef sınırlandırmıştır. Sıfır Atık Yönetmeliği'nde renklendirilen atıkların yine renklendirilmiş taşıma kaplarında (konteynerlerde) toplanması esası, okul, AVM, sağlık kuruluşları gibi ortak yaşam alanlarında konuşlandırılmış ancak toplumsal ivmeyi sağlayacak düzeye henüz ulaşamamıştır (Güllü, 2022). Ayrıca Türkiye'nin plastik

atık yönetimi değerlendirilmesi yapıldığında, yönetilemeyen plastik atık miktarı özelinde 2010 yılı verileri ile dünya genelinde 14. sırada olduğu görülmektedir (Jambeck vd., 2015). Maskeler çevreye atılıp ve düzgün yönetilmediğinde, daha küçük boyutlara indirgenebilirler ve bu parçacıklar halihazırda var olan plastik kirlilik problemlerini şiddetlendirme eğiliminde olan parçacıklar haline dönüşür (Benson vd., 2021). Ve ortamdaki maskeler kısa sürede önce makroplastik kirlilik ve ardından kirlilik riski daha yüksek olan mikroplastik kirliliği oluşturabilir. Bu kirleticilerin su ortamına dahil edilmesi, biyota için ekotoksikolojik tehditler oluşturabilir. Çalışmaların büyük çoğunluğu, yüz maskelerinin ve aşınmasının yarattığı çevresel ve sağlık tehlikeleriyle ilişkili çoklu değişkenleri incelemeye odaklanmıştır. Çalışmalar sadece maske ile sınırlı kalmayıp, eldiven, ıslak mendil gibi diğer kişisel koruyucu ekipman türleri göz ardı edilmemelidir (De-la-Torre vd., 2022).

#### **Atıkların Güvenilir Bertarafı ve Tek Sağlık**

**İlişkisi:** Çevredeki mikroplastikler ve yeni ortaya çıkan diğer kirleticilerin varlığı ve ekosistemin tüm unsurları üzerine etkileri hakkında bilgi boşlukları endişe verici konumdur. Çünkü doğası ve kimyasal bileşimi tam olarak bilinmeyen farklı kirleticilerin varlığı ve davranışları kadar farklı meteorolojik durumlarda bulunduğu alandan çok uzak alanlara sürüklenebilme özelliği ile ekosistemde tehdit oluşturmaktadır. Bu kirleticilerin farklı çevresel koşullara maruz kalmaları, davranışları üzerinde karmaşık etkileşimlere neden olabilmekte, halk sağlığı adına “vektör” görevi üstlenebilmektedirler.

Pandemi sürecinde kullanılan kişisel koruyucu ekipmanların (KKE'lar), sucul ortama mikro/nanoplastik, yapay nanopartiküller, metabolitler ve dönüşüm ürünleri salınım potansiyeli, bu kirleticilerin su ortamlarındaki etkileri ve davranışları hakkında bilgilerin sınırlılığı, çevre kirliliği ile mücadele etmek, çevresel etkileri önlemek ve çevre dostu politikalar geliştirmek için daha fazla araştırma, inceleme ve bilimsel çalışma yapılmasını gerekli kılmaktadır. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, yüzey sularındaki KKE'ların, virüs, fekal bakteriler ve metallerin muson (ıslak) ve muson öncesi (kuru) mevsimlerdeki birlikteliğini tespit etmiştir. Bölgeye özgü yoğunlaşan yağış rejiminde, muson öncesi dönemde konsantrasyonun, muson dönemine göre çok daha yüksek olduğunu göstermiştir (Kumar vd., 2022). Bu durum, arıtılmamış şehir suyunda meteorolojik koşullar, mevsimsel yağışların etkisini vurgulanmak adına önemli bir bulgudur. Zira halen Hindistan, Brezilya ve Çin de dahil olmak üzere dünyanın birçok ülkesinde, tıbbi atıklar olması gereken şartlara uygun olarak arıtılmamaktadır (Kutralam-Muniasamy & Shrutti, 2022). Tıbbi atıkları hala düzenli depolama

sahalarında veya açık çöplüklerde bertaraf etme yöntemi tercih edilmektedir. Düzenli depolama alanları, mikroplastikler ve sera gazları ile hava kirliliğine katkıda bulunacak düzeyde partikül madde ve ayrıca yoğun yağış zamanlarında, bu yapıları bozabilen ve tehlikeli kimyasallarla birlikte mikro ve nanofliferi serbest bırakabilen sızıntı suları ile ekosisteme dahil olmaktadır (Patrício Silva vd., 2020). Alınacak sonuçlarla, bilimsel topluluk, yönetici ve karar vericilerin çevresel kirliliğe yönelik potansiyel tehditler karşısında değerlendirme yapması ve sorunu anlamak ve ele almak için sürekli bir çaba içinde olması açısından önemlidir.

Bir diğer olası endişe alanı, COVID-19 ile ilgili bu kirleticilerin farklı çevresel kompartmanlarda ve ekosistemlerde dağılımı, taşınması ve akıbeti ile ilgilidir. Toprak, kirleticilerin gözenekli ortamdaki ayrılmış toprak parçacıklarına adsorbe olduğu ve bunlarla birlikte göç ettiği yapıdır. Aynı zamanda SARS- COV-2'nin insanlara olası bir bulaşma yoludur, çünkü katı yüzeylerde viral yapıların uzun süre hayatta kaldıkları bilinmektedir (Parveen vd., 2022). Toprak ekosistem unsurlarını barındıran özellikleri ile mikroplastik ve mikroorganizma rezervuarı haline gelebilir. Bu durum, çamurların organik katkı maddesi olarak kullanılması, kontamine suyla sulama yapılması veya farmasötik atıkların yanlış şekilde bertaraf edilmesi gibi çeşitli nedenlerden kaynaklanabilir. Bu kirleticiler toprağa karıştıktan sonra daha toksik ürünlere ayrışabilir veya toprak mikrobiyal topluluklarını değiştirmek, besin döngüsünü bozmak ve toprak verimliliğini azaltmak gibi çeşitli olumsuz etkilere sahip olmaya devam edebilir. Kirlenme ayrıca, kirlenmiş toprakta yetiştirilen ürünlerde ilaç birikimine yol açabilir, bu da daha sonra gıda zincirine girebilir ve potansiyel olarak insan sağlığı için risk oluşturabilir (Zhao vd., 2023). Toprak ortamlarına (yüzey toprağı ve yeraltı suyu dahil) salındıktan sonra virüs ve farmasötiklerin akıbetini gözden geçirmiş ve çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerin karmaşıklığının akıbetlerini tahmin etmeyi zorlaştırdığı sonucuna varmıştır. Topraktaki kirleticilerin akıbeti hakkında sadece kontrollü koşullar altında yapılacak daha fazla çalışma daha iyi bir anlayış sağlayacaktır.

Marmara, Karadeniz ve Ege Denizi'nde yaşayan Akdeniz midyelerinin (*Mytilus galloprovincialis*) içerdiği mikroplastik miktarının ve polimer türlerinin değerlendirmesini yapmak üzere Eylül 2019 -Mart 2020 yılları arasında Türk karasularında 23 farklı noktadan alınan toplam 342 adet midyenin incelendiği çalışmada, şekilsel olarak %67,6 parçacık, %28,4 lif ve %4,05 filmlerden oluşan toplam 222 mikroplastik tespit edilmiştir. Bu polimerlerin ağırlıklı olarak %32,9 PET, %28,4 PP ve %18,4 PE olmakla birlikte 12 farklı türde olduğu belirlenmiştir. Çalışmada Türkiye'de tüketilen

midye miktarı ortalamasına göre bir insanın yıllık maruziyetinin 1918 parçacık olduğunu hesaplanmıştır (Kenan & Teksoy, 2022)

Tablo 1 incelendiğinde, çok farklı canlı gruplarının, COVID-19 korunma unsurlarından olan yüz maskelerinin farklı ortamlarda ortaya çıkışı ve yaban hayatı üzerindeki olumsuz fizyolojik ve ekotoksikolojik etkileri üzerine çalışmaları içermektedir. Benzer şekilde, Sun vd., (2021), kopepodların (kabuklular) polipropilen yüz maskesinden salınan mikroplastikleri yutarak doğurganlıklarında önemli bir düşüşe neden olduğunu göstermiştir. Bu durum ekosistemler üzerinde uzun vadeli bir domino etkisi yaratabilir. COVID-19 ile ilgili kirleticiler hakkında net olan bir şey varsa o da birçok yönünün henüz bilinmediğidir.

Düzenli depolama sahalarında uygunsuz bertaraf durumunda, sadece hükümetler değil tüketiciler de uygun bertaraf ihtiyacı konusunda farkındalık yaratmaya çağrılmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler için daha iyi araçların sağlanması ve halkın bilinçlendirilmesi, sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle ilişkilendirilebilecek en iyi çözümlerdir. Ne virüsler ne de yeni ortaya çıkan kirleticiler geleneksel atık su arıtma tesislerinde tam olarak bertaraf edilememektedir, çünkü bu tesisler başlangıçta bunun için tasarlanmamıştır (Siddiqua vd., 2022). Ancak bu noktada belirtilmesi gereken en önemli unsur, çözüme ulaşma aşamasında sadece insan sağlığı veya ekosistem sağlığı açısından değil bütüncül Tek Sağlık yaklaşımı ile olayın tamamına odaklanma gerekliliğidir.

COVID-19 ile ilgili kirleticilerin giderimini iyileştirmek için önerilen nihai teknolojiler elektrokimyasal oksidasyon ve membran prosesleridir (Picó & Barceló, 2023). Ancak, bu teknolojilerin uygulanması henüz çok uzaktır ve daha fazla çalışma gerektirmektedir. Bu zorlukta, kesinlikle bilinmeyen birkaç husus da vardır. Bunlardan biri, arıtma çamurunda tutulan yeni kirleticilerin, mikroplastiklerin ve virüs RNA'sının yüzdesidir. Bazı durumlarda, arıtmaların kirleticileri sudan uzaklaştırdığı ancak yukarıda da belirtildiği gibi organik değişiklik şeklinde çevreye geri dönen çamurda tutunduğu bilinmektedir (Ammendolia vd., 2021). Geriye kalan temel zorluk, katı atıkların daha iyi bertaraf edilmesi ve atık suyun daha iyi arıtılması yoluyla bu kirleticilerin çevreye salınımının azaltılmasıdır. Bu, daha çevreci ve sürdürülebilir atık su arıtımı sağlayan yeni teknolojilerin araştırılması, kalite güvence araçlarının geliştirilmesi ve ilgili konuların ve endişelerin sağlam bir şekilde anlaşılması için küresel işbirliğinin uygulanması yoluyla başarılabilir. İlerlemek, bilgimizi genişletmek ve bilgi boşluklarını doldurmak için en etkili araçlardan biri, bütüncül yaklaşımla çevresel keşif çalışmalarına odaklanmak olmalıdır.

**Tablo 1.** COVID-19 pandemisi sürecinde tespit edilen mikroplastiklerin ve yeni ortaya çıkan/endişe verici kirleticilerin farklı organizmalar üzerindeki toksik etkileri (Picó & Barceló, 2023'ten uyarlanmıştır).

**Table 1.** Toxic effects of microplastics and emerging pollutants identified during COVID-19 on different organisms (adapted from Picó & Barceló, 2023).

Organizma türü/ Hücresel özelliği	Ortaya çıkan kirletici	Toksik etki
<i>Somatik Hücreler</i>	Mikroplastikler	Genotoksikite (oksidatif stres, enflamasyon ve DNA onarımının bozulması)
<i>İnsan</i>	Mikroplastikler	Genotoksikite (oksidatif stres, enflamasyon ve DNA onarımının bozulması)
<i>Bakteriler</i>	Deksametazon	Bakteriyel artış süresinin arttırılması
	Antimikrobiyal ilaçlar	Potansiyel antimikrobiyal direnç, Büyüme inhibisyonu
	Dezenfektanlar	Patojenik mikroorganizmaların çoğalması ve patojenitesi, ilaç direncinin gelişmesi ve yayılması
<i>Yosun</i>	Deksametazon	↓↓ veya ↑↑büyüme ve klorofil-a içeriği
<i>Deniz anemonu</i>	Mikroplastikler	Bağırsak metabolizması ve bağırsak mikrobiyotasında değişiklik ↑↑inflamasyon.
<i>Kabuklular</i>	Mikroplastikler	↓↓ beslenme aktivitesi, ↓↓büyüme ve üreme ↓↓ gıda alımı, ↓↓vücut kütlesi ve metabolizma hızı, ↑↑yetişkin ölüm oranı, ↑↑Ölüm (PE) Olumsuz embriyonik gelişim Hayatta kalma ve bakteriyel enfeksiyon üzerinde etkisi yok (PS) Fizyolojik deformasyonlar
<i>Kabuklular</i>	Deksametazon	↑↑ölüm, ↓↓ üreme, ↓↓ popülasyon artışı

## TARTIŞMA

COVID-19 salgınının Türkiye dahil dünya genelindeki etkisi, pek çok alanda önemli değişikliklere yol açmıştır. Bu değişikliklerden biri de plastik kullanımındaki artıştır. Salgın nedeniyle, bireyler ve işletmeler hijyen ve enfeksiyon riskini azaltmak amacıyla daha fazla tek kullanımlık plastik ürünlerine yönelmiştir. Ancak, bu artışın çevresel, ekonomik ve sağlık açılarından bazı tartışmalı sonuçları vardır. Aşırı plastik üretimi ve atık oluşumunun küresel bir plastik kirliliği krizine yol açtığı artık yadsınamaz bir gerçektir. COVID-19 salgını plastik kullanımında bir artışa neden olmuş olsa da, bu artışın çevresel etkileri ciddi bir endişe kaynağıdır. Bazı araştırmacılar plastik kirliliğiyle mücadelenin diğer küresel çevresel tehditlerden (biyoçeşitlilik kaybı ve/veya iklim değişikliği) dikkati dağıttığını savunmuş olsa da (Stafford & Jones, 2019), çalışmalar artık tüm plastik yaşam döngüsünün iklim değişikliğine, biyoçeşitlilik kaybına yol açtığını ve gezegensel sınırların güvenli çalışma alanının dışında olduğunu kesin bir şekilde ortaya koyduğu için (Avery-Gomm vd., 2019; Walker & McKay, 2021) bu asılsız argümanlar çürütülmüştür (Persson vd., 2022). Dolayısıyla, plastiğin yanlış yönetimi küresel toplumun plastik üretimini, plastik atıkları ve plastik kirliliğini sürdürülebilir bir şekilde yönetme kabiliyetini tehdit etmektedir (Walker & Fequet, 2023).

Tek kullanımlık plastik ürünlerin üretimi ve atılması, deniz ve kara ekosistemlerine ciddi zararlar verebilen büyük miktarda plastik atığının oluşmasına yol açmaktadır (Chen vd., 2021). Bu durum, biyoçeşitliliğin azalması, ekosistem bozulması ve su kaynaklarının kirlenmesi gibi olumsuz sonuçlara neden olabilir. Dolayısıyla, plastik kullanımındaki bu artışın çevresel

sürdürülebilirlik açısından ciddi bir tehdit oluşturduğu söylenebilir. Olumsuz etkileri arasında kimyasal toksisite, sindirim sorunları, mikrobiyal gelişim için bir yol sağlayarak organizma sağlığının tehlikeye girmesi yani ekosistemlerin bozulması ve hatta ekonomik hizmetlerin azalması sayılabilir (Impellitteri vd., 2022; Impellitteri vd., 2023). Özellikle toksik bileşiklerin mikroplastiklerin yutulması yoluyla biyotaya aktarılması endişe verici olduğundan, bu kirletici maddelerin yenilebilir deniz organizmalarından insanlara aktarımıyla ilişkili potansiyel tehlikeler, ek niceliksel araştırmalar gerektirir. Toplum mikroplastiklerin etkisiz etkilerine karşı duyarlı hale getirmek çok önemlidir ve plastik kullanımını ve tüketimini azaltmayı amaçlayan yeniliklere ilham verebilir. Ekosisteme girişlerini en aza indirmek için plastik parçacıkları toplayıp yeniden kullanmak, ayrıca alternatif malzemeleri araştırırken plastik üretimine son vermek etkili stratejilerdir.

Ekonomik açıdan bakıldığında, plastik kullanımındaki artışın uzun vadede maliyetli olabileceği bir gerçektir. Tek kullanımlık plastik ürünlerin üretimi ve satışı, kısa vadeli kazanç sağlayabilirken, plastik kirliliği ile mücadele ve atık yönetimi gibi sorunlar nedeniyle uzun vadede ekonomik yükü artırabilir. Ayrıca, alternatif sürdürülebilir malzemelerin geliştirilmesi ve kullanılması konusunda yatırım yapmak, gelecekteki ekonomik büyüme ve rekabetçilik açısından daha avantajlı olabilir. Plastik kullanımındaki artışın sağlık üzerindeki etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır. COVID-19 salgını sırasında, plastik ürünler hijyen amacıyla daha sık tercih edilmiştir. Ancak, bu ürünlerin bazıları sağlık açısından tehlikeli kimyasallar içerebilmektedir ve bu kimyasalların uzun vadeli sağlık etkileri hakkında henüz yeterli bilgi bulunmamaktadır. Bu nedenle, plastik ürünlerin sağlık üzerindeki etkileri konusunda daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

COVID-19 salgınının etkisiyle plastik kullanımındaki artış, Türkiye gibi birçok ülke için çevresel sorunları daha da karmaşık hale getirmiştir. Bu dönemde plastik azaltımı konusundaki çabaların eksik kaldığı açıkça görülmektedir. Ancak, çevre mühendisliği perspektifinden bakıldığında, plastik azaltımı için atılması gereken adımlar belirginleşmektedir.

Birincil olarak, plastik kullanımının azaltılması ve sürdürülebilir malzemelerin teşvik edilmesi için daha kapsamlı yasal düzenlemelere ihtiyaç vardır. Türkiye'nin plastik ürünlerin üretimi, dağıtımı ve kullanımını denetleyen katı bir yasal çerçeveye sahip olması gerekmektedir. Bu yasa ve yönetmelikler, tek kullanımlık

plastiklerin yasaklanması veya sınırlanması, sürdürülebilir ambalajlama seçeneklerinin teşvik edilmesi gibi önlemleri içermelidir. Ayrıca, atık yönetimi ve geri dönüşüm konusundaki yasaların güçlendirilmesi, plastik atıkların etkili bir şekilde yönetilmesini sağlayabilir.

İkincil olarak, halkın bilinçlendirilmesi ve eğitilmesi büyük önem taşımaktadır. Toplumun, plastik kullanımının çevresel etkileri konusunda daha fazla bilinçlenmesi ve alternatif sürdürülebilir ürünlerin tercih edilmesi için eğitim programları ve kampanyalar düzenlenmelidir. Bu tür programlar, bireylerin plastik kullanımının azaltılmasının neden ve nasıl önemli olduğunu anlamalarına yardımcı olabilir.

Üçüncül olarak, geri dönüşüm altyapısının geliştirilmesi ve güçlendirilmesi gerekmektedir. Türkiye'de plastik atıkların geri dönüşüm oranı hala düşük seviyelerdedir. Bu sorunu çözmek için, atık ayrıştırma tesislerinin modernize edilmesi, geri dönüşüm tesislerinin yaygınlaştırılması ve atık toplama sistemlerinin etkinleştirilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda, işletmelerin sürdürülebilir ambalajlama ve ürün tasarımı konusunda daha fazla sorumluluk alması teşvik edilmelidir.

Türkiye'de atık plastiklerin yoğunluğu ve çeşitleri hakkında yapılan araştırmaların yanı sıra özellikle bu kirleticilerin ekosistem ve biyoçeşitlilik üzerindeki etkilerini anlamak, potansiyel olumsuz etkilerini hafifletmek ve etkili yaklaşımlar geliştirmek için daha fazla çalışma yürütülmelidir. Bu amaçla yapılabilecekler aşağıda sıralanmıştır;

- **Çok Disiplinli Araştırma Merkezlerinin Kurulması:** Özel veya kamu kaynaklarından finansal destekler sağlanarak veya bünyelerinde araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) merkezleri kurularak, projeler teşvik edilmelidir. Bu merkezler, çevre bilimleri, malzeme bilimi, ekoloji ve mühendislik gibi farklı disiplinlerden araştırmacıları bir araya getirerek plastik malzemelerin geliştirilmesi, geri dönüşüm teknolojileri, sürdürülebilir plastik alternatifleri gibi konular üzerine kapsamlı ve entegre çözümler geliştirebilir. Türkiye'deki araştırmacıların ulusal ve uluslararası düzeyde işbirliklerini teşvik etmek önemlidir. Bu, farklı ülkelerdeki araştırmacılarla bilgi paylaşımını ve ortak projeleri mümkün kılarak plastik konusunda daha geniş bir perspektif sunar.
- **Üniversitelerde Lisansüstü Programların Oluşturulması:** Plastik atıklar ve Tek Sağlık özelinde tasarlanmış yüksek lisans ve doktora programları oluşturulabilir. Bu programlar, öğrencilere plastik atık yönetimi, geri dönüşüm



teknolojileri, çevresel etki değerlendirmesi, Tek Sağlık unsurlarına etkileri gibi konularda uzmanlaşma fırsatı sunar.

- **Tek Sağlık Perspektifi ile Farklı Disiplinlerde Çözüm Odaklı Eğitim ve Araştırma Modüllerinin Oluşturulması:** Plastik atıkların ekosistem ve biyoçeşitlilik üzerindeki etkilerini anlamak için özel olarak "Tek Sağlık" anlayışını içeren eğitim-araştırma modülleri geliştirilmelidir. Modüller, aşağıdaki unsurları içermelidir:

**Çok Disiplinli Yaklaşımların İncelenmesi:**

Plastik atıkların biyomedikal, çevresel ve veteriner alanlarındaki etkilerini anlamak için çok disiplinli yaklaşımları içermelidir. Bu alanlardaki uzmanlık alanlarının bütünleştirme ve birbiriyle etkileşimini anlama fırsatı sunulmalıdır. En başarılı örneklemelerden birisi, farklı disiplinlerden alınacak araştırma sonuçları ile etkin politika ve hukuki çözümleri incelemek üzere, mevcut yasal düzenlemelerin etkinliğini değerlendirmek ve daha etkili düzenlemeler önermek amacıyla yürütülecek çalışmalar olabilir.

**Hastalık Yayılımı (vektör) ve Biyoçeşitlilik Üzerindeki Etkilerin İncelenmesi:**

Plastik atıkların ekosistemdeki yayılımını ve biyoçeşitlilik üzerindeki olası etkilerini anlamak adına bu konularda uzmanlaşmış ders ve araştırma içerikleri sunulmalıdır. Aynı zamanda, laboratuvar çalışmaları ve saha araştırmalarına yönelik alt yapı zenginleştirilmelidir.

**Tek Sağlık Politikaları, Ekonomik ve Toplumsal Etkileşim:**

Sağlık ve çevresel etkileri yönetmeye yönelik etkili politika ve ekonomik istikrar oluşturma süreçlerini anlamak için oluşturulacak stratejiler, karar vericilere yönelik atıkların oluşturulması konusunda içerikler sunulmalıdır.

Bu öneriler, araştırma ve eğitim odaklı çözümleri bütünlüycü bakış açısı ile sunan Tek Sağlık perspektifini güçlendirecektir.

- **İnovasyon ve Teknoloji Alanında Yatırımların Yapılması:** Plastik atık yönetimi süreçlerini izlemek ve denetlemek için teknoloji tabanlı sistemler geliştirilebilir. Plastik atık depolama alanlarına entegre edilecek akıllı sensörler aracılığıyla, atık miktarları ve türleri gerçek zamanlı olarak izlenebilir. Bu, atık yöneticilerine hızlı bir şekilde müdahale etme ve acil durumlara anında tepki verme imkanı sağlar. Mobil uygulamalar veya web tabanlı araçlar aracılığıyla, toplum üyeleri ve atık üreticileri, plastik atık yönetimi süreçlerini daha yakından takip edebilirler. Ayrıca, bu uygulamalar, atık bilincini artırmak ve doğru atık ayrıştırma konusunda

rehberlik sağlamak için eğitim materyallerini içerebilir. Plastik atık yönetim süreçlerini şeffaflaştırmak ve izlenebilirliği artırmak için blockchain teknolojisi kullanılabilir. Bu sayede atıkların kaynağından nihai işleme kadar olan her adım güvenli bir şekilde kaydedilebilir. Türkiye'deki veriler dünya çapında ülkelere kıyasla oldukça az ve yetersizdir. Bu verileri kontrol edebilmek amacıyla, araştırmacıların verilerini kapsayan geniş bir veri tabanı oluşturulabilir.

- **Ülkeler Arası Teknoloji Transferi ve Ticarileştirmesi:** Gelişmiş ülkelerde geliştirilen etkili geri dönüşüm teknolojileri, bu teknolojilere erişimi olmayan ülkelerle paylaşılabilir. Plastik atıkların daha etkili bir şekilde geri dönüştürülmesini sağlayan bu teknolojiler, atıkların yeniden kullanımını artırarak çevresel etkileri azaltabilir. Gelişmiş ülkelerde kurulan yeşil inovasyon hub'ları ve merkezleri, çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesini destekleyerek, bu teknolojilerin diğer ülkelere transfer edilmesine aracılık edebilir. Yeşil inovasyon hub'ları ve merkezleri, çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesi ve küresel çapta yayılmasında bir köprü görevi görerek, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma yolunda önemli bir etki yaratabilir. Bu merkezler, teknoloji transferi sayesinde küresel çapta çevre sorunlarına karşı daha etkili ve kolektif bir mücadele ortamı oluşturur.

Bilgi ve kaynak paylaşımı, küresel çapta çevresel sürdürülebilirliği artırabilir. Akademik araştırmalardan elde edilen çevre dostu teknolojilerin sanayiye transfer edilmesi için daha etkili mekanizmalar oluşturulabilir. Bu, çevre teknolojilerinin daha hızlı bir şekilde ticarileşmesini ve uygulamaya geçirilmesini sağlar. Ülkeler arası teknoloji transferi, plastik atıkların azaltılması ve yönetimi konusundaki zorlukların aşılmasında işbirliği ve dayanışmanın önemini vurgular. Bu transfer, sadece teknik çözümleri değil, aynı zamanda bilgi, deneyim ve en iyi uygulamaların paylaşımını da içerir, böylece plastik atıklarla mücadelede daha etkili stratejilerin benimsenmesine katkı sağlar.

**Sanayi İşbirlikleri ve Çevre Dostu İnovasyonların Yapılması:** Sanayi kuruluşları ile akademik çevre arasında daha güçlü bir işbirliği kurularak, çevre dostu malzeme ve üretim teknolojileri üzerine inovasyon odaklı projeler geliştirilebilir. Doğal malzemelerin plastik yerine kullanılabilirliğini değerlendirmek ve alternatif ambalaj malzemelerini geliştirmek amacıyla araştırmalar yapılabilir. Bu, biyo-

bazlı ambalaj seçeneklerinin yaygınlaştırılması ve tüketici alışkanlıklarının değiştirilmesine yönelik stratejilerin belirlenmesine katkı sağlar. Aynı zamanda endüstride sürdürülebilir uygulamaların yaygınlaşmasını sağlayabilir. Döngüsel bir ekonomiye katkıda bulunmak için sürdürülemez fosil yakıt bazlı plastiklere bağımlılıktan sürdürülebilir biyobazlı plastik alternatiflerine geçmeye acil ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak, Türkiye'de plastik azaltımı konusundaki çabaların eksik olduğu bir gerçektir. Toplumun bilinçlenmesi, sürdürülebilir atık yönetimi politikalarının geliştirilmesi ve alternatif malzemelerin araştırılması, plastik kullanımının kontrol altına alınmasına yönelik önemli adımlardır. Çevre mühendisliği alanında, plastik kirliliğiyle mücadele için daha kapsamlı yasal düzenlemeler, geri dönüşüm altyapısının güçlendirilmesi gibi adımların atılması gerekmektedir. Covid-19 dönemi plastik kullanımının artmasına neden olsa da plastik kullanımı hakkında katı yasaları olan ülkelerin uygulamaları ve deneyimleri Türkiye için bir rehber niteliği taşımaktadır. Türkiye'nin plastik azaltımı ve çevre koruma çabalarını hızlandırarak hem pandeminin hem de plastik kirliliğinin etkilerini en aza indirmesi amaçlanmalıdır. Bu şekilde, plastik atıkların çevresel etkileri azaltılabilir ve sürdürülebilir bir gelecek için daha sağlıklı bir çevre oluşturulabilir.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar bu yayını, Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. yıl dönümüne ithaf etmişlerdir. Çağdaş Türkiye Cumhuriyeti ve bilimsel/akademik başarıların oluşmasında emeği geçen, başta Gazi Mustafa Kemal Atatürk olmak üzere, aziz Türk Milletinin her bir ferdine sonsuz şükranlarımızı sunuyoruz.

## KAYNAKLAR

- Akarsu, C., Sönmez, V.Z., Altay, M.C., Pehlivan, T. & Sivri, N. (2022).** The spatial and temporal changes of beach litter on Istanbul (Turkey) beaches as measured by the clean-coast index. *Marine Pollution Bulletin*, **176**, 113407. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2022.113407](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113407)
- Akay, O., Altinkok, C., Acik, G., Yuçe, H., Ege, G.K. & Genc, G. (2022).** Preparation of a sustainable biopolymer based on *Luffa cylindrica* cellulose and poly( $\epsilon$ -caprolactone) for bioplastic applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, **196**, 98-106. DOI: [10.1016/j.ijbiomac.2021.12.051](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.12.051)

- Ammendolia, J., Saturno, J., Brooks, A.L., Jacobs, S. & Jambeck, J.R. (2021).** An emerging source of plastic pollution: Environmental presence of plastic personal protective equipment (PPE) debris related to COVID-19 in a metropolitan city. *Environmental Pollution*, **269**, 116160. DOI: [10.1016/j.envpol.2020.116160](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116160)
- Avery-Gomm, S., Walker, T.R., Mallory, M.L. & Provencher, J.F. (2019).** There is nothing convenient about plastic pollution. Rejoinder to Stafford and Jones "Viewpoint - Ocean plastic pollution: A convenient but distracting truth?" *Marine Policy*, **106**, 103552. DOI: [10.1016/j.marpol.2019.103552](https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103552)
- Benson, N.U., Fred-Ahmadu, O.H., Basse, D.E. & Atayero, A.A. (2021).** COVID-19 pandemic and emerging plastic-based personal protective equipment waste pollution and management in Africa. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, **9**(3), 105222. DOI: [10.1016/j.jece.2021.105222](https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105222)
- Chen, F., Lao, Q., Liu, M., Huang, P., Chen, B., Zhou, X., Chen, P., Chen, K., Song, Z. & Cai, M. (2022).** Impact of intensive mariculture activities on microplastic pollution in a typical semi-enclosed bay: Zhanjiang Bay. *Marine Pollution Bulletin*, **176**, 113402. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2022.113402](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113402)
- Chen, Y., Awasthi, A. K., Wei, F., Tan, Q. & Li, J. (2021).** Single-use plastics: Production, usage, disposal, and adverse impacts. *Science of The Total Environment*, **752**, 141772. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2020.141772](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141772)
- De-la-Torre, G.E., Dioses-Salinas, D.C., Dobaradaran, S., Spitz, J., Nabipour, I., Keshtkar, M., Akhbarizadeh, R., Tangestani, M., Abedi, D. & Javanfekr, F. (2022).** Release of phthalate esters (PAEs) and microplastics (MPs) from face masks and gloves during the COVID-19 pandemic. *Environmental Research*, **215**, 114337. DOI: [10.1016/j.envres.2022.114337](https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114337)
- Eriksen, M., Cowger, W., Erdle, L.M., Coffin, S., Villarrubia-Gómez, P., Moore, C.J., Carpenter, E.J., Day, R.H., Thiel, M. & Wilcox, C. (2023).** A growing plastic smog, now estimated to be over 170 trillion plastic particles afloat in the world's oceans-Urgent solutions required. *PLoS One*, **18**(3), e0281596. DOI: [10.1371/journal.pone.0281596](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0281596)
- Gholamhosseini, A., Banaee, M., Sureda, A., Timar, N., Zeidi, A. & Faggio, C. (2023).** Physiological response of freshwater crayfish, *Astacus*

- leptodactylus exposed to polyethylene microplastics at different temperature. *Comparative biochemistry and physiology. Toxicology & pharmacology: CBP*, **267**, 109581. DOI: 10.1016/j.cbpc.2023.109581
- Gokul, T.A., Kumar, K., Veeramani, V., Arun, A., Balaji, P. & Faggio, C. (2023).** Impact of Particulate Pollution on Aquatic Invertebrates. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, **100**, 104146. DOI: 10.1016/j.etap.2023.104146
- Güllü, G. (2022).** Kentsel Dönüşümde Sıfır Atık Yönetimi. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **4**(2), 112-120. DOI: 10.47769/izufbed.1131056
- Hodgson, M., Brodt, W., Henderson, D., Loftness, V., Rosenfeld, A., Woods, J. & Wright, R. (2001).** Needs and Opportunities for Improving the Health, Safety, and Productivity of Medical Research Facilities. *Environmental Health Perspectives*, **108 Suppl 6**, 1003-1008. DOI: 10.1289/ehp.00108s61003
- Impellitteri, F., Curpan, A., Plavan, G., Ciobica, A. & Faggio, C. (2022).** Hemocytes: A Useful Tool for Assessing the Toxicity of Microplastics, Heavy Metals, and Pesticides on Aquatic Invertebrates. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **19**, 16830. DOI: 10.3390/ijerph192416830
- Impellitteri, F., Yunko, K., Martyniuk, V., Matskiv, T., Lechachenko, S., Khoma, V., Mudra, A., Piccione, G., Stoliar, O. & Faggio, C. (2023).** Physiological and biochemical responses to caffeine and microplastics in *Mytilus galloprovincialis*. *The Science of The Total Environment*, **890**, 164075. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.164075
- Kenan, İ. & Teksoy, A. (2022).** Mikroplastiklerin Deniz Ortamı ve Sucul Canlılara Etkisi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **9**(1), 633-652. DOI: 10.35193/bseufbd.1074246
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R. & Law, K. L. (2015).** Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, **347**(6223), 768-771. DOI: 10.1126/science.1260352
- Kenyon, K. W. & Kridler, E. (1969).** Laysan Albatrosses swallow indigestible matter. *The Auk*, **86**(2), 339-343. DOI: 10.2307/4083505
- Khandker, S.S., Godman, B., Jawad, I., Meghla, B.A., Tisha, T.A., Khondoker, M.U., Haq, A., Charan, J., Talukder, A.A., Azmuda, N., Sharmin, S., Jamiruddin, Mohd. R., Haque, M. & Adnan, N. (2021).** A Systematic Review on COVID-19 Vaccine Strategies, Their Effectiveness, and Issues. *Vaccines*, **9**(12) 1387. DOI: 10.3390/vaccines9121387
- Klemeš, J.J., Fan, Y.V., Tan, R.R. & Jiang, P. (2020).** Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to COVID-19. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **127**, 109883. DOI: 10.1016/j.rser.2020.109883
- Knight, G.M., Glover, R.E., McQuaid, C.F., Olaru, I.D., Gallandat, K., Leclerc, Q.J., Fuller, N.M., Willcocks, S.J., Hasan, R., van Kleef, E. & Chandler, C.I. (2021).** Antimicrobial resistance and COVID-19: Intersections and implications. *eLife*, **10**, e64139. DOI: 10.7554/eLife.64139
- Koraltan, İ. & Güven, O. (2022).** Impact of Microplastic Pollution on Biota in the Turkish Territorial Waters. *Turkish Journal of Agriculture. Food Science and Technology*, **10**(sp1), 2855-2861. DOI: 10.24925/turjaf.v10isp1.2855-2861.5769
- Köklü, R., Ates, A., Deveci, E. & Sivri, N. (2022).** Generic foresight model in changing hygiene habits with the pandemic: Use of wet wipes in next generations. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, **25**, 1-12. DOI: 10.1007/s10163-022-01515-5
- Kumar, M., Kuroda, K., Barcelo, D. & Furumai, H. (2022).** Monsoon dilutes the concurrence but increases the correlation of viruses and Pharmaceuticals and Personal Care Products (PPCPs) in the urban waters of Guwahati, India: The context of pandemic viruses. *Science of The Total Environment*, **813**, 152282. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.152282
- Kutralam-Muniasamy, G. & Shruti, V. C. (2022).** The case of “public congregation vs. COVID-19 PPE pollution”: Evidence, lessons, and recommendations from the annual pilgrimage to the Catholic Holy Site in Mexico City, Mexico. *Science of The Total Environment*, **821**, 153424. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.153424
- Lebreton, L., Egger, M. & Slat, B. (2019).** A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean. *Scientific Reports*, **9**(1), 12922. DOI: 10.1038/s41598-019-49413-5
- Mohamed, B.A., Fattah, I.M.R., Yousaf, B. & Periyasamy, S. (2022).** Effects of the COVID-19 pandemic on the environment, waste management, and energy sectors: A deeper look into the long-term impacts. *Environmental*

- Science and Pollution Research*, **29**(31), 46438-46457. DOI: [10.1007/s11356-022-20259-1](https://doi.org/10.1007/s11356-022-20259-1)
- Murray, C.J.L. & Piot, P. (2021)**. The Potential Future of the COVID-19 Pandemic: Will SARS-CoV-2 Become a Recurrent Seasonal Infection? *JAMA*, **325** (13), 1249-1250. DOI: [10.1001/jama.2021.2828](https://doi.org/10.1001/jama.2021.2828)
- Nanda, S., Patra, B. R., Patel, R., Bakos, J. & Dalai, A. K. (2022)**. Innovations in applications and prospects of bioplastics and biopolymers: A review. *Environmental Chemistry Letters*, **20**(1), 379-395. DOI: [10.1007/s10311-021-01334-4](https://doi.org/10.1007/s10311-021-01334-4)
- Nguyen, T. N. (2022)**. The Boom and Bust of Medical Supplies During the COVID-19 Pandemic, *Supply Chain Risk Mitigation: Strategies, Methods and Applications*, 121-140. DOI: [10.1007/978-3-031-09183-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-031-09183-4_6)
- One Health High-Level Expert Panel [OHHLEP]. (2021)**. *Annual Report 2021*. <https://www.who.int/publications/m/item/one-health-high-level-expert-panel-annual-report-2021>
- Our World in Data. (2013)**. *Plastic Pollution*. <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>
- Parida, V.K., Sikarwar, D., Majumder, A. & Gupta, A.K. (2022)**. An assessment of hospital wastewater and biomedical waste generation, existing legislations, risk assessment, treatment processes, and scenario during COVID-19. *Journal of Environmental Management*, **308**, 114609. DOI: [10.1016/j.jenvman.2022.114609](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114609)
- Parveen, N., Chowdhury, S. & Goel, S. (2022)**. Environmental impacts of the widespread use of chlorine-based disinfectants during the COVID-19 pandemic. *Environmental Science and Pollution Research*, **29**(57), 85742-85760. DOI: [/10.1007/s11356-021-18316-2](https://doi.org/10.1007/s11356-021-18316-2)
- Patrício Silva, A.L., Prata, J.C., Walker, T.R., Campos, D., Duarte, A.C., Soares, A.M.V.M., Barceló, D. & Rocha-Santos, T. (2020)**. Rethinking and optimising plastic waste management under COVID-19 pandemic: Policy solutions based on redesign and reduction of single-use plastics and personal protective equipment. *Science of The Total Environment*, **742**, 140565. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2020.140565](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140565)
- Persson, L., Carney Almroth, B.M., Collins, C.D., Cornell, S., de Wit, C.A., Diamond, M.L., Fantke, P., Hassellöv, M., MacLeod, M., Ryberg, M.W., Søgaard Jørgensen, P., Villarrubia-Gómez, P., Wang, Z. & Hauschild, M.Z. (2022)**. Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities. *Environmental Science & Technology*, **56**(3), 1510-1521. DOI: [10.1021/acs.est.1c04158](https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04158)
- Picó, Y. & Barceló, D. (2023)**. Microplastics and other emerging contaminants in the environment after COVID-19 pandemic: The need of global reconnaissance studies. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, **33**, 100468. DOI: [10.1016/j.coesh.2023.100468](https://doi.org/10.1016/j.coesh.2023.100468)
- Pothiraj, C., Amutha Gokul, T., Ramesh Kumar, K., Ramasubramanian, A., Palanichamy, A., Venkatachalam, K., Pastorino, P., Barceló, D., Balaji, P. & Faggio, C. (2023)**. Vulnerability of microplastics on marine environment: A review. *Ecological Indicators*, **155**, 111058. DOI: [10.1016/j.ecolind.2023.111058](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111058)
- Rangel-Alvarado, R., Pal, D. & Ariya, P. (2022)**. PM2.5 decadal data in cold vs. Mild climate airports: COVID-19 era and a call for sustainable air quality policy. *Environmental Science and Pollution Research*, **29**(38), 58133-58148. DOI: [10.1007/s11356-022-19708-8](https://doi.org/10.1007/s11356-022-19708-8)
- Rhodes, C.J. (2018)**. Plastic Pollution and Potential Solutions. *Science Progress*, **101**(3), 207-260. DOI: [10.3184/003685018X15294876706211](https://doi.org/10.3184/003685018X15294876706211)
- Rüegg, S.R., Nielsen, L.R., Buttigieg, S.C., Santa, M., Aragrande, M., Canali, M., Ehlinger, T., Chantziaras, I., Boriani, E., Radeski, M., Bruce, M., Queenan, K. & Häsler, B. (2018)**. A Systems Approach to Evaluate One Health Initiatives. *Frontiers in Veterinary Science*, **5**, 23. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvet.s.2018.00023>
- Sarkodie, S. A. & Owusu, P. A. (2020)**. Impact of meteorological factors on COVID-19 pandemic: Evidence from top 20 countries with confirmed cases. *Environmental Research*, **191**, 110101. DOI: [10.1016/j.envres.2020.110101](https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110101)
- Siddiqua, A., Hahladakis, J.N. & Al-Attia, W.A.K.A. (2022)**. An overview of the environmental pollution and health effects associated with waste landfilling and open dumping. *Environmental Science and Pollution Research*, **29**(39), 58514-58536. DOI: [10.1007/s11356-022-21578-z](https://doi.org/10.1007/s11356-022-21578-z)
- Sivri, N. (2022)**. Tek Sağlık, TÜBİTAK Tek Sağlık Sanal Konferansı Açılış Konuşması, 03.11.2022, Ankara. [https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/18842/tek\\_saglik\\_sanal\\_konferansi-program.pdf](https://tubitak.gov.tr/sites/default/files/18842/tek_saglik_sanal_konferansi-program.pdf)
- Stafford, R. & Jones, P.J.S. (2019)**. Viewpoint - Ocean plastic pollution: A convenient but distracting



- truth? *Marine Policy*, **103**, 187-191. DOI: [10.1016/j.marpol.2019.02.003](https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.02.003)
- Summerlin-Long, S., Selimos, A., Brewer, B., Buchanan, M., Clark, C., Croyle, K., Culbreth, C., Monte, P.D., DiBiase, L.M., Hendrickson, L., Miller, P., Schnell, N., Schultz, K., Stancill, L., Teal, L., Sickbert-Bennett, E. & Weber, D.J. (2021).** Building a personal protective equipment monitor team as part of a comprehensive COVID-19 prevention strategy. *American Journal of Infection Control*, **49**(11), 1443-1444. DOI: [10.1016/j.ajic.2021.08.009](https://doi.org/10.1016/j.ajic.2021.08.009)
- Sun, J., Yang, S., Zhou, G.-J., Zhang, K., Lu, Y., Jin, Q., Lam, P.K.S., Leung, K.M.Y. & He, Y. (2021).** Release of Microplastics from Discarded Surgical Masks and Their Adverse Impacts on the Marine Copepod *Tigriopus japonicus*. *Environmental Science & Technology Letters*, **8**(12), 1065-1070. DOI: [10.1021/acs.estlett.1c00748](https://doi.org/10.1021/acs.estlett.1c00748)
- Şimşek, A. & Dik, I. (2020).** Tek Sağlık Kavramı Açısından SARS-CoV-2 ve Diğer Coronaviruslar. *Journal*, **2**(1), 44-55. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/apjhls/issue/55626/750640>
- Taheran, M., Naghdi, M., Brar, S.K., Verma, M. & Surampalli, R.Y. (2018).** Emerging contaminants: Here today, there tomorrow! *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, **10**, 122-126. DOI: [10.1016/j.enmm.2018.05.010](https://doi.org/10.1016/j.enmm.2018.05.010)
- URL 1. Sıfır Atık Yönetmeliği. (2019, 12 Temmuz).** Resmi Gazete. (Sayı: 30829). Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=32659&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeliği&mevzuatTertip=5> Alıntılama tarihi: 20.11.2023
- Venkatramanan, S., Chung, S.Y., Selvam, S., Sivakumar, K., Soundhariya, G.R., Elzain, H.E. & Bhuyan, S. (2022).** Characteristics of microplastics in the beach sediments of marina tourist beach, Chennai, India. *Marine Pollution Bulletin*, **176**, 113409. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2022.113409](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113409)
- Walker, T.R. & Fequet, L. (2023).** Current trends of unsustainable plastic production and micro(nano)plastic pollution. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, **160**, 116984. DOI: [10.1016/j.trac.2023.116984](https://doi.org/10.1016/j.trac.2023.116984)
- Walker, T.R. & McKay, D.C. (2021).** Comment on “Five Misperceptions Surrounding the Environmental Impacts of Single-Use Plastic”. *Environmental Science & Technology*, **55**(2), 1339-1340. DOI: [10.1021/acs.est.0c07842](https://doi.org/10.1021/acs.est.0c07842)
- Wang, L., Li, S., Ahmad, I.M., Zhang, G., Sun, Y., Wang, Y., Sun, C., Jiang, C., Cui, P. & Li, D. (2023).** Global face mask pollution: Threats to the environment and wildlife, and potential solutions. *Science of The Total Environment*, **887**, 164055. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2023.164055](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164055)
- World Health Organization. (WHO). (2023).** *Weekly Epidemiological Update on COVID-19*. <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-oncovid-19---4-january-2023>
- Zhao, S. & Zhang, J. (2023).** Microplastics in soils during the COVID-19 pandemic: Sources, migration and transformations, and remediation technologies. *Science of The Total Environment*, **883**, 163700. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2023.163700](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163700)