



OECD Çevre Çalışma Belgeleri No. 201

Maruziyetin izlenmesi
iklimle ilgili tehlikelere:
Gösterge metodolojisi ve
temel sonuçlar

Mikaël JA Maes,
Abel Gonzales-
Hishinuma,
Ivan Haščič,
Claire Hoffman,
Alexandre Ziyafeti,
Paolo Veneri,
Alexandre Bizeul,
Arnau Risquez Martin,
Roberta Quadrelli

<https://dx.doi.org/10.1787/da074cb6-tr>

ÇEVRE MÜDÜRLÜĞÜ

İKLİMLE İLGİLİ TEHLİKELERE MARUZİYETİN İZLENMESİ: GÖSTERGE METODOLOJİSİ VE ANA SONUÇLAR

Çevre Çalışma Belgesi No. 201

Mikaël JA Maes (1), Abel Gonzales-Hishinuma (1), Ivan Hašič (1), Claire Hoffmann (2), Alexandre Banquet (2), Paolo Veneri (2), Alexandre Bizeul (3), Arnau Risquez Martin (3) ve Roberta Quadrelli (3)

(1) OECD Çevre Müdürlüğü

(2) OECD Girişimcilik, KOBİ'ler, Bölgeler ve Şehirler Merkezi

(3) IEA Enerji Veri Merkezi

OECD Çalışma Belgeleri, OECD'nin veya üye ülkelerinin resmi görüşlerini temsil ettiği şekilde rapor edilmemelidir. İfade edilen görüşler ve kullanılan argümanlar yazarlara aittir.

Çevre Müdürlüğü Direktörü Jo Tyndall tarafından yayınlanması yetkilendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: uyum, iklim değişikliği, iklimle ilgili tehlikeler, dünya gözlemi, maruz kalma, coğrafi, doğal tehlikeler, dayanıklılık

JEL Kodları: Q15, Q2, Q54, R11

İletişim:

Mikaël Maes (Mikael.MAES@oecd.org)

Ivan Hašič (Ivan.HASCIC@oecd.org)

JT03503552

OECD ÇEVRE ÇALIŞMA BELGELERİ

Çalışma Belgeleri, OECD'nin veya üye ülkelerinin resmi görüşlerini temsil ettiği şeklinde rapor edilmemelidir. İfade edilen görüşler ve kullanılan argümanlar yazar(lar)a aittir. Çalışma Belgeleri, yazar(lar) tarafından yürütülen ön sonuçları veya araştırmaları açıklar ve OECD'nin üzerinde çalıştığı çok çeşitli konularda tartışmayı teşvik etmek için yayınlanır.

Bu seri, OECD içinde kullanılmak üzere hazırlanmış çevresel sorunlarla ilgili seçilmiş çalışmaları daha geniş bir okuyucu kitlesine sunmak için tasarlanmıştır. Yazarlık genellikle kolektiftir, ancak baş yazar(lar)ın adı verilir. Makaleler genellikle yalnızca orijinal dillerinde - İngilizce veya Fransızca - ve diğer dilde bir özet ile mevcuttur. Çalışma Belgeleri hakkındaki yorumlar memnuniyetle karşılanır ve şu adrese gönderilebilir:

OECD Çevre Müdürlüğü

2 rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, Fransa

veya e-posta ile: cevre.iletisim@oecd.org

OECD Çevre Çalışma Belgeleri www.oecd.org/environment/workingpapers.htm adresinde yayınlanmaktadır.

OECD iLibrary'de olduğu gibi (www.oecdilibrary.org)

İsrail'e ilişkin istatistiksel veriler ilgili İsrail makamları tarafından ve onların sorumluluğu altında sağlanmaktadır. OECD tarafından bu tür verilerin kullanımı, Golan Tepeleri, Doğu Kudüs ve Batı Şeria'daki İsrail yerleşimlerinin uluslararası hukuk hükümlerine göre statüsüne halel getirmez.

Türkiye Cumhuriyeti Notu: Bu belgede yer alan "Kıbrıs" ile ilgili bilgiler Adanın güney kısmıyla ilgilidir. Adada hem Türk hem de Rum halkını temsil eden tek bir otorite yoktur. Türkiye, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'ni (KKTC) tanır. Birleşmiş Milletler bağlamında kalıcı ve adil bir çözüm bulunana kadar Türkiye, "Kıbrıs sorunu" ile ilgili tutumunu koruyacaktır.

OECD ve Avrupa Birliği'nin tüm Avrupa Birliği Üye Devletleri'nin Notu: Kıbrıs Cumhuriyeti, Türkiye hariç olmak üzere Birleşmiş Milletler'in tüm üyeleri tarafından tanınmaktadır. Bu belgedeki bilgiler, Kıbrıs Cumhuriyeti Hükümeti'nin etkin kontrolü altındaki alanla ilgilidir.

© OECD (2022)

OECD içeriğini kendi kullanımınız için kopyalayabilir, indirebilir veya yazdırabilir ve OECD yayınlarından, veritabanlarından ve multimedya ürünlerinden alıntıları kendi belgelerinize, sunumlarınıza, bloglarınıza, web sitelerinize ve öğretim materyallerinize, OECD'nin kaynak ve telif hakkı sahibi olarak uygun şekilde belirtilmesi koşuluyla ekleyebilirsiniz. Ticari kullanım ve çeviri hakları için tüm talepler şu adrese gönderilmelidir: haklar@oecd.org.

Soyut

Bu makale, insanların ve varlıkların bu tehlikelere maruz kalmasını değerlendirerek ülkelerin iklimle ilgili doğal tehlikelerin potansiyel etkisini anlamalarına yardımcı olur. Yedi tehlike türü (aşırı sıcaklık, aşırı yağış, kuraklık, orman yangını, rüzgar tehditleri, nehir taşkınları ve kıyı taşkınları) ve dört maruz kalma değişkeni (ekin arazisi, ormanlar, kentsel alanlar ve nüfus yoğunluğu) için iklimle ilgili tehlikelerin ve maruz kalmaların göstergelerini geliştirir. Makale, ilişkili metodolojileri sunar ve göstergeleri oluşturmak için kullanılan küresel coğrafi veri kümelerini tartışır. Ulusal ve ulusal altı düzeylerde küresel coğrafi kapsama sahip iklimle ilgili tehlikeler için maruz kalma göstergelerinin geliştirilmesinin mümkün olduğunu gösterir. 52 IPAC ülkesi için sunulan sonuçlar, tüm ülkelerin bir veya daha fazla iklimle ilgili doğal tehlikeye maruz kaldığını, ancak bu tür tehlikelerin oluşumu ve yoğunluğunda önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Burada sunulan ampirik kanıtlar, güçlü iklim değişikliği azaltma önlemleri almanın aciliyetine işaret etmektedir. Ayrıca Paris Anlaşması kapsamında iklim değişikliğine karşı dayanıklılığın güçlendirilmesi ve kırılganlığın azaltılması amacıyla küresel uyum hedefine yönelik çabaların hızlandırılması gerekliliği vurgulanmaktadır.

Anahtar kelimeler: uyum, iklim değişikliği, iklimle ilgili tehlikeler, dünya gözlemi, maruz kalma, coğrafi, doğal tehlikeler, dayanıklılık

JEL Sınıflandırması: Q15, Q2, Q54, R11

Sürdürmek

Mevcut belge, doğal iklim etki potansiyellerinin ölçülmesine ve kişilerin ve kaynakların bu duruma göre sergilenmesinin değerlendirilmesine yardımcı olmak amacıyla hazırlanmıştır. Eylül ayında doğadaki iklim türleri (ekstrem sıcaklıklar, ekstrem yağışlar, sıcaklıklar, kontrol edilemeyen yangınlar, şiddetli havalandırmalar, nehir suları ve deniz altı suları) ve dört maruziyet değişkeni (işlenebilir topraklar, ormanlar, batıklar ve nüfus yoğunluğu) gelişmeye izin veriyor idoinleri gösterir. Metodoloji ilkeleri ve coğrafi-mekansal veri toplulukları, daha ayrıntılı bir şekilde açıklanmaya yönelik olarak hizmet vermektedir. Ulusal ve uluslararası düzeyde dünya çapındaki iklim koşullarının yanı sıra sergi göstergelerinden de yararlanmak mümkün değildir. Sonuçlar, uluslararası iklim eylemi (IPAC) için 52 katılımcılara ödeme yapıyor ve tüm ödemeler doğal iklimlere göre daha fazla yoğunluk ve sıklıkta üç değişkene maruz kalıyor. Sunulan deneysel çalışmalar, iklim değişikliği etkilerini azaltmak için sert önlemler almanın aciliyeti açısından ruhludur ve bu da, dünya çapındaki adaptasyon hedefine yönelik hızlandırma ihtiyacını, daha da güçlendiren bir uygulamadır. dayanıklılık ve Paris Anlaşması bağlamında iklim değişikliğindeki güvenlik açığını ortadan kaldırma.

Anahtar sözcükler: adaptasyon, iklim değişikliği, iklim değişiklikleri, Terre gözlemi, sergileme, coğrafi mekansal, doğal koşullar, doğal riskler, dayanıklılık

Sınıflandırma JEL: Q15, Q2, Q54, R11

Teşekkürler

Bu makale, OECD'nin "Düşük Karbonlu Ekonomiye Geçişte İklim ve Ekonomik Dayanıklılığın Oluşturulması" Yatay Projesi ve İklim Eylemi için Uluslararası Programı'nın bir parçasıdır ([IPAC](#)). Bu çalışma, IPAC İklim Eylem Pano'sunun (insanların ve varlıkların iklimle ilgili tehlikelere maruz kalmasına ilişkin gösterge) ve daha geniş IPAC göstergeleri setinin (iklim hedeflerine doğru ilerlemeyi izlemek için OECD gösterge seti) geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, OECD'nin çevresel bilgi ve göstergeler konusundaki çalışma programına katkıda bulunmaktadır.

Bu makale OECD Çevre Politikası Komitesi (EPOC) tarafından incelenmiştir. IPAC Teknik Uzman Grubu (TEG) ve İklim Değişikliğine Uyum Görev Gücü (TFCCA) üyelerinin ve Çevresel Bilgi Çalışma Grubu (WPEI), İklim, Yatırım ve Kalkınma Çalışma Grubu (WPCID) ve Bölgesel Göstergeler Çalışma Grubu (WPTI) Delegelerinin yararlı yorumlarından faydalanılmıştır. Avustralya, Şili, Avrupa Çevre Ajansı, Fransa, Almanya, Yunanistan, İrlanda, Letonya, Hollanda, Yeni Zelanda, Norveç, İsveç, İsviçre, Birleşmiş Milletler İstatistik Bölümü ve Amerika Birleşik Devletleri'nden uzmanların yazılı yorumları bu versiyonda dikkate alınmıştır. TFCCA aracılığıyla, Alcalá Üniversitesi'nden Emilio Chuvieco, Swansea Üniversitesi'nden Cristina Santin Nuno ve Stefan Doerr ve Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi'nden Jesus San-Miguel dahil olmak üzere orman yangını uzmanlarından uzman tavsiyeleri alınmıştır.

Makalenin yazarları Mikaël JA Maes, Abel Gonzales-Hishinuma, Ivan Hašič (OECD-ENV), Claire Hoffmann, Alexandre Banquet, Paolo Veneri (OECD-CFE), Alexandre Bizeul, Arnau Risquez Martin ve Roberta Quadrelli (IEA-EDC)'dir. Çalışma, OECD Çevre Müdürlüğü'nde Çevresel Performans ve Bilgi Bölümü Başkanı Nathalie Girouard, OECD Girişimcilik, KOBİ'ler, Bölgeler ve Şehirler Merkezi'nde Ekonomik Analiz, Veri ve İstatistik Bölümü Başkanı Rüdiger Ahrend ve Baş İstatistikçi ve IEA Enerji Veri Merkezi Başkanı Nick Johnstone'un gözetiminde yürütülmüştür.

Yazarlar, Marta Arbinolo, Amy Cano Prentice, Daniel Clarke, Catherine Gamper, Guillaume Gruère, Maike Kirsch, Myriam Linster, Roger Martini, Mauro Migotto, Jerome Mounsey, Daniel Nachtigall, Rodrigo Pizarro, Mikaela Rambali, Nathan Rueche, Simon Touboul ve Hugo Valin dahil olmak üzere, bu makalenin önceki bir versiyonuna ilişkin yararlı yorumları için OECD Sekreterliği'ndeki meslektaşlarına teşekkür etmek isterler.

Yazarlar ayrıca bu makaleye ve diğer IPAC çıktılarına verdikleri finansal destek için Avustralya, Belçika, Bulgaristan, Kolombiya, Estonya, Finlandiya, Fransa, İrlanda, İtalya, Japonya, Kore, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Yeni Zelanda, İspanya, Türkiye, Romanya, Rusya Federasyonu, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri'ne minnettardılar.

Yönetici Özeti

Bu makale, insanların ve varlıkların bu tehlikelere maruz kalmasını değerlendirerek ülkelerin iklimle ilgili tehlikelerin etkisini anlamalarına yardımcı olan göstergeler geliştirmektedir. Yedi tehlike türüne odaklanmaktadır: (1) aşırı sıcaklık, (2) aşırı yağış, (3) kuraklık, (4) orman yangını, (5) rüzgar tehditleri, (6) nehir taşkınları ve (7) kıyı taşkınları. Bunlar, iklim değişikliğinden etkilenen, insanlar ve varlıklar üzerinde önemli etkileri olan temel doğal tehlikelerdir. Mevcut veri kaynaklarının kapsamlı bir nitel incelemesinden sonra alakaları nedeniyle seçilmişlerdir. Her iklimle ilgili tehlikenin bir veya daha fazlası üzerindeki etkisini değerlendirmek için (1) yerleşim alanları, (2) tarım arazileri, (3) ormanlar ve (4) nüfus yoğunluğu dahil olmak üzere dört maruziyet değişkeni seçilmiştir. Göstergeler, veri mevcudiyetine bağlı olarak 1979'dan 2021'e kadar olan zaman serileriyle tüm ülkeler için hesaplanmıştır (Tablo 1). Sunum kolaylığı için, bu makaledeki ampirik sonuçlar Uluslararası İklim Eylem Programı (IPAC) tarafından kapsanan 52 ülkeyle sınırlıdır. Dünyadaki tüm ülkeleri içeren tam veri seti şu adreste mevcut olacaktır: [OECD İstatistik](#) kamu erişimi için. Göstergelerin bir seçkisi görselleştirilecek [IPAC İklim Eylem Panosu](#) ve [Enerji Takipçisi için IEA Hava Durumu](#).

Bu makalenin katkıları iki yönlüdür. Birincisi, iklimle ilgili tehlikeler hakkında dünya gözlemlerinden elde edilen verilerin giderek artan kullanılabilirliğine rağmen, ulusal ve ulusal altı düzeylerde kolayca erişilebilen göstergeler kıtlığı vardır. Bu makale, küresel coğrafi kapsama sahip, uzun zaman dilimleri boyunca ve zamanında güncellemelerle analizler için uygun uluslararası olarak karşılaştırılabilir göstergelere olan taleplere yanıt vermektedir. İkincisi, altta yatan coğrafi veri kümeleri genellikle karmaşıktır, anlamlı analiz için belirli uzmanlık gerektirir ve uzun işleme süreleri gerektiren büyük hacimli veriler içerir. Bu makale, altta yatan bilgileri uzman olmayan kitlelerin erişebileceği ve politika analizlerini ve hükümet karar alma süreçlerini desteklemeye uygun göstergelere özetleyerek bu tür verilerin kullanımını kolaylaştırır.

Avrupa Çevre Ajansı tarafından iklimle ilgili tehlike endekslerinin derlenmesi üzerine geliştirilen 2020 teknik raporu bir başlangıç noktası olarak kullanıldı. Buna ve Birleşmiş Milletler Afet Riskini Azaltma Ofisi'nin tehlike tanımı ve sınıflandırması üzerine 2020 teknik raporu gibi diğer temel kaynaklara dayanarak, her biri risk-ölgü bir metodolojiye sahip iklimle ilgili doğal tehlikeler için ulusal ve ulusal altı maruziyet göstergeleri oluşturmak üzere veri kaynaklarını ayrıntılı olarak inceler. Metodolojiler, Dünya Meteoroloji Örgütü, ABD Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi'nin standartları, tanınmış kuruluşlar tarafından geliştirilen en son araştırmalar ve standartlar tarafından bilgilendirilir ve iklimle ilgili tehlikeleri değerlendirmek için uluslararası çerçevelere dayanır. Bu makale, mümkün olduğu ölçüde, iklimle ilgili tehlikeleri değerlendirmek için ulusal ve uluslararası veri kaynakları ve kılavuzlarla tutarlılığı sağlar.

Makale, yaygın iklimle ilgili tehlikeler için ulusal ve ulusal altı tehlike ve maruz kalma göstergelerinin geliştirilmesinin mümkün olduğunu göstermektedir. Ülkeler arasında yerleşim alanlarının, tarım arazilerinin, ormanların ve nüfusun iklimle ilgili tehlikelere önemli ölçüde maruz kaldığına dair kanıtlar sunmaktadır. Örneğin, çoğu IPAC ülkesinde nüfusun yüksek bir oranı ciddi aşırı sıcaklık koşullarına maruz kalmaktadır ve bu büyük bir endişe kaynağıdır çünkü iklim değişikliğinin alışılmadık derecede sıcak sıcaklıkları daha da artırması muhtemeldir. Bu arada, küresel olarak yanmış arazi alanlarının çoğu son beş yılda IPAC ülkelerinin bir alt kümesinde meydana gelmiş olup ormanları ve nüfusu orman yangınlarına maruz bırakmıştır. Bu sonuçlar, iklimle ilgili tehlikelerin türü ve yoğunlukları açısından ülkeler arasında ve içinde önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Aslında, tüm ülkeler bu tehlikelerden bir veya daha fazlasını deneyimlemektedir ve maruz kalma, insanların ve varlıkların nerede bulunduğuyla ilgili olarak değişmektedir. Ayrıca, iklimle ilgili tehlikelerin birbiriyle bağlantılı olduğunu, bunların birbirini güçlendirebileceğini veya zayıflatılabileceğini ve insanların ve varlıkların iklimle ilgili tehlikelere maruziyetinin aşırı veya az tahmin edilmesine yol açabileceğini vurgulamaktadır.

Bu, devam eden bir çalışma olmaya devam ediyor. Örneğin, nehir ve kıyı taşkınları için veri kaynakları, yıllık olarak güncellenmeyen tahmin edilen (önceden belirlenmiş) tehlike haritalarına dayanmaktadır. Nehir veya kıyı taşkınlarını analiz etmek için yeni veri kaynakları veya diğer teknikler, gelecekte bu göstergelerde iyileştirmeler yapılmasına olanak tanıyabilir.

Tablo 1. Bu makalede geliştirilen genel maruz kalma göstergeleri

 Aşırı sıcaklık	
Neden?	Spektrumun her iki ucundaki aşırı sıcaklıklar insan sağlığını ve ekonomik faaliyetleri etkileyebilir. İklim değişikliği nedeniyle daha da kötüleşiyorlar.
Göstergeler	1. Maruz kalan nüfusun yüzdesi/Msıcak günlerin sayısı 2. Maruz kalan nüfusun yüzdesi/Mtropikal gece sayısı 3. Sıcak gün ve tropikal gece olarak tanımlanan n sayıda güne maruz kalan nüfusun yüzdesi 4. Sıcaklık stresi olan gün sayısının nüfus ağırlıklı ortalaması 5. Maruz kalan nüfusun yüzdesi/Mbuzlanma günü sayısı
 Aşırı yağış	
Neden?	Yağışlardaki aşırımlar ani sellere yol açarak tarımı olumsuz etkileyebilir ve tarımsal verimin azalmasına neden olabilir. İklim değişikliği nedeniyle bu durumun daha da kötüleşmesi bekleniyor.
Göstergeler	6. Ekili arazilerin maruz kaldığı yüzde/Mortalamanın üzerinde yağış miktarına sahip gün sayısı
 Kuraklık	
Neden?	Kuraklık, özellikle tarım alanında, tarımsal verimin kaybına yol açan, iklim değişikliğinden de etkilenen geniş kapsamlı sosyoekonomik etkilere sahiptir.
Göstergeler	7. Ortalama tarım arazisi toprak nem anomalisi
 Orman yangını	
Neden?	Orman yangınları, insanların yaşamlarını ve refahını hem doğrudan hem de dolaylı olarak tehdit eder ve iklim değişikliği nedeniyle daha sık ve yoğun bir şekilde meydana gelebilir.
Göstergeler	8. Yangın riski altındaki bölgelerde yaşayan nüfusun yüzdesi 9. Yanma riski altındaki ormanlık alanların yüzdesi
 Rüzgar tehditleri	
Neden?	Rüzgar tehditleri, uçan parçalar ve düşen ağaçlar veya yerleşim alanlarına verilen zararlar yoluyla insanlara doğrudan zarar veren yaygın tehlikelerdir ve iklim değişikliği nedeniyle daha da kötüleşmesi beklenmektedir.
BENgöstergeler	10. Şiddetli rüzgar esintilerine maruz kalan nüfusun yüzdesi 11. Şiddetli rüzgar esintilerine maruz kalan yapılaşmış alan yüzdesi 12. Farklı geri dönüş periyotlarıyla siklon rüzgar tehditlerine maruz kalan nüfusun yüzdesi 13. Farklı geri dönüş periyotlarına sahip siklon rüzgar tehditlerine maruz kalan yerleşim alanlarının yüzdesi
 Nehir taşkını	
Neden?	Nehir taşkınları, nüfusu, yapılaşmış alanları veya altyapıyı etkileyerek önemli ekonomik kayıplara neden olabilir ve iklim değişikliği nedeniyle daha da kötüleşmesi beklenmektedir.
BENgöstergeler	14. Farklı geri dönüş periyotlarıyla nehir taşkınlarına maruz kalan nüfusun yüzdesi 15. Farklı geri dönüş periyotlarıyla nehir taşkınlarına maruz kalan yapılaşmış alan yüzdesi 16. Farklı geri dönüş periyotlarıyla nehir taşkınlarına maruz kalan tarım arazilerinin yüzdesi
 Kıyı taşkınları	
Neden?	Kıyı taşkınları kıyı bölgelerini ve topluluklarını tehdit ediyor ve iklim değişikliği nedeniyle daha da kötüleşmesi bekleniyor.
Göstergeler	17. Farklı geri dönüş periyotlarıyla kıyı taşkınlarına maruz kalan nüfusun yüzdesi 18. Farklı geri dönüş periyotlarıyla kıyı taşkınlarına maruz kalan yapılaşmış alan yüzdesi 19. Farklı geri dönüş periyotlarıyla kıyı taşkınlarına maruz kalan tarım arazilerinin yüzdesi

Not: Tekrarlama periyodu, belirli bir iklimle ilgili tehlikenin tekrarlanma olasılığının olduğu ortalama veya tahmini süredir.

İçindekiler

Soyut	3
Sürdürmek	3
Teşekkürler	4
Yönetici Özeti	5
1 Giriş	10
2 İklimle ilgili riskleri ölçmek için kavramsal çerçeve	11
2.1. İklimle ilgili tehlikeler	11
2.2. Bir tehlikenin riskinin tanımlanması	11
3 Veriler ve yöntemler	14
3.1. Sağlam veri kaynaklarının belirlenmesi	14
3.2. İklimle ilgili tehlikelerin etkileri ve ölçümü	17
Sıcak ve soğuk	17
Islak ve kuru	18
Rüzgâr	20
Nehir taşkını	20
Kıyı taşkınları	21
3.3. İklimle ilgili tehlikelere ilişkin seçilmiş maruz kalma göstergeleri	21
4 Sonuç	24
4.1. Aşırı sıcaklık Sıcak günler ve tropikal geceler	24
Evrensel Termal İklim Endeksi Aşırı sıcaklıkların değişmesi	25
4.2. Aşırı yağış	30
4.3. Kuraklık	32
Toprak nem anomalisi	35
4.4. Orman yangını	35
Yanmış alan genişliği	39
Ormanların orman yangını tehlikesine maruz kalması	41
Nüfusun orman yangını tehlikesine maruz kalması	42
4.5. Rüzgar tehditleri	43
Fırtınalar	43
Siklonlar	44
4.6. Nehir taşkınları	46
4.7. Kıyı taşkınları	51

5 Tartışma	54
6 Güçlü ve zayıf yönleri	57
7 Sonuçlar ve sonraki adımlar	58
Referanslar	59
Ek A. Her bir maruz kalma göstergesi için yöntemler	66
B.1. Nüfus ızgaralarının enterpolasyonu	66
B.2. Aşırı sıcaklıklara maruz kalan nüfusun yüzdesi	66
B.3. Aşırı yağışa maruz kalan tarım arazilerinin yüzdesi	68
B.4. Tarım arazisi toprak nem anomalisi	69
B.5. Orman yangınları ve yanma riskinin çok yüksek olduğu alanlara maruz kalma	70
B.6. Rüzgar tehditlerine maruz kalan nüfus ve binaların yüzdesi	72
B.7. Nehir taşkınları	73
B.8. Kıyı taşkınları	73
Ek B. Temel veri tabanları	75
Ek C. Hariç tutulan alan adları veya alt alan adları	76
C.1. Islak ve kuru	76
Yıldırım	76
Heyelanlar	76
C.2. Kar ve buz Kar	77
yağışı	77
Dolu fırtınası	77
C.3. Okyanusya	77
Ek D. Ek şekiller	78
Tablolar	
Tablo 1. Bu makalede geliştirilen genel maruz kalma göstergeleri Tablo 2.	6
Altta yatan veri kümelerinin uygunluğunu değerlendirme kriterleri Tablo 3.	14
İklimle ilgili tehlikeler hakkındaki ilgili veri kaynaklarının incelenmesi Tablo 4.	15
İklimle ilgili tehlikeler için seçilmiş göstergeler	22
Tablo A.1. Rüzgar ölçekleri	72
Tablo A.2. Saffir-Simpson kasırga rüzgar ölçeği	73
Tablo B.1. İklimle ilgili doğal afetler hakkında küresel çevresel veri kaynakları için temel veri tabanları	75
Rakamlar	
Şekil 1. Ülkelerin çoğunluğu sıcak yaz günlerine maruz kalan nüfusa sahiptir. Şekil	24
2. Nüfusun büyük bir kısmı birçok tropikal geceye maruz kalmaktadır. Şekil 3.	25
Nüfusun büyük bir kısmı ısı stresine maruz kalmaktadır.	26
Şekil 4. Ülkeler arasında güçlü ısı stresine maruz kalan günler artıyor Şekil 5.	27
Nüfusun ısı stresine maruz kalmasında önemli alt ulusal farklılıklar	28
Şekil 6. Ülkeler, ortalamanın üzerinde daha fazla ve ortalamanın altında daha az sıcaklık günleri yaşıyor; bu, değişen iklimin açık bir göstergesi.	30
Şekil 7. Bazı ülkelerde ekili alanlar bir haftadan fazla aşırı yağışa maruz kalmaktadır. Şekil 8. Bazı	32
ülkelerin GSYİH'si diğer ülkelere göre aşırı yağışa daha fazla maruz kalmaktadır. Şekil 9. Aşırı	33
yağışa maruz kalan arazilerde büyük alt ulusal değişkenlik	34

Şekil 10. IPAC ülkelerinin çoğunluğu ekili arazilerde kuraklığın kötüleştiğini deneyimliyor	35
Toprak nemindeki değişiklikler bölgelere göre büyük farklılıklar gösteriyor	36
Şekil 12. Çoğu ülke toprak neminde yerel değişiklikler göstermektedir	37
Şekil 13. IPAC ülkelerinin küçük bir alt kümesi, yanmış alanların çoğunluğunu temsil ediyor	39
Şekil 14. Ülkeler arasında yanmış alanların boyutunda önemli farklılıklar var	40
Şekil 15. IPAC ülkelerinin üçte birinde ormanların %20'sinden fazlası çok yüksek veya aşırı yangın tehlikesine maruz kalmaktadır. Şekil 16. On bir IPAC ülkesinde nüfusun %10'undan fazlası çok yüksek veya aşırı orman yangını tehlikesine maruz kalan bölgelerde yaşamaktadır.	41
	42
Şekil 17. Kuzeybatı Avrupa ve Doğu Asya'daki nüfuslar şiddetli rüzgar fırtınalarına maruz kalmaktadır. Şekil 18. Kuzeybatı Avrupa ve Doğu Asya'daki yerleşim alanları şiddetli rüzgar fırtınalarına maruz kalmaktadır. Şekil 19. IPAC ülkelerinin küçük bir alt kümesi tropikal siklonlara maruz kalmaktadır.	43
	44
Şekil 20. IPAC ülkeleri nehir taşkınlarına farklı derecelerde maruz kalmaktadır. Şekil 21. Nehir taşkınları çoğu IPAC ülkesinde birçok nüfusu tehdit etmektedir. Şekil 22. Nüfusun nehir taşkınlarına maruz kalmasında önemli alt ulusal farklılıklar Şekil 23. Nüfusun nehir taşkınlarına maruz kalmasında önemli şehir düzeyinde farklılıklar	45
	46
Şekil 24. Ülkelerin bir alt kümesinde, kıyı taşkınlarına maruz kalma potansiyeline sahip önemli miktarda yapılaşmış alan bulunmaktadır. Şekil 25. Kıyı korumalarının olmaması durumunda, Belçika ve Hollanda'da geniş yapılaşmış alan alanları kıyı taşkınları riski altında olacaktır.	47
	48
Şekil 26. Ülkelerin bir alt kümesinde nüfusun önemli bir kısmı kıyı taşkınlarına maruz kalma potansiyeline sahiptir. Şekil 27. Ülkelerin çoğu en az bir iklimle ilgili doğal afet yaşar.	49
	51
	52
	53
	54
Şekil A.1. Dünya genelinde değişen sıcaklık uçları Şekil A.2. Dünya genelinde değişen yağış uçları	68
	69
Şekil D.1. Ülkelerin çoğunluğu sıcak günlere ve tropikal gecelere bir miktar maruz kalmaktadır	78

Kutular

Kutu 1. İklimle ilgili etkilere bağlı temel risk boyutlarının kavramsal gösterimi ve tanımları	12
--	----

1 giriş

İklimle ilgili doğal afetler dünya çapında toplumları etkiliyor ve iklim değişikliği bu tür tehlikelerin yoğunluğunu ve bazı durumlarda meydana gelme sıklığını etkileyerek giderek artan bir tehdit oluşturuyor (IPCC, 2021)^[1]. Dünya çapında yaklaşık 3,3 ila 3,6 milyar insan iklim değişikliğine karşı oldukça savunmasız bağlamlarda yaşıyor (IPCC, 2022^[2]). Örneğin, yalnızca 2019 yılında dünya çapında 1,7 milyon ölüm aşırı sıcak ve soğukla ilişkilendirildi ve bu ölümlerin 356.000'i ısı stresiyle ilişkiliydi (Burkart ve diğerleri, 2021^[3]). Bu arada, doğal afetler 2021'de tahmini 280 milyar ABD doları tutarında küresel kayba neden oldu ve bu da küresel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'nın (GSYİH) yaklaşık %0,29'unu temsil ediyor (Munich RE, 2022^[4]). İnsanların geçim kaynaklarındaki ciddi sosyoekonomik kayıplar göz önüne alındığında, geçmişte iklimle ilgili doğal afetlerden hangi ülkelerin, bölgelerin ve toplulukların daha fazla veya daha az etkilendiğini daha iyi anlamak önemlidir.

Bu makale 19 ulusal ve ulusal altı maruziyet göstergesi önermektedir¹ olaydan önce ve sonra gözlemlenen iklimle ilgili tehlikeler için (yani önceden ve sonradan) mevcut ve ilgili veri kaynaklarının incelenmesine dayalı (Tablo 1). Göstergeler, dünya çapında ilgili olan ani başlangıçlı iklimle ilgili tehlikeleri (örneğin aşırı sıcaklık veya yağış) ve uygun küresel veri kümeleri belirlenebildiğinde yavaş başlangıçlı iklimle ilgili tehlikeler için ek göstergeleri (örneğin ortalama sıcaklıktaki değişiklikler) kapsar. Sonuçların sunumu, Uluslararası İklim Eylem Programı'nın (IPAC) mevcut coğrafi kapsamına karşılık gelen 52 ülkeyi kapsar² ve aşağıdaki amaçları taşımaktadır:

- IPAC ülkeleri genelinde yüksek zaman-mekansal kapsama sahip, geçmiş eğilimlere ve temel temsili iklimle ilgili tehlikelerin mevcut durumuna ilişkin genel bir bakış sağlamak;
- IPAC ülkelerine, iklimle ilgili tehlikelere ilişkin adaptasyon açısından önemli ulusal ve ulusal altı göstergelerin geliştirilmesi ve uygulanması konusunda destek sağlamak;
- OECD'nin ölçüm çabalarını ve politika analizlerini bilgilendirmek ve iklimle ilgili tehlikelere ilişkin bilgileri uzman olmayan kişiler için daha erişilebilir hale getirmek.

Sonuçlar, çoğu IPAC ülkesinde nüfusun büyük bir kısmının ciddi aşırı sıcak ve soğuk koşullarına maruz kaldığını ve iklim değişikliğinin gelecekte aşırı sıcak koşullarını kötüleştirerek ortalamanın üzerinde sıcaklıkları artırma olasılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Dahası, IPAC ülkelerinin yalnızca küçük bir alt kümesi son beş yılda yanan alanların çoğuna katkıda bulunmaktadır. Örneğin, küresel yangın olaylarının %15'i yalnızca dört IPAC ülkesinde, yani Arjantin, Avustralya, Brezilya ve Hindistan'da meydana gelmiştir. Bu makale, yüksek uzaysal-zamansal çözünürlüğe sahip küresel veri kaynakları kullanılarak ulusal ve ulusal altı düzeylerde iklimle ilgili tehlikeler için maruz kalma göstergelerinin geliştirilmesinin mümkün olduğunu doğrulamaktadır. Bu makale, tüm ülkelerin bir veya daha fazla iklimle ilgili tehlike yaşadığını ve ülkeler arasında farklı yoğunluk derecelerine sahip farklı iklimle ilgili doğal tehlikelere maruz kalmada önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir.

¹Ulusal ve ulusal altı göstergeler (i) tarafından sunulmaktadır *ülke*, yani FAO Küresel İdari Birim Katmanı (GAUL) (2015) seviye 0 siyasi sınır veri kaynağı kullanılır ve (ii) *geniş bölge*, yani OECD bölgesel sınıflandırmasına dayalı bölgesel düzey 2 veya TL2 veya mevcut olmadığında FAO GAUL'u kullanarak karşılık gelen bir düzey.

²52 ülke şunları içerir: [38 OECD üye ülkesi](#) , Avrupa Birliği (AB27), Malta, 6 OECD katılım adayı (Arjantin, Brezilya, Bulgaristan, Hırvatistan, Peru, Romanya), 5 önemli ortak (Brezilya, Çin Halk Cumhuriyeti (bundan sonra 'Çin'), Hindistan, Endonezya, Güney Afrika) ve diğer G20 ülkeleri (Rusya Federasyonu, Suudi Arabistan).

2 İklimle ilgili riskleri ölçmek için kavramsal çerçeve

2.1. İklimle ilgili tehlikeler

İnsan kaynaklı iklim değişikliği hava ve iklim uçlarını değiştirir (IPCC, 2021)^[11] (Spinoni, Naumann ve Vogt, 2017^[5]), mülk hasarının ve insan hayatının kaybının artmasına neden oluyor ve dünya çapında daha geniş bir şekilde biyolojik çeşitliliği ve ekosistemleri etkiliyor (CRED, 2019)^[6]. Ülkeler, iklim değişikliğinden ve artan tehlike oluşumundan kaynaklanan riskleri yönetme konusunda giderek artan bir zorlukla karşı karşıya kalmaktadır ve bu durum, alanlar arasında tutarlı bir terminoloji kullanma ihtiyacını vurgulamaktadır (OECD, 2020^[7]).

Birleşmiş Milletler Genel Kurulu tarafından kabul edilen 'tehlike' tanımına dayanarak, bu belge iklimle ilgili tehlikeleri şu şekilde tanımlamaktadır:

“can kaybına veya yaralanmaya, mal hasarına, sosyal ve ekonomik bozulmaya veya çevresel bozulmaya neden olabilecek potansiyel olarak zararlı iklimle ilgili fiziksel olay, olgu veya insan faaliyeti” (UNDRR, 2020)^[8]).

İklimle ilgili tehlikeler hem ani başlangıçlı tehlikeleri (yani sıcak hava dalgaları veya siklonlar gibi olay kaynaklı tehlikeler) hem de yavaş başlangıçlı tehlikeleri (yani ortalama yağış veya sıcaklık gibi iklim desenlerinin ortalamasında ve değişkenliğinde uzun vadeli değişiklikler) içerebilir. İklimle ilgili tehlikeleri anlamak, ülkelerin iklim değişikliğini azaltma ve buna uyum sağlama çabalarını bilgilendirebilir ve destekleyebilir. Bu tür iklimle ilgili tehlike göstergelerinden oluşan temsili bir set geliştirmek, bunu başarmak için önemli bir bileşendir.

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Altıncı Değerlendirme Raporu (AR6), iklimle ilgili tehlike endeksleri hakkındaki genel çerçeve, altı kategoriye ayrılan 28 İklimsel Etki Sürücüsü (CID) kavramını ortaya koymaktadır: (i) Sıcak ve soğuk, (ii) Islak ve kuru, (iii) Rüzgar, (iv) Kar ve buz, (v) Kıyı ve (vi) Okyanus (IPCC, 2021^[11]). Benzer şekilde, Avrupa İklim Değişikliği Etkileri, Savunmasızlık ve Uyum Konu Merkezi (ETC/CCA), iklimle ilgili tehlike endekslerini sınıflandırmak için kullanılan genel yapı ile aynı altı ana kategoriyi içeren, Avrupa için 32 iklimle ilgili tehlike endeksinden oluşan kompakt bir setin geliştirilmesini içermektedir (ETC-CCA, 2020^[9]).

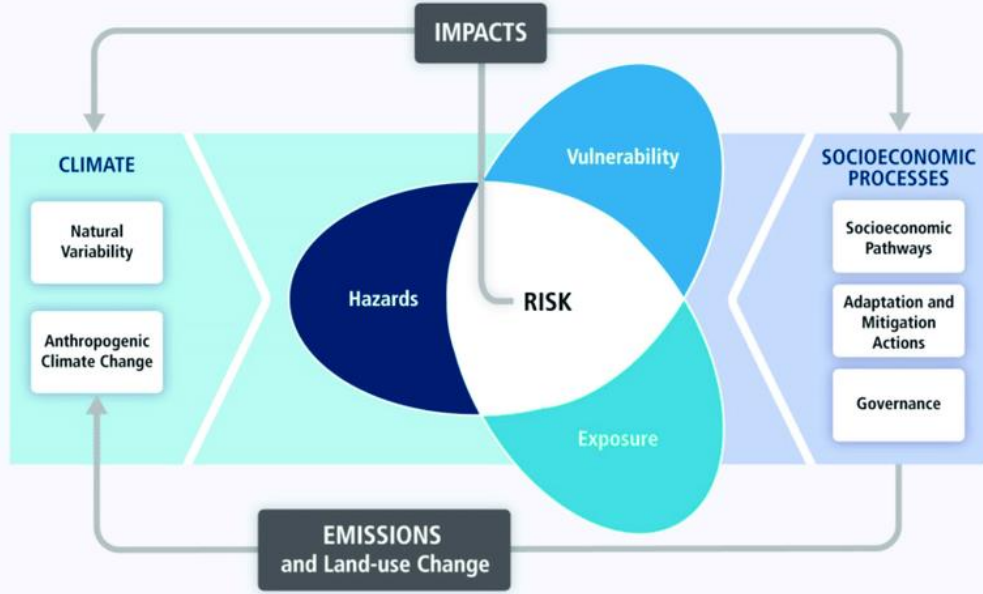
Bu makale, ilgili literatür ve ilgili uluslararası çalışmalardan yararlanarak bir dizi iklimle ilgili tehlike göstergesi geliştirir. Dört temel kategorinin bir alt kümesinde maruziyet göstergelerinin geliştirilmesine öncelik verir: (i) sıcak ve soğuk, (ii) ıslak ve kuru, (iii) rüzgar ve (iv) kıyı.

2.2. Bir tehlikenin riskinin tanımlanması

Doğal iklim değişkenliği ve antropojenik iklim değişikliği, iklimle ilgili tehlikelere atfedilen riskleri artırarak aşırı hava ve iklim olaylarının sıklığını, yoğunluğunu, kapsamını ve süresini etkilemektedir (IPCC, 2022)^[21]. Riski tanımlamak için farklı kavramsal modeller gözden geçirildi. IPCC, iklimle ilgili tehlikeyi, maruziyeti ve kırılganlığı afet riskinin temel boyutları olarak değerlendiriyor (bkz. Kutu 1) (IPCC, 2022^[21]), Avrupa Komisyonu'nun Risk Yönetimi Endeksi (INFORM) modeli ise başa çıkma kapasitesine ilişkin dördüncü bir boyutla bunu genişletiyor (Marin-Ferrer, Vernaccini ve Poljansek, 2017^[10]).

başta çıkma kapasitesi, iklim değişikliğinin potansiyel etkilerine maruz kalan bireylerin, sistemlerin veya kurumların uyum sağlama veya bunlarla başa çıkma yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Marin-Ferrer, Vernaccini ve Poljansek, 2017)^[10]. Örneğin, belirli politikalar, bir nüfusun bu tehlikelere karşı kırılganlığından bağımsız olarak iklimle ilgili tehlikelere yönelik potansiyel olarak olumlu veya olumsuz bir sonuca yol açabilir (Simpson ve diğerleri, 2021)^[11]. INFORM modeline benzer şekilde, Afet Riskini Azaltma için Sendai Çerçevesi, afet risk yönetiminin kırılganlık, kapasite, maruz kalma ve tehlikenin tüm boyutlarını içermesi gerektiğini düşünmektedir (UNDRR, 2015)^[12].

Kutu 1. İklimle ilgili etkilere bağlı temel risk boyutlarının kavramsal gösterimi ve tanımları



Kaynak: (IPCC, 2014)^[13]. Bu rakamın daha ayrıntılı bir versiyonu AR6 Çalışma Grubu II'de (IPCC, 2022) mevcuttur.^[2].

Tehlike: can kaybına, yaralanmaya veya diğer sağlık etkilerine, ayrıca mülke, altyapıya, geçim kaynaklarına, hizmet sunumuna, ekosistemlere ve çevre kaynaklarına zarar ve kayba neden olabilecek doğal veya insan kaynaklı fiziksel bir olayın veya eğilimin veya fiziksel etkinin gerçekleşme olasılığı.

Maruziyet: iklim kaynaklı tehlikelere maruz kalma olasılığı olan alanlarda insanların veya varlıkların bulunması (örneğin nüfus yoğunluğu, değerli ekosistemler).

Güvenlik Açığı: Bir toplumun iklimle ilgili tehlikelerin etkisine karşı duyarlılığını artıran fiziksel, sosyal, ekonomik ve çevresel faktörler veya süreçler tarafından belirlenen koşullar (örneğin bir bireyin veya hane halkının sosyoekonomik durumu, toplumdaki belirli savunmasız gruplar) (ISDR, 2005)^[14].

Tüm bu kavramsal modeller, iklimle ilgili tehlikelerden kaynaklanan riski etkileyen fiziksel ve sosyo-ekonomik sürücülerin entegre edilmesini gerektirir. İklimle ilgili tehlikelerle ilişkili risklerin anlamlı tahminlerini yapmak, veri kullanılabilirliğine bağlı olarak mümkün olduğunca çok sayıda, hatta tüm temel boyutu hesaba katmayı gerektirir (bkz. Kutu 1). Ancak, tehlike ve maruz kalma boyutları genellikle savunmasızlık boyutundan farklı şekilde ele alınır. Tehlike ve maruz kalma boyutlarındaki bileşenler tehlikeye bağlı faktörler olarak kabul edilirken, savunmasızlık boyutu tehlikeye bağlı olmayan olarak kabul edilir (Marin-Ferrer, Vernaccini ve Poljansek, 2017)^[10].

Bu makale, iklimle ilgili tehlikeler için ulusal ve ulusal altı maruz kalma göstergeleri geliştirmek amacıyla tehlike bağımlı faktörlere (yani tehlike ve maruz kalma) odaklanmaktadır. Riski kapsayan tüm boyutları ölçmek, özellikle küresel ölçekte veri kısıtlamaları nedeniyle zordur. Örneğin, küresel olarak kırılabilirliği değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan veri kaynakları yoktur. Notre Dame-Küresel Uyum Endeksi (ND-GAIN), bir ülkenin iklim bozulmalarına karşı mevcut kırılabilirliğini gösterir (Chen ve diğerleri, 2015^[15]). Ancak, ND-GAIN'in alt ulusal mekansal çözünürlüğü yoktur ve bu da yüksek mekansal-zamansal çözünürlüğe sahip veri kaynaklarıyla birlikte kullanılmasını zorlaştırır. Benzer şekilde, Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi tarafından geliştirilen Küresel İnsan Yerleşim Katmanı (GHSL) nüfus ızgaraları, 250 m mekansal çözünürlükte nüfus sayımları sağlar. Ancak, GHSL nüfus ızgaraları, örneğin yaşlılar gibi savunmasız grupları tanımlamak için demografik verilere sahip değildir. Yüksek mekansal-zamansal çözünürlüğe sahip savunmasızlığı değerlendirmek için küresel veri kaynaklarının eksikliği nedeniyle, bu makale tehlike ve maruz kalma boyutunu tanımlamaya odaklanmaktadır.

3 Veriler ve yöntemler

3.1. Sağlam veri kaynaklarının belirlenmesi

Bu makale, Copernicus İklim Veri Deposu (CDS), Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) ve Japonya Uzay Araştırma Ajansı (JAXA) gibi çeşitli kuruluşlardan değişkenleri, endeksleri, göstergeleri ve daha büyük veri tabanlarını arayarak iklimle ilgili tehlikeler için ulusal ve ulusal altı tehlike ve maruz kalma göstergeleri geliştirmek için veri kaynaklarını belirler. Ek B, incelenen ana veri kaynaklarının bir açıklamasını sağlar.

Bir veri kaynağının coğrafi ve zamansal çözünürlüğünü, hesaplamalı analiz için uygulanabilirliğini ve bu çalışmanın amacı açısından uygunluğunu değerlendirmeyi içeren bir dizi kritere dayalı olarak en uygun veri kaynaklarına öncelik vermek için bir kalite incelemesi gerçekleştirildi (Tablo 2).

Tablo 2. Altta yatan veri kümelerinin uygunluğunu değerlendirme kriterleri

Kriter	Yüksek	Orta	Düşük
Hesaplama verimliliği	Hiçbir hesaplama gerek yok	Otomatik hesaplamalara ihtiyaç var	Ağır hesaplamalar gerekiyor
Hesaplamalı uygulanabilirlik	Basit hesaplamalar gerektiren temel iklim değişkeni	Birden fazla giriş değişkeni gerekli	Çok sayıda girdi değişkeni gerekli veya ağır istatistiksel hesaplama
Coğrafi kapsam	Tam küresel veri kapsamı	Çoğu ülke için veriler mevcuttur	Veriler yalnızca belirli ülkeler için mevcuttur
Coğrafi çözünürlük	İzgaralanmış veriler	İstasyon verileri veya ülke düzeyindeki veriler	Nokta verileri
Zamansal kapsam	İlgili olduğu durumlarda geçmiş veriler de dahil olmak üzere 2018-2020 dönemine ait tam veri kapsamı	Tüm ülkeler için veri kapsamı var ancak en son yıl eksik	Veri kapsamı birkaç yıldır eksik
Zamansal çözünürlük	Günlük veriler	Aylık veriler	Günlük veya aylık veri yok

Makale, iyi kalitede veri kaynaklarını belirler ve bunları dört geniş kategoriye ayırır: (i) sıcak ve soğuk, (ii) ıslak ve kuru, (iii) rüzgar ve (iv) kıyı, veri kaynaklarının uygunluğuna göre (Tablo 3). Yıldırım veya kar yağışı gibi daha düşük kalitedeki diğer veri kaynakları tutulmamıştır çünkü (i) alan veya alt alan bu analizle ilgili herhangi bir küresel veri kaynağına sahip değildir veya (ii) bu alan veya alt alan için belirlenen veri kaynakları, ilgili iklimle ilgili tehlike için ulusal bir maruziyet göstergesi geliştirmek için uygun görülmemektedir. Ancak makale, kar ve buz veya okyanus gibi diğer geniş kategorilerdeki takip OECD çalışmalarına iklimle ilgili tehlikeleri ekleme olasılığını dışlamamaktadır. Ek C, hariç tutulan alanlar veya alt alanlar hakkında daha fazla ayrıntı sağlar.

Tablo 3. İklimle ilgili tehlikelere ilişkin ilgili veri kaynaklarının incelenmesi

Grileştirilmiş satırlar, ulusal ve ulusal altı maruziyet göstergelerinin geliştirilmesi için seçilen veri kaynaklarıdır

Veri kaynağı	Tanım	Coğrafi çözünürlük	Zamansal çözünürlük	Güncelleme sıklığı
Sıcaklık				
Kopernik İklim Veri Deposu (CDS) ERA5 tek düzeylerdeki saatlik veriler (ERA5)	Ortalama, minimum, maksimum sıcaklık	0,25° çözünürlük (~27,75 km) ızgara hücresi başına	Günlük: 1979'dan günümüze	Üç aylık güncellemeler (her üç ay)
ERA5'ten türetilen termal konfor endeksleri yeniden analiz ERA5-HEAT	Evrensel Termal Konfor Endeksi (UTCI)	0,25° (~27,75 km)	Saatlik: 1979'dan günümüze	Gerçek zamana yakın (2,5 aylık gecikme)
Berkeley Dünya Yüzeyi Sıcaklıklar (EN İYİ)	Ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık	1.0° çözünürlük (~111 km) ızgara hücresi başına	Günlük: 1880 – 2019	Yok
Yağış				
Kopernik CDS Tek düzeylerde ERA5 saatlik verileri (ERA5)	Toplam yağış	0,25° çözünürlük (~27,75 km) ızgara hücresi başına	Günlük: 1979'dan günümüze	Üç aylık güncellemeler (her üç ay)
NASA/JAXA Yağışın Küresel Uydu Haritalaması (GPM) IMERG	Yağış tahminleri (mm h-1)	0,1° çözünürlük (~11 km)	Saatlik: 2014'ten günümüze 3 saatlik: 2000'den günümüze Günlük: 2000'den günümüze	Son çalışma: ~14 saat Son çalışma: ~3,5 ay
JAXA/NASA Yağışın Küresel Uydu Haritalaması (GSMaP)	Yağış tahminleri (mm h-1)	0,1° çözünürlük (~11 km)	Saatlik, 3 saatlik ve günlük: 2014'ten günümüze	Standart ürün: 3 gün Gerçek zamana yakın ürün: 4 saat
Kopernik Küresel Yağış İklim Bilimi Projesi (GPCP)	Ortalama yağış (mm gün-1)	1.0° çözünürlük (~111 km)	Günlük: 1996'dan günümüze Aylık: 1979'dan günümüze	Üç aylık
NOAA CMORPH İklim Verileri Kayıt	Yağış tahminleri	8 km çözünürlük (30 dakikalık veri), 0,25° çözünürlük (saatlik ve günlük veriler) (~27,75 km)	30 dakikalık, saatlik ve günlük: 2002'den günümüze	Gerçek zamandan 18 saat sonra
Kuraklık				
Kopernik CDS ERA5-Arazi aylık ortalaması veri	Topraktaki su hacmi katman 0-7 cm	0,1° çözünürlük (~11 km)	Aylık: 1950'den günümüze	Gerçek zamana yakın
Toprak nemi ızgaralı veriler (Copernicus CDS)	Hacimsel yüzey toprağı nem	0,25° çözünürlük (~27,75 km)	Aylık: 1978'den günümüze	Gerçek zamana yakın
NOAA	CMORPH Günlük Standartlaştırılmış Yağış Endeksi (SPI)	0,25° çözünürlük (~27,75 km)	Yarım saatlik ve günlük: 2002'den günümüze	Gerçek zamandan 18 saat sonra
	GPCC Yağış anomaliler	5.0° çözünürlük (~555 km)	Aylık: 1900'den günümüze Temel dönem: 1961 – 1990	Yukarıdakiyle aynı
	MERRA2 Buharlaştırıcı Talep Kuraklık Endeksi (EDDI)	0,125° çözünürlük (~15km)	Günlük: 1980'den günümüze	Gerçek zamandan 5 gün sonra
Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi (JRC)	Kuraklık Etkilerinin Riskleri Tarım (RDRl-Agri)	1.0° çözünürlük (~111 km)	Yıllık: 2013'ten günümüze	~Gerçek zamandan 14 gün sonra
Küresel Yağış İklim Bilimi Merkezi	Küresel Kuraklık Endeksi	1.0° çözünürlük (~111 km)	Aylık: 2013'ten günümüze Temel dönem: 1961 – 1990	En güncel olana güncellendi son tam ay
İklim Bilimi ve İklim Hizmetleri Laboratuvarı	Standartlaştırılmış Yağış ve Evapotranspirasyon Endeksi (SPEI)	0,5° çözünürlük (~55 km)	Aylık: 1901 - 2018	Sonrasında güncelleme yok Aralık 2018
Orman yangını				
Küresel Yangın Emisyonları veritabanı	Yanmış alan Yangın olayları	Vektör şekil dosyaları (altta yatan veri: 500 m)	Aylık: 1997 - 2021	Yıllık olarak güncellenir
MODIS/Terra ve Aqua MCD64A1 ürünü	Yanmış alan	500 metre	Aylık: 2000'den günümüze	Aylık olarak güncellenir

16-ÇEVRE/ÇAP(2022)13

Kopernik	Tehlike derecesi Yangın tehlike endeksi	0,25° çözünürlük (~27,75 km)	Günlük: 1979'dan günümüze	Aylık olarak güncellenir
NASA	Aktif yangın verileri	MODIS: 1 km VIIR: 250 m	MODIS: günlük, 2000 ila Sunmak VIIRS: yarım günlük, 2012'den itibaren Sunmak	Genellikle 2 ila 30 dakika sonra kullanılabilir 3 ay
Rüzgâr				
Siklon rüzgar tehlike haritaları (GAR 2015)	Siklon eğilimli haritalar alanlar cinsinden ifade edilir farklı dönüş periyotları için rüzgar hızı (km/s) (50) 1000 yıla kadar)	0,27° (~27,75 km)	Zaman kapsamı yok	Bilinmeyen
Kopernik CDS ERA5 tek seviyelerde saatlik veriler	Maksimum 10 m rüzgar hızı	0,25° (~27,75 km)	1979'dan günümüze	Günlük olarak güncellenir (7 günlük gecikmeyle)
Kopernik CDS Tarımsal meteorolojik göstergeler AgERA5	10 m yükseklikteki ortalama rüzgar hızı yüzey (ms ⁻¹)	0,1° çözünürlük (~11 km)	1979'dan günümüze	Günlük olarak güncellenir (7 günlük gecikmeyle)
Kopernik CDS ERA5 tek düzeylerdeki saatlik veriler (ERA5)	10/100 m yükseklikteki ortalama rüzgar hızı yüzey (ms ⁻¹)	0,25° çözünürlük (~27,75 km)	1979'dan günümüze	Üç aylık güncellemeler (her üç ay)
Küresel rüzgar atlası	10 / 50'de ortalama rüzgar hızı / 100 / 150 / 200 m yukarıda yüzey (ms ⁻¹)	250 metre	Zaman kapsamı yok	Bilinmeyen
NOAA	Tropikal siklon izi verileri	0,1° çözünürlük (~11 km)	1841'den günümüze	Haftada iki kez güncellenir
	Pasifik kasırga kataloğu	Nokta ve çizgi vektör verileri	1851 - 2020 (Atlantik) 1949 - 2020 (Pasifik)	Bilinmeyen
Nehir taşkını				
JRC'nin Avrupa ve küresel ölçekte sel tehlikesi haritaları	Taşkın riski olan alanların haritaları Avrupa ve Akdeniz Havzası'nda farklı büyüklükteki nehir taşkın olayları (10 yılda 1'den 500 yılda 1'e kadar)	100 m (Avrupa ve Akdeniz Havzası), 1 km (Küresel)	Zaman kapsamı yok	Bilinmeyen
WRI Su Kemerli taşkın tehlikesi haritaları	Nehir için taşkın riski olan alanlar ve farklı büyüklükteki kıyı taşkınları Mevcut temel ve farklı gelecek projeksiyonları için	1 km	Temel, 2030, 2050, 2080	Bilinmeyen
Kıyı taşkınları				
Küresel kıyı taşkın tehlikesi haritaları	Fırtınanın küresel yeniden analizi dalgalanmalar ve aşırı deniz seviyeler	1 km	Zaman kapsamı yok	Bilinmeyen
WRI Su Kemerli Su Riski Atlası – Kıyı taşkın riski	Beklenen yüzde etkilenecek nüfus kıyı taşkınları mevcut sel korumasını hesaba katarak ortalama yıl standartlar	30 yay dakikası (~55 km)	Zaman kapsamı yok, kıyı ölçülen su baskını ortalama yıl	Bilinmeyen
WRI Su Kemerli taşkın tehlikesi haritaları	Nehir için taşkın riski olan alanlar ve farklı büyüklükteki kıyı taşkınları Mevcut temel ve farklı gelecek projeksiyonları için	1 km	Temel, 2030, 2050, 2080	Bilinmeyen
Climate Central'ın kıyı taşkınları ve deniz seviyesinin yükselmesi haritaları	Muhtemelen olacak alanlar farklı bir şekilde sular altında kaldı yükselen su miktarları deniz seviyesinin yükselmesi, gelgitler ve fırtınanın birleşimi dalgalanmalar	ABD ve Hawaii (~5m); NOAA'nın bulunduğu alanlar kıyı lidarı mevcut değil (~½arcsec çözünürlüğü veya 10m); Alaska (~60 m)	Zaman kapsamı yok	Bilinmeyen

3.2. İklimle ilgili tehlikelerin etkileri ve ölçümü

Sıcak ve soğuk

Aşırı sıcaklık olaylarının sıklığı

Aşırı sıcak ve soğuk, insan sağlığı, tarım, ulaşım ve enerji dahil olmak üzere birçok insan faaliyeti için önemli iklimle ilgili tehlikelerdir. Sıcaklık spektrumunun her iki ucundaki sıcaklık uçları küresel sağlık risk faktörleri olarak kabul edilir (The Lancet, 2021^[16]). Örneğin 2019'da dünya çapında 1,7 milyon ölüm, optimum olmayan sıcaklıklarla ilişkilendirildi ve bu ölümlerin 356.000'i yüksek sıcaklıklarla ilişkiliydi (Burkart ve diğerleri, 2021^[3]). Aşırı sıcak ve soğuk, diğer etkilerin yanı sıra, morbidite ve mortaliteyi artırabilir veya azaltabilir, önceden var olan sağlık koşullarını kötüleştirebilir, tarımsal üretimi etkileyebilir ve daha düşük ekonomik çıktıyla sonuçlanabilir (Burke, Hsiang ve Miguel, 2015)^[17]. Son araştırmalar, aşırı sıcak ve soğukun çeşitli kardiyovasküler ve metabolik hastalıklar da dahil olmak üzere çeşitli ölüm nedenleriyle ilişkili olduğunu, ancak aynı zamanda intihar ve çeşitli yaralanma türleri gibi dışsal ölüm nedenleriyle de ilişkili olduğunu bulmuştur (Burkart ve diğerleri, 2021^[3]). İklim değişikliğinin aşırı sıcaklıkla ilişkili sağlık risklerini artırdığı düşünüldüğünde (Limaye ve diğerleri, 2018)^[18], aşırı sıcaklıkların hesaba katılması bu makalede iklimle ilgili önemli bir tehlike olarak ele alınmıştır.

Nüfusun aşırı sıcak veya soğuk günlere maruziyeti, yaygın olarak kullanılan çeşitli endeksler aracılığıyla ölçülebilir. Örneğin, IPCC AR6 sıcak yaz günlerini ölçer ($> 35^{\circ}$) Neresi günlüktür

gün içindeki en yüksek sıcaklık yıl içinde (IPCC, 2021, s. 1522^[11]). Avrupa Çevre Ajansı'na göre

Ajans (AÇA) iklimle ilgili tehlike endeksleri raporunda, yüksek önceliğe sahip bir diğer endeks ise tropikal gecelerin sayısıdır ($> 20^{\circ}$) Neresi günün en düşük sıcaklığı yıl içinde (ETC-CCA, 2020^[9]).

Bu endeks, insanların geceleri serinleyemediği günleri ölçmeye olanak tanır. Evrensel Termal İklim Endeksi (UTCI) gibi diğer ısı stresi ölçümleri, insan vücudunun atmosfer koşullarını nasıl deneyimlediğini açıklar ve nem gibi hava sıcaklığının ötesinde diğer katkıda bulunan faktörleri içerir.

rüzgar hızı ve güneş radyasyonu. Bu arada, soğuk stres ölçümleri buzlanma günlerinin sayısı gibi endekslere odaklanır ($< 0^{\circ}$) Neresi gün içindeki en yüksek sıcaklık yıl içinde .

Aşırı sıcaklık olayları, temel periyot boyunca günlük minimum veya maksimum sıcaklığın belirli bir yüzdelik değerin üstünde veya altında aşılmasına dayanarak da ölçülebilir.³(Head ve diğerleri, 2018^[19]) (Perkins ve Alexander, 2013^[20]). Örneğin, ortalamanın üzerinde sıcaklıklar (> 95) ölçülebilir > 95 inci temel dönemin yüzdelik dilimi gün içindeki en yüksek sıcaklık dönemde (Karl, Nicholls ve Gazi, 1999^[21]). Benzer şekilde, ortalamanın altında sıcaklıklar (< 5) ölçülebilir < 5 inci temel dönemin yüzdelik dilimi günlük minimum sıcaklıktır

gün içinde dönemde .Bu endeksler, zaman içinde aşırı sıcaklık koşullarındaki değişikliklerin belirlenmesine olanak tanır.

Çeşitli veri kaynakları günlük minimum, ortalama ve maksimum sıcaklığı tahmin eder. Örneğin, Avrupa Orta Menzilli Hava Tahminleri Merkezi'nden (ECMWF) tek seviye veri kümesindeki Copernicus CDS ERA5 saatlik verileri 1979'dan günümüze 0,25 derece çözünürlükte (~27,75 km) veri sağlar (Hersbach ve diğerleri, 2018^[22]). Ayrıca, ERA5 yeniden analizinden türetilen UTCI (ERA5-HEAT) gibi termal konfor endeksleri Copernicus CDS'de mevcuttur ve 0,25° mekansal çözünürlükte saatlik UTCI sağlar. Alternatif olarak, Berkeley Earth minimum ve maksimum sıcaklığı içeren küresel yüzey sıcaklığı verileri sağlar. Ancak, bu veri kaynağı daha kaba bir mekansal çözünürlüğe sahiptir ve 2019'dan sonra sıcaklık verileriyle güncellenmiyor gibi görünmektedir (Tablo 3), bu da onu bu makalede aşırı sıcaklıkları tahmin etmek için daha az uygun hale getirir.

³Temel dönem, belirli bir dönem için tipik bir iklim olarak kabul edilebilecek ortalama iklim normallerini hesaplamak için standart bir referans dönemidir. Bu iklim normalleri, yerel, ulusal veya küresel düzeyde daha kısa vadeli verileri karşılaştırmak için kullanılır.

Islak ve kuru

Aşırı yağışlı günlerin sıklığı

Aşırı yağış, dünya çapında iklimle ilgili yaygın bir tehlikedir. Yıllık ve mevsimsel yağış desenleri, çok çeşitli insan, sosyal ve ekonomik faaliyetleri etkiler. Aşırı yağış, çoğunlukla can kaybına, insanların yerinden edilmesine, altyapının hasar görmesine ve tarımsal üretkenlikte kayıplara yol açabilen sel olaylarını tetikler (Kirchmeier-Young ve Zhang, 2020^[23]). Son araştırmalar, aşırı yağışın, doğrudan fiziksel hasar, gecikmiş ekim ve hasat, kısıtlı kök büyümesi, oksijen eksikliği ve besin kaybı dahil olmak üzere aşırı sıcaklık ve kuraklık kadar ürün verimini etkileyebileceğini öne sürmektedir (Li ve diğerleri, 2019^[24]). Bu nedenle, aşırı yağış riski altında olan belirli alanların belirlenmesi, bireyleri, haneleri, toplulukları ve daha geniş toplumu korumak açısından önemlidir.

WMO'nun yetkilendirdiği Sektöre Özgü İklim Endeksleri Uzman Ekibi (ET-SCI), aşırı yağış sıklığını (yani belirli bir eşiğin üzerinde yoğunluğa sahip olayların sayısını) tanımlayan endeksler geliştirdi (Karl, Nicholls ve Ghazi, 1999^[21]). Örneğin, çok şiddetli yağışlı günlerin sayısı ((20 gün),dır belirli bir ilgi alanı zaman diliminde günlük yağışın 20 mm'den fazla olduğu gün sayısının sayımı ve şu şekilde formüle edilir: $20 = \sum > 20 \text{ gün}$ Neresi günlük yağış miktarı günlük miktar dönemde (Petroliagkis ve Alessandrini, 2021^[25]). Aşırı yağış olayları ayrıca günlük yağış miktarının referans periyodu boyunca belirli bir yüzdelik değerin üstünde ve altında aşılmasına göre de ölçülebilir. Örneğin, aşırı yağış olaylarının sıklığı genellikle günlük yağış miktarı > 99 olduğunda ölçülür.^{inci} özellikle yoğun yağışlı günleri belirlemek için referans döneminin yüzdelik değeri ve aşırı yağış olayının sıklığını değerlendirmeye yönelik EEA metodolojisiyle tutarlıdır (EEA, 2021)^[26]).

Yağış miktarını saatlik, günlük veya aylık olarak tahmin etmek ve yıllık ve mevsimsel yağıştaki değişikliklerin gözlemlenmesini sağlamak için çeşitli veri kaynakları mevcuttur (Tablo 3). Örneğin, NASA tarafından sağlanan IMERG verileri, yüksek piksel çözünürlüğüne sahip Küresel Yağış Ölçümü (GPM) uydu takımyıldızı aracılığıyla 2000'den bu yana Dünya yüzeyinin çoğundaki saatlik ve günlük yağışı tahmin eder. Benzer şekilde, 1979'dan günümüze kadar 0,25 derece çözünürlükle (~27,75 km) günlük yağış miktarı için tek seviyelerdeki ERA5 saatlik verileri (Hersbach ve diğerleri, 2018^[22]). Bu veriler Avrupa Orta Vadeli Hava Tahminleri Merkezi'nin (ECMWF) saatlik verilerine dayanmaktadır.

Kuraklıklar

Kuraklıklar, tarım, enerji ve su yönetimi sektörleri ve toplumun tamamı üzerinde ciddi etkilere yol açabilen önemli bir iklimle ilgili tehlikedir. Kuraklıklar genellikle üç türe ayrılır: (1) meteorolojik, (2) tarımsal veya (3) hidrolojik kuraklıklar (Ziese ve diğerleri, 2014^[27]) (Wang ve diğerleri, 2016^[28]). Genellikle meteorolojik kuraklıklar, sıcaklıktaki değişiklikler nedeniyle yağış ve buharlaşma arasındaki etkileşime dayanır. Tarımsal ve hidrolojik kuraklıklar genellikle meteorolojik kuraklıklardan başlar, ancak farklıdır. Örneğin, hidrolojik döngüdeki değişiklikler toprak neminin tükenmesine neden olur, bu da mahsulleri etkileyebilir (yani tarımsal kuraklık) ve sonunda nehirler veya göller gibi hidrolojik özelliklerde değişikliklere yol açabilir (yani hidrolojik kuraklık). Kuraklıkların ayrıca suyun kötü yönetilmesinden kaynaklanan sosyoekonomik bir kökeni de olabilir, ancak bu tür kuraklığın belirli insanları ve bölgeleri etkileme olasılığı daha yüksektir (OECD, 2016^[29]).

Yıllar boyunca geçmiş kuraklıkları tahmin etmek için çeşitli endeksler geliştirildi. Bunlar, tarım üzerindeki su stresi etkilerini değerlendirmek için çeşitli su stresi göstergelerini içerir, ancak bunlar genellikle yüksek mekansal çözünürlüğe sahip bir kuraklık göstergesi geliştirmek için gereken coğrafi bileşene sahip değildir (OECD, 2017^[30]). Ancak kuraklık etkilerini tahmin etmek için bir dizi coğrafi veri kaynağı vardır. Örneğin, Standardize Yağış Endeksi (SPI), bir alanın ıslaklığını veya kuruluğunu tahmin etmek için kullanılır. SPI, belirli miktarda yağış kaydetme olasılığının bir endeksidir. Bu endeks, daha ıslak koşullar için pozitif ve daha kuru koşullar için negatiftir. Ancak, SPI sıcaklık değişikliklerini hesaba katmaz

iklim değişikliği nedeniyle artan buharlaşmayı hesaba katmaz ve bu da daha kuru bölgelerde yanıltıcı değerlere yol açar (Ziese ve diğerleri, 2014)^[27]). Sıcaklık değişimlerini hesaba katmak için Standart Yağış Buharlaşma ve Terleme Endeksi (SPEI) ve SPI ve SPEI'yi tek bir küresel kuraklık endeksinde birleştiren Küresel Kuraklık Endeksi gibi alternatif kuraklık endeksleri geliştirilmiştir (Ziese ve diğerleri, 2014)^[27]). Küresel kuraklığa ilişkin bu veri kaynaklarına ilişkin daha fazla ayrıntı Tablo 3'te yer almaktadır.

Tarım sektörü, hava ve iklimle aşırı bağımlı olması nedeniyle iklimle ilgili tehlikelere karşı özellikle savunmasızdır (FAO, 2021)^[31], ve bu nedenle tarımsal kuraklıklar bu makalede daha ayrıntılı olarak incelenmektedir. Tarımsal kuraklıklar, 0 ila 7 cm derinlikteki bir toprak tabakasındaki su içeriğine karşılık gelen hacimsel yüzey toprak nemi kullanılarak da ölçülebilir. Toprağın yüzeysel tabakasındaki su içeriği, su temini ve bitki sağlığı için önemlidir. Toprak nem anomalisi, kuraklıkların yoğunluğunu izlemek için uygun bir göstergedir ve Standart Yağış Endeksi'ne (Zeri ve diğerleri, 2021) göre kuraklıkları belirlemede benzer performanslar gösterir.^[32] Ayrıca, Copernicus CDS, hem uydu hem de yerinde temelli olan toprak nemi hakkında farklı veri kaynakları sağlar. ERA5-Land, diğer tanımlanmış veri kaynaklarından daha doğru ve daha yüksek çözünürlükte mevcuttur, bu da yerel düzeyde kuraklık koşullarındaki daha fazla varyasyonu yakalamaya olanak tanır (Dorigo ve diğerleri, 2017)^[33] (Gruber ve diğerleri, 2019)^[34].

Orman yangınları

Orman yangınları ormancılık, tarım, turizm, ulaşım, altyapı, su temini, biyolojik çeşitlilik, yaban hayatı ve insan sağlığı üzerinde etkileri olan önemli bir doğal tehlikedir. Orman yangınının yakın nedenleri arasında yıldırım veya tarımsal yakma, kundaklama, elektrik kıvılcımları veya sigara atıkları gibi insan faaliyetleri yer alır. Yangın aktivitesi hava durumu, yakıt bulunabilirliği (yani biyokütle birikimi) ve topografya gibi çevresel değişkenler tarafından belirlenir (Balch ve diğerleri, 2017)^[35] (Bowman ve diğerleri, 2020)^[36]. Genellikle, yüksek buharlaşma ve düşük yağışla karakterize olan kalıcı kurak dönemler, güçlü rüzgarların varlığıyla birleştğinde orman yangınlarının yayılma riskini artırır.

Gelişmiş ülkelerde, orman yangınları ormanlık alanların yakınında veya içinde yaşayan genişleyen nüfus için büyüyen bir tehdittir. Öte yandan, orman yangınları yaşlılar, dezavantajlı kişiler veya yerli halklar gibi savunmasız azınlık toplulukları için doğrudan bir tehdit olmaya devam etmekte ve mevcut eşitsizlikleri daha da kötüleştirmektedir (Davies ve diğerleri, 2018)^[37].

Orman yangınları hem iklim hem de iklim dışı etkenlerden etkilenir ve bu etkenler arasında ayırım yapmak yalnızca küresel düzeyde değil, aynı zamanda ulusal ve yerel düzeyde de zor olabilir (Butry, Prestemon ve Thomas, 2014)^[38]. Orman yangınlarının iklim dışı itici güçleri çoğunlukla kontrollü yakma, tarımsal faaliyet ve arazi kullanımı değişikliği gibi insan faaliyetleridir. Bu arada, iklim değişikliği orman yangınları için uygun sıcak ve kuru koşulları daha da kötüleştirebilir, orman yangını sıklığını, süresini, yoğunluğunu ve yayılma oranını etkileyebilir (bkz. OECD, yakında yayınlanacak yayın, *Orman yangınlarının yönetiminde iklim değişikliğine uyum*).

İklim değişikliği, ormanlar, orman yangınları ve finans sektörü arasındaki bağlantılar, uyum önlemlerini güçlendirmek için giderek daha fazla kabul ediliyor. Ormanlar, değişen iklimle mücadeleye yardımcı olmak için verilen dengeleme kredilerinin yaklaşık %45'ini temsil ediyor ve bu da orman yangınlarının finans piyasaları için giderek artan etkileri olduğu anlamına geliyor çünkü ormanları yakıp kalıcı olarak depolanması için tasarlanmış karbonu serbest bırakabilirler (So, Haya ve Elias, 2022)^[39]. Ayrıca, orman dengeleme programları, daha yanıcı veya tehlikeli bir manzara geliştirmekten kaçınmak için orman yangını risklerini hesaba katmalıdır (Leverkus ve diğerleri, 2022)^[40]. Orman yangınları bu nedenle orman dengeleme programlarının çevresel bütünlüğü için bir risktir (Badgley ve diğerleri, 2022)^[41].

Küresel düzeyde, (a) orman yangını oluşumunu ve kapsamını ve (b) orman yangını riskini belirlemek için veriler ve endeksler mevcuttur.

- a) Örneğin, Dünya Gözlemleri Grubu'nun (GEO), NASA Uygulamalı Araştırma ve AB Copernicus çalışma programlarının ortak girişimi olan Küresel Orman Yangını Bilgi Sistemi (GWIS), NASA MODIS Terra ve Aqua uydu verilerine dayalı olarak bir ay veya bir yıl boyunca orman yangınlarının (yani yangın olaylarının) oluşumu hakkında bilgi sağlayan GlobFire Veritabanı'nı geliştirdi.

teknik kısıtlamalar nedeniyle, GlobFire verileri küçük yangın olaylarını (< 25 ha) atlar, bu da kontrollü yangınların çoğunu dolaylı olarak ortadan kaldırır (Felipe Galizia ve diğerleri, 2021^[42]). Ayrıca, doğal sistemin bir parçası olan ve bitki örtüsünün yenilenmesi yoluyla yangına adapte olmuş ekosistemlere fayda sağlayabilen küçük orman yangınları da kapsam dışında tutulmuştur.

- b) Orman yangını riskinin yangın tehlikesini değerlendirmek için Yangın Hava Durumu Endeksi (FWI) Sistemi, dünya çapında çoğu yargı bölgesinde kullanılan meteorolojiye dayalı bir endekstir (Goldammer ve diğerleri, 2018^[43]) (Alan, 2020^[44]). FWI Sistemi Kanada'da geliştirilmiştir ve üç nem kodu ve üç yangın davranış endeksinden oluşur. Nem kodları üç genel yakıt sınıfının nem içeriğini yakalar ve davranış endeksleri yayılma oranını, yakıt tüketimini ve başlayan bir yangının yoğunluğunu yansıtır. Genel olarak, bu endeksler gerçek orman yangınlarını tespit etmez, bunun yerine bir tutuşma varsa orman yangını çıkma olasılığını tespit eder (Tablo 3).

Rüzgâr

Rüzgâr tehditleri veya rüzgâr fırtınaları, insanlar, ekosistemler ve ekonomik altyapılar üzerinde doğrudan etkileri olan önemli bir iklimle ilgili tehlikedir. Örneğin, rüzgâr fırtınalarının gücü uçan enkazlar ve düşen ağaçlar yaratabilir ve bunlar ya doğrudan insanlara çarpabilir ya da inşa edilmiş yapılara zarar verebilir. Bu nedenle, rüzgâr tehditlerini belirlemek, iklimle ilgili tehlikelerin riskini değerlendirmenin önemli bir parçasıdır. Rüzgâr tehditlerini ölçmenin yaygın bir yolu, rüzgârın yatay hızı veya havanın hareketi anlamına gelen rüzgâr hızıdır. Copernicus İklim Veri Deposu (Tablo 3) gibi çeşitli küresel veri kaynakları, Dünya yüzeyinden farklı yüksekliklerde (örneğin 10, 50, 150, 200 m) günlük ve aylık ortalama rüzgâr hızlarını belirler. Ancak, rüzgâr fırtınalarının çoğu hasarı, esintiler sırasındaki aşırı rüzgâr hızlarından kaynaklanır. Bu nedenle, 3 saniyelik ortalama rüzgâr hızının maksimum değeri olarak tanımlanan esinti hızları, rüzgârla ilgili tehlikeleri değerlendirmek için kullanılabilir.

Rüzgâr fırtınalarının oluşumunu değerlendirmek için diğer küresel veri kaynakları sınırlıdır. Örneğin, NOAA, Uluslararası İklim Yönetimi için En İyi Yol Arşivi (IBTrACS) ve HURDAT2 veritabanı aracılığıyla tropikal siklonlar (kasırgalar, tayfunlar) hakkında veri sağlar. Bu, maksimum sürekli rüzgâr hızı, minimum merkezi basınç ve sirkülasyon için fırtına merkezi hakkındaki bilgileri içerir. Ancak, bu veri kaynakları önemli miktarda veri manipülasyonu gerektirir ve bölgeye özgüdür, bu da tropikal siklonlardan etkilenmeyen bölgelerde rüzgâr fırtınalarının nasıl değerlendirileceğini belirsizleştirir. Alternatif olarak, Afet Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi'nin (CRED) Acil Durum Olayları Veritabanı (EM-DAT), rüzgâr fırtınalarını, rüzgâr fırtınalarıyla ilgili birkaç alt kategori (yani hortum, rüzgâr, şiddetli fırtına, vb.) içeren 'konvektif fırtına' kategorisinin bir parçası olarak kaydeder. Bu veritabanında ülke ve bölge hakkında bilgi bulunsun da, coğrafi olarak referanslanmamıştır, bu da nüfus ve altyapı için rüzgâr tehditlerinin riskini değerlendirmeyi zorlaştırır.

Nehir taşkını

Taşkın, enerji ve ulaşım altyapıları, insan yerleşimleri ve tarım arazileri üzerindeki etkileriyle ekonomik kayıplara neden olabilir. Taşkın, tarım sektörü için ikinci en büyük tehlike olarak kabul edilir ve En Az Gelişmiş ve Düşük-Orta Gelirli ülkelerde 2008 ile 2018 yılları arasında tahmini 21 milyar ABD doları tutarında ürün ve hayvancılık üretimi kaybına neden olmuştur (Gıda Krizlerine Karşı Küresel Ağ, 2022^[45]). Değişen iklim ve uygun adaptasyon önlemleri olmadan, sel olaylarının tüm kıtalarda, özellikle Asya, Amerika ve Avrupa'da artacağı tahmin edilmektedir (Alfieri ve diğerleri, 2017^[46]).

Farklı taşkın türleri, kaynağına ve taşkın mekanizmasına göre ayırt edilebilir. Nehir taşkını, aşırı yağış sonucu nehrin kanal kapasitesini aşması ve bitişik alanlara taşmasıyla oluşur. Plüviyal taşkınlar, toprağın emilim kapasitesi veya kentsel alanlardaki drenaj kapasitesi aşıldığında oluşur. Nehir taşkınları, yoğun yağışlar veya kar erimesi sonucu meydana gelebilir. Nehir taşkınları, sonuç olarak plüviyal taşkınlarla ilişkilidir, ancak farklıdır.

Nehir taşkını tehlikesini değerlendirmek için çeşitli veri kaynakları ve değişkenler mevcuttur. Dünya Kaynakları Enstitüsü (WRI), hem mevcut temel koşullar hem de 2030, 2050 ve 2080'deki gelecekteki projeksiyonlar altında nehir ve kıyı taşkın risklerini ölçen Aqueeduct Floods çevrimiçi platformunu geliştirdi. Ortak Araştırma Merkezi (JRC) ayrıca tüm dünya için ve Avrupa ve Akdeniz Havzası bölgesi için daha ayrıntılı bir mekansal çözünürlükte Nehir Taşkını Tehlikesi Haritaları sağlar (Dottori ve diğerleri, 2021^[47]). Küresel Taşkın Farkındalık Sistemi (GloFAS), son 24 saatteki günlük nehir debisi hakkında veri sağlar (m³S⁻¹) bir nehir bölümünden akan su miktarı hakkında bilgi verir. GloFAS, Copernicus Acil Durum Yönetim Servisi'nin (CEMS) bir parçasıdır ve nehirlerin 2, 5 ve 20 yıllık aşılma olasılığına dayalı bir taşkın özeti geliştirmek için bir tahmin aracı sağlar.

Kıyı taşkınları

Kıyı bölgeleri iklimle ilgili çeşitli tehlikelerle karşı karşıyadır ve iklim değişikliğinin mevcut etkileri daha da kötüleştirilmesi beklenmektedir (OECD, 2021^[48]). Bunlara deniz seviyesinin yükselmesi, kıyı fırtına dalgaları, okyanus ısınması ve asitlenmesi ve hidrolojik döngüdeki değişiklikler dahildir (OECD, 2019^[49]) (OECD, 2021^[48]). IPCC AR6, örneğin 2020 ile 2150 yılları arasında deniz seviyesinin yükselmesine ilişkin simülasyonlar sağlar (IPCC, 2021^[11]). Deniz seviyesindeki yükselmeyi kıyı taşkınları için mevcut veri kaynaklarına dahil etmek karmaşıktır. Çeşitli iklim senaryolarını hesaba katmayı gerektirir ve aşırı yağış veya fırtına dalgaları gibi diğer katkıda bulunan olaylar göz önüne alındığında deniz seviyesindeki yükselmenin günümüz kıyı taşkınlarına ne gibi göreceli katkısı olduğu belirsizdir.

Kıyı taşkın tehlikelerini değerlendirmek için çeşitli veri kaynakları mevcuttur. ResourceWatch ve Surging Seas'ten bir veri kaynağı, yüksek doğruluklu bir Dijital Yükselti Modeli kullanarak kıyı taşkınlarını ve deniz seviyesinin yükselmesini birleştirir. Ancak, veri kaynağı kamuya açık değildir (Climate Central ve Surging Seas, 2018^[50]). Su Riski Atlası, mevcut taşkın koruma standartlarını hesaba katarak kıyı taşkınlarından etkilenmesi beklenen nüfusun yüzdesini ölçerek kıyı taşkın riski hakkında veri sağlar (Hofste ve diğerleri, 2019^[51]). Bu veri kaynağını kıyı taşkınlarını değerlendirmek için kullanmanın dezavantajı, kıyı taşkınlarının diğer açık varlıklar (kentsel alanlar gibi) üzerindeki tahmini etkisinin değerlendirilmesine izin vermemesidir. Küresel Gelgit ve Dalgalanma Yeniden Analizi (GTSR) veri kaynağı, hidrodinamik modellemeye dayalı fırtına dalgaları ve aşırı deniz seviyelerinin küresel bir yeniden analizini sağlar (Muis ve diğerleri, 2016^[52]). Bu veri kaynağı, olay meydana gelmeden önce (önceden) tahmini modellemeye dayanmaktadır ve farklı geri dönüş periyotlarına sahip modellenmiş kıyı taşkını tehlikeleri sağlamaktadır. Bu veri kaynağının temel sınırlamalarından biri, setler ve fırtına dalgası bariyerleri gibi mevcut taşkın koruma önlemlerinin hesaba katılmamasıdır.

3.3. İklimle ilgili tehlikelere ilişkin seçilmiş maruz kalma göstergeleri

Çalışma kapsamındaki iklimle ilişkili maruziyetin dört boyutunun her biri için bir dizi veri kaynağı belirlendi. Bunlar şunları içerir:

- Nüfus yoğunluğu: GHSL çok yıllık nüfus ızgarası, hücre başına düşen kişi sayısı olarak ifade edilen 250 m'lik yüksek mekansal çözünürlükte nüfusun dağılımını ve yoğunluğunu gösterir (Freire ve diğerleri, 2016^[53]).
- Tarım arazisi, orman ve kentsel alan arazi örtüsü: Copernicus Küresel Arazi Örtüsü verileri, 1992'den 2020'ye kadar 300 m'lik yüksek mekansal çözünürlükte küresel tarım arazisi, orman ve kentsel alan örtüsünün tanımlanmasına olanak tanır (Buchhorn ve diğerleri, 2020^[54]).

Bu arka plana karşı, bu makale ekonomi ve toplum için risk oluşturan iklimle ilgili tehlikeler için 19 maruz kalma göstergesi geliştirmektedir (Tablo 4). Bu seçim hala devam eden bir çalışmadır ve gelecekteki çalışmalar mevcut tehlike ve maruz kalma göstergelerine yeni göstergeler ekleyebilir.

Tablo 4. İklimle ilgili tehlikelere ilişkin seçilmiş göstergeler

İhtisas		Tehlike göstergeleri	Maruz kalma göstergeleri	Mantıksal gerekçe	Veri kaynakları
Aşırı sıcaklık	Mutlak eşik		▶ Maruz kalan nüfusun yüzdesi N Sıcak günlerin sayısı ($T_{maksimum} > 35^{\circ}\text{C}$) ▶ Maruz kalan nüfusun yüzdesi N tropikal gece sayısı ($T_{dakika} > 20^{\circ}\text{C}$) ▶ Maruz kalan nüfusun yüzdesi N Sıcak gün ve tropikal gece olarak tanımlanan gün sayısı ▶ Yılda güçlü, çok güçlü ve aşırı sıcaklık stresi olan gün sayısının nüfus ağırlıklı ortalaması ▶ Maruz kalan nüfusun yüzdesi N buzlanma günü sayısı ($T_{maksimum} < 0^{\circ}\text{C}$)	Spektrumun her iki tarafındaki aşırı sıcaklıklar küresel risk faktörleridir. Aşırı sıcak ve soğuk birçok insan aktivitesi için önemli iklimle ilgili tehlikelerdir. İnsan sağlığı, tarım, ulaştırma ve enerji dahil.	Kopernik İklimi Veri Deposu (CDS) ERA5 saatlik verileri tek seviyelerde (ERA5), Termal konfor endeksler (ERA5-ISI) ve Küresel İnsan Yerleşimi Katman (GHSL) nüfus ızgaraları
	Göreceli eşik	▶ Günlük maksimum sıcaklığın 95'in üzerinde olduğu günlerin ortalama sayısı 1^{inci} referans döneminin yüzdelik değeri ▶ Günlük minimum sıcaklığın 5'in altında olduğu günlerin ortalama sayısı 1^{inci} referans döneminin yüzdelik değeri			
Aşırı yağış	Mutlak eşik	▶ Maruz kalan arazi yüzdesi N Toplam günlük yağışın 20 mm'nin üzerinde olduğu gün sayısı.		Yağış aşırılıkları, ani su baskınlarına neden olabilen ve şu durumlarda etkili olabilen risk faktörleridir: örneğin, tarım sektörü. Muhasebe Yağış uç değerleri politika yapımında (örneğin afetlere hazırlık veya yatırım kararları) hayati öneme sahiptir.	Kopernik CDS ERA5 saatlik verileri tek seviyelerde ve Copernicus küresel arazi örtüsü verileri
	Akraba eşik	▶ Maruz kalan arazi yüzdesi N toplam günlük yağış miktarının 99'un üzerinde olduğu gün sayısı 1^{inci} yüzdelik	▶ Ekili arazilerin maruz kaldığı yüzde N toplam günlük yağış miktarının 99'un üzerinde olduğu gün sayısı 1^{inci} yüzdelik		
Kuraklık		▶ Ortalama toprak nem anomalisi	▶ Ortalama tarım arazisi toprak nem anomalisi	Kuraklık, geniş kapsamlı sosyoekonomik etkileri olan önemli bir göstergedir tarımsal verim kaybı da dahil.	Kopernik CDS ERA5-Aylık arazi ortalama veriler ve Kopernik küresel arazi örtüsü verileri
Orman yangını		▶ Yanmış alan miktarı	▶ Yangın riski altındaki bölgelerde yaşayan nüfusun yüzdesi ▶ Yanma riski altındaki ormanlık alanların yüzdesi	Orman yangınları ormancılık, tarım, turizm, ulaşım, altyapı, su temini, biyolojik çeşitlilik, yaban hayatı ve insan sağlığı üzerinde etkileri olan önemli bir doğal afettir. Orman yangınlarının iklim değişikliğiyle birlikte yoğunlaşması bekleniyor.	Küresel Orman Yangını Bilgi Sistemi Verilere dayalı MODIS uydusu görüntüleme (NASA), GHSL nüfusu ızgaralar ve Kopernik küresel arazi örtüsü verileri
Rüzgâr tehditler	Tarihsel veriler	▶ Her yıl şiddetli fırtınalara maruz kalan arazi yüzdesi	▶ Nüfusun her yıl şiddetli fırtınalara maruz kalma yüzdesi ▶ Her yıl şiddetli fırtınalara maruz kalan yerleşim alanı yüzdesi	Şiddetli fırtınalar, rüzgâr hızı kullanılarak tanımlanır, çünkü çoğu hasar, rüzgâr hızı arttığında meydana gelir.	ERA5 saatlik verileri tek seviyelerde 1979'dan itibaren mevcut, GHSL nüfus ızgaraları ve Kopernik küresel arazi örtüsü verileri
	Tehlike haritası	▶ 50, 100, 250 ve 500 yıllık tekrar periyoduna sahip siklon rüzgâr tehditlerine maruz kalan arazi yüzdesi	▶ 50, 100, 250 ve 500 yıllık tekrar periyoduna sahip siklon rüzgâr tehditlerine maruz kalan nüfusun yüzdesi ▶ 50, 100, 250 ve 500 yıllık tekrar periyoduna sahip siklon rüzgâr tehditlerine maruz kalan yerleşim alanlarının yüzdesi	Siklon rüzgâr tehditleri, uçan enkaz ve düşen ağaçlar veya oluşan hasar yoluyla doğrudan insanlara yönelik risk faktörleridir. NOAA rüzgâr ölçeği, düşük, orta ve yüksek rüzgâr tehditleri olarak sınıflandırmaya olanak tanır.	Siklon rüzgârı tehlike verileri GAR 2015, GHSL nüfus ızgaraları ve Kopernik küresel arazi örtüsü verileri

İhtisas		Tehlike göstergeleri	Maruz kalma göstergeleri	Mantıksal gerekçe	Veri kaynakları
Nehir su baskını	Tehlike haritası	► 10, 20, 50 ve 100 yıllık geri dönüş periyoduna sahip nehir taşkınlarına maruz kalan arazi yüzdesi	► 10, 20, 50 ve 100 yıllık tekrarlama periyoduna sahip nehir taşkınlarına maruz kalan nüfusun yüzdesi ► 10, 20, 50 ve 100 yıllık geri dönüş periyoduna sahip nehir taşkınlarına maruz kalan yerleşim alanlarının yüzdesi ► 10, 20, 50 ve 100 yıllık geri dönüş periyoduna sahip nehir taşkınlarına maruz kalan tarım arazilerinin yüzdesi	Nehir taşkınları büyük ekonomik kayıplara yol açabilir, nüfusu, yapılaşmış alanları veya diğer altyapıları etkileyebilir.	GHSL nüfusu ızgaralar ve Kopernik küresel arazi örtüsü verileri
Kıyı su baskını	Tehlike haritası	► 10, 25, 50 ve 100 yıllık geri dönüş periyoduna sahip kıyı taşkınlarına maruz kalan arazi yüzdesi	► 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekrarlama periyoduna sahip kıyı taşkınlarına maruz kalan nüfusun yüzdesi ► 10, 25, 50 ve 100 yıllık geri dönüş periyoduna sahip kıyı taşkınlarına maruz kalan yapılaşmış alan yüzdesi ► 10, 25, 50 ve 100 yıllık geri dönüş periyoduna sahip kıyı taşkınlarına maruz kalan tarım arazilerinin yüzdesi	Kıyı taşkınları kıyı bölgelerini ve Topluluklar için olumsuz sonuçlar doğurmaktadır ve iklim değişikliği nedeniyle daha da kötüleşmesi beklenmektedir.	Küresel kıyı taşkını tehlike haritaları (Muis) ve diğerleri, 2016 (52), GHSL nüfusu ızgaralar ve Kopernik küresel arazi örtüsü verileri

4 Sonuçlar

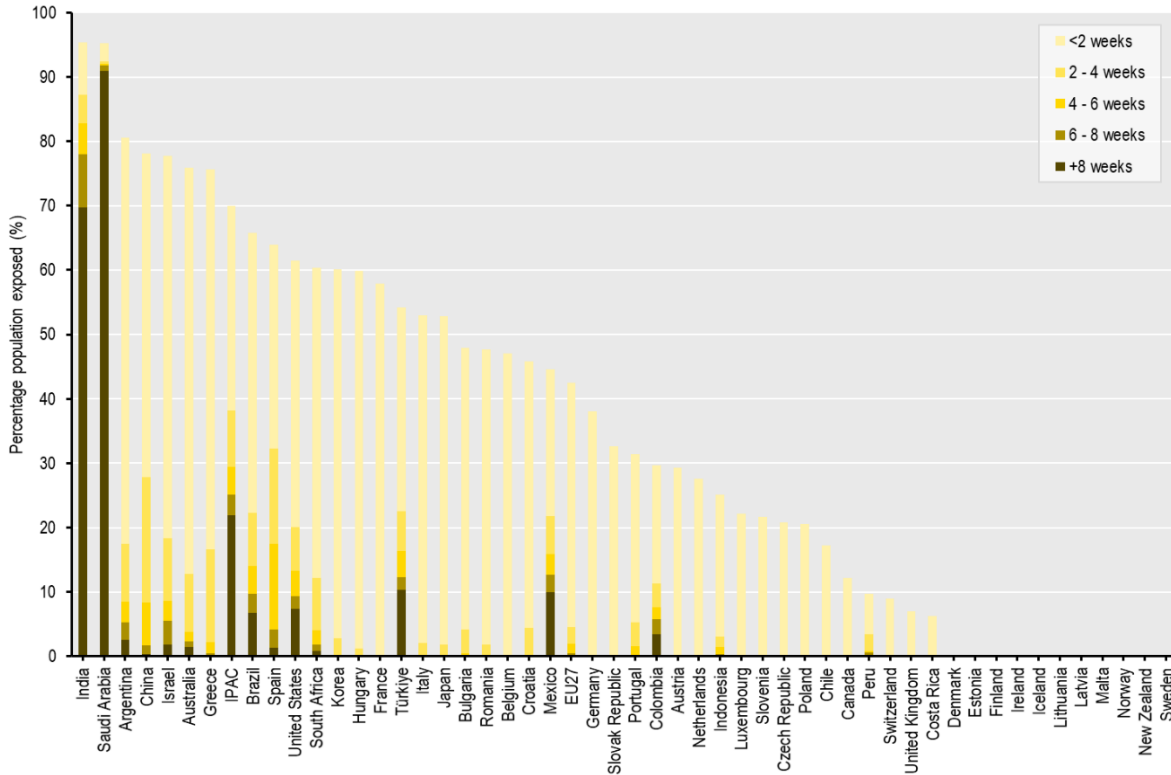
4.1. Aşırı sıcaklık

Sıcak günler ve tropikal geceler

Çoğu IPAC ülkesi sıcak günlerden etkilenmiştir. Sıcak günler, günlük maksimum sıcaklığın 35°C'yi aştığı günler olarak tanımlanmaktadır. Nüfusu 8 haftadan uzun süre sıcak günlere en çok maruz kalan ülkeler Suudi Arabistan, Hindistan ve Türkiye'dir; nüfusun sırasıyla %90,9'u, %69,7'si ve %10,3'ü 2017-2021 döneminde 8 haftadan fazla sıcak güne maruz kalmıştır (Şekil 1). Aşırı sıcaklıklardaki zaman içindeki değişiklikler, özellikle bu tür aşırılıkların iklim değişikliği nedeniyle daha da artması beklendiğinden, aşağıdaki 'Aşırı sıcaklıklardaki değişiklikler' bölümünde daha ayrıntılı olarak ele alınmaktadır. Ancak, Amerika Birleşik Devletleri ve Meksika gibi diğer ülkelerin nüfuslarının da önemli bir oranı buna maruz kalmıştır; nüfusun sırasıyla %7,3'ü (~24 milyon) ve %10'u (~13 milyon) 2017-2021 döneminde 8 haftadan fazla sıcak güne maruz kalmıştır.

Şekil 1. Ülkelerin çoğunda nüfus sıcak yaz günlerine maruz kalmaktadır

Nüfusun ortalama maruz kalma yüzdesi/ısıcak günlerin sayısı ($T_{maksimum} > 35^{\circ}\text{C}$) 2017-2021 döneminde

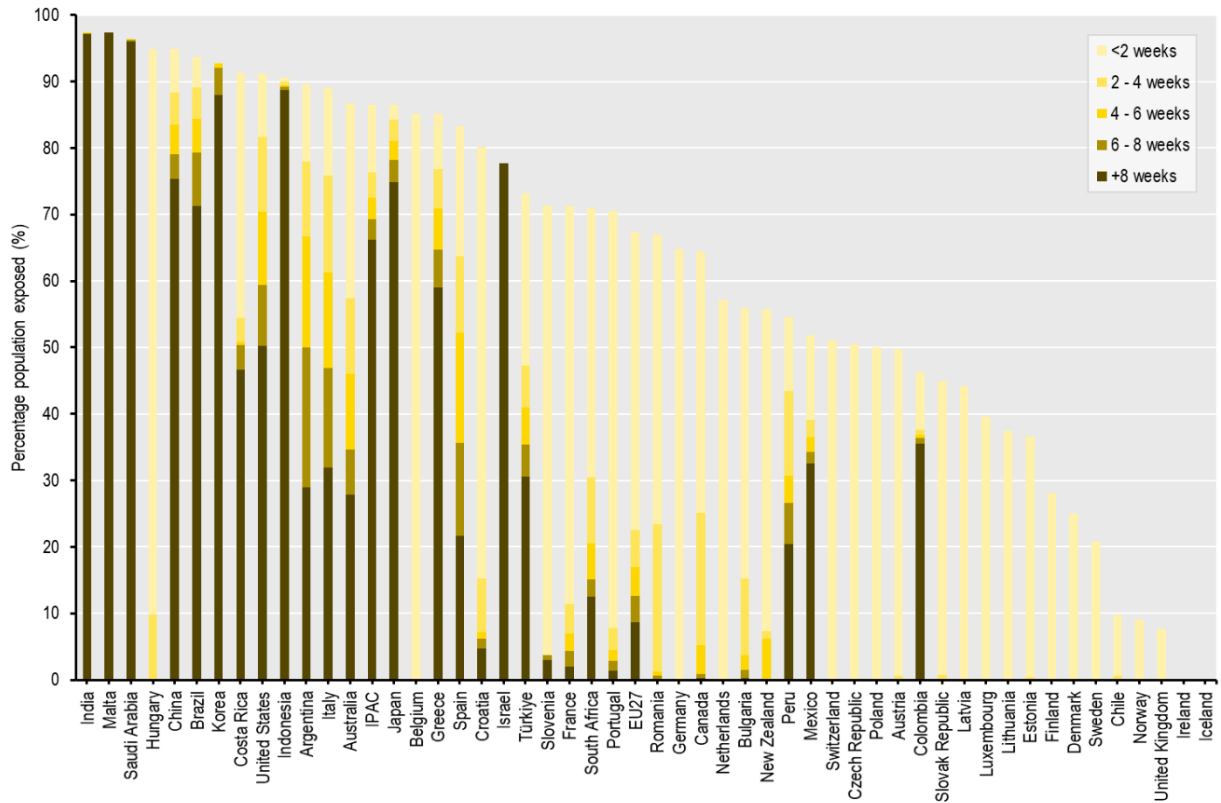


Not: Ülkeler, herhangi bir sayıda sıcak güne maruz kalan nüfus payına göre sıralanmıştır. Yöntemler hakkında daha fazla ayrıntı için Ek A'ya bakın.

İnsan vücudunun geceleri serinleme yetersizliğini hesaba katmak için, bu makale günlük minimum sıcaklığın 20°C'nin üzerinde olduğu tropikal gece sayısını da ölçmektedir. 21 ülkenin toplam nüfusunun %10'undan fazlası 2017-2021 döneminde 8 haftadan uzun süre tropikal gecelere maruz kalmıştır (Şekil 2). Önceki sonuçlara benzer şekilde, Hindistan ve Suudi Arabistan gibi ülkelerde nüfusun sırasıyla %97,1'i ve %95,9'u 2017-2021 döneminde 8 haftadan uzun süre tropikal gecelere maruz kalmıştır (Şekil 2). Hindistan örneğinde, bu yaklaşık 1,35 milyar insanı temsil etmektedir ve bu da belirli ülkelerdeki ısı stresiyle ilişkili ciddi riskleri vurgulamaktadır.

Şekil 2. Nüfusun büyük bir kısmı birçok tropikal geceye maruz kalmaktadır

Nüfusun ortalama maruz kalma yüzdesi/ tropikal gece sayısı ($T_{\text{dakika}} > 20^{\circ}\text{C}$) 2017-2021 döneminde



Not: Ülkeler, herhangi bir sayıda tropikal geceye maruz kalan nüfus payına göre sıralanmıştır. Yöntemler hakkında daha fazla ayrıntı Ek A'da tartışılmaktadır.

Bu makale ayrıca sıcak günler ve tropikal geceler için endeksleri birleştirerek hem sıcak gün (T) hem de sıcak gün (T) olan günleri tanımladı. $T_{\text{maksimum}} > 35^{\circ}\text{C}$) ve tropikal bir gece ($T_{\text{dakika}} > 20^{\circ}\text{C}$) (Şekil D.1). Bu birleşik endeksin sonuçları, sıcak günlerin sayısını değerlendiren önceki göstergelere benzerdir (Şekil 1). Sıcaklıkların 35°C 'nin üzerinde olduğu günlerde gece sıcaklıklarının da 20°C 'nin üzerinde olması muhtemel olduğu düşünüldüğünde bu sonuç beklenmektedir.

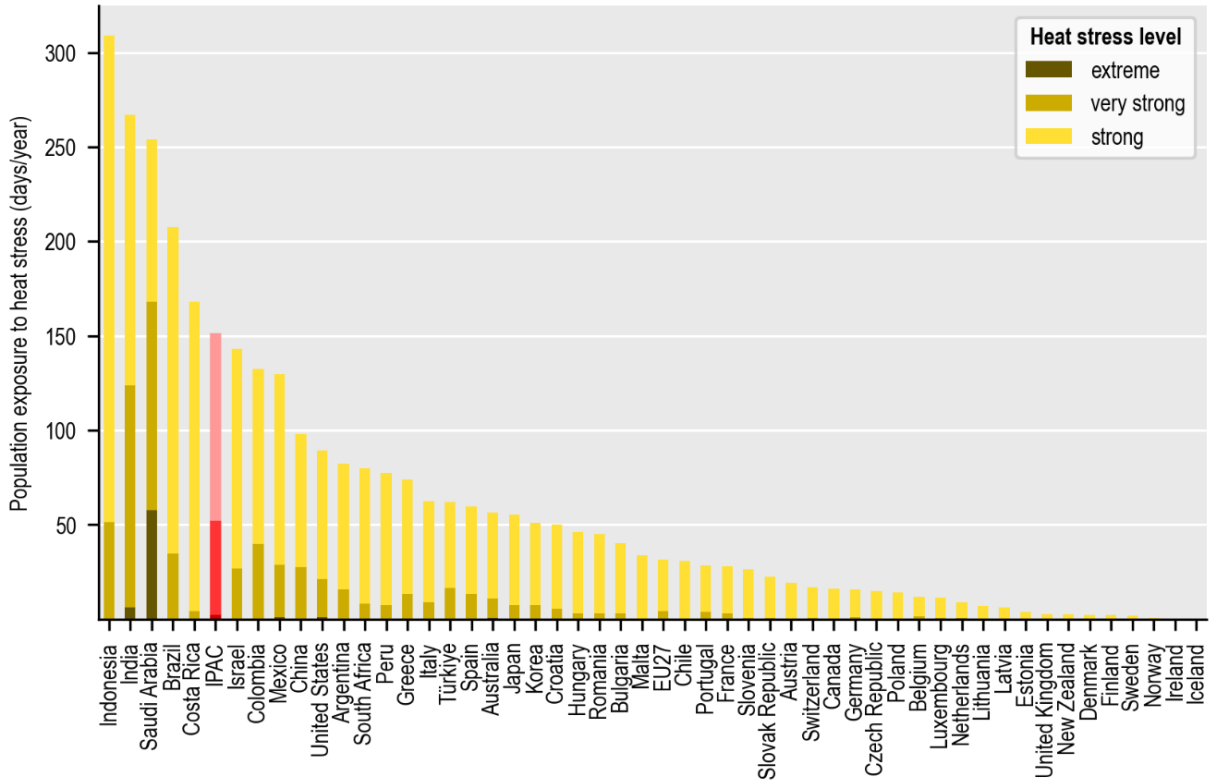
Evrensel Termal İklim Endeksi

Bu makalede yer alan bir diğer gösterge, hava sıcaklığının yanı sıra bağıl nem, rüzgar hızı ve güneş radyasyonu gibi diğer meteorolojik etkileri de hesaba katan Evrensel Termal İklim Endeksi'ne (UTCI) dayanmaktadır. Sonuçlar, son 5 yılda nüfusun ısı stresi maruziyetinin Endonezya, Hindistan ve Suudi Arabistan'da özellikle yüksek olduğunu göstermektedir; bunların hepsi yılda 250 günden fazla güçlü (veya daha kötü) ısı stresi maruziyeti yaşamıştır (Şekil 3). Bu, nüfus üzerindeki önceki gösterge sonuçlarıyla uyumludur.

sıcak günlere ve tropikal gecelere maruz kalma (Şekil 1 ve Şekil 2). Latin Amerika, Akdeniz Havzası, Avustralya ve Amerika Birleşik Devletleri de özellikle etkileniyor ve bu eğilim bu bölgelerde daha hızlı artıyor. Örneğin, Kosta Rika ve İsrail, bu iki ülkedeki nüfusun yılda ortalama 140 günden fazla güçlü ısı stresi veya daha kötüsü yaşadığı (Şekil 3) ve referans dönemine (yani 1981-2010) kıyasla 25 günden fazla ek güçlü ısı stresi yaşadığı (Şekil 4) için ısı stresinden ağır bir şekilde etkilendi.

Şekil 3. Nüfusun büyük bir kısmı ısı stresine maruz kalmaktadır

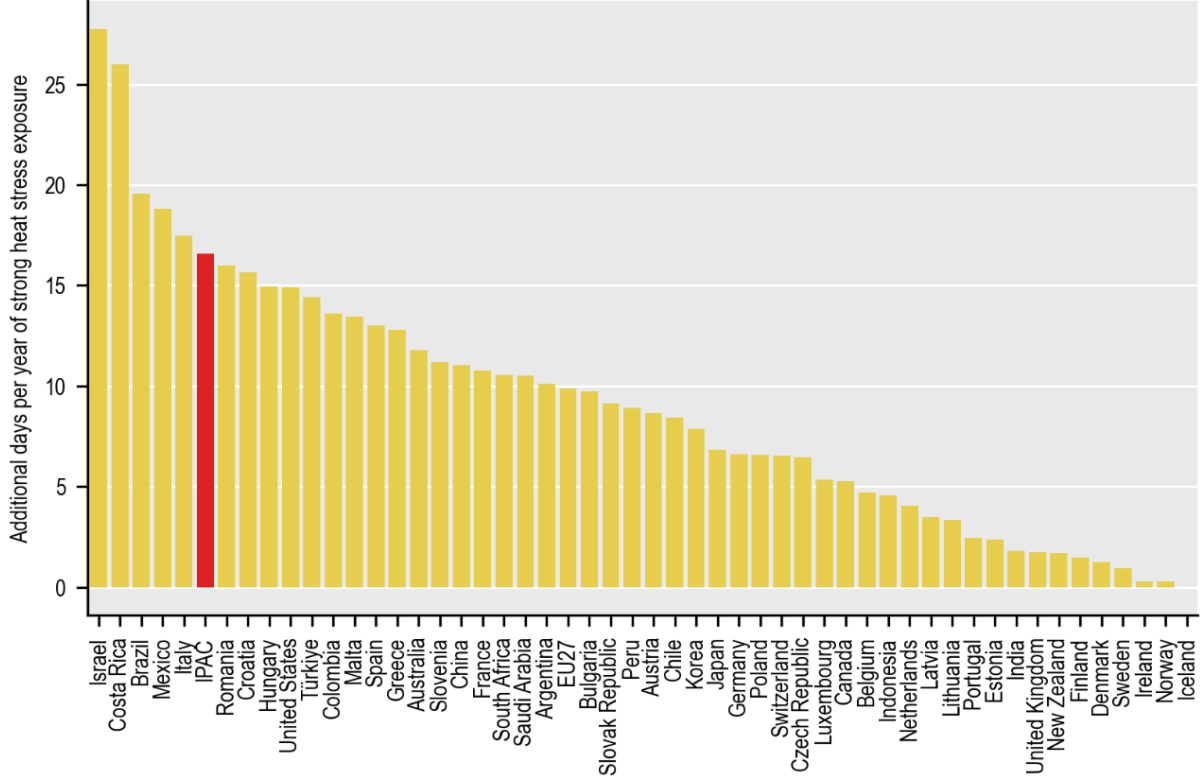
Nüfusun 2017-2021 döneminde yaşadığı yıllık ortalama sıcaklık stresi gün sayısı



Not: Yöntemlere ilişkin daha detaylı bilgi Ek A'da mevcuttur.

Şekil 4. Ülkeler arasında yoğun ısı stresine maruz kalınan günler artıyor

2017-2021 döneminde 1981-2010 referans dönemiyle karşılaştırıldığında en azından güçlü ısı stresine maruz kalınan ek gün sayısı (UTCI > 32°C)

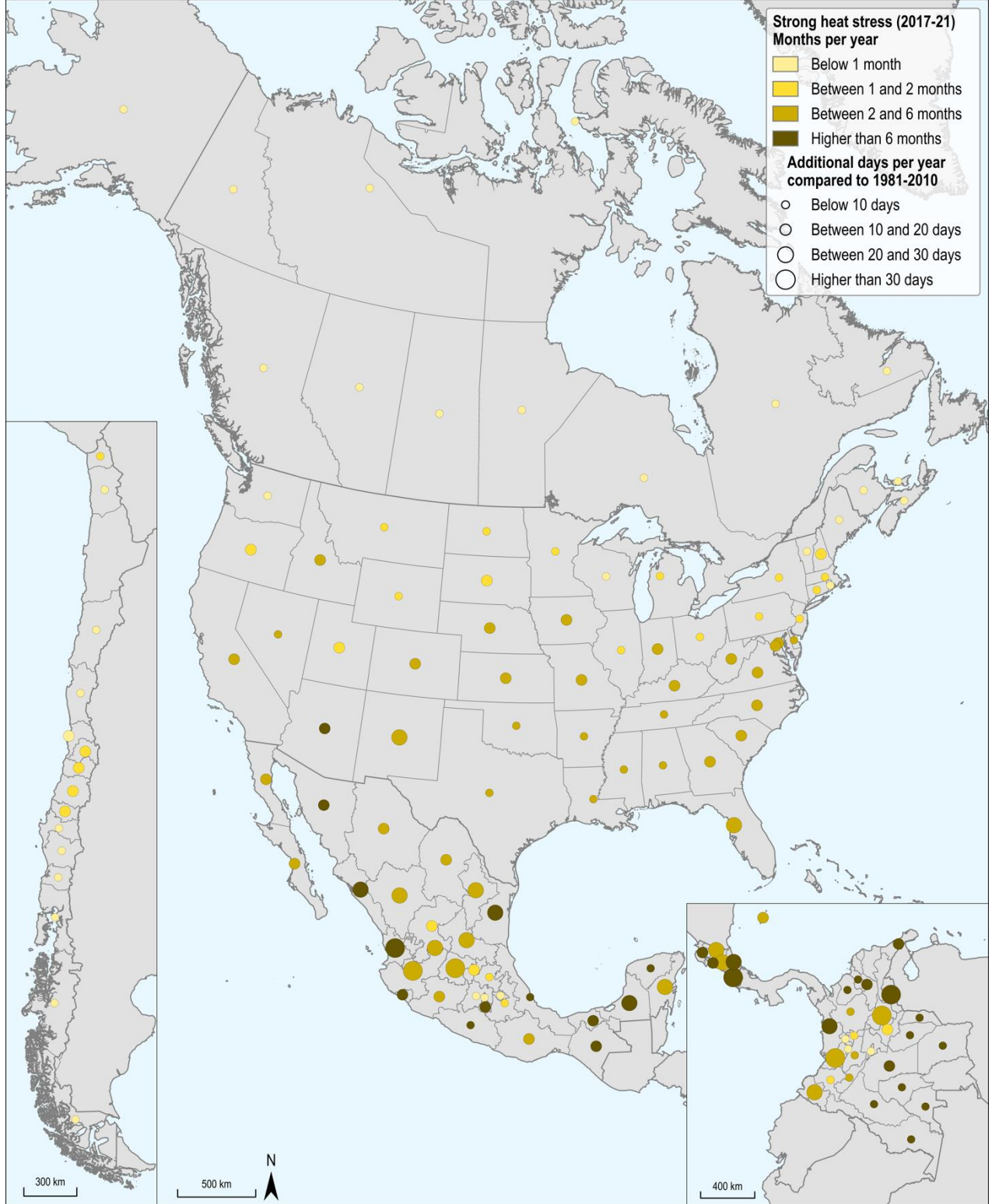


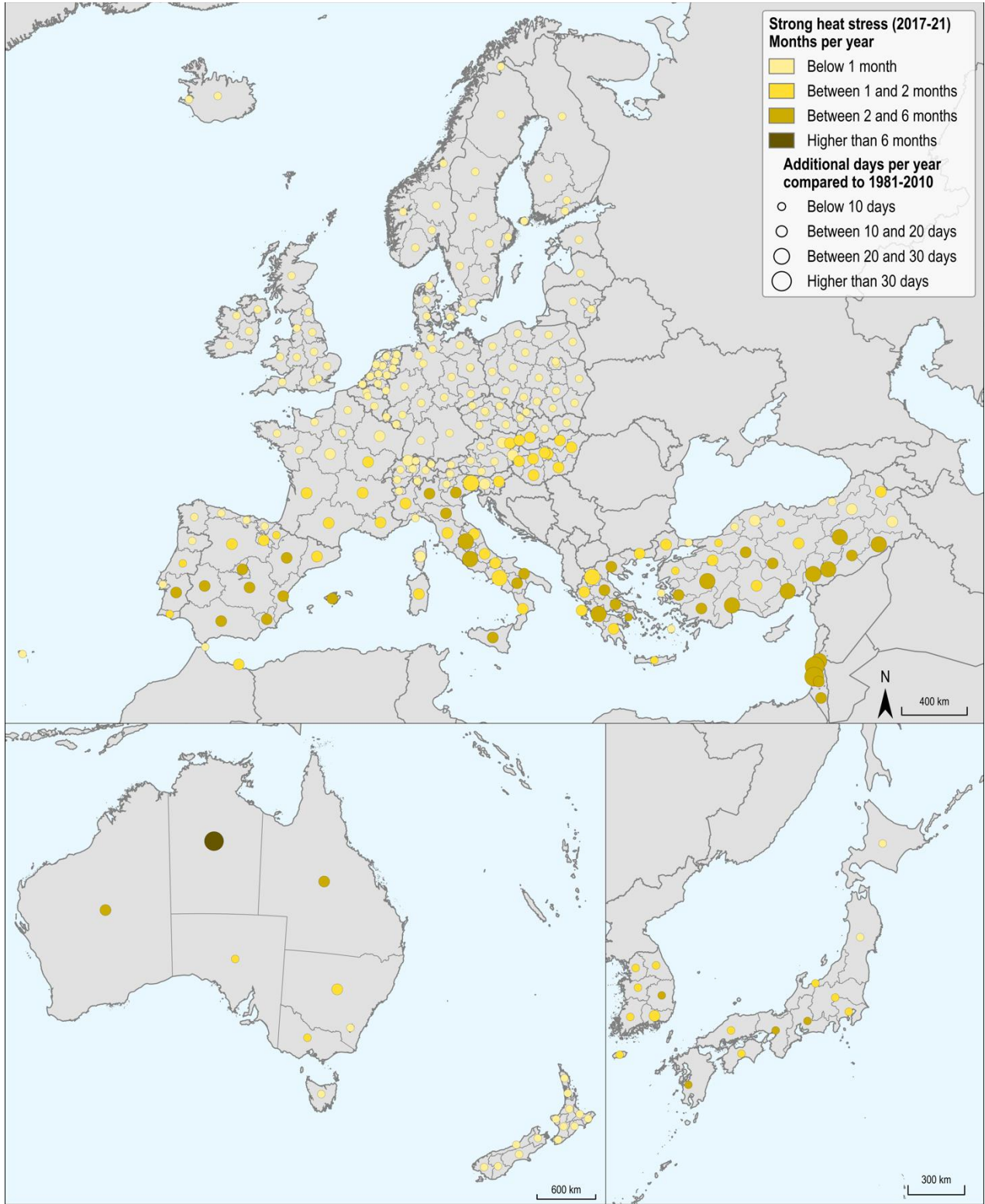
Not: Yöntemlere ilişkin daha detaylı bilgi Ek A'da mevcuttur.

Nüfusun güçlü ısı stresine maruz kalma düzeyi ve büyümesiyle ilgili olarak önemli alt ulusal farklılıklar mevcuttur. OECD ülkelerindeki bölgelerin neredeyse tamamı (%95), referans dönemine kıyasla son 5 yılda ısı stresine maruz kalmada artış yaşadı. Örneğin, Córdoba (Kolombiya) bölgesi son 5 yılda yılda ortalama 267 gün çok güçlü ısı stresi yaşadı; bu, 1981-2010 referans dönemine kıyasla 70 gün daha uzun bir süre. İsrail'deki Hayfa ve Tel Aviv bölgeleri, güçlü ısı stresine maruz kalmada yılda bir aydan fazla bir artış yaşadı (UTCI > 32°C) (Şekil 5). Meksika'daki Baja California Norte ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Arizona eyaletleri, son 5 yılda kendi ülkelerinde aşırı ısı stresinden (UTCI > 46°C) en çok etkilenen eyaletlerdi.

Şekil 5. Nüfusun ısı stresine maruz kalmasının önemli ölçüde alt ulusal değişimi

OECD büyük bölgeleri için 2017-2021 döneminde nüfusun güçlü ısı stresine veya daha kötüsüne (UTCI > 32°C) maruz kalma düzeyi ve büyümesi (TL2)





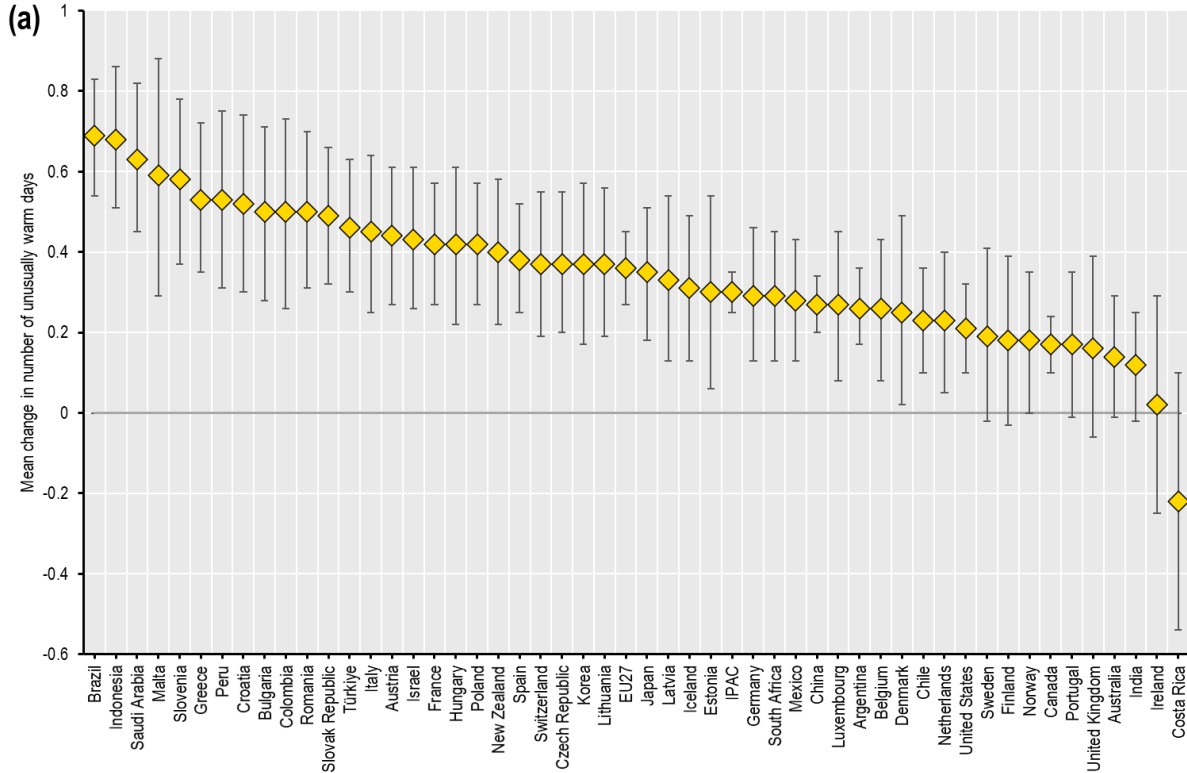
Not: Nüfus maruziyetinin büyümesi 1981-2010 referans dönemine göre ölçülmüştür. Yöntemlere ilişkin daha fazla ayrıntı Ek A'da yer almaktadır.

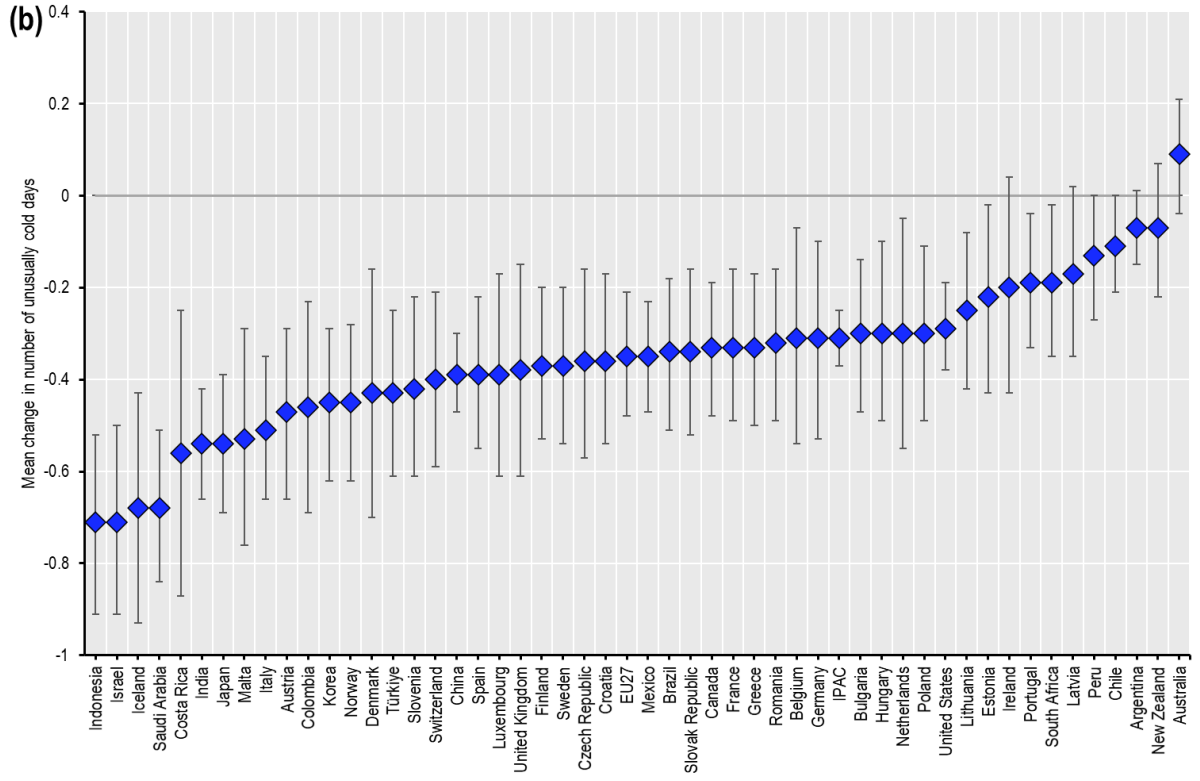
Değişen aşırı sıcaklıklar

Genel olarak, ülkeler referans dönemiyle (1981-2010) karşılaştırıldığında ortalamanın üzerinde sıcaklıklara sahip daha fazla ek gün yaşıyorlar (Şekil 6a). Dokuz ülke için genel ilişki belirsizdir çünkü %95 güven aralığı (CI) referans değerini (yani 0) içerir (Şekil 6a). Ek olarak, ülkeler ortalamanın altında sıcaklıklara sahip gün sayısında azalma yaşıyor ve yalnızca yedi ülkenin %95 CI referans değerini içerdiği için anlamlı olmayan sonuçları var (Şekil 6b). Aşırı sıcaklıkların nüfus üzerindeki etkisi düşünüldüğünde, ortalamanın üzerinde sıcaklıklardaki bu artışlar ve ortalamanın altında sıcaklıklardaki düşüşler endişe verici olmalı ve aşırı sıcaklık olaylarının gelecekte daha yaygın hale gelebileceğini göstermektedir. Bu, iklim değişikliğine uyum sağlama ve daha fazla artmasını azaltma aciliyetini vurgulamaktadır.

Şekil 6. Ülkeler, ortalamanın üzerinde daha fazla ve ortalamanın altında daha az sıcaklık günleri yaşıyor; bu, değişen iklimin açık bir göstergesi.

1979-2021 döneminde alışılmadık derecede sıcak ve alışılmadık derecede soğuk günlerin sayısındaki yıllık ortalama değişim (a) T maksimum > 95inci yüzdeler ve (b) T dakika < 5inci referans döneminin yüzdelik değeri (1981-2010)





Not: (a) günlük maksimum sıcaklık (T) olduğunda yıllık gün sayısına doğrusal regresyon modeli uygulanır. maksimum) 95'in üzerindedir. (b) günlük minimum sıcaklık (T_{dakika}) 5'in altındadır. Referans döneminin (1981-2010) yüzdelik değeri. Bu doğrusal regresyon modeli, potansiyel olarak katkıda bulunan diğer değişkenler için ayarlanmamıştır ve ortalama ve %95 güven aralığı ile çizilmiştir.

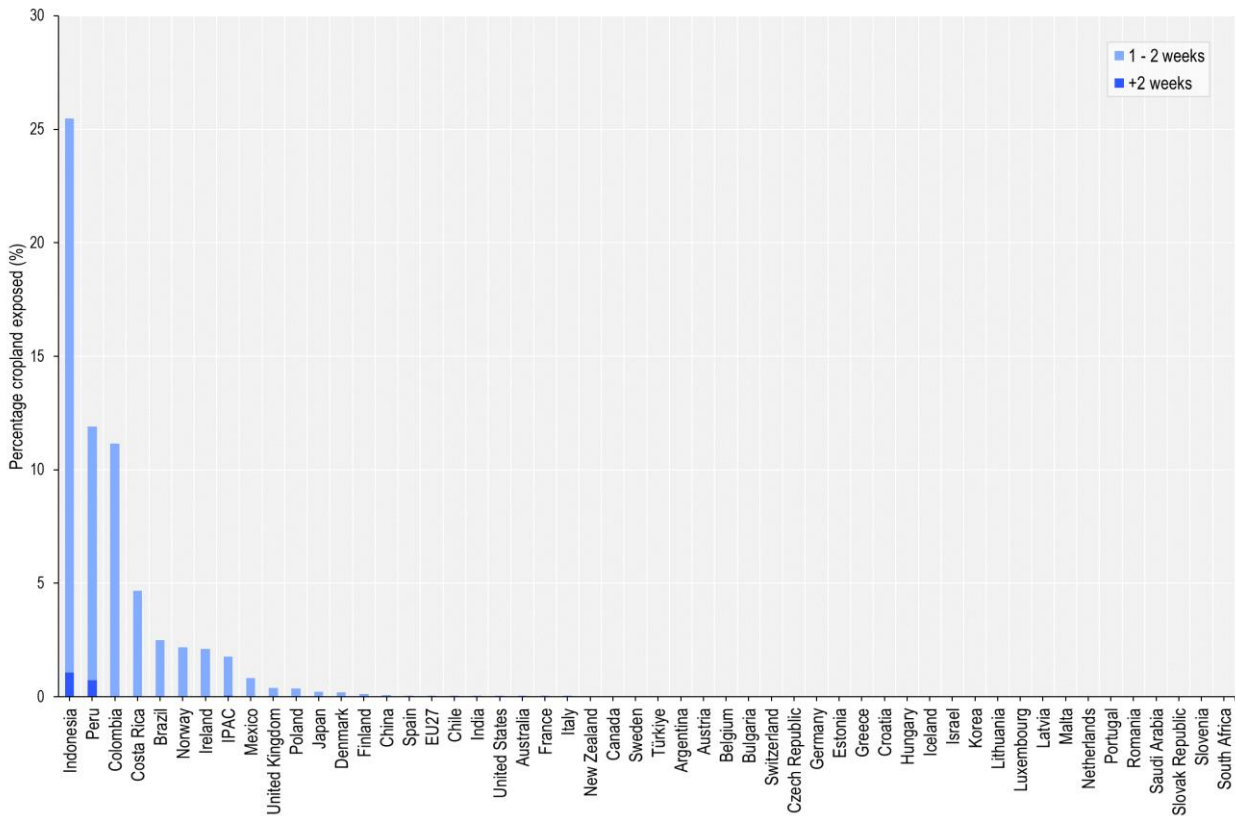
4.2. Aşırı yağış

Bu makale, 99'u aşan gün sayısını ölçerek aşırı yağış olaylarını değerlendirir.^{inci} referans dönemi (1981-2010) boyunca günlük yağış değerlerinin yüzdelik değeri. 99'u kullanarak^{inci}yüzdelik değer 95 yerine^{inci}yüzdelik, aşırı yağış olaylarının (yılıda yaklaşık 4 kez) belirlenmesine olanak tanır. Genel olarak, sonuçlar IPAC ülkelerinin çoğundaki tarım arazilerinin referans dönemine (1981-2010) kıyasla önemli sayıda aşırı yağışlı gün yaşadığını göstermektedir. 2021 yılında, tarım arazileri Belçika, Letonya, Hollanda, İsveç ve İsviçre gibi çeşitli Batı ve Kuzey Avrupa ülkelerinde özellikle açığa çıkmıştır. Sonuçlar, tarım arazilerinin bir hafta veya daha az süreyle aşırı yağışlı günlere yüksek oranda maruz kaldığını göstermektedir ve gelecekteki analizlerin ekim veya hasat döngüleri (yani ilkbahar veya sonbahar yağış olayları) gibi yılın kritik zamanlarında aşırı yağış olaylarını belirleyebileceğini vurgulamaktadır.

Ortalama olarak, IPAC ülkelerinin küçük bir alt kümesi son beş yılda bir haftadan fazla aşırı yağış olaylarına maruz kalmıştır. Bunlara Kolombiya, Kosta Rika, Endonezya, Norveç ve Peru gibi ülkeler dahildir (Şekil 7). Bir haftadan fazla aşırı yağışa maruz kalan en yüksek ekili alan payına sahip IPAC ülkeleri arasında Endonezya (%25,5), Peru (%11,9) ve Kolombiya (%11,1) yer almaktadır.

Şekil 7. Bazı ülkelerde ekili alanlar bir haftadan fazla aşırı yağışa maruz kalmıştır.

Ekili arazilerin ortalama yüzdesi/2016-2020 döneminde aşırı yağışlı hafta sayısı

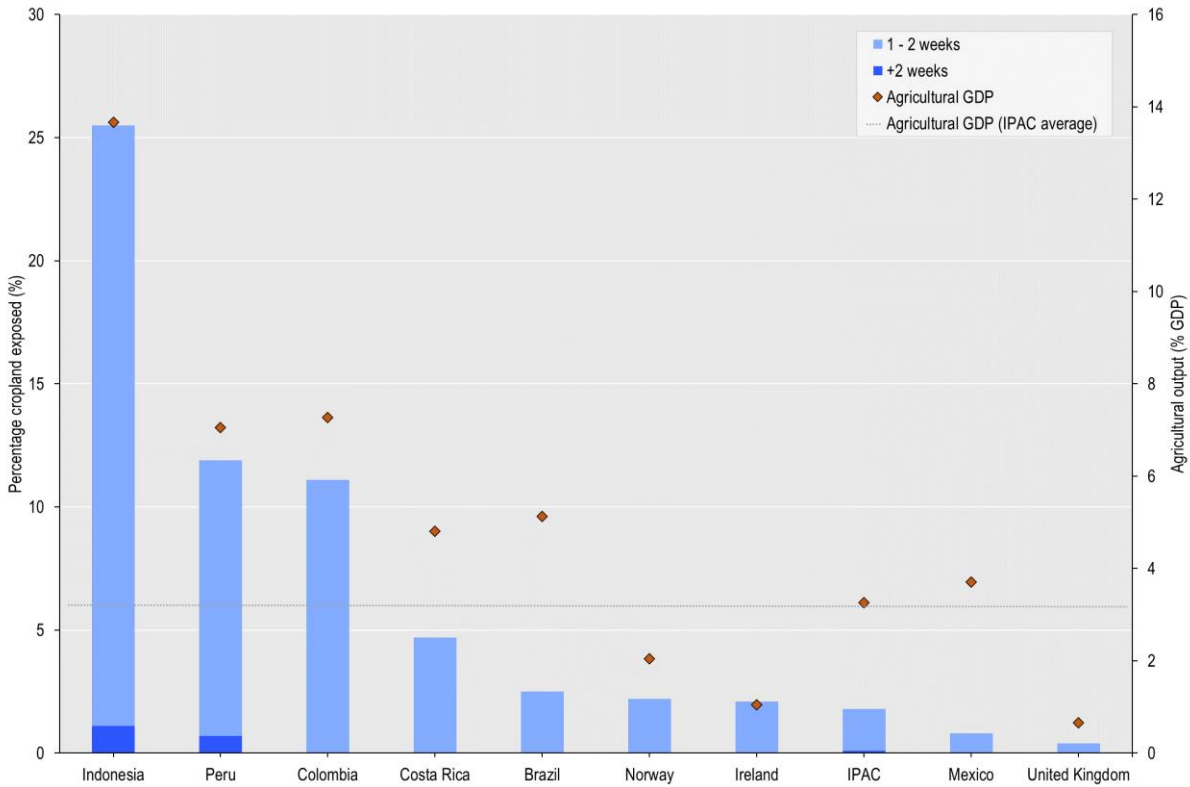


Not: Ülkeler, 2016-2020 döneminde en az bir hafta aşırı yağışa maruz kalan toplam ekili alan alanına göre sıralanmıştır. 2020'den itibaren ekili alan arazi örtüsü verileri kullanılmıştır ve 2021 arazi örtüsü verileri mevcut olduğunda güncellenecektir. Yöntemler hakkında daha fazla ayrıntı Ek A'da yer almaktadır.

2021'de ekili arazilerin bir haftadan fazla aşırı yağış olayına maruz kaldığı bazı ülkeler için GSYİH'nın büyük bir kısmı tarım sektörüne bağımlıdır. "Tarım, ormancılık ve balıkçılık" sektörüne en bağımlı olduğu düşünülen on ülkeden altısı, aynı zamanda yılda bir haftadan fazla aşırı yağışa en çok maruz kalanlar arasındadır (Şekil 8). Örneğin, Endonezya ve Kolombiya'da "tarım, ormancılık ve balıkçılık" sektörünün GSYİH payı sırasıyla yaklaşık %13,3 ve %7,1'dir ve bu da bazı ülkelerin GSYİH'sının diğer ülkelere göre aşırı yağış olaylarına daha fazla maruz kalabileceğini göstermektedir.

Şekil 8. Bazı ülkelerin GSYİH'si diğer ülkelere göre aşırı yağışa daha fazla maruz kalmaktadır.

Ekili arazilerin yıllık ortalama yüzdesi/2017-2021 döneminde aşırı yağışlı hafta sayısı ve Tarım, ormancılık ve balıkçılık sektörünün GSYİH'daki payı



Not: Ülkeler, 2017-2021 döneminde bir hafta veya daha fazla aşırı yağışa maruz kalan ekili alanların ortalama yüzdesine göre sıralanmıştır. Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) değerleri, 2017-2021 döneminde Tarım, ormancılık ve balıkçılıktan elde edilen ortalama GSYİH değerini temsil eder (OECD, 2022[55]). Bu GSYİH değerleri, ormancılık ve balıkçılığı içerdiğinden tarımsal GSYİH'yi fazla tahmin ediyor olabilir. Peru'nun GSYİH değerleri Dünya Bankası ulusal hesaplarından türetilmiştir. Yöntemler hakkında daha fazla ayrıntı Ek A'da mevcuttur.

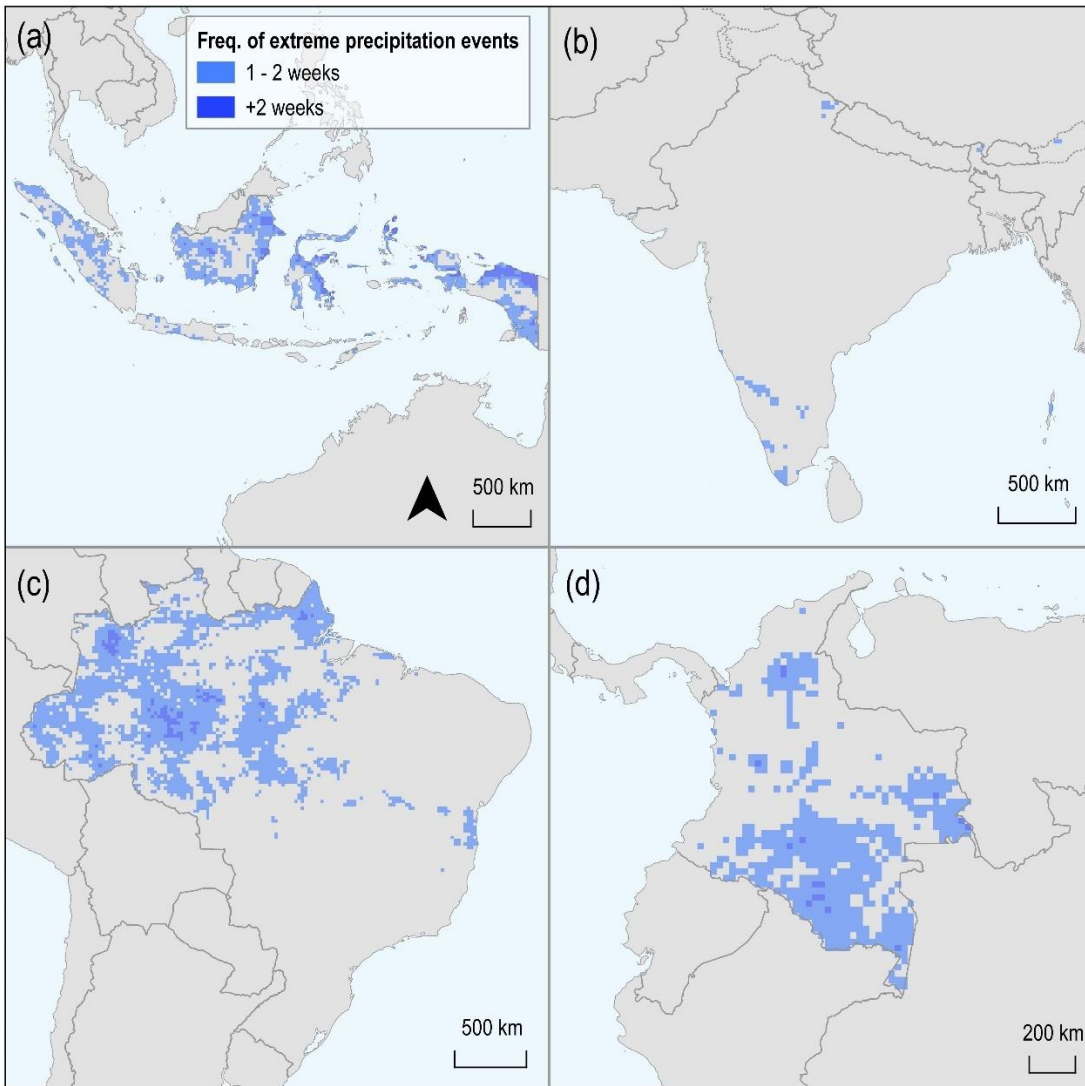
Ulusal maruziyetin ötesine geçerek, bu gösterge küresel tarım ürünlerinin ve tedarik zincirlerinin aşırı yağışa maruz kalma potansiyelini de gösterebilir. Gerçekten de, ana birincil mahsullerin en büyük üreticilerinden bazıları, ekilebilir arazi alanının tekrarlanan aşırı yağışa en fazla maruz kaldığı IPAC ülkeleri arasındadır. Örneğin, 5000 km'den fazla Endonezya, Hindistan ve Brezilya'daki ekili arazilerin 2021'de tekrarlanan aşırı yağışa maruz kaldığı görüldü. En son FAO verilerine göre Endonezya, küresel yağ palmyesi meyvesi üretiminin %59,8'ini ve küresel pirinç üretiminin %7,23'ünü oluşturuyor. Hindistan, küresel pirinç üretiminin %23,5'ini, küresel şeker kamışı üretiminin %20,8'ini ve küresel patates üretiminin %13,5'ini üretiyor. Bu arada, Brezilya'nın şeker kamışı ve mısır üretimi küresel üretimin sırasıyla %38,6'sını ve %8,8'ini temsil ediyor (FAO,

2021^[56]). Bazı ürünler aşırı yağış olaylarına diğer ürünlerden daha iyi dayanır. Örneğin, pirinç büyümek için su basması gerektirir ve bu nedenle aşırı yağış olaylarından önemli ölçüde etkilenmeyebilir.⁴

Endonezya'da, tüm eyaletler 2021'de tekrarlayan aşırı yağışlı günlere maruz kalırken (Şekil 9a), Hindistan'da maruziyet Karnataka, Kerala, Tamil Nadu ve Andaman adasının güney bölgelerinde yoğunlaştı (Şekil 9b). Son olarak, Brezilya'da, sonuçlar aşırı yağışın çoğunlukla Acre, Amazonas, Mato Grosso, Rondônia, Roraima ve Pará gibi Brezilya eyaletleri de dahil olmak üzere Kuzey ve Orta-Batı bölgelerinde yoğunlaştığını göstermektedir (Şekil 9c).

Şekil 9. Aşırı yağışa maruz kalan arazilerde büyük alt ulusal değişkenlik

(a) Endonezya, (b) Hindistan, (c) Brezilya ve (d) Kolombiya için 2021'de bir haftadan uzun süren aşırı yağış olaylarına maruz kalma durumu



Not: Yöntemlere ilişkin daha detaylı bilgi Ek A'da mevcuttur.

⁴Aşırı yağış olaylarına karşı ürünlerin hassasiyetinin belirlenmesi, veri mevcudiyetine bağlı olarak belirli ülke ve bölgelerdeki tarım üzerindeki etkinin daha ayrıntılı anlaşılmasını sağlayabilir.

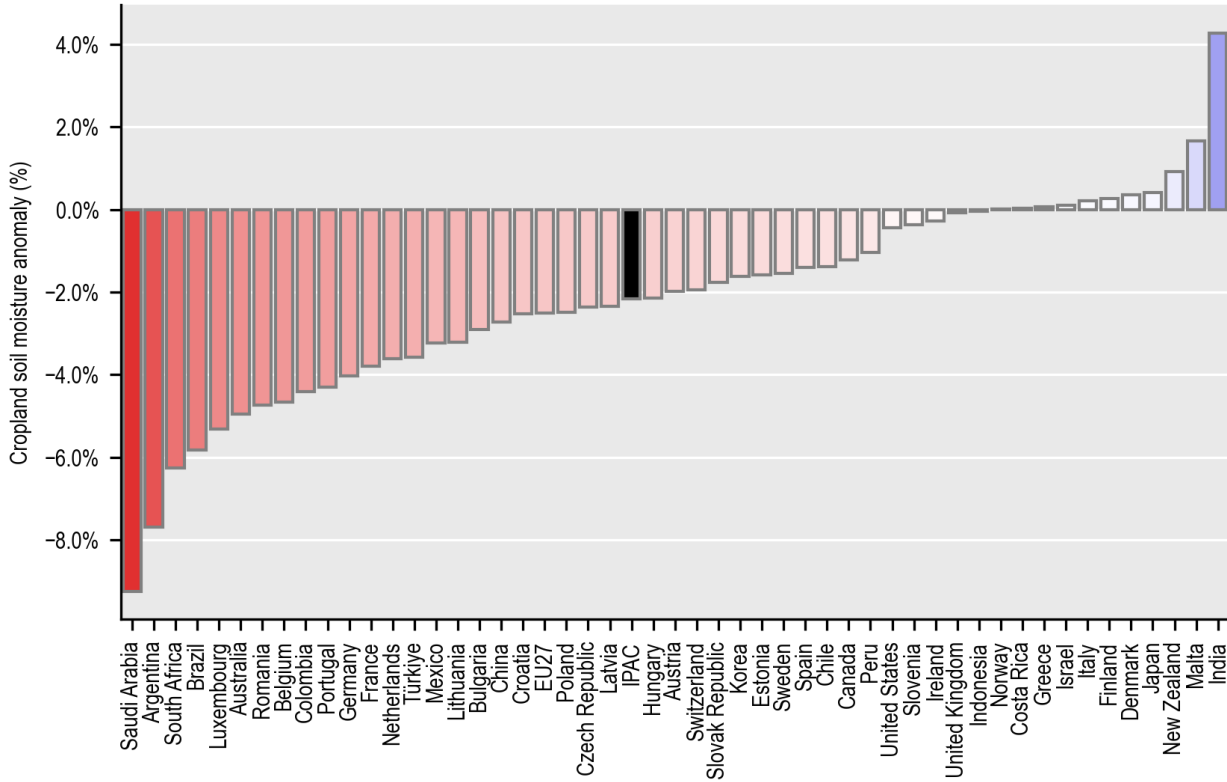
4.3. Kuraklık

Toprak nem anomalisi

Tarımsal kuraklıktan en çok etkilenen ülkeler, son beş yılda 1981-2010'a kıyasla ekili arazi toprak neminde ortalama %6'dan fazla düşüş yaşayan Suudi Arabistan, Arjantin ve Güney Afrika'dır (Şekil 10). Ancak, bu sayılar ülkelerin tüm ekili arazi alanlarındaki ortalama toprak nem anomalisine karşılık gelir ve toprak neminde daha ciddi yerel düşüşleri gizleyebilir. Çoğu ülkede, toprak nem anomalisi -%10'un altında olan alanlar gözlemlenmektedir (Şekil 12). Yedi OECD ülkesinde (Avustralya, Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, İspanya, Meksika, Şili ve Kolombiya) bazı alanlar son beş yılda 1981-2010'a kıyasla toprak neminde ortalama %30'dan fazla düşüş kaydetti. Bu makale ayrıca, daha yerel şiddetli kuraklık olaylarını tespit etmeyi sağlayan aylık toprak nem endekslerini de ölçmektedir.

Şekil 10. IPAC ülkelerinin çoğunluğu ekili alanlarda kuraklığın kötüleştiğini deneyimliyor

Tarım arazilerindeki toprak nem anomalisi, 2017-2021 yılları arasında 1981-2010 referans dönemiyle karşılaştırıldığında



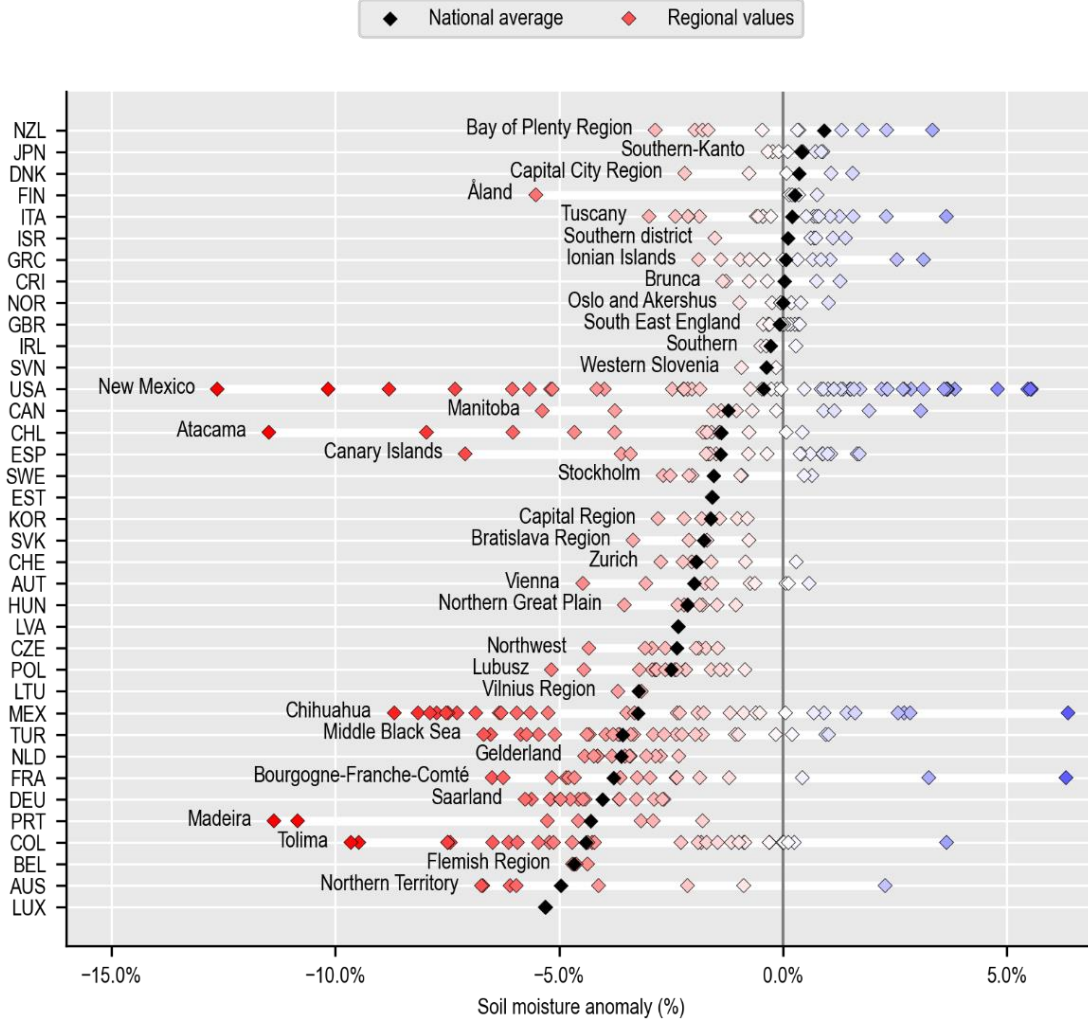
Not: Veri eksikliği nedeniyle İzlanda dahil edilmemiştir. Yöntemler hakkında daha fazla ayrıntı Ek A'da mevcuttur.

OECD'nin büyük bölgelerinin yaklaşık %70'inde, ekili arazi toprak nemi son 5 yılda 1981-2010 referans dönemine göre daha düşüktü. Ülkeler arasında ve içinde, kuraklığın tarım üzerindeki etkisi büyük ölçüde farklılık göstermektedir. En çok etkilenen bölgeler çoğunlukla Avustralya, Batı Amerika Birleşik Devletleri, Kuzey Meksika ve Kuzey Şili'de bulunmaktadır (Şekil 12). En çok etkilenen bölgeler arasında, Kolombiya'daki Tolima, son 5 yılda referans dönemine kıyasla yaklaşık %10'luk bir toprak nemi düşüşü yaşadı (Şekil 11). Bu bölgede, tarım, ormancılık ve balıkçılık sektöründeki Gayri Safi Katma Değer (GVA), önemli bir

Toplam GSYİH'nın payı (%16'dan fazla), bu da bu bölgenin ekonomisini özellikle savunmasız hale getiriyor (OECD, 2022 [57]).

Şekil 11. Toprak nemindeki değişiklikler bölgelere göre büyük farklılıklar göstermektedir

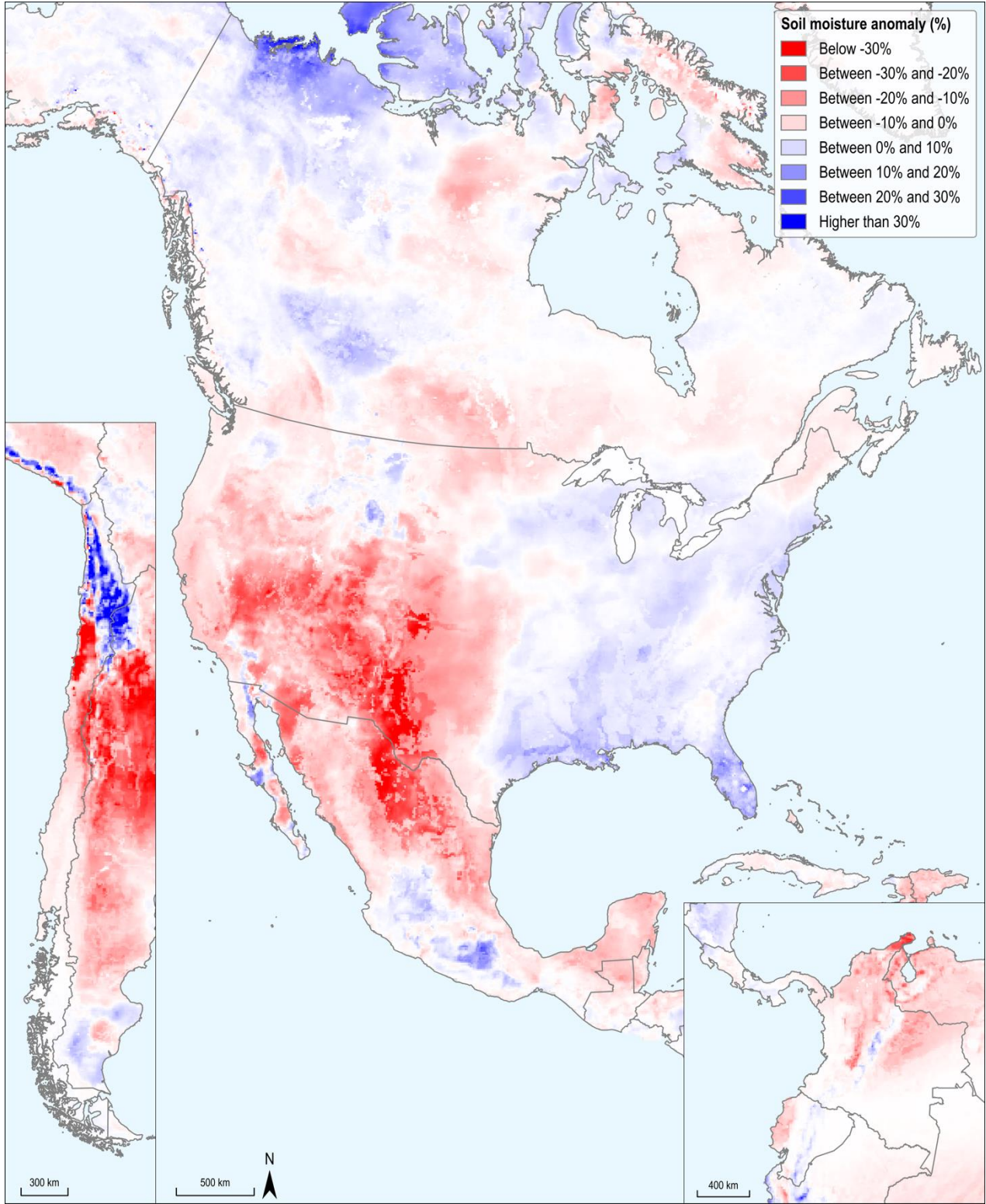
Tarım arazilerindeki toprak nemi anomalisi, 2017-21, 1981-2010 ile karşılaştırıldığında, OECD büyük bölgeleri (TL2)

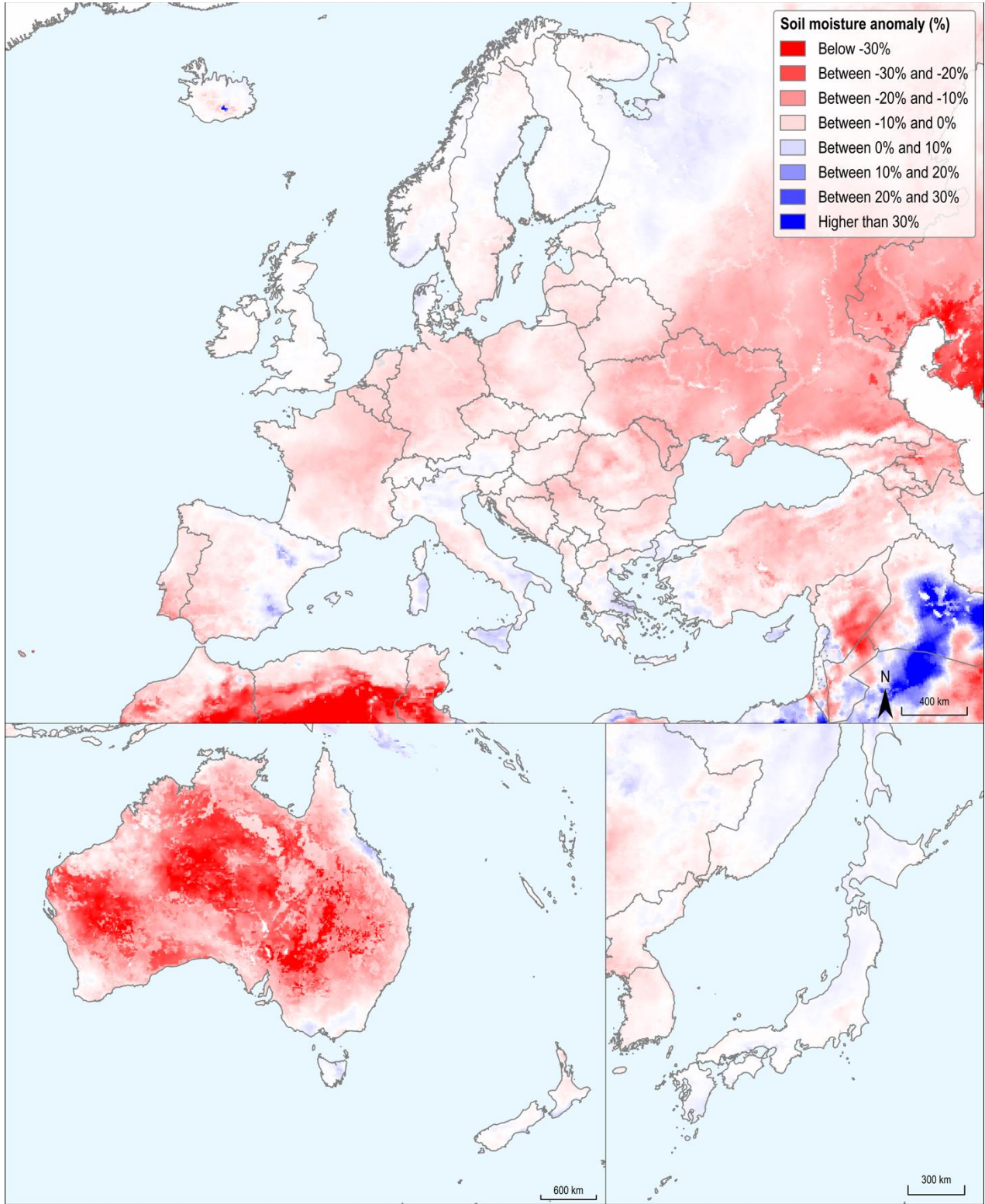


Not: Yöntemlere ilişkin daha detaylı bilgi Ek A'da mevcuttur.

Şekil 12. Çoğu ülke toprak neminde yerel değişiklikler göstermektedir

2017-21'deki toprak nem anomalisi, 1981-2010'a kıyasla





4.4. Orman yangını

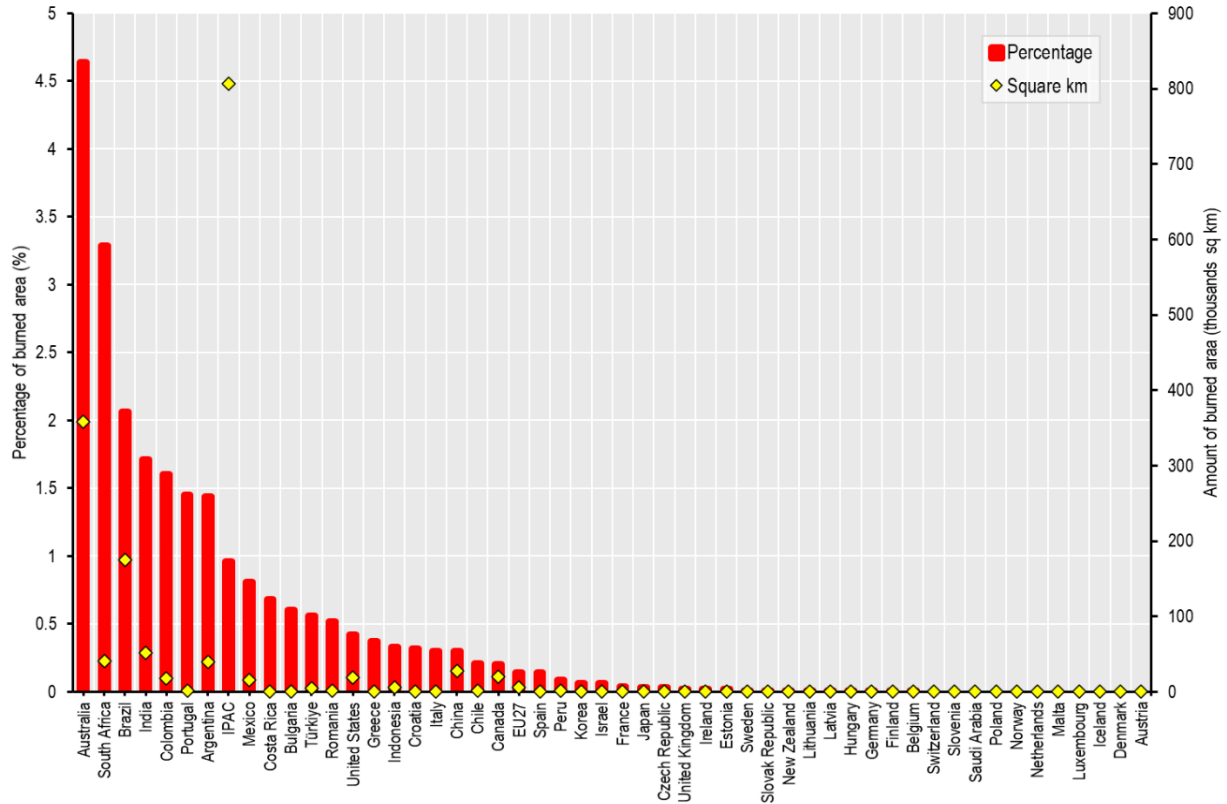
Yanmış alan genişliği

Ortalama olarak, 2017-2021 döneminde Arjantin, Avustralya, Brezilya, Kolombiya, Hindistan, Portekiz ve Güney Afrika gibi ülkelerde her yıl %1'den fazla arazi yandı (Şekil 13). Mutlak yakılan alan miktarı açısından, Avustralya ve Brezilya küresel olarak en büyük yakılan arazi alanına sahiptir (Şekil 13). Ancak sonuçlar, orman yangını ile ciddi, kontrolsüz orman yangını riskini azaltmak için uygulanan kontrollü yakma arasında ayırım yapmamaktadır. Örneğin, Avustralya'da yakılan alanın çoğu, bu amaçla yürütülen kontrollü yakmadan kaynaklanmaktadır. Bu konu Bölüm 6'da daha ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

Genel olarak, son beş yılda küresel olarak yanan arazilerin %20'si on IPAC ülkesinde meydana geldi. Bu on ülke üç yüksek gelirli ekonomiyi (yani Avustralya, Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri), altı üst orta gelirli ekonomiyi (yani Arjantin, Brezilya, Çin, Kolombiya, Meksika ve Güney Afrika) ve bir alt orta gelirli ekonomiyi (yani Hindistan) içeriyor ve bu da işgücü kısıtlamaları, finansman ihtiyaçları ve yakıt yönetimi orman yangını politikası uygulaması ve başa çıkma kapasitesi açısından geniş farklılıklar olduğunu gösteriyor.

Şekil 13. IPAC ülkelerinin küçük bir alt kümesi, yanmış alanların yoğunluğunu temsil ediyor

2017-2021 dönemindeki yıllık ortalama yanmış alan miktarı ve yüzdesi



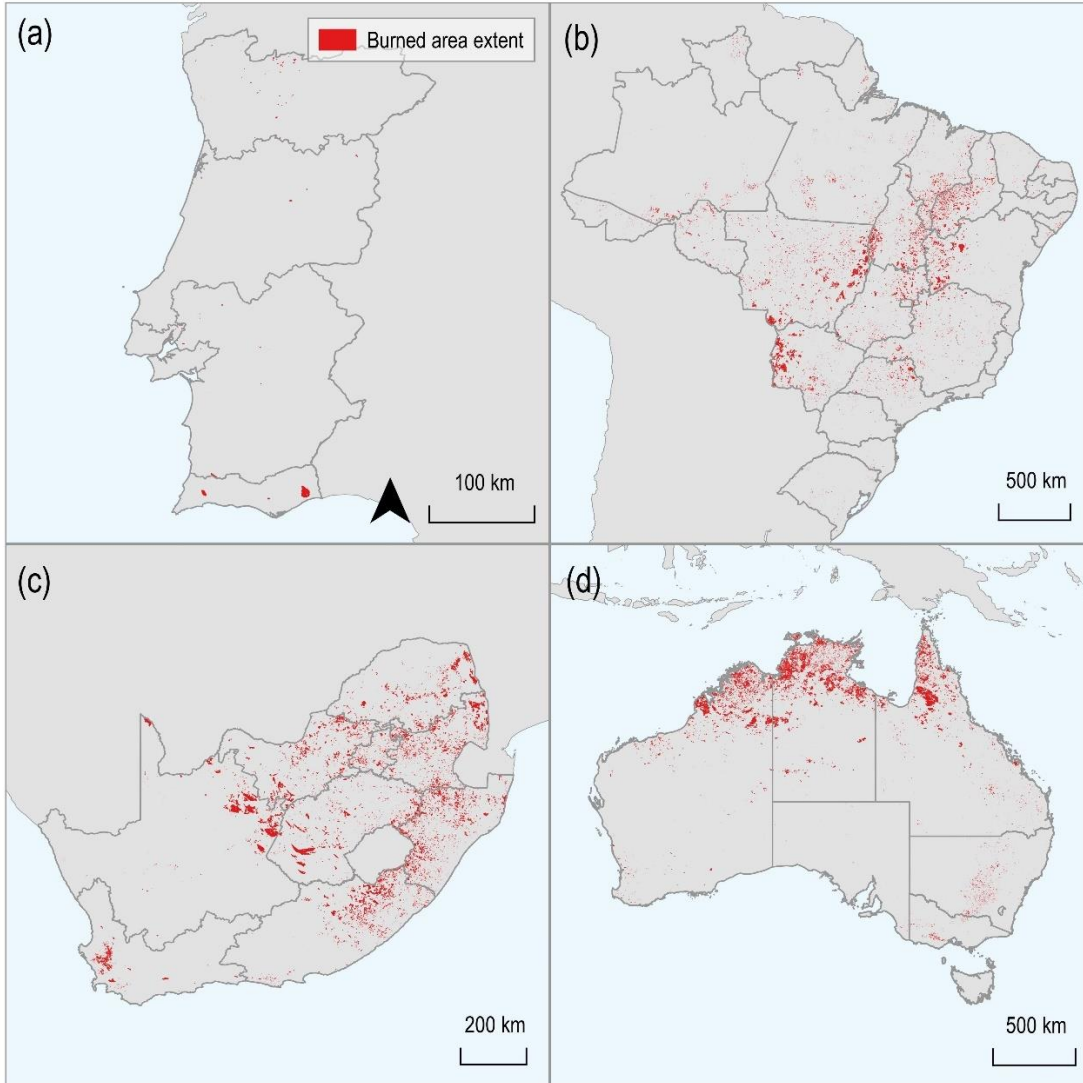
Not: Yöntemlere ilişkin daha detaylı bilgi Ek A'da mevcuttur.

5Dünya Bankası'nın kişi başına düşen GSYİH sınıflandırması (2022). alt-orta gelirli ekonomi (1.046-4.095 ABD doları); üst-orta gelirli ekonomi (4.096-12.695 ABD doları); yüksek gelirli ekonomi (12.696 ABD doları veya daha fazla).

Portekiz'deki yanmış alanların büyük çoğunluğu Algarve bölgesinde yer alırken (Şekil 14a), Brezilya'daki yangınlar kuzeydoğu bölgesinden orta batı bölgesine kadar uzanmaktadır. Piaui, Maranhao, Tocantins, Bahia, Goias, Mato Grosso ve Mato Grosso do Sul eyaletleri yangınlara özellikle maruz kalmıştır (Şekil 14b). Güney Afrika'da yangınlar yoğunlukla Limpopo, Mpumaİanga, Gauteng, Kuzeybatı Eyaleti, Kwazulu-Natal, Özgür Eyalet ve Doğu Kap'ın doğu eyaletlerinde yoğunlaşmıştır (Şekil 14c). Avustralya'da bazı alanlar büyük kontrolsüz yangınları önlemek için yönetilen yangınlarda yakılmaktadır ve Avustralya'nın kuzeyinde olduğu gibi kültürel uygulamaların bir parçasıdır (Şekil 14d). Bu nedenle, tüm yanmış alanlar insanlar ve ekonomik varlıklar için bir risk oluşturmaz ve sınırlı olumsuz çevresel ve toplumsal etkilere sahiptir. Bununla birlikte, Avustralya 2019-2020 yazında ülkenin birçok bölgesinde, özellikle de ülkenin Güneydoğu bölgesinde aşırı orman yangınları yaşadı. Yangınların sayısı, şiddeti ve kapsamı ve altyapıya ve çevreye verilen zarar benzeri görülmemiş düzeydeydi ve 24 ila 40 milyon hektarlık alanı kapladı (Royal Commission, 2020^[58]).

Şekil 14. Ülkeler arasında yanmış alanların boyutundaki önemli farklılıklar

(a) Portekiz anakarası, (b) Brezilya, (c) Güney Afrika ve (d) Avustralya'da 2021'de yanan alanların kapsamı



Not: Avustralya'daki sonuçlar gerçek orman yangını olaylarını abartıyor olabilir çünkü daha büyük "reçeteli" yangınlar kültürel uygulamaların bir parçasıdır ve günümüz yangın yönetimi tekniklerinde giderek daha fazla yeniden ortaya çıkmaktadır; bu konu Bölüm 6'da ele alınmaktadır. Yöntemlerle ilgili daha fazla ayrıntı Ek A'da yer almaktadır.

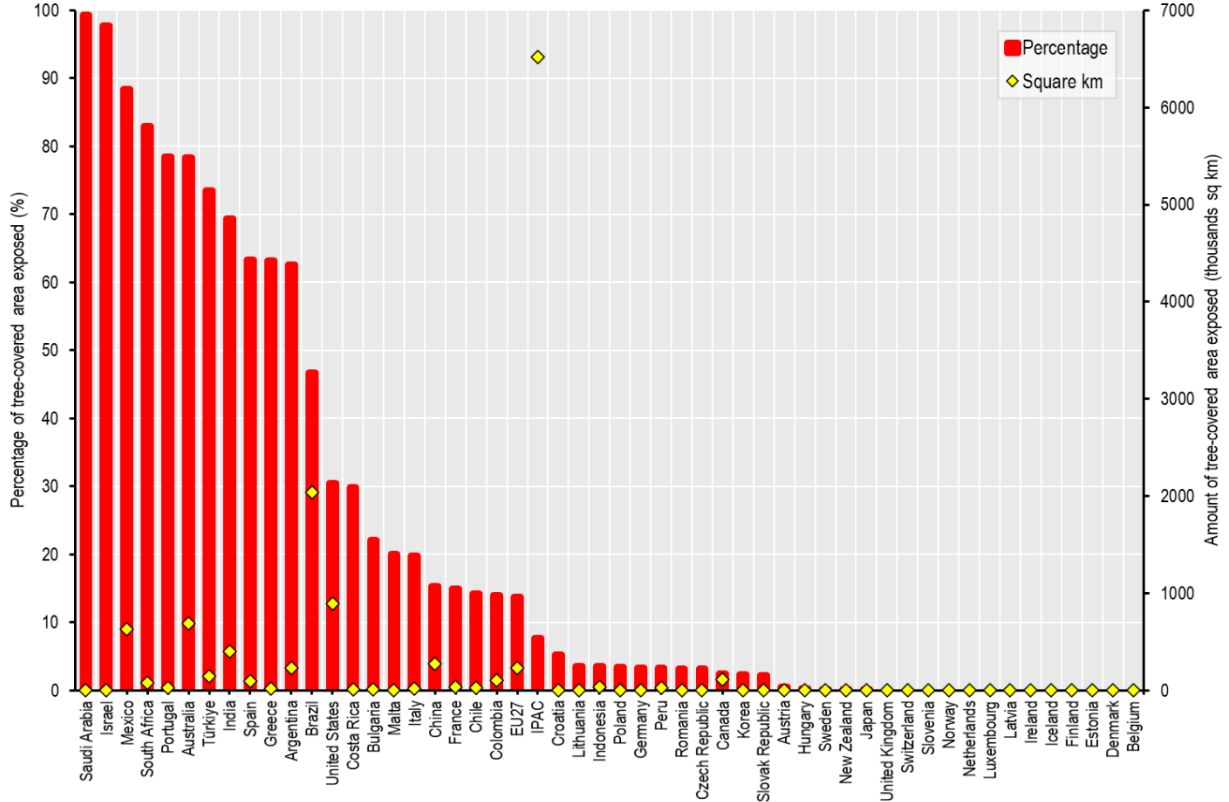
Ormanların yangın tehlikesine maruz kalması

Genel olarak, üç günden fazla üst üste çok yüksek veya aşırı orman yangını tehlikesine maruz kalan orman alanları, önceki orman yangını göstergelerine benzer dağılım kalıpları göstermektedir. Risk sınıfları, sayısal hava verilerine dayalı orman yangını tehlikesini göstermektedir. Geçtiğimiz beş yıl içinde, Brezilya ormanları en büyük mutlak maruziyeti (~2 milyon km²) çok yüksek veya aşırı yangın riskine (Şekil 15). Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya ve Meksika gibi diğer ülkelerde de önemli miktarda ormanlık alan bulunmaktadır ve 894 bin km², 701 bin km² ve 632 bin km² orman alanlarının çok yüksek veya aşırı yangın riskine maruz kalması. Çok yüksek veya aşırı yangın riskine maruz kalan orman alanlarını haritalayarak, bu gösterge ayrıca nerede ve hangi tür ormanın yangın riski altında olabileceğini de gösterebilir. Orman ekosistemleri, birçok ormanın diğer ekosistemlerden daha fazla biyolojik çeşitliliğe sahip olması nedeniyle dünyanın biyolojik çeşitliliğinin kritik bir bileşenidir (FAO, 2020^[59]). Örneğin, mutlak alan bakımından yangın riskine en çok maruz kalan on ülkeden üçünde (yani Brezilya, Meksika ve Çin) ormanlar, dünyadaki en büyük ağaç türü başına sahip ormanlar arasındadır (FAO, 2020^[59]).

Orta Doğu ülkelerindeki (örneğin İsrail ve Suudi Arabistan) ormanlar tamamen çok yüksek veya aşırı yangın riskine maruz kalmaktadır (Şekil 15). Ancak İsrail ve Suudi Arabistan sırasıyla düşük (< %10) ve çok düşük (< %1) orman örtüsü ile karakterize edilmektedir ve bu durum ormanların yanma riskine maruziyetinin hem mutlak hem de göreceli kapsamının hesaba katılmasının önemini vurgulamaktadır.

Şekil 15. IPAC ülkelerinin üçte birinde ormanların %20'sinden fazlası çok yüksek veya aşırı yangın tehlikesine maruz kalmaktadır

2017-2021 dönemindeki yıllık ortalamalara göre, üç günden fazla üst üste çok yüksek (> 5) veya aşırı (> 6) yangın tehlikesine maruz kalan ağaçlarla kaplı alanın miktarı ve yüzdesi



Not: Yöntemlere ilişkin daha detaylı bilgi Ek A'da mevcuttur.

Nüfusun orman yangını tehlikesine maruz kalması

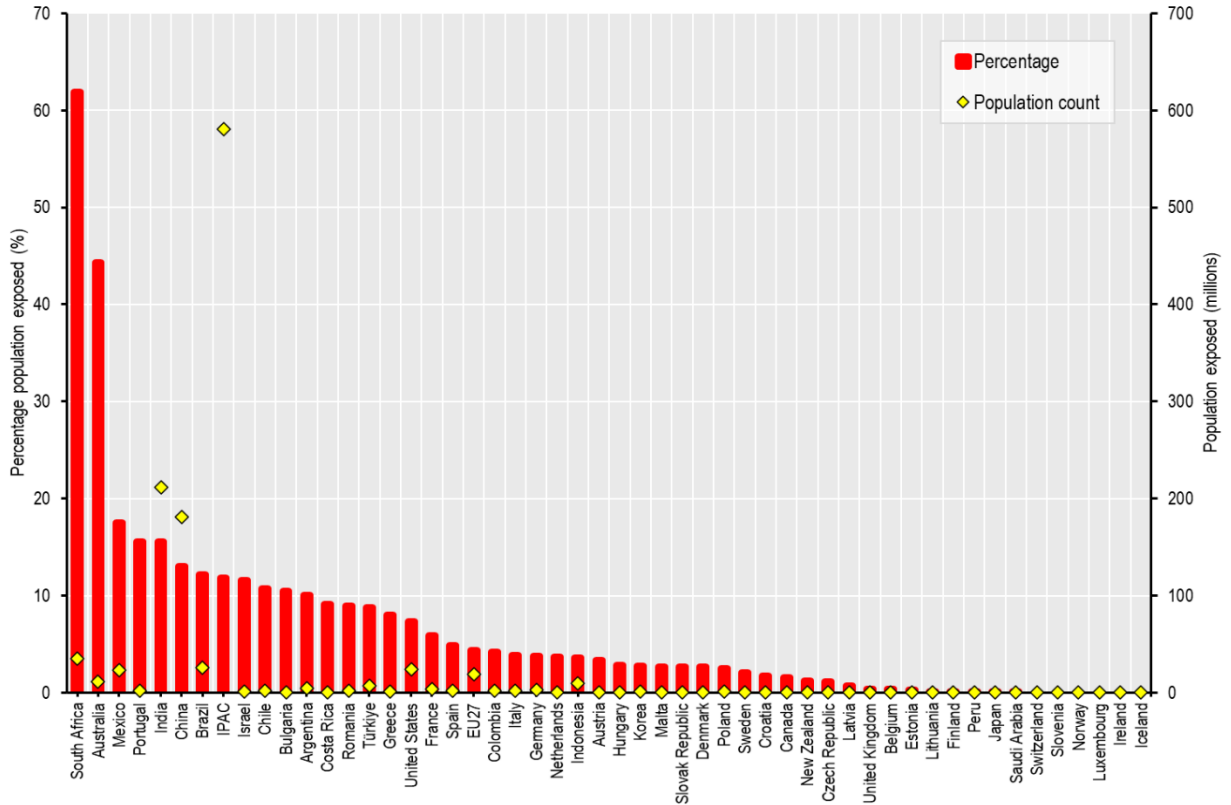
Nüfusun orman yangını tehlikesine maruz kalması, nüfusun çok yüksek orman yangını tehlikesine maruz kaldığı yerleri değerlendirir ve bitki örtüsü biyokütlesinin yanı sıra tarihsel yangın olaylarını ve yanmış alan verilerini hesaba katar. Sadece 2021'de, Avustralya nüfusunun %25'inden fazlası çok yüksek orman yangını tehlikesine maruz kalırken, Güney Afrika, Hindistan ve Meksika'daki nüfusun yaklaşık %10'u ve Kosta Rika, İsrail ve Şili'deki nüfusun %5 ile %10'u çok yüksek orman yangını tehlikesi olan bölgelerde yaşıyordu. Ancak 2021, Pasifik bölgesinde bir La Niña yılıydı ve bu da Avustralya anakarasının çoğunda ortalamadan daha düşük sıcaklıklara yol açtı.

Son beş yılda, Güney Afrika'daki nüfusun yıllık ortalama %62'si ve Avustralya'daki nüfusun %44'ü çok yüksek orman yangını tehlikesine maruz kalmıştır (Şekil 16). Diğer IPAC ülkelerinde, nüfusun %10'undan fazlası çok yüksek orman yangını tehlikesine maruz kalmıştır; bunlar arasında Amerika'daki dört ülke (yani Arjantin, Brezilya, Şili ve Meksika), iki Avrupa ülkesi (yani Bulgaristan ve Portekiz), iki Asya ülkesi (yani Çin ve Hindistan) ve Orta Doğu'daki bir ülke (yani İsrail) bulunmaktadır.

Toplam maruz kalan nüfus miktarını araştırırken, Hindistan nüfusu çok yüksek orman yangını tehlikesine en çok maruz kalan nüfustur. Sadece 2021'de, 160 milyon kişi Hindistan'da çok yüksek orman yangını tehlikesi olan bölgelerde yaşıyordu ve 2017 ile 2021 arasında Hindistan'da yıllık ortalama 200 milyon kişi çok yüksek orman yangını tehlikesi olan bölgelerde yaşıyordu (Şekil 16). Ayrıca, Çin ve Güney Afrika'da 2017 ile 2021 arasında yıllık ortalama 30 milyondan fazla kişi çok yüksek orman yangını tehlikesine maruz kalmaktadır.

Şekil 16. On bir IPAC ülkesinde nüfusun %10'undan fazlası çok yüksek veya aşırı orman yangını tehlikesine maruz kalan bölgelerde yaşıyor

2017-2021 yılları arasında çok yüksek veya aşırı orman yangını tehlikesine maruz kalan nüfus miktarı ve yüzdesi, yıllık ortalama



Not: Yöntemlere ilişkin daha detaylı bilgi Ek A'da mevcuttur.

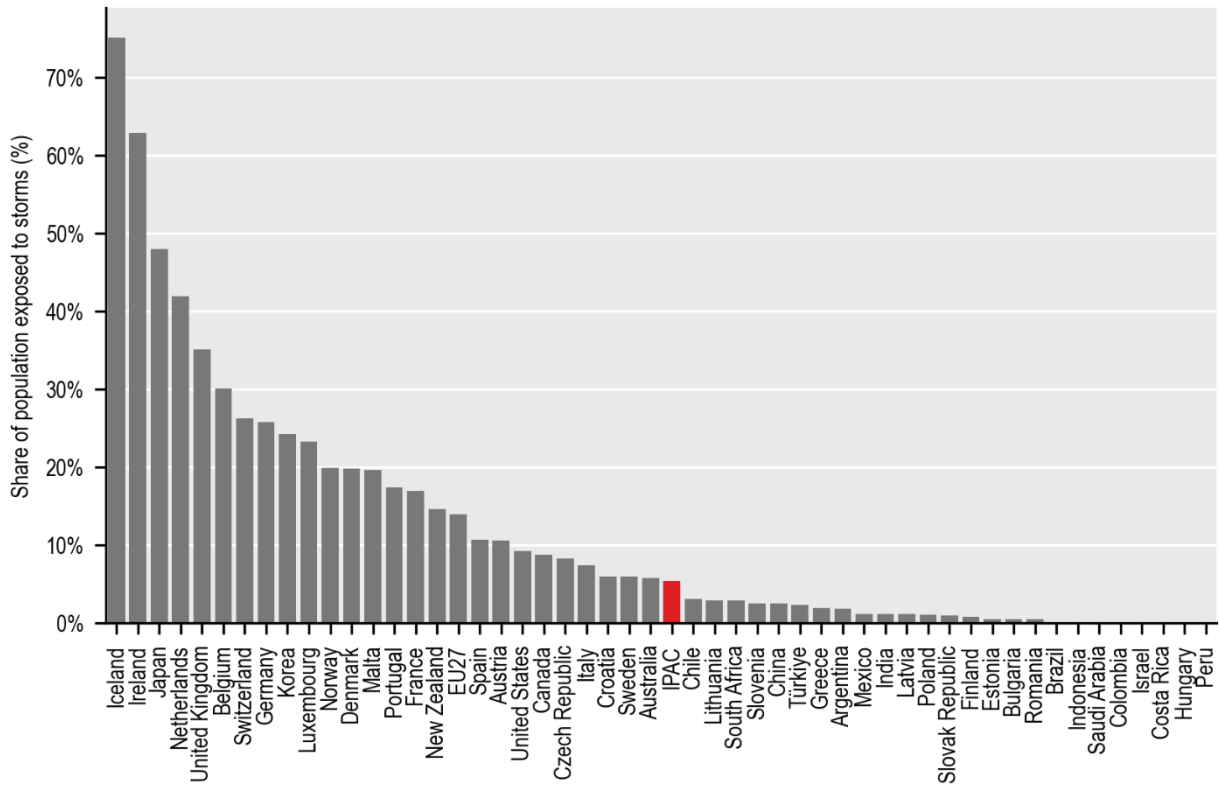
4.5. Rüzgar tehditleri

Fırtınalar

Şekil 17 ve Şekil 18 sırasıyla son üç yılda şiddetli fırtınalara maruz kalan nüfus ve yapılaşmış alan payını göstermektedir. Şiddetli fırtınalara en çok maruz kalan ülkeler çoğunlukla Kuzeybatı Avrupa ve Doğu Asya'da yer almaktadır. İzlanda, İrlanda, Birleşik Krallık, Hollanda ve Belçika gibi ülkelerin nüfuslarının ve yapılaşmış alanlarının %80'inden fazlası 2020 yılında şiddetli fırtınalara maruz kalmıştır ve bu durum rüzgar tehditlerinin iklimle ilgili doğal bir afet olarak hesaba katılmasının önemini vurgulamaktadır. Bu makalenin rüzgarla ilgili tehlikelere maruziyeti incelediğini ve altyapıların veya yerleşim yerlerinin bu tür tehlikelere karşı kırılganlığını incelemediğini hatırlayın.

Şekil 17. Kuzeybatı Avrupa ve Doğu Asya'daki popülasyonlar şiddetli rüzgar fırtınalarına maruz kalmaktadır

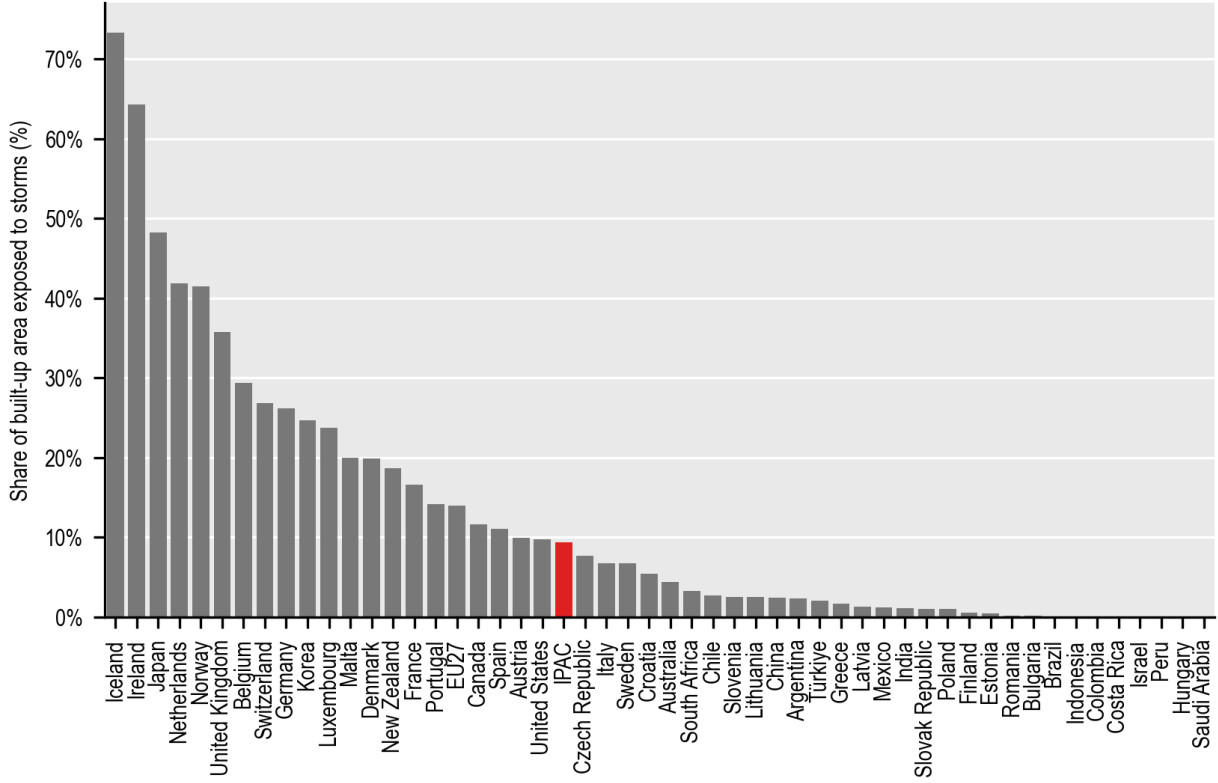
Şiddetli fırtınalara veya daha kötülerine (rüzgar hızı > 28,6 m/s) maruz kalan nüfusun yüzdesi, 2017-2021 dönemindeki yıllık ortalama



Not: Yöntemlere ilişkin daha detaylı bilgi Ek A'da mevcuttur.

Şekil 18. Kuzeybatı Avrupa ve Doğu Asya'daki yerleşim alanları şiddetli rüzgar fırtınalarına maruz kalmaktadır

2017-2021 döneminde şiddetli fırtınalara veya daha kötülerine (rüzgar hızı > 28,6 m/s) maruz kalan yerleşim alanlarının yüzdesi, yıllık ortalama



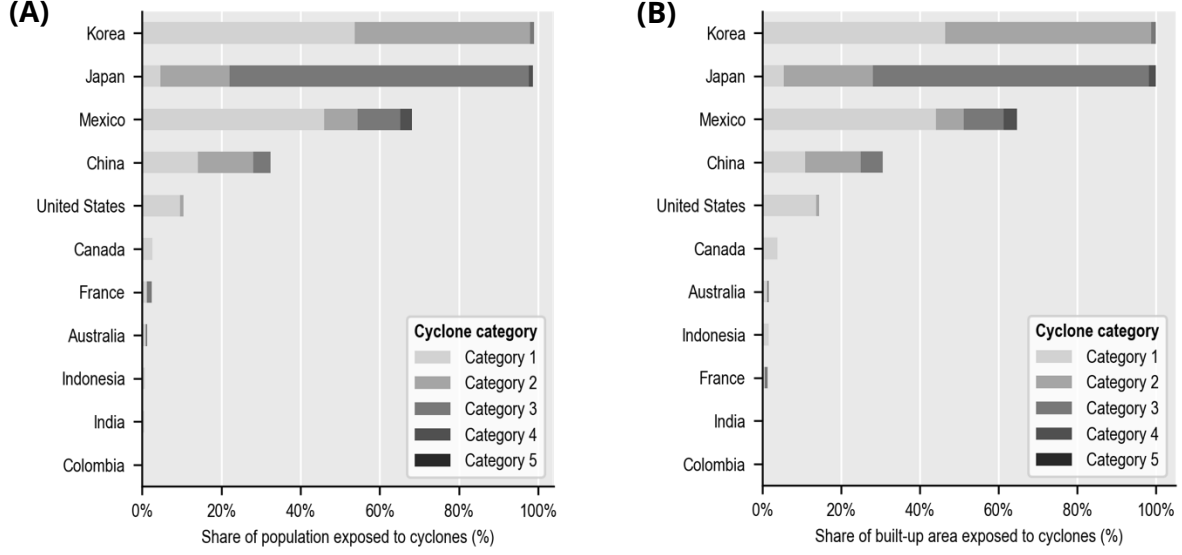
Not: Yöntemlere ilişkin daha detaylı bilgi Ek A'da mevcuttur.

Siklonlar

Bu makale ayrıca, 100 yıllık tekrar periyoduna sahip rüzgar hızı (km/s) cinsinden ifade edilen siklon tehlike haritalarına bakarak nüfusun ve yerleşik alanların siklonlara maruz kalmasını değerlendirir. Farklı siklon yoğunluklarını kategorize etmek için, sürekli rüzgar hızına dayanan Saffir-Simpson kasırga ölçeği kullanılır. Bu rüzgar ölçeğine uyması için, rüzgar hızı hızının sürekli rüzgar hızından yaklaşık %30 daha yüksek olduğu düşünülerek rüzgar hızı değerleri yeniden ayarlanmıştır. (Şekil 19). En çok maruz kalan IPAC ülkeleri, hem nüfuslarının hem de yerleşik alanlarının %60'ından fazlasının 100 yıllık tekrar periyoduna sahip tropikal siklonlara (yani 119 km/s veya 33 m/s'den yüksek sürekli rüzgar hızı) maruz kaldığı Kore, Japonya ve Meksika'dır. Japonya, nüfusunun yaklaşık %80'inin 100 yılda bir tekrarlanan kategori 3 veya daha yüksek (rüzgar hızı 178 km/saatten yüksek) siklonlara maruz kalması nedeniyle şiddetli siklonlara en fazla maruz kalan ülkedir.

Şekil 19. IPAC ülkelerinin küçük bir alt kümesi tropikal siklonlara maruz kalmaktadır

(a) Nüfus ve (b) 100 yıllık tekrar periyoduna sahip siklon kategorilerine maruz kalan yapılaşmış alan yüzdesi



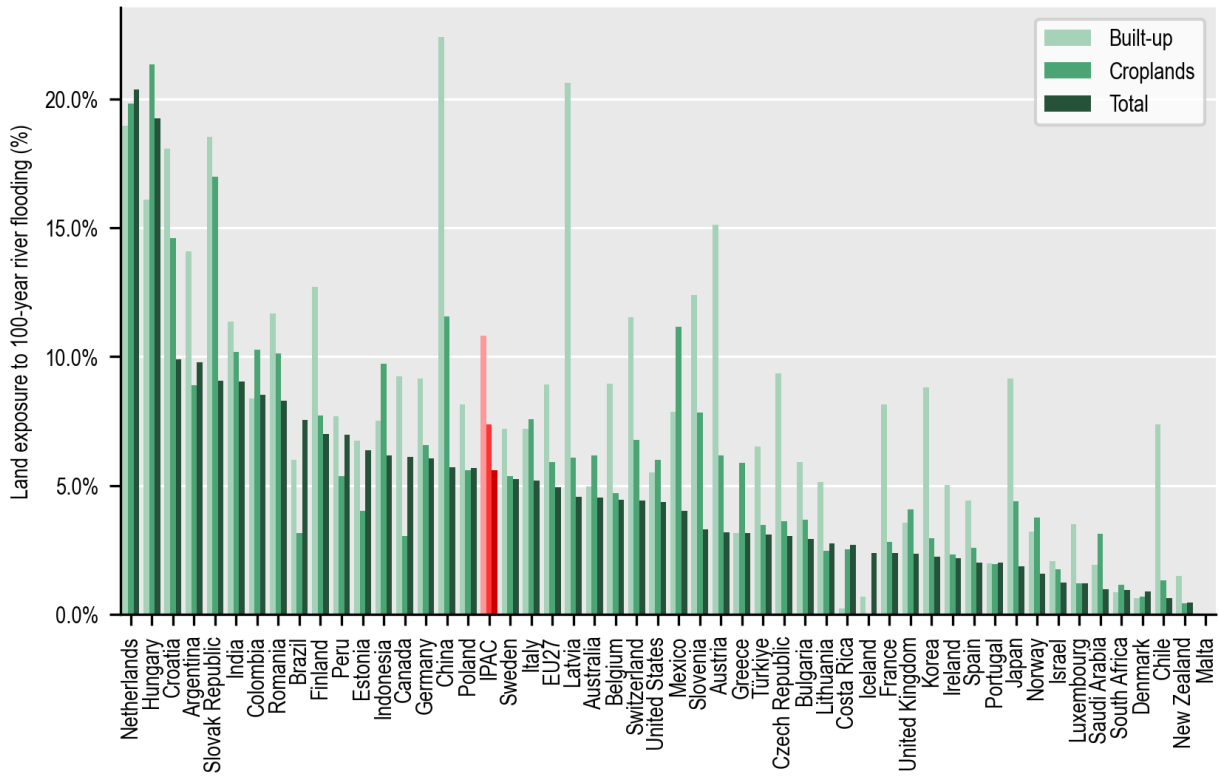
Not: 100 yıllık geri dönüş periyoduna sahip rüzgar hızı (km/s) verileri önce sürekli rüzgar hızına dönüştürüldü ve Saffir-Simpson ölçeği kullanılarak siklon kategorilerine ayrıldı. Yöntemler hakkında daha fazla ayrıntı Ek A'da mevcuttur.

4.6. Nehir taşkınları

Nehir taşkınları, altyapıya, yerleşim yerlerine ve tarım arazilerine zarar vererek önemli ekonomik kayıplara neden olabilir. Nehir taşkınlarına toplam arazi maruziyeti açısından, en çok etkilenen IPAC ülkeleri, toplam alanının yaklaşık %20'sinin nehir taşkınlarına maruz kaldığı Hollanda ve Macaristan'dır (Şekil 20). Yapılı alan maruziyeti açısından, Çin, yapılaşmış alanının %22'sinin 100 yılda bir nehir taşkınına maruz kaldığı en çok etkilenen ülkedir, bunu Letonya (%21) ve Hollanda (%19) takip eder. Tarımsal arazi maruziyeti açısından, en çok etkilenen IPAC ülkeleri, tarım arazilerinin %17'sinden fazlasının 100 yılda bir nehir taşkınına maruz kaldığı Macaristan, Hollanda ve Slovak Cumhuriyeti'dir.

Şekil 20. IPAC ülkeleri, çeşitli derecelerde nehir taşkınlarına maruz kalmaktadır

2020 yılında 100 yıllık bir geri dönüş periyoduna sahip nehir taşkınlarına maruz kalan yerleşim alanı, tarım arazisi ve toplam arazi

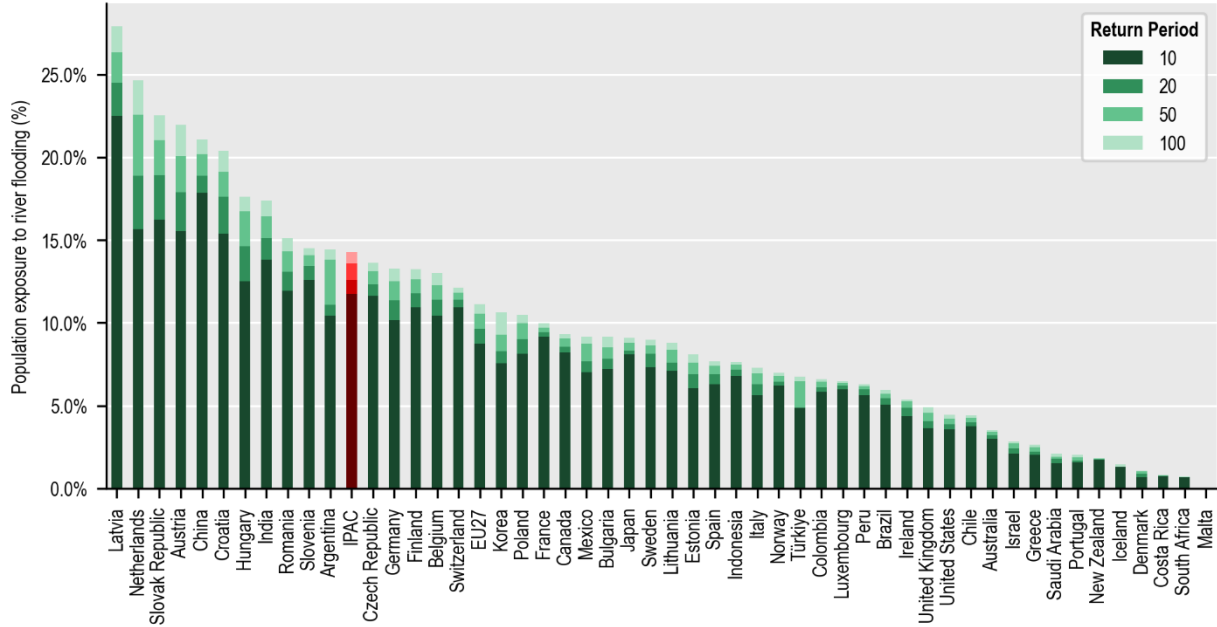


Not: Yöntemlere ilişkin daha detaylı bilgi Ek A'da mevcuttur.

Nehir taşkınları da önemli insan kayıplarına neden olabilir. IPAC ülkeleri arasında Letonya ve Hollanda'daki nüfuslar, %24'ten fazla insanın 100 yılda bir görülen bir sele maruz kalmasıyla nehir taşkınlarına en çok maruz kalanlardır (Şekil 21). Çin ve Hindistan da sırasıyla %21 ve %17'lik bir nüfuslarının 100 yılda bir görülen bir sele maruz kalmasıyla bu tür tehlikelere özellikle maruz kalmaktadır. Bu iki ülke ayrıca 2015'te 2000 yılına kıyasla sırasıyla 3,0 milyon ve 5,3 milyon ek insanla nehir taşkınlarına maruz kalmada en büyük artışı yaşamıştır.

Şekil 21. Nehir taşkınları çoğu IPAC ülkesinde birçok nüfusu tehlikeye atıyor

2020'de 10, 20, 50 ve 100 yıllık bir geri dönüş periyoduyla nehir taşkınlarına maruz kalan nüfus

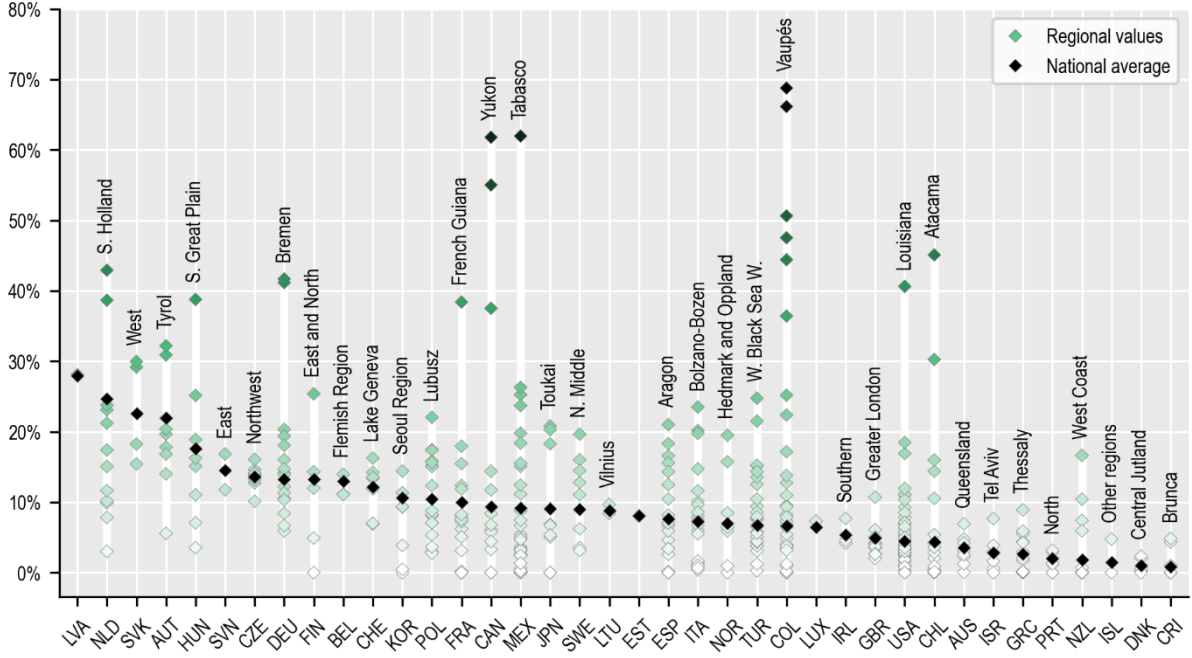


Not: 2020 nüfus verileri GHSL 2015 ve 2000 nüfus ızgaralarından interpolate edilmiştir. Yöntemler hakkında daha fazla ayrıntı Ek A'da mevcuttur.

Nehir taşkınlarına maruz kalmada büyük alt ulusal farklılıklar da vardır. Bremen, Güney Hollanda ve Hamburg, Avrupa OECD ülkelerinde en çok maruz kalan bölgelerdir ve nüfuslarının %40'ından fazlası 100 yılda bir görülen bir sele maruz kalmaktadır (Şekil 22). Nüfusunun %60'ından fazlası risk altında olan Hollanda'daki Rotterdam, 1,5 milyondan fazla nüfusuyla en çok maruz kalan OECD metropol alanıdır ve onu Japonya'daki Nagoya ve Fransa'daki Lyon takip etmektedir.

Şekil 22. Nehir taşkınlarına maruz kalan nüfusun ulusal sınırların altında önemli ölçüde farklılaşması

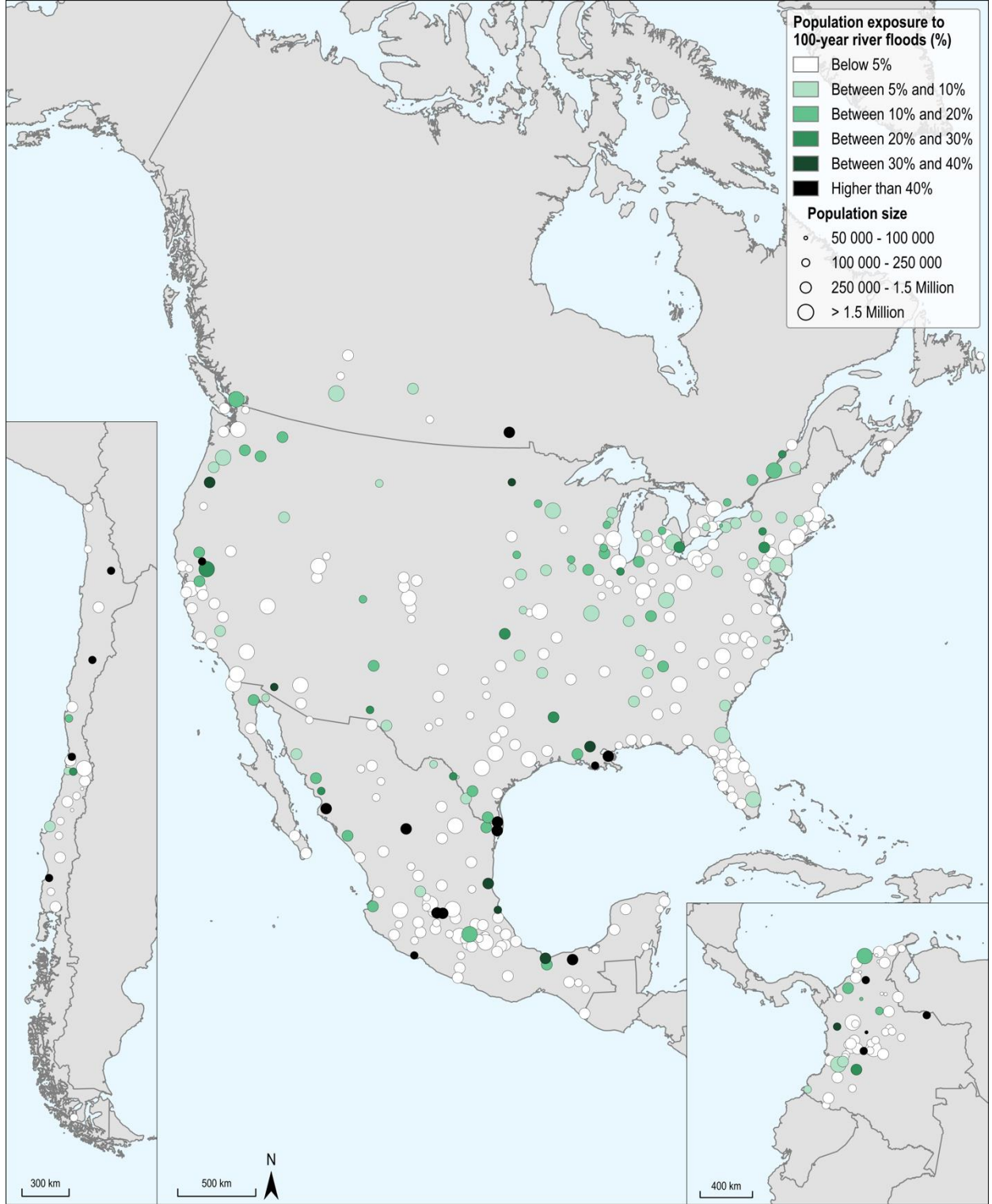
OECD büyük bölgelerinde 100 yılda bir nehir taşkınlarına maruz kalan 2020 nüfusu (TL2)

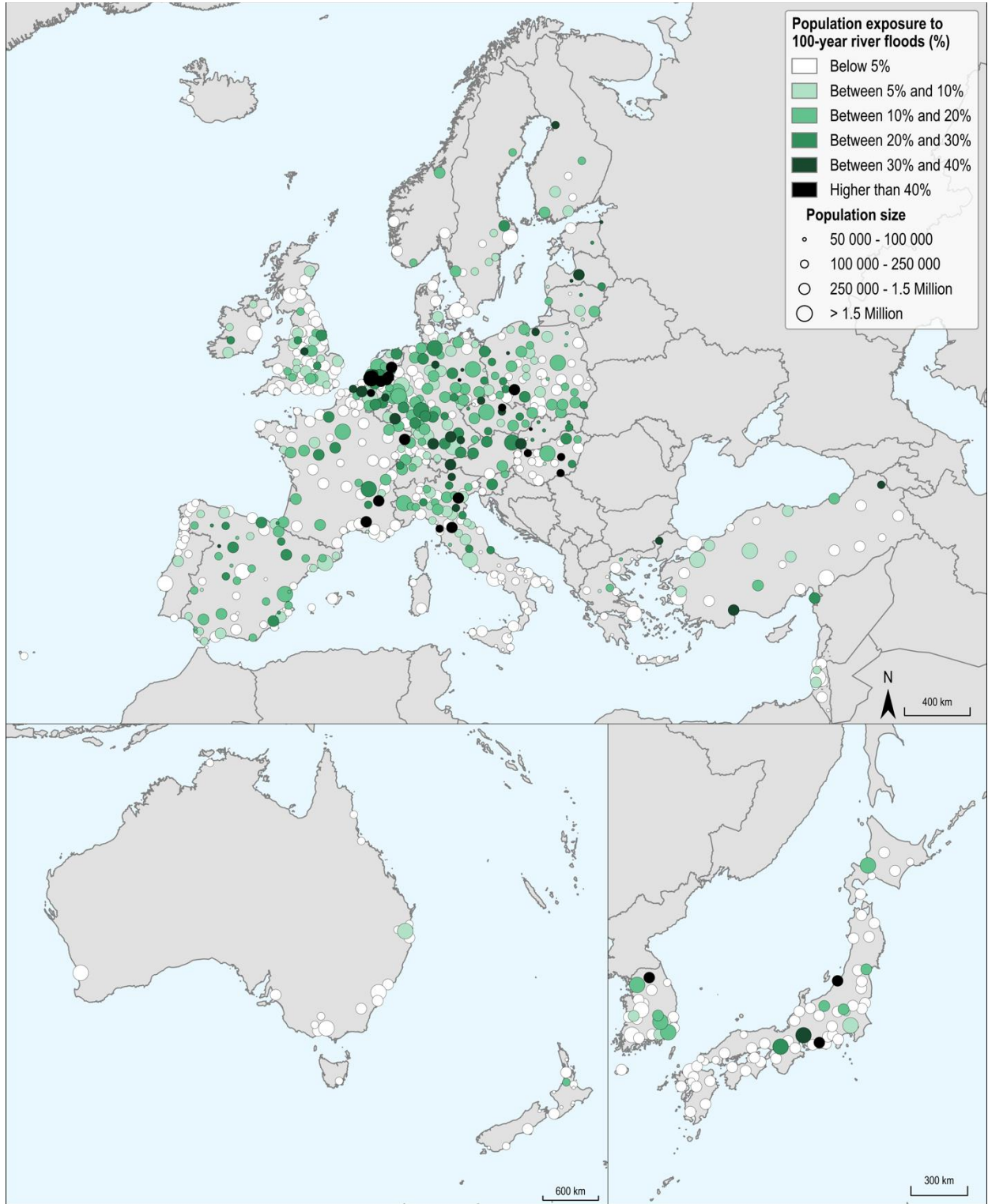


Not: Yöntemlere ilişkin daha detaylı bilgi Ek A'da mevcuttur.

Şekil 23. Nehir taşkınlarına maruz kalan nüfusun şehir düzeyindeki önemli farklılıkları

2020'de OECD şehirlerinde 100 yılda bir meydana gelen nehir taşkınlarına maruz kalan nüfusun yüzdesi





Not: Yöntemlere ilişkin daha detaylı bilgi Ek A'da mevcuttur.

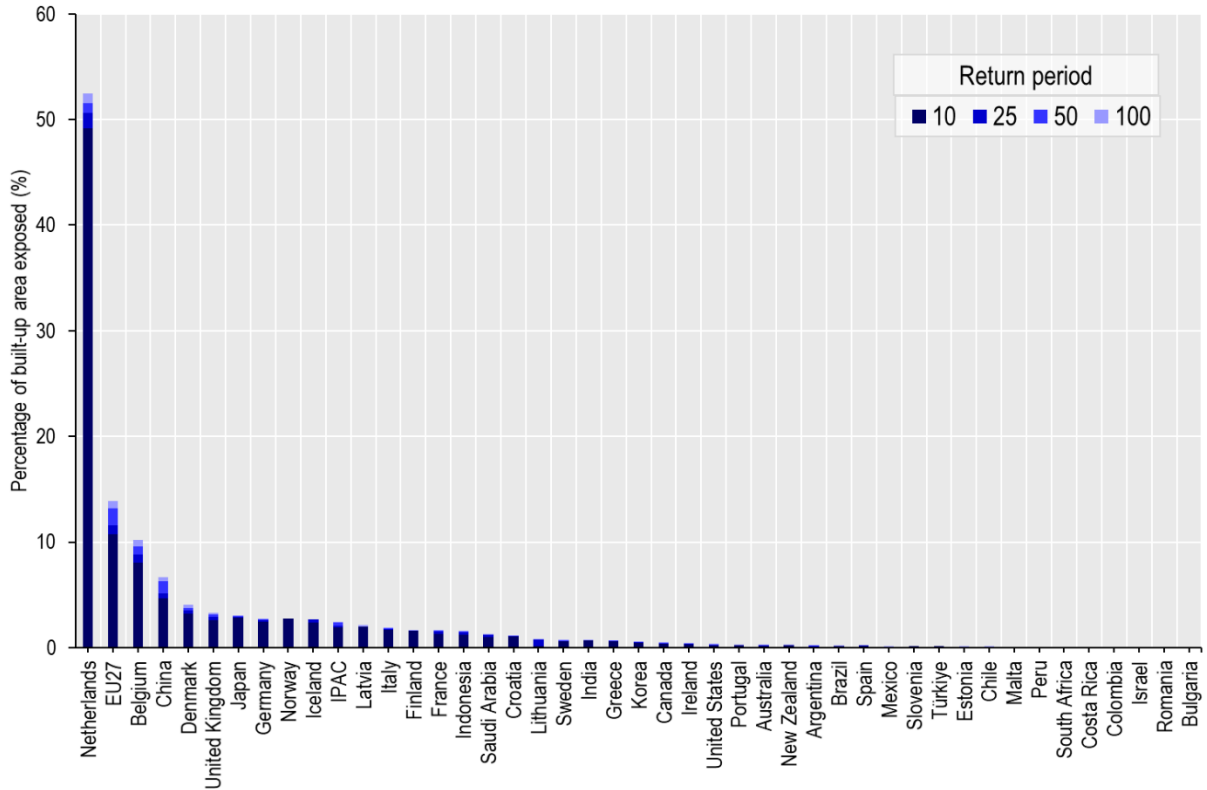
4.7. Kıyı taşkınları

Alçakta bulunan kıyı toplulukları fırtına dalgaları ve kıyı erozyonu gibi bir dizi kıyı taşkını tehlikesiyle karşı karşıyadır. Tüm bu tehlikelerin, iklim değişikliğinin kıyı taşkınlarının sıklığını ve şiddetini artırmasıyla birlikte artması beklenmektedir. Bu makalede, fırtına dalgaları ve aşırı deniz seviyesi olaylarının taşkın tehlikesi haritaları kullanılarak kıyı taşkını tehlikelerine ilişkin maruziyet göstergeleri geliştirilmiştir. Bu haritalar deniz seviyesindeki artışı hesaba katmamaktadır. En fazla maruziyete maruz kalan ülkeler Hollanda, Belçika ve Danimarka'dır. Hollanda'nın yaklaşık %51'i 10 yıllık bir tekrarlama periyoduyla kıyı taşkınlarına maruz kalma potansiyeline sahiptir, bunu sırasıyla %6,3 ve %5,6 ile Belçika ve Danimarka takip etmektedir. Bu rakamlar mevcut taşkın koruma önlemlerini hesaba katmadığı için dikkatli yorumlanmalıdır; ancak gelecekteki maruziyetleri önlemek için mevcut korumaların bakımının önemine de işaret etmektedir.

Önceki sonuçlarla uyumlu olarak, 45 IPAC ülkesinden 9'unda, 10 yıllık bir tekrarlama süresiyle kıyı taşkınlarına maruz kalma potansiyeli olan %2'den fazla yerleşim alanı bulunmaktadır (Şekil 24). Hollanda, 10 yıllık bir tekrarlama süresiyle kıyı taşkınlarına maruz kalma potansiyeli olan yerleşim alanının %48,1'i ile en fazla maruz kalan ülkedir, bunu Belçika (%7,1) ve Çin (%4,3) takip etmektedir (Şekil 24). Bu, Kuzey Denizi kıyısındaki arazinin çoğunun deniz seviyesinin altında veya hemen üzerinde olması ve önemli miktarda arazi ve yerleşim alanlarının kıyı taşkın tehlikelerine maruz kalması gerçeğini yansıtmaktadır (Şekil 25).

Şekil 24. Ülkelerin bir alt kümesinde, kıyı taşkınlarına maruz kalma olasılığı bulunan önemli miktarda yapılaşmış alan bulunmaktadır

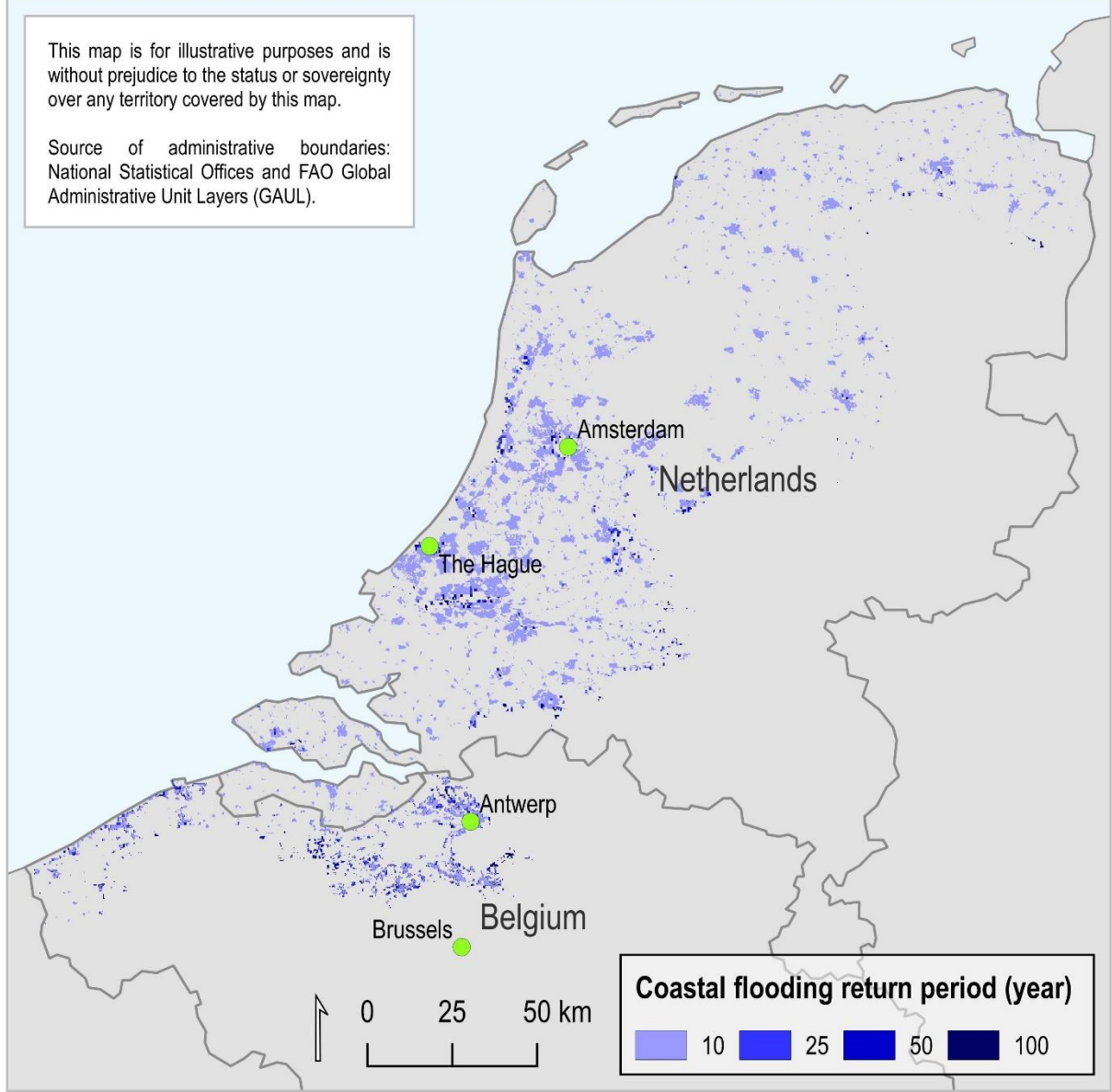
2020 yılında 10, 25, 50 ve 100 yıllık geri dönüş periyoduna sahip kıyı taşkınlarına maruz kalan yapı alanı



Not: Bazı ülkelerdeki maruziyet, göstergenin sel koruma önlemlerini hesaba katmaması nedeniyle fazla tahmin edilmiş olabilir. Aşağıdaki ülkeler, kıyı bölgeleri olmadığı için şekle dahil edilmemiştir (yani Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Lüksemburg, Slovak Cumhuriyeti ve İsviçre). Yöntemler hakkında ayrıntılar için Ek A'ya bakın.

Şekil 25. Kıyı korumalarının olmaması durumunda, Belçika ve Hollanda'da geniş yerleşim alanları kıyı taşkınları riski altında olacaktır.

2020 yılında kıyı taşkınlarına maruz kalan ve 10, 25, 50 ve 100 yıllık geri dönüş periyotlarına sahip yerleşim alanının görselleştirilmesi

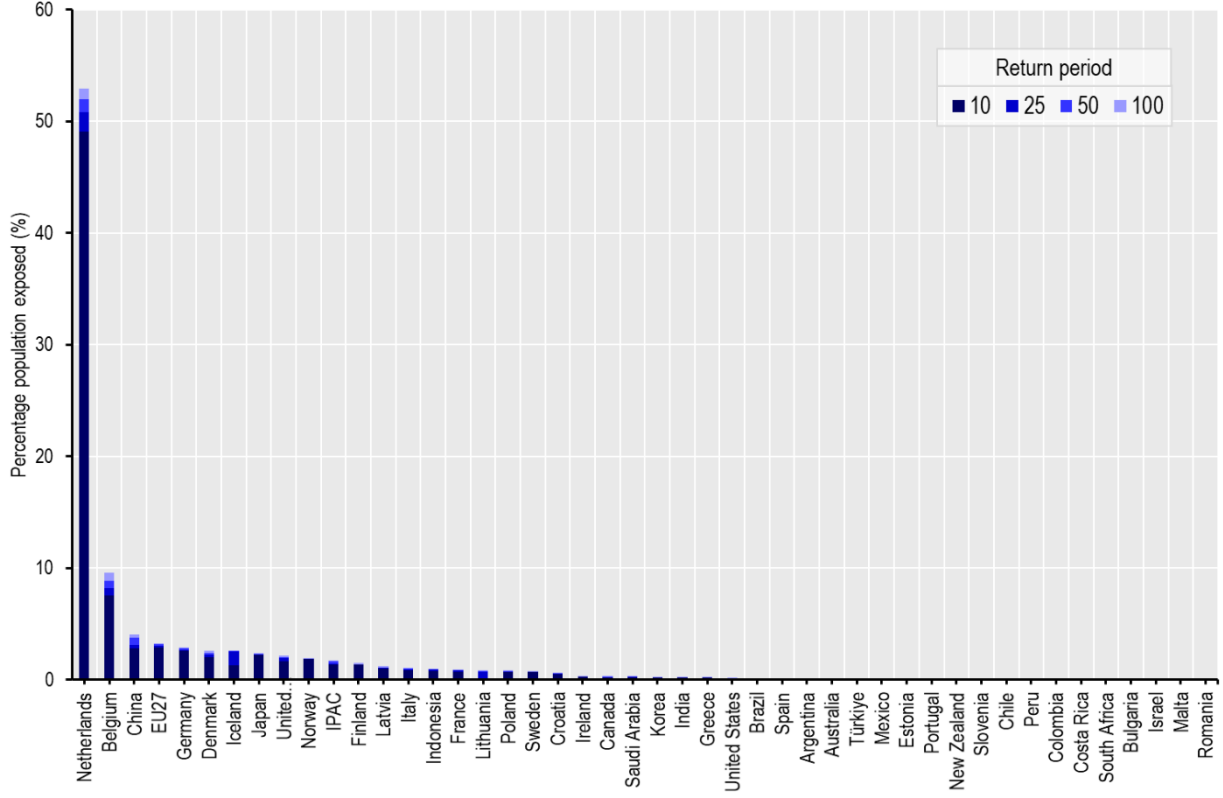


Not: Bazı ülkelerdeki maruziyet, göstergenin sel koruma önlemlerini hesaba katmaması nedeniyle aşırı tahmin edilebilir. Yöntemler hakkında ayrıntılar için Ek A'ya bakın.

Benzer şekilde, burada gösterilen 45 IPAC ülkesinden 7'sinde nüfusun %2'sinden fazlası 10 yıllık bir tekrarlama dönemiyle kıyı taşkınlarına maruz kalmaktadır (Şekil 26). Hollanda, nüfusunun %49'unun 10 yıllık bir tekrarlama dönemiyle kıyı taşkınlarına maruz kalmasıyla en fazla maruz kalan ülkedir ve yaklaşık 8,2 milyon kişiyi temsil etmektedir. Bunu Belçika (%7,5 veya 0,8 milyon kişi), Çin (%2,8 veya 39 milyon kişi) ve Avrupa Birliği (%2,9 veya 12,8 milyon kişi) takip etmektedir (Şekil 26).

Şekil 26. Ülkelerin bir alt kümesinde nüfusun önemli bir kısmı kıyı taşkınlarına maruz kalma potansiyeline sahiptir

2020'de 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekrar periyotlarıyla kıyı taşkınlarına maruz kalan nüfus



Not: Gösterge sel koruma önlemlerini hesaba katmadığından bazı ülkelerdeki maruziyet fazla tahmin edilebilir. Aşağıdaki ülkeler, kıyı bölgeleri olmadığı için şekle dahil edilmemiştir (yani Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Lüksemburg, Slovak Cumhuriyeti ve İsviçre). 2020 nüfus verileri GHSL 2015 ve 2000 nüfus ızgaralarından alınmıştır ve 2020 nüfus verileri mevcut olduğunda güncellenecektir. Yöntemler hakkında ayrıntılar için Ek A'ya bakın.

5 Tartışma

Bu makale en yaygın iklimle ilgili tehlikelerden bazılarını analiz eder ve her tehlikeyle ilişkili tahmini maruziyeti sunar. Sonuçlar, incelenen iklimle ilgili tehlikeye göre değişen, yerleşim alanlarının, ekili alanların, ormanların ve nüfusun önemli ölçüde maruz kaldığını göstermektedir. Aslında, tüm ülkeler bir veya daha fazla iklimle ilgili tehlike deneyimlemektedir (Şekil 27). Sonuçlar, ülkeler arasında farklı yoğunluk derecelerine sahip farklı sayıda iklimle ilgili tehlikeye maruziyette önemli farklılıklar göstermektedir. Bu, literatürle uyumludur (Birkmann, 2015^[60]).

Şekil 27. Çoğu ülke en azından bir iklimle ilgili doğal afet yaşıyor

Ülkelerin en düşük (sarı) seviyeden en yüksek (kırmızı) seviyeye aşırı sıcaklık ve yağışa, kuraklığa, orman yangınına, rüzgar tehditlerine, nehir ve kıyı taşkınlarına maruz kalma sıralaması; hiçbir maruz kalma durumu yeşil olarak işaretlenmiştir

	Aşırı sıcaklık			Aşırı yağış	Kuraklık	Orman yangını		Rüzgar tehditleri		Nehir taşkını	Kıyı taşkınları
	Sıcak günler	Tropikal geceler	Isı stresi	Tarım alanı maruziyet	Tarım alanı maruziyet	Nüfus maruziyet	Orman maruziyet	Nüfus maruziyet	Yapılı alan maruziyet	Yapılı alan maruziyet	Yapılı alan maruziyet
Arjantin	3	11	11		5	11	11	34	32	8	30
Avustralya	6	13	18		3	2	5	26	26	37	30
Avusturya	28	37	32		24	25	35	19	20	7	Yok
Belçika	20	15	38		4	39		6	7	20	2
Brezilya	8	6	4	5	9	7	12	44	44	32	30
Bulgaristan	18	30	24		15	10	15	42	43	33	
Kanada	36	28	34			34	32	21	18	16	24
Şili	35	47	27	13	35	9	20	27	28	27	35
Çin	4	5	9	13	18	6	18	31	31	1	3
Kolombiya	27	38	7	3	13	20	21	47	46	22	
Kosta Rika	40	8	5	4	36	12	14			50	
Hırvatistan	21	18	21		26	33	23	24	25	5	17
Çek Cumhuriyeti	33	35	36		17	36	31	22	22	15	Yok
Danimarka		45	46	11	37	29		12	13	49	5
Estonya		43	43		31	40	27	41	41	30	
AB27	23	25	26	13	22	19	22	17	17	18	7
Finlandiya		44	47	13		42		40	40	9	11
Fransa	14	22	29		10	17	19	15	15	14	15
Almanya	24	27	35		7	22	29	8	9	19	9
Yunanistan	7	16	14		40	15	10	33	34	42	23
Macaristan	13	4	22		30	26	36			6	Yok
İzlanda					41			1	1	48	10
Hindistan	1	1	2			5	8	36	37	13	20
Endonezya	30	10	1	1	33	24	25	45	45	26	12
İrlanda			50	7	39			2	2	36	25
İsrail	5	19	6			8	2			43	
İtalya	16	12	15			21	17	23	23	29	14
Japonya	17	14	19	11		44	39	3	3	17	6
Kore	12	7	20		23	27	33	9	10	21	21
Letonya		40	42		21	37		37	35	2	13

Litvanya		42	41		14	41	24	28	30	35	22
Lüksemburg	31	41	39		2			10	11	40	Yok
Malta		2	25			28	16	13	12		
Meksika	22	33	8	8	19	3	3	35	36	24	29
Hollanda	29	29	40		6	23		4	4	3	1
Yeni Zelanda		31	45			35	38	16	14	46	30
Norveç		48	49	6				11	5	41	4
Peru	37	32	13	2	32	43	28			25	
Polonya	34	36	37	9	16	31	26	38	39	23	19
Portekiz	26	24	28		11	4	6	14	16	44	27
Romanya	19	26	23		8	13	30	43	42	11	
Suudi Arabistan	2	3	3		12	45	1	46		45	16
Slovakya	25	39	31		29	30	34	39	38	4	Yok
Slovenya	32	21	30		38	46		30	29	10	
Güney Afrika	11	23	12		1	1	4	29	27	47	
İspanya	9	17	17	13	28	18	9	18	19	38	34
İsveç		46	48		27	32	37	25	24	28	18
İsviçre	38	34	33		25			7	8	12	Yok
Türkiye	15	20	16		20	14	7	32	33	31	28
Birleşik Krallık	39	49	44	9	34	38		5	6	39	8
Amerika Birleşik Devletleri	10	9	10			16	13	20	21	34	26

Not: Ülkeler, bir dizi varsayım yoluyla her iklimle ilgili tehlike için sıralanır. Aşırı sıcaklık sıralaması (1) nüfusun sıcak günlere maruz kalma ortalama yıllık payına (T) dayanmaktadır...maksimum> 35 °C, 2017-21), (2) nüfusun tropikal gecelere maruz kalma oranının yıllık ortalaması (T_{dakika}> 20°C, 2017-21) ve (3) güçlü ısı stresi olan günlerin ortalama yıllık sayısı (UTCI > 32°C, 2017-21). Aşırı yağış sıralaması, aşırı yağış olaylarına maruz kalan ekili arazilerin ortalama yıllık payına dayanmaktadır (toplam yağış > 99^{inci} Referans döneminin yüzdelik değeri [1981-2010]) (2017-21). Kuraklık sıralaması, referans dönemi 1981-2010 ile karşılaştırıldığında 2017-21'deki ortalama ekilebilir arazi toprak nem anomalisine dayanmaktadır. Orman yangını sıralaması, orman yangınına eğilimli alanlarda bulunan nüfusun ve ormanların ortalama yıllık yüzdesine dayanmaktadır (2017-21). Rüzgar tehditleri sıralaması, şiddetli bir fırtınaya veya daha kötüsüne (rüzgar hızı > 28,6 m/s, 2017-21) maruz kalan nüfusa ve yerleşik alana dayanmaktadır. Nehir ve kıyı taşkınları sıralaması, 100 yılda bir nehir veya kıyı taşkınına maruz kalan yerleşik alan yüzdesine dayanmaktadır (2020). Ülkelere uygulanamayan iklimle ilgili tehlikeler üstü çizilerek gösterilmiştir. Bu sonuçlar ulusal ortalamalara dayanmaktadır ve iklimle ilgili tehlikelerin daha şiddetli yerel etkilerini gizleyebilir.

Birbirine bağlı iklimle ilgili doğal afetler belirli ülkeler için önemli bir risk oluşturur, bu da bir iklimle ilgili afetin diğer iklimle ilgili afetleri güçlendirebileceği veya zayıflatabileceği ve dolayısıyla sosyoekonomik etkileri daha da kötüleştirebileceği anlamına gelir. Birbirine bağlı iklimle ilgili afetler, hesaba katılması zor olan karmaşık etkileşimlere yol açabilir. Örneğin, aşırı sıcaklıklar kuraklık koşullarıyla ilişkilidir (Chikamoto ve diğerleri, 2017^[61]) (Karl ve diğerleri, 2012^[62]), bu da orman yangınlarının ortaya çıkmasını ve yoğunluğunu kolaylaştırabilir (Littell ve diğerleri, 2016^[63]). Benzer şekilde, Brezilya, ekili alanları etkileyen kuraklık koşulları yaşıyor ve bu da gıda tedarikinde bir etki olduğunu gösteriyor. Sonuçlar, Brezilya'nın 2018 ile 2020 arasında, bir kısmının çoğunlukla ormansızlaşma yoluyla insan faaliyetlerinden kaynaklanan bir yanma yoğunlaşması yaşadığını gösteriyor (Pivello ve diğerleri, 2021^[64]). Ayrıca, kuraklık olaylarının Brezilya'daki yangınların yoğunlaşmasıyla ilişkili olduğu görülmüştür (Cunha ve diğerleri, 2019^[65]), Brezilya'daki kuraklık ve orman yangınları gibi iklimle ilgili tehlikeler arasındaki bağlantıyı göstermektedir. Bunun, bu makalede hesaba katılmayan başka sosyoekonomik etkileri olabilir; örneğin, Brezilya'nın hidroelektrik üretimine büyük ölçüde bağımlı olması nedeniyle 2021'de enerji krizine neden olan ciddi kuraklık koşulları gibi (IEA, 2021^[66]) (Millard ve Chediak, 2021^[67]). İklimle ilgili tehlikelerin artan sıklığı ve yoğunluğu, daha fazla gıda, su ve enerji güvensizliğine yol açmakta ve iklim değişikliği sorunlarının ele alınmasının aciliyetini vurgulamaktadır.

Bu makale, incelenen tüm ülkelerde aşırı sıcaklık olaylarının önemli bir etkisini göstererek, kanıta dayalı adaptasyon planları geliştirmenin acil bir ihtiyaç olduğunu göstermektedir. 2017'de dünya nüfusunun yaklaşık %30'u ölümcül sıcağa maruz kalmıştır (Mora ve diğerleri, 2017^[68]), ve dünya nüfusunun yaklaşık %54'ünün 2100 yılına kadar 2°C'lik bir ısınmayla yılda 20 günden fazla tehlikeli sıcağa maruz kalması bekleniyor (Jay ve diğerleri, 2021^[69]). Klima dünya çapında daha yaygın olarak bulunsa da, en savunmasız topluluklar için mali açıdan karşılanamaz olmaya devam ediyor ve çevresel açıdan maliyetli (IEA, 2018)^[70]). Evler ve bireyler için soğutma ihtiyaçları ile soğutma kapasiteleri arasındaki tutarsızlık, diğer adıyla soğutma açığı, aşırı ısınmanın etkileri nedeniyle politika gündeminde bir endişe kaynağıdır.

artan morbidite ve hastane yatışlarından ruh sağlığı sorunlarına, olumsuz gebelik ve doğum sonuçlarına, artan sağlık hizmeti maliyetlerine ve siyasi istikrarsızlığa kadar ısı aralığı. Örneğin, son kanıtlar aşırı sıcaklıkların artan ruh sağlığı ile ilgili hastane yatışlarıyla ilişkili olduğunu bulmuştur (Hayward ve Ayeb-Karlsson, 2021^[71]) ve intihar oranları (Burke ve diğerleri, 2018^[72]) Örneğin, intihar oranları, ABD ilçelerinde ve Meksika belediyelerinde aylık ortalama sıcaklıklarda 1°C'lik bir artış için sırasıyla %0,7 ve %2,1 arttı (Burke ve diğerleri, 2018^[72]), dünya genelinde tehlikeli sıcaklıklarla ilgili sorunların acilen ele alınması gerektiğini gösteriyor.

Bu makalede seçilen farklı iklimle ilgili tehlikeler, bazı ülkelerin diğerlerinden daha fazla etkilendiğini de göstermektedir. Örneğin, aşırı yağış göstergesi, aşırı yağış için önemli etkilerin gözlemlendiği ülkeleri göstermektedir ve bu ülkelerde aşırı yağış için erken uyarı politikalarının önemli olabileceğini göstermektedir. Her yıl şiddetli olaylar iyi tahmin edilmektedir ancak hidro-meteorolojik olayların tahmini ve uyarıları arasındaki boşluk can kayıplarına ve mülk ve altyapıda önemli hasara neden olmaktadır (WMO, 2015^[73]). Ayrıca, özellikle En Az Gelişmiş Ülkeler ve Küçük Ada Gelişmekte Olan Devletleri'nde (SIDS) hidro-meteorolojik olaylara ilişkin gözlemlerin uluslararası değişiminde önemli boşluklar bulunmaktadır (WMO, 2021^[74]). Aslında Latin Amerika ve Afrika, dünyada yoğun hava istasyonu ağlarına sahip en az donanımlı bölgeler arasındadır (WMO, 2021^[74]), bu makale Orta ve Güney Amerika'daki en az beş ülkenin çok şiddetli yağışlı gün sayısı yaşadığını göstermesine rağmen.

6 Güçlü ve zayıf yönleri

Bu makale, ulusal ve alt ulusal düzeyde iklimle ilgili tehlikelere maruz kalan insanların ve varlıkların (yani, yerleşik alanlar, tarım arazileri, ormanlar) tehlike yaygınlığını ve maruziyetini değerlendirmek için bir metodoloji önermektedir. Ülkeler arasında ve ülkeler içinde iklimle ilgili tehlikelerin etkisini değerlendirmek için yüksek uzaysal-zamansal çözünürlüğe sahip veri kaynaklarını kullanır.

İklimle ilgili tehlikelere gerçek maruziyetin aşırı veya az tahmin edilebileceğini vurgulamak önemlidir. Örneğin, 300 m mekansal çözünürlüğe sahip 2020 küresel arazi örtüsü haritasının 1344 örnekte değerlendirilmiş doğruluğu %70,5'tir (Defourny ve diğerleri, 2021^[75]), 100 m mekansal çözünürlüğe sahip arazi örtüsü haritalarının genel haritalama doğruluğu %80'in biraz üzerindedir (%80,6 2015'te, %80,3 2019'da) (Buchhorn ve diğerleri, 2020^[54]). Bu, CEOS Arazi Ürünü Doğrulamasına göre istatistiksel doğrulama gerekliliklerini karşılamaktadır ancak bu veri kaynağı ile diğer veri kaynakları arasında bir miktar yanlış sınıflandırma ve farklılık olması muhtemeldir; bu durum, tarım arazilerine veya ormanlara odaklanan maruz kalma göstergelerinin sonuçlarını etkileyebilir.

Bu makale, orman yangınlarını üç tehlike ve maruz kalma göstergesi (Tablo 4) aracılığıyla değerlendirir. Bu, yanmış alanları ve orman yangınına eğilimli alanları araştırmak için ex-ante ve ex-post veri kaynaklarını içerir. Ek olarak, analiz edilen veri kaynakları yangınların yangın boyutuna göre filtrelenmesine izin vererek, yönetilen yakmanın manzaranın kültürel kullanımının ve yönetiminin bir parçası olduğu belirli ülkelerde yaygın olabilecek 'küçük' yangınları hariç tutmayı tamamen mümkün kılar. Ancak, Küresel Yangın Atlası'nın (yani MODIS MCD614 ürünü) temel altta yatan verilerinin piksel boyutu 25 hektardır (500 m mekansal çözünürlük). Çok az yönetilen yangının 25 hektarı aştığı düşünüldüğünde, bu yangın olayları çoğunlukla MODIS MCD614 ürünüde haritalanmaz ve bu 'reçeteli' veya 'yönetilen' yangınların çoğunun bu makalede geliştirilen göstergeler için hariç tutulabileceği iddiasını güçlendirir. Bununla birlikte, bazı ülkelerde, Avustralya ve Amerika Birleşik Devletleri gibi daha büyük 'yönetilen' yangınlar mümkündür. Örneğin, kuzey Avustralya'da meydana gelen savan yakma, binlerce yıl öncesine dayanan yerlilerin arazi yönetimi için uzun bir geçmişine sahiptir. Bu uygulamalar, ekosistemleri bu tür yönetilen yangın rejimleri ve geleneksel arazi yönetimi altında sık sık yangınlara maruz bırakmıştır ve Avustralya'nın savan yangın yönetimi için giderek daha fazla yeniden tanıtılmaktadır. Bu uygulamalar, büyük 'yönetilen' yangınlar bu ülkeler için orman yangını göstergelerinden hariç tutulamayacağından, sonuçları yorumlarken dikkate alınmalıdır. Ayrıca, uzaktan algılama ürünü çözünürlüğünün altındaki küçük orman yangınları bu analizde temsil edilmemektedir.

7

Sonuçlar ve sonraki adımlar

Bu makale, ulusal ve alt ulusal düzeylerde ve küresel coğrafi kapsamla seçili iklimle ilgili doğal afetler için maruz kalma göstergeleri geliştirmektedir (bu makalede gösterilen sonuçlar, sunum kolaylığı için 52 IPAC ülkesiyle sınırlıdır). Bu, gözlemleri yüksek bir mekansal ve zamansal çözünürlükte özetleyerek ve bunları nüfusları, doğal varlıkları veya inşa edilmiş varlıkları tanımlayan coğrafi veri kaynaklarıyla birleştirerek elde edilir. Küresel veri kaynaklarının kullanılması, bir ülke içinde ve ülkeler arasında iklimle ilgili afetlere maruz kalmanın araştırılmasını ve karşılaştırılmasını sağlar.

Sonuçlar, çoğu IPAC ülkesinde nüfusun yüksek bir oranının ciddi aşırı sıcaklık koşullarına maruz kaldığını göstermektedir; aşırı sıcaklık olan gün sayısının iklim değişikliği nedeniyle artması beklendiği düşünüldüğünde bu endişe vericidir. IPAC ülkelerindeki ekili alanların çoğunluğu da ortalamanın üzerinde yağışlı gün sayısı yaşamaktadır. Ancak, IPAC ülkelerinin ekili alanlarının yalnızca küçük bir alt kümesi ortalamanın üzerinde 7 günden fazla yağışa maruz kalmaktadır. Orman yangını açısından, ülkelerin küçük bir alt kümesi yanan alanların çoğunluğunu oluşturmaktadır. Örneğin, küresel olarak yanan alanların %20'si 2017 ile 2021 yılları arasında on IPAC ülkesinde meydana gelmiştir. Daha da önemlisi, bu ampirik kanıt gözlemlenen geçmiş koşullara dayanmaktadır ve genel olarak iklim değişikliği nedeniyle kötüleşmesi beklenmektedir.

Gelecekteki olası çalışmalar açısından, uygun tehlike ve varlık veri kaynakları belirlenebildiği takdirde, ek göstergeler geliştirmek için benzer bir metodoloji kullanılabilir. Gelecekte aşağıdaki eklemeler araştırılabilir:

- **Diğer tehlike türleri:** Büyüme mevsimi boyunca ormanların kuraklığa maruz kalmasını veya tarım arazilerinin aşırı yağışa maruz kalmasını değerlendirmek için daha uygun veri kaynakları belirlemek gibi mevcut göstergelerin uzantıları. Bu makalede şu anda hesaba katılmayan diğer iklimle ilgili tehlikeler de, örneğin yıldırım düşmeleri, heyelanlar, dolu fırtınası veya kar yağışı olayları, deniz seviyesinin yükselmesi veya okyanus asitlenmesi gibi, giderek daha fazla izlenebilir hale gelebilir.
- **Diğer varlık sınıfları:** Örneğin, aşırı yağışa maruz kalan tarımsal katma değer veya istihdam yüzdesi, ısı stresine maruz kalan yaş grupları veya hayvancılık yüzdesi; yanan veya orman yangınına maruz kalan hassas ekosistemler, korunan alanlar; maruz kalan altyapı veya maruz kalan GSYİH veya İnsani Gelişme Endeksi (HDI).

Bu makalede geliştirilen çalışmayı daha da geliştirmek ve genişletmek için sonraki çalışmalarda aşağıdaki yönler de araştırılabilir:

- **Kullanıcı ihtiyaçlarını açıkça belirtin:** Uygun küresel veri kaynaklarının eksikliği, bazı iklimle ilgili tehlikeler için göstergelerin geliştirilmesini engellemektedir. Ayrıca, mevcut bazı veri kaynakları iklimle ilgili bir tehlikeyi değerlendirmek için ideal olmayabilir.
- **Güvenlik Açığı:** İlişkili riski tam olarak tanımlamak, maruz kalan kişilerin veya varlıkların kırılganlığını da dikkate almayı gerektirir. Kırılganlık hakkında uygun verilerin bulunması beklenirken, bu görev gelecekteki çalışmalar için bir seçenek olmaya devam etmektedir. İlgili çalışma, EPOC'nin 2023-24 Çevresel Adalet PWB'si kapsamında planlanmakta ve ilgili çalışma IPAC İklim Eylem Panosu için de öngörülmektedir.
- **Projeksiyonlar:** Bu makale, tarihsel olaylara dayalı tarihsel verilere veya tehlike haritalarına odaklanmaktadır. Temsili Konsantrasyon Yolları (RCP) veya Paylaşılan Sosyoekonomik Yollar (SSP) ile iklim projeksiyon verilerini keşfetmek, farklı gelecek senaryoları altında iklimle ilgili tehlikelere maruz kalmanın değerlendirilmesini sağlayacaktır.

Referanslar

- Alfieri, L. ve diğerleri (2017), "Daha sıcak bir dünyada nehir taşkını riskinin küresel projeksiyonları", *Dünya'nın Geleceği*, Cilt 5/2, s. 171-182, <https://doi.org/10.1002/2016ef000485> . [46]
- Armstrong, B. ve diğerleri (2019), "Yüksek Sıcaklıkla İlişkide Nemin Rolü Ölüm Oranı: Çok Ülkeli, Çok Şehirli Bir Çalışma", *Çevresel Sağlık Perspektifleri*, Cilt 127/9, s. 097007-1-097007-8, <https://doi.org/10.1289/EHP5430> . [77]
- Artés, T. ve diğerleri (2019), "Yangın rejimleri ve yangın risklerinin analizi için küresel bir orman yangını veri seti davranış", *Bilimsel Veriler*, Cilt 6/1, s. 1-11, <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0312-2> . [82]
- Badgley, G. ve diğerleri (2022), "Başlık Kaliforniya'nın orman karbon dengeleme tampon havuzu ciddi şekilde "sermayesi yetersiz", <https://doi.org/10.1101/2022.04.27.488938> . [41]
- Balch, J. ve diğerleri (2017), "İnsan kaynaklı orman yangınları, yangın alanını Amerika Birleşik Devletleri genelinde genişletiyor", *Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Bilimler Akademisi Bildirileri*, Cilt 114/11, <https://doi.org/10.1073/pnas.1617394114> . [35]
- Birkmann, J. (2015), "Kayıp ve hasar riskinin değerlendirilmesi: maruz kalma, savunmasızlık ve risk "Farklı ülke sınıflandırmaları için iklimle ilgili tehlikeler", *Uluslararası Küresel Isınma Dergisi*, Cilt 8/2, s. 191-212, <https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/IJGW.2015.071963> (2 Kasım 2021'de erişildi). [60]
- Bowman, D. ve diğerleri (2020), "Antropocen'de bitki örtüsü yangınları", *Doğa İncelemeleri Dünya ve Çevre*, Cilt 1/10, s. 500-515, <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0085-3> . [36]
- Buchhorn, M. ve diğerleri (2020), *Copernicus Global Land Service: Arazi Örtüsü 100m: Sürüm 3 Globe 2015-2019: Ürün Kullanıcı Kılavuzu*, VITO, Cenevre, https://land.copernicus.eu/global/sites/cgls.vito.be/files/products/CGLOPS1_PUM_LC100m-V3_I3.4.pdf (14 Eylül 2021'de erişildi). [54]
- Burkart, K. ve diğerleri (2021), "Optimum olmayan sıcaklığın nedene özgü göreceli risklerinin tahmini Günlük ölüm oranı üzerine: Küresel Hastalık Yüğü Çalışmasına uygulanan iki parçalı bir modelleme yaklaşımı" *Lancet'in*, Cilt 398/10301, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01700-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01700-1) . [3]
- Burke, M. ve diğerleri (2018), "Daha yüksek sıcaklıklar Amerika Birleşik Devletleri'nde intihar oranlarını artırıyor ve Meksika", *Doğa İklim Değişikliği*, Cilt 8/8, <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0222-x> . [72]
- Burke, M., S. Hsiang ve E. Miguel (2015), "Sıcaklığın ekonomik büyüme üzerindeki küresel doğrusal olmayan etkisi üretme", *Doğa*, Cilt 527/7577, s. 235-239, <https://doi.org/10.1038/nature15725> . [17]

- Burke, M., S. Hsiang ve E. Miguel (2015), "Sıcaklığın ekonomik büyüme üzerindeki küresel doğrusal olmayan etkisi üretme", *Doğa*, Cilt 527/7577, <https://doi.org/10.1038/nature15725> . [81]
- Butry, D., J. Prestemon ve D. Thomas (2014), *Bildirilen sigara içme oranındaki düşüşün araştırılması 2000'den 2011'e kadar ABD'de orman yangınlarına neden oldu*, <https://doi.org/10.1071/WF13146> . [38]
- Chen, C. ve diğerleri (2015), *Notre Dame Üniversitesi Küresel Uyum Endeksi: Ülke Endeksi Teknik Rapor*, Notre Dame Üniversitesi, <http://index.gain.org/about/reference>. (19 Temmuz 2021'de erişildi). [15]
- Chikamoto, Y. ve diğerleri (2017), "İklim, kuraklık ve orman yangınının çok yıllık öngörülebilirliği Güneybatı Kuzey Amerika", *Nature Scientific Raporları*, Cilt 7/1, s. 1-12, <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06869-7> . [61]
- İklim Merkezi ve Dalgalanan Denizler (2018), *Kıyı Taşkınlarına ve Deniz Seviyesine Karşı Hassas Alanlar Yükselmek*. [50]
- Copernicus İklim Değişikliği Servisi (2021), *Referans dönemini 1981-2020'den 2020'ye değiştirmek C3S İklim Bülteni için 1991-2020*, Copernicus İklim Değişikliği Servisi. [79]
- KREDİ (2019), *Doğal Afetler 2019*, Afet Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi, Brüksel, http://file:///C:/Users/Maes_M/Downloads/adsr_2019.pdf (6 Temmuz 2021'de erişildi). [6]
- Cunha, A. ve diğerleri (2019), "2011'den 2019'a Brezilya'daki Aşırı Kuraklık Olayları", *Atmosfer*, Cilt 10/11, s. 642, <https://doi.org/10.3390/ATMOS10110642> . [65]
- Davies, I. ve diğerleri (2018), "Renkli toplulukların orman yangınlarına karşı eşitsiz kırılganlığı", *PLoS BİR*, Cilt 13/11, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205825> . [37]
- Defourny, P. ve diğerleri (2021), *Ürün Kullanıcı Kılavuzu Şartname: ICDR Arazi Örtüsü 2016-2020*, Avrupa Orta Vadeli Hava Tahminleri Merkezi. [75]
- Dorigo, W. ve diğerleri (2017), "Dünya sistemi anlayışının iyileştirilmesi için ESA CCI Toprak Nemi: "Son teknoloji ve geleceğe yönelik yönelimler", *Çevrenin Uzaktan Algılanması*, Cilt 203, s. 185-215, [Türkçe: https://doi.org/10.1016/j.RSE.2017.07.001](https://doi.org/10.1016/j.RSE.2017.07.001) . [33]
- Dottori, F. ve diğerleri (2021), *Avrupa ve Akdeniz Havzası bölgesi için nehir taşkını tehlike haritaları. Avrupa Komisyonu, Ortak Araştırma Merkezi, Avrupa Komisyonu, Ortak Araştırma Merkezi (JRC)*. [47]
- AEA (2021), *Avrupa'nın değişen iklim tehlikeleri — endeks tabanlı etkileşimli bir AÇA raporu*, Avrupa Çevre Ajansı, Kopenhag. [26]
- EFFİS (2019), *Kullanıcı Kılavuzu*, Avrupa Orman Yangını Bilgi Sistemi, <https://doi.org/10.24381/cds.0e89c522> . [88]
- ETC-CCA (2020), *Avrupa için iklimle ilgili tehlike endeksleri*, Avrupa İklim Konu Merkezi Değişim, Bologna, <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-cca/products/etc-ccareports/climate-related-hazard-indices-for-europe> (30 Haziran 2021'de erişildi). [9]
- Avrupa Komisyonu (2021), *Kullanıcı Kılavuzu Genel açıklama*, Kopernik İklim Değişikliği Hizmet, <https://git.ecmwf.int/projects/CEMSF/repos/geff/browse> . [84]
- Gıda ve Tarım Örgütü (2021), *İstatistik Yıllığı 2021*, <https://doi.org/10.4060/cb4477tr> . [56]

- Gıda ve Tarım Örgütü (2021), *Afet ve krizlerin tarım ve gıda güvenliğine etkisi: 2021*, Yiyecek ve Birleşmiş Milletler Tarım Örgütü, Roma, <https://www.fao.org/3/cb3673tr/cb3673tr.pdf> (19 Haziran 2022'de erişildi). [31]
- Gıda ve Tarım Örgütü (2020), *Dünya Ormanlarının Durumu 2020. Ormanlar, biyolojik çeşitlilik ve insanlar*. [59]
- Felipe Galizia, L. ve diğerleri (2021), "Uzaktan algılanan yangın veri kümelerinin doğruluğunun değerlendirilmesi Güneybatı Akdeniz Havzası", *Doğal Afetler ve Dünya Sistem Bilimleri*, Cilt 21/1, <https://doi.org/10.5194/nhess-21-73-2021>. [42]
- Field, R. (2020), "Küresel Yangın Hava Durumu Veritabanı yeniden analizinin ve kısa vadeli tahminin değerlendirilmesi ürünler", *Doğal Afetler ve Dünya Sistem Bilimleri*, Cilt 20/4, <https://doi.org/10.5194/nhess-20-1123-2020>. [44]
- Freire, S. ve diğerleri (2016), "Yeni açık ve özgür çok zamanlı küresel nüfusun geliştirilmesi 250 m çözünürlükte ızgaralar", *ATİK*, s. 6, https://agileonline.org/conference_paper/cds/agile_2016/shortpapers/152_Paper_in_PDF.pdf (23 Eylül 2021'de erişildi). [53]
- Küresel Gıda Krizlerine Karşı Ağ (2022), *Gıda krizlerine ilişkin küresel rapor: Ortak analiz daha iyi kararlar*, Gıda Güvenliği Bilgi Ağı, [Türkçe: https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000138913/download/?_ga=2.206764691.1871800038.1655125518-95910970.1655125518](https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000138913/download/?_ga=2.206764691.1871800038.1655125518-95910970.1655125518) (13 Haziran 2022'de erişildi). [45]
- Goldammer, J. ve diğerleri (2018), *GAW Raporu, 235. Bitki Örtüsü Yangını ve Duman Kirliliği Uyarısı ve Danışma Sistemi (VFSP-WAS): Kavram Notu ve Uzman Önerileri*, Dünya Meteoroloji Örgütü. [43]
- Gruber, A. ve diğerleri (2019), "ESA CCI Toprak Nem iklim veri kayıtlarının evrimi ve bunların temel birleştirme metodolojisi", *Dünya Sistem Bilimi Verileri*, Cilt 11/2, s. 717-739, <https://doi.org/10.5194/ESSD-11-717-2019>. [34]
- Hayward, G. ve S. Ayeb-Karlsson (2021), "'Boş Gözle Görmek': bir sistem yaklaşımı Bangladeş'te iklim değişikliğini ve ruh sağlığını anlamak" *İklim Değişikliği*, Cilt 165/1-2, <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03053-9>. [71]
- Head, K. ve diğerleri (2018), *Web Ek D: Kapalı alanların etkisine ilişkin sistematik inceleme raporu sağlıkta ısı*, Dünya Sağlık Örgütü, Cenevre, <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/275842/WHO-CED-PHE-18.05-eng.pdf> (26 Ekim 2021'de erişildi). [19]
- Hersbach, H. ve diğerleri (2018), *ERA5 saatlik verileri 1979'dan günümüze tek seviyelerde. Copernicus İklim Değişikliği Servisi (C3S) İklim Veri Deposu (CDS)*. [22]
- Hofste, R. ve diğerleri (2019), *Su Kemerleri 3.0: Güncellenmiş Karar Algılayıcı Küresel Su Riski Göstergeleri*, Dünya Kaynakları Enstitüsü, Washington, DC, <https://www.wri.org/publication/aqueduct-30>. (1 Mayıs 2022'de erişildi). [51]
- Hsiang, S., K. Meng ve M. Cane (2011), "İç çatışmalar küresel iklimle ilişkilidir", *Doğa*, Cilt 476/7361, <https://doi.org/10.1038/nature10311>. [80]

- IEA (2021), *İklim Dayanıklılığı: Elektrik Güvenliği 2021*, Uluslararası Enerji Ajansı, Paris, https://iea.blob.core.windows.net/assets/62c056f7-deed-4e3a-9a1fa3ca8cc83813/İklim_Dayanıklılığı.pdf (17 Haziran 2022'de erişildi). [66]
- Uluslararası Enerji Ajansı (2018), *Soğutmanın Geleceği – Analiz*. [70]
- IEA ve CMCC (2022), *Enerji Tüketimi için Hava Durumu*, <https://www.iea.org/articles/weather-for-enerji-izleyici> (17 Haziran 2022'de erişildi). [76]
- IPCC (2022), *İklim Değişikliği 2022: Etkiler, Uyum ve Savunmasızlık*, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, https://report.ipcc.ch/ar6wg2/pdf/IPCC_AR6_WGII_FinalDraft_FullReport.pdf (10 Mart 2022'de erişildi). [2]
- IPCC (2021), *İklim Değişikliği 2021: Fiziksel Bilim Temeli. Çalışma Grubunun Katkısı Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin Altıncı Değerlendirme Raporuna*, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, Cenevre. [11]
- IPCC (2014), *İklim Değişikliği 2014: Etkiler, Uyum ve Savunmasızlık. Bölüm A: Küresel ve Sektörel Yönler. Çalışma Grubu II'nin Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin Beşinci Değerlendirme Raporuna Katkısı*, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, Cambridge. [13]
- ISDR (2005), *Hyogo Eylem Çerçevesi 2005 - 2015: Ulusların ve Topluluklar Afetlere*, Uluslararası Afet Azaltma Stratejisi, Hyogo, <http://www.unisdr.org/wcdr> (21 Temmuz 2021'de erişildi). [14]
- Jay, O. ve diğerleri (2021), *Sıcak havanın ve aşırı sıcakların sağlık üzerindeki etkilerini azaltmak: kişisel soğutma stratejilerinden yeşil şehirlere*, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01209-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01209-5). [69]
- Kaplan, J. ve K. Lau (2021), "WGLC küresel ızgaralı yıldırım iklimi ve zaman serisi", *Dünya Sistem Bilimi Verileri*, Cilt 13/7, s. 3219-3237, <https://doi.org/10.5194/essd-13-3219-2021>. [89]
- Karl, T. ve diğerleri (2012), "ABD Sıcaklık ve Kuraklık: Son Anomaliler ve Trendler", *Eos*, Cilt 93/47, s. 473-474, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1029/2012EO470001> (2 Kasım 2021'de erişildi). [62]
- Karl, T., N. Nicholls ve A. Ghazi (1999), "CLIVAR/GCOS/WMO Endeksler ve İklim Uç Noktaları Göstergeleri Çalıştayı Özeti", *Hava ve İklim Ekstremleri*, s. 3-7, https://doi.org/10.1007/978-94-015-9265-9_2. [21]
- Kirchmeier-Young, M. ve X. Zhang (2020), "İnsan etkisi aşırı Kuzey Amerika'daki yağış miktarı." *Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Bilimler Akademisi Bildirileri*, Cilt 117/24, s. 13308-13313, <https://doi.org/10.1073/pnas.1921628117>. [23]
- Leverkus, A. ve diğerleri (2022), "Ağaç dikme hedefleri orman yangınlarını da hesaba katmalıdır", *Bilim*, Cilt 376/6593, s. 588-589, [Türkçe: https://doi.org/10.1126/SCIENCE.ABP8259/ASSET/8308AAE6-8A6D-42AD-A9EF-C855E50B808C/ASSETS/IMAGES/LARGE/SCIENCE.ABP8259-F1.JPG](https://doi.org/10.1126/SCIENCE.ABP8259/ASSET/8308AAE6-8A6D-42AD-A9EF-C855E50B808C/ASSETS/IMAGES/LARGE/SCIENCE.ABP8259-F1.JPG). [40]

- Limaye, V. ve diğerleri (2018), "Doğu Bölgesinde İklim Değişikliği ve Isıyla İlgili Aşırı Ölüm Oranı AMERİKA", *EkoSağlık* 2018 15:3, Cilt 15/3, s. 485-496, <https://doi.org/10.1007/S10393-018-1363-0> . [18]
- Littell, J. ve diğerleri (2016), "Amerika Birleşik Devletleri'nde kuraklık ve orman yangını arasındaki ilişkilerin incelenmesi Devletler", *Küresel Değişim Biyolojisi*, Cilt 22/7, s. 2353-2369, <https://doi.org/10.1111/GCB.13275> . [63]
- Li, Y. ve diğerleri (2019), "Aşırı yağış, mısır veriminde, benzer büyüklükte bir kayba yol açar ABD'de aşırı kuraklık", *Küresel Değişim Biyolojisi*, Cilt 25/7, <https://doi.org/10.1111/gcb.14628> . [24]
- Manzanas, R. ve diğerleri (2020), *İş Paketi 6 Teslimat 6.3 Güvenilirlik ve Seçili sektörel INDECIS endekslerinin (geriye dönük tahmin türü) mevsimsel tahminleriyle ilişkili belirsizlikler Avrupa'daki Yangın Hava Durumu Endeksi (INDECIS-ISD 128) bileşenlerinin mevsimsel öngörülebilirliği*. [83]
- Marin-Ferrer, M., L. Vernaccini ve K. Poljansek (2017), *Risk Yönetimi INFORM Endeksi Kavram ve Metodoloji Raporu — Sürüm 2017*, Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi, Ispra. [10]
- Millard, P. ve M. Chediak (2021), "Küresel Enerji Krizi Kuraklıktan Etkilenen Güney'e Geliyor Amerika - Bloomberg", *Bloomberg Yeşili*, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-10-03/küresel-enerji-krizi-kuraklik-vuruklu-guney-amerika'ya-geldi> (2 Kasım 2021'de erişildi). [67]
- Mora, C. ve diğerleri (2017), "Ölümcül sıcaklığın küresel riski", *Doğa İklim Değişikliği*, Cilt 7, s. 501-506, <https://doi.org/10.1038/NCLIMATE3322> . [68]
- Muis, S. ve diğerleri (2016), "Fırtına dalgalarının ve aşırı deniz seviyelerinin küresel yeniden analizi", *Doğa İletişimler*, Cilt 7/1, s. 1-12, <https://doi.org/10.1038/ncomms11969> . [52]
- Münih RE (2022), *Kasırgalar, soğuk dalgalar, hortumlar: ABD'de hava felaketleri hakim 2021'deki doğal afet kayıpları*, <https://www.munichre.com/tr/şirket/medya-iliskileri/medya-bilgilendirmesi-ve-kurumsal-haberler/medya-bilgilendirmesi/2022/doğal-felaket-kayıpları-2021.html> (10 Haziran 2022'de erişildi). [4]
- OECD (2022), *OECD Bölgesel İstatistikleri*, OECD Yayıncılık, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/bölge-verileri-en> . [57]
- OECD (2022), *Faaliyete göre katma değer (gösterge)*, doi: 10.1787/a8b2bd2b-en (01 tarihinde erişildi Haziran 2022). [55]
- OECD (2021), *Kıyı alanlarının yönetiminde değişen iklime uyum*, Organizasyon Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma, Paris, https://www.oecdilibrary.org/environment/adapting-to-a-changing-climate-in-the-management-of-coastalzones_b21083c5-tr (2 Şubat 2022'de erişildi). [48]
- OECD (2020), *Paris Anlaşması ile Sendai Çerçevesi Arasındaki Ortak Zemin : İklim Değişikliğine Uyum ve Afet Riskinin Azaltılması*, OECD Yayıncılık, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/3edc8d09-tr> . [7]
- OECD (2019), *Yükselen Denizlere Yanıt: OECD Ülkelerinin Kıyı Sularının Artmasıyla Mücadele Yaklaşımları Riskler*, OECD Yayıncılık, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264312487-tr> . [49]

- OECD (2017), *Tarım İçin Su Riski Sıcak Noktaları*, OECD Su Çalışmaları, OECD Yayıncılık, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264279551-tr> . [30]
- OECD (2016), *Tarımda Kuraklık ve Sel Baskınlarının Azaltılması: Politika Dersleri ve Yaklaşımlar*, OECD Su Çalışmaları, OECD Yayınları, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264246744-tr> . [29]
- Perkins, S. ve L. Alexander (2013), "Isı Dalgalarının Ölçümü Üzerine", *İklim Dergisi*, Cilt 26/13, s. 4500-4517, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00383.1> . [20]
- Pesaresi, M. ve diğerleri (2017), *İnsan Gezegeni Atlası 2017: Doğal Tehlikelere Küresel Maruziyet*, Avrupa Birliği. [87]
- Petroliagkis, T. ve A. Alessandrini (2021), *İklim Değişikliği Etkisinin Taranması ve Seçilmesi* *Göçün Potansiyel Sürücülerini Olarak Parametreler*, Ortak Araştırma Merkezi, <https://doi.org/10.2760/455010> . [25]
- Pivello, V. ve diğerleri (2021), "Brezilya'nın felaket niteliğindeki yangınlarını anlamak: Nedenler, sonuçlar ve "Gelecekteki trajedileri önlemek için politikaya ihtiyaç var", *Ekoloji ve Korumada Perspektifler*, Cilt 19/3, s. 233-255, <https://doi.org/10.1016/J.PECON.2021.06.005> . [64]
- Price, C. (2009), "Daha kuru bir iklim daha fazla yıldırıma mı yol açacak?" *Atmosferik Araştırma*, Cilt 91/2-4, s. 479-484, <https://doi.org/10.1016/J.ATMOSRES.2008.05.016> . [90]
- Kraliyet Komisyonu (2020), *Ara gözlemler*, Ulusal Doğa Koruma Komisyonu Afet Düzenlemeleri, Canberra. [58]
- Simpson, N. ve diğerleri (2021), "Karmaşık iklim değişikliği risk değerlendirmesi için bir çerçeve", *Bir Toprak*, Cilt 4/4, s. 489-501, <https://doi.org/10.1016/J.ONEEAR.2021.03.005> . [11]
- Yani Haya ve İlyas (2022), *Gönüllü Kayıt Ofsetleri Veritabanı*, Berkeley Karbon Ticareti Proje, Kaliforniya Üniversitesi, Berkeley. [39]
- Spawn, S. ve diğerleri (2020), "Yer üstü ve yer altı biyokütle karbonunun uyumlu küresel haritaları 2010 yılındaki yoğunluk", *Bilimsel Veriler*, Cilt 7/1, <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0444-4> . [85]
- Spinoni, J., G. Naumann ve J. Vogt (2017), "Pan-Avrupa mevsimsel eğilimleri ve son kuraklık sıklığı ve şiddetindeki değişiklikler", *Küresel ve Gezegenel Değişim*, Cilt 148, s. 113-130, [Türkçe: https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.11.013](https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.11.013) . [5]
- Lancet (2021), "Aşırı sıcak bir dünyada sağlık", *Lancet'in*, Cilt 398/10301, s. 641, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01860-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01860-2) . [16]
- BMMYK (2020), *Tehlike tanımı ve sınıflandırma incelemesi: Teknik rapor*, Birleşmiş Milletler Ofisi Afet Riskini Azaltma, Cenevre, https://www.ria.ie/sites/default/files/undrr_hazardreport_digital.pdf (9 Temmuz 2021'de erişildi). [8]
- BMMYK (2019), *Siklon rüzgarının 50, 100, 250, 500 ve 1000 yıllık dönüş periyotlu küresel modeli*, <https://data.humdata.org/dataset/cyclone-wind-100-years-return-period> (7 Haziran 2022'de erişildi). [86]
- BMMYK (2015), *Sendai Afet Riskini Azaltma Çerçevesi 2015 - 2030*, Birleşmiş Milletler Afet Riskini Azaltma Ofisi, New York. [12]

- Wang, W. ve diğerleri (2016), "Kuraklığın yayılması: Meteorolojik kuraklıktan tarımsal ve hidrolojik kuraklık", *Meteorolojideki Gelişmeler*, Cilt 2016, s. 1-5, <https://doi.org/10.1155/2016/6547209> . [28]
- Dünya Meteoroloji Örgütü (2021), *Sistemik Gözlemler Finansman Tesisi (SOFF): İlk Finansörler Forumu*, Dünya Meteoroloji Teşkilatı, Cenevre. [74]
- Dünya Meteoroloji Örgütü (2017), *WMO İklim Normallerinin Hesaplanmasına İlişkin Kılavuzları*, Dünya Meteoroloji Organizasyon, Cenevre. [78]
- Dünya Meteoroloji Örgütü (2015), *WMO'nun Çoklu Tehlike Etki Tabanlı Tahmin ve Uyarı Hizmetlerine İlişkin Yönergeleri*, Dünya Meteoroloji Örgütü, Cenevre. [73]
- Zeri, M. ve diğerleri (2021), "Kuraklık izlemede toprak neminin dahil edilmesinin önemi Brezilya yarı kurak bölgesi: JULES modeli, yerinde gözlemler ve uzaktan algılama kullanılarak yapılan bir değerlendirme", *İklim Dayanıklılığı ve Sürdürülebilirlik*, Cilt 1/1, <https://doi.org/10.1002/cli2.7> . [32]
- Ziese, M. ve diğerleri (2014), "GPCC Kuraklık Endeksi - yeni, birleşik ve ızgaralı küresel kuraklık "indeks", *Dünya Sistemi Bilimi Verileri*, Cilt 6, s. 285-295, <https://doi.org/10.5194/essd-6-285-2014> . [27]

Ek A. Her bir maruz kalma göstergesi için yöntemler

Bu makale, QGIS 2.18.2, Google Earth Engine, Python 3.9.6'da jupyter notebook 6.4.3 ve R 4.1.0'da base, doParallel, foreach, gdalUtils, ggplot2, iterators, parallel, purrr, raster, rgdal, sf, sp ve ncdf4 paketlerini kullanarak Rstudio aracılığıyla pozlama göstergeleri geliştirmek için tüm veri işleme ve istatistikleri yapar. Bu göstergeleri hesaplamak için tüm kaynak kodu bir Github deposunda saklanır ve talep üzerine kullanılabilir hale getirilecektir.

B.1. Nüfus ızgaralarının enterpolasyonu

Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi tarafından geliştirilen GHSL nüfus ızgaraları, 1975, 1990, 2000 ve 2015 hedef yılları için konut nüfusunun tahmin edilmesine olanak tanır (Freire ve diğerleri, 2016)^[53]. Bu, CIESIN GPWv4.10'dan alınan verilere dayanmaktadır ve kullanıcı ihtiyacına bağlı olarak 250 m veya 1 km'lik mekansal çözünürlüğe sahip hücre hücrelerine nüfus sayımı veya idari birimlerden daha fazla ayrıştırılmıştır (Freire ve diğerleri, 2016)^[53]. Bu çalışmada, 250 metre çözünürlükte hücre başına düşen insan sayısı olarak ifade edilen nüfus dağılımını gösteren mekansal raster veri seti kullanılmıştır.

Tehlike verisi kaynaklarının bazılarının 1979 ile 2021 arasında yıllık veya aylık verileri olduğundan, 1979 ile 2021 arasındaki tüm yıllar için nüfus verilerine sahip olmak arzu edilir. Ancak, GHSL nüfus ızgaraları daha önce belirtildiği gibi yalnızca 4 yıl için mevcuttur. Bu nedenle, bu makale, tehlike verilerinin yıllık veya aylık düzeyde mevcut olduğu maruziyet göstergeleri için nüfus verilerini doğrusal olarak interpolate eder; buna aşırı sıcaklık, kuraklık, orman yangını ve rüzgar tehditleri için maruziyet göstergeleri dahildir. Nüfus verilerinin doğrusal enterpolasyonu aşağıdaki örnekte olduğu gibi hesaplanır:

$$2003 = 2000 + 3 * \left(\frac{2005 - 2000}{2005 - 2000} \right)$$

Zamansal bir bileşeni olmayan tehlike verilerini içeren maruz kalma göstergeleri, 2000 ve 2015 nüfus ızgaralarından doğrusal enterpolasyona dayanan 2020 yılı hariç, doğrusal enterpolasyonlu nüfus verilerini kullanmaz. 2015'ten sonra nüfus ızgaraları kullanan tüm maruz kalma göstergeleri, 2020 nüfus ızgarasının GHSL sürümü yayınlanır yayınlanmaz güncellenecektir.

B.2. Aşırı sıcaklıklara maruz kalan nüfusun yüzdesi

Copernicus CDS sıcaklık verileri (ERA5), 1979'dan günümüze kadar kara yüzeyinden 2 m yükseklikte günlük minimum ve maksimum hava sıcaklığının piksel başına bilgisini içeren 0,25° mekansal çözünürlüğe (~ 27,75 km) sahip küresel bir ızgara ürünüdür (Hersbach ve diğerleri, 2018)^[22]. Bu veri kaynağı, OECD ve IEA'nın sıcak günlerin, tropikal gecelerin, buzlu günlerin sayısını değerlendiren göstergelerin ve iklimsel bir temele dayalı değişen sıcaklıkları değerlendiren göstergelerin geliştirilmesine yönelik hesaplamalarının temelini oluşturmaktadır (IEA ve CMCC, 2022^[76]).

Bu makale, çeşitli endeksler aracılığıyla mutlak bir eşik değerine dayalı olarak sıcaklık uçlarını ölçer. Maksimum günlük sıcaklığın 35°C'yi aştığı sıcak günleri, günlük minimum sıcaklığın 20°C'yi aştığı tropikal geceleri ve günlük maksimum sıcaklığın 0°C'nin altında olduğu buzlu günleri ölçer. Bu makale ayrıca, birleşik bir gösterge geliştirmek ve hem gündüz hem de gece sıcak olan günleri belirlemek için yukarıdaki endekslere dayalı olarak sıcak bir gün ve tropikal bir gece olarak deneyimlenen günleri ölçer. Son olarak, bu makale ayrıca aşağıdaki gibi diğer meteorolojik değişkenleri hesaba katan bir ısı stresi göstergesi geliştirir:

nem. Yüksek sıcaklıklardan kaynaklanan fizyolojik stresin nem daha yüksekse daha fazla olduğuna dair güçlü deneysel kanıtlar vardır; ancak, büyük epidemiyolojik modeller nem ile ısı stresi nedeniyle ölüm oranı arasında çok az ilişki bulmuştur (Armstrong ve diğerleri, 2019^[77]). Bununla birlikte, bu makale, hava sıcaklığının yanı sıra insan vücudunu etkileyen diğer atmosferik değişkenleri, yani rüzgar, radyasyon ve nemi içeren yoğun ısıyla ilgili olayları değerlendirmek için mutlak bir eşik değerine dayalı beşinci bir gösterge içerir. Bu makale, Evrensel Termal İklim Endeksi'ni (UTCI) kullanarak ısı stresini tahmin eder. 32°C ile 38°C arasındaki bir UTCI değeri güçlü ısı stresi, 38°C ile 46°C arasındaki çok güçlü ısı stresi ve 46°C'nin üzerindeki değerler aşırı ısı stresi olarak kabul edilir. UTCI, 1979'dan beri 0,25° mekansal çözünürlükte saatlik UTCI sağlayan Copernicus CDS ERA5 termal konfor yeniden analizinden (ERA5-HEAT) türetilmiştir (Hersbach ve diğerleri, 2018^[22]). Küresel İnsan Yerleşimleri nüfus izgaraları kullanılarak her ısı stresi seviyesiyle (güçlü, çok güçlü ve aşırı) ilişkili yıl başına gün sayısı üzerinden nüfus ağırlıklı bir ortalama hesaplanır. Nüfusun ısı stresine maruziyetindeki zaman içindeki değişimi tahmin etmek için bu makale, son 5 yıldaki farklı ısı stresi seviyelerine karşılık gelen yıl başına ortalama gün sayısını referans dönemiyle (1981-2010) karşılaştırır.

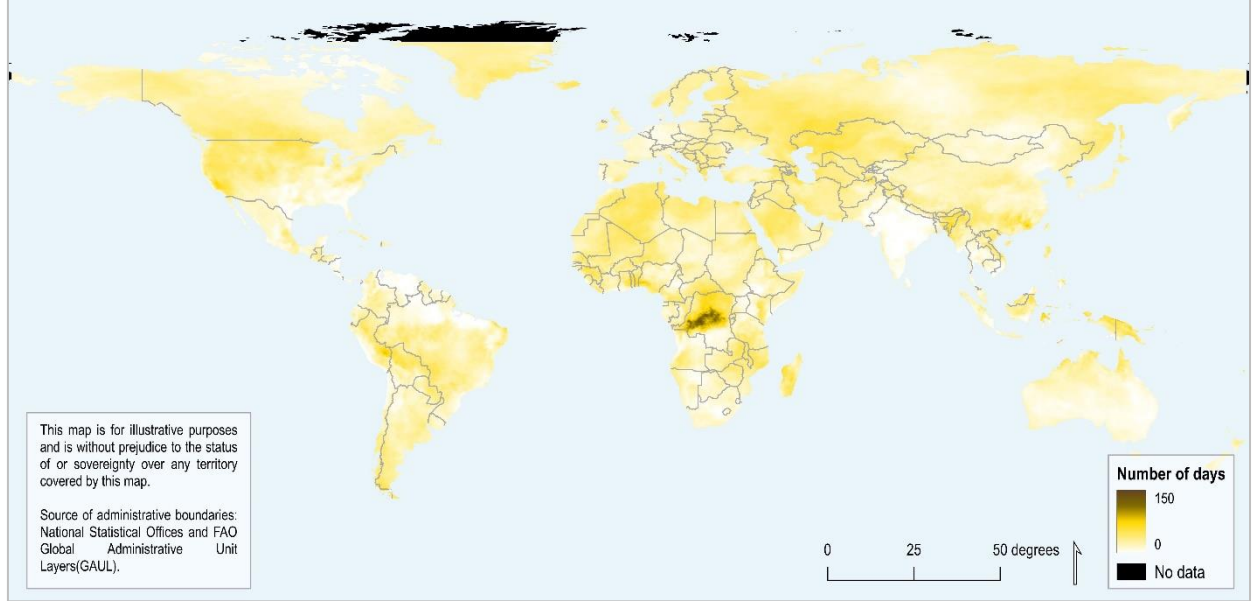
Bu makale ayrıca referans dönemiyle (1981-2010) karşılaştırıldığında sıcaklık değişimlerini değerlendirerek göreceli bir eşik değerine dayalı sıcaklık uçlarını da ölçer. Temel amaç, zaman içinde değişen sıcaklığı analiz etmektir. Bu nedenle makale, standart iklimsel normalin hesaplanması için WMO yönergelerini izleyen 1981 ile 2010 arasında bir referans dönemi seçer (WMO, 2017^[78]). WMO, her 10 yılda bir güncellenen 30 yıllık bir yuvarlanan dönem kullanılmasını önermektedir. WMO, kurumlar arasında standartlaştırma ve uyumlaştırma sağlamak amacıyla iklim değişikliğini değerlendirmek için tarihi bir temel dönem (1961-1990) ve en son 30 yıllık dönemi kullanmayı önermektedir. Genel olarak benimsenen 1961-1990 dönemi, uydu verilerinin yaygın olarak kullanılmasından önce başlar ve bu nedenle çoğu veri seti, bu makalede kullanılan Copernicus CDS sıcaklık verileri de dahil olmak üzere, zaman içinde bu kadar geriye gitmez. Bu nedenle, bu makale 1981'den 2010'a kadar olan temel dönemi kullanmaktadır. Ancak, 2021'in başından itibaren önerilen referans dönemi 1981-2010'dan daha yakın zamanda 1991-2020'ye değişti (WMO, 2017^[78]) (Copernicus İklim Değişikliği Servisi, 2021^[79]) ancak bu makalede bu kullanılmamıştır çünkü temel amaç daha önce belirtildiği gibi zaman içinde değişen sıcaklıkları analiz etmektir.

Makale, günlük maksimum sıcaklığın en düşük olduğu aşırı sıcak günleri hesaplayarak aşırı sıcak günleri ölçmektedir.⁶95'i aşırıyor^{inci} Belirli bir ülke için tüm referans dönemi (yani 1981-2010) boyunca günlük maksimum sıcaklığın yüzdelik değeri (Şekil A.1). Benzer şekilde, bu makale günlük minimum sıcaklığın 5'in altında olduğu aşırı soğuk günleri hesaplayarak aşırı soğuk günleri ölçer.^{inci} Referans periyodundaki (yani 1981-2010) günlük minimum sıcaklığın yüzdelik değeri. Yüzdelikler aylık bazda hesaplanır ve referans periyodunda belirtilen ayın tüm günlerini hesaba katar. Bu genellikle ayda 900 veri noktasına dönüştüğünden, gürültüyü azaltmak için beş günlük bir pencere veya başka bir araç kullanımı burada kullanılmaz. Gösterge böylece mevsimsel sıcaklık değişkenliğini hesaba katar, çünkü referans periyodundaki tüm günlerle yüzdelik eşik değerlerinin hesaplanması, mutlak değerler açısından ortalama bir yaz gününden daha az şiddetli olacak olan kışın aşırı sıcak günleri muhtemelen iptal edecektir.

⁶Günlük minimum sıcaklıklar ve günlük maksimum sıcaklıklar sırasıyla 24 saatlik minimum ve maksimum değişkenlerini ifade eder.

Şekil A.1. Dünya genelinde değişen sıcaklık uçları

Günlük maksimum sıcaklığın 95'i aştığı yıllık gün sayısı^{İnci}Referans döneminin (1981-2010) yüzdelik değeri, 2021.



Not: Siyah renkle gösterilen yüksek enlemlerdeki alanlarda veri bulunmamaktadır.

Son kanıtlar ayrıca sıcaklık dalgalanmalarının sadece sıcak hava dalgalarının ötesinde aşırı sıcaklıkla ilişkili ölümlere neden olduğunu göstermektedir (Hsiang, Meng ve Cane, 2011)^[80] (Burke, Hsiang ve Miguel, 2015)^[81] (Burke ve diğerleri, 2018)^[72]. Bu nedenle, bu makale, sıcak hava dalgası gibi aşırı sıcaklık dalgaları yerine aşırı sıcak ve soğuk günlerin sayısını ölçmeyi tercih etti; böylece maksimum ayrıntı düzeyine ulaşıldı; çünkü sıcak hava dalgalarının hesaplanması, aşırı sıcak olan ardışık olmayan günleri hariç tutuyor.

Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi (JRC) tarafından geliştirilen GHSL nüfus ızgaraları, aşırı sıcak ve soğuk günlere maruz kalan kişi sayısının yıllık olarak tahmin edilmesine olanak tanır (Freire ve diğerleri, 2016)^[53]. Bu, 250 metre çözünürlükte ızgara hücresi başına düşen kişi sayısı olarak ifade edilen nüfus dağılımını gösteren bir mekansal raster veri kümesidir. Analiz edilen sıcaklık verilerini nüfus ızgara verileriyle üst üste koyarak, bu makale nüfusun aşırı sıcaklığa maruz kalmasını analiz eder. Sıfır günlük aşırı ısıya ve soğuğa maruz kalan nüfuslar bu makalede daha fazla analizden hariç tutulmuştur. Bu göstergeyi geliştirmek için gereken tüm veriler çevrimiçi olarak serbestçe kullanılabilir ve bu göstergeyi hesaplamak için gereken tüm kaynak kodu talep üzerine mevcuttur.

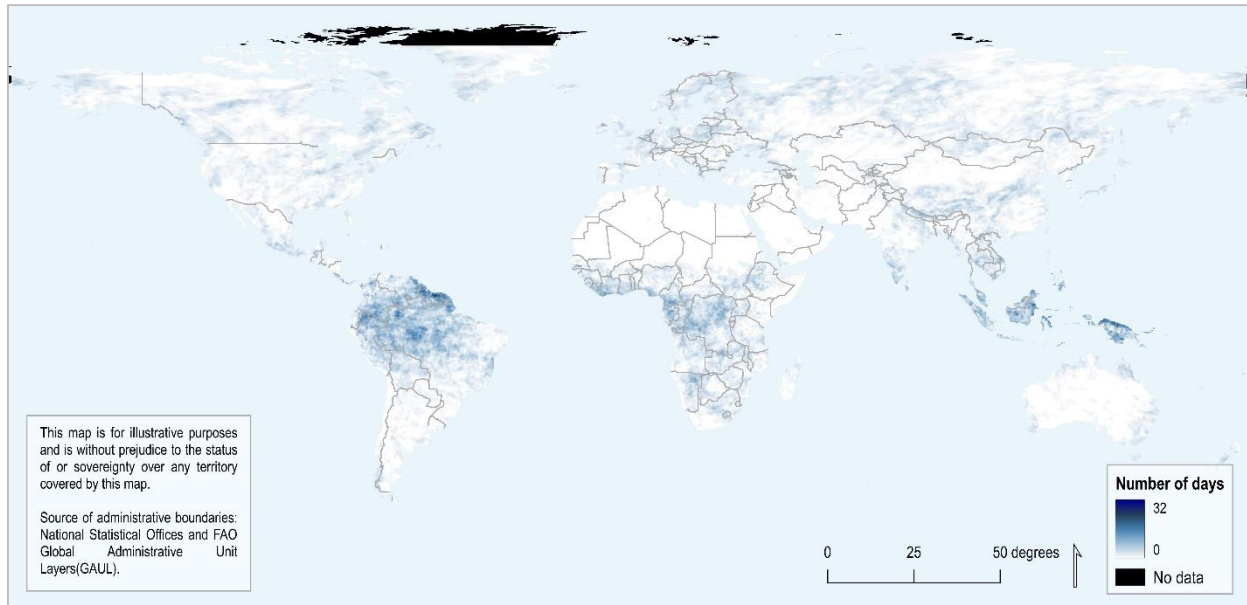
B.3. Aşırı yağışa maruz kalan tarım arazilerinin yüzdesi

Aşırı yağışı değerlendirmek için bir maruz kalma göstergesi geliştirmek amacıyla bu makale, 1979'dan günümüze kadar saatlik toplam yağış miktarlarının piksel başına bilgisini içeren 0,25° mekansal çözünürlüğe (~ 27,75 km) sahip küresel bir ızgara ürünü olan Copernicus CDS yağış verilerini (ERA5) kullanır (Hersbach ve diğerleri, 2018)^[22]. OECD ve IEA hesaplamaları aracılığıyla, 1981'den 2010'a kadar referans dönemiyle karşılaştırıldığında yağış değişikliklerini değerlendirerek, göreceli bir eşik değerine dayalı olarak yağış uçlarını ölçer (IEA ve CMCC, 2022)^[76]. Temel amaç, tarım arazilerinin değişen yağış miktarlarına, özellikle aşırı yağış olaylarının olduğu günlere maruz kalmasını analiz etmektir. Bunu yapmak için, bu makale belirli bir yılda toplam günlük yağış miktarının 99'u aştığı toplam gün sayısını ölçer.^{İnci}Belirli bir ülke için tüm referans dönemi (1981-2010) boyunca günlük yağış değerlerinin yüzdelik değeri. 99'u kullanarak^{İnci}

95 yerine yüzdelikinci yüzdelik değer, özellikle yoğun yağış olaylarının (yılda yaklaşık 4 kez) belirlenmesine olanak tanır ve EEA'nın aşırı yağış olaylarının sıklığını değerlendirme metodolojisiyle tutarlıdır (EEA, 2021)^[26]. Aşırı sıcaklık için aylık yaklaşımın aksine, yüzdelikler referans döneminin (yani 1981-2010) tüm ıslak günleri kullanılarak hesaplanır çünkü aksi takdirde veri örneği mevsimsel olarak ayarlanmış yüzdelikleri sağlam bir şekilde hesaplamak için çok küçük olurdu. Islak günü, toplam yağışın 1 mm'nin üzerinde veya ona eşit olduğu bir gün olarak tanımlar. Yüzdelikler belirli bir konumda referans döneminin tüm ıslak günleri kullanılarak hesaplandığından, bu farklı konumlar arasında farklı bir oluşum sıklığı anlamına gelir.

Şekil A.2. Dünya genelinde değişen yağış uçları

Toplam yağış miktarının 99'u aştığı yıllık gün sayısı Referans döneminin (1981-2010) yüzdelik değeri, 2021.



Not: Siyah renkle gösterilen yüksek enlemlerdeki alanlarda veri bulunmamaktadır.

Copernicus CDS küresel arazi örtüsü verileri, 1992'den günümüze bir yıllık gecikmeyle 300 m mekansal çözünürlükte küresel tarım arazisi örtüsünün belirlenmesine olanak tanır (Defourny ve diğerleri, 2021)^[75]. Analiz edilen yağış verilerini küresel tarım arazisi verileriyle üst üste koyarak, bu makale tarım arazilerinin gün ve hafta kategorilerinde aşırı yağışa maruz kalma yüzdesini ölçmektedir. Bu göstergiyi geliştirmek için gereken tüm veriler çevrimiçi olarak serbestçe kullanılabilir ve bu göstergiyi hesaplamak için gereken tüm kaynak kodu talep üzerine mevcuttur.

B.4. Tarım arazisi toprak nem anomalisi

Toprağın yüzeysel katmanlarındaki su içeriği, su temini ve bitki örtüsü sağlığı için önemlidir. Toprak nem anomalisi, tarımsal kuraklıkların yoğunluğunu izlemek için uygun bir göstergedir ve Standart Yağış Endeksi'ne (Zeri ve diğerleri, 2021) kıyasla kuraklıkları belirlemede benzer performanslar gösterir.^[32] Bu makale, Copernicus CDS ERA5-Land aylık ortalama veri ürününü kullanarak tarım arazisi toprak nem anomalisi açısından tarımsal kuraklıkları ölçer. 1950'den günümüze 0,1° mekansal çözünürlüğe (~ 11,1 km) sahip küresel bir ızgara ürünüdür ve birkaç on yıl boyunca enerji ve su döngüleriyle ilgili arazi değişkenleri sağlar. 0 ila 7 cm derinlikteki yüzey toprak tabakasındaki aylık ortalama su hacminin piksel başına bilgilerini içerir ve m³m² başına su toprak (Dorigo ve diğerleri, 2017)^[33]

(Gruber ve diğerleri, 2019^[34]). Bu veri kaynağı, model verilerini küresel gözlemlerle birleştirerek eksiksiz ve tutarlı bir veri kümesi oluşturur ve toprağın en üst katmanının ne kadar ıslak veya kuru olduğunu açıklayarak yerel yağış etkileri ve toprak koşulları hakkında bilgi sağlar.

Tarım arazisi toprak nem anomalisi için bir gösterge geliştirmek amacıyla, bu makale tarım arazisi olarak kabul edilmeyen tüm toprak nem ızgara hücrelerini atlar. Tarım arazisi örtüsünü değerlendirmek için, 2000'den günümüze kadar olan yıllar için 300 m mekansal çözünürlükte Copernicus küresel arazi örtüsü haritalarını kullanır (şu anda 2020'ye kadar mevcuttur) (Defourny ve diğerleri, 2021^[75]). Bu makale, aşağıdaki arazi örtüsü sınıflarını tarım arazisi olarak ele almaktadır: (1) tarım arazisi, yağmurla sulanan; (2) sulanan veya sel sonrası tarım arazisi; (3) mozaik tarım arazisi (>%50) / doğal bitki örtüsü (ağaç, çalı, otsu örtü) (<%50); ve (4) mozaik doğal bitki örtüsü (ağaç, çalı, otsu örtü) (>%50) / tarım arazisi (<%50). Her yıl için toprak nem ızgara hücreleri tarım arazisi örtüsüne göre seçildiğinde, makale boyunca kullanılan referans dönemine (1981-2010) göre tarım arazisi toprak nem anomalisi ölçülür. Bu göstergeyi geliştirmek için gereken tüm veriler çevrimiçi olarak serbestçe kullanılabilir ve bu göstergeyi hesaplamak için gereken tüm kaynak kodları talep üzerine sağlanabilir.

B.5. Orman yangınları ve yanma riskinin çok yüksek olduğu alanlara maruz kalma

Birçok ülkede ulusal orman yangını olay envanterleri mevcuttur, ancak bunlar küresel ölçekte bir yangın tehlikesi sisteminin doğrulanması için gereken küresel kapsamı ve/veya genişletilmiş kaydı sağlamaz. Uydu gözlemleri, özellikle yerinde gözlemlerin seyrek olduğu uzak alanları kapsadıkları için geçerli bir alternatif sağlayabilir. Uydu verileri, uydu geçişi sırasında aktif yangınlardan kaynaklanan radyatif emisyonları tespit eden algoritmalar kullanılarak ve son on yılda yangınlardan etkilenen alanın mekansal kapsamını doğrudan haritalayan yanmış alan algoritmaları kullanılarak, yirmi yıldan uzun süredir bölgesel ve küresel ölçeklerde biyokütle yanmasını izlemek için kullanılmıştır.

Yanmış alan genişliği

Küresel Orman Yangını Bilgi Sistemi (GWIS), Dünya Gözlemleri Grubu (GEO) ve AB Copernicus çalışma programlarının ortak bir girişimi olup NASA gibi ortak kuruluşlar ve uzay ajansları tarafından desteklenmektedir. GWIS GlobFire veritabanı, bir ay veya bir yıl boyunca orman yangınlarının (yani yangın olaylarının) meydana gelmesi hakkında bilgi sağlar ve NASA'nın MODIS Terra ve Aqua uydu sistemi aracılığıyla yakalanan MCD64A1 yanmış alan ürününden türetilmiştir. Altta yatan MODIS MCD64A1 yanmış alan ürününün 500 m'lik bir mekansal çözünürlüğü (25 ha'lık bir piksel alanına eşdeğer) olması, daha küçük yangın olaylarının (< 25 ha) GlobFire veritabanından kaldırıldığı ve kontrollü veya kontrollü yakmalar gibi daha küçük yangınların dolaylı olarak hariç tutulduğu anlamına gelir (Felipe Galizia ve diğerleri, 2021^[42]). Bu veri kaynağı, doğal olarak meydana gelebilecek küçük orman yangınlarını veya daha büyük kontrolsüz yakmaları önlemek için küçük tutulan kontrollü yakmaları hariç tutar. Ancak, bu tüm kontrollü yangınları hariç tutmaz. Avustralya ve ABD'nin geniş açık alanlarında, daha büyük kontrollü yangınlar meydana gelir. GlobFire veritabanı, yangın olaylarını 5 günlük bir pencere içinde birbirine bağlı ve önceki 16 gün boyunca yakılmamış bir dizi yanmış piksel olarak tanımlar (Artés ve diğerleri, 2019^[82]).

Bu makalede, yanmış alan kapsamı, bir ülkenin büyüklüğüne kıyasla toplam yanmış arazi miktarını değerlendirerek ölçülmektedir. Belirli bir yılda iki veya daha fazla yanan alanlar, toplam yanmış alan kapsamında yalnızca bir kez sayılır. Bu makale, toplam yangın olaylarının sayısını ölçmez çünkü bu, zaman içinde sağlam değildir. Daha küçük orman yangınlarının tespiti, uydu görüntülerinin kullanılabilirliğine ve uygun analizine bağlıdır.

Ormanların yangın tehlikesine maruz kalması

Yaygın olarak kullanılan üç yangın riski hava endeksi vardır: Kanada Yangın Hava Endeksi (FWI), ABD Orman Hizmetleri Ulusal Yangın Tehlikesi Derecelendirme Sistemi ve Avustralya McArthur Mk5 Orman Yangın Tehlike Ölçeri. Orman yangını veya yangın tehlikesi riskini değerlendirmek için Yangın Hava Endeksi (FWI) Sistemi, dünya çapında çoğu yargı bölgesi için kullanılan meteorolojiye dayalı bir endekstir (Goldammer ve diğerleri,

2018^[43] (Alan, 2020^[44]). FWI Sistemi Kanada'da geliştirilmiştir ve üç nem kodu ve üç yangın davranış endeksinden oluşur. Nem kodları üç genel yakıt sınıfının nem içeriğini yakalarken, davranış endeksleri yangının başlaması durumunda yayılma oranını, yakıt tüketimini ve yoğunluğunu yansıtır. Bunlar nem değişiminin üstel bir modeline dayanır. Yangın Hava Durumu Endeksi (FWI), bir referans yakıt türündeki (olgun çam ormanları) ve düz arazideki meteorolojik koşullar göz önüne alındığında potansiyel yangın hattı yoğunluğunu derecelendiren boyutsal olmayan bir endekstir (Manzanas ve diğerleri, 2020^[83]). Sistem, en az veri miktarından en fazla bilgiyi elde etmek için tasarlanmıştır ve bu nedenle Kanada dışındaki bölgelere kolayca uyarlanabilir (Avrupa Komisyonu, 2021^[84]). FWI Sistemi, her biri günde bir kez öğlen alınan sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı ve yağış verilerini dikkate alır.

1992'den günümüze Copernicus Arazi örtüsü ızgaralı haritaları, FWI Endeksi'ne göre çok yüksek (> 5) veya aşırı (> 6) yangın tehlikesi olan alanların açık orman alanlarının belirlenmesine olanak tanır (Defourny ve diğerleri, 2021)^[75].

Nüfusun orman yangını tehlikesine maruz kalması

Avrupa Komisyonu'nun JRC tarafından geliştirilen Küresel İnsan Yerleşim Katmanı (GHSL) nüfus ızgaraları, FWI endeksine göre çok yüksek (> 5) veya aşırı (> 6) yangın tehlikesi olan alanlardaki nüfus sayısının tahmin edilmesine olanak tanır. Ancak, nüfusun orman yangınına maruziyetini değerlendirmek için yalnızca FWI gibi yangın riski hava endekslerini kullanmak iyi bir uygulama değildir çünkü bu endeksler yalnızca meteorolojik koşulları hesaba katar. Yakıt veya biyokütle bulunabilirliği de eşit derecede önemlidir çünkü alanlarda uygun yangın koşulları olabilir ancak yakma için yakıt bulunabilirliği olmayabilir. Nüfusun orman yangınına maruziyetini değerlendirmek için meteorolojik endekslerin yanı sıra yakıt veya biyokütle bulunabilirliğini hesaba katmak gerekir.

Sık sık güncellenen genel kullanıma açık küresel biyokütle katmanları olmadığından, bu makale, sık görülen tarihi yangın olaylarının yanıcı yakıtın varlığını gösterdiğini varsayarak, karşılık gelen tarihi yangın olaylarını kullanarak FWI Yangın Tehlikesi Derecesini (FDR) kalibre ederek yakıt bulunabilirliğini hesaba katar. Bu makalede, GWIS GlobFire olayları günlük FDR'yi aşağıdaki gibi kalibre etmek için tarihi veriler sağlar:

- ▶ Ön bir adım olarak, arazi örtüsü sınıfları (1) ekilebilir arazi, (2) orman, (3) çimen ve çalılık, (4) su kütleleri ve sulak alanlar ve (5) Copernicus Arazi örtüsü yıllık ızgaralı haritalarından elde edilen yerleşim, günlük FDR değerlerinden bitki örtüsü olmayan alanları maskelemek için kullanılır () her ızgara için hücre .Daha sonraki kalibrasyon günlük FDR verilerinden çıkarılmayan kalan grid hücrelerine uygulanır.
- ▶ Bitki örtüsüyle kaplı hücreleri tabakalandırmak için, biyokütle karbon yoğunluğu yüzdelik değerleri kalibrasyon parametreleri olarak kullanılır. Yüzdelik değerler, 2010 yılı için 300 m mekansal çözünürlükte yer üstü biyokütle karbon yoğunluğunun zamansal olarak tutarlı uyumlu küresel haritalarından türetilmiştir. (Spawn ve diğerleri, 2020^[85]). Her hücre ()Günlük FDR verilerinin, yer üstü karbon yoğunluğunun küresel dağılımına (hektar başına megagram karbon birimi cinsinden) dayalı olarak bitki örtüsüne özgü bir karbon yoğunluğu yüzdelik değeri atanır (MgC ha⁻¹).
- ▶ 2000'den 2020'ye kadar olan GWIS GlobFire yangın olayları verileri, tabakalı bitki örtüsüne sahip hücrelerin gerçekten yanma olasılığını tahmin etmek için kullanılır. İki on yıllık yangın olayları verileri, mevsimsel etkileri hesaba katmak için üç aylık verilere ayrılır;
- ▶ Her çeyrek ve ızgara hücresi için, yangın olaylarının sayısı ölçülerek 2000 ile 2020 yılları arasında belirli bir çeyrekte belirli bir lokasyondaki toplam yangın olaylarının sayısı elde edilir;
- ▶ Her bir ızgara hücresi ()Yılın her çeyreği için yangın olaylarının küresel çeyreklik tarihsel dağılımına göre bir yüzdelik değeri atanır;
- ▶ Her hücrenin yüzdelik değeri daha sonra (1) ortalamasını hesaba katmak için daha fazla ayarlanır 's yüzdelik değeri ve (2) yüzdelik değerleri 's komşu hücreler (n=8).

- Bu işlem sonucunda üç aylık yangın 'iklim' katmanı elde edilir;
- Günlük FDR değerleri () her bir ızgara hücresi için Bu üç aylık yangın iklimi katmanları kullanılarak kalibre edilmiş bir FDR değeri geliştirilir () aşağıdaki gibi:

$$FDR_{iklim} = FDR_{gizli} \times FDR_{iklim}$$

5 değerinin üzerindeki kalibre edilmiş FDR değerleri daha sonra hem meteorolojik değişkenleri hem de tarihi yangın olaylarına dayalı kalibrasyonu hesaba katarak yanma riski çok yüksek alanlar olarak kabul edilir. Yanma riski çok yüksek olan bu alanlar daha sonra GHS-POP'tan alınan yıllık nüfus ızgarası verileriyle birleştirilerek yanma riski olan alanlara maruz kalan nüfusun yüzdesi tahmin edilir.

Yakıt bulunabilirliği için bir vekil olarak tarihi orman yangını verilerinin kullanımıyla ilişkili önemli bir sınırlama, tüm ormanlık alanları tüketen orman yangınlarının (ormanlık değiştiren yangınlar) 30-300 yıl arasında bir tekrarlamaya aralığına sahip olmasıdır. Ancak bazı bölgelerde tekrarlamaya aralığı daha kısa olabilir. Bu makalede yapıldığı gibi, geçmiş 20 yıla ait tarihi orman yangını verilerinin kullanılması, belirli yüksek riskli alanların atlanmasına yol açabilir.

B.6. Rüzgar tehditlerine maruz kalan nüfus ve binaların yüzdesi

Copernicus ERA5 veri seti, 0,25° mekansal çözünürlükte (~ 27,75 km) saatlik 10 m rüzgar hızı verisi (m/s cinsinden) sağlar (Hersbach ve diğerleri, 2018^[22]). NOAA rüzgar tehdidi ölçeği, sürekli rüzgar hızı verilerinin farklı rüzgar tehdidi kategorilerine sınıflandırılmasına olanak tanır: (1) düşük rüzgar tehdidi (20-26 mph), (2) orta rüzgar tehdidi (26-40 mph), (3) yüksek rüzgar tehdidi (40-58 mph) (Tablo A.1). Beaufort rüzgar kuvveti ölçeği de rüzgar tehditlerinin sınıflandırılmasına olanak tanır. Sürekli rüzgar, rüzgar esintilerinden biraz farklıdır. Rüzgar esintisi, 3 saniyelik ortalama rüzgar hızının maksimum değeri olarak tanımlanırken, sürekli rüzgar iki dakikalık bir süre boyunca ortalama rüzgar hızıdır. Bu makale, rüzgar esintisi verilerinde Beaufort ölçeğinde (64 mph veya 28,6 m/s) şiddetli fırtınalarla ilişkilendirilen eşiği kullanarak rüzgar tehditlerine maruz kalmayı değerlendirir. Copernicus rüzgar esintisi verileri kullanılarak, en az bir saat boyunca 10 m'lik rüzgar esintisi hızı 28,6 m/s'den yüksekse, bir alanın şiddetli fırtınalara veya daha kötüsüne maruz kaldığı kabul edilir.

Tablo A.1. Rüzgar ölçekleri

Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA) rüzgar tehdidi ölçeği ile Beaufort rüzgar kuvveti ölçeği arasında örtüşme var

NOAA rüzgar tehdidi ölçeği		Beaufort rüzgar kuvveti ölçeği		
Rüzgar tehdit seviyesi	Rüzgar hızı (mph)	Beaufort sınıfı	Rüzgar hızı (m/s)	Rüzgar hızı (mph)
Aşırı	> 57	Sınıf 12: Kasırga	> 32,7	≥ 73
		11. Sınıf: Şiddetli fırtına	28,5 – 32,6	64 – 72
		10. Sınıf: Fırtına, tam fırtına	24,5 – 28,4	55 – 63
Yüksek	40 - 57	9. Sınıf: Güçlü fırtına	20,8 – 24,4	47 – 54
		8. Sınıf: Taze fırtına	17,2 – 20,7	39 – 46
İlman	26 - 40	Sınıf 7: Orta şiddette fırtına	13,9 – 17,1	32 – 38
		Sınıf 6: Kuvvetli esinti	10,8 – 13,8	25 – 31
Düşük	21 - 26	5. Sınıf: Taze esinti	8,0 – 10,7	19 – 24
Çok düşük	20 - 21			
Tehdit oluşturmayan	< 20	Sınıf 4: Orta şiddette esinti	5,5 – 7,9	13 – 18
		Sınıf 3: Hafif esinti	3,4 – 5,4	8 – 12
		Sınıf 2: Hafif esinti	1,6 – 3,3	4 – 7
		Sınıf 1: Hafif hava	0,3 – 1,5	1 – 3
		Sınıf 0: Sakin	< 0,3	< 1

Not: NOAA rüzgar tehdit seviyesi ölçeği, rüzgar esintilerinin yerel tehdidini değerlendirmek için kullanılan bir ölçektir. Beaufort rüzgar kuvveti ölçeğinin modern versiyonu, rüzgar hızını denizde veya karada gözlemlenen koşullarla ilişkilendiren deneysel bir ölçüyü temsil eden 13 sınıftan oluşur.

Bu makale, GAR 2015 siklon tehlike haritalarını (UNDRR, 2019) kullanarak siklonlara maruziyeti değerlendirmektedir.^[86] Bu haritalar, farklı dönüş periyotları (50, 100, 250, 500 ve 1000 yıl) için rüzgar hızı (km/s) cinsinden ifade edilen siklon eğilimli alanları gösterir. Bu makalede, 100 yıllık dönüş periyodu analiz edilmiştir. Saffir-Simpson kasırga rüzgar ölçeği, sürekli rüzgar hızlarına dayanarak kasırganın potansiyel mülk hasarını tahmin eder (Tablo A.2). Siklon tehlike haritası rüzgar hızı hızını gösterdiğinden, rüzgar hızı hızının sürekli rüzgar hızından yaklaşık %30 daha yüksek olduğu düşünülerek değerler Saffir-Simpson kasırga rüzgar ölçeğine uyacak şekilde yeniden ayarlanmıştır. Bu yeniden ayarlama, *İnsan Gezegeni Atlası 2017* (Pesaresi ve diğerleri, 2017)^[87].

Tablo A.2. Saffir-Simpson kasırga rüzgar ölçeği

Kategori	Rüzgar hızı (m/s)	Rüzgar hızı (mph)	Hasar yoğunluğu
Beş	> 70	> 157	Çok tehlikeli rüzgarlar bazı hasarlara yol açacaktır
Dört	59 – 70	130 – 156	Son derece tehlikeli rüzgarlar büyük hasara yol açacak
Üç	50 – 58	111 – 129	Yıkıcı hasar meydana gelecek
İki	43 – 49	96 – 110	Felaket boyutunda hasar meydana gelecek
Bir	33 – 42	74 – 95	Felaket boyutunda hasar meydana gelecek

Avrupa Komisyonu JRC tarafından geliştirilen GHSL nüfus ızgaraları, rüzgar tehditlerine maruz kalan nüfusun tahmin edilmesine olanak tanır (Freire ve diğerleri, 2016)^[53]. Benzer şekilde, Copernicus arazi örtüsü haritaları, 1992'den günümüze kadar açıkta kalan yapılaşmış alanların yanı sıra ekili alanlar ve ormanların tanımlanmasına olanak tanır (Defourny ve diğerleri, 2021)^[75].

B.7. Nehir taşkınları

Nehir taşkınlarına maruz kalma göstergeleri, Avrupa ve Akdeniz Havzası bölgesi için JRC Nehir Taşkın Tehlikesi Haritaları ve Dünya için (Dottori ve diğerleri, 2021) hesaplandı^[47]. Haritalar, altı farklı taşkın sıklığı için (10 yılda 1'den 500 yılda 1'e kadar) nehir taşkın olayları için taşkına meyilli alanları göstermektedir. Bu haritalardaki hücre değerleri su derinliğini (m cinsinden) göstermektedir. Avrupa'da ve Akdeniz Havzası çevresinde bulunan ülkeler için, mekansal çözünürlük küresel haritalardan (1 km) daha yüksek (100 m) olduğundan bölgesel taşkın tehlikesi haritaları kullanılmıştır. Geri kalan ülkeler için küresel haritalar kullanılmıştır. Taşkına meyilli alanları elde etmek için su derinliğine 1 cm'lik bir eşik uygulanmıştır.

Nüfusun farklı bölgesel düzeylerde nehir taşkınlarına maruziyeti, 2000 ve 2015 yıllarına dayalı olarak 2020'ye doğrusal olarak interpolate edilen Küresel İnsan Yerleşim Katmanı Nüfus ızgarası kullanılarak hesaplandı. Yapılaşmış ve ekilebilir arazi maruziyeti, 300 m çözünürlükte Copernicus Arazi Örtüsü ızgaralı haritaları kullanılarak elde edildi.

B.8. Kıyı taşkınları

Kıyı taşkını tehlikesi ve maruz kalma göstergeleri, Dünya Bankası Küresel Kıyı Taşkını Tehlikesi haritaları (Muis ve diğerleri, 2016) kullanılarak geliştirilmiştir.^[52]. Haritalar, hidrodinamik modellemeye dayalı fırtına dalgaları ve aşırı deniz seviyesi olaylarının küresel bir yeniden analizini sunar. Haritalar, dokuz farklı oluşum sıklığı için kıyı taşkını tehlikesini tasvir eder (yani 2, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000 yıllık geri dönüş periyodu). Bu makalede, kıyı taşkını tehlikeleri için maruz kalma göstergeleri 10, 25, 50 ve 100 yıllık geri dönüş periyoduyla geliştirilmiştir.

Her ülke için kıyı taşkını tehlikelerine maruz kalan arazi miktarının yıllık değerleri ölçülür. Kıyı taşkını tehlike haritaları güncellenmediğinden, seçilen dört geri dönüş periyoduna göre her ülke için yalnızca dört değer geliştirilir.

Copernicus Küresel Arazi Örtüsü verileri, 2000'den 2020'ye kadar 300 m'lik yüksek mekansal çözünürlükte kentsel alanların belirlenmesine olanak tanır (Defourny ve diğerleri, 2021^[75]). Bu veri kaynağı her yıl güncellenmektedir. Bu makale, Copernicus Küresel Arazi Örtüsü verileri içindeki kentsel alan sınıflandırmasını kullanarak yerleşik alanları belirler. Kıyı taşkını tehlike haritalarını Copernicus kentsel alan verileriyle üst üste bindirerek, bu makale 2000 ile 2020 yılları arasında her ülke için kıyı taşkını tehlikelerine maruz kalan yerleşik alan yüzdesini hesaplar.

Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi (JRC) tarafından geliştirilen GHSL nüfus ızgaraları, ülke başına kıyı taşkın tehlikelerine maruz kalan kişi sayısının tahmin edilmesine olanak tanır (Freire ve diğerleri, 2016)^[28]). GHSL nüfus ızgaraları her çağda güncellenir ve 1975, 1990, 2000 ve 2015 yılları için mevcuttur. Kıyı taşkını tehlike haritalarını GHSL nüfus ızgaralarıyla üst üste bindirerek, bu makale her ülke için 1975, 1990, 2000 ve 2015 yıllarında kıyı taşkını tehlikelerine maruz kalan nüfusun yüzdesini hesaplar. 2020 değeri 2015 nüfus ızgarasına dayanarak geliştirilmiştir ve 2020 için güncellenmiş bir nüfus ızgarası mevcut olur olmaz güncellenecektir. Bu göstergiyi geliştirmek için gereken tüm veriler çevrimiçi olarak serbestçe kullanılabilir ve bu göstergiyi hesaplamak için gereken tüm kaynak kodu talep üzerine sağlanabilir.

Ek B. Temel veri tabanları

Tablo B.1. İklimle ilgili doğal afetler hakkında küresel çevresel veri kaynakları için temel veri tabanları

İklimle ilgili doğal afetleri değerlendirmek için çeşitli küresel çevresel veri kaynaklarını içeren veritabanlarına genel bakış

Kaynak adı	Tanım
<i>Küresel Tarihsel İklim Ağı (GHCN)</i>	GHCN, kara yüzey istasyonlarından günlük/aylık iklim özetlerinin bir veritabanıdır. GHCN, 180 ülke ve bölgede 100.000'den fazla istasyondan kayıtlar içerir. Hem kayıt uzunluğu hem de kayıt dönemi istasyona göre değişir ve bir yıldan az olan aralıkları kapsar. yıldan 175 yıla kadar.
<i>Küresel Yağış İklimi Projesi (GPCP)</i>	GPCP, 1979'dan bu yana aylık ortalamalar ve günlük ortalamalar olarak küresel ortalama yağışı sağlar 1996'dan beri kutup yörüngesindeki uydularda mikrodalga görüntüleyiciler ve kızılötesi görüntüleyiciler kullanılıyor jeostasyoner uydular.
<i>Küresel Kuraklık Bilgi Sistemi (GDIS)</i>	GDIS, iklimle ilgili tehlikeler için yararlı olan çeşitli değişkenler ve endeksler içerir; bunlara şunlar dahildir: Günlük Standart Yağış Endeksi, Standart Yağış Endeksi, ...
<i>Dünya Kaynakları Enstitüsü (WRI) Su Kemerleri aracı</i>	WRI Su Kemerleri aracı, mevcut ve gelecekteki riskleri haritalayan ve analiz eden bir su riski atlası içerir. lokasyonlar arası su riskleri.
<i>Copernicus İklim Veri Deposu (CDS)</i>	CDS, ortalama sıcaklık, toplam yağış veya kar sıvı su eşdeğeri gibi çok çeşitli iklim veri kümelerine erişim sağlar. 30'dan fazla iklim değişkeni içerir. km mekansal çözünürlüğe, bir saatlik zamansal çözünürlüğe ve 41 yıllık zamansal kapsama sahiptir.
<i>Copernicus Acil Durum Yönetim Servisi (CEMS)</i>	CEMS, doğal ve afetlerden kaynaklanan seçilmiş acil durumlar için bilgi sağlar. dünyanın herhangi bir yerindeki insan yapımı felaketler. Küresel nehir deşarjı verileri sağlayan Küresel Taşkın Farkındalık Sistemi (GloFAS) ve Küresel Kuraklık Gözlemevi'ni içerir kuraklık riski hakkında küresel veri sağlar.
<i>Küresel Orman Yangını Bilgi Sistemi (GWIS)</i>	GWIS, yangın tehlikesi de dahil olmak üzere küresel düzeyde yangın rejimleri ve etkileri hakkında veri sağlar tahmin, aktif yangın algılama ve hızlı hasar değerlendirmeleri. Bunlar bir dizi içerir tarihi hava tahminlerini kullanarak modellenmiş yangın tehlikesi, eksiksiz bir tarihsel veri sağlamak için meteorolojik koşulların, salgının başlaması, yayılması ve sürdürülebilirliği için uygun hale getirilmesi 1979'dan günümüze yangınlar (EFFIS, 2019) ^[88] .
<i>NASA tarafından geliştirilen Kaynak Yönetim Sistemi (FIRMS) için Yangın Bilgisi</i>	FIRMS, Orta Çözünürlüklü Görüntüleme Spektrometresi [MODIS] ve Görünür Kızılötesi Görüntüleme Radyometresi Paketi'nden alınan uydu görüntüleri aracılığıyla aktif yangınları ve termal sıcak noktaları tespit eder [VIIRS]). Vulkanlar ve gazlar dahil olmak üzere aktif yangınların kapsamlı bir veri kaynağını sağlar parlamalar ve bu nedenle modellenmiş tahminlere dayalı diğer kaynaklardan farklıdır.
<i>Küresel Yangın Emisyonları Veritabanı (GFED)</i>	GFED, aylık tahminlerde bulunmak için yangın aktivitesi ve bitki örtüsü verimliliğine ilişkin uydu verilerini birleştirir 1997'den günümüze küresel olarak yanan alan ve yangın emisyonları.
<i>Acil Durum Olayları Veritabanı (EM-DAT)</i>	EM-DAT, uluslararası bir felaket veritabanıdır ve 1900'den bugüne kadar dünyada meydana gelen 22.000'den fazla felaketin oluşumu ve etkileri hakkında temel veriler içerir. ondan (10) veya daha fazla kişi öldü, yüz (100) veya daha fazla kişi etkilendi, Olağanüstü hal ilanına veya uluslararası yardım çağırısına yol açtı.
<i>Dünya Çapında Yıldırım Konum Ağı (WWLLN) Küresel Yıldırım İklimi ve Zaman Serisi (WGLC)</i>	WWLLN / WGLC deposu küresel yıldırım darbeleri yoğunluğunu ve darbe gücünü içerir Coğrafi olarak referanslanmış vuruş sayısı verilerinden hesaplanmıştır.
Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından geliştirilen Enerji Takipçisi için Hava Durumu	Weather for Energy Tracker, enerji sektörünü anlamak, analiz etmek ve modellemek için yararlı olan hava durumuyla ilgili verileri sergiler. Bu, örneğin sıcaklık, yağış ve rüzgar hızı (IEA ve CMCC, 2022 ^[76]).
İklim Yönetimi için Uluslararası En İyi Yol Arşivi (IBTrACS)	IBTrACS, tropikal siklon pozisyonu ve yoğunluk bilgisi için bir konum sağlar. Bu, maksimum sürekli rüzgar hızı (knot), minimum merkezi basınç hakkında bilgi içerir (milibar) ve fırtına dolaşım merkezi (enlem/boylam derecesi).
FloodList veritabanı	FloodList veritabanı, 2016'nın başından bugüne kadar olan 2.200'den fazla sel olayını günlük ve aylık olarak arşivliyor. küresel ölçek

Ek C. Hariç tutulan alan adları veya alt alan adları

Bu bölüm, (i) (alt) etki alanının bu analizle ilgili herhangi bir küresel veri kaynağına sahip olmaması veya (ii) bu (alt) etki alanı için belirlenen veri kaynaklarının ilgili iklimle ilgili tehlike için bir maruziyet göstergesi geliştirmek için uygun görülmemesi nedeniyle bu makaledeki analizden hariç tutulan (alt) etki alanlarını daha ayrıntılı olarak açıklamaktadır. Örneğin, bu makale, Uluslararası Afet veritabanındaki heyelan olayı değişkeni hariç olmak üzere, heyelanları değerlendirmek için uygun veri kaynakları belirlememiştir; bu, heyelan olayları için bir maruziyet göstergesi geliştirilmesine izin vermemektedir.

C.1. Islak ve kuru

Yıldırım

Yıldırım, kişi ve mülk için bir risktir ve Dünya sisteminde önemli bir rol oynar. Ayrıca, orman yangını tutuşmalarının temel insan kaynaklı olmayan nedenidir (Kaplan ve Lau, 2021^[89]). İklim değişikliği nedeniyle yıldırım etkinliğinin değişmesi bekleniyor (Price, 2009)^[90].

Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS) Bilim Verileri, Yıldırım Görüntüleme Sensörü'nü (LIS) kullanarak yıldırım ve yıldırım yoğunluğu hakkında veri sağlar. Dünya'nın tropikal ve subtropikal bölgelerinde meydana gelen toplam yıldırımın dağılımını ve değişkenliğini algılar ancak daha yüksek enlemleri kapsamaz. Yörüngedeki uzay istasyonuna monte edilen sensör, tüm dünyada aynı anda yıldırımı algılayamaz. LIS cihazı, yüksek algılama verimliliğiyle hem gündüz hem de gece ölçümler yapar.

Dünya Çapında Yıldırım Konum Ağı (WWLLN), Küresel Yıldırım İklimi ızgaralı veri kümesi aracılığıyla yıldırım yoğunluğu, ortalama, medyan ve standart sapma vuruş gücü hakkında küresel bir veri kümesi sağlar. Bu veriler, 2010'dan 2020'ye kadar günlük ve aylık zamansal çözünürlükte 5 yay-dakika mekansal çözünürlükte mevcuttur. Veri kümesi her yıl güncellenir (Kaplan ve Lau, 2021^[89]) ve yıldırımın nadir olduğu zamanlarda (örneğin soğuk mevsimlerde veya düşük genel yoğunluğa sahip yerlerde) yıldırımı tespit etmede diğer sensörlerden daha iyi görünmektedir. Bu, WWLLN'nin arkasındaki teknolojinin, sensör yakınlığından etkilenmeyen tutarlı bir yıldırım resmi üretmek için uygun olabileceği anlamına gelir. Uydu tabanlı yıldırım sensörlerinin aksine, WWLLN veri setinin temel bir sınırlaması, WWLLN sensör ağının yoğunluğundaki değişiklikler de dahil olmak üzere zaman ve mekanda homojen olmamasıdır.

Heyelanlar

Heyelanlar, insan yerleşimleri ve sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olan, potansiyel çevresel ve ekonomik hasara ve insan hayatının kaybına yol açan önemli bir iklimle ilgili tehlikedir. Heyelanlara genellikle şiddetli yağmurlar veya kuraklıklar eşlik eder, bu nedenle bu makalede 'Islak ve kuru' alanının bir parçası olarak sınıflandırılmıştır. Heyelanlar, su, kaya, toprak veya diğer döküntülerin bir karışımı zeminde karıştığında gelişebilir. Ancak bazı heyelanlar depremlerin veya volkanik patlamaların sonucu da olabilir.

Uluslararası Afet Veritabanı, EM-DAT veritabanı olarak da bilinir, heyelan olaylarını (örneğin kar çığ, moloz, çamur akışı veya kaya düşmesi) kaydeder. Bu veriler coğrafi olarak referanslandırılmamıştır ancak heyelan olayının ülkesini, bölgesini ve tarihini içerir. Bu veri kaynağı, heyelan olaylarının sayısının tahmininin geliştirilmesi için kullanılabilir ancak veriler coğrafi olarak referanslandırılmadığından bir maruziyet göstergesinin geliştirilmesi için daha az faydalıdır.

C.2. Kar ve buz

Kar yağıışı

İklim değışikliğı nedeniyle kar koşullarındaki değışiklikler, su yönetimi ve kış turizmi de dahil olmak üzere çeşitli sektörler için önemlidir. Kar yağıışı yalnızca belirli OECD ülkeleri için önemlidir ve veriler genellikle sınırlıdır.

Karın sıvı su eşdeğeri (LWE), derinliğı veya yoğunluğundan bağımsız olarak içerdığı su miktarıdır. LWE, eriyen karın içindeki suyun ne kadar derin olacağını yansıtır. Bu nedenle, LWE hafif ve yoğun kar arasında daha kolay ve daha doğrudan karşılaştırmaya olanak tanır. Bu ölçüm, belirli bir kar miktarının gömülü olduğu potansiyel etki hakkında bilgi verir.

Dolu fırtınası

Dolu fırtınaları, özellikle tarım için mahsullere zarar verme ve diğer araçlara, binalara ve diğer altyapılara zarar verme nedeniyle iklimle ilgili tehlikelere neden olur. Bu nedenle, dolu fırtınaları hakkındaki bilgiler çok çeşitli uygulamalar için değerli olabilir.

Uluslararası Afet Veritabanı, EM-DAT veritabanı olarak da bilinir, dolu fırtınası olaylarını kaydeder. 'Konvektif fırtına' kategorisinin dolu fırtınalarıyla ilgili bir alt kategorisi vardır. Bu veriler coğrafi olarak referanslanmamıştır, ancak dolu fırtınası olayının ülkesini, bölgesini ve tarihini içerir. Bu veri kaynağı, dolu fırtınası olaylarının sayısının tahmininin geliştirilmesi için kullanılabilir, ancak veriler coğrafi olarak referanslanmadığı için bir maruziyet göstergesinin geliştirilmesi için daha az faydalıdır.

C.3. Okyanusya

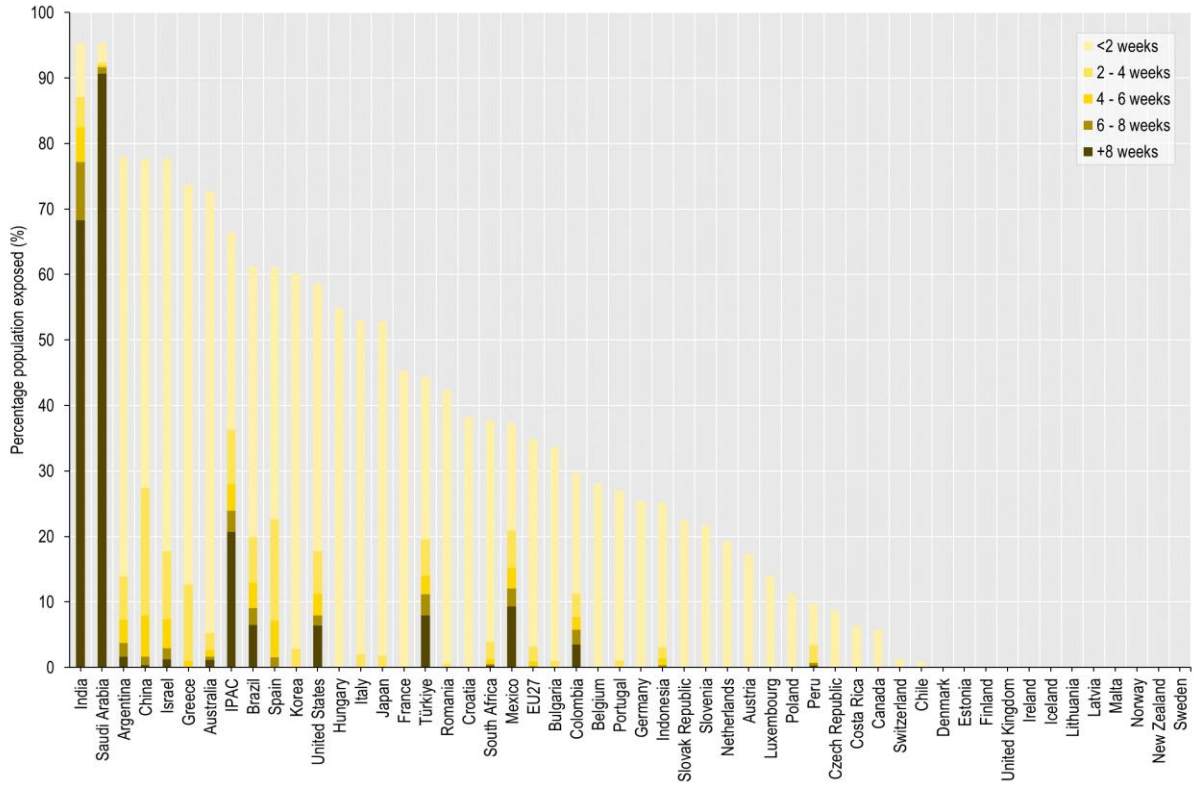
Kıyıda meydana gelen iklimle ilgili tehlikeler genellikle okyanustaki daha geniş süreçlerle bağlantılıdır (OECD, 2019)^[49] (OECD, 2021^[48]). Bunlara, örneğin, deniz yüzeyi sıcaklığındaki değışiklikler, okyanus asitlenmesi, okyanus ısı içeriğı, okyanus tuzluluğı ve deniz seviyesindeki değışiklikler dahil olabilir. Ancak, okyanuslardaki iklimle ilgili tehlikelerin her biri toplum ve ekonomi üzerinde farklı etkilere sahiptir. Örneğin, okyanus deniz seviyesindeki değışiklikler, alçak kıyı bölgelerindeki topluluklar üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olabilirken, okyanus asitlenmesi mercan resiflerini ve diğer okyanus habitatlarını etkileyebilir ve okyanus verimliliğinde veya turizm gelirlerinde değışikliklere neden olabilir. Ayrıca, bu iklimle ilgili tehlikeler okyanuslardan kaynaklanır ve mutlaka tüm OECD ülkelerini eşit şekilde etkilemeyebilir.

Copernicus Deniz Servisi ve NOAA gibi platformlardan okyanus verilerine erişimin artmasına rağmen, veri kapsamı ve okyanuslardaki idari sınırların belirlenmesindeki sorunlar, henüz bu makalede geliştirilenlere benzer şekilde temsili göstergeler üretilmesine izin vermemektedir.

Ek D. Ek şekiller

Şekil D.1. Ülkelerin çoğunluğu sıcak günlere ve tropikal gecelere bir miktar maruz kalmaktadır

Maruz kalan nüfusun yüzdesi/ Sıcak gün olarak tanımlanan gün sayısı ($T_{maksimum} > 35^{\circ}\text{C}$) ve tropikal bir gece ($T_{dakika} > 20^{\circ}\text{C}$) 2017-2021 yılları arasında



Not: Ülkeler, hem sıcak gün hem de tropikal gece olarak tanımlanan herhangi bir güne maruz kalan nüfus payına göre sıralanmıştır. Yöntemler hakkında daha fazla ayrıntı Ek A'da mevcuttur.