

Belirsizlik ve İklim Değişiminin Yeni Normalinde Doğal Afetlerin Etkisi

Cengiz Koç^{1,*} 

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Muğla.

Özet

Değişen iklim, hava ve iklim aşırılıklarının sıklığında, şiddetinde, mekânsal kapsamında, süresinde ve zamanlamasında değişikliklere ve benzeri görülmemiş aşırılıklara yol açmaktadır. İstatistiksel anlamda aşırı olmasalar dahi hava veya iklim olayları, sosyal, ekolojik veya fiziksel bir sistemde kritik bir eşiği aşarak veya diğer olaylarla eş zamanlı meydana gelerek aşırı koşullara veya etkilere neden olmaktadır. Bu çalışmada, küresel sera gazı emisyonları, iklim kaynaklı doğal afetler (aşırı sıcaklıklar, kuraklık, orman yangını, aşırı yağışlar, taşkın ve heyelan) ve afetlerden kaynaklanan ekonomik kayıplar incelenmiş, 2003-2022, 2023 ve 2024 yıllarında dünyada meydana gelen iklim kaynaklı doğal afetlerin çeşitleri, kapsamı, etkileri ve en çok etkilendiği idari alanlar EM-DAT verileri kullanılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, afetlerden etkilenen insan sayısı, ölümlerin sayısı, afet olaylarının sayısı, olay başına etkilenen insan sayısı ve olay başına ölen insan sayıları belirlenmiştir. Farklı gelişmişlik düzeyine sahip ülkeler ile farklı kıtalarda yer alan ülkeler arasında meydana gelen iklim kaynaklı afetlerin sayısında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Anahtar Sözcükler

İklim Değişimi, Doğal Afetler, İnsan Etkisi, Sürdürülebilir Gelişme

The Impact of Natural Disasters in the New Normal of Uncertainty and Climate Change

Abstract

The changing climate is leading to changes in the frequency, intensity, spatial extent, duration and timing of weather and climate extremes, and to unprecedented extremes. Even if not statistically extreme, weather or climate events cause extreme conditions or impacts by exceeding a critical threshold in a social, ecological or physical system or by occurring simultaneously with other events. In this study, global greenhouse gas emissions, climate-related natural disasters (extreme temperatures, drought, wildfire, excessive precipitation, flood and landslide) and economic losses resulting from disasters were examined, and the types, scope, effects and most affected administrative areas of climate-related natural disasters that occurred in the world in 2003-2022, 2023 and 2024 were evaluated by using EM-DAT data. Additionally, the number of people affected by disasters, the number of deaths, the number of disaster events, the number of people affected per event, and the number of people dying per event were determined. No significant difference was found in the number of climate-related disasters occurring between countries with different development levels and countries located on different continents.

Keywords

Climate Change, Natural Disasters, Human Impact, Sustainable Development

1. Giriş

İklim değişikliği, dünya genelinde taşkınlar ve kuraklıklarda aşırı dalgalanmaları artırmakta, insan faaliyetleri nedeniyle baskı altında olan ekosistemlerin daha fazla kırılgan olmasına yol açmaktadır. Ekosistemler üzerindeki etkilerini mekân ölçeğinde dikkate alan yöntemler kullanarak bu iki tür hidro-meteorolojik olaya daha iyi direnç göstermek için iklim dayanıklılığını artırmaya ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle, taşkın, su yönetimi ve kuraklık için Doğa Tabanlı Çözümler (DtÇ), doğal olarak insan kullanımı ve biyolojik çeşitlilik için faydalar yaratmaya odaklandıklarından mantıklı bir seçenek olarak ivme kazanmaktadır (United Nations Environment Assembly, 2022). Memba havzaları, ormanlar, sulak alanlar, akarsular ve yeraltı sularının doğal ekosistem türleri olarak önemli roller oynadığı bir hidroloji tarafından baskı altında tutulmaktadır. Ancak, bu havzalar son yüzyılda insan kullanımını nedeniyle yoğunlaşan tarımsal faaliyetlerin doğal ekosistemleri kayba uğratması, kentleşmenin zeminleri asfaltlayarak drenaj hızlarını artırması ve yeraltı suyunu sızmayı sınırlaması nedeniyle önemli bir değişim göstermiştir. Sonuç olarak, sınırlı sızma, yeraltı suyunun kolaylıkla yeniden doldurulamaması ve yağış olaylarının taşkın riskini artırması toprak erozyonunu artıran yüksek akışlara neden olmaktadır. Zeminin suyu sızdırabileceği, tutabileceği ve yavaşça boşaltabileceği sünger kapasitesinin kaybı zeminin artan hidro-meteorolojik olay sıklıklarına karşı savunmasız olmasının nedenlerinden biridir.

Kentsel Doğa Temelli Çözümler, taşkın riski, erozyon, kentsel ısı, su kıtlığı, düşük su kalitesi ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi birden fazla sosyo-çevresel zorluğa eşzamanlı bir yanıt sağlama kabiliyetleri nedeniyle şehir plancıları arasında giderek daha fazla ilgi görmektedir. DtÇ, gri altyapı ile entegre edilmesi veya bazı durumlarda onun yerine kullanılması, maliyetli karbon yoğun geleneksel su mühendisliği sistemlerine olan ihtiyacı azaltır (Kapetas & Fenner, 2020). Dünya genelinde 2024 yılı en yıkıcı taşkınlardan bazılarını tanık olmuştur. Helene kasırgası, 200'den fazla can kaybına yol açan yıkıcı taşkınlara neden olarak Katrina Kasırgası'ndan (ABC News, 2024) sonra Amerika Birleşik Devletleri tarihindeki en ölümcül ikinci kasırga olmuştur. İspanya'nın Valensiya kentinde kıyı ve nehir taşkınlarının birleşimi, benzer bir can kaybıyla Avrupa'nın yakın tarihindeki en kötü taşkınlarına yol açmıştır (Aljazeera, 2024). Erken muson yağmurları, Güney Asya'da (United Nations, 2024) ve Afrika'da yıkıcı taşkınlara neden olmuş, özellikle Nijer, Nijerya ve Mali'de rekor kıran taşkınlar yaşanmıştır (International Rescue Committee, 2024).

İklim değişikliğinin artan etkileri, kentsel su talebini önemli ölçüde yeniden şekillendirmekte ve dünyadaki şehirler için önemli zorluklar yaratmaktadır. Yükselen sıcaklıklar ve değişen yağış düzenleri daha sıcak ve kuru koşullara yol açtıkça, kent sakinleri, işletmeleri ve yeşil alanları desteklemek için artan bir su talebiyle karşı karşıya kalmaktadır (Freni & Sambito, 2024; Koç, 2022). İklim değişkenliği ve su ihtiyaçları arasındaki bu karmaşık etkileşim, güçlü uyum stratejileri geliştirmeyi ve uygulamayı gerekli kılmaktadır. Araştırmalar, iklim değişikliğinin sadece mevcut su kıtlığını şiddetlendirmekle kalmayıp aynı zamanda hidrolojik döngüyü zorladığını ve su talebini yönlendiren karmaşık sosyo-ekonomik faktörleri daha da kötüleştirdiğini göstermektedir. Kentsel nüfus, özellikle yoğun nüfuslu ve gelişmekte olan bölgelerde artmaya devam ettikçe öngörücü modelleme ve entegre su yönetimine ilişkin bilgiler hayati önem taşımaktadır. Ayrıca, dayanıklılığı artırmak, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak ve sürdürülebilirliği teşvik etmek için su temin sistemlerinde dijital dönüşümler ve su kaynaklarının çeşitlendirilmesi gibi yenilikçi stratejiler araştırılmaktadır. Bu yaklaşımlar, sürdürülebilir kentsel planlamanın yolunu açmakta ve iklim zorlukları karşısında güvenli bir su geleceği sağlamak için disiplinler arası çabalara duyulan ihtiyacın altını çizmektedir (Koç, 2025).

Bazı iklim aşırılıkları (kuraklık, taşkın) tek başına aşırı olmayan hava veya iklim olaylarının birikmesi sonucunda meydana gelebilir. Bir tropikal siklon hava sistemi, diğer tropikal siklonlara kıyasla aşırı olmasa bile karaya yaklaştığı yer ve zamana bağlı olarak aşırı etkilere sahip olabilir. Bu nedenle, tüm aşırılıklar mutlaka ciddi etkilere yol açmaz. Bazı değişkenlerdeki ortalamanın gelecekteki koşulları günümüz koşullarının uçlarında yer alabileceğini öngörmesi nedeniyle aşırılıklardaki değişiklikler ortalama iklimdeki değişikliklerle doğrudan ilişkili olacaktır. Bu nedenle, aşırı hava olayları ve iklim olaylarının tanımı karmaşık olup, aşırı etkiler ve afetlerle ilgili iklim değişikliklerinin değerlendirilmesinde çeşitli hususların dikkate alınması gerekmektedir.

İklim değişikliği etkileri kademeli ve birleşerek iklim riskini artırmakta ve acil eylem ihtiyacını vurgulamaktadır. Afrika Boynuzunda, 2020-2022 yıllarında meydana gelen kuraklıklar, 2016-2017 yıllarında oluşan yıkıcı kuraklıkları geride bırakmış ve yaklaşık 26 milyon insan şiddetli gıda güvensizliğiyle karşı karşıya bırakmıştır (International Organization for Migration, 2023). Avustralya, 2020 yılında 24 milyon hektar araziye yok eden en kötü orman yangını sezonunu yaşamıştır (Binskin vd., 2020). 2021'de Bangladeş'in üçte biri siklon yağışları nedeniyle sular altında kalmıştır. Sadece 2023 yılında Amerika Birleşik Devletleri 25 iklim felaketi yaşamış ve yaklaşık 1 milyar ABD doları tutarında zarar görmüştür (Jay vd., 2023). Ancak, iklim uyumu karşılaşılan birçok risk ve ihtiyacın üstesinden gelememiştir (European Environment Agency, 2019; United Nations Environment Programme, 2023). İklim uyumu çalışmaları yeterli miktarda fon alamadığı için (United Nations Environment Programme, 2023) iklim politikası hedeflerine ulaşmada olaması gerekenden çok daha yavaş bir hızda ilerlemekte (Global Commission on Adaptation, 2019; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022) ve mevcut fonlar eşit olmayan bir şekilde dağıtılmaktadır (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2018). Bu nedenle, en çok ihtiyaç duyulan yerlerde iklime uyum eylemlerini desteklemek sınırlı kaynakların stratejik olarak kullanılmasını gerektirmektedir. Küresel, ulusal, bölgesel ve yerel seviyelerde iklim değişikliğine uyum eylemlerine öncelik vermek değişikliklerin gelecekteki gösterimini anlamak ve iklimle ilgili afetlerden kaynaklanan tarihsel etkilerin mekânsal kalıplarını değerlendirmeye yapılabilir (Alice, 2021).

Bu çalışma, küresel sera gazı emisyonlarını, iklim kaynaklı doğal afetlerin çeşitlerini (aşırı sıcaklıklar, kuraklık, orman yangını, aşırı yağışlar, taşkın ve heyelan) ve afetlerden kaynaklanan ekonomik kayıpları incelemeyi, 2003-2022, 2023 ve 2024 yıllarında dünyada meydana gelen iklim kaynaklı doğal afetlerin çeşitlerini, yerlerini, kapsamını ve en çok etkilediği idari alanları EM-DAT verilerini kullanarak değerlendirmeyi, afetlerden etkilenen insan sayısını, ölümlerin sayısını, afet olaylarının sayısını, olay başına etkilenen insan sayısını ve olay başına ölen insan sayılarını belirlemeyi amaçlamaktadır.

2. Veri ve Yöntem

Bu çalışmada, iklim değişimini etkileyen toplam sera gazı emisyonlarının miktarı, Paris anlaşması, aşırı sıcaklıklar, kuraklıklar, orman yangınları, meydana gelen aşırı yağış ve taşkın olayları Organisation for Economic Co-operation and Development (2024) tarafından hazırlanan rapordan alınmış ve incelenmiştir. Ayrıca, Acil durum olayları veri tabanı EM-DAT (Emergency Events Database) kayıtlarından doğal afetler, iklim kaynaklı doğal afetler, afet çeşitlerinin kıtalar ve ülkelere göre mekânsal dağılımı, afetlerden etkilenen ve yaşamını kaybeden insanların sayısı, yaklaşık ekonomik kayıp verileri 2003-2022, 2023 ve 2024 yılları için alınmıştır (Emergency Events Database, 2022; 2023; 2024). Önemli iklim göstergelerinin doğal afetler üzerinde etkisinin olup olmadığı ilgili veri tabanı ve raporlardan incelenmiş bazı çıkarımlar yapılmış ve sonuçlara ulaşılmıştır. Çalışmada, 2003-2022 yılları arasındaki 20 yıllık sürecin ortalama (baz) değerleri 2023

ve 2024 yılları ile karşılaştırılmıştır. EM-DAT 10 ve 20 yıllık aralıklar ile oluşan afetlere ilişkin ortalama verileri içeren raporlar yayınlamaktadır. EM-DAT tarafından listelenen afetler; a) en az 10 ölüm (ölüler ve kayıplar dâhil), b) en az 100 kişinin etkilenmesi, c) uluslararası yardım çağrısı veya acil durum ilan ölçütlerinden en az birini karşılamaktadır (Donatti vd., 2024). EM-DAT 'ın olaylar ve etki değişkenleri hakkında eksik veriler gibi sınırlamalarına karşın (Jones vd., 2022; Green vd., 2019), veri tabanı yönetim ekibi, bilgi toplamak için çeşitli kaynaklara güvenme ve denetimde (Delforge vd., 2024) veri kontrolü ve doğrulama önlemlerini uygulamaktadır. EM-DAT afet tipolojisi, tehlike sınıflandırması ve tehlike sözlüğüne (Integrated Research on Disaster Risk, 2014) dayanmaktadır. Öncelikle iklim değişikliğinin etkilerini anlamakla ilgilenildiği için çalışma meteorolojik, hidrolojik ve iklimsel afet grupları veya alt grupları üzerine yoğunlaşmıştır. Bu afetler, veri setinde kaydedilen diğer afet türlerine göre iklimdeki değişikliklerle daha güçlü ilişkiye sahip olduğu için çalışmanın odak noktasını sadece iklimle ilgili afetler oluşturmaktadır.

3. Küresel Sera Gazı Emisyonları

Paris Anlaşması, iklim değişikliğini ele almak için küresel çabaların ilerlemesinde etkili olmuştur. Anlaşma, küresel ısınmayı yüzyılın sonuna kadar 2°C'nin çok altında tutmayı ve sıcaklık artışı 1,5°C ile sınırlama çabalarını sürdürmeyi amaçlamaktadır (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2015). Bu hedefe ulaşmak için ülkeler veya anlaşmaya taraf olanlar Ulusal Belirlenen Katkıları (UBK) ile sera gazı (GreenHouse Gase) emisyonlarını kademeli olarak azaltmayı taahhüt etmektedir. Ağustos 2024 tarihi itibarıyla, 195 taraf, net sıfır emisyonu ulaşma sözü vererek 110 tarafa (109 ülke ve Avrupa Birliği) UBK'lerini iletmış ve 96 taraf 2050 yılına kadar bu miktarı hedeflemiştir.

Mevcut taahhütler Paris Anlaşması sıcaklık hedeflerini karşılamada yeterince iddialı değildir. Küresel ısınmayı 1,5°C ile sınırlamak için küresel sera gazı emisyonlarının 2030 yılına kadar 33 Gigaton karbondioksit eşdeğeri (Gt CO₂e) ve 2°C ile sınırlamak için 41 Gt CO₂e miktarıyla sınırlandırılması gerekmektedir. Ancak, 2024 yılı itibarıyla uygulanan politikalara göre küresel emisyonların 2030 yılına kadar 57 Gt CO₂e'na ulaşması öngörülmektedir (United Nations Environment Programme, 2024). Ayrıca, ülkeler koşulsuz 2030 yılı taahhütlerini yerine getirirler bile sera gazı emisyonlarının 2030 yılında en az 55 Gt CO₂e'na çıkacağı tahmin edilmektedir. Benzer şekilde, küresel sera gazı emisyonlarının 2050 yılına kadar 8 Gt CO₂e ile sınırlandırılması gerekmekte, ancak toplu net sıfır taahhütleri o tarihe kadar en az 21 Gt CO₂e'na yol açacaktır.

Ülkeler isteklerini önemli ölçüde artırmalı ve politik çabalarının etkinliğini güçlendirmelidir. Sera gazı emisyonlarına ilişkin tahminler, en iyimser senaryoda (United Nations Environment Programme, 2024) yüzyılın sonuna kadar ortalama 1,7 ila 1,9°C'lik bir sıcaklık artışı potansiyelini göstermektedir. Bu tür bir senaryo, koşullu ve koşulsuz taahhütler için mevcut UBK'lerin ve net sıfır taahhütlerinin tam olarak uygulanmasını varsaymaktadır.

Ön tahminler, küresel sera gazı emisyonlarının 2022 ile 2023 yılları arasında %1,3 arttığını göstermektedir (United Nations Environment Programme, 2024). 2022 yılında uluslararası havacılık ve deniz kaynaklarından, arazi kullanımı, arazi kullanımı değişikliği ve ormancılıktan kaynaklanan emisyonlar da dâhil olmak üzere küresel sera gazı emisyonları 55 Gt CO₂e'na ulaşmıştır. Bu miktar, 2021 yılına göre %0,3'lük, 2010 yılına göre yaklaşık %9'luk bir artışı göstermektedir.

2005 yılındaki zirveden bu yana OECD ülkelerindeki sera gazı emisyonları kademeli olarak azalmış, 2021-2022 yılları arasında %1,2 ve 2010-2022 yılları arasında %11 azalmıştır. 2022 yılında tahmini 13 Gt CO₂e'na ulaşmıştır. Ancak, OECD ortak ülkelerinden kaynaklanan emisyonlar artmaya devam etmiş olup 2010 yılından bu yana %35'in üzerinde ve 2021 yılından bu yana %2 artmıştır.

2021 ve 2022 yılları arasında, ABD, Avrupa Birliği ve Japonya gibi büyük OECD ülkelerinden kaynaklanan sera gazı emisyonları sırasıyla %1,7, %2,5 ve %2,1 oranında azalmış, bu durum COVID-19 salgınından kısmen etkilenmiş olmakla birlikte devam eden bir düşüş eğilimini göstermiştir. Benzer şekilde, Brezilya ve Güney Afrika gibi büyük OECD dışı ülkeler, emisyonlarında sırasıyla %0,9 ve %3 oranında azalmalar yaşamıştır. Ancak, bu dönemde emisyonlar 22 ülkede artmış, Endonezya ve Hindistan gibi büyük emisyon oluşturan ülkelerde sırasıyla %12,4 ve %5,1 oranında endişe verici bir artış yaşamıştır (International Particle Accelerator Conference, 2024).

Emisyon kaynaklarının belirlenmesi hedefli iklim azaltma stratejilerinin tasarlanmasına yardımcı olmaktadır. Bu kaynaklar, kalkınma düzeyi, hava koşulları gibi doğal koşullar, mevcut kaynaklar, pazarlara uzaklık, ekonomik sektörler, enerji kaynakları ve arazi kullanımı gibi faktörlere bağlı olarak ülkeler arasında önemli ölçüde değişiklik göstermektedir. Genel olarak, OECD ve OECD ortak ülkelerinin emisyon profilleri benzerdir. 2022 yılında enerji OECD ülkelerindeki emisyonların yaklaşık %79'unu, elektrik/ısı üretimi ve ulaşım ise yaklaşık %54'ünü oluşturmaktadır. OECD ortak ülkelerinde ise enerji yaklaşık %74'üne katkıda bulunurken, elektrik ve imalat %54'ünü oluşturmaktadır. Ancak, bu toplam ortalamalar Çin'in imalat sektöründeki sera gazı emisyonlarından önemli derecede etkilenmektedir. Çin'i OECD ortakları grubundan hariç tuttuğumuzda, enerjinin emisyonların yaklaşık %51'ine katkıda bulunduğu, elektrik/ısı üretimi ve ulaşımın yaklaşık %41'ini, tarımın ise %15'ini temsil ettiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Benzer şekilde, endüstriyel süreçlerden kaynaklanan emisyonlar OECD ve OECD ortak ülkelerinde sırasıyla %8 ve %12'yi temsil ederken, tarım her iki ülke grubunda da %10'luk bir orana sahiptir. Bu toplam yüzdelere, emisyon kaynaklarında ülkeler arası farklılıkları gizlemekte ve özel politik yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. IPAC Gösterge Tablosu, bu göstergeler hakkında ülkeye özgü bilgiler sunmaktadır. Karbondioksit (CO₂), OECD ve OECD ortak ülkelerinde baskın sera gazı olmaya devam etmekte ve emisyonların sırasıyla %79 ve %78'ini oluşturmaktadır.

4. İklim Kaynaklı Afetler Dünyayı Nasıl Etkiler

Dünya 2024 yılında bir kez daha rekor yüksek sıcaklıklardan, fırtınalardan ve benzeri görülmemiş yağışlardan kuraklıklara, orman yangınlarına ve diğer yoğun ve beklenmedik iklimle ilgili tehlikelere ve iklim değişikliğinin dramatik sonuçlarına tanık olmuştur. Bu etkiler dünyada ekosistemler ve topluluklar için ciddi tehditler oluşturmaya devam etmektedir.

Aşırı hava olayları normal haline gelmekte, önemli hasar ve can kayıplarına yol açmaktadır. Bu etkiler yavaş başlayan olaylar (deniz seviyesinin kademeli olarak yükselmesi) veya ani aşırı olaylar (ani taşkınlar veya yoğun fırtınalar) olarak ortaya çıkabilmektedir ([Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022](#)). 2021-2023 yılları arasında iklimle ilgili felaketlerden kaynaklanan yıllık ekonomik kayıpların 250-280 milyar ABD doları olduğu tahmin edilmektedir ([Munich Re, 2022; 2023; 2024](#)). Bu felaketler sonucu dünya genelinde yaklaşık 24.000 can kaybı yaşanmıştır ([The Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2024](#)). 2024 yılında gözlenen aşırı hava olayları değişimi izole olaylar olup, sadece on yıllar boyunca tehlikeleri ve afetleri izleyerek anlaşılabilen uzun vadeli eğilimlerle tutarlıdır. Küresel Dünya Gözlemi ve diğer coğrafi veri kaynaklarından yararlanan Uluslararası İklim Eylem Programı (IPAC), iklimle ilgili çeşitli tehlikeler için göstergeler geliştirmiştir. Göstergeler, yedi temel iklim tehlikesine ve dört maruz kalma alanına odaklanarak küresel olarak tüm ülkeler için 44 yıla kadar uzanan bir zaman serisi sağlamaktadır ([Maes vd., 2022](#)). Tarihsel gözlem verilerini kullanarak iklim değişikliğinin etkilerini ve risklerini araştırmakta ve gelecekte iklimle ilgili tehlikelerle ilgili bazı temel verileri tanıtmaktadır. İklimle ilgili tehlikelere maruz kalmanın OECD ve OECD ortak ülkelerinde her alanı etkileyen çeşitli coğrafya, çevre ve hava kalıpları nedeniyle ülkeler arasında ve içinde nasıl değişebileceğini göstermektedir. Göstergeler ulusal ve uluslararası yönergeleri takip etmekte ve Hükümetler arası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC) iklim riski kavramsallaştırmasına dayanmaktadır. Bunlar, iklimle ilgili tehlikeyi, maruziyeti ve kırılganlığı afet riskinin temel boyutları olarak ele almaktadır ([Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022](#)). Göstergeler yakın zamanda güncellenmiş ve bazı temel sonuçlar aşağıda tartışılmaktadır. IPAC, üç temel iklim tehlikesi ve iki maruziyet alanı için ileriye dönük göstergeler aracılığıyla bu gösterge setini 2100 yılına kadar daha da geliştirmeyi hedeflemektedir. İklimle ilgili tehlikelerde gelecekteki maruziyeti değerlendirmek giderek daha önemli hale gelmektedir. Dünya emisyon yörüngesinde devam eder ve Paris Anlaşması sıcaklık hedeflerine ulaşamazsa, tahminler küresel Gayri Safi Yurt İçi Hasılanın (GSYİH) 2050 yılına kadar %7-10 oranında düşebileceğini göstermektedir ([Swiss Re, 2021](#)). Hiçbir önlem alınmazsa ve sıcaklıklar 2050 yılına kadar 3,2°C'ye yükselmeye devam ederse, küresel GSYİH daha da (-%18) düşebileceği tahmin edilmektedir ([Swiss Re, 2021](#)).

4.1 Aşırı sıcaklıklar

Tehlikeli sıcaklık seviyeleri dünya genelinde giderek yaygınlaşmaktadır. IPAC verileri, tüm ülkelerde ortalamanın üzerinde sıcaklıkların görüldüğü gün sayısında önemli bir artışın olduğunu ortaya koymaktadır (OECD ve OECD ortak ülkeleri ortalama olarak ortalamanın üzerinde sıcaklıkların görüldüğü 30 gün daha yaşıyor). 2019-2023 döneminde, 1981-2010 dönemine göre OECD ve OECD ortak ülkelerinde ortalamanın üzerinde sıcaklıkların görüldüğü yılda ortalama 30 gün daha yaşanmıştır. Bu durum, dünyanın yakın tarihteki en sıcak gününü yaşadığına ilişkin son bulguları doğrulamakta ve küresel ortalama sıcaklıklar 22 Temmuz 2024 de 17,16°C'ye ulaşmıştır ([The Copernicus Climate Change Service, 2024](#)).

Aşırı sıcaklık olaylarındaki değişiklikler, koşulların aşırı olarak kabul edildiği göreceli veya mutlak bir eşik belirlemeyi içermektedir. IPCC AR6'yı ([Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021](#)) izleyen bu analizde, sıcak bir gün 35°C'yi aşar ([Maes vd., 2022](#)), tropikal bir gece ise 20°C'nin altına düşmez. Sıcak günleri belirlemek için kullanılan mutlak eşikler kullanım alanlarına bağlı olarak 30°C ile 50°C arasında değişmektedir. Sıcak günler, günlük maksimum sıcaklığın 35°C'yi aştığı günler, tropikal geceler, minimum sıcaklığın 20°C'nin altına düşmediği geceler olarak tanımlanmaktadır. Ham verilerin çözünürlüğü nedeniyle küçük adalar için aşırı sıcaklıklar biraz düşük tahmin edilebilir. Evrensel Termal İklim Endeksi gibi daha karmaşık göstergeler, nem, rüzgâr ve güneş radyasyonu gibi diğer faktörleri bir araya getirerek aşırı sıcaklığı tanımlayabilir ve her bir ülke için ısı maruziyetinin daha kapsamlı bir analizini sağlayabilir. OECD göstergeleri giderek daha fazla insanın aşırı sıcaklık olaylarına maruz kaldığını vurgulamaktadır. OECD ve ortak ülkelerdeki nüfus 1979 yılından bu yana giderek daha fazla sıcak güne maruz kalmaktadır. OECD ve ortak ülkelerde 2019-2023 döneminde tahmini %12 oranında fazla insan 1981-2010 referans dönemine göre bu tür koşullara maruz kalmıştır. 2019-2023 yıllarında nüfusu sıcak günlere (2 haftadan fazla) en çok maruz kalan ülkeler arasında Suudi Arabistan (%96,5), Hindistan (%89,3), İspanya (%35,4) ve İsrail (%32,4) yer almakta, toplam olarak tahmini 1,5 milyar insanı etkilemektedir. Suudi Arabistan ve İsrail gibi ülkelerde aşırı sıcaklıklara geçmişte maruz kalma zaten belirgin şekilde yüksek olsa da maruz kalma daha uzun sürmektedir.

Sahadaki raporlar OECD göstergelerini doğrulamakta ve 2024 yılının ilk yarısında 15 ulusal sıcaklık rekoru ve 130 aylık ulusal sıcaklık rekorunun kırıldığını göstermektedir ([The Guardian, 2024](#)). Örneğin, Yeni Delhi, Mayıs ve Haziran 2024 arasında 40 günden fazla 40°C'nin üzerinde sıcaklık yaşamış ve Delhi'nin bir kısmı 49,9°C'ye ulaşmıştır. Daha kötüsü, daha sıcak geceler, insanların gün içinde yaşanan aşırı sıcaktan kurtulmak için ihtiyaç duyduğu zamandan mahrum kalmasına neden olmaktadır.

Bilim ve Çevre Analiz Merkezi'nden bir rapor, iklim değişikliğinin neden olduğu artan nem ve kentsel ısı adasının Delhi'deki ısı stresi koşullarını nasıl kötüleştirdiğini göstermektedir (Centre for Science and Environment, 2024). Ayrıca, aşırı sıcaklık, kendilerini koruyacak kaynakları olmayan gruplar arasında farklı şekilde deneyimlenmektedir. Özellikle, düşük gelirli insanlar ve çevre sistemleri aşırı sığa karşı savunmasızdır (Population Approach Group Europe Meeting, 2024).

İklim senaryoları ayrıca aşırı sıcaklığın Orta ve Güney Amerika'nın bazı bölgelerini giderek daha fazla etkileyeceğini öngörmektedir. Yüksek emisyonlu bir senaryo, Brezilya, Kolombiya, El Salvador ve Venezuela gibi ülkeler de dâhil olmak üzere Orta ve Güney Amerika'nın 2100 yılına kadar artan bir sıcak gün maruziyetiyle karşı karşıya kalacağını öngörmektedir. Bu durum, aşırı sıcaklığa maruz kalmanın, geleneksel olarak yılın belirli zamanlarında yüksek aşırı sıcaklık seviyeleriyle karşılaşan tropikal bölgelerde bile yoğunlaşmasının muhtemel olduğunu göstermektedir.

Yüksek gece sıcaklıklarıyla ilişkilendirilen tropikal geceler, uyku bozuklukları, geceleri serinleme yetersizliği (Seldenrich, 2023) ve artan ekonomik maliyetler nedeniyle insan sağlığı için riskler oluşturmaktadır. 1979-1983 ile 2019-2023 arasındaki 44 yılda, OECD ve ortak ülkeler dokuz ek tropikal gecede tahmini bir artış yaşamıştır. OECD kapsamında 50 ve AB'den 21 ülke nüfusunun %10'undan fazlası 1981-2010 dönemiyle karşılaştırıldığında 2019-2023 yıllarında tropikal gecelere maruz kalmıştır. Ayrıca, Kore (%28,9), İtalya (%19,6) ve Yunanistan (%17) gibi ülkeler sekiz haftadan uzun süre tropikal gecelere maruz kalan nüfusta en yüksek artışı yaşamıştır. Artan ortalama sıcaklık eğilimine paralel olarak aşırı soğuğa maruz kalma azalmaktadır. Buzlanma günlerine maruz kalan küresel nüfusun oranı her yıl azalmaktadır. 2019-2023 döneminde 1981-2010 yıllarına göre tahmini %6,9 oranında daha az insan bu tür koşullarla karşılaşmıştır.

Ulusal ortalamalar, kaydedilen toprak nemindeki düşüşlerin daha büyük olduğu bölgesel düzeydeki büyük farkları ve değişiklikleri gizlemektedir. Örneğin Avrupa'da OECD verileri, Romanya'da Güney Doğu, Kuzey Doğu ve Güney Muntenia'nın sırasıyla %9,2, %8,5 ve %7,2 oranında ciddi toprak nem düşüşleri yaşadığını göstermektedir. Benzer şekilde, Bulgaristan'ın Kuzey Doğu, Kuzey Orta ve Güney Doğu bölgeleri sırasıyla %8, %7,6 ve %5,4 oranında toprak nemi düşüşleri yaşamıştır.

4.2 Kuraklıklar

Artan sıcaklıklar, tarım arazilerinin tarımsal kuraklıklara karşı giderek daha savunmasız hale gelmesiyle gıda sistemleri üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır. OECD ve OECD ortak ülkeleri genelinde 2019-2023 döneminde 1981-2010 referans dönemine göre tarım arazilerindeki toprak nem seviyelerinde önemli bir düşüş (%2,9) görülmüştür. Tarımsal kuraklıktan en çok etkilenen ülkeler arasında son beş yılda tarım arazilerindeki toprak neminde ortalama %6'yı aşan düşüşler yaşayan Arjantin, Brezilya, Meksika ve Romanya yer almaktadır. Arjantin, Brezilya ve Meksika bu göstergenin başlangıç döneminden (1981) bu yana 2023 yılında tarım arazilerindeki toprak neminde en fazla düşüşü kaydetmiştir. Bu bölgelerin %50'den fazla ekilebilir arazi örtüsüne sahip olması, tarımın insanların yaşamında ve geçim kaynaklarında önemli bir sosyo-ekonomik rol oynaması nedeniyle bu bulgular endişe vericidir. Örneğin, Romanya yoksullarının çoğu kırsal alanlarda yaşamakta ve geçim kaynakları için tarımla ilgili faaliyetlere güvenmektedir (World Bank, 2018). Rumen çiftçiler 2024 yılında yağış eksikliği nedeniyle zor bir yılla karşı karşıya kalmıştır. Bu bölgelerde kötüleşen kuraklık koşulları acı bir gerçeğin altını çizmektedir. İklim değişikliği bu tür etkilerin sıklığını ve şiddetini artırmaktadır. Her geçen yıl iklim değişikliğinin etkileri daha da belirgin hale gelmektedir. Romanya, Bulgaristan ve diğer bölgelerdeki kırılgan tarım sektörleri giderek daha fazla risk altında kalmaktadır. Azalan toprak nemi, ürünlerin ve geçim kaynaklarının sürdürülmesini zorlaştırmaktadır. İklim değişikliğinin temel nedenlerini ele almak ve bu savunmasız bölgelerde dayanıklılık oluşturmak için önemli çabalara gereksinim duyulmaktadır.

4.3 Orman yangınları

Orman yangınları 2024 yılında dünyanın dört bir yanındaki bölgeleri harap etmiştir. Bu durum, küresel eğilimler ve OECD verileriyle tutarlıdır. OECD verileri, 2019-2023 yılları arasında küresel olarak yanmış alanların %24,5'inin OECD ve OECD ortak ülkelerinde bulunduğunu vurgulamaktadır. Arjantin, Avustralya, Brezilya, Kolombiya, Hindistan ve Güney Afrika gibi ülkelerde bu dönemde her yıl %1'den fazla kara alanı yanmıştır. Bu miktar, yaklaşık olarak Fransa'nın büyüklüğüne eşit ve 660.000 km²'den fazla alanı oluşturmaktadır. İster orman yangınlarından, ister kontrollü yakmadan veya kontrolsüz biyokütle yangınlarından kaynaklansın, yanan arazilerin iklim değişikliğiyle mücadele çabalarını engelleyen ve küresel ısınmayı azaltmayı amaçlayan girişimleri engelleyen geniş kapsamlı sonuçları vardır. Güney yarımkürede, Brezilya Amazonu, tarihi kuraklık nedeniyle 20 yıldan uzun süredir en kötü altı orman yangını ayını yaşamış ve 13.489 adet orman yangını kaydedilmiştir (Genot, 2024). Benzer şekilde, Ağustos ayında São Paulo eyaletinde, Ulusal Koruma ve Sivil Savunma Sekreteri'ne göre (Salati, 2024) insan faaliyetlerinden kaynaklanan rekor sayıda yangın meydana gelmiştir. Bölgedeki kırsal üreticiler için tahmini 179 milyon ABD doları (1 milyar R\$) tutarında önemli mali kayıplar bildirilmiştir (Salati, 2024). Kuzey yarımkürede Kanada, 2023 yılında rekor sayıda orman yangını yaşamış ve Ağustos ayı sonuna kadar 150.000 km²'den fazla alan yanmıştır. Bazı orman yangınları kış boyunca için için yanmaya devam etmiş ve Şubat ayı gibi erken bir zamanda yeniden alevlenmiştir. Daha büyük orman yangınları Mayıs 2024 gibi erken bir tarihte Alberta, Britanya Kolombiyası ve Manitoba'da kaydedilmiştir (Faguy, 2024).

2024 yılı orman yangını sezonu önceki yılın yıkıcı sezonunun ardından ([Copernicus Atmosphere Monitoring Service, 2024](#)) kayıtlardaki en yüksek ikinci karbon emisyonuna sahip yıl olmuştur. Şili, Kolombiya, Yunanistan, Yeni Zelanda, Portekiz, Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri'nde çok daha fazla orman yangını kaydedilmiştir.

Orman yangınları daha yaygın hale gelmekte, ekosistem hasarını, özellikle biyolojik çeşitlilik ve karbon emicileri ve insan yaşamına verilen zararı artırmaktadır. 2018-2022 yılları arasında, OECD ve OECD ortak ülkelerini kapsayan IPAC ülkelerinde 160 milyondan fazla insanı oluşturan nüfusun yaklaşık %3,2'si çok yüksek veya aşırı orman yangını tehlikesi olan bölgelerde yaşamaktaydı. Çok yüksek ve aşırı orman yangını tehlikesine en fazla maruz kalan ülkeler arasında Güney Afrika (%41,2), Avustralya (%19), Kosta Rika (%12,4), Brezilya (%9) ve Şili (%8,7) yer almakta, toplamda 51 milyondan fazla insanı barındırmaktadır. Yaklaşık 38 milyondan fazla nüfusun çok yüksek ve aşırı orman yangını tehlikesi olan bölgelerde yaşadığı Hindistan bu dönemde orman yangınlarına en fazla maruz kalan ülkedir.

Genel olarak, OECD ve ortak ülkelerdeki ormanlar çok yüksek veya aşırı orman yangını tehlikesine daha fazla maruz kalmıştır. Örneğin, yaklaşık 1,9 milyon km² orman alanına sahip Brezilya son beş yılda orman yangını tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır. Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya ve Meksika gibi diğer ülkelerde de sırasıyla 516.000 km², 622.000 km² ve 614.000 km²'lik alanlar çok yüksek veya aşırı yangın riskine maruz kalarak yüksek orman yangını seviyeleri görülmüştür. OECD ülkeleri arasında İsrail, Meksika ve Portekiz en yüksek yüzdelere sahip olup ormanların %74'ünden fazlası 2018-2022 yılları arasında orman yangını tehlikesine maruz kalmıştır ([Organisation for Economic Co-operation and Development, 2023](#)). Bu geniş maruziyet alanları ormanlar için önemli riski vurgulamaktadır. Sonuç olarak, insan riski ve ormanların küresel olarak karbon emici olarak oynadığı kilit rol göz önüne alındığında bu durumlar bir politik önceliği gerektirmektedir.

4.4 Aşırı yağışlar, taşkınlar ve heyelanlar

Yoğun yağış, ani taşkınlara neden olarak, heyelanları tetikleyerek, insanları ve ekonomik altyapıyı etkileyerek ülkeler için önemli tehlikeler oluşturmaktadır. OECD ve ortak ülkeler daha uzun süre aşırı yağış olaylarına maruz kalmaktadır. OECD ortak ülkeleri OECD ülkelerine göre çok daha fazla arazi oranına sahiptir. IPAC tarafından izlenen ülkelerin çoğu belirli düzeyde aşırı yağış olayına maruz kalsa da maruz kalma süresi ülkeler arasında önemli ölçüde değişmektedir. 2019-2023 yılları arasında aşırı yağış olaylarına maruz kalan arazi oranı en yüksek olan OECD ve ortak ülkeler arasında Endonezya (%37,3), Kolombiya (%28,2), Peru (%22,4) ve Brezilya (%15,8) yer almaktadır ([Seltenrich, 2023](#)). Bu ülkeler, diğer faktörlerin yanı sıra daha fazla sıcaklık ve bol neme sahip tropikal bölgede yer aldıkları için daha fazla yağış almaktadır.

Orta Asya'da yer alan geniş bölgeler Nisan-Mayıs 2024 arasında yoğun yağışlar ve ardından gelen ani taşkınlar yaşamıştır ([Zachariah vd., 2024](#)). Bu aşırı yağış olayının aşırı kurak bölge olarak adlandırılan bir bölgede meydana gelmesi oldukça sıra dışı bir durumdur. İnsan kaynaklı iklim değişikliği ve 2023-2024 yıllarındaki El Niño Güney Salınımı'nın birleşimi nedeniyle daha da kötüleşmiştir ([Zachariah vd., 2024a](#)). Ancak, insan kaynaklı iklim değişikliğini buna benzer belirli tehlike ve afet olaylarına bağlamak zordur. Hindistan'da aşırı muson yağmurları büyük heyelanlar nedeniyle yüzlerce kişinin ölümüne yol açmış ve en çok etkilenen bölge dağlık batı Ghats bölgesi olmuştur ([Zachariah vd., 2024b](#)). Kuzey Kerala'da köprüler yıkılmış, evler ve yollar sular altında kalmış ve elektrik kesintileri yaşanmıştır. Doygun durumdaki topraklara bir günde 140 mm'den fazla yağmur düşmesiyle ölümcül heyelanlar meydana gelmiştir ([Zachariah vd., 2024](#)). Aşırı yağış olaylarının genellikle yerel veya bölgesel etkileri olsa da can kaybı ve ekonomik zararlar nedeniyle daha büyük ulusal sonuçlara da yol açabilir. Avrupa'da, aşırı yağış olaylarından arazilerin etkilenmesi düşük (%2'den az) kalmaya devam etmektedir. Ancak, 2024 yılının ortalamadan daha yağışlı bahar ayları yeraltı su seviyelerinin yükselmesi ve Batı Avrupa'nın büyük bölümündeki akiferlerin yenilenmesi için bir fırsat sunmuştur. Fransa, İtalya, Hollanda, Belçika ve İrlanda'nın bazı bölgelerinde rekor mevsimsel yağışlar kaydedilmiştir ([The Copernicus Climate Change Service, 2024a](#)).

Aşırı yağış olayları, ekili ürün çeşidine bağlı olarak taşkınlara, toprağın aşınmasına ve/veya doymuş hale gelerek ürünlere zarar vermesine ve gıda üretimi için geçim kaynaklarını tehdit etmesine yol açarak tarım için tehlike oluşturabilir. Bu durum, özellikle tarıma bağımlı ülkeler için önemli bir sorun olabilir. İklim değişikliğinden kaynaklanan yağış değişikliklerine karşı aşırı derecede savunmasız duruma getirebilir. 2019-2023 yılları arasında Endonezya (%32,7), Kolombiya (%12,3), Peru (%10), Kosta Rika (%9,8) ve Brezilya (%3,3) aşırı yağış olaylarına maruz kalan en yüksek ekili alan oranına sahiptir. Aşırı yağış olaylarına maruz kalan ekili alan oranı birkaç ülke için artmıştır. Örneğin Endonezya'da bu tür olaylar 2000-2023 yılları arasında yaklaşık %3,4'ten %25,2'ye yükselmiştir. Ekili alanı aşırı yağış olaylarına en çok maruz kalan on ülkeden altısı Gayri Safi Yurt İçi Hasıla'nın (GSYİH) bir oranı olarak tarıma daha fazla bağımlıdır. Örneğin, Endonezya ve Kolombiya'nın sırasıyla ortalama %33 ve %12'lik ekilebilir arazisi aşırı yağış olaylarına maruz kalmaktadır. Bu arada, tarım, ormancılık ve balıkçılık sektöründeki GSYİH oranları sırasıyla %12,7 ve %6,4 olup, bu oranlar OECD ve OECD ortak ülkelerindeki ortalamadan (%3,2) önemli ölçüde yüksektir.

Taşkın, aşırı yağış, fırtına dalgaları, nehir taşması ve daha fazla yapay su yüzeyi gibi faktörlerin bileşiminden kaynaklanmakta ve insanların hayatlarını, geçim kaynaklarını ve ekonomik altyapıyı tehdit etmektedir. IPAC kapsamındaki 51 OECD ve OECD ortağı arasında, Hollanda ve Macaristan aşırı nehir taşkınlarına maruz kalan toplam kara alanının en yüksek yüzdesine (~%20) sahiptir.

Çin, yapılaşmış alanları en fazla oranda (%22) taşkınlara maruz kalan ülkedir. Çin'i sırasıyla, Letonya (%20) ve Hollanda (%18) izlemektedir. Tarım arazileri açısından en çok etkilenenler, tarım arazilerinin %17'sinden fazlası olası aşırı taşkınlara maruz kalan Macaristan, Hollanda ve Slovak Cumhuriyeti'dir.

Nehir taşkınları da insan kayıplarına neden olabilir. Ancak, aşırı yağış ve ardından gelen taşkınlar, genellikle nüfus ve altyapı üzerine yerel düzeyde etkilere sahip olduğundan birçok ulusal ve bölgesel gösterge bu olayları tespit etmekte başarısız olabilir. Avrupa, 2023 yılında kıta genelinde 1,6 milyon kişiyi etkileyen ciddi bir taşkın yaşamıştır. Örneğin, İtalya'daki taşkınlar yaklaşık 36.000 kişiyi yerinden etmiş ve Mayıs ayında 15 ölüme yol açmıştır. Bu arada, Slovenya'nın üçte ikisi Ağustos 2023 yılında sular altında kalmış ve 6 ölüme neden olmuştur. Ayrıca, Eylül 2023'te Yunanistan, Bulgaristan ve Türkiye'de kaydedilen rekor yağışlar 29 ölüme ve Yunanistan'da 700 km²'lik sular altında kalan arazi de dâhil olmak üzere kapsamlı zarara yol açmıştır ([The Copernicus Climate Change Service & World Meteorological Organization, 2023](#)). İzlenen ülkeler arasında Letonya, Slovak Cumhuriyeti ve Hollanda'daki nüfuslar en fazla maruz kalmakta ve insanların %30'undan fazlası potansiyel olarak etkilenmektedir. Çin'in (%26) ve Hindistan'ın (%20) büyüklükleri göz önüne alındığında bu iki ülkede nehir taşkınlarına maruz kalan toplam insan sayısı yaklaşık 670 milyondur.

Alçakta yer alan kıyı toplulukları fırtına dalgaları ve erozyon gibi bir dizi kıyı taşkını tehlikesiyle karşı karşıyadır. İklim değişikliğinin kıyı taşkınlarının sıklığını ve şiddetini artırmasıyla bu tehlikelerin kötüleşmesi beklenmektedir. En çok maruz kalan ülkeler Hollanda, Belçika ve Danimarka'dır. Hollanda kara alanının %51'i on yıllık bir tekrar süresiyle kıyı taşkınlarına potansiyel olarak maruz kalmakta, bunu sırasıyla %6,4 ve %5,6 oranlarıyla Belçika ve Danimarka izlemektedir. Ancak, bu rakamlar mevcut taşkın koruma önlemlerini veya deniz seviyesinin yükselmesini dikkate almadığı için dikkatli bir şekilde yorumlanmalıdır. Bununla birlikte, gelecekteki etkileri ve iklim değişikliğinin neden olduğu zararın potansiyel ekonomik maliyetlerini önlemek için korumaların sürdürülmesinin önemini vurgulamaktadırlar. Yapılı alanların kıyı taşkınlarına maruz kalması artmaktadır. IPAC kapsamındaki ülkelerde kıyı taşkınlarına maruz kalan yapılaşmış alanların yüzdesi 2000 yılında %1,8'den 2020'de %2,6'ya yükselmiştir. Bu durum, özellikle kıyı bölgelerindeki yapılaşmış alanlar genişlemeye devam ederse, mevcut altyapıya ek yatırımların yapılması gerektiğini göstermektedir. En çok etkilenen ülke, yapılaşmış alanının %52'si kıyı taşkınlarına maruz kalan Hollanda, Belçika (%10) ve Çin (%6,6) gelmektedir. Kuzey Denizi kıyısındaki arazilerin çoğu deniz seviyesinin altında veya bir miktar üzerinde yer almaktadır. Bu durum önemli miktarda araziye ve yapılaşmış alanları kıyı taşkın tehlikelerine maruz bırakmaktadır.

Şiddetli fırtınalara en çok maruz kalan ülkeler esas olarak kuzeybatı Avrupa ve Doğu Asya'da yer almaktadır. Belçika, İzlanda, İrlanda ve Hollanda gibi ülkelerde nüfusun ve yerleşim alanlarının %40'tan fazlası 2019-2023'te şiddetli fırtınalara maruz kalmıştır. Tropikal siklonlara maruz kalma, coğrafi konumları nedeniyle IPAC kapsamındaki ülkelerin bir alt kümesiyle sınırlıdır. Bu ülkelerin en çok maruz kalanları, nüfuslarının ve yerleşim alanlarının %90'ından fazlasının tropikal siklonlara (rüzgâr hızı 119 km/s veya 33 m/s'den fazla) maruz kaldığı Japonya ve Kore'dir (%90). Bu iki ülkeyi %25 ile Meksika ve Çin izlemektedir.

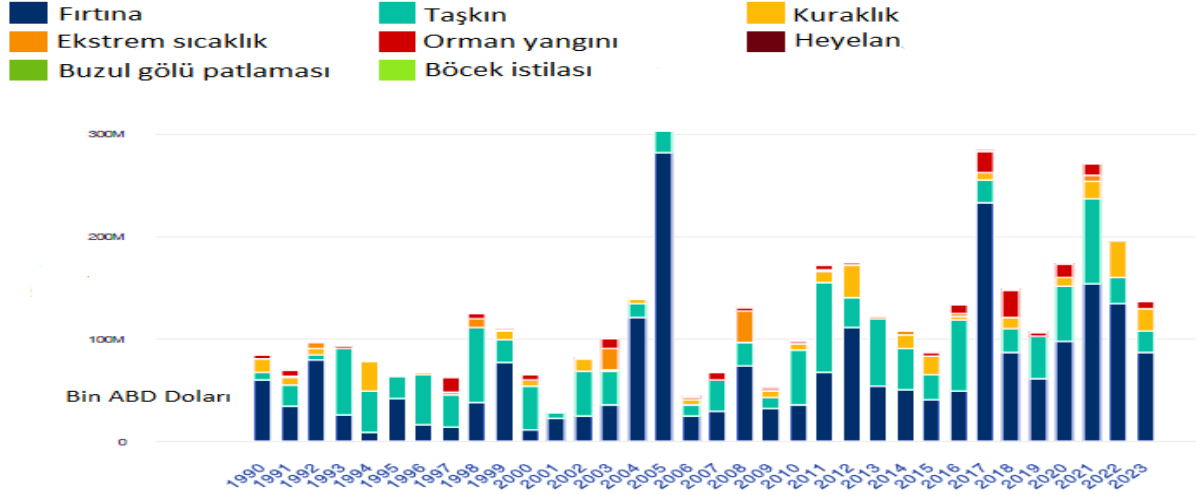
4.5 İklim kaynaklı afetler nedeniyle oluşan ekonomik kayıplar ve ölümler

Aşırı hava olayları, gıda güvensizliği gibi sosyal, politik ve ekonomik stres faktörlerini daha da kötüleştirir. İklimde gelecekte değişikliklerin ne olacağı belirsizliğini korumaktadır. Ancak, aşırı hava olaylarının artan şiddeti ve tehlike eğilimli yerlerde artan nüfus yoğunluğunun iklimle ilgili afet kayıplarının artmasına yol açması olasıdır ([Organisation for Economic Co-operation and Development, 2021](#)). İklimle ilgili afetlerden kaynaklanan yıllık ekonomik kayıplar yıldan yıla değişmektedir. Ancak, ekonomik kayıplar 1990'lı yıllardan bu yana IPAC ülkeleri genelinde artma eğilimi göstermiştir. Hava, iklim ve su aşırılıklarından kaynaklanan ekonomik kayıpların 1970'li yıllardan 2010 yılına kadar 7 kat arttığı bildirilmiştir ([World Meteorological Organization, 2021](#)). Fırtınalar en büyük ekonomik zararların sorumlusudur (1990-2023 arasında 2,3 trilyon ABD dolarından fazla). Bunu, taşkınlar, kuraklıklar, orman yangınları ve aşırı sıcaklıklardan kaynaklanan hasarlar izlemektedir (Şekil 1). 2017 yılındaki Harvey Kasırgası ve 2022 yılındaki Ian Kasırgası, Amerika Birleşik Devletleri'nde sırasıyla 118 milyar ABD dolarından ve 104 milyar ABD dolarından fazla tahmini ekonomik kayba neden olmuş ve bunları kayıtlara geçen en maliyetli fırtınalardan bazıları haline getirmiştir.

İklimle ilgili afetlerden kaynaklanan can kayıpları ekonomik kayıplardan farklı şekilde yayılır. Aşırı sıcaklıklar, iklimle ilgili afetlerde ölümlerin büyük çoğunluğuna neden olmaktadır. Örneğin, 2022 yılında İtalya ve İspanya'daki bir sıcak hava dalgası olayı 29.000'den fazla ölüme neden olmuştur. Bu durum, yüksek ekonomik kayıplara sahip iklimle ilgili afetlerin mutlaka en yüksek can kaybına sahip olanlarla aynı olmadığını göstermektedir.

En az gelişmiş ülkeler ve gelişmekte olan küçük ada devletleri de dâhil olmak üzere gelişmekte olan ülkeler, aşırı hava olaylarından orantısız bir şekilde etkilenmektedir. Bunun nedeni, daha az gelişme ve ekonomik çeşitlilik seviyeleri, mali kısıtlamalar ve fiziksel özellikleridir ([Organisation for Economic Co-operation and Development, 2021](#)). Afet veri tabanlarının sınırlı mekânsal kapsamı, zararların ve can kayıplarının eksik bildirilmesi bu ülkelerin çoğunda önemli bir raporlama açığına neden olmaktadır ([Moriyama vd., 2018](#)). Örneğin Afrika kıtasında, ölümlerin %35'i hava, iklim ve su aşırılıklarıyla ilgiliyken bildirilen küresel ekonomik kayıpların sadece %1'i bu ülkelerde gerçekleşmiştir ([World Meteorological Organization, 2021](#)). Bu farklılıklar, gelişmekte olan ülkelerde aşırı hava olaylarının etkisini doğru bir şekilde değerlendirmek ve etkili iklim adaptasyon stratejilerini bilgilendirmek için iyileştirilmiş veri toplama ve raporlama mekanizmalarına olan acil ihtiyacı vurgulamaktadır.

IPAC tarafından izlenen birçok ülkedeki kanıtlar gelecekteki kayıp ve zararı sınırlamak için uyum konusunda hızlandırılmış eyleme ihtiyaç olduğunu doğrulamaktadır. İklim uyumu önlemlerine yapılan yatırımlar genellikle aşırı hava olaylarından kaynaklanan kayıp ve zararlardan önemli ölçüde daha az maliyetlidir. Örneğin, bir çalışma 2020 yılından 2030 yılına kadar beş alana küresel olarak 1,8 trilyon ABD doları yatırım yapmanın toplamda 7,1 trilyon ABD doları net fayda sağlayabileceğini göstermektedir (Global Commission on Adaptation, 2019). Ancak, hükümet fonlaması genellikle yalnızca bir felaketten sonra sağlanmaktadır. Bu durum, uyum finansmanı için önemli hususlara neden olmaktadır (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2023a).



Şekil 1: İklimle ilgili afetlerden kaynaklanan ekonomik kayıplar (Toplam ekonomik kayıplar, bin ABD doları (düzeltilmiş), OECD ve OECD ortak ülkeleri, 1990-2023) (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2024)

5. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada 2003-2022 dönemi, 2023 ve 2024 yıllarında tüm dünyada meydana gelen iklim kaynaklı afetlerin çeşitleri ve oluş sayıları, etkilenen insan sayısı, ölümlerin sayısı, etkilenen insan sayısı/olay sayısı ve ölen insan sayısı/olay sayısı Acil Durum Olayları Veri tabanı (EM-DAT) kullanılarak belirlenmiş ve hesaplanmıştır (Tablo. 1, 2, 3). İncelenen 2003-2022 yılları arasında afetlerden etkilenen toplam ortalama yıllık insan sayısı 169,9 milyon, 2023 yılında 72,8 milyon ve 2024 yılında 166,3 olarak belirlenmiştir. Meydana gelen iklim kaynaklı doğal afetlerin sayısı 2003-2022 döneminde ortalama 340, 2023 yılında 363 ve 2024 yılında 372 adettir. İncelenen yıllarda en fazla meydana gelen afet çeşidi taşkınlar, tropikal siklonlar ve sıcak hava dalgalarıdır. Meydana gelen afetlerde yaşamalarını kaybeden insanların sayısı 2003-2022 yılları ortalaması 29.051, 2023 yılında 24.000 ve 2024 yılında 16.125 olarak belirlenmiştir. Afetlerden etkilenen insan sayısı/olay sayısı, 2003-2022 yılları ortalaması 452,267 kişi, 2023 yılında 200,551 kişi, 2024 yılında 447,043 kişi; afetlerde ölen insan sayısı/olay sayısı, 2003-2022 yılları ortalaması 77,47 kişi, 2023 yılında 66,12 kişi, 2024 yılında 43,35 kişi olarak hesaplanmıştır (Şekil. 2, 3). Baz yıl ortalamasında ve incelenen yıllarda iklim kaynaklı doğal afetlerin sayısında çok fazla farklılaşma olmamıştır. Ancak, yaşamını kaybedenlerin sayısında giderek bir azalma görülmektedir. En fazla ölüme neden olan iklim kaynaklı afetler sırasıyla, sıcak hava dalgaları, tropikal siklonlar (fırtınalar) ve taşkınlardır. En fazla meydana gelen doğal afetler ise tropikal siklonlar ve taşkınlardır. En fazla kişinin etkilendiği doğal afet taşkınlardır. Ölen insan sayısı/olay sayısı incelenen yıllarda azalmaktadır. Ancak, afetlerden etkilenen insan sayısı her yıl farklılık göstermektedir. Afetlerin meydana geldiği kıta ve ülke meydana gelen doğal afetlerden etkilenen insanların sayısını farklılaştırmaktadır.

Şiddetli fırtınalar (tropikal siklonlar) incelendiğinde, 2023-Eylül ayında Libya'yı vuran Daniel Kasırgası 8.000'i kayıp olmak üzere 12.352 kişinin ölümüne ve 6,2 milyar ABD doları ekonomik zarara yol açan taşkınlarla neden olmuştur. 2023 yılının başlarında, Fred Kasırgası Madagaskar, Mozambik ve Malavi'den geçti, en büyük etki Malavi'de yaşandı ve 1.209 kişinin ölümüne ve 2,3 milyon kişinin etkilenmesine neden oldu. Temmuz ayı sonunda meydana gelen Doksuri Tayfunu Filipinler'i vurmuştur. Ardından Çin'de ekonomik kayıpların 25 milyar ABD doları olduğu tahmin edilmiş ve bu durum Doksuri fırtınasını 2023 yılının en pahalı ikinci afeti haline getirmiştir. 2023 yılı Aralık ayının başında Hindistan'da Michaung Kasırgası nedeniyle şiddetli taşkınlar meydana gelmiş ve 4,4 milyon kişi etkilenmiştir. Amerika kıtasında iki fırtınanın kayda değer ekonomik etkileri olmuştur. Mart ayı başlarında Amerika Birleşik Devletleri, kasırga salgınlarına, kuvvetli rüzgârlara ve taşkınlarla yol açan, tahmini 6 milyar ABD doları maliyete ve 13 ölüme neden olan bir fırtınayla sarsılmıştır. Son olarak, 2023 yılı Ekim ayında Meksika'da meydana gelen Tropikal Fırtına Otis bir milyon kişiyi etkilemiş, 104 kişinin ölümüne ve 12 milyar ABD doları zarara yol açmış ve Meksika'da kaydedilen en maliyetli fırtına afeti olmuştur (Emergency Events Database, 2023).

Tropikal siklonlar çoğunlukla aşırı rüzgarlarla ilişkilendirilse de, aşırı yağışların tetiklediği fırtına dalgaları ve tatlı su taşkınları, genellikle toplam hasarın ve can kaybının büyük bir bölümünden sorumlu olmaktadır (Rappaport, 2000; Webster, 2008).

Tablo 1: 2003-2022 yıllarına ilişkin iklim kaynaklı afet verileri

İklimle İlgili Afetler	Etkilenen insan Sayısı (2003-2022 Ortalaması)	Ölümlerin Sayısı (2003-2022 Ortalaması)	Olayların Sayısı (2003-2022 Ortalaması)	Etkilenen İnsan Sayısı/Olay Sayısı (2003-2022)	Ölen İnsan Sayısı/Olay Sayısı (2003-2022)
Kuraklık	57.100.000	1157	16	3.568.750	72
Taşkınlar	74.600.000	5518	170	438.824	32
Tropikal Siklonlar	32.200.000	10017	104	309.615	96
Heyelan ve Çamur Kaymaları	200.000	803	18	11.111	45
Orman Yangını	700.000	86	11	63.636	8
Sıcak Hava Dalgası	4.800.000	11470	21	228.571	546
Toplam	169.600.000	29.051	340	452.267	77.47

Tablo 2: 2023 yılına ilişkin iklim kaynaklı afet verileri

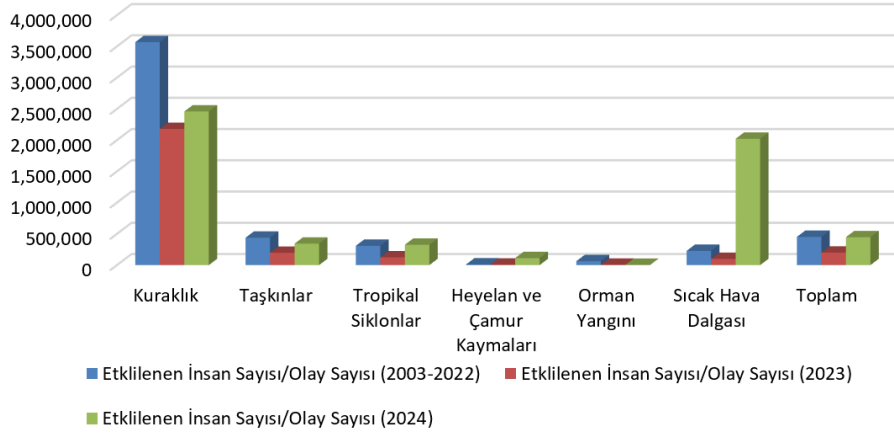
İklimle İlgili Afetler	Etkilenen insan Sayısı (2023)	Ölümlerin Sayısı (2023)	Olayların Sayısı (2023)	Etkilenen İnsan Sayısı/Olay Sayısı (2023)	Ölen İnsan Sayısı/Olay Sayısı (2023)
Kuraklık	21.800.000	247	10	2.180.000	24,70
Taşkınlar	32.400.000	7763	164	197.561	47,34
Tropikal Siklonlar	17.300.000	14666	139	124.460	105,51
Heyelan ve Çamur Kaymaları	200.000	654	24	8.333	27,25
Orman Yangını	100.000	264	16	6.250	16,50
Sıcak Hava Dalgası	1.000.000	406	10	100.000	40,60
Toplam	72.800.000	24.000	363	200.551	66,12

Tablo 3: 2024 yılına ilişkin iklim kaynaklı afet verileri

İklimle İlgili Afetler	Etkilenen insan Sayısı (2024)	Ölümlerin Sayısı (2024)	Olayların Sayısı (2024)	Etkilenen İnsan Sayısı/Olay Sayısı (2024)	Ölen İnsan Sayısı/Olay Sayısı (2024)
Kuraklık	29.500.000	0	12	2.458.833	0,00
Taşkınlar	48.800.000	5.883	142	343.662	41,43
Tropikal Siklonlar	47.900.000	2.582	147	325.850	17,56
Heyelan ve Çamur Kaymaları	3.600.000	2.243	32	112.500	70,09
Orman Yangını	100.000	170	21	4.762	8,10
Sıcak Hava Dalgası	36.400.000	5.247	18	2.022.222	291,50
Toplam	166.300.000	16.125	372	447.043	43,35

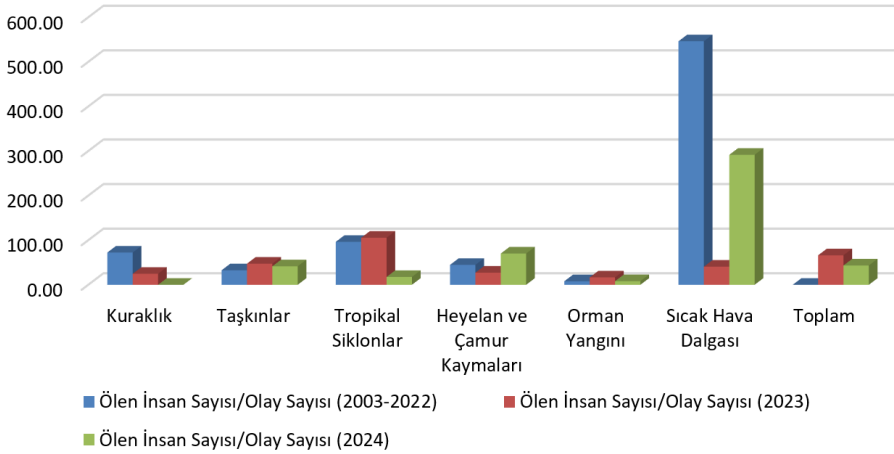
Meydana gelen en önemli taşkınlar incelendiğinde, Demokratik Kongo Cumhuriyeti'nin, Güney Kivu eyaletinde şiddetli yağışlar nedeniyle 2023 yılı Mayıs ayında şiddetli taşkınlar ve heyelanlar yaşanmıştır. Belirsiz olan ölü sayısı 2.970 olarak tahmin edilmekte, 470 kişi doğrulanmış ve binlerce kişi kayıptır. Kuzeydoğu Nijerya'da, Ekim ayındaki taşkınlar 275 kişinin ölümüne neden olmuştur. Aralık ayında, Somali'de yağmur mevsimi boyunca yaklaşık 2,5 milyon kişiyi etkileyen şiddetli yağışlar meydana gelmiştir. Tanzania Birleşik Cumhuriyeti'nde bir taşkın 2,9 milyon kişiyi etkilemiştir. Ocak ayında, Filipinler ülke çapında taşkın ve heyelanlara maruz kalmış, 52 kişi hayatını kaybetmiş ve 2,1 milyon kişi etkilenmiştir. Nisan-Temmuz ayları arasında Pakistan ve Hindistan'da da muson taşkınları yaşanmıştır. Hindistan'da, Haziran-Eylül 2023 arasında en az 1529 kişi hayatını kaybetmiş ve 10,2 milyon kişi etkilenmiştir. Ayrıca, Yemen'de, Mart-Eylül 2023 arasında uzun ve yoğun bir yıllık yağmur mevsimi yaşanmış ve bu dönemde 248 ölüm bildirilmiştir. Guatemala'da Mayıs ayından itibaren yağın yoğun yağışlar, 4,4 milyondan fazla insanı etkileyen ve 78 kişinin ölümüne yol açan önemli taşkın ve toprak kaymalarına neden olmuştur.

Avrupa'da, Mayıs ayı ortasında Emilia-Romagna bölgesinde meydana gelen taşkınlar 15 can kaybına neden olmuş ve 2023 yılının en maliyetli taşkınları arasında yer almıştır. Ekonomik hasarın 9,8 milyar ABD doları olduğu tahmin edilmektedir. Taşkınlarda beklenen değişikliklere ilişkin bölgesel veya kıtasal ölçekli çalışmalar oldukça sınırlıdır. Ancak, son yıllarda Avrupa için yürütülen bazı araştırmalar (Lehner vd., 2006; Dankers & Feyen, 2008; 2009) ile küresel ölçekte yapılan bir çalışma (Hirabayashi vd., 2008), hidrolojik modeller aracılığıyla hesaplanan günlük nehir debilerini kullanarak 21. yüzyıl boyunca büyük ölçekli taşkınların sıklığı ve/veya büyüklüğünde anlamlı değişikliklerin olacağını göstermektedir.



Şekil 2: İklim kaynaklı afetlerden etkilenen insan sayısı/olay sayısı

Kuraklıkla ilgili olaylara gelince, Endonezya'nın Mayıs'tan Ekim'e kadar süren kurak mevsimi yaklaşık 18,8 milyon kişiyi ciddi şekilde etkilemiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde, Güney ve Orta batı bölgeleri, önemli bir kuraklık ve buna eşlik eden bir sıcak hava dalgası yaşamıştır. Bu durum, ABD'de 2023 yılının en maliyetli olayı olarak kaydedilmiş ve 14,5 milyar ABD doları zarara yol açmıştır. Ayrıca, Ağustos ayında Hawaii'deki Maui Adası'ndaki Lahaina Orman Yangını, 5,5 milyar ABD doları tutarında ekonomik kayba yol açarak en maliyetli 10 afetten biri olarak belirlenmiştir (Emergency Events Database, 2023).



Şekil 3: İklim kaynaklı afetlerden ölen insan sayısı/olay sayısı

Sıcak veya sıcak hava dalgasının etkileriyle ilgili sabit veriler hakkında fikir edinmek oldukça zaman alabilir. Geçtiğimiz yıl, EM-DAT 2022 yıllık raporunun ön verilerine dayanılarak Avrupa'da sıcak hava dalgaları nedeniyle 16.305 ölümün olduğu kaydedilmiştir. 2022 yılında meydana gelen Avrupa sıcak hava dalgalarından bir yıl sonra yayınlanan bir çalışmanın (Temmuz 2023'te yapılan düzeltmeler) 2022 sıcak hava dalgalarıyla ilgili ölümleri 61.570 sayısı ile güncelleyerek Avrupa kıtasının daha tutarlı bir değerlendirmesini sunmuştur (Emergency Events Database, 2022; 2023). Bu güncelleme, sıcak hava dalgalarıyla ilgili ölümlerin izlenmesinde devam eden evrimi, ilk rakamlarla sonraki kapsamlı değerlendirmeler arasındaki kayda değer gecikme ve tutarsızlıkları ve yıllık raporlarda sıcak hava dalgalarıyla ilgili ölümlerin giderek daha fazla tanınmasını vurgulamaktadır.

İklim değişikliğiyle ilişkili sıcak hava dalgalarının sıklığı ve şiddetinde beklenen artış ve sıcak hava dalga etkisini izleme teknikleri ve girişimlerdeki potansiyel iyileştirmeler göz önüne alındığında bu tür olayların önemi ve bildirilen etkisinin artması olasıdır.

2022 yılında Avrupa'daki duruma benzer şekilde 2023 yazında rekor kıran sıcaklıklar, uzun süreli ve şiddetli ısı stresi ve Haziran'dan Eylül'e kadar tekrarlayan sıcak hava dalgaları yaşanmış ve bunlar sırasıyla Kuzey ve Güney Avrupa'yı ve diğer Akdeniz bölgelerini etkilemiştir. Son dönemde gözlemlenen aşırı sıcak hava dalgaları arasında, Avrupa'daki 2006 sıcak hava dalgası (Rebetez vd., 2008), Güneydoğu Avrupa'daki 2007 sıcak hava dalgası (Founda & Giannakopoulos, 2009), Güneydoğu Avustralya'daki 2009 sıcak hava dalgası (National Climate Center, 2009) ve Rusya'daki 2010 sıcak hava dalgası (Barriopedro vd., 2011) yer almaktadır. Hem 2003 Avrupa sıcak hava dalgası (Andersen vd., 2005; Ciais vd., 2005) hem de 2009 Güneydoğu Avustralya sıcak hava dalgası, bölgedeki kuraklık koşuluyla ilişkilendirilmiştir. Kapsamlı bir yeniden değerlendirme beklenirken, Avrupa Ölüm İzleme (EuroMOMO) portalından alınan ön veriler 2023 yazında özellikle 65 yaş ve üzeri bireyler arasında birçok Avrupa ülkesinde artan ölüm oranlarına işaret etmektedir. Bunlar arasında, önemli orman yangınları ve ardından gelen hava kirliliği yaşayan Yunanistan'ın yanı sıra İtalya, Malta ve İspanya da yer almaktadır. Örneğin İspanya'da, Yaz Aylarında Sıcaklığa Atfedilebilen Ölüm (MACE) çevrimiçi uygulaması, aşırı sıcaktan kaynaklanan tahmini 5.028 ölüm ve orta dereceli sığağa bağlı ek 6.137 ölüm bildirmiştir. Sıcaklığa bağlı ölüm rakamlarının metodolojik kriterlere ve araştırılan dönemlere göre değişebileceğini unutmamak gerekir.

6. Sonuçlar

1970 yılında sadece 58 olan afet sayısı 2021 yılında 381'e çıkmış, bu durum sadece 50 yılda altı kattan fazla bir artış anlamına gelmektedir. Ayrıca, küresel deniz seviyelerinde 1993-2002 arasında yılda 2,27 mm'den 2013-2022 arasında yılda 4,62 mm'ye çıkan yıllık artış da iki katına çıkmıştır. Küresel ısınmayı 1,5°C ile sınırlama çabalarına karşın bunun devam etmesi beklenmekte ve özellikle, düşük rakımlı kıyı bölgelerinde yaşayan tahmini 900 milyon insan (Dünya'daki her on kişiden biri) için büyük etkilerinin olacağı düşünülmektedir. İklim değişikliğinin etkileri, yoksulluk, eşitsizlik, çatışmalar, yerinden edilme, su kıtlığı, gıda güvenliği ve geçim kaynaklarının kaybı gibi diğer zorluklarla kesişmekte, bunları daha da kötüleştirmekte ve bu süreçte onlarca yıllık kalkınma kazanımlarını tersine çevirmektedir. İklim değişikliğiyle ilişkili ekonomik maliyetler şaşırtıcı olup 1970'li yıllardan bu yana 7 katına çıkarak her yıl yüz milyarlarca dolarlık zarara neden olmaktadır. Hiçbir azaltıcı eylem yapılmazsa küresel ekonominin 2050 yılına kadar GSYİH'nın yaklaşık %18'inin kaybedileceği tahmin edilmektedir. Yapılı çevre durumunda, afetlerden kaynaklanan küresel ortalama yıllık kayıplar 2030 yılına kadar 415 milyar ABD dolarına ulaşabilir. Bazı görüşlere göre 2050 yılına kadar iklim değişikliğiyle ilişkili aşırı hava olayları dünyadaki konut değerinin yüzde 9'unu (25 trilyon ABD doları) ortadan kaldıracaktır.

Yapılan birçok çalışma, farklı gelişme seviyesine sahip ülkeler ve farklı kıtalarda yer alan ülkeler arasında iklimle ilgili felaketlerin toplam sayısında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamıştır. Ancak, insani gelişme seviyesi çok yüksek olan ülkeler, insani gelişme seviyesi düşük olan ülkelerle karşılaştırıldığında afetlerden etkilenen insanların yüzdesinde önemli farklılıklar bulunmaktadır. Çok yüksek insani gelişmişlik seviyesine sahip ülkelerde iklimle ilgili afetlerden etkilenen nüfusun toplam yüzdesi, yüksek, orta ve düşük insani gelişme seviyesine sahip ülkelere göre istatistiksel olarak önemli ölçüde düşüktür. Avrupa ülkelerinde iklimle ilgili afetlerden etkilenen nüfusun toplam yüzdesi, Avustralya, Afrika, Kuzey Amerika, Asya ve Güney Amerika'daki ülkelerle karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha düşüktür. İklimle ilgili afetlerden etkilenen insanların yüzdesinin en düşük olduğu ülkeler, insan gelişiminin yüksek olduğu ülkeler ve Avrupa ülkeleridir (Donatti vd., 2024). Bu durum, bu ülkelerde yaşayan insanların iklim değişikliğine uyum stratejileri uygulama kapasitelerinin yüksek olmasıyla açıklanabilir. Bu stratejiler arasında erken uyarı sistemlerine ve tahliye planlarına erişim, insani gelişimin yüksek olduğu ülkelere gerekli değişiklikleri desteklemek için yeterli finansman yer almaktadır. Ayrıca, insani gelişimin daha yüksek olduğu ülkelere yaşayan insanların iklim değişikliği etkilerinin yüksek olduğu yerleşimlerden uzaklaşmayla ilgili düzenlemelerle karşılaşma ve bilgiye erişim olanakları daha yüksektir. Bu ülkeler, orta ve düşük seviyede insani gelişim gösteren ülkelere kıyaslandığında daha düşük yoğunlukta olaylar yaşamış olsalar dahi insanların eğitimi ve finansal kaynaklarla iklim değişikliğinin önlenmesi ve yanıt vermesi için ayrılan uygun kaynakların iklimle ilgili afetlerin insanlar üzerindeki etkilerini en aza indirmesinde önemli bir rol oynayacaktır.

EM-DAT verileri, ülkeler gelir düzeylerine göre gruplandırıldığında, gelir grupları arasında afet etkilerinde dikkate değer farklılıklar olduğunu göstermektedir. Gelir grubuna göre nüfus dağılımıyla karşılaştırıldığında, afet olaylarının dağılımının oldukça eşit dağıldığı görülebilir. Ancak ölümlerin, etkilenen toplam kişi sayısının ve ekonomik hasarın dağılımı gelir grupları arasında farklılık göstermektedir. Yüksek gelirli ülkelere afet olaylarından etkilenen ve ölen kişi sayısı daha düşük olma eğilimindedir, ancak önemli ölçüde daha büyük ekonomik kayıplar yaşarlar; düşük gelirli ülkeler ise sınırlı ekonomik kayıplar ve afet olayı başına nispeten yüksek ölüm oranları bildirmektedir. Düşük-orta ve üst-orta gelirli ülkeler afet olaylarının, ölümlerin ve etkilenen toplam kişi sayısının çoğunu oluşturmaktadır; ancak aynı zamanda dünya nüfusunun çoğunu da oluşturmaktadırlar. Afrika ve diğer bölgelerde düşük gelişme seviyelerine sahip birçok ülke yüksek oranda nüfusun en fazla zarar gördüğü yerlerdir. Bu ülkeler, genellikle iklim değişikliğiyle ilgili etkileri planlamak, tahmin etmek, önlemek ve bunlardan kurtulmak için daha az kaynağa sahiptir. Bu ülkelere, daha az maliyetli

alternatifler ve insanların iklim değişikliğine uyum sağlamasına yardımcı olmakla kalmayıp, alternatif gelir kaynakları ve yapı malzemeleri sağlanması gibi çeşitli sonuçlara da yol açan yaklaşımlar önemli olabilir.

Kaynaklar

- ABC News. (2024, Ekim). *Hurricane Helene updates: Death toll surpasses 230 as rescue efforts continue*. ABC News. 4 Kasım 2024'de <https://abcnews.go.com/US/live-updates/hurricane-helene/?id=113931821> adresinden alındı.
- Alice, C. (2021). From COVID's lessons for climate research: Go local. *Nature*, 595(7865), Article 9. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-01747-9>.
- Al Jazeera. (2024, Kasım 3). *What to know about flash floods that killed over 200 people in Spain*. Al Jazeera. 4 Ekim 2024'de <https://www.aljazeera.com/news/2024/11/3/what-to-know-about-flash-floods-that-killed-over-200-people-in-spain> adresinden alındı.
- Andersen, O. B., Seneviratne, S. I., Hinderer, J., & Viterbo, P. (2005). GRACE-derived terrestrial water storage depletion associated with the 2003 European heat wave. *Geophysical Research Letters*, 32, Article 18405. <https://doi.org/10.1029/2005GL023574>
- Barriopedro, D., Fischer, E. M., Luterbacher, J., Trigo, R. M., & García-Herrera, R. (2011). The hot summer of 2010: Redrawing the temperature record map of Europe. *Science*, 332(6026), 220–224. <https://doi.org/10.1126/science.1201224>
- Binskin, M., Bennett, A., & Macintosh, A. (2020). *Royal Commission into National Natural Disaster Arrangements: Report. Commonwealth of Australia*. <https://naturaldisaster.royalcommission.gov.au/publications/royal-commission-national-natural-disaster-arrangements-report>
- The Copernicus Climate Change Service. (2024, Temmuz). *New record daily global average temperature reached in July 2024*. 23 Ağustos 2024'de <https://climate.copernicus.eu/new-record-daily-global-average-temperature-reached-july2024> adresinden alındı.
- The Copernicus Climate Change Service. (2024, Mayıs). *Precipitation, relative humidity and soil moisture for May 2024*. 23 Ağustos 2024'de <https://climate.copernicus.eu/precipitation-relative-humidity-and-soil-moisture-may2024> adresinden alındı.
- The Copernicus Climate Change Service & World Meteorological Organization. (2023). *European State of the Climate 2023* [Database]. Copernicus Climate Change Service. 23 Ağustos 2024'de <https://climate.copernicus.eu/esotc/2023> adresinden alındı.
- Copernicus Atmosphere Monitoring Service. (2024, Ağustos). *Summer wildfires and record emissions in the Americas*. 23 Ağustos 2024'de <https://atmosphere.copernicus.eu/summer-wildfires-and-record-emissions-americas> adresinden alındı.
- Ciais, P., Reichstein, M., Viovy, N., Granier, A., Ogée, J., Allard, V., Aubinet, M., Buchmann, N., Bernhofer, C., Carrara, A., Chevallier, F., De Noblet, N., Friend, A., Friedlingstein, P., Grunwald, T., Heinesch, B., Kerönen, P., Knohl, A., Krinner, G., Loustau, D., Manca, G., Matteucci, G., Miglietta, F., Ourcival, J., Papale, D., Pilegaard, K., Rambal, S., Seufert, G., Soussana, J., Sanz, M., Schulze, E., Vesala, T., & Valentini, R. (2005). Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *Nature*, 437(7058), 529–533. <https://doi.org/10.1038/nature03972>
- The Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. (2024). *2023 disasters in numbers*. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, University of Louvain. 23 Ağustos 2024'de https://files.emdat.be/reports/2023_EMDAT_report.pdf adresinden alındı.
- Centre for Science and Environment. (2024, Mayıs). *Urban heat stress tracker – Delhi*. Centre for Science and Environment. 23 Ağustos 2024'de <https://www.cseindia.org/urban-heat-stress-tracker-delhi-12193> adresinden alındı.
- Dankers, R., & Feyen, L. (2008). Climate change impact on flood hazard in Europe: An assessment based on high-resolution climate simulations. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113, D19105. <https://doi.org/10.1029/2007JD009719>
- Dankers, R., & Feyen, L. (2009). Flood hazard in Europe in an ensemble of regional climate scenarios. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 114, Article D16108. <https://doi.org/10.1029/2008JD011523>
- Delforge, D., Wathélet, V., Below, R., Sofia, C. L., Tonnelier, M., Van Loenhout, J. V., & Speybroeck, N. (2024). *EM-DAT: The emergency events database*. Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3807553/v1>
- Donatti, C. I., Nicholas, K., Fedele, G., Delforge, D., Speybroeck, N., Moraga, P., Blatter, J., Below, R., & Zvoleff, A. (2024). Global hotspots of climate-related disasters. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 108, Article 104488. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2024.104488>
- European Environment Agency. (2019). *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019*. European Environment Agency. 23 Ağustos 2024'te <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019> adresinden alındı.
- Emergency Events Database. (2022). *2003–2022 disasters in numbers: A hot and stormy year*. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, UCLouvain, & USAID. 23 Ağustos 2024'de <https://www.emdat.be> adresinden alındı.
- Emergency Events Database. (2023). *2023 disasters in numbers: A hot and stormy year*. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), UCLouvain, & USAID. 23 Ağustos 2024'de <https://www.emdat.be> adresinden alındı.
- Emergency Events Database. (2024). *2024 disasters in numbers: A hot and stormy year*. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), UCLouvain, & USAID. 23 Ağustos 2024'de <https://www.emdat.be> adresinden alındı.
- Faguy, A. (2024, May 11). *Thousands told to evacuate due to British Columbia, Canada wildfire*. BBC News. 23 Ağustos 2024'de <https://www.bbc.com/news/world-us-canada-68996062> adresinden alındı.
- Founda, D., & Giannakopoulos, C. (2009). The exceptionally hot summer of 2007 in Athens, Greece – typical summer in the future climate? *Global and Planetary Change*, 67(3–4), 227–236. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2009.03.013>
- Freni, G., & Sambito, M. (2024). Climate change impact on urban water distribution and urban water demand. *Hydrolink Magazine*, 24, Article 5. The International Association for Hydro-Environment Engineering and Research.
- Global Commission on Adaptation. (2019). *Adapt now: A global call for leadership on climate resilience*. Global Center on Adaptation. 23 Ağustos 2024'de <https://gca.org/reports/adapt-now-a-global-call-for-leadership-on-climate-resilience/> adresinden alındı.
- Genot, L. (2024, Temmuz 2). *Brazil's Amazon sees worst six months of wildfires in 20 years*. Phys.org. 23 Ağustos 2024'de <https://phys.org/news/2024-07-brazil-amazon-worst-months-wildfires.html> adresinden alındı.

- Green, H. K., Oliver, L., & Saulnier, D. D. (2019). Challenges with disaster mortality data and measuring progress towards the implementation of the Sendai Framework. *International Journal of Disaster Risk Science*, 10(4), 449–461. <https://doi.org/10.1007/s13753-019-00237-x>
- Hirabayashi, Y., Kanae, S., Emori, S., Oki, T., & Kimoto, M. (2008). Global projections of changing risks of floods and droughts in a changing climate. *Hydrological Sciences Journal*, 53(4), 754–772. <https://doi.org/10.1623/hysj.53.4.754>
- International Organization for Migration. (2023). *East and Horn of Africa drought response overview*. International Organization for Migration. 23 Ağustos 2024'de <https://www.iom.int> adresinden alındı.
- International Particle Accelerator Conference. (2024, May 19–24). *15th International Particle Accelerator Conference: Nashville, TN, USA*. IPAC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). Summary for policymakers. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (Eds.), *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*. Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). In H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. L'oschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (Eds.), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.
- International Rescue Committee. (2024, Eylül). *Record-breaking floods are devastating Niger, Mali, and Nigeria, warns IRC*. 3 Ekim 2024'de <https://www.rescue.org/uk/press-release/record-breaking-floods-are-devastating-niger-mali-and-nigeria-warns-irc> adresinden alındı.
- Integrated Research on Disaster Risk. (2014). *Peril classification and hazard glossary* (IRDR Data Publication No. 1). Integrated Research on Disaster Risk.
- Jay, A. K., Crimmins, A. R., Avery, C. W., Dahl, T. A., Dodder, R. S., Hamlington, B. D., Lustig, A., Marvel, K., Méndez-Lázaro, P. A., Osler, M. S., Terando, A., Weeks, E. S., & Zycherman, A. (2023). Overview: Understanding risks, impacts, and responses. In A. R. Crimmins, C. W. Avery, D. R. Easterling, K. E. Kunkel, B. C. Stewart, & T. K. Maycock (Eds.), *Fifth National Climate Assessment* (Chapter 1). U.S. Global Change Research Program. <https://doi.org/10.7930/NCA5.2023.CH1>
- Jones, R. L., Guha-Sapir, D., & Tubeuf, S. (2022). Human and economic impacts of natural disasters: Can we trust the global data? *Scientific Data*, 9, Article 572. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01667-x>
- Kapetas, L., & Fenner, R. (2020). Integrating blue-green and grey infrastructure through an adaptation pathways approach to surface water flooding. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 378(2168), Article 20190204. <https://doi.org/10.1098/rsta.2019.0204>
- Koç, C. (2022). Entegre kentsel su yönetimi, kentsel su güvenliği ve değerlendirme yöntemi üzerine bir çalışma. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 38, 282–295. <https://doi.org/10.31590/ejosat1104414>
- Koç, C. (2025). Su kaynaklarında ve su hizmetlerinde iklim değişikliğine uyum. In E. İskender & S. Bardak (Eds.), *Mühendislik alanında uluslararası çalışmalar* (ss. 96–121). Serüven Yayınevi.
- Lehner, B., Döll, P., Alcamo, J., Henrichs, T., & Kaspar, F. (2006). Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: A continental, integrated analysis. *Climatic Change*, 75(3), 273–299. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-6338-4>
- Maes, M. J. A., Gonzales-Hishinuma, A., Haščič, I., Hoffmann, C., Banquet, A., Veneri, P., Bizeul, A., Martin, A. R., & Quadrelli, R. (2022). *Monitoring exposure to climate-related hazards: Indicator methodology and key results* (OECD Environment Working Papers, No. 201). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/da074cb6-en>
- Moriyama, K., Sasaki, D., & Ono, Y. (2018). Comparison of global databases for disaster loss and damage data. *Journal of Disaster Research*, 13(6), 1007–1014. <https://doi.org/10.20965/jdr.2018.p1007>
- Munich Re. (2022, Haziran 20). *Hurricanes, cold waves, tornadoes: Weather disasters in USA dominate natural disaster losses in 2021*. 10 Haziran 2022'de <https://www.munichre.com/en/company/media-relations/media-information-and-corporate-news/media-information/2022/natural-disaster-losses-2021.html> adresinden alındı.
- Munich Re. (2023, Temmuz 20). *Climate change and La Niña driving losses: The natural disaster figures for 2022*. 20 Temmuz 2023'de <https://www.munichre.com/en/company/media-relations/media-information-and-corporate-news/media-information/2023/natural-disaster-figures-2022.html> adresinden alındı.
- Munich Re. (2024). *Record thunderstorm losses and deadly earthquakes: The natural disaster figures for 2023*. 23 Ağustos 2024'de <https://www.munichre.com/en/company/media-relations/media-information-and-corporate-news/media-information/2024/natural-disaster-figures-2023.html> adresinden alındı.
- National Climate Centre. (2009). *The exceptional January–February 2009 heatwave in southeastern Australia* (Special Climate Statement 17). Bureau of Meteorology. 23 Ağustos 2024'de <http://www.bom.gov.au/climate/current/statements/scs17d.pdf> adresinden alındı.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2021). *Managing climate risks, facing up to losses and damages*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/55ea1cc9-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *OECD environmental performance reviews: Portugal 2023*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/d9783cbf-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023a). *OECD environmental performance reviews: Germany 2023*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/f26da7da-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024). *The climate action monitor 2024*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/787786f6-en>

- Population Approach Group Europe Meeting. (2024, June 6). *Deaths during annual Hajj in Saudi Arabia underscore extreme heat dangers*. Human Rights Watch. 25 Haziran 2024'de <https://www.hrw.org/news/2024/06/25/deaths-during-annual-hajj-saudi-arabia-underscore-extreme-heat-dangers> adresinden alındı.
- Rappaport, E. N. (2000). Loss of life in the United States associated with recent Atlantic tropical cyclones. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 81(9), 2065–2073.
- Rebetez, M., Dupont, O., & Giroud, M. (2008). An analysis of the July 2006 heatwave extent in Europe compared to the record year of 2003. *Theoretical and Applied Climatology*, 95(1–2), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s00704-007-0370-9>
- Salati, P. (2024, Ağustos 26). *Onda de incêndios em SP provocou perdas de R\$ 1 bilhão na agropecuária, diz governo estadual* [Wave of fires in SP caused losses of R\$1 billion in agriculture, says state government]. *gl*. 29 Ağustos 2024'de <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2024/08/26/onda-de-incendios-em-sp-provocou-perdas-de-r-1-bilhao-na-agropecuaria-diz-governo-estadual.ghtml> adresinden alındı.
- Seltenrich, N. (2023). No reprieve: Extreme heat at night contributes to heat wave mortality. *Environmental Health Perspectives*, 131(7), Article EHP13206. <https://doi.org/10.1289/EHP13206>
- Swiss Re. (2021). *The economics of climate change: No action not an option*. Swiss Re Institute. 23 Ağustos 2024'de <https://www.swissre.com/dam/jcr:e73ee7c3-7f83-4c17-a2b8-8ef23a8d3312/swiss-re-institute-expertise-publication-economics-of-climate-change.pdf> adresinden alındı.
- The Guardian. (2024, Ağustos 14). *Unprecedented number of heat records broken around world this year*. The Guardian. 20 Ağustos 2024'de <https://www.theguardian.com/environment/article/2024/aug/14/unprecedented-number-of-heat-records-broken-around-world-this-year> adresinden alındı.
- United Nations. (2024, Ağustos). *Floods, landslides wreak havoc across South Asia*. United Nations News. 3 Ekim 2024'de, <https://news.un.org/en/story/2024/08/1153726> adresinden alındı.
- United Nations Environment Assembly. (2022). *Resolution 5 of the United Nations Environment Assembly at its fifth session: Strengthening actions for nature to achieve the Sustainable Development Goals (UNEP/EA.5/Res.5): Nature-based solutions for supporting sustainable development*. United Nations Environment Programme. 10 Şubat 2025'de <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/39864/NATURE%20BASED%20SOLUTIONS%20FOR%20SUPPORTING%20SUSTAINABLE%20DEVELOPMENT.%20English.pdf?sequence=1&isAllowed=y> adresinden alındı.
- United Nations Environment Programme. (2023). *Adaptation gap report 2023: Underprepared. Inadequate investment and planning on climate adaptation leaves world exposed*. United Nations Environment Programme. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/43796>
- United Nations Environment Programme. (2024). *Emissions gap report 2024: No more hot air ... please! With a massive gap between rhetoric and reality, countries draft new climate commitments*. United Nations Environment Programme. 23 Ağustos 2024'de <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2024> adresinden alındı.
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). *The Paris Agreement*. United Nations Framework Convention on Climate Change Secretariat.
- Webster, P. J. (2008). Myanmar's deadly daffodil. *Nature Geoscience*, 1(8), 488–490. <https://doi.org/10.1038/ngeo257>
- World Meteorological Organization. (2021). *Atlas of mortality and economic losses from weather, climate and water extremes (1970–2019)*. World Meteorological Organization. <https://wmo.int/publication-series/wmo-atlas-of-mortality-and-economic-losses-from-weather-climate-and-water-extremes-1970-2019>
- World Bank. (2018). *Romania: Systematic country diagnostic*. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/154291542682120417/romania-systematic-country-diagnostic>
- Zachariah, M., Joyce, K., Clair, B., Edward, G., & Sonia, I. S. (2024a). *Heavy precipitation hitting vulnerable communities in the UAE and Oman becoming an increasing threat as the climate warms*. Imperial College London. <https://spiral.imperial.ac.uk/handle/10044/1/110910>
- Zachariah, M., Fahat, S., Clair, B., Ben, C., & Maja, V. (2024b). *Increasing April–May rainfall, El Niño and high vulnerability behind deadly flooding in Afghanistan, Pakistan and Iran*. Imperial College London. <https://doi.org/10.25561/112169>
- Zachariah, M., Chaithra, S. T., Dileepkumar, R., Arulalan, T., & Clair, B. (2024). *Landslide-triggering rainfall made more intense by human-induced climate change, devastating highly vulnerable communities in northern Kerala*. Imperial College London. <https://doi.org/10.25561/113860>