

Atıf: Sağlam, Abdulkadir (2024). "Çevresel Sorunların İnsan Sağlığına, Ekonomiye ve Dünyaya Verdiği Zararların Analizi".

Kadim Akademi SBD, 8/2, 123-147.

<https://doi.org/10.55805/kadimsbd.1553015>

Makale Türü: Araştırma Makalesi

Makale Başvuru Tarihi: 20.09.2024

Makale Kabul Tarihi: 09.12.2024

ÇEVRESEL SORUNLARIN İNSAN SAĞLIĞINA, EKONOMİYE VE DÜNYAYA VERDİĞİ ZARARLARIN ANALİZİ

Abdulkadir Sağlam*

Özet

Çalışma, çevre sorunlarını ele alarak yaşanılabilir bir dünya için farkındalık oluşturma amacı ile yapılmıştır. İklim değişikliği, çölleşme, biyolojik çeşitlilik kaybı, ormansızlaşma, ozon tabakasının tahribatı, hava, su ve toprak kirliliği, tehlikeli ve plastik atıklar, deniz ve okyanus kirliliği gibi çevre sorunları sürdürülebilir kalkınmayı tehlikeye atmakta; insanların güvenliği, sağlığı ve üretkenliği, diğer canlı türlerinin bekası ve gıda güvenliği ile su kaynakları üzerinde tehdit oluşturmaktadır.1960'lı yıllardan itibaren, çevre sorunları ile ilgili önlemlere yönelik girişimler tedricen toplumların gündeminde yer almaya ve uluslararası düzeyde çevre politikalarının belirlenmesinde etkili olmaya başlamıştır. Çevre politikalarının temel amacı, çevre kalitesini belirli bir düzeyde tutarak, toplumsal refahı mümkün olan en yüksek seviyeye getirmektir. Çevre politikaları ülkeler bazında farklılık gösterse de ortak bir hedef olarak öne çıkan temel kavram "sürdürülebilir kalkınma"dır. Sürdürülebilir kalkınma ile ekonomik ve sosyal gelişme kaydedilirken, doğal kaynakların korunarak, gelecek nesillerin yararlanmasına imkân sağlamasını teminen çevre üzerinde oluşan insan baskısının azaltılması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çevre Sorunları, İklim Değişikliği, Biyoçeşitlilik Kaybı, Hava Kirliliği, Ormansızlaşma

* Dr, Serbest Ekonomi Araştırmacısı, E-mail: kadir.saglam1982@gmail.com, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3484-9358>

Citation: Sağlam, Abdulkadir (2024). "Analyzing The Damages Caused By Environmental Problems To Human Health, Economy and The World".

Kadim Akademi SBD, 8/2, 123-147.

[https://doi.org/ 10.55805/kadimsbd.1553015](https://doi.org/10.55805/kadimsbd.1553015)

Article Type: Research Article

Application Date: 20.09.2024

Accepted Date: 09.12.2024

ANALYZING THE DAMAGES CAUSED BY ENVIRONMENTAL PROBLEMS TO HUMAN HEALTH, ECONOMY AND THE WORLD

Abdulkadir Sağlam**

Abstract

The study was conducted with the aim of raising awareness for a livable world by addressing environmental problems. Environmental problems such as climate change, desertification, loss of biodiversity, deforestation, destruction of the ozone layer, air, water and soil pollution, hazardous and plastic wastes, marine and ocean pollution jeopardize sustainable development and pose a threat to the safety, health and productivity of people, the survival of other living species, food security and water resources. Since the 1960s, initiatives to take measures against environmental problems have gradually started to be on the agenda of societies and to be effective in determining environmental policies at the international level. The main objective of environmental policies is to maximize social welfare by keeping environmental quality at a certain level. Although environmental policies vary across countries, the basic concept that stands out as a common goal is "sustainable development". Sustainable development aims to reduce the human pressure on the environment by protecting natural resources and ensuring that future generations can benefit from them while achieving economic and social development.

Keywords: Environmental Problems, Climate Change, Biodiversity Loss, Air Pollution, Deforestation

** Dr, Freelance Economy Researcher, E-mail: kadir.saglam1982@gmail.com, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3484-9358>

Giriş

21. yüzyılın en büyük toplumsal zorlukları, iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı ve diğer çevre sorunları gibi birtakım dinamikler tarafından oluşturulmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek ve toplumu sürdürülebilir bir geleceğe doğru yönlendirmek için çevre politikalarının yüksek kaliteli verilere ve en son bilimsel görüşlere dayandırılması gerekmektedir. Ancak bilimsel ve teknolojik ilerlemelerin hızlı temposu, araştırma bulguları ile çevre politikaları arasında kalıcı boşluklar yaratmaktadır. Giderek artan bilimsel literatür çalışmaları, çevresel verileri sentezlemeye ve yorumlamaya yönelik araçlar, karar alıcıların kritik sürdürülebilirlik sorunlarındaki eğilimleri daha iyi anlamalarına yardımcı olmakta ve bilinçli politika kararlarını desteklemektedir.

Bilim insanları yıllardır dünyayı iklim değişikliğinin tehlikeleri konusunda uarmaktadır. Aralık 2015'te 196 ülke Paris Anlaşmasını kabul ederek, küresel ortalama sıcaklığı sanayi öncesi seviyelerin "çok altında" 2 °C ve ideal olarak 1,5 °C'nin altında tutmak için iklim değişikliğini azaltmayı taahhüt etmiştir. Bu ısınma seviyelerinin üzerinde, iklim değişikliğinin etkilerinin hızlanması ve tersine dönüşün daha zor olması beklenmektedir.¹ Ancak bu, söz konusu ısınma seviyeleri aşıldıktan sonra tüm umutların yitirildiği anlamına gelmemektedir, zira iklim etkileri her zaman değişkenlik göstermektedir.

Geçtiğimiz yıl, Paris Anlaşması'nın hedeflerine yönelik ilerlemenin ilk küresel değerlendirmesi korkunç bir tabloyu ortaya koyarak, dünya bu hedefin çok uzağında sonucuna varılmıştır. Yenilenebilir enerjinin rekor düzeyde yaygınlaşmasına rağmen, sera gazı (GHG) emisyonları artmaya devam etmektedir. Yakın zamanda yapılan bir analiz, küresel sera gazı emisyonlarının geçen yıl zirveye ulaşmış olabileceğini öne sürse de², artık hızla düşmeye başlamaları zorunlu hale gelmiştir. Mevcut emisyon hızıyla dünya, kalan karbon bütçesini (küresel olarak toplumun ısınmayı 1,5°C ile sınırlandırmak için yüzde 50 şansa sahip salabileceği toplam sera gazı miktarı) on yılın sonundan önce tüketeceği ön görülmektedir.

Kötüleşen çevre felaketleri, yaygın ekolojik kaybı, sömürü ve kirlilikle mücadele eden sayısız tür için giderek büyüyen bir tehdit oluşturmaktadır. Biyoçeşitlilik, insan refahını destekleyen ekosistemlerin işleyişi için gerekli olduğundan,³ hızlı kaybı, iklim değişikliğinden hemen sonra, zamanımızın en ciddi ve geri döndürülemez çevresel krizi olarak ortaya çıkmıştır. 2022 yılında 196

¹ Hoegh-Guldberg, Denis Jacob, M. Taylor, T. Guillén Bolaños, M. Bindi, S. Brown, I. A. Camilloni, et al. "The Human Imperative of Stabilizing Global Climate Change at 1.5°C." *Science* 365 (6459): eaaw6974. Erişim:11 Eylül 2024 <https://doi.org/10.1126/science.aaw6974>.

² Fyson, Cl, Neil Grant, Nandini Das, Victor Maxwell, Carley Reynolds, Joeri Rogelj, Carl-Friedrich Schleussner, and Olivia Waterton. "When Will Global Greenhouse Gas Emissions Peak?" *Climate Analytics*. Erişim: 10 Eylül 2024 <https://climateanalytics.org/publications/when-will-global-greenhouse-gas-emissions-peak>.

³ Díaz, Sack, Fargione, Jeremy, Floo. Stuart Chapin Iii, and David Tilman. "Biodiversity Loss Threatens Human Well-Being." *PLOS Biology* 4 (8): e277. Erişim: 10 Eylül 2024, <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040277>.

ülke, Kunming-Montreal Küresel Biyoçeşitlilik Çerçevesi (GBF) ile biyoçeşitliliği koruma taahhütlerini iki katına çıkarmayı kabul etti. Kunming-Montreal Çerçevesi, karaların ve denizlerin yüzde 30'unun etkin bir şekilde korunması ve yönetilmesi gerektiğini, bu alanların sürdürülebilir kullanımının biyolojik çeşitliliğin korunması ile tamamen tutarlı olması gerektiğini vurgulamaktadır. Dünyadaki koruma alanları halihazırda karaların yaklaşık yüzde 17'sini ve okyanusların yüzde 8'ini kapsıyor olsa da birçok koruma alanı biyolojik çeşitlilik kaybını durdurmakta başarısız olmuştur.

Çevresel değişimler dünyamıza ve yaşamlarımıza olumsuz etkileri birçok farklı şekilde deneyimlenmektedir. Kuraklık, sel, hava kirliliği ve orman yangınları gibi günlük yaşamımızda artan sıklıkta hissettiğimiz etkilerin yanı sıra ekosistemlerin bozulması ve sosyal refahın azalması gibi risklerle de karşı karşıya olduğumuz aşıkardır. Bu doğrultuda çalışmada çevresel değişimlerin, insan sağlığına, ekonomiye ve dünyaya verdiği zararlar anlatılmaktadır.

1. Çevresel Sorunlar

1.1. İklim Değişikliğinin Azaltılması

Toplum, hızlı ısınma, aşırı hava olayları ve ekosistem çöküşü ile belirginleşen acil durumla karşı karşıyadır. Dünya yüzey sıcaklıkları halihazırda sanayi öncesi seviyelerden 1.1°C daha sıcak, belki de en son kanıtlara göre 1.7 °C'ye kadar daha sıcak⁴ ve artmaya devam etmektedir. Mevcut ısınma oranları son 24.000 yılın en yüksek seviyesindedir.⁵ Kayıtlara geçen en sıcak 10 yılın tamamı 2010 yılından sonra gerçekleşmiştir ve 2023 yılı en sıcak yıl olmuştur.⁶ Orman yangınları, sıcak hava dalgaları ve kuraklıklar giderek artmaktadır. Okyanus asitlenmesi ve deniz ısı dalgaları, mercan resifleri gibi değerli ekosistemleri muazzam bir strese sokmakta ve yeri doldurulamaz biyoçeşitliliklerini ciddi şekilde tehdit etmektedir.

İklim değişikliği muazzam ekonomik ve sosyal maliyetler doğurmaktadır. İklim felaketleri son 20 yılda 2,8 trilyon ABD doları değerinde hasara yol açmıştır.⁷ İklim değişikliği nedeniyle, dünya ekonomisi halihazırda 2050'ye kadar yüzde 19'luk bir gelir azalması yaşayacağı

⁴ UNFCCC. 2023b. "Technical Dialogue of the First Global Stocktake. Synthesis Report by the Co-Facilitators on the Technical Dialogue." United Nations Framework Convention on Climate Change. Erişim: 10 Eylül 2024, https://unfccc.int/documents/631600?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw48vBhBbEiwAzqrZVPnlooZn6KVSSn439nPazIwe8v0K4bR1ej9IaLH0vIxnH0pIwRjxoClcAQAvD_BwE.

⁵ Osman, M. B., Jessica E. Tierney, Jiang Zhu, Robert Tardif, Gregory J. Hakim, Jonathan King, and Christopher J. Poulsen. "Globally Resolved Surface Temperatures since the Last Glacial Maximum." Nature 599 (7884): 239–44. Erişim: 9 Eylül 2024 <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03984-4>.

⁶ NOAA. "Annual 2023 Global Climate Report." National Centers for Environmental Information | National Oceanic and Atmospheric Administration. Erişim: 9 Eylül 2024 <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202313>.

⁷ Newman, Roney. and Ilan Noy. "The Global Costs of Extreme Weather That Are Attributable to Climate Change." Nature Communications 14 (1): 6103. Erişim: 8 Eylül 2024, <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41888-1>.

öngörülmektedir.⁸ Deniz seviyesinin yükselmesi kıyı ve alçakta yaşayan toplulukları tehdit ederken, kötüleşen kuraklıklar milyonlarca insanı su ve gıda güvensizliğine maruz bırakmaktadır. Dünya nüfusunun neredeyse yarısı iklim değişikliğine karşı oldukça hassas bölgelerde yaşamaktadır ve tahminen 1,2 milyar insan yüzyılın ortasına kadar iklim mültecisi haline gelebileceği tahmin edilmektedir.⁹

İnsan faaliyetleri sonucu, özellikle de sera gazlarının (GHG) emisyonu, iklim değişikliğinin başlıca etkenlerini oluşturmaktadır. Atmosferdeki karbondioksitin en az iki milyon yıldır en yüksek seviyede olması, daha fazla emisyon olmasa bile küresel sıcaklıkların artmaya devam etmesini sağlamaktadır. İklim modelleri, 2023 itibarıyla ısınmayı 1,5 °C ile sınırlama şansının %50 olması için küresel toplumun en fazla 250 milyar ton karbondioksit daha salabileceğini tahmin etmektedir; bu da mevcut salım hızıyla sadece altı yıl daha karbondioksit salımına eşdeğer olmaktadır.¹⁰ Dolayısıyla küresel emisyonların hızla düşmesi gerektiği anlamına gelmektedir. Ancak 2015 Paris İklim Değişikliği Anlaşmasının imzalanmasından yaklaşık on yıl sonra bile sera gazı emisyonları artmaya devam etmektedir.

Dünyanın iklim sisteminde bir dizi tehlikeli noktaya yaklaşıyor olabileceği göz önüne alındığında, bu eğilimi tersine çevirmek için acil eylem zorunlu hale gelmiştir.¹¹ Örneğin, küresel ısınma permafrostun çözülmesine neden olmakta ve bu durum büyük miktarlarda gömülü karbonu serbest bırakarak ısınmayı daha da şiddetlendirmektedir.¹² Grönland'da eriyen buzullardan gelen tatlı su Atlantik Okyanusu'nun tuzluluk oranını azaltarak Kuzey Atlantik meridional devri daim sirkülasyonunu zayıflatmakta ve sonunda tamamen çökmesine neden olarak Batı Avrupa'da sıcaklıkların düşmesine ve dünya genelinde hızlı yerel iklim değişikliğine yol açabilmektedir.

2022'den bu yana, dünya iklim değişikliğinin azaltılması konusunda önemli ilerlemeler kaydetmiştir. 2022'deki COP27'de ülkeler, iklim felaketleri karşısında en savunmasız ülkelere

⁸ Kotz, Mavlo, Anders Levermann, and Leonie Wenz. "The Economic Commitment of Climate Change." *Nature* 628 (8008): 551–57. Erişim: 8 Eylül 2024, <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07219-0>.

⁹ IPCC, "Summary for Policymakers." In *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 1–34. Geneva, Switzerland. Erişim: 8 Eylül 2024, doi: 10.59327/IPCC/AR6- 9789291691647.001.

¹⁰ Lamboll, Rodriguez. Dani., Zebedee Roe. Jim. Nicholls, Christopher J. Smith, Jarmo S. Kikstra, Edward Byers, and Joeri Rogelj. "Assessing the Size and Uncertainty of Remaining Carbon Budgets." *Nature Climate Change*, October, 1– 8. Erişim: 7 Eylül 2024, <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01848-5>

¹¹ Lenton, Toom .Mateus, Dee.I. Armstrong McKay, S. Loriani, J.F. Abrams, S.J. Lade, J.F. Donges, M. Milkoreit, et al. "The Global Tipping Points Report 2023." Exeter, UK: University of Exeter. Erişim: 7 Eylül 2024, <https://global-tipping-points.org>

¹² Natali, Sam, Mayne, John P. Holdren, Brendan M. Rogers, Rachael Treharne, Philip B. Duffy, Rafe Pomerance, and Erin MacDonald. "Permafrost Carbon Feedbacks Threaten Global Climate Goals." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118 (21): e2100163118. Erişim: 5 Eylül 2024, <https://doi.org/10.1073/pnas.2100163118>, 2021.

yardım etmek üzere bir "kayıp ve zarar" fonu oluşturmak için çok önemli bir adım attılar.¹³ 2023'teki COP28'de taraflar, çok gecikmeli de olsa, fosil yakıtlardan uzaklaşmayı kabul ederek tarihi bir adım atmışlardır.¹⁴ Güneş enerjisine yapılan yatırımlar 2023 yılında ilk kez petrol üretimini geçerek, yenilenebilir enerji kaynakları genel olarak daha rekabetçi hale gelmiştir. Elektrikli araç satışları 2023'te bir önceki yıla göre yüzde 35 artış göstermiş, yeşil inşaat ve tarımsal yenilikler tüm dünyada denenmeye başlanmıştır.¹⁵ Belki de en önemlisi, iklim değişikliği konusunda küresel farkındalık ve emisyonları azaltma isteği hiç bu kadar yüksek olmamıştı. Yakın zamanda 125 ülkede yapılan bir anketin sonuçlarına göre; dünyanın üçte ikisinden fazlası insanların iklim eylemlerini desteklemek için kişisel gelirlerinin yüzde 1'i oranında katkıda bulunmaya istekli, yüzde 86'sı iklim yanlısı sosyal normları kabul ettiği ve yüzde 89'u yoğunlaştırılmış siyasi eylem talebinde bulunduğu¹⁶ çıkarımları yapılmıştır. Bu eğilimler devam ettiği takdirde, küresel sera gazı emisyonları 2024 yılında düşmeye başlayabileceği öngörülmektedir.¹⁷

İklim değişikliğinin azaltılmasına ilişkin küresel söylemin büyük bir kısmı CO2'ye odaklanmış olsa da metan emisyonlarının azaltılması, önümüzdeki birkaç yıl içinde ısınma oranını azaltmak için en uygun maliyetli stratejilerden biridir.¹⁸ Fosil yakıtların üretimi, taşınması ve kullanımı, insan kaynaklı metan emisyonlarının yüzde 35'ini oluşturmaktadır. Bu emisyonların yüzde 70'inden fazlası mevcut teknolojilerle önlenemez ve yüzde 45 kadarı sıfır net maliyetle veya hatta kârla azaltılabilir.¹⁹ Etkili stratejiler arasında sızıntıları önlemek için fosil yakıt altyapısının sık sık bakımdan geçirilmesinin yanı sıra rutin yakma ve boşaltma işlemlerinin yasaklanması yer almaktadır. Bu çözümler doğal gazın boşa harcanmasını önleyeceği gibi, bunun yerine sızıntı onarımlarının maliyetini karşılamak için de satışa sunulabilir. İklimle ilgili kaygılardan bağımsız olarak, daha çevreci metan politikalarının uygulanması için yasal süreçlerle desteklenmesi şarttır. Bununla birlikte, ortak bir eylem olmadan, metan sızıntıları iklim değişikliğinin azaltılmasına yönelik küresel çabalar için ciddi ve artan bir endişe oluşturmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı'na göre, 2023 yılında uydular tarafından tespit edilen büyük metan sızıntılarının sayısı 2022 yılına kıyasla

¹³ UNFCCC. "COP28 Agreement Signals 'Beginning of the End' of the Fossil Fuel Era." United Nations Framework Convention on Climate Change. 2023. Erişim: 6 Eylül 2024, <https://unfccc.int/news/cop28-agreement-signals-beginningof-the-end-of-the-fossil-fuel-era>

¹⁴ UNFCCC. 2023b a.g.e

¹⁵ IEA, "Global Methane Tracker 2024." International Energy Agency. Erişim: 6 Eylül 2024, <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2024/key-findings>

¹⁶ Andrés, Leon, George Jack, and Suneira Reina. "The Economic and Health Impacts of Inadequate Sanitation." In Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science. Erişim: 7 Eylül 2024, <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.561>

¹⁷ Fyson vd, a.g.e

¹⁸ United Nations Environment Programme and Climate and Clean Air Coalition. Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions. Nairobi: United Nations Environment Programme,

¹⁹ IEA, a.g.e

iki kat daha fazladır.²⁰ 2022 yılında, Türkmenistan'daki iki fosil yakıt sahasından, muhtemelen eskiyen Sovyet ekipmanlarından kaynaklanan sızıntılar, Birleşik Krallık'ın 2022 yılındaki tüm karbondioksit emisyonlarından daha fazlasına eşdeğer olan 4,4 milyon ton metan salmıştır. Ayrıca Amerika Birleşik Devletleri'nde, tek bir kaynaktan saatte birden fazla ton metan salan sızıntı olarak tanımlanan 600'den fazla süper yayıcı olay yaşanmıştır.²¹ Metanın güçlü kısa vadeli ısınma etkileri göz önüne alındığında, sayıları giderek artan süper yayıcı metan sızıntıları iklim hedeflerini tehlikeye atmakta ve gezegeni tehlikeli noktalara itme riski taşımaktadır.

Daha fazla şeffaflık, endişe alanlarını belirleyerek ve kirleticiler üzerinde baskı oluşturarak metan sızıntılarının ele alınmasına yardımcı olabilir. Türkmenistan kısa bir süre önce metan emisyonlarını azaltmak ve en büyük sızıntılarını kapatmak için, uluslararası baskı nedeniyle bir yol haritası açıkladı.²² Yakın zamanda Uluslararası Metan Emisyonları Gözlemevi'nin kurulması doğru yönde atılmış bir adımdır (UNEP 2023). Metanı uzaydan yüksek hassasiyet ve doğrulukla ölçebilecek ve verileri yapay zekâ tarafından otomatik olarak analiz edilecek yeni bir uydu olan MethaneSAT'ın fırlatılması da önemli bir gelişmedir.²³

1.2.Hava Kirliliği

Hava kirliliği, halk sağlığına yönelik en ciddi çevresel tehdit olmaya devam etmektedir. Çapı 2,5 PM'den küçük ince partikül maddelere (PM_{2,5}) uzun süreli maruz kalma, 2021 yılında 7,8 milyon erken ölüme neden olarak küresel ölümlerin yüzde 12'sine yakınına oluşturmuştur.²⁴ Hava kirliliği, pulmoner ve kardiyovasküler hastalıklar da dahil olmak üzere ciddi sağlık komplikasyonlarıyla bağlantılıdır.²⁵ Yer seviyesindeki ozon kirliliği, solunum yollarında

²⁰ IEA, a.g.e

²¹ Carrington, Derik, and Carrington, Dayle, Environment editor. 2023. "Mind-Boggling' Methane Emissions from Turkmenistan Revealed." The Guardian, May 9, 2023, sec. World news. Erişim: 7 Eylül 2024 <https://www.theguardian.com/world/2023/may/09/mind-boggling-methane-emissions-from-turkmenistan-revealed>.

²² Carrington, a.g.e

²³ Khurana, Maulo, and Hiroko Tabuchi. "Tracking an Invisible Climate Menace From 360 Miles Above." The New York Times, March 4, 2024, sec. Climate. Erişim: 8 Eylül 2024, <https://www.nytimes.com/interactive/2024/03/03/climate/methane-satellite-launchglobal-warming.html>

²⁴ Brauer, Mimus, Roth, Aleksandr Y. Aravkin, Peng Zheng, Kalkidan Hassen Abate, Yohannes Habtegiorgis Abate, Cristiana Abbafati, et al. "Global Burden and Strength of Evidence for 88 Risk Factors in 204 Countries and 811 Subnational Locations, 1990– 2021: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2021." The Lancet 403 (10440): 2162– 2203. Erişim: 7 Eylül 2024, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)00933-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)00933-4)

²⁵ Lee, Kino, Rong Bing, Joanne Kiang, Sophia Bashir, Nicholas Spath, Dominik Stelzle, Kevin Mortimer, et al. "Adverse Health Effects Associated with Household Air Pollution: A Systematic Review, Meta-Analysis, and Burden Estimation Study." The Lancet Global Health 8 (11): e1427–34. Erişim: 8 Eylül 2024, [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30343-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30343-0)

iltihaplanmaya neden olarak astım gibi akciğer hastalıklarını şiddetlendirebilmektedir.²⁶ Hamile anne adaylarının yüksek düzeyde ozon, ince partikül madde ve nitrojen dioksit maruz kalmaları düşük doğum ağırlıklarına yol açabilmektedir.²⁷

Hava kirliliğinin halk sağlığı açısından önemine rağmen, etkilerinin ve ülkelerin çevre politikalarına verdiği tepkiyi doğru bir şekilde ölçmek zordur. Rüzgâr, hava kirleticilerini ülkelerin sınırlarının ötesine taşımakta, bu nedenle bir ülkedeki hava kalitesi, rüzgâr yönündeki komşularının faaliyetlerine bağlı olabilmektedir.²⁸

Orman yangınları sürekli büyüyen hava kirliliğinin kaynağını oluşturmaktadır. 2023 yılının 6-8 Haziran tarihleri arasında New York şehri gizemli, dumanlı bir pusla kaplanmış ve kasvetli gökyüzünün altında şehir neredeyse tanınmaz hale gelmiştir. Kanada'nın Quebec eyaletinden gelen orman yangını dumanı, New York'taki PM2.5 kirlilik seviyelerinin arka plandaki günlük ortalama 9.0 µg/m³ değerinin 11 katına çıkmasına neden olmuş, New York birkaç gün boyunca dünyadaki en kötü hava kalitesine sahip şehirlerden biri olmuştur.²⁹ O günlerde astım sendromu acil servis ziyaretleri yüzde 44 oranında artmıştır.³⁰ Küresel olarak, genellikle orman yangınlarından kaynaklanmakla birlikte yüksek PM2.5 konsantrasyonlarına kısa süreli maruz kalma, her yıl bir milyondan fazla erken ölümlerle sonuçlanmıştır.³¹

Orman yangınları, büyük miktarlarda karbon monoksit, metan ve ince partikül madde yayan doğal bir hava kirliliği kaynağıdır. Dünya daha temiz enerji kaynaklarına doğru geçiş yaptıkça ve iklim değişikliği bitki örtüsünün yanmasını kolaylaştırdıkça, orman yangınlarının baskın bir hava kirliliği kaynağı haline gelmesi muhtemel olmuştur.³²

²⁶ Zhang, Joe., Yongjie Wei, and Zhangfu Fang. "Ozone Pollution: A Major Health Hazard Worldwide." *Frontiers in Immunology* 10 (October). <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.02518>

²⁷ Zhou, Woe., Xin Ming, Yunping Yang, Yaqiong Hu, Ziyi He, Hongyan Chen, Yannan Li, Jin Cheng, and Xiaojun Zhou. "Associations between Maternal Exposure to Ambient Air Pollution and Very Low Birth Weight: A Birth Cohort Study in Chongqing, China." *Frontiers in Public Health* 11 (March). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1123594>

²⁸ Zhang, Yuni., Zhengcheng Song, Shaojian Huang, Peng Zhang, Yiming Peng, Peipei Wu, Jing Gu, et al. "Global Health Effects of Future Atmospheric Mercury Emissions." *Nature Communications* 12 (1): 3035. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23391-7>

²⁹ Newburger, Erik. "New York City Tops World's Worst Air Pollution List from Canada Wildfire Smoke." CNBC. June 7, 2023. <https://www.cnbc.com/2023/06/07/canadian-wildfire-smoke-nyc-residents-urged-to-stayinside.html>

³⁰ Chen, Kai, Ma, Yaa, Michelle Lee Bell, and Wan Yang. "Canadian Wildfire Smoke and Asthma Syndrome Emergency Department Visits in New York City." *JAMA* 330 (14): 1385–87. <https://doi.org/10.1001/jama.2023.18768>

³¹ Yu, Wee., Rongbin Xu, Tingting Ye, Michael J. Abramson, Lidia Morawska, Bin Jalaludin, Fay H. Johnston, et al. "Estimates of Global Mortality Burden Associated with Short-Term Exposure to Fine Particulate Matter (PM_{2.5})." *The Lancet Planetary Health* 8 (3): e146–55. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(24\)00003-2](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(24)00003-2)

³² Knorr, Wayne, Frank Dentener, Stijn Hantson, Leiwen Jiang, Zbigniew Klimont, and Almut Arneth. "Air Quality Impacts of European Wildfire Emissions in a Changing Climate." *Atmospheric Chemistry and Physics* 16 (9): 5685–5703. <https://doi.org/10.5194/acp-16-5685-2016>.

İklim değişikliği bu eğilimi güçlendirmektedir. 1980'lerden bu yana, kısmen ısınan iklim nedeniyle, Amerika Birleşik Devletleri'nde orman yangınlarının yaktığı toplam alan yaklaşık dört kat artmıştır.³³ Batı Amerika Birleşik Devletleri'nin bazı bölgelerinde, orman yangınları son yıllarda partikül madde maruziyetinin yarısına kadar katkıda bulunmuştur ve orman yangını kirliliğinin kötüleşmeye devam edeceği tahmin edilmektedir.³⁴ 2023'te Kanada'da meydana gelen orman yangınları 18 milyon hektarlık alanı yutmuş ve o yıl küresel orman yangını karbon emisyonlarının yüzde 23'ü olan yaklaşık 480 milyon ton karbon emisyonu üretmiştir.³⁵

Özellikle tropikal bölgelerde orman yangınlarının çoğunu insanlar başlatırken, diğer bölgelerde ekosistemin doğal bir parçası olarak meydana gelirken bunların kontrol edilmesi zor olabilmektedir.³⁶ Bazı yangın müdahaleleri yangının daha da büyümesine neden olmaktadır. Örneğin, yangının bastırılması yanıcı ölü biyokütlelerin birikmesine yol açarak daha az sıklıkta ancak daha şiddetli orman yangınlarına neden olabilmektedir.³⁷ Kontrollü yangının kasıtlı olarak uygulanması olan öngörülen yakmalar, arazideki yakıt miktarını ve dolayısıyla gelecekteki yüksek yoğunluklu yangın riskini azaltmaya yardımcı olur.³⁸ Bu da yangının altyapıya verdiği zararı ve orman yangını dumanına maruz kalma yoğunluğunu azaltmaya yardımcı olabilir. Ancak, öngörülen yangınlar, daha fazla insanın daha sık dumana maruz kalmasına neden olması, ince partikül maddeye maruz kalmaktan kaynaklanan halk sağlığı yükünü artırabilmektedir.³⁹ Bu nedenle, orman yangını dumanının halk sağlığı üzerindeki yükünü hafifletmeye yönelik stratejilerin hem maruz kalma düzeyini hem de sıklığını dikkate almak gerekmektedir.

³³ Burke, Michael, Driscoll, Sam Heft-Neal, Jiani Xue, Jennifer Burney, and Michael Wara. "The Changing Risk and Burden of Wildfire in the United States." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118 (2): e2011048118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2011048118>

³⁴ Franke, a.g.e.

³⁵ Copernicus., Som. "Copernicus: Canada Produced 23% of the Global Wildfire Carbon Emissions for 2023." Copernicus Atmosphere Monitoring Service. 2023. <https://atmosphere.copernicus.eu/copernicus-canada-produced-23-global-wildfire-carbon-emissions>,

³⁶ Jasechko, S, and Debra Perrone. 2021. "Global Groundwater Wells at Risk of Running Dry." *Science* 372 (6540): 418–21. <https://doi.org/10.1126/science.abc2755>.

³⁷ Steel, Zenet.Loomy., Hugh D. Safford, and Joshua Hoan. Viers. "The Fire Frequency-Severity Relationship and the Legacy of Fire Suppression in California Forests." *Ecosphere* 6 (1): art8. <https://doi.org/10.1890/ES14-00224.1>

³⁸ Fernandes, Penny and Hermínio S. Botelho. 2003. "A Review of Prescribed Burning Effectiveness in Fire Hazard Reduction." *International Journal of Wildland Fire* 12 (2): 117–28. <https://doi.org/10.1071/wf02042>, 2003.

³⁹ Rosenberg, Arthur, Sumi Hoshiko, Joseph R. Buckman, Kirstin R. Yeomans, Thomas Hayashi, Samantha J. Kramer, ShihMing Huang, Nancy H. F. French, and Ana G. Rappold. "Health Impacts of Future Prescribed Fire Smoke: Considerations From an Exposure Scenario in California." *Earth's Future* 12 (2): e2023EF003778. <https://doi.org/10.1029/2023EF003778>

1.3. Ağır Metaller

Arsenik, kadmiyum, krom, kurşun ve civa gibi ağır metaller insan vücudundaki hemen hemen her organ sistemi için toksiktir.⁴⁰ 2019 yılında, sadece kurşuna maruz kalmak, kaybedilen yaşam yıllarıyla ölçülen küresel hastalıkların yaklaşık yüzde birisini oluşturmaktadır.⁴¹ Özellikle çocuklar için zararlı olan kurşuna maruz kalmanın güvenli bir seviyesi yoktur.⁴² Çocukluk döneminde kurşuna maruz kalmak beyne ve merkezi sinir sistemine geri dönüşü olmayan zararlar vererek gelişimi geciktirmekte, bilişsel yeteneği azaltmakta ve antisosyal davranışları artırmaktadır.. Kurşuna maruz kalma ayrıca anemi, böbrek yetmezliği, hipertansiyon ve diğer ciddi sağlık sorunlarıyla da bağlantılı bir durum oluşturmaktadır.⁴³

Kurşuna maruz kalmak dünyanın her bölgesinde, özellikle de düşük ve orta gelirli ülkelerde yaygındır.⁴⁴ Kurşuna maruz kalmanın uzun süreli sağlık ve bilişsel etkileri nedeniyle, politikaların kurşuna maruz kalmayı başarılı bir şekilde azalttığı ülkeler bile, onlarca yıl önce meydana gelen maruziyetin sonuçlarından hala muzdariptir. Amerika Birleşik Devletleri'nde nüfusun yarısı erken çocukluk döneminde zararlı seviyelerde kurşuna maruz kaldığından bu durum 2015 yılı itibarıyla insanlarda ortalama 2,6 IQ'lık kayba neden olmuştur.⁴⁵ Kurşuna maruz kalmaya bağlı bilişsel yetenek kayıpları, bireylerin eğitimsel kazanımlarını ve mesleki üretkenliklerini engellemekte, bu da toplum için önemli ekonomik kayıplara dönüşmektedir. Örneğin Afrika'da bu kayıplar GSYH'nin yüzde dördünden fazlasına denk gelmektedir.⁴⁶

⁴⁰ Tchounwou, Paul. Brilliant., Clement G. Yedjou, Anita K. Patlolla, and Dwayne J. Sutton. "Heavy Metal Toxicity and the Environment." In *Molecular, Clinical and Environmental Toxicology: Volume 3: Environmental Toxicology*, edited by Andreas Luch, 133–64. Basel: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4_6

⁴¹ Murray, Cole Jone. Layne, Aleksandr Y. Aravkin, Peng Zheng, Cristiana Abbafati, Kaja M. Abbas, Mohsen AbbasiKangevari, Foad Abd-Allah, et al. "Global Burden of 87 Risk Factors in 204 Countries and Territories, 1990–2019: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019." *The Lancet* 396 (10258): 1223–49. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30752-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30752-2)

⁴² WHO. "Drinking-Water." World Health Organization. 2023. <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/drinking>,

⁴³ Larsen, Billy. and Ernesto Sánchez-Triana. "Global Health Burden and Cost of Lead Exposure in Children and Adults: A Health Impact and Economic Modelling Analysis." *The Lancet Planetary Health* 7 (10): e831–40. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00166-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00166-3)

⁴⁴ Ericson, Bayer, Howard Hu, Emily Nash, Greg Ferraro, Julia Sinitsky, and Mark Patrick Taylor. "Blood Lead Levels in Low-Income and Middle-Income Countries: A Systematic Review." *The Lancet Planetary Health* 5 (3): e145–53. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30278-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30278-3)

⁴⁵ McFarland, Jin., Matt Emily, Hauer, and Aaron Reuben. "Half of US Population Exposed to Adverse Lead Levels in Early Childhood." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 119 (11): e2118631119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2118631119>

⁴⁶ Attina, Tom and Trasande, Lina. 2013. "Economic Costs of Childhood Lead Exposure in Low- and Middle-Income Countries." *Environmental Health Perspectives* 121 (9): 1097–1102. <https://doi.org/10.1289/ehp.1206424>

Diğer ağır metallere maruz kalmanın da ciddi sağlık sonuçları vardır, ancak mevcut verilerin sınırlı olması nedeniyle, ağır metal kirliliğinin temsili bir ölçütü olarak kurşuna maruz kalmanın sonuçlarına çalışmada yer verilmiştir.

1.4. Katı Atıklar

Dünya her yıl 2,1 milyar ton kentsel katı atık üretmektedir ve ciddi önlemler alınmadığı takdirde bu rakamın 2050 yılında 3,8 milyar tona yükseleceği tahmin edilmektedir.⁴⁷ Bu atıkların üçte biri açık çöplüklerde bertaraf edilmekte, dörtte biri ise yeterli izolasyon ve sıkıştırma önlemleri alınmadan ilkel depolama alanlarına yerleştirilmektedir.⁴⁸ Bu işlenmemiş atık dağları kolera, sıtma ve ishal gibi ölümcül hastalıkların yayılmasını kolaylaştırmaktadır. Tüm bu atıkları yönetmek yüz milyarlarca dolarlık yıllık maliyetlere neden olmaktadır.⁴⁹ Dahası, katı atıklar ve bunların yanlış yönetimi en ciddi çevre sorunlarına katkıda bulunmaktadır. Örneğin, atıkların düzenli depolama sahalarında anaerobik çürümesi, Amerika Birleşik Devletleri'nde insan kaynaklı metan emisyonlarının neredeyse dörtte birine, dünya genelinde ise yüzde 10'a yakınına neden olmaktadır.⁵⁰ Atıkların açıkta yakılması da hava kirliliğinin önde gelen nedenlerinden biridir ve küresel PM2.5 emisyonlarının yaklaşık yüzde 11'ine ve siyah karbon emisyonlarının yüzde 7'sine neden olmaktadır.⁵¹

Küresel katı atıkların yaklaşık yüzde 12'si plastikten oluşmaktadır ve bu durum çevre sağlığı ve ekosistemin canlılığı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir.⁵² Her yıl yaklaşık 22 milyon ton yanlış yönetilen plastik çevreye sızmakta⁵³, göllerde birikmekte veya okyanusa akarak deniz türlerine ve ekosistemlere zarar vermektedir. Yüzlerce balık türü, deniz kuşları, deniz memelileri ve tüm deniz kaplumbağası türleri plastik döküntüleri yutmakta veya bunlara dolanmaktadır. Mikroplastikler yüzünden balık ve diğer kontamine gıdaları tükettiğimizde plastik kaplardan su

⁴⁷ UNEP. "About Montreal Protocol." OzonAction. October 29, 2018. <http://www.unep.org/ozonaction/who-weare/about-montreal-protocol>

⁴⁸ Kaza, Suzan, Lisa Coe. Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden. "What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050." Urban Development. Washington, DC: World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/30317>

⁴⁹ UNEP, a.g.e

⁵⁰ Savoca, Mousche. Save., Alexandra G. McInturf, and Elliott L. Hazen. "Plastic Ingestion by Marine Fish Is Widespread and Increasing." Global Change Biology 27 (10): 2188– 99. <https://doi.org/10.1111/gcb.15533>, 2021.

⁵¹ Klimont, Zoey, Kaarle Kupiainen, Chris Heyes, Pallav Purohit, Janusz Cofala, Peter Rafaj, Jens Borken-Kleefeld, and Wolfgang Schöpp. "Global Anthropogenic Emissions of Particulate Matter Including Black Carbon." Atmospheric Chemistry and Physics 17 (14): 8681–8723. <https://doi.org/10.5194/acp-17-8681>.

⁵² Kaza, a.g.e

⁵³ OECD. Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd-ilibrary.org/environment/globalplastics-outlook_de747aef-en

içtiğimizde ve hatta nefes aldığımızda insan vücuduna girmektedir. Mikroplastiklerin insan sağlığı üzerindeki etkileri hala tam olarak anlaşılammış olsa da mikroplastikler yüksek kalp krizi, felç ve diğer hastalıklara yakalanma riskini artırmaktadır.⁵⁴

Atık yönetimi uygulamalarının iyileştirilmesi zorunlu olmakla birlikte, katı atık ve plastik kirliliği ile ilişkili çevresel sorunların üstesinden gelmek için yeterli değildir. Toplanan ve çöp sahalarında biriktirilen plastik atıklar çevreye sızabilmekte ve bazen hayvanlar tarafından taşınarak hassas yerlere ulaşabilmektedir.⁵⁵ Yakın zamanda yapılan analizler, tüm atıklar geri dönüştürülse bile plastik endüstrisinin hızla artan plastik tüketiminin mevcut projeksiyonları altında gezegensel sınırların kendisine ayrılan payını aşacağı tahmin edilmektedir.⁵⁶ Gerçek sürdürülebilirliğe ulaşmak için dünyanın hem atık yönetimini iyileştirmesi hem de üretilen atık miktarını azaltması gerekmektedir.

1.5. Su Kaynakları

Su, yaşamı ve ekosistemin canlılığını sürdürmek için gereklidir. Su ekosistemleri dünyadaki türlerin beşte birini desteklemekte, kıyı fırtınalarından korunma ve karbon depolama gibi temel hizmetleri sağlamaktadır. İnsanların içme, yıkanma ve temizlik için, ekinleri sulamak, enerji üretmek ve çok çeşitli endüstriyel süreçleri desteklemek için suya ihtiyacı vardır.⁵⁷

Tarım sektörü, su talebinin başlıca itici gücü ve su kirliliğinin önemli bir nedenidir. Tarımsal sulama, küresel tatlı su çekimlerinin yüzde 70'ini ve su tüketiminin yüzde 90'ını oluşturmaktadır. Dünyanın büyük bölümünde, özellikle de Suudi Arabistan'ın kuzeyi, İran ve Amerika Birleşik Devletleri'nin güneybatısı gibi yoğun tarım yapılan kurak bölgelerde yeraltı suyu seviyeleri düşmektedir. Fazla gübre ve diğer tarımsal kimyasalların ekili alanlardan akması, yüzey suyu kirliliğinin önde gelen nedenlerindedir. Hem su miktarı hem de kalitesi göz önünde bulundurulduğunda, dünya nüfusunun yarısından fazlası yılda en az bir ay su kıtlığına maruz kalmaktadır. İklim değişikliği, insan nüfusu ile tarımsal üretimde öngörülen artış nedeniyle, su

⁵⁴ Marfella Rino, Prattichizzo Francesco, Sardu Celestino, Fulgenzi Gianluca, Graciotti Laura, Spadoni Tatiana, D'Onofrio Nunzia, et al. "Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events." *New England Journal of Medicine* 390 (10): 900–910. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2309822>,

⁵⁵ Martín-Vélez, Ventura, Julián Cano-Povedano, Belén Cañuelo-Jurado, Cosme López-Calderón, Vanessa Céspedes, Macarena Ros, Marta I. Sánchez, et al. "Leakage of Plastics and Other Debris from Landfills to a Highly Protected Lake by Wintering Gulls." *Waste Management* 177 (April):13–23. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.01.034>

⁵⁶ Bachmann, Mike, Zibunas, an Hartmann, Victor Tulus, Sangwon Suh, Gonzalo Guillén-Gosálbez, and André Bardow, "Towards Circular Plastics within Planetary Boundaries." *Nature Sustainability*, March, 1– 12. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-01054-9> 2023.

⁵⁷ Flörke, Mick, Ellen Kynast, Ilona Bärlund, Stephanie Eisner, Florian Wimmer, and Joseph Alcamo. "Domestic and Industrial Water Uses of the Past 60 Years as a Mirror of Socio-Economic Development: A Global Simulation Study." *Global Environmental Change* 23 (1): 144–56. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.10.018>

kıtlığı önümüzdeki yıllarda daha da kötüleşecektir. Temiz su kıtlığının kötüleşmesi, atık suyun arıtılması ve yeniden kullanılması için altyapının genişletilmesinin aciliyetinin altı çizilmektedir.⁵⁸

Su kıtlığını hafifletmenin yanı sıra, iyileştirilmiş atık su yönetim sistemleri bir dizi çevresel etkinin azaltılmasına yardımcı olabilmektedir. Örneğin, tüm atık sularını arıtan şehirler yılda kişi başına ortalama 33 kg metan gazı yayarken, bu rakam atık su arıtımı olmayan şehirlerde 138 kg'dır. Arıtılmamış atık su deşarjları ekosistemin canlılığına zarar vermektedir. Atık sudaki besin maddeleri ötrofikasyona katkıda bulunurken, mikroplastikler ve diğer kimyasal kirleticiler hem insanlar hem de vahşi yaşam için toksiktir. Arıtılmış atık su deşarjları bile tatlı su omurgasız topluluklarının yapısını derinden değiştirebilmektedir. Dünya genelinde 31.000 km uzunluğundaki nehirlerin hacminin en az yüzde 10'u atık sulardan oluşmaktadır ve 874 milyon insan bu su yollarının 10 km yakınında yaşamaktadır.⁵⁹

1.6. Balıkçılık

Balıkçılık, özellikle gelişmekte olan ülkelerde gıda güvenliği için önemlidir. Küresel su ürünleri tüketimi 1961'den 2019'a kadar yıllık ortalama yüzde 3 oranında artarak aynı dönemdeki nüfus artış hızının iki katına çıkmıştır. Bununla birlikte, balıkçılık endüstrisi şu anda sürdürülebilir değildir ve vahşi balıkçılığın sömürülmesi yaygın ekolojik bozulmaya neden olmakta, türleri yok olmanın eşiğine gelmiş ve küresel okyanusları kirletmiştir. Balık stoklarının üçte birinden fazlası biyolojik olarak sürdürülebilir seviyelerinin üzerinde sömürülmektedir ve dip trolü gibi yüksek oranda yan av içeren yıkıcı balıkçılık yöntemleri küresel avın dörtte birinden fazlasını oluşturmaktadır. Dip trolü sadece aşırı avlanmaya katkıda bulunmakla kalmamakta, aynı zamanda hassas taban ekosistemlerini tahrip etmekte, deniz tabanı çökeltisinde depolanan karbonu serbest bırakmakta ve deniz tabanı biyo kimyasal süreçlerini bozmaktadır.⁶⁰

Dip trolünün etkisini azaltmaya yönelik olası çözümler arasında dip trolünün sıklığı ve yeri, trol ağlarının teknolojisi ve hatta uygulamanın tamamen yasaklanmasına ilişkin daha fazla düzenleme yer almaktadır. Uzun vadeli sürdürülebilirlik için kritik öneme sahip olsa da tüm bu çözümler kısa vadede av miktarının azalmasına da neden olabilir. Dolayısıyla, 2050 yılına kadar yüzde 80 oranında artacağı tahmin edilen deniz ürünleri talebini karşılamak için dünyanın deniz

⁵⁸ Van Vliet, Matheus. Toony Harry, Edward R Jones, Martina Flörke, Wietse H P Franssen, Naota Hanasaki, Yoshihide Wada, and John R Yearsley. "Global Water Scarcity Including Surface Water Quality and Expansions of Clean Water Technologies." *Environmental Research Letters* 16 (2): 024020. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abbfc3>

⁵⁹ Ehalt Milton, Heloisa, Bernhard Lehner, Jim Nicell, Günther Grill, Jing Li, Antonio Limtong, and Ranish Shakya. 2022. "Distribution and Characteristics of Wastewater Treatment Plants within the Global River Network." *Earth System Science Data* 14 (2): 559–77. <https://doi.org/10.5194/essd-14-559>.

⁶⁰ FAO. *The Future of Food and Agriculture – Trends and Challenges*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

ürünleri üretmenin yeni yollarını bulması ve hatta farklı deniz ürünleri yemeyi öğrenmesi gerekmektedir.

1.7. Hava Kirliliği

Dünyanın bazı bölgelerinde hava kirliliği biyoçeşitlilik ve ekosistem canlılığı için ciddi bir tehdittir. Sülfür dioksit ve nitrojen oksit, asit yağmurunun iki temel öncüsüdür. Asit yağmurları toprak kimyasını değiştirerek kil partiküllerinden alüminyum salınımına, kalsiyum ve magnezyum gibi toprak besin maddelerinin kaybına neden olarak orman sağlığını tehlikeye atmaktadır. Asit yağmuru aynı zamanda su kaynaklarının asitlenmesine ve topraktan sızan alüminyumla kirlenmesine katkıda bulunarak suda yaşayan biyolojik çeşitliliği tehdit etmektedir.⁶¹

Ozon kirliliği ekosistemlere de zarar vermektedir. Ozon, bitkilerin fotosentetik faaliyetlerini engelleyerek hem doğal ekosistemlerin işlevini hem de ekili alanların verimliliğini etkilemektedir. Soya fasulyesi gibi bazı hassas ürünler için uzun süreli ozon maruziyeti yüzde 16'dan fazla verim kaybına yol açabilmektedir. Ozonun tarımsal verimlilik üzerindeki etkileri 2000 yılında 26 milyar ABD dolarına varan ekonomik kayıplara neden olmuştur.⁶²

1.8. Ormanlar

Ormanlar insan refahının anahtarı olmakla birlikte iklimi düzenlemekte, gıda ve ilaç sağlamakta, estetik ve kültürel öneme sahip olmaktadır. İnsanlığı paha biçilmez ekosistemden mahrum bırakmanın yanı sıra hizmetleri, ormansızlaşma ve orman tahribatı önemli bir karbon emisyonu kaynağı ve biyoçeşitlilik kaybının başlıca etkenleridir. Ekosistem kaybı ve bozulmasının ekonomik maliyetini ölçmek son derece zor olsa da bazı akademisyenler arazi bozulmasının dünyaya her yıl küresel GSYH'nin yaklaşık yüzde 10'una mal olduğunu tahmin etmektedir.⁶³

İklim değişikliği ve biyoçeşitlilik kaybıyla mücadele için sağlıklı ormanların önemini kabul eden 145 ülkenin liderleri, Glasgow Liderlerinin Ormanlar ve Arazi Kullanımı Deklarasyonu'nda 2030 yılına kadar orman kaybını ve bozulmasını durdurma ve tersine çevirme taahhüdünde bulundu. Dünya bu değerli hedef doğrultusunda şimdiden bazı ilerlemeler kaydetmiştir. Geçtiğimiz 20 yıl içinde dünya genelindeki ormanların dörtte üçünden fazlasında parçalanma azalmakta ve kayda değer ağaçlandırma çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Ancak aynı zamanda, gezegendeki en biyolojik çeşitliliğe sahip ve karbon zengini ekosistemler arasında yer alan tropikal birincil

⁶¹ IEA, "World Energy Outlook 2023." International Energy Agency. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/86ede39e-4436-42d7-ba2aedf61467e070/WorldEnergyOutlook2023.pdf>, 2023

⁶² Van Vliet vd, a.g.e.

⁶³ Saroj, Sacha Kala, Srinivas Goli, Md Juel Rana, and Bikramaditya K. Choudhary. "Availability, Accessibility, and Inequalities of Water, Sanitation, and Hygiene (WASH) Services in Indian Metro Cities." Sustainable Cities and Society 54 (March):101878. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101878>

ormanlar, ormansızlaşma ve parçalanmanın sıcak noktaları olmuştur. Dünya her dakika 10 futbol sahasından daha fazla nemli tropikal birincil ormanı kaybetmektedir ve kalan ormanların yalnızca yüzde 40'ından fazlası yüksek ekosistem bütünlüğüne sahiptir.

1.9. Biyoçeşitlilik ve Ekosistem

Biyoçeşitlilik krizi, türlerin ve diğer biyolojik çeşitlilik türlerinin hızlı kaybı, iklim değişikliğinin hemen ardından insanlığın karşı karşıya olduğu en ciddi ve geri döndürülemez çevre sorunlarından biri olarak ortaya çıkmaktadır. Dünya tarihi boyunca büyük volkanik patlamalar ve diğer jeolojik felaketler gezegenin biyolojik çeşitliliğinin büyük bir kısmını yok etmiştir. Son yüzyılda en az 200 omurgalı türü yok olmuştur ki bu normalden yüz kat daha hızlı bir yok olma oranıdır.⁶⁴ Bilim insanlarının gezegenin biyolojik çeşitliliğinin yalnızca küçük bir kısmını katalogladığı göz önüne alındığında, neleri kaybettiğimizin farkında bile değiliz. Biyoçeşitlilik istikrarın ve sağlıklı yaşamın temelini oluşturduğundan ekosistemlerin işleyişi ve bunlardan elde ettiğimiz hizmetler (Díaz ve ark. 2006; Cardinale ve ark. 2012), bunların hızlı kaybı insan refahı için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır.

Önem sırasına göre, arazi kullanım değişikliği, kaynak sömürüsü, kirlilik, istilacı türler ve iklim değişikliği, yakın zamandaki biyolojik çeşitlilik kaybının ana etkenlerini oluşturmaktadır (Jaureguiberry ve ark. 2022). Korunan alanların (biyolojik çeşitliliğin korunmasına yönelik birincil amaç için açıkça tanımlanmış kara ve deniz alanları) oluşturulması, en azından en önemli iki etken olan arazi kullanım değişikliği ve kaynak sömürüsü ile doğrudan mücadele etmek için güçlü bir yaklaşım olmaktadır. İnsanların biyolojik çeşitlilik üzerindeki doğrudan etkilerini azaltmanın yanı sıra, korunan alanların birçok faydası da vardır. Ekosistemlerin doğal bozulmalara ve insan kaynaklı iklim değişikliğine karşı direncini artırmaktadır. Korunan alanlarda ormansızlaşma ve ekosistem bozulma oranlarının düşük olması, bitki örtüsünün karbon depolama kapasitesini artırarak iklim değişikliğinin azaltılmasına katkıda bulunmaktadır.⁶⁵ Ayrıca, doğru koşullar altında, korunan alanlar insan refahına da doğrudan katkı sağlayabilmektedir.⁶⁶

Şimdiye kadar ülkeler, Aichi Biyoçeşitlilik Hedefleri gibi uluslararası koruma hedeflerine ulaşmakta büyük ölçüde başarısız oldular. Ancak 2022 yılında, biyoçeşitlilik krizinin ciddiyeti

⁶⁴ Ceballos, Gre, Ehrlich, Peter, Anthony Devid. Barnosky, Andrés García, Robert Moni. Pringle, and Todd Micky. Palmer. "Accelerated Modern Human-Induced Species Losses: Entering the Sixth Mass Extinction." *Science Advances* 1(5): e1400253. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>

⁶⁵ Duncan, Emily, Annette Cayra. Broderick, Wayne Joon. Fuller, Tamara Galloway, Matthew H. Godfrey, Mark Hamann, Colin J. Limpus, et al. "Microplastic Ingestion Ubiquitous in Marine Turtles." *Global Change Biology* 25 (2): 744–52. <https://doi.org/10.1111/gcb.14519>

⁶⁶ Fyson, Cl, Neil Grant, Nandini Das, Victor Maxwell, Carley Reynolds, Joeri Rogelj, Carl-Friedrich Schleussner, and Olivia Waterton. "When Will Global Greenhouse Gas Emissions Peak?" *Climate Analytics*. <https://climateanalytics.org/publications/when-will-global-greenhouse-gas-emissions-peak>

konusundaki farkındalığı yansıtan 196 ülke, Kunming-Montreal Küresel Biyoçeşitlilik Çerçevesi ile biyoçeşitliliği koruma taahhütlerini iki katına çıkarmayı kabul etmişlerdir. Çerçevenin bu on yıl için belirlediği diğer iddialı hedefler arasında, ülkeler 2030 yılına kadar kara ve denizlerin yüzde 30'unu korumayı, bozulmuş ekosistemlerin yüzde 30'unu restore etmeyi, kirliliği yarıya indirmeyi ve türlerin yok oluşunu durdurmayı kabul edilmiştir.⁶⁷

Sonuç

İklim değişikliği muazzam ekonomik ve sosyal maliyetler doğurmaktadır. İklim felaketleri son 20 yılda 2,8 trilyon ABD doları değerinde hasara yol açmıştır. İklim değişikliği nedeniyle, dünya ekonomisi halihazırda 2050'ye kadar yüzde 19'luk bir gelir azalması yaşayacağı öngörülmektedir. Deniz seviyesinin yükselmesi kıyı ve alçakta yaşayan toplulukları tehdit ederken, kötüleşen kuraklıklar milyonlarca insanı su ve gıda güvensizliğine maruz bırakmaktadır. Dünya nüfusunun neredeyse yarısı iklim değişikliğine karşı oldukça hassas bölgelerde yaşamaktadır ve tahminen 1,2 milyar insan yüzyılın ortasına kadar iklim mültecisi haline gelebileceği tahmin edilmektedir.

Dünyanın iklim sisteminde bir dizi tehlikeli noktaya yaklaşıyor olabileceği göz önüne alındığında, bu eğilimi tersine çevirmek için acil eylem zorunlu hale gelmiştir.

İklim değişikliğinin azaltılmasına ilişkin küresel söylemin büyük bir kısmı CO2'ye odaklanmış olsa da metan emisyonlarının azaltılması, önümüzdeki birkaç yıl içinde ısınma oranını azaltmak için en uygun maliyetli stratejilerden biridir.

Fosil yakıtların üretimi, taşınması ve kullanımı, insan kaynaklı metan emisyonlarının yüzde 35'ini oluşturmaktadır. Bu emisyonların yüzde 70'inden fazlası mevcut teknolojilerle önlenemez ve yüzde 45 kadarı sıfır net maliyetle veya hatta kârla azaltılabilir.

İklimle ilgili kaygılardan bağımsız olarak, daha çevreci metan politikalarının uygulanması için yasal süreçlerle desteklenmesi şarttır. Bununla birlikte, ortak bir eylem olmadan, metan sızıntıları iklim değişikliğinin azaltılmasına yönelik küresel çabalar için ciddi ve artan bir endişe oluşturmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı'na göre, 2023 yılında uydular tarafından tespit edilen büyük metan sızıntılarının sayısı 2022 yılına kıyasla iki kat daha fazladır. Metanın güçlü kısa vadeli ısınma etkileri göz önüne alındığında, sayıları giderek artan süper yayıcı metan sızıntıları iklim hedeflerini tehlikeye atmakta ve gezegeni tehlikeli noktalara itme riski taşımaktadır.

Hava kirliliği, halk sağlığına yönelik en ciddi çevresel tehdit olmaya devam etmektedir. 2021 yılında 7,8 milyon erken ölüme neden olarak küresel ölümlerin yüzde 12'sine yakını

⁶⁷ Bachmann, Mike, Zibunas, an Hartmann, Victor Tulus, Sangwon Suh, Gonzalo Guillén-Gosálbez, and André Bardow, "Towards Circular Plastics within Planetary Boundaries." *Nature Sustainability*, March, 1– 12. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-01054-9>

oluşturmuştur. Orman yangınları sürekli büyüyen hava kirliliğinin kaynağını oluşturmaktadır. Orman yangınları, büyük miktarlarda karbon monoksit, metan ve ince partikül madde yayan doğal bir hava kirliliği kaynağıdır. Dünya daha temiz enerji kaynaklarına doğru geçiş yaptıkça ve iklim değişikliği bitki örtüsünün yanmasını kolaylaştırdıkça, orman yangınlarının baskın bir hava kirliliği kaynağı haline gelmesi muhtemel olmuştur.

Arsenik, kadmiyum, krom, kurşun ve civa gibi ağır metaller insan vücudundaki hemen hemen her organ için tehlike saçmaktadır. 2019 yılında, sadece kurşuna maruz kalmak, kaybedilen yaşam yıllarıyla ölçülen küresel hastalıkların yaklaşık yüzde birisini oluşturmaktadır.

Dünya her yıl 2,1 milyar ton kentsel katı atık üretmektedir ve ciddi önlemler alınmadığı takdirde bu rakamın 2050 yılında 3,8 milyar tona yükseleceği tahmin edilmektedir. Bu atıkların üçte biri açık çöplüklerde bertaraf edilmekte, dörtte biri ise yeterli izolasyon ve sıkıştırma önlemleri alınmadan ilkel depolama alanlarına yerleştirilmektedir. Bu durum kolera, sıtma ve ishal gibi ölümcül hastalıkların yayılmasını kolaylaştırmaktadır. Tüm bu atıkları yönetmek yüz milyarlarca dolarlık yıllık maliyetlere neden olmaktadır. Küresel katı atıkların yaklaşık yüzde 12'si plastikten oluşmaktadır ve bu durum çevre sağlığı ve ekosistemin canlılığı üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Her yıl yaklaşık 22 milyon ton yanlış yönetilen plastik çevreye sızmakta, göllerde birikmekte veya okyanusa akarak deniz türlerine ve ekosistemlere zarar vermektedir. Dolayısıyla plastiklerin hayatımızdan çıkması konusunda tüm bireylerin farkındalığının oluşması önem arz etmektedir.

İklim değişikliği ve çevresel felaketlerin artmasıyla, insan nüfusu ile tarımsal üretimde öngörülen artış nedeniyle, su kıtlığı önümüzdeki yıllarda daha da kötüleşecektir. Temiz su kıtlığının kötüleşmesi, atık suyun arıtılması ve yeniden kullanılması için altyapının genişletilmesi önemli bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır.

Dünya her dakika bir 10 futbol sahasından daha fazla nemli tropikal birincil ormanı kaybetmektedir, dolayısıyla ormanların nasıl kullanılması gerektiğiyle ilgili devletlerin ciddi anlamda aksiyon alması ve bu konuda bireyleri bilgilendirilmesi dünyamız için önem arz etmektedir.

Türlerin ve diğer biyolojik çeşitlilik türlerinin hızlı kaybı, iklim değişikliğinin hemen ardından insanlığın karşı karşıya olduğu en ciddi ve geri döndürülemez çevre sorunlarından biri olarak ortaya çıkmaktadır. Dünya tarihi boyunca büyük volkanik patlamalar ve diğer jeolojik felaketler gezegenin biyolojik çeşitliliğinin büyük bir kısmını yok etmiştir. Son yüzyılda en az 200 omurgalı türü yok olmuştur ki bu normalden yüz kat daha hızlı bir yok olma oranıdır. Şimdiye kadar ülkeler, biyoçeşitlilik koruma hedeflerine ulaşmakta başarısız oldular. Ancak 2022 yılında, biyoçeşitlilik krizinin ciddiyeti konusundaki farkındalığı yansıtan 196 ülke, Kunming-Montreal Küresel Biyoçeşitlilik Çerçevesi ile biyoçeşitliliği koruma taahhütlerini iki katına çıkarmayı kabul etmişlerdir.

Çevre felaketlerinin en aza indirilmesi konusunda herkese ciddi görevler düşmektedir. Bu durum sadece devletleri ilgilendiren bir konu olmadığı gibi dünyada yaşayan sekiz milyar insanı ilgilendiren ve bu konuda hızlı bir şekilde aksiyon alınması gerektiren bir konu olduğu görünmektedir. Gecikilen her bir gün dünyamızı daha sağlıklı ve yaşanmaz bir sürece doğru bizleri götürecektir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı	Bu çalışma bir yazarlıdır.
Değerlendirme	Çift Taraflı Kör Hakem
Etik Beyanı	* Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur. * Bu makale; herhangi bir doktora çalışmasından üretilmemiştir. * Bu makale, sempozyum veya kongre gibi herhangi bir zeminde, özet veya tam metin olarak sunulmamış, özgün bir araştırma makalesidir.
Benzerlik Taraması	Yapıldı – İntihal.net
Çıkar Çatışması	Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Declaration of Contribution Rate of Researchers	This study has one author.
Peer-Review	Double Blind Referee
Ethical Statement	* It is declared that scientific and ethical principles were followed during the preparation of this study and all the studies utilized are indicated in the bibliography. * This article is not derived from any doctoral study. * This article is an original research article that has not been presented as an abstract or full text in any ground such as symposium or congress.
Plagiarism Checks	Done – İntihal.net
Conflicts of Interest	The author(s) has no conflict of interest to declare.

Kaynaklar

- Adukia, Alluro. "Sanitation and Education." *American Economic Journal: Applied Economics* 9 (2): 23–59. <https://doi.org/10.1257/app.20150083>, 2017
- Andrés, Leon, George Jack, and Suneira Reina. "The Economic and Health Impacts of Inadequate Sanitation." In *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.561>, 2021.
- Attina, Tom and Trasande, Lina. 2013. "Economic Costs of Childhood Lead Exposure in Low- and Middle-Income Countries." *Environmental Health Perspectives* 121 (9): 1097–1102. <https://doi.org/10.1289/ehp.1206424>, 2013.
- Avery-Gomm, S., O'Hara, P. Kleine, L. Bowes, V. Laurie K. Wilson, and Karen L. Barry. "Northern Fulmars as Biological Monitors of Trends of Plastic Pollution in the Eastern North Pacific." *Marine Pollution Bulletin* 64 (9): 1776–81. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.04.017>, 2012
- Bachmann, Mike, Zibunas, an Hartmann, Victor Tulus, Sangwon Suh, Gonzalo Guillén-Gosálbez, and André Bardow, "Towards Circular Plastics within Planetary Boundaries." *Nature Sustainability*, March, 1– 12. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-01054-9> 2023.
- Baulch, Sacha, and Perry, Care. "Evaluating the Impacts of Marine Debris on Cetaceans." *Marine Pollution Bulletin* 80 (1): 210–21. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.12.050>, 2014
- Blackburn, Kale, and Green.Gig. "The Potential Effects of Microplastics on Human Health: What Is Known and What Is Unknown." *Ambio* 51 (3): 518–30. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01589-9>, 2022
- Brauer, Mimus, Roth, Aleksandr Y. Aravkin, Peng Zheng, Kalkidan Hassen Abate, Yohannes Habtegiorgis Abate, Cristiana Abbafati, et al. "Global Burden and Strength of Evidence for 88 Risk Factors in 204 Countries and 811 Subnational Locations, 1990– 2021: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2021." *The Lancet* 403 (10440): 2162– 2203. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)00933-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)00933-4), 2024
- Burke, Michael, Driscoll, Sam Heft-Neal, Jiani Xue, Jennifer Burney, and Michael Wara. "The Changing Risk and Burden of Wildfire in the United States." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118 (2): e2011048118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2011048118>, 2021.
- Carrington, Derik, and Carrington, Dayle, Environment editor. 2023. "'Mind-Boggling' Methane Emissions from Turkmenistan Revealed." *The Guardian*, May 9, 2023, sec. World news. <https://www.theguardian.com/world/2023/may/09/mind-boggling-methane-emissions-from-turkmenistan-revealed>.
- Ceballos, Gre, Ehrlich, Peter, Anthony Devid. Barnosky, Andrés García, Robert Moni. Pringle, and Todd Micky. Palmer. "Accelerated Modern Human-Induced Species Losses: Entering the Sixth Mass Extinction." *Science Advances* 1(5): e1400253. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>, 2015
- Chen, Kai, Ma, Yaa, Michelle Lee Bell, and Wan Yang. "Canadian Wildfire Smoke and Asthma Syndrome Emergency Department Visits in New York City." *JAMA* 330 (14): 1385–87. <https://doi.org/10.1001/jama.2023.18768>, 2023.
- Copernicus., Som. "Copernicus: Canada Produced 23% of the Global Wildfire Carbon Emissions for 2023." *Copernicus Atmosphere Monitoring Service*. 2023. <https://atmosphere.copernicus.eu/copernicus-canada-produced-23-global-wildfire-carbon-emissions>, 2023.
- Danopoulos, Eyli, Jenner, Loodr, Maureen Twiddy, and Jeanette Mani. Rotchell. "Microplastic Contamination of Seafood Intended for Human Consumption: A Systematic Review and

- Meta-Analysis." *Environmental Health Perspectives* 128 (12): 126002. <https://doi.org/10.1289/EHP7171>, 2020
- Díaz, Sack, Fargione, Jeremy, Floo. Stuart Chapin Iii, and David Tilman. "Biodiversity Loss Threatens Human Well-Being." *PLOS Biology* 4 (8): e277. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040277>, 2006.
- Duncan, Emily, Annette Cayra. Broderick, Wayne Joon. Fuller, Tamara Galloway, Matthew H. Godfrey, Mark Hamann, Colin J. Limpus, et al. "Microplastic Ingestion Ubiquitous in Marine Turtles." *Global Change Biology* 25 (2): 744–52. <https://doi.org/10.1111/gcb.14519>, 2019
- Ehalt Milton, Heloisa, Bernhard Lehner, Jim Nicell, Günther Grill, Jing Li, Antonio Limtong, and Ranish Shakya. 2022. "Distribution and Characteristics of Wastewater Treatment Plants within the Global River Network." *Earth System Science Data* 14 (2): 559–77. <https://doi.org/10.5194/essd-14-559-2022>.
- Ericson, Bayer, Howard Hu, Emily Nash, Greg Ferraro, Julia Sinitsky, and Mark Patrick Taylor. "Blood Lead Levels in Low-Income and Middle-Income Countries: A Systematic Review." *The Lancet Planetary Health* 5 (3): e145–53. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30278-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30278-3), 2021
- Flörke, Mick, Ellen Kynast, Ilona Bärlund, Stephanie Eisner, Florian Wimmer, and Joseph Alcamo. "Domestic and Industrial Water Uses of the Past 60 Years as a Mirror of Socio-Economic Development: A Global Simulation Study." *Global Environmental Change* 23 (1): 144–56. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.10.018>, 2013
- FAO. *The Future of Food and Agriculture – Trends and Challenges*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017
- Gambino, Isiah, Francesco Bagordo, Tiziana Grassi, Alessandra Panico, and Antonella De Donno. "Occurrence of Microplastics in Tap and Bottled Water: Current Knowledge." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19 (9): 5283. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095283>, 2022.
- Ghosh, Pool, Moslem Hossain, and Sanjit Sarkar. "Inequality Among Social Groups in Accessing Improved Drinking Water and Sanitation in India: A DistrictLevel Spatial Analysis." *The Professional Geographer* 75 (3): 361–82. <https://doi.org/10.1080/00330124.2022.2124181>, 2023.
- He, Coo, Zhifeng Liu, Jianguo Wu, Xinhao Pan, Zihang Fang, Jingwei Li, and Brett A. Bryan. "Future Global Urban Water Scarcity and Potential Solutions." *Nature Communications* 12 (1): 4667. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25026-3>, 2021.
- Hoegh-Guldberg, Denis Jacob, M. Taylor, T. Guillén Bolaños, M. Bindi, S. Brown, I. A. Camilloni, et al. "The Human Imperative of Stabilizing Global Climate Change at 1.5°C." *Science* 365 (6459): eaaw6974. <https://doi.org/10.1126/science.aaw6974>, 2019
- Hutton, Gina, and Claire Chase. "Water Supply, Sanitation, and Hygiene." In *Injury Prevention and Environmental Health*, edited by Charles N. Mock, Rachel Nugent, Olive Kobusingye, and Kirk R. Smith, 3rd ed. Washington (DC): The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK525207>, 2017.
- Fernandes, Penny and Hermínio S. Botelho. 2003. "A Review of Prescribed Burning Effectiveness in Fire Hazard Reduction." *International Journal of Wildland Fire* 12 (2): 117–28. <https://doi.org/10.1071/wf02042>, 2003.
- Franke, Jeremy. "Smoke on the Rise." *Nature Climate Change* 13 (9): 896–896. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01804-3>, 2023.
- Fyson, Cl, Neil Grant, Nandini Das, Victor Maxwell, Carley Reynolds, Joeri Rogelj, Carl-Friedrich Schleussner, and Olivia Waterton. "When Will Global Greenhouse Gas Emissions Peak?"

- Climate Analytics. <https://climateanalytics.org/publications/when-will-global-greenhouse-gas-emissions-peak>, 2023.
- IEA. "Curtailling Methane Emissions from Fossil Fuel Operations- Pathways to a 75% Cut by 2030." International Energy Agency, 2023.
- IEA, "World Energy Outlook 2023." International Energy Agency. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/86ede39e-4436-42d7-ba2aedf61467e070/WorldEnergyOutlook2023.pdf>, 2023
- IEA, "Global Methane Tracker 2024." International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2024/key-findings>, 2024.
- IPCC, "Summary for Policymakers." In Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 1–34. Geneva, Switzerland. doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001, 2023.
- Jasechko, S, and Debra Perrone. 2021. "Global Groundwater Wells at Risk of Running Dry." Science 372 (6540): 418–21. <https://doi.org/10.1126/science.abc2755>.
- JMP. "Drinking Water | JMP." WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation, and Hygiene. 2023. <https://washdata.org/monitoring/drinking-water>, 2023.
- Khurana, Maulo, and Hiroko Tabuchi. "Tracking an Invisible Climate Menace From 360 Miles Above." The New York Times, March 4, 2024, sec. Climate. <https://www.nytimes.com/interactive/2024/03/03/climate/methane-satellite-launch-global-warming.html>, 2024.
- Knorr, Wayne, Frank Dentener, Stijn Hantson, Leiwen Jiang, Zbigniew Klimont, and Almut Arneth. "Air Quality Impacts of European Wildfire Emissions in a Changing Climate." Atmospheric Chemistry and Physics 16 (9): 5685–5703. <https://doi.org/10.5194/acp-16-5685-2016>.
- Kotz, Mavlo, Anders Levermann, and Leonie Wenz. "The Economic Commitment of Climate Change." Nature 628 (8008): 551–57. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07219-0>, 2024
- MacLeod, Hans Peter H. Arp, Mine B. Tekman, and Annika Jahnke. "The Global Threat from Plastic Pollution." Science 373 (6550): 61–65. <https://doi.org/10.1126/science.abg5433>, 2021.
- McCulloch, Mee. Tommy, Amos Winter, Clark E. Sherman, and Julie A. Trotter. "300 Years of Sclerosponge Thermometry Shows Global Warming Has Exceeded 1.5 °C." Nature Climate Change 14 (2): 171–77. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01919-7>, 2024
- McFarland, Jin., Matt Emily, Hauer, and Aaron Reuben. "Half of US Population Exposed to Adverse Lead Levels in Early Childhood." Proceedings of the National Academy of Sciences 119 (11): e2118631119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2118631119>, 2022.
- Möhring, Nale, Karin Ingold, Per Kudsk, Fabrice Martin-Laurent, Urs Niggli, Michael Siegrist, Bruno Studer, Achim Walter, and Robert Finge. "Pathways for Advancing Pesticide Policies." Nature Food 1 (9): 535–40. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00141-4>, 2020.
- Munia, Hifman, Antony, Joseph H. A. Guillaume, Yoshihide Wada, Ted Veldkamp, Vili Virkki, and Matti Kummu. "Future Transboundary Water Stress and Its Drivers Under Climate Change: A Global Study." Earth's Future 8 (7): e2019EF001321. <https://doi.org/10.1029/2019EF001321>, 2020.
- Murray, Cole, Joo. Lee., Aleksandr Y. Aravkin, Peng Zheng, Cristiana Abbafati, Kaja M. Abbas, Mohsen AbbasiKangevari, Foad Abd-Allah, et al. 2020. "Global Burden of 87 Risk Factors in 204 Countries and Territories, 1990–2019: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019." The Lancet 396 (10258): 1223–49. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30752-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30752-2), 2019.

- Kaza, Suzan, Lisa Coe. Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden. "What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050." Urban Development. Washington, DC: World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/30317>, 2018.
- Klimont, Zoey, Kaarle Kupiainen, Chris Heyes, Pallav Purohit, Janusz Cofala, Peter Rafaj, Jens Borken-Kleefeld, and Wolfgang Schöpp. "Global Anthropogenic Emissions of Particulate Matter Including Black Carbon." Atmospheric Chemistry and Physics 17 (14): 8681–8723. <https://doi.org/10.5194/acp-17-8681-2017>.
- Lamboll, Rodriguez. Dani., Zebedee Roe. Jim. Nicholls, Christopher J. Smith, Jarmo S. Kikstra, Edward Byers, and Joeri Rogelj. "Assessing the Size and Uncertainty of Remaining Carbon Budgets." Nature Climate Change, October, 1– 8. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01848-5>, 2023.
- Larsen, Billy. and Ernesto Sánchez-Triana. "Global Health Burden and Cost of Lead Exposure in Children and Adults: A Health Impact and Economic Modelling Analysis." The Lancet Planetary Health 7 (10): e831–40. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00166-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00166-3), 2023.
- Laurent, Arya, Ioannis Bakas, Julie Clavreul, Anna Bernstad, Monia Niero, Emmanuel Gentil, Michael Z. Hauschild, and Thomas H. Christensen. "Review of LCA Studies of Solid Waste Management Systems – Part I, 2014.
- Lee, Kino, Rong Bing, Joanne Kiang, Sophia Bashir, Nicholas Spath, Dominik Stelzle, Kevin Mortimer, et al. "Adverse Health Effects Associated with Household Air Pollution: A Systematic Review, Meta-Analysis, and Burden Estimation Study." The Lancet Global Health 8 (11): e1427–34. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30343-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30343-0), 2020.
- Lenton, Toom .Mateus, Dee.I. Armstrong McKay, S. Loriani, J.F. Abrams, S.J. Lade, J.F. Donges, M. Milkoreit, et al. "The Global Tipping Points Report 2023." Exeter, UK: University of Exeter. <https://global-tipping-points.org>, 2023.
- Makhdoumi, Pati, Hooshyar Hossini, and Meghdad Pirsaeheb. "A Review of Microplastic Pollution in Commercial Fish for Human Consumption." Reviews on Environmental Health 38 (1): 97–109. <https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0103>, 2023.
- Marfella Rino, Prattichizzo Francesco, Sardu Celestino, Fulgenzi Gianluca, Graciotti Laura, Spadoni Tatiana, D'Onofrio Nunzia, et al. "Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events." New England Journal of Medicine 390 (10): 900–910. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2309822>, 2024.
- Martín-Vélez, Ventura, Julián Cano-Povedano, Belén Cañuelo-Jurado, Cosme López-Calderón, Vanessa Céspedes, Macarena Ros, Marta I. Sánchez, et al. "Leakage of Plastics and Other Debris from Landfills to a Highly Protected Lake by Wintering Gulls." Waste Management 177 (April):13–23. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.01.034>, 2024.
- Murray, Cole Jone. Layne, Aleksandr Y. Aravkin, Peng Zheng, Cristiana Abbafati, Kaja M. Abbas, Mohsen AbbasiKangevari, Foad Abd-Allah, et al. "Global Burden of 87 Risk Factors in 204 Countries and Territories, 1990–2019: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019." The Lancet 396 (10258): 1223–49. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30752-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30752-2), 2020.
- Natali, Sam, Mayne, John P. Holdren, Brendan M. Rogers, Rachael Treharne, Philip B. Duffy, Rafe Pomerance, and Erin MacDonald. "Permafrost Carbon Feedbacks Threaten Global Climate Goals." Proceedings of the National Academy of Sciences 118 (21): e2100163118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2100163118>, 2021.
- Newburger, Erik. "New York City Tops World's Worst Air Pollution List from Canada Wildfire Smoke." CNBC. June 7, 2023. <https://www.cnbc.com/2023/06/07/canadian-wildfire-smoke-nyc-residents-urged-to-stayinside.html>, 2023.

- Newman, Roney. and Ilan Noy. "The Global Costs of Extreme Weather That Are Attributable to Climate Change." *Nature Communications* 14 (1): 6103. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-41888-1>, 2023.
- NOAA. "Annual 2023 Global Climate Report." National Centers for Environmental Information | National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202313>, 2023.
- OECD. *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd-ilibrary.org/environment/globalplastics-outlook_de747aef-en, 2023.
- Osman, M. B., Jessica E. Tierney, Jiang Zhu, Robert Tardif, Gregory J. Hakim, Jonathan King, and Christopher J. Poulsen. "Globally Resolved Surface Temperatures since the Last Glacial Maximum." *Nature* 599 (7884): 239–44. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03984-4>, 2021.
- Pinheiro, Hone. Timochi., Chancey MacDonald, Robson G. Santos, Ramadhoine Ali, Ayesha Bobat, Benjamin J. Cresswell, Ronaldo Francini-Filho, et al. "Plastic Pollution on the World's Coral Reefs." *Nature* 619 (7969): 311–16. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06113-5>, 2023.
- Prata, Jaune. Cole. "Airborne Microplastics: Consequences to Human Health?" *Environmental Pollution* 234 (March):115–26. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.043>, 2023
- Rahaman, Madi. Souza., Md Mostafizur Rahman, Nathan Mise, Md Tajuddin Sikder, Gaku Ichihara, Md Khabir Uddin, Masaaki Kurasaki, and Sahoko Ichihara. "Environmental Arsenic Exposure and Its Contribution to Human Diseases, Toxicity Mechanism and Management." *Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987)* 289 (November):117940. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117940>, 2021.
- Roman, Loom. Qamar Schuyler, Chris Wilcox, and Britta Denise Hardesty. "Plastic Pollution Is Killing Marine Megafauna, but How Do We Prioritize Policies to Reduce Mortality?" *Conservation Letters* 14 (2): e12781. <https://doi.org/10.1111/conl.12781>, 2021.
- Rosenberg, Arthur, Sumi Hoshiko, Joseph R. Buckman, Kirstin R. Yeomans, Thomas Hayashi, Samantha J. Kramer, ShihMing Huang, Nancy H. F. French, and Ana G. Rappold. "Health Impacts of Future Prescribed Fire Smoke: Considerations From an Exposure Scenario in California." *Earth's Future* 12 (2): e2023EF003778. <https://doi.org/10.1029/2023EF003778>, 2024.
- Saroj, Sacha Kala, Srinivas Goli, Md Juel Rana, and Bikramaditya K. Choudhary. "Availability, Accessibility, and Inequalities of Water, Sanitation, and Hygiene (WASH) Services in Indian Metro Cities." *Sustainable Cities and Society* 54 (March):101878. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101878>, 2020.
- Savoca, Mousche. Save., Alexandra G. McInturf, and Elliott L. Hazen. "Plastic Ingestion by Marine Fish Is Widespread and Increasing." *Global Change Biology* 27 (10): 2188– 99. <https://doi.org/10.1111/gcb.15533>, 2021.
- Scanlon, Billy. Room., Sarah Fakhreddine, Ashraf Rateb, Inge de Graaf, Jay Famiglietti, Tom Gleeson, R. Quentin Grafton, et al. "Global Water Resources and the Role of Groundwater in a Resilient Water Future." *Nature Reviews Earth & Environment* 4 (2): 87–101. <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00378-6>, 2023.
- Suzuki, Gale., Natsuyo Uchida, Le Huu Tuyen, Kosuke Tanaka, Hidenori Matsukami, Tatsuya Kunisue, Shin Takahashi, Pham Hung Viet, Hidetoshi Kuramochi, and Masahiro Osako. "Mechanical Recycling of Plastic Waste as a Point Source of Microplastic Pollution." *Environmental Pollution* 303 (June):119114. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119114>, 2022.

- Steel, Zenet.Loomy., Hugh D. Safford, and Joshua Hoan. Viers. "The Fire Frequency-Severity Relationship and the Legacy of Fire Suppression in California Forests." *Ecosphere* 6 (1): art8. <https://doi.org/10.1890/ES14-00224.1>, 2021.
- Tchounwou, Paul. Brillant., Clement G. Yedjou, Anita K. Patlolla, and Dwayne J. Sutton. "Heavy Metal Toxicity and the Environment." In *Molecular, Clinical and Environmental Toxicology: Volume 3: Environmental Toxicology*, edited by Andreas Luch, 133–64. Basel: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4_6, 2012.
- UNEP. "About Montreal Protocol." OzonAction. October 29, 2018. <http://www.unep.org/ozonaction/who-weare/about-montreal-protocol>, 2018
- UNFCCC. "COP27 Reaches Breakthrough Agreement on New 'Loss and Damage' Fund for Vulnerable Countries." United Nations Framework Convention on Climate Change. 2022. <https://unfccc.int/news/cop27-reaches-breakthrough-agreement-on-new-loss-and-damage-fund-for-vulnerable-countries>, 2022.
- UNFCCC. "COP28 Agreement Signals 'Beginning of the End' of the Fossil Fuel Era." United Nations Framework Convention on Climate Change. 2023. <https://unfccc.int/news/cop28-agreement-signals-beginning-of-the-end-of-the-fossil-fuel-era>, 2023.
- UNFCCC. 2023b. "Technical Dialogue of the First Global Stocktake. Synthesis Report by the Co-Facilitators on the Technical Dialogue." United Nations Framework Convention on Climate Change. https://unfccc.int/documents/631600?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw48-vBhBbEiwAzqrZVPnlooZn6KVSSn439nPazIwe8v0K4bR1ej9IaLH0vIxnH0pIwrJxoClcAQAvD_BwE.
- United Nations Environment Programme and Climate and Clean Air Coalition. *Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions*. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2021.
- UN Water. "Region | SDG 6 Data." SDG 6 Snapshot SubSaharan Africa. 2022. <https://www.sdg6data.org/en/region/Sub-Saharan%20Africa>, 2022.
- UNICEF. "Sanitation Statistics." UNICEF DATA. 2023. <https://data.unicef.org/topic/water-and-sanitation/sanitation/>, 2023.
- Van Vliet, Matheus. Toony Harry, Edward R Jones, Martina Flörke, Wietse H P Franssen, Naota Hanasaki, Yoshihide Wada, and John R Yearsley. "Global Water Scarcity Including Surface Water Quality and Expansions of Clean Water Technologies." *Environmental Research Letters* 16 (2): 024020. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abbfc3>, 2021.
- Wells, Elian. Carter., Abby M. Vidmar, W. Alex Webb, Alesia C. Ferguson, Matthew E. Verbyla, Francis L. III de los Reyes, Qiong Zhang, and James R. Mihelcic. "Meeting the Water and Sanitation Challenges of Underbounded Communities in the U.S." *Environmental Science & Technology* 56 (16): 11180–88. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c03076>, 2022.
- WHO. "Drinking-Water." World Health Organization. 2023. <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/drinking>, 2023.
- Yu, Wee., Rongbin Xu, Tingting Ye, Michael J. Abramson, Lidia Morawska, Bin Jalaludin, Fay H. Johnston, et al. "Estimates of Global Mortality Burden Associated with Short-Term Exposure to Fine Particulate Matter (PM_{2.5})." *The Lancet Planetary Health* 8 (3): e146–55. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(24\)00003-2](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(24)00003-2), 2024.
- Zhang, Joe., Yongjie Wei, and Zhangfu Fang. "Ozone Pollution: A Major Health Hazard Worldwide." *Frontiers in Immunology* 10 (October). <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.02518>, 2019.

- Zhang, Yuni., Zhengcheng Song, Shaojian Huang, Peng Zhang, Yiming Peng, Peipei Wu, Jing Gu, et al. "Global Health Effects of Future Atmospheric Mercury Emissions." *Nature Communications* 12 (1): 3035. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23391-7>, 2021.
- Zhou, Woe., Xin Ming, Yunping Yang, Yaqiong Hu, Ziyi He, Hongyan Chen, Yannan Li, Jin Cheng, and Xiaojun Zhou. "Associations between Maternal Exposure to Ambient Air Pollution and Very Low Birth Weight: A Birth Cohort Study in Chongqing, China." *Frontiers in Public Health* 11 (March). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1123594>, 2023.
- Zou, Tom., Xee Zhang, and E. A. Davidson. "Global Trends of Cropland Phosphorus Use and Sustainability Challenges." *Nature* 611 (7934): 81–87. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05220-z>, 2022.

