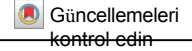


<https://doi.org/10.1038/s43247-024-01308-8>

# Toplumsal zorlukları ele almak için Doğa Temelli Çözümler üzerine araştırmaların evrimi ve geleceği



Thomas Dunlop , Danial Khojasteh , Emmanuelle Cohen-Shacham<sup>2</sup>, William Glamore<sup>1</sup>, Milad Haghani<sup>3</sup>, Matilda van den Bosch<sup>4,5,(6),(7),(8),(9)</sup>, Daniela Rizzi<sup>10</sup>, Peter Greve<sup>11</sup> & Stefan Felder<sup>1</sup>

Doğa Temelli Çözümler, biyoçeşitlilik ve iklim krizlerini ve daha az kapsamlı olarak diğer toplumsal zorlukları ele alma potansiyelleri ile tanınmaktadır. Ancak, mevcut gıda ve su kaynakları, gelir ve insan sağlığı çevresel değişikliklerden giderek daha fazla etkilendiği için bu doğa-toplum ilişkisi daha önemli hale gelmektedir. Burada, Uluslararası Doğa Koruma Birliği'ne göre Doğa Temelli Çözümler tarafından ele alınan yedi büyük toplumsal sorunu, 1990-2021 yılları arasındaki Doğa Temelli Çözümler araştırma ortamının ana temalarını belirlemek için kullanıyoruz. Bu temaların, toplumsal zorluklarla ilgili olarak, zaman içinde nasıl ve nerede geliştiğini değerlendiriyoruz. Bulgularımız, araştırma ortamında dört toplumsal zorluğun yeterince temsil edilmediğini vurgulamaktadır: ekonomik ve sosyal kalkınma, insan sağlığı, gıda güvenliği ve su güvenliği. Bu toplumsal zorluklarda Doğa Temelli Çözümlere ilişkin kanıtları iletirmek için altı araştırma yolu öneriyoruz ve toplumun, çevrenin ve ekonominin ihtiyaçlarına öncelik vermek üzere gelecekteki araştırma programları için fırsatlar sunuyoruz.

Doğa Temelli Çözümler (DÇÇ), toplumsal zorlukları etkili ve uyarlanabilir bir şekilde ele alan, aynı zamanda insan refahı ve biyolojik çeşitlilik faydaları sağlayan doğal ve değiştirilmiş ekosistemleri korumaya, sürdürülebilir bir şekilde yönetmeye ve restore etmeye yönelik eylemler olarak tanımlanmaktadır<sup>1</sup> (UNEA-5 tanımının temeli<sup>2</sup>). Tarihsel olarak, NbS şemsiyesi altındaki kavramlar, habitat kaybını azaltmak ve ekosistem hizmetlerinin sağlanmasını artırmak için doğal kaynakları yönetmeye ve ekosistem işlevini geliştirmeye odaklanmıştır<sup>3</sup>. Daha yakın zamanlarda, NBS'ler karbon emisyonlarını azaltarak<sup>4</sup> iklim kaynaklı tehlikelerle ilişkili afet riskini azaltarak<sup>5(6)</sup> ve biyoçeşitlilik kaybını tersine çevirerek<sup>7</sup> iklim acil durumuna yanıt vermedeki rolleriyle değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, NbS artık resmi olarak iklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyonun<sup>10-12</sup> ve biyoçeşitlilik kaybının tersine çevrilmesinin<sup>13</sup> ötesinde bir dizi toplumsal zorluğu<sup>18(9)</sup> ele alma potansiyelleri açısından değerlendirilmektedir. Uluslararası Doğa Koruma Birliği'ne (IUCN)<sup>18</sup> göre NbS'nin ele alabileceği yedi toplumsal zorluk şunlardır:

1. İklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyon
2. Afet riskinin azaltılması

3. Ekonomik ve sosyal kalkınma
4. İnsan sağlığı
5. Gıda güvenliği
6. Su güvenliği
7. Çevresel bozulma ve biyoçeşitlilik kaybının tersine çevrilmesi

Bu toplumsal zorluklar, sürdürülebilir balıkçılık yoluyla ekonomik geçim kaynaklarını desteklemeyi<sup>14</sup>, eko-turizm ile yerel topluluklar için insana yakışır iş yaratmayı<sup>15</sup> ve aynı zamanda ek tarımsal verim sağlamayı<sup>16</sup>, sosyal refahı ve insan sağlığını kolaylaştırmayı<sup>17</sup> ve gıda ve su güvensizliğine karşı direnç oluşturmayı<sup>18(9)</sup> içeren NbS'nin çeşitli potansiyelini vurgulamaktadır. Doğa ve toplum arasındaki bu birbirine bağlı ilişki, küresel krizlerin ele alınmasında kritik olarak tanımlanmıştır<sup>20</sup>; burada tek bir NbS müdahalesi, küresel krizlerin birleşmesinin toplumun varlığını tehdit ettiği bir zamanda birden fazla kalkınma hedefinin ele alınmasına katkıda bulunabilir<sup>21</sup>.

NbS'nin ortak faydalarına ilişkin bilimsel kanıtlar yatırımcılara teknik güvence sağlarken<sup>22</sup>, kamuoyunun<sup>23</sup> ve daha geniş kesimlerin desteğini alabilir.

<sup>1</sup> Su Araştırma Laboratuvarı, İnşaat ve Çevre Mühendisliği Fakültesi, UNSW Sydney, Sydney, NSW, Avustralya. <sup>2</sup>IUCN Ekosistem Yönetimi Komisyonu- agement, Gland, İsviçre. <sup>3</sup>İnşaat ve Çevre Mühendisliği Okulu, UNSW Sydney, Sydney, NSW, Avustralya. <sup>4</sup>ISGlobal, Barselona, İspanya. <sup>5</sup>Universitat Pompeu Fabra (UPF), Barselona, İspanya. <sup>6</sup>Epidemiologia y Salud Pública (CIBERESP), Madrid, İspanya. <sup>7</sup>Nüfus ve Halk Sağlığı Okulu, UBC, Vancouver, BC, Kanada. <sup>8</sup>Orman ve Koruma Bilimleri Bölümü, UBC, Vancouver, BC, Kanada. <sup>9</sup>Avrupa Orman Enstitüsü (EFI), Biocities Tesisi, Roma, İtalya. <sup>10</sup>ICLEI Avrupa Sekreteryası, Freiburg, Almanya. <sup>11</sup>Almanya İklim Hizmet Merkezi ERICS), Helmholtz-Zentrum Hereon, Hamburg, Almanya.

E-posta: [dunlop@unsw.edu.au](mailto:dunlop@unsw.edu.au)

endüstrileri<sup>24</sup> ortaya çıkan iklim ve biyoçeşitlilik krizlerinin ortasında. Mevcut kanıtlar, 2011'den bu yana çeşitli toplumsal bağlamlarda NbS araştırma finansmanında artışa yol açmıştır<sup>25</sup>. Türlerin yok olması ve arazi bozulmasını etkileyen krizler açısından NbS hala büyük ölçüde yetersiz finanse edilse de<sup>26</sup> NbS araştırma ve inovasyon projeleri 2015'ten bu yana önemli ölçüde yatırım görmüştür<sup>25,27</sup>. Bu durum, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin (BM SKH'ler)<sup>(28)</sup> ve Paris Anlaşmasının<sup>29</sup> müzakere edilmesinin ardından, birçok ülkenin güncellenmiş iklim taahhütlerinde<sup>30</sup> aynı ve Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkıları (NDC'leri)<sup>(31)</sup> NbS'yi belirtmesiyle zamana denk gelmektedir. Bu artışı, son otuz yılda<sup>1</sup> araştırma eğilimlerini belirlemek için sistematik ve büyük ölçekli haritalamadan faydalanabilecek önemli bir akademik araştırmaya yol açmıştır<sup>32</sup>. Bugüne kadar, önceki NbS çalışmaları, hidrometeorolojik risk<sup>33,34</sup>, sosyal adalet<sup>35</sup> ve insan refahı<sup>36,(37)</sup> belirli küresel konular için NbS araştırma ortamını farklı bağlamlarda<sup>38,(41)</sup> ve ortamlarda<sup>42</sup> incelemek için otomatik makine öğrenimi algoritmaları ve masaüstü incelemelerinin bir kombinasyonunu kullanmıştır. Bununla birlikte, az sayıda inceleme tüm NbS araştırma , özellikle de NbS'nin ele alabileceği toplumsal zorluklara odaklanmıştır<sup>35,39</sup>.

Bu çalışmada, NbS araştırma ortamının ana temalarını belirlemek ve bu temaların toplumsal zorluklarla ilgili olarak zaman ve konum içinde nasıl geliştiğini değerlendirmek için sistematik bir analiz yapılmıştır. Analizimiz, NbS müdahaleleri tarafından ele alınan yedi toplumsal soruna odaklanmaktadır. Artık iyice yerleşmiş olan bu kategoriler, IUCN<sup>8</sup> topluluğu tarafından NbS'nin çevreye ve topluma fayda sağlamak için ele alabileceği başlıca zorluklar olarak tanımlanmış ve benimsenmiştir. NbS araştırmalarının bugüne kadar küresel sorunları nasıl hedeflediğini anlamak için bu zorlukları ayrı araştırma kümelerine atadık. NbS araştırmalarının coğrafi dağılımını küresel kırılma endeksleriyle ilişkilendirerek NbS ve toplumsal zorluklarla ilgili araştırma çabalarını önceliklendirilmesi gereken bölgeleri belirledik. Son olarak, devam eden toplumsal zorlukları ele alabilecek ve böylece toplumun, çevrenin ve ekonominin ihtiyaçlarını önceliklendirmeye ve vurgulamaya yardımcı olabilecek NbS araştırmalarını iletirmek için altı araştırma yolu öneriyoruz.

## Sonuçlar

### Doğa temelli çözümler araştırma ortamı

Mevcut NbS araştırmalarının sistematik bir analizi, Şekil 1a'da sunulan 17 araştırma kümesinden 14'ünün iklim değişikliğinin etkileri ve biyoçeşitlilik kaybına odaklanan araştırmalarla ilgili olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, (i) ekonomik ve sosyal kalkınma, (ii) insan sağlığı, (iii) gıda güvenliği ve iv) su güvenliği gibi toplumsal zorluklarla ilgili ak- demik yayınlar, mevcut araştırma kümeleri içinde birbirine karışmıştır. Aşında, 2021'in sonuna kadar bu araştırma alanları yalnızca bir araştırma kümesinde birincil inceleme konusunu oluşturmuştur (bkz. Şekil 1a'da hava kalitesiyle ilgili 17. küme). Bu nedenle, bu dört toplumsal zorluğun daha geniş araştırma kümelerine kıyasla daha az çalışıldığı düşünülmektedir.

NbS araştırma alanındaki farklı toplumsal sorunlara odaklanma, on yıllar boyunca toplumsal perspektiflerle yakından uyumludur (bkz. Şekil 1a'daki renkli paneller). 1990 ve 2000 yılları arasında, araştırma yayınları öncelikle NbS terminolojisinin erken öncülleri olan orman restorasyonu ve ekolojik odaklanmıştır<sup>1</sup>. Bu, doğa üzerindeki olumsuz antropojenik etkilerin tespit edildiği ve ilk hafifletme önlemlerinin önerildiği 1970'lerden 1990'ların sonlarına kadar olan dönemle tutarlıdır<sup>3</sup>. 2000 yılından koruma odağı, doğanın insanlara sağladığı faydayı tanımlamak ve ölçmek için bir araç olarak doğa ve insan refahı arasında daha açık bir bağlantıya (örneğin, ekosistem hizmetleri yaklaşımının ve nihayetinde NbS kavramının geliştirilmesiyle) doğru kaymıştır<sup>3</sup>. Bu değişim, iklim değişikliğine uyum ve azaltım ile çevresel bozulma ve biyolojik çeşitlilik kaybı dışındaki toplumsal zorluklara odaklanan ilk NbS araştırma kümesinin ortaya çıkışıyla uyumludur (bkz. Şekil 1a'daki 7. kümede gıda güvenliği).

2010 yılında, Green Cli- mate Fund<sup>43</sup> gibi fon kaynaklarının oluşturulması, insanların ve doğanın birlikte varoluşuyla ilgili değerlere yönelik düşünceleri değiştirdi<sup>3</sup> ve çevresel bozulma ve biyoçeşitlilik kaybına odaklanan çeşitli araştırma kümeleri durgunlaşmaya veya yavaşlamaya başladı. 2015'ten itibaren, NbS araştırmalarındaki büyüme daha bütüncül bir bakış açısını mümkün kılmıştır.

düşüncesi, özellikle Horizon 2020<sup>(25,44)</sup> ve Horizon Europe<sup>(9),(45)</sup> programları aracılığıyla

Avrupa genelinde NbS araştırma fonlarında önemli artışlara yol açmıştır. Avrupa Birliği'nin 2014-2020 araştırma ve inovasyon programı olan Horizon 2020, NbS ile ilgili projelere önemli miktarda fon sağlayarak Avrupa'daki araştırmacıların, yenilikçilerin ve paydaşların doğa temelli yaklaşımları keşfetmelerini, geliştirmelerini ve uygulamalarını sağlamıştır. Mali destekteki bu artış, birkaç yeni araştırma kümesinin ortaya çıkması ve Batı Avrupa'da yürütülen daha fazla NbS araştırması ile uyumludur (bkz. Şekil 2). NbS araştırma finansman mekanizmalarındaki artışın bir sonucu olarak ve iklim değişikliğinin etkileriyle bağlantılı bileşik stresörlerdeki ve olaylardaki artışa eş zamanlı olarak<sup>46</sup>, afet riskinin azaltılmasına odaklanan NbS araştırmaları (Şekil 1a'daki 5, 6 ve 8. kümeler) daha belirgin hale gelmiştir. Bu süre zarfında, insan sağlığı (6 ve 17. kümeler) ve su güvenliğini (8. küme) ele alan NbS araştırmaları, BM SKH'lerinin<sup>28</sup> yayınlanmasıyla uyumlu olarak ortaya çıkmıştır.

Bununla birlikte, 17. küme haricinde, gıda güvenliği ve ekonomik ve sosyal kalkınma ile birlikte bu iki toplumsal zorluk henüz birincil araştırma konuları olarak ortaya çıkmamış ve gözlemlenen araştırma kümelerinin periferisinde kalmıştır. Bu durum, 1990'dan 2021'e kadar 4 yıllık dönemler halinde NbS araştırma alanı genelinde ele alınan toplumsal zorlukların oranını vurgulayan ve toplumsal zorlukların Şekil 1a1b'deki 17 araştırma kümesinin her birine atanmasına dayanan

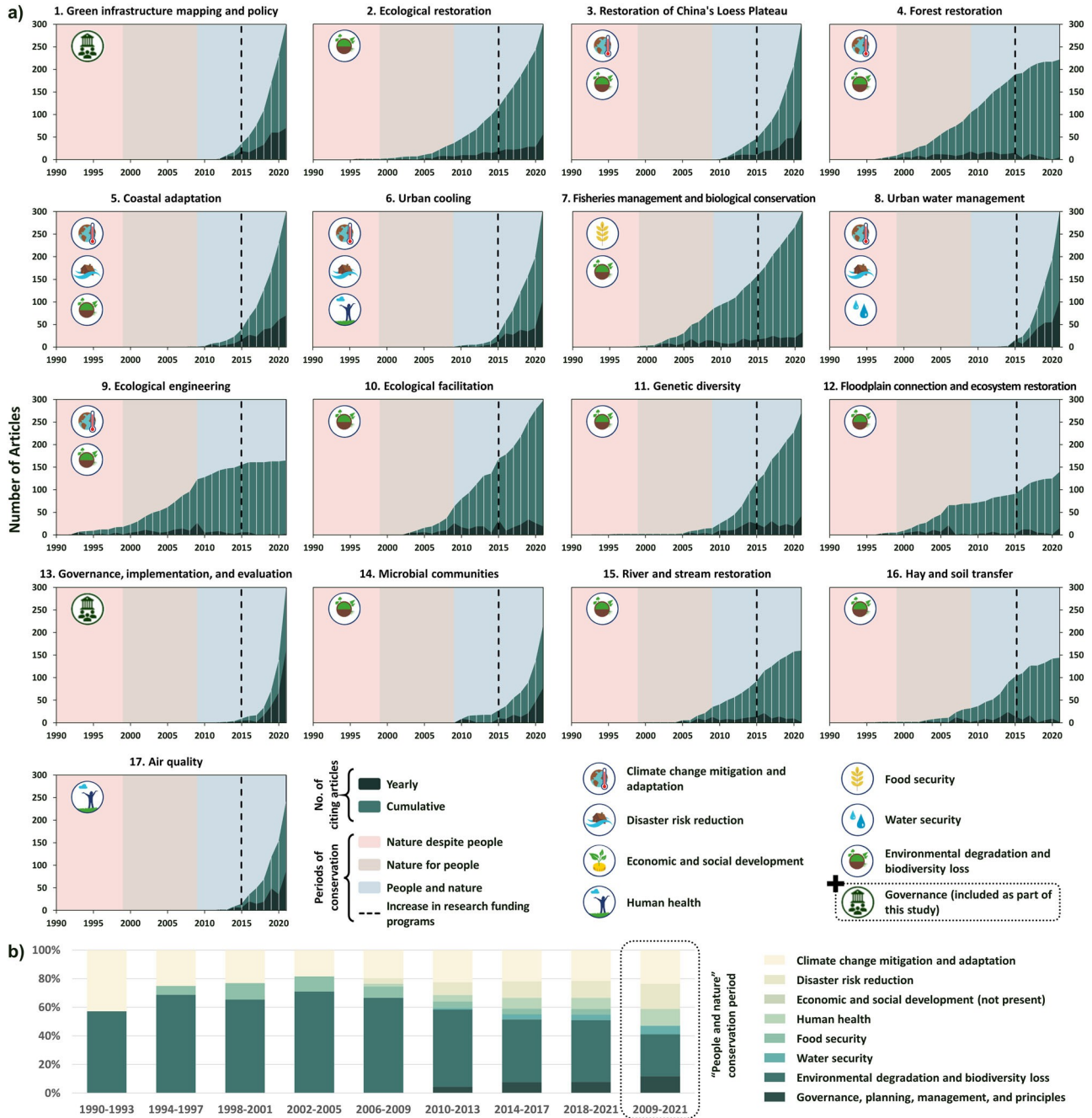
Şekil 'de açıkça görülmektedir.

Sadece 'İnsan ve doğa' koruma döneminde ortaya çıkan NbS araştırmalarını dikkate alarak<sup>(3)</sup>, günümüzde yeterince çalışılmamış toplumsal zorluklar daha iyi temsil edilmektedir. Bu dönem, insan toplumları ve doğal çevre arasındaki dinamik ilişki ile tanımlanan mevcut çağa atıfta bulunulmaktadır<sup>(3)</sup>. Şekil 1b'deki daire içine alınmış bölüm, bu dönemde yaygın olan toplumsal zorlukların oranını göstermekte ve iklim değişikliğinin ele alınması ve biyolojik çeşitlilik kaybının tersine çevrilmesine hala güçlü bir şekilde odaklanılmasına rağmen daha dengeli bir araştırma ortamını ortaya koymaktadır. Az çalışılmış toplumsal zorluklar arasında insan sağlığı, kentsel bağlamda insan refahı ve doğa arasındaki bağlantı üzerine özel araştırmaların ortaya çıkmasıyla (örneğin, kentsel soğutma ve hava kalitesinin sağlık üzerindeki etkileri) bu dönemde en fazla ilerleme kaydeden konu olmuştur (6 ve 17. kümeler). Gıda güvenliği adanmış yeni araştırma kümelere bu dönemde ortaya çıkmamıştır; devam eden gıda güvenliği araştırmaları balıkçılık yönetimi ve biyolojik koruma ile bağlantılıdır ve bunlar ilk olarak 'İnsana rağmen doğa' koruma döneminde ortaya çıkmıştır. Avrupa Komisyonu<sup>9</sup> tarafından tanımlanan yeni bir zorluk alanı olan katılımcı planlama ve yönetişime yönelik NbS araştırmaları da belirli bir toplumsal zorluğu hedefleyen araştırmalardan daha hızlı bir şekilde ilgi çekmiştir (bkz. Şekil 1a'daki 1 ve 13 numaralı kümeler) ve bu dönemde araştırma alanının daha büyük bir bölümünü temsil etmektedir (Şekil 1b). Bu durum, araştırma camiasında NbS'yi politika ve düzenleyici çerçevelere dahil etme arzusunu göstermekte ve dolayısıyla daha geniş kapsamlı NbS araştırmalarına doğru olumlu bir kaymaya işaret etmektedir.

### Küresel kırılma ile uyum

NbS yazar bağlantılarının coğrafi dağılımı (Şekil 2a) yüksek kırılma bölgeleri (Şekil 2b) ile karşılaştırılarak, gelecekteki NbS araştırmaları için hedef alanlar belirlenebilir. Bu hedef alanlar, her bir bölgedeki NbS araştırmalarında toplumsal zorlukların nasıl önceliklendirildiğini anlayarak daha da rafine edilebilir (Şekil 2c). Şekil 2a'daki araştırma üretim haritasının geliştirilmesi, bibliyografik verilerden yazar bağlantılarının atanmasına . Bu, NbS araştırmalarında hedeflenen ülkeleri her zaman doğru bir şekilde temsil etmeyebilir<sup>(47)</sup>, ancak bu coğrafi dağılım, araştırmaların çoğunun nerede ortaya çıktığı ve yazar bağlantılarında araştırmacı girdisinin nereden kabul edildiği konusunda fikir vermektedir (bkz. Ek Not 1). Şekil 2a, toplumsal zorluklardan bağımsız olarak, Avrupa, Kuzey Amerika, Çin, Avustralya ve Brezilya'da yürütülen NbS araştırmalarının yüksek oranını vurgulamaktadır. Avrupa ve Kuzey Amerika'daki NbS araştırma miktarı, akademik araştırmaların çoğunun üretildiği ve atıfta bulunduğu bölgelerle<sup>48</sup> ve NbS araştırmaları için önemli finansman kaynaklarının oluşturulduğu Avrupa örneğiyle<sup>25</sup> tutarlıdır.

Çin'deki hızlı kalkınmaya<sup>49</sup> ve Avustralya'daki doğal bitki örtüsünün korumaya<sup>50</sup> yanıt olarak ekolojik restorasyon geçmişi, bu bölgelerdeki NbS araştırmalarının yüksek oranına katkıda bulunmuş olabilir. Ayrıca



Şekil 1| NbS araştırma ortamındaki eğilimler. a) Yıllık ve kümülatif atıf eğilimleri (yeşil çubuklar) ve atanan toplumsal zorluklar (IUCN sembelleri<sup>9</sup>) ile 17 araştırma kümesi. Kümeler, koruma dönemleri<sup>3</sup> (pembe, kahverengi ve mavi paneller) ve 2015 yılında büyük ölçekli Avrupa araştırma finansman programlarındaki artışla uyumludur<sup>25</sup>

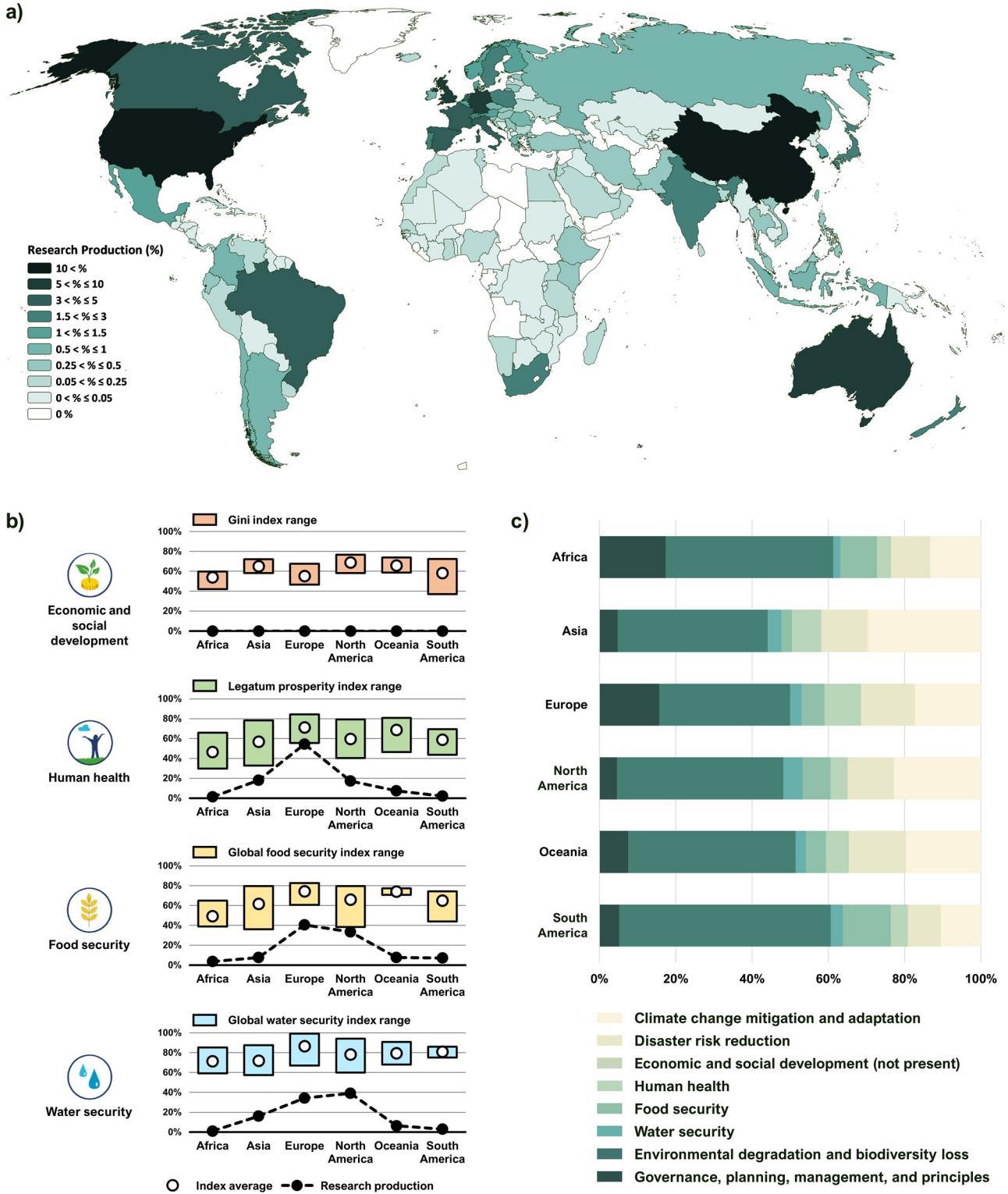
(kesikli siyah çizgi); b) 1990'dan 2021'e kadar 4 yıllık dönemlerde 17 kümenin tamamında yaygın olan ve 'İnsanlar ve doğa' koruma döneminde ortaya çıkan toplumsal zorlukların oranı<sup>(9)</sup> (kesikli siyah çizgi ile daire içine alınmıştır).

Brezilya'daki çok sayıda NbS çalışması, iklim değişikliğine uyum için kentsel NbS müdahalelerinin nispeten yüksek oranına<sup>39</sup> ve Dirençli Şehirler için NbS üzerine AB-Brezilya Sektör Diyalogu'nun kurulmasına<sup>51</sup> bağlanabilir. Ayrıca, en fazla NbS çalışması üreten yirmi ülke arasında, 'Doğa Temelli Çözümler' terimi yalnızca Batı Avrupa'da yapılan araştırmalar için ilk beş anahtar kelimeye yer almaktadır (bkz. Ek Not 2 ve Ek Şekil 1).

Şekil 2b'de, az çalışılmış dört toplumsal her biri için 1990-2021 yılları arasında NbS araştırmalarındaki yazarların dağılımı, her bölgenin söz konusu toplumsal sorun karşısındaki kırılganlığı temsil eden küresel endekslerle karşılaştırılmaktadır. Ekonomik ve sosyal kalkınma, NbS araştırma ortamında birincil inceleme konusu olarak tanımlanmamıştır (Şekil 1)

ve Şekil 2b'de bu toplumsal zorluğa hiçbir araştırma üretimi atfedilmemiştir. Bununla birlikte, 2021 Gini Endeksi sonuçları, Avrupa için Afrika hariç diğer tüm bölgelerden daha düşük bir ortalama endeks değeri ortaya koymaktadır. Hem Afrika hem de Güney Amerika en düşük Gini Endeksi değerlerine sahip ülkeleri içermektedir.

İnsan sağlığı, gıda güvenliği ve su güvenliği için NbS araştırma üretimi en fazla Avrupa'da, ardından Kuzey Amerika'da gerçekleşmektedir. Bu durum, bu zorluklar için seçilen endekslerde ortaya konduğu üzere, bu bölgelerin düşük kırılganlığı ile tezat oluşturmaktadır. İnsan sağlığı için Asya ve Kuzey Amerika'daki orta düzeydeki araştırma, bu bölgeler için endeks değerlerindeki yüksek değişkenlikle aynı zamana denk gelmektedir. Gıda güvenliği için Kuzey Amerika ve Asya geniş bir endeks değeri aralığına sahipken, Afrika düşük NbS araştırma üretimi ile birlikte bu toplumsal zorluklar arasında en düşük endeks ortalamasını korumaktadır.



Şekil 2| NbS araştırma üretimi ile küresel kırılabilirlik arasındaki karşıtlık. a Yazarların coğrafi dağılımı ile temsil edilen araştırma üretimi Araştırma odağından bağımsız olarak NbS araştırmaları için bağlantılar; b Araştırma üretiminin oranının karşılaştırılmasıyla değerlendirilen bölgesel hassasiyet yeteneği (çizgi grafik)

her bir kıta için kırılabilirlik endeksleri (sütunlar) (IUCN simgeleri\*); ve (c) Her bir kıta için her bir toplumsal soruna adanmış NbS araştırmasının oranı.

Az çalışılmış toplumsal sorunlardaki hassasiyet, her bir kıtadaki NbS araştırmalarında öncelik verilen toplumsal sorunların anlaşılmasıyla tamamlanmaktadır (Şekil 2c). Şekil 2c, Afrika'nın NbS araştırmalarında yönetim ve planlamaya diğer tüm kıtalardan daha fazla pay ayırdığını vurgulamaktadır. Benzer şekilde, gıda güvenliği de

Afrika ve Güney Amerika en yüksek önceliğe sahiptir. Buna karşın Afrika, su güvenliği ve insan sağlığına ayrılan NbS araştırmalarının en düşük yüzdesini korumuştur. Asya'daki NbS araştırma üretimi, diğer tüm kıtalardan daha fazla iklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyonuna odaklanırken, gıda güvenliğine en az öncelik verilmiştir.

en düşük Küresel Gıda Güvenliği endekslerine sahiptir. Okyanusya, diğer kıtalara kıyasla risk azaltmaya daha fazla öncelik verirken, çevresel bozulma ve biyoçeşitlilik kaybının tersine çevrilmesini hedefleyen araştırmalar Güney Amerika'daki NbS araştırmalarının yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Az çalışılmış toplumsal sorunların her birinde yapılan araştırmalar, her bir kıta için NbS araştırma üretiminin %10'undan daha azını temsil etmektedir.

## Tartışma

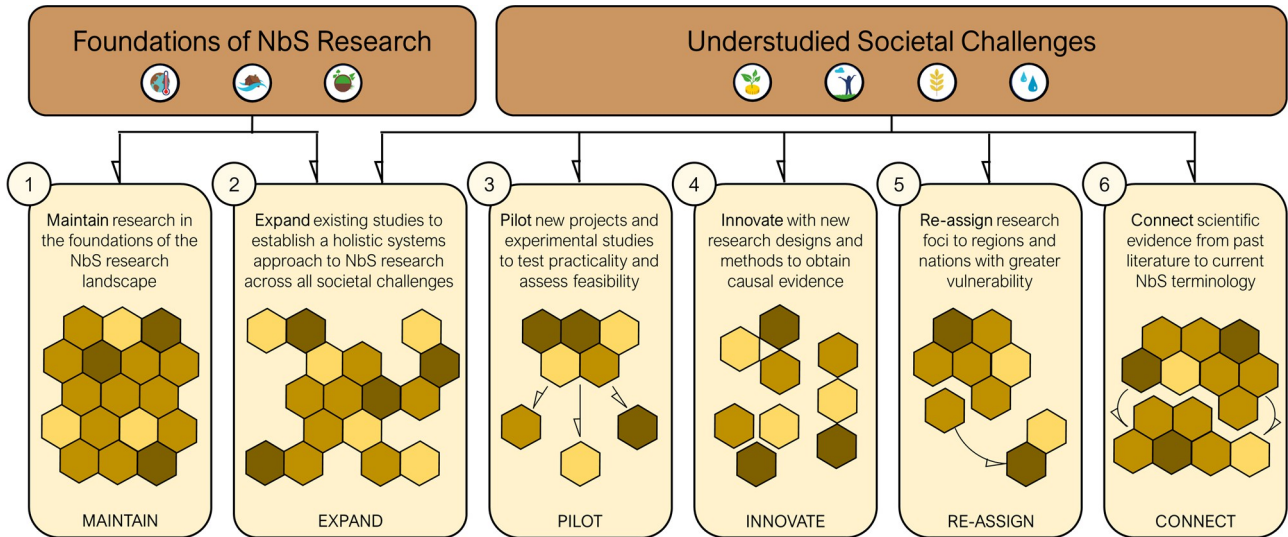
Sistemik analizimizden elde edilen sonuçlar, NbS araştırmalarının (Şekil 1) öncelikli olarak iklim değişikliği ve biyoçeşitlilik kaybına odaklandığını vurgulamakta olup NbS araştırma ortamının alt kümelerine ilişkin daha önceki incelemelerin sonuçlarıyla uyumludur<sup>40,41</sup>. 2015'te büyük ölçekli araştırma finansman programlarının büyümesinden bu yana, NbS araştırmaları diğer toplumsal zorluklara odaklanmaya başlamıştır. Örneğin, afet riskinin azaltılmasını hedefleyen araştırmalar son yıllarda öne çıkmıştır. Bununla birlikte, benimsenen IUCN toplumsal sorunlarından dördü, genel NbS araştırma ortamının periferisinde eğilimindedir: (i) ekonomik ve sosyal kalkınma, (ii) insan sağlığı, (iii) gıda güvenliği ve iv) su güvenliği. Bu disiplinlerdeki araştırma çıktıları, en büyük bu bölgelerin dışında olmasına rağmen, orantısız bir şekilde Avrupa ve Kuzey Amerika'ya yönelmiştir. Bu uyumsuzluk, hassas bölgelerdeki araştırmacıların NbS araştırma yönetimine ve yazarlığına dahil edilmesi ve gelecekteki araştırmaların çok ihtiyaç duyulan bölgelerde önceliklendirilmesi ve finanse edilmesi ihtiyacını vurgulamaktadır.

Gelecekteki NbS araştırmaları için birincil inceleme konuları olarak yeterince çalışılmamış toplumsal zorlukları belirlemek için, bunların rolünü anlamak çok önemlidir

(bkz. Ek Tartışma) ve bu disiplinlerdeki araştırmalara öncelik veren uygun yollar geliştirmek. Bu bölümde, esas olarak iklim değişikliği, biyoçeşitlilik kaybı ve afet riskini (bundan sonra NbS araştırma ortamının temelleri olarak anılacaktır) ele alan mevcut NbS araştırmalarını geliştirmeye ve odağı yeterince çalışılmamış dört toplumsal zorluğa genişletmeye yönelik yaklaşımlar tartışılmaktadır. NbS araştırmalarını ilerletmek için gereken stratejiler, NbS'nin bilimsel temelini desteklemek için kilit araştırma yolları da dahil olmak üzere Şekil 3'te sunulmuştur. Sonraki kutular (Kutu 1-6) her bir yol için önemli ayrıntılar ve örnekler sunmaktadır.

## Araştırma yolu 1. Bakım

NbS araştırma ortamının temellerindeki araştırmaların sürdürülmesi, NbS'nin ulusal politikalarda kullanımını bilgilendirmeye hizmet edebilir<sup>33</sup> ve yeterince çalışılmamış toplumsal zorluklarda NbS araştırmalarının etkinliğini destekleyebilir. Örneğin, NDC'lerde NbS'den yararlanma taahhüdü, iklim değişikliğine karşı dayanıklılığı artırmak için NbS'nin artan kanıt tabanına atfedilebilir, ancak ulusların gıda güvenliği, su güvenliği ve insan sağlığı gibi hassas sektörleri desteklemek için NbS'ye yönelik nitel göstergeleri<sup>(8) tamamlamak</sup> üzere Avrupa Komisyonu<sup>9</sup> tarafından tanımlananlar gibi eylemler ve ölçütler geliştirmeleri için bir fırsat sunabilir<sup>52</sup>. NbS araştırmaları yoluyla iklim değişikliğinin azaltılması ve yeterince çalışılmamış toplumsal zorluklar arasında bağlantılar kurmaya devam ederek, odak noktası, insanlar ve ekonomi için olumlu sonuçlar sağlamak üzere NbS'nin politika içinde benimsenmesine doğru kayabilir<sup>25</sup>.



Şekil 3 | NbS araştırma yolları. NbS araştırmasının temelleri üzerine inşa edilmesi ve NbS araştırma ortamında şu anda yeterince çalışılmayan toplumsal zorlukları (IUCN simgeleri<sup>9</sup>) ele almak için NbS'nin bilimsel temelini geliştirmek için önerilen altı araştırma yolu.

## Kutu 1 | Araştırma yolu 1. Bakım

- NbS araştırmalarının temel yönlerini hedef almaya devam edin. Örnek: Güney Amerika'da, NbS araştırmalarının en yüksek oranı, NbS'nin çevresel bozulmayı ve biyoçeşitliliği tersine çevirmeye adanmış çevresel, toplumsal ve kayıplara yönelik politika ve yönetim protokollerine dahil edilmesini daha da teşvik etmek için yüksek kaliteli kanıtlar sağlamalıdır (Şekil 2c). Bu araştırma, sağlık sektörlerinde NbS'nin teşvik edilmesi için temel oluşturabilir. NbS yönetişimine öncelik verilmeyen bir bölgede, NbS politikasının
- Birincil çalışma döneminde sürdürülen NbS araştırmaları arasında bağlantılar kurun. Buna, Afrika en yüksek NbS oranına sahiptir NbS araştırma ortamı ve adanmış az sayıda araştırma genelinde sorgulama konuları. Bu, yönetim protokollerinin Afrika'daki NDC'lerde uyum ve azaltım için NbS'yi kabul etmesini sağlamak için yakın zamanda çalışılan toplumsal zorlukların dahil edilmesini desteklemektedir<sup>52</sup> ve NbS'nin ortak faydalarının çeşitliliğini göstermektedir. NbS'nin temel yönlerine ilişkin araştırmaların nasıl
- Mevcut NbS araştırmalarının odağını, NbS'nin politikaya dahil edilmesinin takip eden etkilerine dönüştürmek. İklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyonu ile biyoçeşitlilik kaybının tersine çevrilmesinin toplum ve ekonomi üzerindeki etkileri.

## Kutu 2| Araştırma yolu 2. Genişletmek

- Toplumsal azaltım ve uyum ile gıda güvenliği arasındaki karşılıklı bağımlılıkları yakalamak ve trans- zorlukların üstesinden gelmek için NbS araştırmasını genişletmek ve benzer yapıların diğer toplumsal zorluklarla entegre bir şekilde ele alınmasını sağlamak için bireysel toplumsal zorlukların yönetimi çevreleyen sınır zorluklarının nasıl olabileceğini anlamak. bölge içinde kurulacak kültürler. Asya ve Kuzey Avrupa gibi bölgeler
  - Çok çeşitli Refah Endeksi değerlerini içeren Amerika'yı genişleterek birden fazla proje hedefini ele almak için çözümleri optimize edin (Şekil 2b), öncelikle tek bir toplumsal soruna odaklanan mevcut bilgiler üzerine. ülkelerin NbS araştırmaları da bu yaklaşımdan .
  - Başarılı çalışmalarını bağlamlar ve sınırlar arasında uygulayabilme. Daha elverişli endekslere sahip ülkeler genişletilebilir ve daha az elverişli endekslere sahip ülkelere uygulanabilir, böylece ekonomik kalkınmadaki eşitsizlikleri en aza indirmek için bilgi paylaşımı ve kapasite geliştirme geliştirilebilir.
- Örnek: Kenya'daki Mikoko Pamoja projesinin mavi karbon modeli, ekonomik ve sosyal kalkınma, iklim değişikliği gibi toplumsal zorlukları birbirine bağlayarak Doğu Afrika'nın komşu ülkelerine yayılmıştır<sup>(116)</sup>.

## Kutu 3| Araştırma yolu 3. Pilot

- Bölgelerde gıda ve su güvensizliği konularında teorik araştırmaların uygulanabilirliğini test etmek için pilot NbS projeleri (bkz. Şekil 2b) ve sonuçların devam eden küresel krizle birlikte nasıl farklılaşacağını anlamak
- Uzun vadeli izleme kampanyaları ve değişim oluşturmak için saha denemeleri uygulamak. Gelecekteki NbS için sınır koşullarını türetmek için kullanılacak diğer sektörler üzerindeki ortak faydaların veya olumsuz etkilerin değerlendirilmesi, pilot çalışmalardan öğrenilen derslerin deneyimlenen bölgelere ölçeklendirilmesine yardımcı olabilir ve benzer, ancak aynı zamanda farklı zorluk kombinasyonlarını ele almak için NbS'nin başarısını bildirebilir. Çevresel-toplumsal zorluklar. Zihinsel sınır koşulları, mevsimsel iklim değişiklikleri izlenerek elde edilebilir.
- Sıcaklık, toprak nem içeriği ve ekosistem büyümesindeki değişikliklerin etkilerinin değişkenliğini anlamak için bağlamlar arasında pilot NbS farklı coğrafyalar, toplumlar ve ekonomik yapılar. ve bunların hedeflenen NbS başarı göstergeleriyle karşılaştırılması toplumsal meydan okuma<sup>8,9</sup>. Bu veriler daha sonra ilişkiler geliştirmek için kullanılabilir. Örnek: Sel ve kuraklık sürelerinin hızlı bir şekilde artmasıyla birlikte, gelecekteki eş değişimine nicel rehberlik sağlayabilecek parametreler arasındaki <sup>117,118</sup>, uzun vadeli saha denemelerine ihtiyaç vardır. NbS'nin hassas durumdaki kişilerin dayanıklılığını artırması için sınır koşulları NbS'nin esnekliği.

## Kutu 4| Araştırma yolu 4. Yenilikçilik

- NbS'nin yeterince çalışılmamış toplumsal sorunlarda kullanımına yönelik nedensel kanıtlar elde etmek için yeni araştırma tasarımları, stratejileri ve materyalleri ile yenilikler yapın.
  - Birincil araştırma alanının dışından uzmanlarla işbirliği yapmak küresel sorunlara çok yönlü yaklaşımlar oluşturmayı hedeflemektedir.
  - Mevcut yapay uygulamaları NbS'ye geçirmek için malzemelerde yenilik yapın.
- Örnek: Erken kuruluş ve büyüme aşamalarında ekosistemleri modüler, yeniden kullanılabilir bir yapı, örneğin mangrov su ürünleri yetiştiriciliği çiftliklerinin korunması<sup>119</sup>, ekosistemlerin restorasyonu, gıda güvenliğinin artırılması ve ekonomik geçim kaynaklarının sürdürülmesi ile ilgili zorlukların üstesinden gelmek için sürdürülebilir bir çözüm sunabilir. Böyle bir çözüm, özellikle gelecek projeksiyonlarının belirsiz olduğu bölgelerde beklenmedik değişikliklere uyum sağlama esnekliği sunar<sup>120</sup>. Bu, NbS ile Asya ve Afrika'da yüksek kırılabilirlik ve bu alanlarda düşük karşılaştırmalı araştırma üretimine sahip olarak tanımlanan ülkelerin yerel bağlamı için geliştirilebilir (Şekil 2).

### Araştırma yolu 2. Genişletmek

Toplumsal sorunlar arasındaki karmaşık karşılıklı bağımlılıklar nedeniyle, bir sektördeki UDS<sup>53</sup>'nin başarısını ölçen uzun vadeli araştırma projeleri, UDS'nin diğer sektörleri nasıl etkileyebileceğini dikkate alacak şekilde genişletilebilir. Kentsel UDS<sup>nim(39)</sup> daha önceki sistematik analizlerinde tespit edildiği üzere, UDS'nin tüm biçimlerinde bu araştırma genişlemesi, UDS ile sosyo-ekonomik konular arasındaki boşlukların üstesinden gelinmesine yardımcı olabilir ve bu da dönüştürücü değişim ve sosyal açıdan adil gelecekler elde etmek için kritik öneme sahiptir. Genişleme için başlıca vaka çalışmaları, ikinci faydaların halihazırda ölçüldüğü ancak henüz uygulanan NbS'nin birincil odağı olmayanları içerir. Örneğin, NbS'nin su kısıtlığına yönelik uzun vadeli etkisi, tarımsal üretime ve sulama suyu doğrudan fayda sağlayarak gıda güvenliğini de iyileştirir. NbS'nin birden fazla sektöre fayda sağlama potansiyelini göz önünde bulunduran yeni araştırmalar, geçim kaynaklarının ve peyzajların mevcut su kaynaklarının daha sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasına yönelik geçişine ve/veya dönüşümüne doğrudan uygulama sağlayacaktır. NetworkNature Avrupa 2030 Yol Haritası<sup>nim(25)</sup> sında Eylem 1a olduğu gibi, araştırma

NbS'nin su-enerji-gıda bağlantısı içindeki birçok ara bağlantıya ilişkin etkisini hedefleyen, çok yönlü bir azaltım önlemi olarak NbS için bilimsel kanıt tabanı oluşturabilir ve gıda güvenliği, su güvenliği ve ekonomik kalkınma ile ilgili gereklilikler arasındaki değiş tokuşları ve sinerjileri vurgulayabilir.

### Araştırma yolu 3. Pilot

Gerçek dünyanın test pilot projeler aracılığıyla uygulamalı araştırma yapılması önerilmektedir. Bu projeler, istikrarlı ekonomilere ve daha düşük eşitsizliğe sahip komşu ülkelerin başarılarından faydalanabilecek bölgelerde düşünülebilir (bkz. Şekil 2b). Bununla birlikte, her bir bağlamın özelliklerinin her zaman dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini ve herkese uyan tek bir çözüm veya kopyala-yapıştır çözümü olmadığını belirtmek önemlidir<sup>54,55</sup>. Bu tür pilot uygulamalarda, doğanın restorasyonunu dikkate alan endüstri değer zincirlerinde çeşitli paydaşlar arasında işbirliği, Doğa Dostu Ekonomi gibi bütüncül yaklaşımları doğrulamak için kilit öneme sahiptir.

## Kutu 5| Araştırma yolu 5. Yeniden atama

- Bölgesel NbS araştırma önceliklerini toplumsal sorunlara (Şekil 2b) ve iklim değişikliğinin etkilerine maruz kalmanın belirli bir bölgedeki ülkelerin örneğin sıcağa maruz kalma, kötü beslenme ve vektör kaynaklı hastalıklar gibi sağlık en savunmasız olduğu sorunlara yönelik olarak yeniden belirleyin, beslenme ve vektör kaynaklı hastalıklar<sup>121</sup>, maksimum düzeyde önceliklendirilmelidir.
- Küresel NbS araştırma projelerini sağlık etkisi olan bölgeleri desteklemek üzere yeniden atayın. Benzer şekilde, su politikası zorluklarının yüksek olduğu bölgeler<sup>120</sup> ve az çalışılmış toplumsal zorluklara karşı en büyük kırılma noktası Düşük Küresel Su Güvenliği Endeksi değerleri (Şekil 2b), aşağıdaki konularda fırsatlar sunmaktadır
- Araştırma önceliklerini bölgesel olarak yeniden belirlerken ve su güvensizliğine karşı hassasiyeti belirlerken, yerel araştırmacıların NbS'ye dahil edilmesini ve uygun şekilde dahil edilmesini sağlamak, kapsamlı araştırmaların yapıldığı ve araştırma yazarlığının düşük olduğu bölgelerden gelen bilgileri tanıtmak. Ancak, yerel çözümler uluslararası düzeyde değerlendirilmelidir. ve farklı coğrafyalarda uygulanabilirliklerini değerlendirmek için sosyoekonomik sistemler.

Örnek: Nüfusu artan bölgelerde kentleşen alanlar üzerine çalışmalar lasyon büyümesi<sup>38</sup> ve Afrika ve Asya gibi düşük Refah Endeksi değerleri

## Kutu 6| Araştırma yolu 6. Bağlan

- Geçmiş akademik literatürden elde edilen bilimsel kanıtları NbS'nin bu alandaki geniş kapsamlı araştırmalarıyla ilişkilendirin. Bunun bir örneği gıda güvenliğidir, terminoloji ve ilişkili kavramlar. 'balıkçılık yönetimi' gibi kavramların kapsamlı bir şekilde araştırıldığı
- Geçmiş araştırmaların NbS (bkz. Şekil 1'deki 7. küme) ve 'tarımsal ormancılık'<sup>104</sup> kullanımını nasıl destekleyebileceğini ve teşvik edebileceğini anlamak birkaç on yıl boyunca, ancak genellikle diğer toplumsal sorunlara yönelik daha geniş etkileri hedeflemeden
- Toplumsal zorluklara yönelik çözümler arasındaki tanımlardaki nüanslar modern terimlerle ilişkilendirilerek, bir sosyal bilimci olarak, bu araştırmaların NbS ile ilişkili daha geniş ortak faydaların mevcut NbS çalışmalarına, ilgili vaka çalışmalarına ve araştırma sonuçlarına sahip olup olmadığını anlamak için NbS konseptiyle ilişkilendirilerek

(NPE) konsepti<sup>56</sup>, pazar potansiyelinin araştırılması ve pazar itici güçleriyle uyumlu pilot çözümler.

Çeşitli NbS'ler ve sağlık sonuçları arasındaki biyolojik mekanizmaları anlamak için deneysel çalışmalar da önerilmektedir. Bu tür denemeler, insan mikrobiyomu ve alt-sıralı sağlık etkileri üzerindeki etkiyi değerlendirmek için biyoçeşitlilik de dahil olmak üzere doğanın belirli bileşenlerini analiz edebilir<sup>57</sup>. Doğayla ilişkisi kesintiye uğramış, son derece kentleşmiş bir dünyada bu tür kanıtlar çığır açıcı olabilir ve NbS'nin bölgeler arasında geniş çapta uygulanmasını motive edebilir. Sebep-sonuç ilişkisinin kanıtlanması aynı zamanda tıp kurumundaki şüphecilik azaltmaya ve NbS'nin sağlık hizmetlerinde kullanımını desteklemeye hizmet edebilir<sup>36,58</sup>. Bu da muhtemelen politika ve karar alma süreçlerinde farkındalığın artmasına ve çeşitli sağlık sorunları için NbS'nin daha iyi kabul edilmesine yol açacaktır.

### Araştırma yolu 4. Yenilikçilik

NbS'nin yeterince çalışılmamış toplumsal sorunlarda kullanımını desteklemek için nedensel kanıtlara ihtiyaç vardır ve bu kanıtlar, boylamsal çalışmaların uygulanmasıyla yeni verilerin kullanıldığı yeni araştırmalar yoluyla elde edilebilir. Sağlık sektöründe NBS kullanımına yönelik mekanizmaları belirlemek için, yenilikçi araştırma stratejileri arasında sağlık uzmanları, şehir planlamacıları ve mühendisler arasında işbirliği yapılarak, yanlış riskini önemli ölçüde azaltacak ve böylece NBS'nin verimliliği ve etkisi için daha güçlü kanıtlar sağlayacak randomize, kontrollü NBS denemeleri gerçekleştirilebilir<sup>37</sup>.

NbS araştırmalarının hem çevresel hem de sosyal ihtiyaçlarla uyumlu hale getirilmesi, benzer şekilde arazi kullanımı ve tarım arasındaki karmaşık dinamikleri ele almak için NbS kullanımına destek sağlayabilir. Bu sektörler NbS araştırma noktaları olarak tanımlanmıştır<sup>59</sup>, ekosistemlerin artan küresel nüfusu sürdürmek için sürekli olarak tarıma dönüştürülmesi gerekmektedir<sup>60,61</sup>. Tarımı ekosistemlere geri döndürmenin mümkün olmadığı durumlarda, üretimi etkilemeden biyoçeşitliliği artırmak, toprak erozyonunu en aza indirmek ve karbonu tutmak için NbS ile daha sürdürülebilir tarım türlerinin kullanılması teşvik edilmelidir.

yoğun tarım<sup>62</sup>. Ayrıca, Yerli topluluklarla ortaklık NbS araştırmaları, hem sürdürülebilir gıda sistemlerini geliştirmek için iklime ve hastalıklara dayanıklı mahsuller geliştirmek<sup>63</sup> hem kilit proje itici güçlerini belirlemek ve ortak üretim yoluyla topluluk dönüşümünü desteklemek için geleneksel, yerel bilgileri kullanma potansiyeline sahiptir<sup>54</sup>. Bu bağlamda, doğanın manevi ve onarıcı nitelikleri ile insan sağlığı ve refahı üzerindeki etkisi de kabul edilebilir.

### Araştırma yolu 5. Yeniden atama

Mevcut küresel bilgi boşluklarını kapatmak için NbS araştırmalarını savunan önceki NbS analizlerini tamamlar nitelikte<sup>39</sup>, NbS araştırma üretiminin küresel kırılma noktasıyla karşılaştırılması (Şekil 2), Avrupa'daki yüksek genel NbS araştırma üretiminin ekonomik ve sosyal kalkınmayla daha iyi uyumlaştırılabileceğini göstermektedir. Benzer şekilde, biyoçeşitlilik finansmanı için öncelikli bölgeler olan Afrika ve Güney Amerika<sup>64</sup>, düşük endeks değerleri ve mevcut genel NbS araştırmalarının bir kombinasyonu nedeniyle gelecekteki NbS araştırma programları için fırsatlar sunmaktadır. NbS aracılığıyla etkin bir şekilde uygulandığında, bir NPE yolu istihdam yaratılmasını teşvik edebilir ve kapsayıcı ve eşitlikçi ekonomik kalkınmayı mümkün kılabilir. Bu yol, NbS'nin Afrika, Avrupa ve Güney Amerika'daki düşük Gini Endeksi değerlerine sahip hassas ülkelerde gelir esnekliğini ve sosyal adaleti destekleme (Şekil 2b) ve Kuzey Amerika gibi daha az hassas bölgeleri olası öngörülemez etkilere karşı geleceğe hazırlama potansiyeline sahiptir.

Benzer şekilde gıda sistemlerini bir dayanıklılık merceğinden değerlendirerek, gıda güvensizliğine ilişkin yerel ve küresel perspektiflerin ikilemini aşmak, ölçekler arasında ortaklıklar sağlamak ve küresel veya yerel düzeyde istikrarlı gıda süreçlerine bağlılığı en aza indirmek için dönüştürücü yollar geliştirilebilir<sup>65</sup>. Gıda sistemlerinde dayanıklılığın sağlanması, Afrika, Asya ve Kuzey Amerika'nın bazı bölgeleri gibi kırılma noktasının en yüksek olduğu bölgelerde gereklidir (Şekil 2). Gelecekteki NbS araştırmaları, bu bölgelerde dayanıklı gıda sistemleri oluşturmaya ve iklim değişikliği ve şiddetli çatışmaların etkilerinden en çok zarar gören bölgelerde bu sistemleri yeniden kurmaya yönelik yöntemler geliştirmeye çalışmalıdır<sup>66</sup>.

Bu bölgelerin başarısını korumak ve belgelemek ya da uluslar arasındaki değişkenliği azaltmak için yüksek dayanıklılığa sahip alanlarda daha fazla araştırmaya odaklanılabilir. Bu durum, birçok Pasifik Adası ülkesinin deniz seviyesinin yükselmesinin sağlık, su kalitesi ve gıda bulunabilirliğini etkileyen etkilerine karşı savunmasız olmasına rağmen, bölgenin bu zorluklara karşı yüksek dayanıklılığının seçilmiş birkaç ülkeden elde edilen verilere dayandığı Okyanusya için açıktır<sup>67</sup>.

## Araştırma yolu 6. Bağlan

Bu çalışmada ele alınan toplumsal zorlukların her biri için, NbS kavramıyla doğrudan bağlantılı alternatif terminoloji kullanan oldukça büyük bir akademik literatür mevcuttur. Mevcut literatür ile NbS kavramı arasında bağlantılar geliştirmek, mevcut bilginin tanınmasını ve NbS araştırmalarının mevcut durumunu genişletmek için kullanılmasını sağlamak için gereklidir. Örneğin, 'kentsel yeşil alanlar' ve 'kent ormanları' doğa ve sağlıkla ilgili literatürde sıklıkla kullanılan terimlerdir. Bu çalışmalardan elde edilen kanıtlar, sürdürülebilir sağlık hizmetleri ve hastahkların önlenmesi için NbS kullanımını desteklemek üzere kullanılabilir.

Gelecekteki kapsam belirleme incelemeleri, diğer terminolojileri (Geleneksel Ekolojik Bilgi de dahil olmak üzere) ve bunların dünyanın çeşitli yerlerinde farklı popülasyonlar arasında daha önceki doğa ve disiplinler arası araştırmalarda nasıl kullanıldığını belirleyebilir. Örneğin, 'ekosistem hizmetleri' kavramı on yıllardır çevre bilimlerinde yaygın olarak kabul görürken, araştırma sorularına ve çalışma tasarımlarına rehberlik etmek üzere insan sağlığı disiplinleri tarafından ancak yakın zamanda anlaşılmış ve benimsenmiştir<sup>68</sup>.

## Sonuçlar

İnsanlığın çok sayıda krize karşı karşıya olduğu bir dönemde, NbS'nin çevreyi, toplumu ve ekonomiyi ne ölçüde destekleyebileceğini anlamak son derece önemlidir. Analizimizden elde edilen bulgular, NbS araştırma ortamında, çoğunlukla iklim değişikliği ve biyoçeşitlilik kaybını hedef alan çalışmalardan, NbS'nin toplum ve ekonomisi üzerindeki etkilerini dikkate alan çalışmalara doğru bir geçiş olduğunu vurgulamaktadır. NbS araştırmaları, politikada NbS'yi teşvik etme, toplumsal zorluklar arasındaki karşılıklı bağımlılıkları değerlendirme ve az çalışılmış zorlukları temel araştırma temalarına entegre etme eğilimindedir. Bununla birlikte, ekonomik ve sosyal kalkınma, insan sağlığı, gıda güvenliği ve su güvenliğine öncelik veren NbS araştırmaları sınırlı kalmaktadır.

Analizimiz, gelecekteki araştırmaların hedeflerini ve NbS araştırmacıları, politika yapıcılar ve uygulayıcılar tarafından izlenen yönü bilgilendirmeyi amaçlamaktadır. Az çalışılmış toplumsal zorlukları tek tek veya daha görünür toplumsal zorlukları tamamlayacak şekilde bütünleşik olarak ele alan NbS üzerine özel araştırmaları kolaylaştırmak için tar- tışılmış yanıtlara ihtiyaç vardır. Gelecekteki NbS araştırmalarına öncelik verilmesi gereken ve yerel araştırmacıların yönetimi ve yazarlığa dahil edilmesi kilit bölgeler belirledik. Bu durum, politika yapıcılara ve NbS araştırma fon programlarının yöneticilerine, yerel bilgiye duyulan ihtiyacı ortaya koyan ve NbS'nin bilimsel temelini geliştiren araştırmalara yatırım yapma fırsatı sunmaktadır. Önerilen altı yol, araştırmacıları ve uygulayıcıları, az çalışılmış dört toplumsal sorunu ele almak ve sektörler arasında NbS'yi teşvik etmek için NbS kullanımını için bilgi ve kapasite oluşturabilecek NbS araştırmalarına öncelik vermelerinde yardımcı olmak için geliştirilmiştir.

## Yöntemler

### Arama stratejisi

Web of Science Core Collection (1900'den günümüze) veri tabanından ilgili literatürü elde etmek için terim tabanlı bir arama stratejisi uygulanmıştır. Bu literatür, bilimsel dergilerden, kitaplardan ve bilimsel bildirilerden araştırma makalelerini içermektedir.

Arama stratejisi geliştirilirken, 1990 ile 2021 yılları arasında bu terimle ilişkili yayınların sayısını anlamak için Web of Science'ta yalnızca 'Nature-based solution\*' terimi kullanılarak bir ön arama yapılmıştır. Bu ön araştırmada yalnızca 1.200 ila 1.300 arasında sonuç elde edilmiş, 2009'dan önce hiçbir araştırma ve 2016'dan yalnızca altı makale tespit edilmiştir. Bu veri kümesinin bibliyometrik bir araştırma için çok dar olduğu düşünülmüştür.

NbS araştırma alanı içindeki bilimsel alanların evriminin analizi. Araştırmayı ve ardından gelen veri setini genişletmek için, NbS şemsiyesi altında değişen terminolojiyi yansıtan bir terimler listesi derlenmiştir (bkz. Tablo 1). Bu terimler, küresel NbS kılavuzlarının<sup>1</sup> ve mevcut terminoloji özetlerinin<sup>69</sup> mevcut bir incelemesinden elde edilmiştir.

Bir veya daha fazla toplumsal zorluğa yönelik herhangi bir önyargıyı ortadan kaldırmak için, bu liste yalnızca NbS kavramına en benzer şekilde atıfta bulunan ve yalnızca bir toplumsal zorluğa ilgili olanlar yerine birkaç küresel hitap eden terimleri içerecek şekilde yeniden düzenlenmiştir. Örneğin, 'ekosistem temelli afet riskinin azaltılması' ve 'doğal sel yönetimi' gibi terimler, afet riskinin azaltılmasıyla daha yakından ilgili oldukları için listeden çıkarılmıştır. 'Ekolojik restorasyon' ve 'ekosistem restorasyonu' gibi çevresel bozulma ve biyolojik çeşitlilik kaybının ele alınmasıyla daha yakından ilgili olarak görülebilecek ancak çeşitli toplumsal zorluklara daha fazla uygulanabilecek diğer terimler de arama sorgusuna dahil edilmiştir. Bu terimlerin NbS kavramıyla ilgisi, tanımlarından (bkz. Tablo 1) ve Web of Science'ta bu terimler kullanılarak bulunan makalelerin odaklarının manuel olarak gözden geçirilmesinden anlaşılmaktadır. Bazı arama terimlerinin ilk tanımlarının 'Doğa Temelli Çözümler' tanımından farklı olabileceği ve bir veya daha fazla toplumsal zorluğa ağırlık verebileceği belirtilmektedir, çünkü bu kavramların daha geniş bir toplumsal zorluk yelpazesini nasıl etkileyebileceğine dair bir anlayış, terimlerin ortaya atıldığı sırada oluşturulmamıştır.

NbS ile ilgili diğer arama terimleri de değerlendirilmiş ancak bir veya iki toplumsal sorunla bağlantılı olmaları nedeniyle nihai arama sorgusundan çıkarılmıştır. Bu terimlerin çoğu, genel veri setine çok az sayıda ek makale sağlayacak ve dolayısıyla genel analiz üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olacaktır. Bununla birlikte, bu ek terimlerden bazıları tek başına büyük akademik burslara sahiptir ve bu nedenle bu terimler dahil edilirse, genel araştırma ortamı belirli bir temaya doğru büyük ölçüde önyargılı olabilir. Bu ek terimlerin orijinal arama sorgusundan elde edilen veri kümesinin boyutu üzerindeki etkisi, Tablo 2'de listelendiği gibi veri kümesi boyutundaki yüzde artış ile verilmektedir.

### Nihai

### arama

### sorgu

Terimler listesi rafine edildikten sonra, terimler Boole operatörü 'OR' kullanılarak birleştirildi, böylece veritabanı başlıkta (TI), özetle (AB) veya yazar anahtar kelimelerinde (AK) arama terimlerinden herhangi birini içeren herhangi bir araştırma makalesini getirecekti. Analiz için arama sorgusu aşağıda sunulmuştur.

TI= ('Doğa temelli çözüm\*' VEYA 'Doğa ile çalışmak\*' VEYA 'Doğa ile mühendislik\*' VEYA 'Doğa ile inşa etmek\*' VEYA 'Ekolojik mühendislik\*' VEYA 'Ekomühendisliği\*' VEYA 'Yeşil altyapı\*' VEYA 'Ekosistem tabanlı uyum\*' VEYA 'Ekosistem tabanlı yaklaşım\*' VEYA 'Doğal süreçlerle çalışmak\*' VEYA 'Kentsel yeşillendirme\*' VEYA 'Ekolojik restorasyon\*' VEYA 'Doğal altyapı\*' VEYA 'Yumuşak mühendislik\*' VEYA 'Ekosistem restorasyonu\*' VEYA 'Ekosistem tabanlı restorasyon\*') VEYA

AB= ('Doğa temelli çözüm\*' VEYA 'Doğa ile çalışmak\*' VEYA 'Doğa ile mühendislik\*' VEYA 'Doğa ile inşa etmek\*' VEYA 'Ekolojik mühendislik\*' VEYA 'Ekomühendisliği\*' VEYA 'Yeşil altyapı\*' VEYA 'Ekosistem tabanlı uyum\*' VEYA 'Ekosistem tabanlı yaklaşım\*' VEYA 'Doğal süreçlerle çalışmak\*' VEYA 'Kentsel yeşillendirme\*' VEYA 'Ekolojik restorasyon\*' VEYA 'Doğal altyapı\*' VEYA 'Yumuşak mühendislik\*' VEYA 'Ekosistem restorasyonu\*' VEYA 'Ekosistem tabanlı restorasyon\*') VEYA

AK= ('Doğa temelli çözüm\*' VEYA 'Doğa ile çalışmak\*' VEYA 'Doğa ile mühendislik\*' VEYA 'Doğa ile inşa etmek\*' VEYA 'Ekolojik mühendislik\*' VEYA 'Eko-mühendislik\*' VEYA 'Yeşil altyapı\*' VEYA 'Ekosistem temelli adaptasyon\*' VEYA 'Ekosistem temelli yaklaşım\*' VEYA 'Doğal süreçlerle çalışmak\*' VEYA 'Kentsel yeşillendirme\*' VEYA 'Ekolojik restorasyon\*' VEYA 'Doğal altyapı\*' VEYA 'Yumuşak mühendislik\*' VEYA 'Ekosistem restorasyonu\*' VEYA 'Ekosistem temelli restorasyon\*')

Yukarıdaki arama dizesi 25 Mart 2022 tarihinde Web of Science Core Collection veri tabanına girilmiş ve tarih aralığı 01-01-1990 ile 31-12-2021 arasında sınırlandırılarak 16.290 benzersiz yayın (burada 'atıfta bulunulan makaleler' olarak anılacaktır) ilk veri setini oluşturmuştur. Başlık, dergi, özet, atıfta bulunulan referanslar, yazar listesi, anahtar kelimeler dahil olmak üzere bibliyografik veriler,

Tablo 1| Nihai arama sorgusunda kullanılan terimlerin özeti

Arama Terimi <sup>a</sup>	Tanım Referans	Toplumsal Zorluklar	Toplam Veri Kümesinin Yüzdesi
Doğa temelli çözümler	Cohen-Shacham ve diğerleri <sup>1</sup> ,	Tümü	10%
Ekolojik restorasyon	Ekolojik Restorasyon Derneği <sup>78</sup> ,	Tümü	40%
Yeşil altyapı	Avrupa Komisyonu <sup>79</sup> ,	Tümü	20%
Ekosistem restorasyonu / Ekosistem tabanlı restorasyon	UNEP <sup>80</sup> ,	Tümü	10%
Ekolojik mühendislik / Eko-mühendislik	Mitsch, <sup>281</sup>	Tümü	8%
Kentsel yeşillendirme	Dorst ve diğerleri <sup>82</sup> ,	Tümü	4%
Ekosistem temelli yaklaşım	HELCOM & OSPAR <sup>83</sup> , (ekosistem yaklaşımı ile ilgili)	Hepsi, iklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyonuna odaklanarak	4%
Doğa ile birlikte mühendislik	USACE <sup>84</sup> ,	Tümü	4%
Doğa ile birlikte inşa etmek	de Vriend ve van Koningsveld <sup>85</sup> ,	Tümü	
Ekosistem tabanlı adaptasyon <sup>b</sup>	CBD <sup>86</sup> ,	Hepsi, iklim değişikliğinin ve adaptasyonuna odaklanarak	
Doğal altyapı <sup>b</sup>	Benedict ve McMahon <sup>87</sup> ,	Hepsi, iklim değişikliğinin ve adaptasyonuna odaklanarak	
Doğa ile çalışmak	PIANC <sup>88</sup> ,	Tümü	
Doğal süreçlerle çalışmak <sup>b</sup>	Çevre Ajansı <sup>89</sup> ,	Hepsi, afet riskinin azaltılmasına odaklanarak	
Yumuşak mühendislik <sup>b</sup>	Hartig ve <sup>90</sup> ,	Hepsi, afet riskinin azaltılmasına odaklanarak	

<sup>a</sup> Nihai arama sorgusunda, kesme işlemi için her bir arama teriminin sonuna bir yıldız işareti eklenmiştir. Ayrıca, arama teriminde kısa çizgi bulunup bulunmamasının sonuçları etkilemediği görülmüştür. <sup>b</sup> Bu terimler, daha geniş bir kavram olan Doğaya Dayalı Çözümlerden ziyade belirli bir toplumsal sorunla daha yakından ilgili olabilir, ancak genel veri seti ve müteakip Belge üzerinde ihmal edilebilir bir etkiye sahiptir. Ortak Atf Analizi.

Tablo 2| Ek arama terimlerinin orijinal veri seti üzerindeki etkisi

Arama Terimi	Tanım Referans	Toplumsal Zorluklar	Veri Seti Artışı
Doğal iklim çözümü	Griscom ve diğerleri <sup>91</sup> ,	İklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyon	<1%
Ekosistem tabanlı azaltım	CBD <sup>92</sup> ,	İklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyon	<1%
Ekosistem tabanlı afet risk azaltma	PEDRR <sup>93</sup> ,	Afet riskinin azaltılması	<1%
Afet riskinin azaltılmasında ekosistem yaklaşımı	Gupta ve Nair <sup>94</sup> ,	Afet riskinin azaltılması	<1%
Ekosistem tabanlı kıyı koruma / savunma	Temmerman ve diğerleri <sup>95</sup> ,	Afet riskinin azaltılması	<1%
Doğal taşkın yönetimi	Forbes ve diğerleri <sup>96</sup> ,	Afet riskinin azaltılması	<1%
Yeşil ekonomi	UNEP <sup>97</sup> ,	Ekonomik ve sosyal kalkınma	12%
Yeşil finans / Yeşil finansal ürünler	Lindenberg <sup>98</sup> ,	Ekonomik ve sosyal kalkınma	<1%
Yeşil büyüme	IISD <sup>99</sup> ,	Ekonomik ve sosyal kalkınma	7%
Doğal sermaye	Costanza ve diğerleri <sup>100</sup> ,	Ekonomik ve sosyal kalkınma	15%
Doğa pozitif ekonomi	WWF <sup>101</sup> ,	Ekonomik ve sosyal kalkınma	<1%
Ekolojik ekonomi	Costanza <sup>102</sup> ,	Ekonomik ve sosyal kalkınma	24%
Doğa temelli sağlık müdahaleleri	Shanahan ve diğerleri <sup>103</sup> ,	İnsan sağlığı	<1%
Tarımsal Ormancılık	Sinclair <sup>104</sup> ,	Gıda güvenliği	53%
Agroekoloji	Gliessman <sup>105</sup> ,	Gıda güvenliği	16%
Permakültür	Mollison ve diğerleri <sup>106</sup> ,	Gıda güvenliği	2%
Rejeneratif tarım	Rejeneratif Tarım Girişimi ve The Carbon Underground <sup>107</sup> ,	Gıda güvenliği	<1%
Agronomi	Encyclopedia Britannica <sup>108</sup> ,	Gıda güvenliği	20%
Organik tarım	IFOAM <sup>109</sup> ,	Gıda güvenliği	19%
Korumacı tarım	FAO <sup>110</sup> ,	Gıda güvenliği	12%
Doğal rejenerasyon	Brown <sup>111</sup> ,	Gıda güvenliği	24%
Evergreen tarım	Garrity ve diğerleri <sup>112</sup> ,	Gıda güvenliği	<1%
İklim-akıllı tarım	FAO <sup>113</sup> ,	Gıda güvenliği	4%
Orman peyzaj restorasyonu	Mansourian ve diğerleri <sup>114</sup> , Maginnis ve diğerleri <sup>115</sup> ,	Çevresel bozulma ve biyolojik çeşitlilik kaybı	1%

atıfta bulunulan her makale için yayın yılı ve yazar bağlantıları Web of Science veri tabanından metin dosyaları olarak dışa aktarılmıştır. Bu metin dosyaları Belge Ortak Atıf Analizi için temel oluşturmuştur. Belge Ortak Atıf Analizinin sağlamlığı nedeniyle, yayın sayısındaki küçük değişikliklerin araştırmanın durumu ve alanın gelişimine ilişkin nihai analiz üzerinde ihmal edilebilir etkileri olduğu belirtilmektedir.

Belge ortak atıf analizi Arama sonuçlarının analizi Belge Ortak Atıf Analizi<sup>70</sup> şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bu analiz, bir araştırma alanının baskın temalarını belirlemek ve her bir temanın tarihsel gelişimini ve zamansal eğilimlerini sunmak için CiteSpace yazılımı<sup>71</sup> ile birlikte Web of Science gibi bir veri tabanından bibliyografik verilerin dışa aktarılması metin dosyalarını kullanır. Belge Ortak Atıf Analizinin gücü, ilk veri kümesinde birkaç yayın eksik olsa bile NbS araştırma ortamındaki eğilimleri belirleme kapasitesinde yatmaktadır. Bu analiz, yayınların kendilerinin ilk veri kümesine dahil edilip edilmediğine bakılmaksızın, NbS araştırma ortamının atıfta bulunan makaleleri tarafından sıklıkla ortak atıfta bulunulan birlikte atıfta bulunulan temel referansları (burada 'atıfta bulunulan referanslar' olarak adlandırılmaktadır) tespit eder. Bu atıflar, atıfta bulunan makaleler tarafından birlikte atıfta bulunulduğunda NbS araştırmasının ana alanının (örneğin su mevzuatı) dışında kalabilir. Bunu yaparken, bu teknik NbS araştırma ortamının altında yatan atıfların analize dahil edilmesini sağlar.

Belirli bir temaya sahip NbS makaleleri tarafından sıklıkla birlikte atıfta bulunulan referanslar, tematik olarak araştırma kümeleri halinde kategorize edilebilir; burada atıfta bulunulan makaleler belirli bir NbS araştırma kümesini temsil eder ve atıfta bulunulan referansların kendileri kümenin bilgi temelini oluşturur. Her bir küme üzerinde en büyük etkiye sahip olan atıfta bulunulan referanslar üç temel ölçüt kullanılarak belirlenmiştir: yerel atıf sayısı, atıf sayısı patlamaları ve referans merkeziliği ve diğer kümelere ait referanslarla birlikte atıfta bulunulabilir<sup>72</sup>. Bu araştırma kümeleri, NbS araştırma ortamının bireysel akışlarını temsil etmektedir.

Araştırma kümeleri, geliştirilmelerinden ardından, içlerindeki atıf sayısına göre sıralanmıştır (örneğin, Şekil 1'de, küme 1. 'Yeşil altyapı haritalaması ve politikası' en fazla referansı içerirken, küme 17. 'Hava kalitesi' en az referansı içermektedir). Her araştırma kümesi başlangıçta CiteSpace'te, atıfta bulunulan referansların bibliyografik verilerinden çıkarılan patlamış terimlere dayalı bir algoritma kullanılarak etiketlenmiştir<sup>71</sup>. Ancak, bu etiketleme süreci, kümeler arasında daha fazla ayrım sağlayan anahtar ifadeleri gözden kaçırma potansiyeline sahip olduğundan, baskın temaları belirlemek ve okuyucu için etiketleri netleştirmek amacıyla her kümedeki tüm makalelerin başlıklarının tam ölçekli bir incelemesi yapılmıştır. Araştırma kümesi etiketlerinden bazıları, ekolojik restorasyon (küme 2) ve orman restorasyonu (küme 4) veya ekolojik kolaylaştırma (küme 10) ve genetik çeşitlilik küme 11) gibi benzer temalara atıfta bulunulmaktadır, ancak benzersiz araştırma alanlarını hedefleyen makalelere yapılan atıflardan türetilmiştir. Örneğin, ekolojik kolaylaştırma araştırma kümesindeki (küme 10) atıfta bulunulan makaleler ekosistem türleri, su ve bitki örtüsü ile habitatlar arasındaki etkileşim ve kolaylaştırmalara atıfta bulunurken, genetik çeşitlilik kümesindeki (küme 11) atıfta bulunulan makaleler tohum kaynağı ve genomik olarak çeşitli türlerle restorasyonun etkilerini ele almaktadır.

Bu çalışmada, 150 ila 1200 arasında atıfta bulunulan referans ve 200'den fazla atıfta bulunulan makale içeren, analiz için yeterli alt kümeler sağlayan ve bu çalışmaya dahil edilen 17 ana araştırma kümesi oluşturulmuştur. Diğer araştırma kümeleri 150'den az atıf ve 40'tan az atıf yapan makale içermekte olup, tutarlı temaların belirlenmesi için çok küçük veri kümeleri sunmakta ve daha sonra analizden çıkarılmaktadır. Bu araştırma kümelerinin her biri için, araştırma üretimindeki değişimi incelemek amacıyla yıllık atıf yapılan makale sayısı ve kümülatif atıf yapılan makale sayısı Şekil 1'de grafiğe dökülmüştür.

### Duyarlılık analizi

İlk arama sorgusunda çeşitli terimlerin seçimindeki öznellik nedeniyle, dar kapsamlı bir ortak atıf analizi gerçekleştirilmiştir.

'Doğa temelli çözüm'<sup>81</sup> teriminden elde edilen veri kümesi. Bu veri seti, ilk geniş veri setiyle aynı doğrulukta tam Belge Ortak Atıf Analizini gerçekleştirmek için çok küçük olmasına rağmen (1200 ila 1300 atıfta bulunan makale), araştırma ortamının temalarının NbS şemsiyesi altındaki diğer terimler dahil edilmeden önemli ölçüde farklı olup olmayacağını anlamak için ön bulgular gözlemlenmiştir. Bu ön ortak atıf analizi, 2009-2021 yılları arasında (yeni veri kümesinin dönemi) gözlemlenen araştırma kümelerinin temalarının, bu dönemde orijinal veri kümesinden oluşan kümelere tutarlı olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgu, NbS şemsiyesi altına ek terimlerin dahil edilmesinin bu çalışmanın sonuçlarını son on yılda önemli ölçüde değiştirmediğini, bunun yerine 'Doğa temelli çözümler' teriminin kullanılmaya başlanmasından önce alanın gelişimini anlamak için faydalı olduğunu göstermektedir.

### Atama of societal challenges IUCN<sup>8</sup>

tarafından geliştirilen yedi toplumsal zorluk, NbS'nin belgelenmiş potansiyelinin NbS araştırma ortamında nasıl değerlendirildiğini anlamak için Belge Ortak Atıf Analizi yoluyla oluşturulan araştırma kümelerine manuel olarak atanmıştır. Toplumsal zorlukların bu şekilde atanması, araştırmanın arkasındaki temel hedefleri vurgulamak için araştırma kümelerinin etiketlenmesini tamamlamaktadır. Toplumsal zorlukları her bir araştırma kümesine atamak için, temel hedefleri teyit etmek amacıyla seçilen makalelerin özetleri, girişleri ve sonuç kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Bu çalışmada elde edilen araştırma makalelerinin hacmi nedeniyle, her bir makalenin tam bir incelemesi yapılmamıştır.

Bir araştırma kümesinde birden fazla temel hedefin belirlendiği durumlarda, birden fazla toplumsal zorluk atanmıştır. Birden fazla odağa sahip araştırma kümelerine ilave toplumsal zorlukların atanmasının, yeterince çalışılmamış toplumsal zorluklar üzerindeki etkisini belirlemek için bir duyarlılık analizi yapılmıştır. Örneğin, 3. (Çin'in Loess Platosunun Restorasyonu) ve 17. (Hava kalitesi) araştırma kümelerinde sırasıyla su güvenliği ve iklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyonu ana analize dahil edilebilirdi çünkü her kümenin araştırma makalelerinin birden fazla odağı vardır. Bu ek zorlukların dahil edilmesiyle, su güvenliği NbS manzarasında 2013 yerine 2010'da daha erken ortaya çıkacaktır, ancak iklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyonun alandaki yaygınlığı nedeniyle ihmal edilebilir diğer etkilerle birlikte. Her bir araştırma kümesi için toplumsal sorunların seçiminde yapılan küçük değişiklikler, NbS araştırmalarında toplumsal sorunların ne zaman hedef alındığını etkileme potansiyeline sahiptir, ancak genel sonuçlar üzerinde sınırlı etkileri vardır. NbS araştırma ortamı daha da geliştikten sonra bu araştırma kümelerinin odağındaki değişimi anlamak için daha fazla kapsam incelemesi önerilmektedir.

Belirlenen araştırma kümelerinin ikisi hariç hepsine IUCN toplumsal zorluklarından bir veya daha fazlası atanmıştır. Bu iki araştırma kümesi, belirli toplumsal zorlukları doğrudan ele almadan, daha geniş bir şekilde NbS'nin politikası, yönetimi ve yönetimine odaklanmıştır. Bu araştırma kümelerine NbS'nin yönetimiyle ilgili ayrı bir tanımlayıcı atanmıştır. Sonuç olarak, bu araştırmanın amaçları doğrultusunda, yedi IUCN toplumsal zorluk simgesinden bağımsız olarak sekizinci bir simge oluşturulmuştur (bkz. Şekil 1a).

### Toplumsal zorlukların karşılaştırılması

1990'dan 2021'e kadar her 4 yıllık dönem için, bu dönemlerin her birinde atıfta bulunulan makaleleri içeren araştırma kümeleri belirlenmiş ve her bir toplumsal zorlukla ilişkili küme sayısı kaydedilmiştir. Bu sayılar, NbS araştırma ortamının gelişimi sırasında hangi toplumsal zorlukların ne ölçüde dikkate alındığını anlamak için her 4 yıllık dönem için atanan toplam toplumsal zorluk sayısının yüzdeleri olarak birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Benzer bir uygulama, 'Doğa Temelli Çözümler' teriminin yaygınlaştığı son koruma döneminde (2009'dan günümüze)<sup>3</sup> ortaya çıkan araştırma kümeleri için de gerçekleştirilmiştir. Bu karşılaştırma, küresel çevresel ve toplumsal krizlerin ele alınmasında NbS'nin önemine ilişkin bakış açısındaki değişimi vurgulamak amacıyla yapılmıştır.

Yazar bağlantılarının dağılımı ve toplumsal zorluklar Araştırma eğilimlerini bağlantılarının coğrafi dağılımıyla birleştirmek, araştırmacıların farklı bölgelerde öncelik verdiği konular hakkında bir fikir vermektir. Ülke ve bölge başına yazar bağlantılarının sayısı, yukarıda açıklanan arama sorgusu kullanılarak Web of Science Core Collection'dan alınan veri kümesinden dışa aktarılmıştır. Veri kümesindeki her yayın için tüm yazarların bağlantıları dikkate alınmıştır. Bununla birlikte, her ülke, aynı ülkeden yazar bağlantılarının sayısına bakılmaksızın, yayın başına yalnızca bir kez sayılmakla sınırlandırılmıştır.

Kıtalar ve toplumsal sorunlara göre yazar bağlantılarının oranı da az çalışmış toplumsal sorunlardaki küresel kırılma noktaları görsel bir karşılaştırma için belirlenmiştir (Şekil 2b). Her ülke bir kıtaya atanmış ve kıta başına toplam yazar sayısı, küresel olarak toplam yazar sayısının yüzdesi olarak kaydedilmiştir. Bu süreç, önceki bölümde her bir araştırma kümesine atanan toplumsal zorluklara dayalı olarak toplumsal zorluk başına toplam yazar sayısını ayırtmak için her bir araştırma kümesi için tekrarlanmıştır.

NbS araştırmalarındaki yazar bağlantılarının küresel dağılımını, NbS araştırmalarının her bölgede IUCN toplumsal zorluklarına göre nasıl önceliklendirildiğini anlamakla tamamlamak için benzer bir çalışma yapılmıştır (Şekil 2c). Her bir araştırma kümesi için kıta başına toplam yazar bağlantısı sayısı kaydedilmiştir. Bu sayılar araştırma kümesine atanan toplumsal sorunla ilişkilendirilmiştir (Şekil 1a). Her kıta için, her toplumsal soruna atanan yazar bağlantılarının oranı, o kıta için toplam yazar bağlantılarının sayısının bir yüzdesi olarak kaydedilmiştir. Bu oranlar daha sonra her kıta için NbS araştırmalarının toplumsal sorunlara göre dağılımını göstermek üzere Şekil 2c'de çizilmiştir.

### Hassasiyet endeksleri

NbS'nin az çalışılmış dört toplumsal soruna ilişkin araştırma üretimini bu karşı yüksek kırılma noktasına sahip bölgelerle uyumlu hale getirmek için, aşağıdaki dört endeks kırılma noktası göstergesi olarak seçilmiştir:

- Ekonomik ve sosyal kalkınma için Gini Endeksi<sup>73</sup>
- İnsan sağlığı için Legatum Refah Endeksi<sup>(74)</sup>
- Gıda güvenliği için Küresel Gıda Güvenliği Endeksi<sup>75</sup>
- Su güvenliği için Küresel Su Güvenliği Endeksi<sup>76</sup>

Legatum Refah Endeksi ve Küresel Gıda Güvenliği Endeksi verileri analiz için kullanılan 1990-2021 döneminin sonuna uyum sağlamak amacıyla 2021 yılı için elde edilmiştir. Ancak, Gini Endeksi ve Küresel Su Güvenliği Endeksi için 2021 ve yıllarında her ülke için veri her zaman mevcut değildi, bu nedenle en son endeksler kullanıldı. Her kıta için ortalama endeks verileri hesaplanmış ve endeks aralığı grafik haline getirilerek yazar bağlantılarının dağılımı ile karşılaştırılmıştır (Şekil 2b). Bu arasında Gini Endeksi, daha yüksek bir değerin daha az elverişli olduğu tek endekstir. Bu nedenle, tutarlılık için, Gini Endeksi değerleri Şekil 2b'de çizilirken %100'den çıkarılmıştır, böylece tüm endeksler aynı ölçeği kullanmıştır ve düşük değerler daha az elverişlidir.

### Anahtar kelime

### analizi

Yazar bağlantılarının coğrafi dağılımını tamamlamak için, NbS araştırma ortamındaki en popüler yazar anahtar kelimeleri, yazar bağlantılarının en yüksek oranına sahip 20 ülke için belirlenmiştir. Yukarıda sunulan sorgu kullanılarak Web of Science Core Collection arama sonuçları her ülke için bağımsız olarak filtrelenmiş ve ardından bibliyografik veriler metin dosyaları olarak dışa aktarılmıştır. VOSviewer yazılımı<sup>77</sup> daha sonra her bir anahtar kelimenin her ülkeden araştırmasında toplam kaç kez geçtiğini belirlemek için kullanılmıştır. Ülke başına ilk 5 anahtar kelime kaydedilmiş ve Ek Şekil 1'de karşılaştırılmıştır. Araştırmanın ülkeye veya araştırmaya özgü bir ekosistem türüne/konumuna atıfta bulunan yazar anahtar kelimeleri analizden çıkarılmıştır.

### Veriler

Bibliyografik metin dosyalarına, Küresel Su Güvenliği Endeksi verilerine ve bu makaledeki şekilleri oluşturmak için kullanılan verilerle <https://doi.org/10.5281/zenodo.10426552>. Diğer kırılma noktası endeksleri için kaynak veriler aşağıdaki sayfalardan elde edilebilir: Gini Endeksi: <https://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.GINI> Legatum Refah Endeksi: <https://www.prosperity.com/about-prosperity/prosperity-index> Küresel Gıda Güvenliği Endeksi: <https://impact.economist.com/sustainability/project/food-security-index/download-the-index>.

Alındı: 14 Eylül 2023; Kabul Edildi: 6 Mart 2024;

Published online: 15 March 2024

### Referanslar

1. Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., Maginnis, S. (eds) *Küresel Toplumsal Zorlukları Ele Almak için Doğa Temelli Çözümler*. 978-2-8317-1812-5. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en> (IUCN, Gland, İsviçre, 2016).
2. UNEP. Birleşmiş Milletler Çevre Asamblesi tarafından 2 Mart 2022 tarihinde kabul edilen karar. 5/5. Sürdürülebilir Kalkınmanın Desteklenmesi için Doğa Temelli Çözümler. Birleşmiş Milletler Çevre Programı Birleşmiş Milletler Çevre Asamblesi. (UNEP, Nairobi, 2022).
3. Mace, G. M. Kimin koruması? *Science* 345, 1558-1560 (2014).
4. Pan, H. ve diğerleri. Önceliklendirilmiş kentsel Doğa Temelli Çözüm tahsisinin karbon nötrlüğüne katkısı. *Nat. Clim. Change* 13, 862-870 (2023).
5. Depietri, Y. & Mcphearson, T. Şehirlerde gri, yeşil ve mavinin bütünleştirilmesi: İklim değişikliğine uyum ve risk azaltma için doğa temelli çözümler. İçinde: Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J. & Bonn, A. (eds.) *Kentsel Alanlarda İklim Değişikliğine Uyum için Doğa Temelli Çözümler: Bilim, Politika ve Uygulama Arasındaki Bağlantılar*. (Springer International Publishing, Cham, 2017).
6. Zhu, Z. ve diğerleri. Tarihi fırtınalar ve doğaya dayalı sel savunması için kıyı sulak alanlarının gizli değeri. *Nat. Sustain.* 3, 853-862 (2020).
7. Xie, L. & Bulkeley, H. Kentsel Biyoçeşitlilik Yönetimi için Doğa Temelli Çözümler. *Çevre Bil. Sci. Policy* 110, 77-87 (2020).
8. IUCN. Doğa Temelli Çözümler için Küresel Standart. NbS'nin doğrulanması, tasarımı ve ölçeklendirilmesi için kullanıcı dostu bir çerçeve. 978-2-8317-2058-6. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en>. (IUCN, Gland, İsviçre, 2020).
9. Avrupa Komisyonu. Doğa Temelli Çözümlerin etkisinin değerlendirilmesi: politika yapımcılar için bir özet, Yayınlar Ofisi. <https://doi.org/10.2777/521937> (2021).
10. Mijatović, D., Van Oudenhoven, F., Eyzaguirre, P. & Hodgkin, T. İklim değişikliğine karşı direncin güçlendirilmesinde tarımsal biyoçeşitliliğin rolü: analitik bir çerçeveye doğru. *Int. J. Agric. Sustain.* 11, 95-107 (2013).
11. McGreevy, S. R. ve diğerleri. Büyüme sonrası bir dünya için sürdürülebilir tarımsal gıda sistemleri. *Nat. Sustain.* 5, 1011-1017 (2022).
12. Rao, N. D. & Wilson, C. Enerji ve esenlik araştırmalarının ilettilmesi. *Nat. Sustain.* 5, 98-103 (2022).
13. Seddon, N., Chausson, A., Berry, P., Girardin, C. A. J., Smith, J. & Turner, B. İklim değişikliği ve diğer küresel sorunlara yönelik Doğa Temelli Çözümlerin değerini ve sınırlarını anlamak. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 375, 20190120 (2020).
14. Debrot, A. O. ve diğerleri. Java'nın kuzey kıyısındaki Doğa Temelli Çözümler mangrov rehabilitasyon projesinde zanaatkar kıyı balıkçılığındaki erken artışlar. *Estuar. Sahil. Shelf Sci.* 267, 107761 (2022).
15. ILO-UNEP-IUCN. Doğa Temelli Çözümlerde İnsana Yakışır İş 2022. Cenevre. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/documents/publication/wcms\\_863035.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/documents/publication/wcms_863035.pdf) (2022).

16. Boyle, A. & Kuhl, L. Doğa Temelli Çözümler iş ve geçim kaynağıdır çözümler. Doğa Temelli Çözümler Politika Özetleri. (2021).
17. Sun, Q., Jorgensen, A. & Corcoran, A. post-COVID dünyasında sağlık ve refah için Doğa Temelli Çözümlerde tasarımın değerine ilişkin bir araştırma. *AMPS Proc. J. Ser. 26*, 123-132 (2022).
18. Bommarco, R., Kleijn, D. & Potts, S. G. Ekolojik yoğunlaşma: gıda güvenliği için ekosistem hizmetlerinden yararlanma. *Trends Ecol. Evol.* 28, 230-238 (2013).
19. Opperman, J., Oyare, E., Baleta, H., Fahrbach, S. & Camargo, R. Waterways to Resilience: Afrika'da Adaptasyon için Doğa Temelli Çözümler. <https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022.pdf> (WWF-International, Gland, İsviçre, 2021).
20. Lieuw-Kie-Song, M. & Perez-Cirera, V. Nature hires: how Nature--based Solutions can power a green jobs recovery. (ILO ve Dünya Doğal Hayatı Koruma Vakfı, Cenevre, 2020)
21. Birleşmiş Milletler. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Raporu 2022. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022.pdf> (Birleşmiş Milletler, 2022).
22. WWF. Nature Based Solutions-a Review of Current Financing Barriers and How to Overcome These. <https://www.wwf.org.uk/sites/default/files/2022-06/WWF-NBS-Public-Report-Final-270622.pdf> (WWF, 2022).
23. Sarı, R., Soytaş, U., Kanoglu-Ozkan, D. G. & Sivrikaya, A. Improving the climate resilience of European cities via socially acceptable Nature-based Solutions. *npj Urban Sustain.* 3, 9 (2023).
24. Sonneveld, B. G. J. S., Merbis, M. D., Alfara, A., Ünver, O., Amal, M. A. *Tarimsal Su Yönetimi ve Gıda Güvenliği için Doğa Temelli Çözümler* (FAO Arazi ve Su Tartışma Belgesi, Roma, İtalya, 2018).
25. El Harrak, M., Lemaitre, F. Doğa Temelli Çözümlere Yönelik Araştırma ve İnovasyon için 2030'a Doğru Avrupa Yol Haritası. NetworkNature. <https://networknature.eu/sites/default/files/uploads/eu-roadmapweb.pdf> (2023).
26. UNEP ve ELD. Doğa için Finans Durumu. Harekete geçme zamanı: 2025'e kadar yatırımların iki katına çıkarılması ve doğa-olumsuz finans akışlarının ortadan kaldırılması. Nairobi <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/41333> (2022).
27. Beyaz Saray Çevre Kalitesi Konseyi, W. H. O. O. S. A. T. P., Beyaz Saray Yurtiçi İklim Politikası Ofisi 2022. Doğa Temelli Çözümlerin Hızlandırılması için Fırsatlar: İklim İlerlemesi, Gelişen Doğa, Eşitlik ve Refah için Bir Yol Haritası. Ulusal İklim Görev Gücü Raporu. Washington, D.C <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/11/Nature-Based-Solutions-Roadmap.pdf>.
28. BİRLEŞMİŞ MİLLETLER Dünyamızı Dönüştürmek: Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi. <https://sdgs.un.org/sites/default/files/publications/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf> (2015).
29. BİRLEŞMİŞ MİLLETLER. Paris Anlaşması. Birleşmiş Milletler. [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf) (2015).
30. Bakhtary, H., Haupt, F., Elbrecht, J. NDCs-A Force for Nature? Nature in Enhanced NDCs. [https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/wwf\\_ndcs\\_for\\_nature\\_4th\\_edition.pdf](https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/wwf_ndcs_for_nature_4th_edition.pdf) (WWF-UK, United Kingdom, 2021).
31. Seddon, N., Sengupta, S., García-Espinosa, M., Hauler, I., Herr, D. & Rizvi, A. R. Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkılarında Doğa Temelli Çözümler. (IUCN ve Oxford Üniversitesi, Gland, İsviçre ve Oxford, 2019).
32. Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N. & Lim, W. M. Bibliyometrik analiz nasıl yapılır: genel bir bakış ve kılavuz ilkeler. *J. Bus. Res.* 133, 285-296 (2021).
33. Chausson, A. ve diğerleri. İklim değişikliğine uyum için Doğa Temelli Çözümlerin etkinliğinin haritalanması. *Glob. Change Biol.* 26, 6134-6155 (2020).
34. Ruangpan, L. ve diğerleri. Hidro-meteorolojik risklerin azaltılması için doğa temelli çözümler: araştırma alanının son durum incelemesi. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 20, 243-270 (2020).
35. Cousins, J. J. Doğa temelli çözümlerde adalet: araştırma ve yollar. *Ekoloji. Econ.* 180, 106874 (2021).
36. Dick, J., Carruthers-Jones, J., Carver, S., Dobel, A. J. & Miller, J. D. Doğa temelli çözümler Birleşik Krallık'ta insan refahını çevreleyen öncelikli toplumsal sorunlara nasıl katkıda bulunuyor: sistematik bir harita. *Environ. Evid.* 9, 25 (2020).
37. Van Den Bosch, M. & Ode Sang, A. Halk sağlığının iyileştirilmesi için doğa temelli çözümler olarak kentsel doğal çevreler-sistematik bir inceleme. *Environ. Res.* 158, 373-384 (2017).
38. Escobedo, F. J., Giannico, V., Jim, C. Y., Sanesi, G. & Laforteza, R. Kent ormanları, ekosistem hizmetleri, yeşil altyapı ve doğa temelli çözümler: Nexus mu yoksa gelişen metaforlar mı? *Kent İçin. Urban Green.* 37, 3-12 (2019).
39. Goodwin, S., Olazabal, M., Castro, A. J. & Pascual, U. İklim değişikliğine uyum için kentsel doğa temelli çözümlerin küresel haritası. *Nat. Sürdürülebilirlik.* 6, 458-469 (2023)
40. Kong, X., Zhang, X., Xu, C. & Hauer, R. J. Doğaya dayalı çözümler olarak kent ormanları ve ağaçlar üzerine 5 yıllık bir inceleme. *Forests* 12, 1453 (2021).
41. Li, L., Cheshmehzangi, A., Chan, F. K. & Ives, C. D. Şehircilikte doğa temelli çözümlerin araştırma ortamını haritalamak. *Sürdürülebilirlik* 13, 3876 (2021)
42. Nyika, J. & Dinka, M. O. Afrika'da doğa temelli çözümlere entegre yaklaşımlar: bibliyometrik bir analizden edinilen bilgiler. *Nat-Based Sol.* 2, 100031 (2022).
43. UNFCCC. Cancun Anlaşmaları: Sözleşme kapsamında Uzun Vadeli İşbirliği Eylemine İlişkin Ad Hoc Çalışma Grubunun çalışmalarının sonucu. Taraflar Konferansının 29 Kasım - 10 Aralık 2010 tarihleri arasında Cancun'da düzenlenen on altıncı oturumuna ilişkin rapor. Cancun: (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 2011). <https://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/eng/07a01.pdf>.
44. Maes, J. & Jacobs, S. Avrupa'nın sürdürülebilir kalkınması için doğa temelli çözümler. *Conserv. Lett.* 10, 121-124 (2017).
45. AVRUPA KOMİSYONU. Komisyon, bir sonraki AB araştırma ve yenilik programı olan Horizon Europe üzerinde varılan siyasi anlaşmayı memnuniyetle karşılar. (Avrupa Komisyonu, 2020).
46. IPCC. İklim Değişikliği 2021: Fiziksel Bilim Temeli. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporuna Çalışma Grubu I'nin Katkısı. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>. (IPCC, Cambridge, Birleşik Krallık ve New York, NY, ABD, 2021).
47. Amarante, V. ve . Gelişmekte olan ülke araştırmacılarının kalkınma araştırmalarında yetersiz temsili. *Appl. Econ. Lett.* 29, 1659-1664 (2022).
48. Collyer, F. M. Akademik bilgi yayıncılığında küresel modeller: küresel Kuzey, küresel Güney. *Curr. Sociol.* 66, 56-73 (2016).
49. Ouyang, Z. ve diğerleri. Doğal sermayeye yapılan yatırımların ekosistem hizmetlerinde sağladığı iyileşmeler. *Science* 352, 1455-1459 (2016).
50. Trigger, D., Mulcock, J., Gaynor, A. & Toussaint, Y. Avustralya'da ekolojik restorasyon, kültürel tercihler ve 'yerlilik' pazarlığı. *Geoforum* 39, 1273-1283 (2008).
51. Avrupa Komisyonu Araştırma ve İnovasyon Genel Müdürlüğü, H., C., Antuña Rozado, C., Freitas, T., Enfedaque, J., Wiedman, G. Doğa temelli çözümler üzerine AB-Brezilya sektör diyalogu: doğa temelli çözümler üzerine Brezilya yol haritasına katkı

- dirençli şehirler için çözümler. <https://doi.org/10.2777/569867>. (Avrupa Birliği Yayınlar Ofisi, 2019).
52. Seddon, N. ve diğerleri. İklim değişikliğinin etkilerine karşı doğa temelli çözümlerin öneminin küresel düzeyde kabul görmesi. *Küresel Sürdürülebilirlik*. 3, e15 (2020).
53. Raymond, C. M. ve diğerleri. Kentsel alanlarda doğa temelli çözümlerin ortak faydalarını değerlendirmek ve uygulamak için bir çerçeve. *Environ. Sci. Policy* 77, 15-24 (2017).
54. Hölscher, K. ve diğerleri. Doğa temelli çözümlerin birlikte üretiminin kentsel yönetişime yerleştirilmesi: üç Avrupa kentinde ortaya çıkan birlikte üretim kapasiteleri. *Çevre. Bilim Politikası* 152, 103652 (2024).
55. Avrupa Komisyonu Araştırma ve İnovasyon Genel Müdürlüğü & Andersson, I., Ferreira, I. ve diğerleri. Doğaya dayalı çözümlerin birlikte oluşturulması ve birlikte yönetilmesi için kılavuz ilkeler - AB tarafından finanse edilen projelerden elde edilen bilgiler. <https://doi.org/10.2777/157060>. (Avrupa Birliği Yayınlar Ofisi, 2023).
56. Avrupa Komisyonu Araştırma ve İnovasyon Genel Müdürlüğü. Doğa pozitif bir ekonomide doğa temelli çözümlerin hayati rolü. <https://doi.org/10.2777/307761>. (Yayınlar Avrupa Birliği Ofisi, 2022).
57. Grönroos, M. ve . Toprak ve bitki ile kısa süreli doğrudan temas materyaller cilt mikrobiyotaya çeşitliliğinde ani bir artışa yol açar. *MicrobiologyOpen* 8, e00645 (2019).
58. Tambyah, R., Olcoñ, K., Allan, J., Destry, P. & Astell-Burt, T. Mental sağlık klinisyenlerinin toplum ruh sağlığı hizmetlerinde doğa temelli müdahalelere ilişkin algıları: Avustralya'dan kanıtlar. *BMC Health Ser. Res.* 22, 841 (2022).
59. Bunclark, L. & Hernández, I. M. D. L. V. Sürdürülebilir su yönetimi için doğa temelli çözümler üzerine araştırmaların bilimsel haritası. *Su Kaynakları. Manag.* 36, 4499-4516 (2022).
60. Tschamtker, T. ve diğerleri. Küresel gıda güvenliği, biyoçeşitliliğin korunması ve tarımsal yoğunlaşmanın geleceği. *Biol. Conserv.* 151, 53-59 (2012).
61. Potapov, P. ve . Küresel ekim alanı kapsamı ve değişim haritaları yirmi birinci yüzyılda ekim alanlarının genişlemesinin hızlandığını gösteriyor. *Nat. Food* 3, 19-28 (2022).
62. Blaser, W. J. ve diğerleri. Düşük-orta gölge tarım ormanlarında iklim-akıllı sürdürülebilir tarım. *Nat. Sürdürmek*. 1, 234-239 (2018).
63. Antonelli, A. Yerli bilgi, sürdürülebilir gıda sistemlerinin anahtarıdır. *Nature* 613, 239-242 (2023).
64. Cuming, V., Bromley, H. Biodiversity Finance Factbook. BloombergNEF. [https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/REPORT\\_Biodiversity\\_Finance\\_Factbook\\_master\\_230321.pdf](https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/REPORT_Biodiversity_Finance_Factbook_master_230321.pdf) (2023).
65. Wood, A. ve diğerleri. Yerel-küresel gıda sistemleri tartışmasını yeniden çerçevelemek bir esneklik merceğinden. *Nat. Food* 4, 22-29 (2023).
66. Queiroz, C. ve diğerleri. En hassas ve kırılgan bölgelerde dirençli gıda sistemlerine yatırım yapılması kritik önem taşıyor. *Nat. Food* 2, 546-551 (2021).
67. Oppenheimer, M. ve diğerleri. Deniz Seviyesinin Yükselmesi ve Alçakta Kalan Adalar, Kıyıları ve Topluluklar Üzerindeki Etkileri. IPCC Special Report on *The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* (Cambridge University Press, Cambridge, 2019).
68. Lindgren, E. & Elmqvist, T. Ekosistem hizmetleri ve insan sağlığı. *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science* içinde (Oxford University Press, 2017).
69. Nesshöver, C. ve . Doğa temelli çözümlerin bilimi, politikası ve uygulaması: disiplinler arası bir bakış açısı. *Sci. Total Environ.* 579, 1215-1227 (2017).
70. Chen, C. Entelektüel dönüm noktalarını aramak: Aşamalı bilgi alanı görselleştirilmesi. *Proc. Natl Acad. Sci.* 101, 5303-5310 (2004).
71. Chen, C. CiteSpace II: Bilimsel literatürde ortaya çıkan eğilimleri ve geçici kalıpları tespit etmek ve görselleştirmek. *J. Am. Soc. Inf. Sci. Technol.* 57, 359-377 (2006).
72. Khojasteh, D. ve diğerleri. 1990'dan 2021'e deniz seviyesinin yükselmesi biliminin gelişen manzarası. *İletişim. Dünya. Environ.* 4, 257 (2023).
73. Ceriani, L. & Verme, P. Gini endeksinin kökenleri: Corrado Gini'nin Variabilita e Mutabilita (1912) kitabından alıntılar. *J. Econ. Inequal.* 10, 421-443 (2012).
74. Legatum Küresel Kalkınma Enstitüsü. The 2007 Legatum Prosperity Index: a global assessment of wealth and wellbeing. [https://www.prosperity.com/download\\_file/view\\_inline/2855](https://www.prosperity.com/download_file/view_inline/2855) (2007).
75. Economist, T. Küresel Gıda Güvenliği Endeksi 2012: gıdanın satın alınabilirliği, bulunabilirliği ve kalitesine ilişkin bir değerlendirme. The Economist Intelligence Unit Limited. <https://impact.economist.com/sustainability/project/food-security-index/resource-library> (2012).
76. Gain, A. K., Giupponi, C. & Wada, Y. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda küresel su güvenliğinin ölçülmesi. *Environ. Res. Lett.* 11, 124015 (2016).
77. Van Eck, N. J., Waltman, L. Nesneler Arasındaki Benzerlikleri Görselleştirmek için Yeni Bir Yöntem. ERIM Rapor Serisi. <https://ssrn.com/abstract=902749> (Erasmus Research Institute of Management, Rotterdam, Hollanda, 2006).
78. EKOLOJİK RESTORASYON DERNEĞİ. SER International Primer on Ecological Restoration. <https://www.ser-rrc.org/resource/the-ser-international-primer-on/> (2004).
79. Avrupa Komisyonu. Yeşil Altyapı (GI) - Avrupa'nın Doğal Sermayesinin Geliştirilmesi. Komisyon'dan Avrupa Parlamentosu, Konsey, Avrupa Ekonomik ve Sosyal Komitesi ve Bölgeler Komitesi'ne Bildirim. [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b2df.0014.03/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b2df.0014.03/DOC_1&format=PDF) (Avrupa Komisyonu, Brüksel, Belçika, 2013).
80. UNEP. Becoming #GenerationRestoration: İnsanlar, doğa ve iklim için ekosistem restorasyonu. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/36251/ERPNC.pdf> (BM, Nairobi, 2021).
81. Mitsch, W. J. Ekolojik mühendislik nedir? *Ecol. Eng.* 45, 5-12 (2012).
82. dorst, H., Van Der Jagt, A., Raven, R. & Runhaar, H. Doğa temelli çözümler yoluyla kentsel yeşillendirme - gelişmekte olan bir kavramın temel özellikleri. *Sürdürülebilir Şehirler ve Toplum* 49, 101620 (2019).
83. HELCOM & OSPAR. İnsan Faaliyetlerinin Yönetiminde Ekosistem Yaklaşımına İlişkin Bildiri: İnsan Faaliyetlerinin Yönetiminde Ekosistem Yaklaşımına Doğru. BREMEN: 25-26 Haziran 2003. <http://www.iwlearn.net/helcom.fi/stc/files/BremenDocs/JointEcosystemApproach.pdf> (2003).
84. ABD Ordusu Mühendisler Birliği. Engineering with Nature. [https://ewn.ercd.dren.mil/wp-content/uploads/2021/03/EWNFactSheet\\_Final.pdf](https://ewn.ercd.dren.mil/wp-content/uploads/2021/03/EWNFactSheet_Final.pdf) (2012).
85. De Vriend, H. J., Van Koningsveld, M. Building with Nature: thinking, acting and interacting differently. 978-94-6190-957-2. [https://www.ecoshape.org/app/uploads/sites/2/2016/07/ECOSHAPe\\_BwN\\_WEB.pdf](https://www.ecoshape.org/app/uploads/sites/2/2016/07/ECOSHAPe_BwN_WEB.pdf) (EcoShape, Building with Nature, Dordrecht, Hollanda, 2012).
86. CBD. Biyoçeşitlilik ile İklim Değişikliğinin Azaltılması ve Adaptasyonun Birleştirilmesi: Biyoçeşitlilik ve İklim Değişikliği İkinci Ad Hoc Teknik Uzman Grubu Raporu. Montreal. <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-41-en.pdf> (2009).
87. Benedict, M. A., McMahon, E. T. & FUND, C. Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities. <https://books.google.com.au/books?id=8iZPAAAAMAAJ> (Island Press, 2006).
88. PIANC. Working with nature PIANC position paper <https://www.pianc.org/wp-content/uploads/2023/06/WwN-Position-Paper-English.pdf> (2011).

89. Çevre Ajansı. Taşkın riskini azaltmak için doğal süreçlerle çalışmak: Doğal Taşkın Yönetiminin arkasındaki kanıtlar. Birleşik Krallık. [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6036c730d3bf70aac939a47/Working\\_with\\_natural\\_processes\\_one\\_page\\_summaries.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6036c730d3bf70aac939a47/Working_with_natural_processes_one_page_summaries.pdf) (2017).
90. Hartig, J. H., Zarull, M. A. & Cook, A. Yumuşak kıyı şeridi mühendisliği ekolojik etkinlik araştırması. *Ecol. Eng.* 37, 1231-1238 (2011).
91. Griscom, B. W. ve diğerleri. Doğal iklim çözümleri. *Proc. Natl Acad. Sci.* 114, 11645-11650 (2017).
92. CBD. X/33 Biyolojik çeşitlilik ve iklim değişikliği, Onuncu Toplantısında tarafından kabul edilen Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi Taraflar Konferansı Kararı. Nagoya, Japonya: Biyolojik Çeşitlilik Konferansı. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-33-en.pdf> (2010).
93. Çevre ve Afet Risklerinin Azaltılması Ortaklığı (PEDRR). Demonstrating the Role of Ecosystems-Based Management for Disaster Risk Reduction. [https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2011/en/bgdocs/PEDRR\\_2010.pdf](https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2011/en/bgdocs/PEDRR_2010.pdf) (2010).
94. Gupta, A. K., Nair, S. S. Ecosystem Approach to Disaster Risk Reduction. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=5dab1bb95463e9e91e85739754aa80afaa75add2=2012>
95. Temmerman, S. ve . Küresel değişim karşısında ekosistem tabanlı kıyı savunması. *Nature* 504, 79-83 (2013).
96. Forbes, H., Ball, K., Mclay, F. Doğal Taşkın Yönetimi El Kitabı. 978-0-85759-024-4. <https://www.sepa.org.uk/media/163560/sepa-natural-flood-management-handbook1.pdf> (Scottish Environment Protection Agency, Stirling, Scotland, 2015).
97. UNEP. Yeşil Ekonomiye Doğru: Sürdürülebilir Kalkınma ve Yoksulluğun Ortadan Kaldırılmasına Giden Yollar-Politika Yapıcılar için Bir Sentez Makers. [www.unep.org/greeneconomy](http://www.unep.org/greeneconomy) (2011).
98. Lindenbergh, N. Yeşil Finansın Tanımı. Deutsches Institut für Entwicklungspolitik. <https://www.cbd.int/financial/gcf/definition-greenfinance.pdf> (2014).
99. Uluslararası Sürdürülebilir Kalkınma Enstitüsü (IISD). MCED 2005 Bülteni: Asya ve Pasifik'te Çevre ve Kalkınma Beşinci Bakanlar Konferansı'nın özet raporu. Seul, Kore Cumhuriyeti. <https://enb.iisd.org/events/5th-ministerial-conference-environment-and-development-asia-and-pacific-mced-2005/summary> (2005).
100. Costanza, R. ve . Dünyanın ekosistem hizmetlerinin değeri ve doğal sermaye. *Nature* 387, 253-260 (1997).
101. DÜNYA GENELİ DOĞA FONU (WWF). Doğa Pozitif Ekonomi için Yol Haritası Oluşturma Önerisi. [https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/proposal\\_for\\_a\\_roadmap\\_to\\_nature\\_positive\\_economy\\_20220603.pdf](https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/proposal_for_a_roadmap_to_nature_positive_economy_20220603.pdf) (2022).
102. Costanza, R. Ekolojik ekonomi nedir? *Ekoloji. Ekonomi.* 1, 1-7 (1989).
103. Shanahan, D. F. ve diğerleri. Sağlık ve refahı iyileştirmek için doğa temelli müdahaleler: amaç, insanlar ve sonuçlar. *Spor* 7 (2019).
104. Sinclair, F. L. AGROFORESTRY. in *Encyclopedia of Forest Sciences* (ed. Burley, J.) (Elsevier, Oxford, 2004).
105. Gliessman, S. Agroekolojiyi tanımlamak. *Agroecol. Sürdürülebilirlik. Gıda Sist.* 42, 599-600 (2018).
106. Mollison, B. C., Slay, R. M. & Jeeves, A. *Permakültüre Giriş* (Tyalgum, Avustralya, Tagari Yayınları Tyalgum, Avustralya, 1991)
107. Rejeneratif Tarım Girişimi, T.C. Ü. Rejeneratif Tarım Nedir? <https://02fe55.p3cdn1.secureserver.net/wp-content/uploads/2017/02/Regen-Ag-Definition-7.27.17-1.pdf> (California State University, Chico, California, 2017).
108. Britannica, T. E. O. E. agronomi [Çevrimiçi]. Encyclopedia Britannica. Mevcut: <https://www.britannica.com/science/agronomy> (2021).
109. Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu (IFOAM). Gündem IFOAM Genel Kurulu 2008. Vignola, İtalya. [https://archive.ifoam.bio/sites/default/files/ia\\_97\\_2008\\_ga.pdf](https://archive.ifoam.bio/sites/default/files/ia_97_2008_ga.pdf) (2008).
110. FAO. Koruma Amaçlı Tarım. Roma, İtalya. <https://www.fao.org/3/cb8350en/cb8350en.pdf> (2022).
111. Brown, N. SILVICULTURE tropikal yağmur ormanlarının doğal yenilenmesi. in *Encyclopedia of Forest Sciences* (ed. Burley, J.) (Elsevier, Oxford, 2004).
112. Garrity, D. P. ve diğerleri. Evergreen Agriculture: a robust approach to sustainable food security in Africa. *Food Secur.* 2, 197-214 (2010).
113. FAO. Introducing climate-smart agriculture. in *Climate Smart Agriculture Sourcebook* (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, 2013).
114. Mansourian, S., Vallauri, D., Dudley, N. *Peyzajarda Orman Restorasyonu: Ağaç Dikmenin Ötesinde*. <https://doi.org/10.1007/0-387-29112-1> (Springer New York, NY, 2005).
115. Maginnis, S. ve diğerleri. Ulusal düzeyde orman peyzajı restorasyon fırsatlarının değerlendirilmesi: Restorasyon Fırsatları Değerlendirme Metodolojisi (ROAM) için bir kılavuz. Gland, İsviçre: International Union for the Conservation of Nature. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2014-030.pdf> (2014).
116. Wylie, L., Sutton-Grier, A. E. & Moore, A. Başarılı mavi karbon projelerinin anahtarları: küresel vaka çalışmalarından çıkarılan dersler. *Mar. Policy* 65, 76-84 (2016).
117. Arnell, N. W. & Gosling, S. N. İklim değişikliğinin nehirler üzerindeki etkileri küresel ölçekte sel riski. *İklim. Change* 134, 387-401 (2016).
118. Chiang, F., Mazdiyasi, O. & Aghakouchak, A. Küresel kuraklık sıklığı, süresi ve yoğunluğu üzerindeki antropojenik etkilerin kanıtı. *Nat. Commun.* 12, 2754 (2021).
119. Wilms, T., Van Wesenbeeck, B. K. & Tonneijck, F. Geçirgen Yapılar; Aşınan Tropikal Çamurlu Kıyıları Onarmak için Doğayla Birlikte İnşa Etmek. *EcoShape Teknik Raporu*. (EcoShape, Dordrecht, Hollanda, 2020). <https://www.wetlands.org/publications/technical-guidelines-permeable-structures/>.
120. Greve, P. ve diğerleri. Su kıtlığı projeksiyonlarındaki belirsizlik altında su sorunlarının küresel değerlendirilmesi. *Nat. Sustain.* 1, 486-494 (2018).
121. Moda, H. M., Filho, W. L. & Minhas, A. İklim değişikliğinin açık havada çalışanlar ve güvenlikleri üzerindeki etkileri: bazı araştırma öncelikleri. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 16, 3458 (2019).

### Teşekkür

Yazarlar, küresel kırlangık değerlendirilmesi için Küresel Su Güvenliği Endeksi verilerini sağlayan Animesh Gain'e teşekkür eder. NbS toplumsal zorluk simgelerinin çalışmamıza dahil edilmesine izin verdiği için IUCN'ye teşekkür ederiz. Ayrıca Abbas Shamsipour'a şekil kavramsallaştırma yardımları için teşekkür ederiz. MvdB, MCIN/ AEI/10.13039/501100011033 tarafından finanse edilen CEX2018-000806-S hibesinin ve CERCA Programı aracılığıyla Generalitat de Catalunya'nın desteğini kabul etmektedir.

### Yazar katkıları

Çalışmayı T.D. ve D.K. tasarlamıştır. T.D. araştırma ortamının analiz edilmesi ve araştırma yollarının geliştirilmesi için benimsenen yaklaşımları kavramsallaştırmıştır. D.K. ve M.H. analizi tasarlamış ve yürütmüştür. T.D. sonuçları post-işlemden geçirmiştir. E.C.S. metodolojisi ve IUCN toplumsal zorluklarının atanmasını gözden geçirmiştir. T.D. ve D.K. şekilleri tasarlamıştır. D.K., E.C.S., W.G. ve S.F. makalenin geliştirilmesini denetlemiştir. Orijinal makaleyi T.D. yazmıştır. T.D., D.K., E.C.S., W.G., M.H., M.v.d.B., D.R., P.G. ve S.F. metodolojisi gözden geçirmiş ve makaleyi düzenleyip revize etmiştir.

### Rekabet eden çıkarlar

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

## Ek bilgi

Ek bilgi Çevrimiçi versiyon, <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01308-8> adresinde bulunan ek materyalleri içermektedir.

Yazışmalar ve materyal talepleri Thomas Dunlop'a iletilmelidir.

Hakem değerlendirme bilgileri *Communications Earth & Environment*, bu çalışmanın hakem katkılarından dolayı anonim hakemlere teşekkür eder. Birincil Sorumlu Editörler: Martina Grecequet. Hakem değerlendirme dosyası mevcuttur.

Yeniden basım ve izin bilgilerine <http://www.nature.com/reprints> adresinden ulaşılabilir.

Yayıncının notu Springer Nature, yayınlanan haritalardaki yetki iddiaları ve kurumsal bağlantılar konusunda tarafsız kalmaktadır.

**Açık Erişim** Bu makale, orijinal yazar(lar) ve kaynağa uygun şekilde atıfta bulunduğunuz, Creative Commons lisansına bir bağlantı verdiğiniz ve değişiklik yapıp yapılmadığını belirttiğiniz sürece, herhangi bir ortam veya formatta kullanım, paylaşım, uyarlama, dağıtım ve izin veren Creative Commons Attribution 4.0 Uluslararası Lisansı altında lisanslanmıştır. Bu makalede yer alan görseller veya diğer üçüncü taraf, aksi belirtilmediği sürece makalenin Creative Commons lisansına dahildir. Materyal, makalenin Creative Commons lisansına dahil değilse ve kullanım amacınız yasal düzenlemeler tarafından izin verilmiyorsa veya izin verilen kullanımı aşıyorsa, doğrudan telif hakkı sahibinden izin almanız gerekecektir. Bu lisansın bir kopyasını görüntülemek için <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> adresini ziyaret edin.

© Yazar(lar) 2024