

## İklim Değişikliği Etkilerinin Küresel Performans Göstergeleri Açısından Değerlendirilmesi

Burcu CALDA<sup>1,2\*</sup>, Emre KUTLUĞ<sup>2,3</sup>, Nazan AN<sup>2,3</sup>, M. Levent KURNAZ<sup>2,3,4</sup>

### Öz

Birçok ülke küresel iklim değişikliğinin etkilerine farklı seviyelerde maruz kalmakta ve bu ülkelerin bazı sosyoekonomik ve çevresel faktörlere dayalı etkilenebilirlik seviyeleri değişiklik gösterebilmektedir. Özellikle bireyler, toplumlar ve ülkelerin iklim değişikliğinin etki ve risklerine ne kadar açık olduğu, etkilenebilirlik seviyeleri ve onlar için yüksek ya da düşük uyarlanabilir kapasitenin ne anlama geldiği ve yapılması gerekenlere dair bilgi ve farkındalık, temel yaşamsal faaliyetlerin devamlılığı için oldukça önemlidir. Bu nedenle bu derleme çalışmasında Asya, Avrupa, Afrika, Avustralasya, Kuzey, Orta ve Güney Amerika'nın yanı sıra küçük adalar ve kutup bölgeleri ile tüm bu bölgelerde yer alan ülkelerin iklim değişikliği risklerine karşı bu göstergeler dâhilinde mevcut durumları ve gelecek öngörülerini fiziki, coğrafi, sosyoekonomik ve demografik faktörler temelinde incelenmiş ve inceleme kapsamında çeşitli güncel indislere yer verilmiştir. Bu indisler hem küresel olarak hem de Türkiye açısından iklim değişikliği kaynaklı etkilenebilirlik ve risk değerlendirmesi, bu etki ve risklere maruziyet, dirençlilik ve uyarlanabilir kapasite düzeyleri açısından çeşitli yönleriyle ele alınmıştır. Çalışmadaki genel bulgular iklim değişikliği risklerinden en çok etkilenen ülkeler olarak iklim risklerine yüksek maruziyeti ve düşük kapasitesi nedeniyle Afrika ülkelerini işaret etmektedir. Diğer taraftan yüksek uyarlanabilir kapasitelerine bağlı olarak gelişmiş Avrupa ülkeleri, Amerika ve Kanada iklim risklerinden en az etkilenen yerler olarak görülmektedir. Bulgular ayrıca Türkiye'nin iklim risklerine maruziyetinin uyarlanabilir kapasitesinden daha fazla olması nedeniyle bu risklerden orta derecede etkileneceğine dikkat çekmektedir. Ancak, iklim değişikliğine bağlı gelecekte oluşabilecek güvenli su ve gıdaya erişim problemi ve etkilenebilirliği daha yüksek komşu ülkelerden Türkiye'ye kitlesel insan hareketi akışının artan nüfus baskısıyla bu etkilenebilirliği daha üst seviyeye taşıması beklenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** İklim değişikliği, iklim değişikliği etkileri, maruziyet, etkilenebilirlik, dirençlilik, uyarlanabilir kapasite

## Assessment of Climate Change Impacts in terms of Global Performance Indicators

### Abstract

Many countries are exposed to the effects of global climate change at different aspects, and the vulnerability levels of these countries can vary based on the socioeconomic and environmental factors. Specifically, knowledge and awareness of the exposure level of individuals, societies, and countries to the impacts and risks of climate change, their vulnerability levels, and the meaning of high or low adaptive capacity for them as well as

<sup>1</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

<sup>2</sup> Boğaziçi Üniversitesi, İklim Değişikliği ve Politikaları Uygulama ve Araştırma Merkezi

<sup>3</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik Anabilim Dalı

<sup>4</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü

\*İlgili yazar / Corresponding author: burcucalda@gmail.com

Gönderim Tarihi / Received Date: 06.07.2021

Kabul Tarihi / Accepted Date: 28.02.2022

what needs to be done are crucial for the continuity of vital activities. Therefore, in this review, the current situation, and future projections of climate change risks for Asia, Europe, Africa, Australasia, North, Central and South America, small islands, and polar regions as well as the countries in all these regions, within these indicators, were examined based on physical, geographical, socioeconomic and demographic factors, and various current indices are evaluated relying on the review. These indices have been evaluated in various aspects, both globally and for Turkey, in terms of climate change-related vulnerability and risk assessment, exposure to these impacts and risks, resilience and adaptive capacity levels. The general findings in the review point to Africa as the country most affected by climate change risks via its high exposure to climate risks and low capacity. On the other hand, the developed European countries, America, and Canada, are the least affected by climate risks due to their high adaptive capacities. The findings also point out that Turkey is moderately affected to climate change risks since its exposure to climate risks is greater than its adaptive capacity. However, the issues of access to safe water and food could occur in the future because of climate change, and the migration to Turkey from neighboring countries with higher vulnerability be expected to increase the vulnerability to a higher level with the rising population pressure.

**Keywords:** Climate change, climate change impacts, exposure, vulnerability, resilience, adaptive capacity

## 1. Giriş

Sanayi devriminden bu yana insan kaynaklı sera gazı emisyonları iklim değişikliğine neden olmaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin 1,5 °C Küresel Isınma özel raporuna göre, küresel sıcaklık artışının mevcut artış hızında devam etmesi durumunda 2030 ile 2052 yılları arasındaki dönemde 1,5 °C'ye ulaşılması beklenmektedir (IPCC, 2018). Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) 2021 raporuna göre ise önümüzdeki 5 yılın en az birinde yıllık ortalama küresel sıcaklığın geçici olarak, %40 olasılıkla, 1,5 °C'nin üstüne çıkması ve 2025 yılına kadar bu olasılığın artması beklenmektedir (WMO, 2021). İnsan kaynaklı iklim değişikliği nedeniyle son yıllarda artan aşırı hava olaylarının can sağlığı, mal kaybı, çevre, tabii ve doğal kaynaklar, iş ve hizmet sürekliliği için oluşturduğu risklerin önümüzdeki yıllarda da giderek artış gösterebileceği öngörülmektedir (IPCC, 2012). Ülkelerin iklim değişikliğinin neden olabileceği risklere maruz kalma durumlarının, bu etki ve risklere karşı etkilenebilirliklerinin belirlenmesi ve iklim değişikliği etkilerinin hafifletilebilmesi için doğru ve uygulanabilir uyum stratejileri geliştirmeleri kritik hale gelmiştir (Sarkodie ve Strezov, 2019).

Artan sıcaklıkların neden olacağı riskler IPCC 2019 özel raporunda; artan orman yangınları, kıyı kesimlerde su seviyesinin yükselmesi, düşük enlemlerde yer alan tarım bölgelerinde verimin azalması, gıdaya erişimin azalması, tatlı su kaynaklarının azalması, aşırı sıcaklık ya da soğuklar kaynaklı hastalık ve ölüm oranlarında artış, bitki örtüsünde önemli ölçüde kayıplar, toprak erozyonda artış ve buzulların hızla erimeye devam etmesi olarak yer almıştır (Hurlbert vd., 2019). Bu riskler dünyanın farklı bölgelerini fiziki, coğrafi, sosyoekonomik ve demografik açılarından farklı etkilemektedir (IPCC, 2012). Bu nedenle uyum çalışmaları, iklim değişikliğinin etki ve risklerinin yönetilebilmesinde büyük önem taşımaktadır. İklim değişikliği uyum çalışmalarının küresel ölçekte yürütülmesi kadar bölgesel ve ülkeler ölçeğinde de doğru bir stratejik yaklaşımla benimsenmesi ve uygulanabilmesi gerekir.

İklim değişikliğinden kaynaklanan temel bölgesel risklerin ve seviyelerinin belirlenmesinde, bölgelerin iklim değişikliği risklerine maruz kalma durumları, etkilenebilirlikleri, uyarlanabilir kapasiteleri ve dirençlilikleri temel alınmaktadır (IPCC, 2019). Bu kapsamda riskler ve risk seviyeleri bölgeye göre farklılık göstermektedir. Örneğin; Afrika'da aşırı hava ve iklim olaylarından kaynaklı yaşanan yüksek sıcaklık, kuraklık ve sellerin ekonomik sektörler, doğal

kaynaklar, ekosistemler, temel geçim kaynakları ve insan sağlığı üzerinde önemli etkileri vardır (Guillaumont ve Simonet, 2011; Field vd., 2014; Niang vd., 2014). Bölgedeki düşük uyarlanabilir kapasite, yüksek sıcaklık, su stresi ve kuraklık risk seviyesini arttırmaktadır (Sarkodie ve Strezov, 2019). Buna karşılık, Avrupa ise bir yandan iklim değişikliği kaynaklı yağış rejiminde meydana gelen değişimler ve aşırı yağışlar sebebiyle yaşanan seller, nehir taşkınları, deniz seviyesinde yükselme ile yüzleşirken diğer yandan aşırı sıcaklıklara bağlı gelişen sağlık sorunları ve orman yangınları ile karşı karşıya kalmakta ve uyum önlemlerini bu risklere göre belirlemektedir. Avrupa tarafında yürütülen uyum çalışmaları risk seviyesini düşürmekte ve bölgenin dirençliliğini arttırmaktadır (IPCC 2014a, Sarkodie ve Strezov, 2019; Schauser vd., 2010).

Asya'da iklim değişikliği tarımsal üretim ve verimlilikte düşümlere, su kaynaklarında azalmayla birlikte su stresine ve aşırı yüksek sıcaklıklara bağlı sağlık sorunları kaynaklı ölümlerde artışlara neden olmaktadır (Hijioka vd., 2014; Mall vd., 2019). İklim değişikliğinden önemli ölçüde etkilenen diğer bir bölge olarak Avustralasya da (Avustralya, Yeni Zelanda ve komşu ada ülkeleri) su kaynaklarında azalma, sıcaklık artışları ve okyanus asitlenmesine bağlı kıyı ekosistemlerinde bozulma, altyapı sorunları, sağlık problemleri, tarımsal verimlilik ve biyolojik çeşitlilikte azalma gibi sorunlarla karşı karşıyadır (Reisinger vd., 2014). Diğer taraftan azalan kar yağışlarının, artan şiddetli sıcaklıkların ve aşırı yağışların Kuzey Amerika'yı 2030 yılına kadar önemli derecede etkilemesi beklenmektedir (Romero-Lankao vd., 2014). Orta ve Güney Amerika'da iklim değişikliğinin aşırı yağışlara, sellere, gıda üretiminde ve gıda kalitesinde azalmaya, vektör kaynaklı hastalıklarda artışa neden olacağı öngörülmektedir (Magrin vd., 2014; Eakin vd., 2018). Kutup bölgelerinde ise iklim değişikliği buzulların hızla erimesine neden olmakta ve bu durumun tatlı su kaynaklarını, karasal ve deniz ekosistemlerini, okyanusları etkilemesi beklenmektedir (IPCC, 2014a; Meredith vd., 2019). Güney ve batı Pasifik Okyanusu, orta ve batı Hint Okyanusu, Karayipler, batı Afrika açıkları, doğu Atlantik Bölgesi ve Akdeniz Bölgesinde yer alan küçük adalarda iklim değişikliğiyle birlikte deniz seviyesinde yükselme ve mercan kayıpları kıyı yerleşimlerini etkilemektedir (Nurse vd., 2014). Bu araştırmalar farklı bölgelerin iklim değişikliğine farklı şekillerde maruz kaldıklarını göstermektedir. Bu nedenle bu bölgelerin her birinde farklı uyum çalışmaları planlanmakta ve yürütülmektedir.

Birleşmiş Milletler üyesi 192 ülkenin iklim değişikliğine karşı etkilenebilirliği ile uyumu incelendiğinde, iklim değişikliğinden en çok Afrika ülkelerinin etkilendiği, Norveç, İsviçre, Kanada, İsveç, Birleşik Krallık, Finlandiya, Fransa, İspanya ve Almanya gibi gelişmiş ülkelerde bu etkinin daha az olduğu gözlenmektedir (Sarkodie ve Strezov, 2019). Bu durum Afrika ülkelerinin yüksek hassasiyet, yüksek maruziyet ve düşük uyarlanabilir kapasitesine bağlı iklim değişikliğine karşı diğer ülkelere kıyasla dirençliliğinin daha düşük olduğunu göstermektedir (Moser vd., 2010; Field vd., 2014; Sarkodie ve Strezov, 2019). Norveç, İsviçre, Kanada, İsveç, Birleşik Krallık, Finlandiya, Fransa, İspanya ve Almanya gibi gelişmiş ülkelerde ise güçlü ekonomik ve yönetim yapılarıyla desteklenen uyum uygulamaları iklim değişikliğine karşı yüksek dirençlilik ve düşük etkilenebilirlik sağlamaktadır (Bauer vd., 2012; IPCC, 2014a; Sarkodie ve Strezov, 2019). Diğer taraftan Türkiye, küresel iklim değişikliğinin potansiyel etkileri açısından risk grubunda yer alan ülkelerden biridir. Türkiye'de kuraklık, orman yangınları, fırtınalar, seller, dolu, sıcak hava dalgaları gibi iklim değişikliğine bağlı aşırı hava olaylarının sıklığı, şiddeti ve sürelerinde artış öngörülmekte ve bunları azaltmaya yönelik uyum çalışmaları yapılmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012; Kadioğlu, 2012; Karapınar vd., 2020; Türkeş, 2017).

Bölgelerin ve ülkelerin iklim değişikliğine maruz kalma, etkilenebilirlik, dirençlilik ve uyarlanabilir kapasitelerinin belirlenmesinde farklı indislerden yararlanılmaktadır (Füssel, 2010; Nguyen vd., 2016). Ülkelerin etkilenebilirlik, maruz kalma, uyarlanabilir kapasitesi ve dirençlilik değerleri ile iklim değişikliğine bağlı afetlerden kaynaklanan ölüm oranları arasında

güçlü bir ilişki vardır (Brooks vd., 2005). Bu göstergeleri belirlemek için kullanılan indis sonuçları gelecekte ortaya çıkabilecek potansiyel ölüm oranlarının azaltılabilmesine yönelik önlemler açısından oldukça önemlidir (Brooks vd., 2005). Gelişmiş ülkeler geliştirmekte olan ülkelerin iklim değişikliğine uyum sağlayabilmesine yönelik sağlayacakları finansal kaynak akışını belirlerken bu indis sonuçlarından ve onlara bağlı göstergelerden yararlanmaktadır (Closset, 2017).

Bu derleme çalışmasında, Asya, Avrupa, Afrika, Avustralasya, Kuzey, Orta ve Güney Amerika, kutup bölgelerinde yer alan ülkelerin ve küçük ada ülkelerinin iklim değişikliği risklerine karşı maruziyet seviyeleri, bu etki ve risklere karşı etkilenebilirlikleri, uyarlanabilir kapasiteleri ve dirençlilikleri değerlendirilmiştir. Ayrıca, bölgelerin, ülkelerin ya da şehirlerin iklim değişikliğine maruz kalma, etkilenebilirlik, uyarlanabilir kapasiteleri ve bunlara bağlı dirençlilik seviyelerinin belirlenmesinde kullanılan çeşitli güncel indislere yer verilmiş ve bu indislerin uygulanabilirliği incelenmiştir. Bu kapsamda, Çevresel Etkilenebilirlik İndisi (ÇEİ) (The Environmental Vulnerability Index (EVI)), Sosyal Etkilenebilirlik İndisi (SEİ) (Social Vulnerability Index (SVI)), Geçim Etkilenebilirliği İndisi (GEİ) (Livelihood vulnerability index (LVI)), İklim Değişikliğinden Fiziksel Etkilenebilirlik İndisi (İDFEİ) (Physical Vulnerability to Climate Change Index), Notre Dame Küresel Uyum İnisiyatifi (ND-KUİ) Ülke İndisi (Notre Dame Global Adaptation Initiative (ND-GAIN) Country Index) ve Dünya Risk İndisi (DRİ) (World Risk Index (WRI)) çalışmada yer verilen 6 güncel indistir. Derlemede ayrıca, Türkiye'nin bölgesel konumu ve çevre ülkelerle olan ilişkileri ve etkileşimi dikkate alınarak iklim değişikliği kaynaklı etkilenebilirlik ve risk değerlendirmesi, bu etki ve risklere karşı maruziyet seviyesi, dirençliliği ve uyarlanabilir kapasitesi çeşitli yönleriyle ele alınmıştır. Bu kapsamlı değerlendirme, özellikle komşu ülkelerden batıya bir geçiş bölgesi olan Türkiye'nin iklim değişikliği etki ve risklerine karşı mevcut durumu ve gelecek öngörülerinin komşu ülkeler açısından etkilerini de ele almıştır.

## 2. Veri ve Yöntem

Bu derleme çalışmasında, bölgelerin, ülkelerin ve Türkiye'nin iklim değişikliği kaynaklı maruziyet (exposure), etkilenebilirlik (vulnerability), dirençlilik (resilience), uyarlanabilir kapasite (adaptive capacity) ve uyum çalışmalarına yönelik literatür taraması ulusal ve uluslararası araştırmalar, raporlar ve derlemeler gibi çeşitli kaynaklar kullanılarak yapılmıştır. Asya, Avrupa, Afrika, Avustralasya, Kuzey, Orta ve Güney Amerika, kutup bölgeleri (IPCC, 2014a), bu bölgelerde yer alan ülkeler ve küçük ada devletlerinin yanı sıra Türkiye'de kuraklık, ani gelişen aşırı hava olayları, deniz seviyesinin yükselmesi gibi coğrafi ve tarımsal verimlilikte önemli ölçüde azalmaya bağlı gelecekte oluşabilecek güvenli gıdaya erişim, seller, aşırı sıcaklıklar nedeniyle artan sağlık etkileri ve zorunlu insan hareketi gibi sosyoekonomik faktörler temel alınarak iklim değişikliği etki ve risklerine maruziyet seviyeleri, etkilenebilirlik düzeyleri, uyarlanabilir kapasiteleri ve dirençlilikleri değerlendirilmiştir. Çalışmada, Ortadoğu, Afrika ve Güney Asya açısından batıya göç hareketine bağlı geçiş bölgesi olma özelliği nedeniyle Türkiye'nin demografik yapı değişikliğine bağlı ülkede kaynakların yoğun kullanımı ve gelecekte olası iklim değişikliği kapsamında etkilenebilirliği dikkate alınarak Türkiye ve çevre ülkeler açısından olası etki ve riskler değerlendirilmiştir. Bu kapsamda maruziyet, etkilenebilirlik, uyarlanabilir kapasite ve dirençliliğin belirlenmesinde kullanılan indislere dair göstergeler ve bu göstergelerde hangi verilerin hangi ölçüde ağırlıklandırıldığı ve buna bağlı uygulanabilirlikleri incelenmiştir. Çalışmada güncel araştırmalar ağırlıklı olmak üzere 1990 – 2020 yılları arasında yayınlanmış literatür incelenmiştir. Ayrıca, Dünya Risk İndisi (DRİ) (World Risk Index (WRI)) ve ND-KUİ Ülke indisleri kapsamında yakın geçmiş dönem ülke verileri incelenmiştir. Bu bağlamda ND-KUİ verileri 1995-2018 yılları arasındaki değişimi göstermekte, DRİ ise 2020 yılının sonuçlarını vermektedir. Ancak, benzer değişkenler kullanarak etkilenebilirlik, maruziyet, dirençlilik ve uyarlanabilir kapasiteyi ölçen bu indisler farklı hesaplama yöntemleri kullanmaktadır. Bu durum değerlendirme sonuçlarında farklılık

oluşmasına neden olabilmekte, bu farklılığın indislerin kavramları farklı şekilde tanımlamalarından ve indislerde hesaplamaların bu tanımlara göre yapılmasından kaynaklanmaktadır. Örneğin; iki indiste de dirençlilik doğrudan bu başlık altında verilmemekte, WRI'de iklim risklerinin üstesinden gelme kapasitesi (coping capacity), ND-KUİ'de ise ülkenin iklim risklerini sosyal, ekonomik ve yönetsel açılarından hazırlıklı olmak (readiness) olarak değerlendirilmektedir.

Çalışmada, Avrupa ülkelerinin iklim değişikliğinden maruziyet, etkilenebilirlik, dirençlilik ve uyarlanabilir kapasitesinin 1995 – 2018 yılları arasındaki ortalama değerleri ve aynı değerlerin Türkiye'de yıllara bağlı değişim verileri Notre Dame Küresel Uyum İnisyatifi (ND-KUİ) Ülke İndisi (2018b)'den alınmıştır. İndiste değerler 0 – 1 aralığında değişmektedir. “1” iklim değişikliği risklerine en yüksek maruziyet ve etkilenebilirlik, en düşük uyarlanabilir kapasiteyi gösterirken, “0” daha az maruziyet, etkilenebilirlik ve yüksek uyarlanabilir kapasiteyi göstermektedir. Bir ülkenin ND-KUİ puanı etkilenebilirlik ve hazır olma puanlarından oluşur. Hazır olma puanından etkilenebilirlik puanı çıkartılıp, bir eklenip çıkan sonucun elli ile çarpılmasıyla ND-KUİ puanı bulunur. DRI 2020 sonuçlarını vermekte ve değerler 0 -100 arasında değişmektedir. Buna göre “100” iklim değişikliği risklerine en yüksek maruziyet, etkilenebilirlik, direnç ve uyarlanabilir kapasiteyi gösterirken, “0” en az maruziyet, etkilenebilirlik, dirençlilik ve uyarlanabilir kapasiteyi temsil etmektedir.

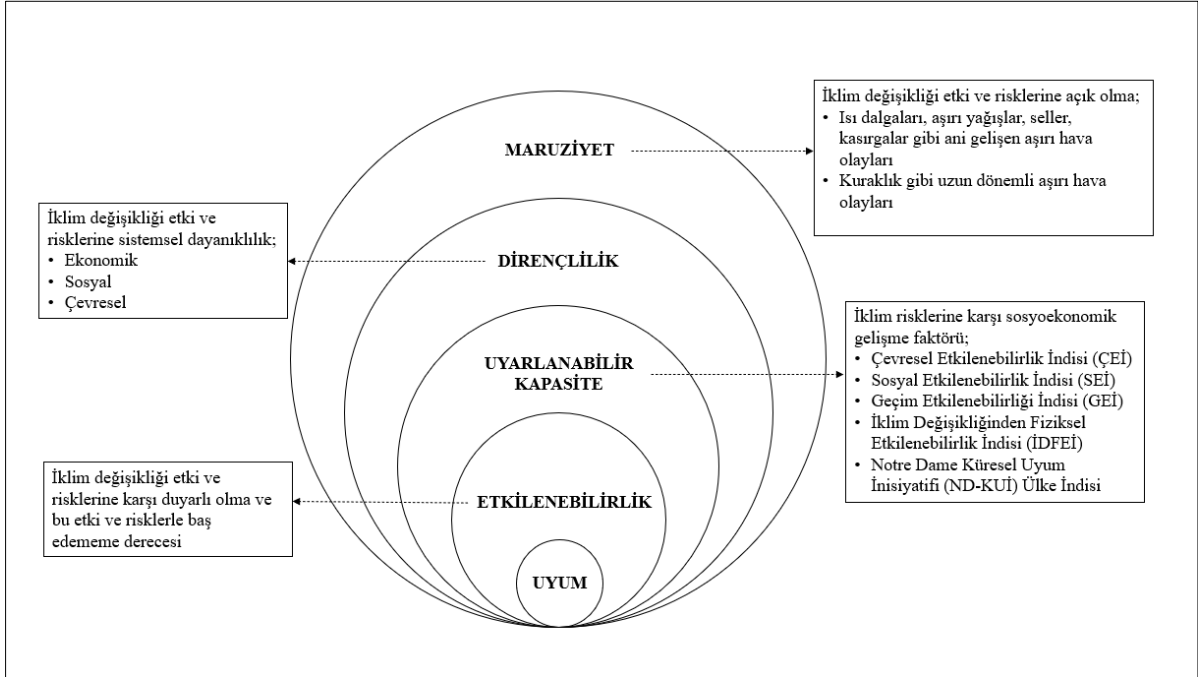
### 3. Kavramsal Tanımlar

**Etkiye açık olma/maruziyet:** Maruziyet ile insanların geçim kaynakları, biyoçeşitlilik, ekosistemler, altyapı, ekonomik, sosyal ve kültürel kaynaklar gibi iklim değişikliğinden olumsuz etkilenebilecek ortamlar ifade edilmektedir (Nguyen vd., 2016). Bu ortamların dirençliliği de maruziyet seviyelerine, etkilenebilirliklerine ve yeni iklim koşullarına uyum sağlama yeteneklerine bağlıdır (Şekil 1). Bununla birlikte iklim değişikliğine maruziyet açısından bazı toplumlar diğerlerinden daha fazla risk altındadır. Bu nedenle, iklim değişikliğine en çok maruz kalan bölgelerin belirlenmesi etkilenebilirliği belirlemede önceliklidir (Ribeiro vd., 2016; Monterroso ve Conde, 2015). Maruziyet aynı zamanda belirli bir sistem için iklim değişikliğinden kaynaklanan olumsuz etkilerin seviyesiyle de ilişkilendirilmiştir (O'Brien vd., 2004). Bu nedenle IPCC raporunda maruziyet için bir sistemin iklim değişikliğine maruz kalma niteliği ve derecesi tanımı uygun görülmüştür (IPCC, 2014b).

**Etkilenebilirlik:** Etkilenebilirlik bir sistemin, alt sistemin veya bileşenin bir tehlikeye, karmaşaya veya strese maruz kalması nedeniyle zarar görme olasılığının derecesini göstermektedir (White, 1974). En geniş anlamıyla, etkilenebilirlik, bir sistemin iklim değişikliği stresinden etkilenme veya bu strese karşı etkiye açık olma derecesi, bu strese tepki verme düzeyi ile iklim değişikliğine uyum miktarı arasındaki bağlantı olarak karakterize edilmektedir (Türkeş, 2017). Etkilenebilirlik kavramı, dirençlilik, uyarlanabilirlik ve risk gibi diğer kavramlarla ilişkilendirilmiştir (Şekil 1) (Liverman, 1990). Bu kavramlara etkilenebilirlikle ilişkili olmalarına bağlı maruziyet, hassasiyet, başa çıkma kapasitesi, sağlamlık ve uyarlanabilir kapasite kavramları da eklenebilir (McCarthy vd., 2001; Parry vd., 2007; Füssel, 2010). Ayrıca etkilenebilirlik hem toplumların iklim değişikliğinden kaynaklanan sorunlara farklı maruziyet ve hassasiyet seviyeleri ile hem de risklerle başa çıkabilmelerine bağlı olan uyarlanabilir kapasiteleriyle ilişkilendirilmiştir (Smit ve Wandel, 2006). IPCC, iklim değişikliğinden kaynaklanan etkilenebilirliği bir sistemin iklimsel uyarlanabilirlik maruziyeti ve hassasiyetinin ve bu durumdan kaynaklı olumsuz etkilere uyum sağlama kapasitesinin bir işlevi olarak karakterize etmiştir (IPCC, 2014b). Aynı raporda iklim değişikliğinden kaynaklanan etkilenebilirlik, bir sistemin iklim değişikliği ve aşırı olayların olumsuz etkilerine karşı hassas olma ve bunlarla baş edememe derecesi olarak tanımlanmıştır (IPCC, 2014b). Yine aynı raporda etkilenebilirlik olumsuz etkilenme eğilimi ve yatkınlığı olarak tanımlanmıştır

ve etkilenebilirlikten zarara karşı hassasiyet veya yatkınlığın olması ve başa çıkma ve uyum sağlama kapasitesinin eksikliği olarak bahsedilmektedir (IPCC, 2014b).

**Dirençlilik:** IPCC dirençliliği, “sosyal ve ekolojik bir sistemin var olan temel yapı ve işleyiş şekillerini, kendi kendini örgütlenme kapasitesini, strese ve değişime uyum sağlama kapasitesini korurken aynı zamanda olumsuzluklara dayanabilme yeteneği” olarak tanımlamaktadır (IPCC, 2007). 2014 yılı IPCC raporunda dirençlilik tanımı biraz daha genişletilmiştir. Bu tanıma göre dirençlilik sosyal, ekonomik ve çevresel sistemlerin sürdürülebilirliğini tehlikeye atacak bir olay veya eğilimle başa çıkması veya temel işlevlerini, kimliklerini ve yapısını koruyacak şekillerde yanıt vermesi ya da yeniden yapılanma ihtiyacında uyum, öğrenme ve dönüşüm kapasitesini sürdürmesidir (IPCC, 2014b). Dirençlilik diğer kavramlarla birlikte kullanıldığında daha anlamlı hale gelebilmektedir. Çünkü uyum, uyarlanabilir kapasite, etkilenebilirlik, dirençlilik, maruziyet ve hassasiyet kavramları birbiri ile yakından ilişkilidir (Şekil 1) ve birlikte ele alındığında bu kavramların bütünü iklim değişikliğinden kaynaklı etki seviyelerinin değerlendirebilmesinde başvurulan önemli bir göstergedir (Smit ve Wandel, 2006).



Şekil 1: Maruziyet, dirençlilik, uyarlanabilir kapasite, etkilenebilirlik ve uyum kavramlarının ilişkisel gösterimi ve iklim değişikliği risklerine karşı sosyoekonomik gelişme faktörlerine işaret eden indisler (Smit ve Wandel (2006) ile Mwangi ve Mutua (2015)'nin çalışmalarından yararlanılarak uyarlanmıştır.).

**Uyarlanabilir kapasite/Uyum:** IPCC 2014 yılı raporunda uyarlanabilir kapasite, “bir sistemin iklim değişikliğine uyum sağlama, etki ve risklere dair potansiyel zararları hafifletme, fırsatlardan yararlanma veya sonuçlarla başa çıkma yeteneği” olarak tanımlanmıştır (IPCC, 2014b). Bir başka tanıma göre uyarlanabilir kapasite, “sistemlerin, kurumların, insanların ve diğer organizmaların potansiyel hasara uyum sağlama, fırsat ve sonuçlara yanıt verme yeteneğidir” (Nguyen vd., 2016).

Uyum ise, iklim değişikliğinin zararlı sonuçlarını azaltmak ve potansiyel olarak iyi olasılıklardan yararlanmak için iklim değişikliğine karşı hazır olmak için önceden yapılan hazırlıkları ifade etmektedir (Türkeş, 2017). Uyarlanabilir kapasite ve uyum kavramları birbiriyle ilişkili kavramlardır. Uyum, her türlü sosyoekonomik alanda çevresel tehditlerin ve insan etkilenebilirliği ile uyarlanabilir kapasitenin etkileşimiyle ilişkili risklere verilen yanıtlar

olarak kabul edilmektedir (Şekil 1) (Smit ve Wandel, 2006). Kısıtlı uyarlanabilir kapasiteye sahip ülkelerin iklim değişikliği kaynaklı risklerden daha fazla etkilenme olasılıkları yüksektir. Uyarlanabilir kapasiteyi ölçmek için çoğunlukla sosyoekonomik, teknolojik ve altyapıya dayalı göstergeler kullanılmaktadır (IPCC, 2014b; Nguyen vd., 2016). Ayrıca, toplumun iklim değişikliğinin potansiyel etkilerine uyum sağlama yeteneğinin bir ölçüsü olan uyarlanabilir kapasite, bazen sosyal etkilenebilirlikle ilişkili olarak da karakterize edilmektedir (Füssel, 2010).

#### **4. İklim Değişikliğine Maruz Kalma, Etkilenebilirlik ve Uyarlanabilir Kapasiteye İlişkin İndislerin İncelenmesi**

##### **4.1. Çevresel Etkilenebilirlik İndisi (ÇEİ)**

Çevresel Etkilenebilirlik İndisi (ÇEİ) çevreye yönelik doğal ve antropojenik riskler, dirençlilik ve ekosistem bütünlüğü olmak üzere etkilenebilirliği üç farklı açıdan ele alan teorik bir çerçeveyi temel alarak oluşturulmuş bir indistir (Kaly vd., 1999). Ekonomik Etkilenebilirlik indisi ve Sosyal Etkilenebilirlik İndisi gibi indislerin popüler odak noktası ekonomik ve sosyal etkilenebilirlik olduğundan bu indisler soruna sadece sınırlı bir anlayışla yaklaşmaktadır. Güney Pasifik Uygulamalı Yerbilimleri Komisyonu (SOPAC) tarafından üretilen ve geliştirilen ÇEİ ise çevresel etkilenebilirliğin ilk kez dâhil edildiği bir indistir (Kaly vd., 2003). ÇEİ bir ülke için sıcaklık ve yağış gibi meteorolojik veri, deniz yüzeyi sıcaklığı, yer şekilleri özellikleri gibi jeolojik ve coğrafi bilgiler, biyolojik türler ve habitat verileri, balıkçılık, madencilik, kirlilik gibi insan faaliyetlerine dair göstergeleri özetlemeye çalışmaktadır (Pratt vd., 2004). ÇEİ hesaplanırken iklim değişikliği, biyoçeşitlilik, su, tarım ve balıkçılık, insan sağlığı, çölleşme ve doğal afetlere maruz kalma kategorilerinde olan 50 farklı gösterge için çevresel etkilenebilirlik verilerinden yararlanılır. Bu veriler her göstergeyi hesaplamak için kullanılmaktadır. Göstergeler sayısal ve nitel olduklarından 1-7 aralığındaki etkilenebilirlik ölçeğinde kategorize edilmektedir (Pratt vd., 2004). En düşük etkilenebilirlik skoru "1"dir. Örneğin günümüzde Türkiye'de aktif volkan olmadığı için yanardağ patlaması göstergesi için Türkiye'nin puanı "1" olmaktadır. ÇEİ ilk oluşturulduğundan bu yana birçok açıdan düzenlemeye uğramıştır. Ancak ÇEİ son yıllarda çeşitli şekilde ve hızla değişen koşullara sahip ülkelerin çevresel etkilenebilirliğini tam olarak tanımlayamadığından geliştirilmesi ve üzerinde detaylı çalışılması gereken bir indis olarak karşımıza çıkmaktadır. ÇEİ'de yoksulluk, işsizlik, GDP gibi sosyo-ekonomik göstergeler veya turizm gibi çevresel etkilenebilirliğe etkisi olabilecek sektörlere dair göstergelerin yoksunluğu bu indisin çevresel etkilenebilirliği çok daha iyi tanımlamada yetersiz kaldığı şeklinde yorumlanabilir. ÇEİ ekosistemin etkilenebilirliğini uygun bir şekilde saptayamıyor olmasına rağmen ana endişe alanlarının altını çizen genel bir indis olarak hâlâ kullanılmaktadır (Skondras vd., 2011).

##### **4.2. Sosyal Etkilenebilirlik İndisi (SEİ)**

Sosyal Etkilenebilirlik İndisi (SEİ) ilk olarak ABD'nin 1990 yılı sosyoekonomik ve demografik göstergeleri kullanarak çevresel tehlikelere karşı bir sosyal etkilenebilirlik belirleyebilmek amacıyla oluşturulmuştur (Cutter vd., 2003; Türkeş, 2017). SEİ her ülke için genel sosyal etkilenebilirliğin bir ölçüsüdür. SEİ'nin temelini oluşturan faktörler; sosyoekonomik durum, hanehalkı büyüklüğü, engellilerin ve azınlıkların durumları, barınma ve ulaşımıdır. SEİ oluşturulurken, kişi başı gelir dışında 15 nüfus sayım değişkeninin her biri, ABD'nin tüm sayım bölgelerinde en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmıştır. Kişi başı gelirden daha yüksek bir değer daha az etkilenebilirliği gösterdiğinden diğer değişkenlerden farklı olarak kişi başı gelir sıralaması yüksekten düşüğe doğru yapılmıştır (Flanagan vd., 2011). İklim değişikliğine karşı sosyal etkilenebilirlik giderek daha önemli bir konu haline gelmeye başladığı için geçmiştekilere ek olarak sosyal etkilenebilirliği ölçmek ve yönetebilmek için yeni öneriler ortaya çıkmıştır. Yeni önerilen SEİ; maruziyet, hassasiyet ve uyarlanabilir kapasite bileşenlerini içermektedir. Etkiye açık bölgelerde yaşayan, iklim değişikliğine hassas ve sınırlı uyarlanabilir kapasiteye sahip bireylerin sosyal etkilenebilirliği daha yüksektir. Bu

yüzden SEİ'yi belirlerken bu üç bileşenin nedensellik ilişkilerine bakılır. SEİ üzerine yapılan çalışmalar, SEİ'nin, toplum algısını erişilebilir bir vekil değerle birleştirmek için temel sağladığını göstermiştir. Dolayısıyla, SEİ sosyal etkilenebilirliği azaltmak için stratejiler ve eylemler geliştirmede pratik bir temel sağlama rolü üstlenmiştir (Nguyen vd., 2017).

#### **4.3 Geçim Etkilenebilirliği İndisi (GEİ)**

Diğer etkilenebilirlik indislerini göz önünde bulunduran ve hanelerin iklim değişikliğine uyarlanabilir kapasitesinin ve maruziyet seviyesinin değerlendirilmesine olanak sağlayan Geçim Etkilenebilirliği İndisi (GEİ) ilk olarak yüksek etkilenebilirliklerinden dolayı Mozambik'in Mabote ve Moma bölgelerinin iklim değişikliğinden etkilenebilirliğini belirlemek için geliştirilmiştir (Hahn vd., 2009). Sosyo-demografik yapı, geçim kaynakları, sosyal ağlar, sağlık ve hijyen koşulları, gıda ve su güvenliği, doğal afetler ve iklim değişkenliğine yönelik veri toplamak için her ilçede 200 haneye anket yapılmıştır (Hahn vd., 2009). Anket sırasında veriler birçok gösterge göz önünde bulundurularak toplanmış ve farklı etkilenebilirlikler karşılaştırılmıştır (Hahn vd., 2009). GEİ'nin hesaplanmasında yağış ve sıcaklık verileri dışında hanelerden alınan anket sorularının cevaplarının kullanılması hesaplamada kolaylık sağlamıştır (Hahn vd., 2009). GEİ'nin hanehalklarının su ve gıda kaynaklarına erişebilme kapasitesini ortaya koymasına gelişmekte olan ülkelerdeki su ve gıda kaynağına bağlı ihtiyaçları karşılayabilecek politikalar oluşturulması için değerli bir yol gösterici olmuştur (Shah vd., 2013). GEİ yıllar içinde geliştirilmiş ve indiste hesaplamaya dair bazı değişiklikler yapılmıştır. GEİ'nin ilk değiştirilmiş hâlinde de daha spesifik dirençlilik önlemleri tasarlamak için etkilenebilirlik kaynaklarının da spesifik olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda geliştirilen GEİ, hanehalkının selden ya da yangından nasıl etkilendiğini belirlemek için yangın ya da sel gibi belirli bir olumsuz duruma göre yapılandırılmıştır (Madhuri vd., 2014). GEİ indisinde yer alan 7 bileşene doğal sermaye eklenerek indis yeniden düzenlenmiştir (Madhuri vd., 2014). Daha sonra ilk geliştirilen GEİ'nin yedi bileşeninin yanına bilgi ve beceriler, doğal kaynaklar, finans ve gelir, fiziksel altyapı ve barınma olmak üzere beş ana bileşen daha eklenmiştir. Konut ve arazi kullanım hakkı bileşeni, hanehalklarının bu faktörlerin her birine hassasiyetini daha iyi anlamak için iki ayrı bileşene ayrılmıştır. Hanehalklarının iklim değişikliğine karşı insani etkilenebilirliğini yakalamanın bir yolu olarak GEİ'ye okuma yazma bilmeyen hanehalkı sayısı gibi yeni bilgi ve beceri faktörleri eklenmiştir (Huong vd., 2019) GEİ hesaplamalarına farklı bileşenler eklenmiş olsa da bütün hesaplamalarda GEİ'nin etkiye açıklık, hassasiyet ve uyarlanabilirlik gibi etkilenebilirliğin üç boyutunun tamamı hanehalkını ilgilendiren parametrelerden oluşmuştur (Zhang vd., 2019).

#### **4.4 İklim Değişikliğinden Fiziksel Etkilenebilirlik İndisi (İDFEİ)**

İklim Değişikliğinden Fiziksel Etkilenebilirlik İndisi (İDFEİ) ilk olarak Uluslararası Kalkınma Çalışmaları ve Araştırma Vakfı (the Foundation for Studies and Research on International Development - FERDI) tarafından geliştirilmiştir (Guillaumont ve Simonet, 2011). İDFEİ ülke düzeyinde iklim değişikliğine karşı yapısal veya fiziksel etkilenebilirlik parametrelerine dayanmaktadır (Guillaumont ve Simonet, 2011). Çevresel bir indis olarak İDFEİ, ekonomik değerlendirmeden ziyade, nüfusun gelişim yapısı ve refahını doğrudan etkileyebilecek iklim değişikliğinin yalnızca fiziksel sonuçlarını yansıtan bileşenleri kullanmaktadır (Guillaumont ve Simonet, 2011). İDFEİ, Afrika kıtası için çeşitli sonuçlar sunmakta ve bu bölgedeki kuraklığa ve çölleşmeye karşı kırılganlığın önemini vurgulamaktadır. Bu indis ayrıca uyum kaynağı kıstaslarının belirlenmesi için bir yol haritası ortaya koymaktadır (Guillaumont ve Simonet, 2011). İDFEİ, gelişmekte olan ülkeler, özellikle Afrika ülkeleri için iklim değişikliği etkilenebilirliğinin nitelendirilmesini sağlayarak, uyum politikalarının tasarımının iyileştirilmesi için bazı temeller oluşturmaktadır (Guillaumont ve Simonet, 2011). İDFEİ indisinin bileşenleri, kuraklık gibi tekrarlayan şokların artmasına bağlı riskler ve deniz seviyesinin yükselmesine bağlı sel riski gibi ilerleyen ve geri döndürülemez şok riskleri olmak üzere iklim değişikliğiyle ilgili iki tür riski içermektedir (Guillaumont ve Simonet, 2011). İDFEİ, 191 gelişmiş ve gelişmekte olan ülke için hesaplanmıştır. Normalleştirilmiş puanlar "0" ile "en az etkilenebilir"



ve “100” ile “en çok etkilenebilir” arasındadır. İDFEİ sonuçları, minimum 39,8 ve maksimum 69,7'lik bir değer sergilemektedir (Closset vd., 2017). IPCC'nin 2014 yılındaki raporu, iklim değişikliğinin olası sonuçlarından birinin fırtına olaylarının sıklığında ve şiddetinde bir artış olabileceğini göstermektedir. İDFEİ'nin ilk versiyonunda, indis değerini hesaplamak için yalnızca yağış miktarı ve sıcaklık kullanılmıştır. Ülke düzeyinde kasırga yoğunluğu üzerine yapılan son FERDI çalışmaları sayesinde, kasırga sayıları da hesaplamalara dâhil edilmiştir (Feindouno ve Guillaumont, 2019). Diğer etkilenebilirlik indislerinden birçok yönüyle farklılık gösteren İDFEİ jeofizik koşullardaki risklerden kaynaklanan etkilenebilirliği de yakalamaktadır. Bu indis, yalnızca ülkelerin iradelerine bağlı olmayan, kuraklık, sel, fırtına gibi aşırı iklim olaylarına ve deniz seviyesindeki yükselmeye karşı etkilenebilirlik vb. çeşitli etkilenebilirlik özelliğini de dikkate almaktadır. İDFEİ mevcut ve gelecekteki ülke politikalarından bağımsız olarak tasarlanmış ve uyum kaynaklarının uluslararası tahsisi için kullanılması amaçlanmıştır (Feindouno vd., 2020).

#### 4.5 Notre Dame Küresel Uyum İnisiyatifi (ND-KUİ) Ülke Indisi

Notre Dame Küresel Uyum İnisiyatifi (ND-KUİ) Ülke Indisi (ND-GAIN, 2018a), Notre Dame Üniversitesi tarafından geliştirilen ve bir ülkenin iklimsel etkilenebilirliğini ve iklim değişikliği kaynaklı etki ve risklere ne kadar hazır olduğunu ölçen bir indistir (Werrell vd., 2015). Ayrıca, bir ülkenin uyarlanabilir eylemler için özel ve kamu sektörü yatırımlarından yararlanabilme durumunu da değerlendirmektedir (ND-GAIN, 2018a, 2018b; Chen vd., 2018). ND-KUİ Ülke Indisi, 1995'ten günümüze 192 Birleşmiş Milletler (BM) ülkesinin etkilenebilirliğini ve uyarlanabilir kapasitesini için kamu ve özel sektör yatırımları yönünde ölçmek için 45 temel göstergelerle oluşturulmuş ve 70'in üzerinde değişkeni bir araya getirmiştir (Chen vd., 2015). Bu indiste, bir ülkenin etki ve risklere ne kadar hazır olduğunu o ülkenin kamu ve özel yatırımlar sonrası iklim değişikliğinden kaynaklanan etkileri azaltabilecek eylemleri uygulayabilme potansiyeli göstermektedir. Yönetimsel açıdan siyasi istikrar ve sosyal açıdan toplumun ya da ülkenin eğitim düzeyi etki ve risklere hazır olma seviyesini belirleyen göstergelerden bazılarıdır (Chen vd., 2015). ND-KUİ Ülke Indisi, etkilenebilirliğin ölçüleri olan etkiye açıklık, hassasiyet, uyarlanabilir kapasite kapsamında hazır olma seviyesini ekonomik, yönetim ve sosyal bileşenlere ayırmaktadır. ND-KUİ Ülke Indisi'nin çerçevesinin inşası, yayınlanan hakemli materyaller, IPCC inceleme süreci ve kurumsal paydaşlardan, uygulayıcılardan ve geliştiren kullanıcılardan gelen geri bildirimlere dayandığından (Chen vd., 2015) bilimsel alt yapısı oldukça güçlüdür. ND-KUİ Ülke Indisi'nde etkilenebilirlik, gıda, su, sağlık, ekosistem hizmetleri, insani yaşam alanı ve altyapı olmak üzere yaşamı destekleyen altı sektör kapsamında değerlendirilmektedir. Her sektör; i. sektörün iklime bağlı veya iklimle şiddetlenen risklere maruz kalması, ii. o sektörün risk etkilerine hassasiyeti ve iii. sektörün bu etkilerle başa çıkma veya bu etkilere uyum sağlama kapasitesi olmak üzere üç kesişen bileşeni temsil eden altı gösterge ile temsil edilir (Chen vd., 2015; Chen vd., 2018). Etkilenebilirliğin kaynaklarını farklılaştırmak için, ND-KUİ ülke indisi etkilenebilirlik ölçüsünü, öngörülen biyofiziksel iklim hassasiyetine ve mevcut sosyal etkilenebilirliğe (Cutter vd. 2003) dayandırmıştır (Chen vd., 2018). Ülke indisinin maruziyet puanı, iklim tahminlerine ve etki modellerine göre gelecekteki iklim değişikliğinin bir ülkenin yaşamı destekleyen sektörlerini ne ölçüde etkileyeceğini ölçmektedir (Chen vd., 2015).

#### 4.6 Dünya Risk İndisi (DRI)

Dünya Risk İndisi (DRI), Bündnis Entwicklung Hilft Derneği tarafından Bonn'daki Birleşmiş Milletler Üniversitesi ile iş birliği içinde geliştirilmiştir. DRI, deprem, fırtına, sel, kuraklık ve deniz seviyesinin yükselmesi gibi doğal olaylardan kaynaklanan küresel afet riskini değerlendirmek için oluşturulmuş bir istatistiksel modeldir (WRR, 2020). DRI, ülke ölçeğinde doğal afetlere karşı risk ve etkilenebilirliği değerlendirmek için oluşturulan yeni bir araçtır. Bu indis, sosyal, ekonomik, çevresel ve yönetsimsel faktörleri ve sağlık göstergelerini kullanarak etkilenebilirliği ve riski tanımlamaktadır (Welle ve Birkmann, 2015). DRI hesaplamalarına toplam 27 gösterge dâhil edilmiştir. Bu 27 gösterge risk, maruziyet, etkilenebilirlik, duyarlılık

(susceptibility), üstesinden gelme kapasitesi (coping capacity) ve uyarlanabilir kapasite bileşenlerinden oluşmaktadır. Şeffaflık ve yeniden üretilebilirlik ilkelerine uymak için Dünya Bankası ve Dünya Sağlık Örgütü gibi yüksek itibarlı ve halka açık veri kaynaklarından gelen göstergeleri dikkate almıştır (Welle ve Birkmann, 2015; WRR, 2020). Etkilenebilirliğe yönelik genel bir çerçeve çizmek için, duyarlılık, başa çıkma kapasitesi ve uyarlanabilir kapasite eksikliği bileşenleri, iklim değişikliği ve doğal koşullar altında ülkelerin durumunu karakterize eden tek bir etkilenebilirlik indisinde toplanmıştır (Welle ve Birkmann, 2015). Bu etkilenebilirlik indisi ve maruziyet değerleri çarpılmak suretiyle doğal olayların ve sosyal faktörlerin etkileşimi gösterilmektedir. DRİ'nin sonuçları ile küresel afet risklerinin coğrafi konumları ve yoksulluk veya eşitsizliğin toplumsal bağlantıları saptanabilmiştir (WRR, 2020). 2020 yılında DRİ 181 ülke için bir afet risk değerlendirmesi sağlamış ve bu değerlendirmede önceki yılların sonuçlarıyla uyumlu olarak afet riskinin coğrafi olarak heterojen olduğu sonucunu ortaya koymuştur (WRR, 2020). Sonuçlar Okyanusya'nın en fazla risk altındaki kıta olduğuna, Afrika ve Amerika'nın da Okyanusya'nın ardından en fazla risk altında olan kıtalar olduğuna dikkat çekmiştir. Vanuatu, önceki yıllarda olduğu gibi, dünya çapında en yüksek afet riski taşıyan ülkedir. Bu ülkeyi diğer ada ülkeleri takip etmektedir. Bunun nedeni, aşırı olaylara yüksek maruziyet ve özellikle küresel ısınmanın neden olduğu deniz seviyesi yükselmesine bağlı etkilenebilirliğin yüksek olmasıdır (Welle ve Birkmann, 2015; WRR, 2020).

## **5. Bölgelerin İklim Değişikliği Risklerine Karşı Etkiye Açıklık Durumları ve Bu Risklere Karşı Kırılganlıkları, Uyarlanabilir Kapasiteleri ve Dirençlilikleri**

Afrika dünyada iklim değişikliğinden en çok etkilenen bölgedir (IPCC, 2014a). 191 ülke arasından 15 ülke iklim değişikliğinden çok etkilenen ülkeler arasında yer almakta ve bu 15 ülkenin 12 tanesi (Burkina Faso, Cibuti, Eritre, Gambiya, Madagaskar, Mali, Moritanya, Nijer, Sudan, Senegal, Somali, Çad) Sahraaltı Afrika Bölgesinde bulunmaktadır (Closset vd., 2017). Afrika'da aşırı iklim olayları kaynaklı yaşanan yüksek sıcaklıklar, kuraklık ve seller, bölgenin tarımsal ürün çeşitliliği ve verimliliğinde, temiz su kaynaklarında azalmaya, vektör kaynaklı hastalıkların sayısal ve alansal yayılımında artış gibi etkilere aşırı maruziyetine neden olmaktadır (IPCC, 2014a). Batı, Orta (Central) ve Güney Afrika'da ekolojik ve tarımsal kuraklığın artması, Doğu Afrika'nın kuzeyi, Batı, Orta ve Güney Afrika'da ise şiddetli yağışların ve yağış kaynaklı taşkınların artması öngörülmektedir (IPCC, 2021). Düşük uyarlanabilir kapasiteye bağlı yüksek sıcaklıklar, su stresi ve kuraklık bölgenin risk seviyesini arttırmakta (Sarkodie ve Strezov, 2019) ve bölgeyi iklim değişikliği kaynaklı risklerden en çok etkilenen yer hâline getirmektedir (Guillaumont ve Simonet, 2011; Field vd., 2014; Niang vd., 2014). Projeksiyonlar, nüfusun büyük çoğunluğunun kıyı kesimlerde yaşadığı Afrika ülkelerinin (Mısır, Tunus, Fas ve Libya) gelecekte iklim değişikliği kaynaklı deniz seviyesi yükselmesine maruz kalacağını öngörmektedir (Niang vd., 2014; Welborn, 2018). Afrika bölgesinde aşırı sıcaklık artışı ve su stresinin tarımı olumsuz yönde etkileyeceğine dikkat çeken çalışmalar, 2030 – 2040 arasındaki on yılda tarım ürünlerinde %40-80 arasında değişen bir azalma öngörmektedir (Challinor vd., 2007; Welborn, 2018; Schilling vd., 2012, 2020).

İklim değişikliğinden önemli ölçüde etkilenen diğer bir bölge ise Asya'dır. Asya Bölgesi; bölge genelinde iklim değişikliğine bağlı tarımsal verimlilikte azalmalara, Batı ve Orta Asya'da yağış miktarında azalmaya bağlı su stresine, Doğu, Güney ve Güneydoğu Asya'da şiddetli muson yağmurlarında artışa ve aşırı sıcaklıklardan kaynaklı ölümlerde artışlara maruz kalmaktadır (Hijioka vd., 2014; Mall vd., 2019). Ayrıca bölgede yağış artışlarının nehir taşkınlarının daha sık yaşanmasına neden olacağı öngörülmektedir (IPCC, 2021). Örneğin, Çin'de aşırı yağış ve sıcaklık artışlarının ishale bağlı bağırsak hastalıklarının artmasında etkili olacağı öngörülmektedir (Zhang vd., 2008; IPCC, 2014a). Diğer taraftan Orta Asya' da yer alan gelişmekte olan ve düşük gelirli ülkelerdeki dağ toplumlarının iklim değişikliği etkilerine karşı

dirençlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir (Manandhar vd., 2018). Aşırı maruz kalma ve düşük dirençliliğin bu toplumların temel geçim kaynaklarını ve refah seviyesini önemli ölçüde tehdit edebileceği düşünülmektedir (Manandhar vd., 2018). Asya'nın iklim değişikliğinden etkilenebilirliği yüksek, uyarlanabilir kapasitesi ise Afrika dışında diğer bölgelere göre daha düşük seviyededir (Sarkodie ve Strezov, 2019).

Güney ve batı Pasifik Okyanusu, orta ve batı Hint Okyanusu, Karayipler, Batı Afrika açıklarındaki doğu Atlantik Bölgesi ve Akdeniz Bölgesinde yer alan küçük ada ülkelerinde iklim değişikliğiyle birlikte deniz seviyesindeki artış, kıyı selleri, gelgit artışları, okyanus asitlenmesi ve mercan kayıpları fiziksel olarak kıyı yerleşimlerini ve dolayısıyla ekonomik koşulları olumsuz etkileyerek kıyı bölgesi nüfusunu yaşamsal açıdan zorlamaktadır (Nurse vd., 2014; Robinson, 2020). İklim değişikliğiyle birlikte artan sıcaklıklar adalarda su kullanımını arttırmakta ve bu durumun yüksek su stresine neden olması beklenmektedir (IPCC, 2014a). Bununla birlikte yağışlardaki azalmanın küçük adalarda önemli ölçüde tarımsal ve ekolojik kuraklık artışına neden olacağı öngörülmektedir (IPCC, 2021). Ayrıca bölgedeki küçük ada devletleri aşırı hava olaylarına bağlı gelişen bazı vektörel ve gıda ya da su kaynaklı hastalıklara (sıtma, dang humması, filaryazis ve şistozomiyaz gibi) maruz kalmaktadır (Pulwarty vd., 2010; McMichael ve Lindgren, 2011; Nurse vd., 2014). Küçük ada devletlerinde iklim değişikliği risklerine (kasırgalar, kuraklık gibi) karşı uyum çalışmaları yürütülmekte, ancak bölgenin dirençliliğinin artırılmasında oldukça yüksek maliyetlere ihtiyaç duyulmaktadır (IPCC, 2014a).

Avustralasya; iklim değişikliğine bağlı su kaynaklarında azalma, kıyı ekosistemlerinde artan sıcaklık ve okyanus asitlenmesi nedeniyle bozulma (Reisinger vd., 2014), deniz seviyesinin yükselmesine bağlı çevresel riskler (Macinnis-Ng vd., 2021), yüksek sıcaklık ve vektör kaynaklı hastalık ve ölümlerde artış (Hall ve Crosby, 2020), kuraklık nedeniyle tarımsal verimlilikte azalma (IPCC, 2014b), yangın mevsiminin uzaması kaynaklı çalı ve orman yangınlarının sayısında artış (Abram vd., 2021; IPCC, 2021), kar yağışının azalması (IPCC, 2021) ve biyolojik çeşitlilikte azalma gibi etkilere maruz kalmaktadır (Reisinger vd., 2014; Wikramanayake vd., 2020; Macinnis-Ng vd., 2021). Avustralya iklim değişikliği risklerine açık olmakla birlikte, etkilenebilirliği Asya ve Afrika'ya göre daha düşük ve uyarlanabilir kapasitesi daha yüksek seviyededir (IPCC, 2014b; Sarkodie ve Strezov, 2019).

Kuzey, Orta ve Güney Amerika iklim değişikliği risklerinden etkilenen ve bu riskleri azaltmak ve bölgenin dirençliliğini arttırmak için nüfus dinamikleri, ekonomik gelişme, kurumsal kapasite, orman ve afet yönetimi gibi çeşitli uyum çalışmaları yürüten diğer bir bölgedir (IPCC, 2014a). Geçtiğimiz yıllarda Kuzey Amerika'da yer alan Kanada, Meksika ve Amerika Birleşik Devletleri'nin maruz kaldığı şiddetli sıcaklıklar, kuraklık, orman yangınları, seller ve kasırgalar gibi aşırı hava olayları bu ülkeleri önemli ölçüde etkilemiş ve önemli ölçüde can kaybına, ciddi boyutta ekonomik zararlara neden olmuştur (Romero-Lankao vd., 2014). Kuzey Amerika'nın doğusunda yağışların ve bütün bölgede nehir taşkınlarının artması beklenmektedir (IPCC, 2021). İklim değişikliği ile artan doğal afetler kırsal kesimde yaşayan yoksul bireyler ve toplulukları su kaynaklarında ve tarımsal verimlilikte azalma gibi temel geçim kaynaklarını tehlikeye sokan bazı faktörler nedeniyle olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum Kuzey Amerika'da kırsaldan şehirlere göçü arttırmaktadır (Scott, 2007; Saldana-Zorrilla ve Sandberg, 2009; Oppenheimer, 2013). Brezilya, Şili, Kolombiya ve Panama gibi gelişmekte olan ülkelerin sanayileşmeyle birlikte hızla gelişmesi ve ekonomik açıdan önemli hale gelmesi nedeniyle Orta ve Güney Amerika'nın gelecekte dünya ekonomisinde kilit rol oynaması beklenmektedir. Diğer taraftan sanayileşmeyle birlikte bölgede önemli oranda emisyon artışı olacağı tahmin edilmektedir (Magrin vd., 2014). Orta ve Güney Amerika'da iklim değişikliğinin aşırı yağışlara, sellere, gıda üretiminde ve kalitede azalmaya, vektör kaynaklı hastalıklarda hem alansal genişlemeye hem de sayısal artışa neden olacağı öngörülmektedir (IPCC, 2014a; Eakin vd., 2018). Orta ve Güney Amerika'nın güneyinde

kuraklıkta artış ve yangın mevsimlerinde uzama olması beklenmektedir (IPCC, 2021). Bölgede iklim değişikliği kaynaklı diğer bir risk ise deniz seviyesinin artması ve bu durumun kıyı kesimleri olumsuz etkilemesidir (Nagy vd., 2019).

Avrupa iklim değişikliğine maruz kalan ve olumsuz etkilenen diğer bir bölgedir. Kuzey Avrupa'da yer alan ülkeler iklim değişikliği kaynaklı aşırı yağışlara bağlı artan sel ve nehir taşkınları ile deniz seviyesi yükselmesine maruz kalırken, Akdeniz tarafında yer alan ülkeler aşırı sıcaklık ve kuraklık artışına bağlı orman yangınlarında artış yaşamaktadır (IPCC, 2014a; Sarkodie ve Strezov, 2019; IPCC, 2021). Kuzey Avrupa'daki periglasiyal bölgelerin (buzul çevresi) çoğunun, düşük bir ısınma senaryosu için bile 21. yüzyılın sonunda tamamen yok olacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2021). İklim değişikliğinin gelecekte, özellikle Avrupa'nın bazı bölgelerinde tarım sektörü üzerinde de önemli etkileri olacağı tahmin edilmektedir (Williges, vd., 2017). Güney ve Orta Avrupa bölgelerinde artan kuraklık nedeniyle 2080 yılına kadar mahsul veriminde %10'a varan bir azalma öngörülmektedir (Williges vd., 2017). Avrupa'da iklim değişikliği risklerini önlemek için çok yönlü uyum çalışmaları yürütülmektedir (IPCC, 2014a). Ancak Doğu Avrupa ülkeleri Batı ve Kuzey Avrupa ülkelerine göre genel olarak daha düşük uyarlanabilir kapasiteye sahiptir (Kovats vd., 2014). Güney Avrupa ülkelerini içine alan Akdeniz Havzası iklim değişikliği kaynaklı yağış miktarında azalma ve kuraklık, sıcaklık stresi, ani gelişen aşırı hava olayları gibi etki ve risklerin hâlihazırda görüldüğü ve gelecekte bu risklerin artacağı öngörülen bir bölgedir (Diffenbaugh vd., 2007; Diffenbaugh ve Giorgi, 2012; Ozturk vd., 2018; IPCC, 2021). Bu nedenle Güneydoğu Avrupa ülkelerinin (Yunanistan, Kıbrıs ve Bulgaristan) iklim değişikliğinden etkilenebilirlikleri diğer Avrupa ülkelerine kıyasla daha yüksektir (Tapia vd., 2017). Bu durum bölgede yer alan ülkelerin dirençliliklerinde farklılıklar ortaya koymaktadır.

Kuzey ve güney kutup bölgelerinde (Arktika ve Antarktika) yağışların kar yerine yağmur olarak artacağı ve permofrost ısınmayla birlikte buzulların erimesine neden olacağı öngörülmektedir. Bu durumun tatlı su kaynaklarını, karasal ve deniz ekosistemlerini, okyanusları etkilemesi beklenmektedir (IPCC, 2014a; Meredith vd., 2019; IPCC, 2021). Arktik bölgesinde yüzey ısınmasının devam etmesi durumunda, 21. yüzyıl sonunda beklenen ortalama küresel ısınmadan daha çok sıcaklık artışı olacağı öngörülmektedir (IPCC, 2021). Sıcaklık artışlarıyla birlikte eriyen buzların ve okyanus asitlenmesinin bu bölgede yaşayan bazı canlı türlerinde (deniz memelileri ve kuşları, kutup ayıları) sayısal azalmaya ve yok olmaya neden olabileceği tahmin edilmektedir. Örneğin, Güney Beaufort Denizi kutup ayısı popülasyonunun yüzyıl sonuna kadar neredeyse yok olacağı öngörülmektedir (Hunter vd., 2010; Larsen vd., 2014). Kuzey Kutbu ve Antarktika'da iklim değişikliğiyle birlikte buzulların erimesinin sadece bu bölgelerde yaşayan canlıları ve yerli nüfusu değil, hem açılan yeni deniz yollarıyla birlikte sosyoekonomik açıdan küresel etki oluşturması hem de deniz seviyesinde artışa bağlı kıyı kesiminde yaşayan nüfusu etkilemesi beklenmektedir (IPCC, 2014a; Meredith vd., 2019).

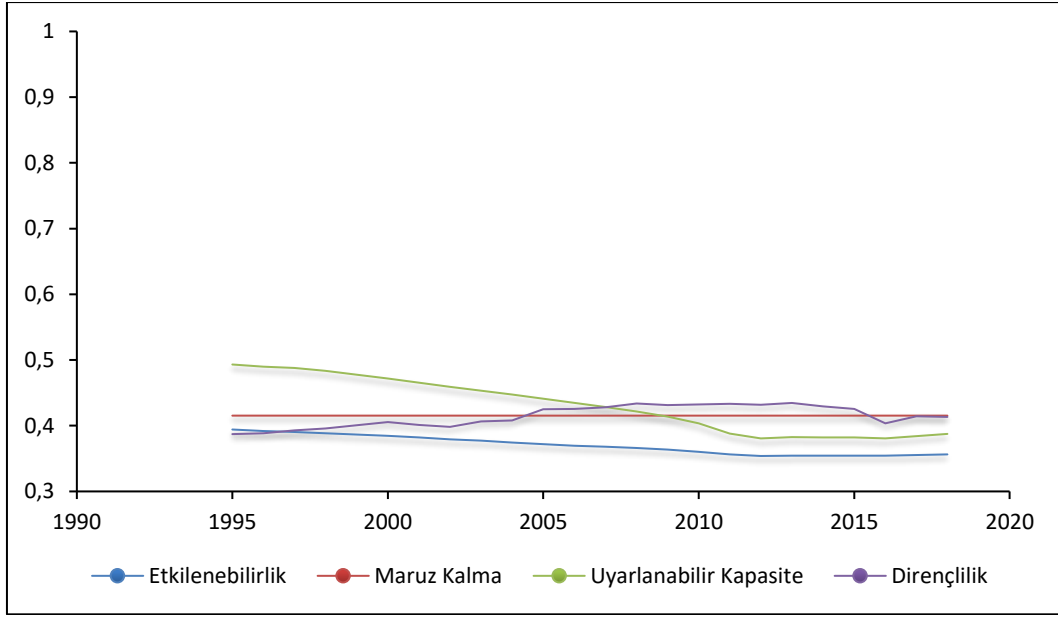
Tüm bölgelerdeki mevcut iklim, küresel ısınmayla birlikte 20. yüzyılın başlarındaki veya ortalarındaki iklimden farklıdır. Isınmanın devam etmesi ve 21. yüzyılın ortasında 2 °C artışla birlikte ekstrem hava olaylarının daha sık görülmesi beklenmektedir (IPCC, 2021). Araştırmalar farklı bölgelerin iklim değişikliğine farklı şekillerde maruz kaldığını göstermektedir. Güney Afrika, Akdeniz, Kuzey Amerika'nın batısı, Orta Amerika'nın kuzeyi, Güney Amerika'nın batısı ve Avustralya bölgelerinde kuraklık artışı ve yangın hava koşullarının sıklaşmasının başta tarım, ormancılık ve sağlık olmak üzere birçok sektörü etkilemesi beklenmektedir. Kutup bölgeleri, Batı Avrupa'nın kuzeyi ve merkezi, Asya'nın merkezi, güneyi ve doğusu, Kuzey Amerika, Avustralya'nın güneyi ve Yeni Zelanda'da kar yağışlarının azalması ve sellerin, nehir taşkınlarının artması öngörülmektedir. Bu durumun altyapı, nehir taşımacılığı ve kış turizmi gibi sektörleri etkilemesi beklenmektedir (IPCC, 2021). Kuraklık ve ısınmadan şimdiden etkilenen ve gelecekte daha çok etkilenmesi

beklenen bölgeler Güney Afrika ve Akdeniz'dir. Kuzey Kutbu ise diğer bölgelere göre şimdiden daha hızlı ısınan bölgedir. Bu bölgedeki tüm buzulların erimesi durumunda tatlı su kaynaklarının büyük kısmını oluşturan buzulların eriyerek deniz seviyesini 65 metre yükselteceği öngörülmektedir (IPCC, 2021). Avrupa, Avustralya, Kuzey ve Güney Amerika yüksek dirençlilik ve uyulanabilir kapasitesiyle iklim değişikliğinden Afrika ve Asya bölgelerine göre daha az etkilenmesi beklenmektedir (IPCC, 2014a). İklim değişikliğinden en fazla etkilenen ülkeler; Nijer, Somali, Çad, Gine-Bissau, Liberya, Mali, Sudan, Eritre, Afganistan ve Burkina Faso iken en az etkilenen ülkeler; Norveç, İsviçre, Avustralya, Kanada, İsveç, Birleşik Krallık, Fransa, İspanya ve Almanya'dır (Sarkodie ve Strezov, 2019). Bu sebeple bu bölgelerde farklı uyum çalışmaları planlanmakta ve yürütülmektedir.

## 6. Türkiye'nin İklim Değişikliği Risklerine Karşı Etkiye Açıklığı, Etkilenebilirliği ve Uyulanabilir Kapasitesi

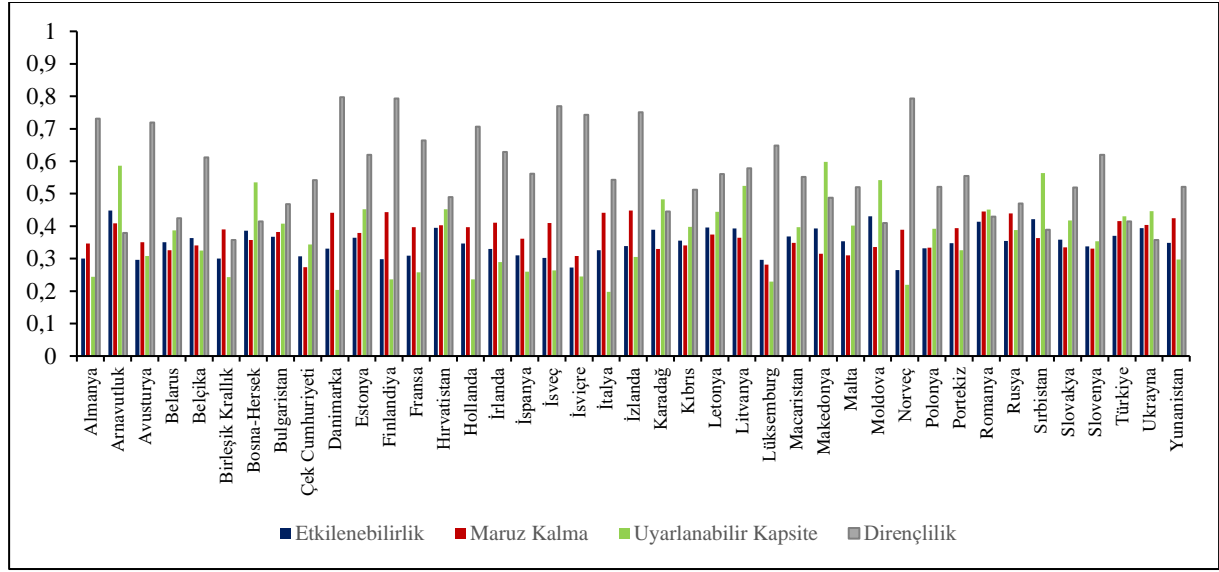
Akdeniz Havzası'nda yer alan Türkiye'nin gelecekte iklim değişikliğiyle birlikte kuraklık artışı, ani gelişen aşırı hava olayları, yağış miktarında azalma (Turp vd., 2014; Ozturk vd., 2018; Hepbilgin ve Koç, 2018; Ekici, 2019; Turkes vd., 2020; IPCC, 2021), orman yangınlarında artış (Calda vd., 2020; Çolak ve Sunar, 2020; Turkes vd., 2020), tarımsal üretim ve verimlilikte azalma, su stresi (Kapluhan, 2013; An vd., 2020a, 2021; Karapınar vd., 2020; Tramblay vd., 2020) ve deniz seviyesinin yükselmesi (Iavarone ve Kaya, 2021) gibi risklere açık olması beklenmektedir. Türkiye'nin büyük bölümünün Akdeniz iklimiyle nitelenmesi ve İç ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin büyük bir bölümünde kurakça yarı nemli iklimlerin hâkim olması nedeniyle ciddi boyutta çölleşme etkilenebilirliği olan bir Doğu Akdeniz ülkesidir (Turkes, 2018). Diğer yandan kar yağışlarının egemen olduğu Doğu Anadolu Bölgesinde küresel ısınma ile bahar dönemlerinde karın erimesindeki artış nedeniyle olası su havzalarındaki taşkınlar için şimdiden gerekli önlemlerin alınması elzemdir (Turkes, 2018). Dünyanın birçok bölgesinde olduğu gibi Türkiye'de de aşırı hava olayları ve afetlerin artarak devam etmesi, her geçen gün daha fazla sosyal ve ekonomik kayba neden olmakta ve bu kayıpların gelecekte artış göstermesi beklenmektedir (IPCC, 2014a; Türkeş, 2017).

Coğrafi, sosyal ve ekonomik faktörler temel alındığında, Türkiye'nin iklim değişikliği risklerine ve etkilerine açık olma durumu yıllar içerisinde artarak devam etmiştir. Türkiye'de kuraklıktan etkilenebilirlik sosyal koşullar dikkate alınarak değerlendirildiğinde etkilenebilirliğin görece yüksek olduğu bölgelerin (Marmara Bölgesinde İstanbul ve çevre illeri, Ege Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi, Güneydoğu Anadolu, Doğu Anadolu'nun doğu ve güneydoğu bölümleri) görece düşük olduğu bölgelerden (Batı Trakya, Batı Karadeniz, İç Anadolu'da Ankara'nın doğusunda yer alan iller (Kırıkkale, Kırşehir ve Yozgat), Doğu Anadolu'nun orta-batı ve kuzeydoğu bölümleri) daha fazla olduğu görülmektedir (Turkes, 2018). Bununla birlikte uyulanabilir kapasitesinin yine yıllara bağlı olarak arttığı gözlenmiştir. İklim değişikliğinden etkilenebilirliğinin yıllar içindeki değişimi, Türkiye'nin orta risk seviyesinde olduğunu göstermektedir (Şekil 2). 2008-2012 yılları arasında ülkenin uyulanabilir kapasitesinde artış ve etkilenebilirliğinde azalma olduğu görülmektedir (Şekil 2). Türkiye'nin 1990-2020 yılları arasında iklim değişikliğine 0,42 maruziyet göstergesi ile orta seviyede maruz kaldığı gözlenmektedir. Ancak iklim değişikliği riskleri artışının uyulanabilir kapasite artışından fazla olması, özellikle konumuyla doğrudan ilişkili yüksek göç alma potansiyeli bulunan Türkiye'nin aşırı hava olayları kaynaklı su stresinde öngörülen olası artış ve tarımsal verimlilikte azalmayla birlikte (Kapluhan, 2013; An vd., 2020a, 2020b; Karapınar vd., 2020; Türkeş, 2020) gelecekte kapasitesinin aşılmasına bağlı daha fazla göç alamayabileceği öngörülebilir (Tramblay vd., 2020).

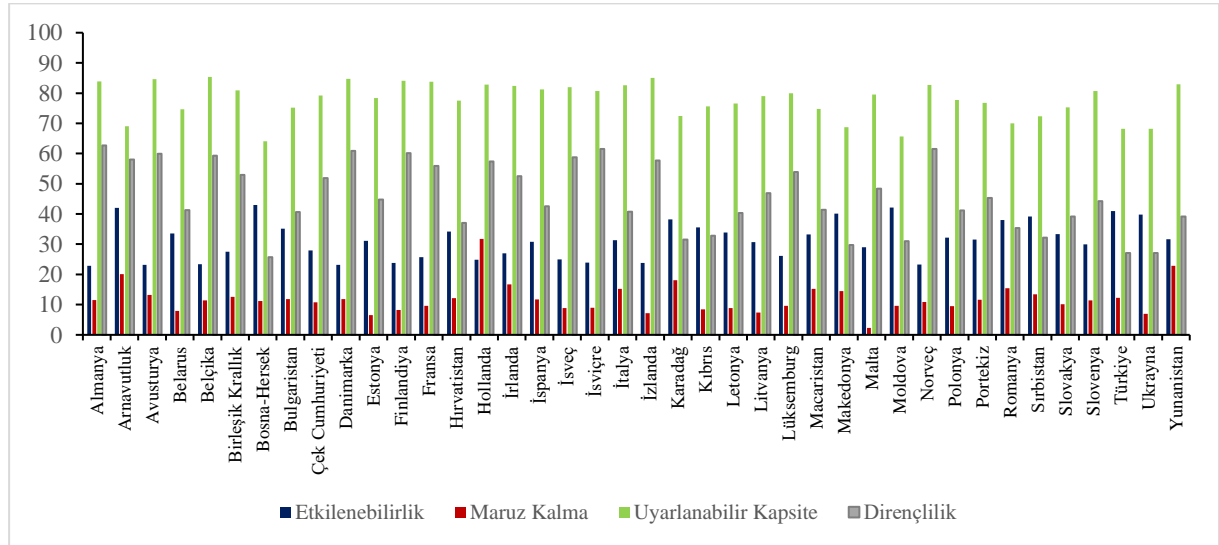


Şekil 2. Türkiye'nin iklim değişikliğinden etkilenebilirliği, maruziyeti, uyarlanabilir kapasitesi ve dirençliliğinin yıllar içindeki değişimi (Veri kaynağı: ND-GAIN, 2018b) . Tüm değerler 0 (düşük maruz kalma-etkilenebilirlik, düşük dirençlilik ve yüksek uyarlanabilir kapasiteyi) ile 1 (yüksek maruz kalma-etkilenebilirlik, yüksek dirençlilik ve düşük uyarlanabilir kapasiteyi) aralığında değişmektedir.

IPCC (2014b) raporunda Türkiye'nin iklim risklere karşı uyarlanabilir kapasitesi ve dirençliliği Almanya, İngiltere, Hollanda, Finlandiya ve Fransa gibi yüksek uyarlanabilir kapasitesi olan ülkelere kıyasla daha düşüktür, ancak diğer birçok Avrupa ülkesine göre orta seviyededir (Şekil 3). 2020 DRİ verilerine göre ise Avrupa ülkelerinin iklim risklerine dirençliliği ve uyarlanabilir kapasitesi genellikle yüksektir. Türkiye'nin iklim risklerine karşı maruziyeti orta seviyede, dirençliliği ise düşüktür. Ancak Türkiye'nin yüksek uyarlanabilir kapasitesi ülkenin iklim risklerinden etkilenebilirliğinin düşük seviyede gerçekleşmesini sağlamaktadır. (Şekil 4) (Welle ve Birkmann, 2015; WRR, 2020). ND-KUİ ülke indisi ve DRİ sonuçları Türkiye'nin gelişmiş Avrupa ülkelerine göre uyarlanabilir kapasitesinin düşük olduğunu göstermektedir. İklim risklerine karşı Türkiye'nin etkilenebilirliğini DRİ düşük gösterirken, ND-KUİ ülke indisi orta seviyede göstermektedir. Bu farklılık DRİ verisinin sadece 2020 yılını kapsamı kaynaklıdır. Afrika ülkelerine göre ise Türkiye'nin iklim değişikliğinden etkilenebilirliği düşük, dirençliliği ve uyarlanabilir kapasitesi daha yüksektir (IPCC, 2014a). Diğer taraftan araştırmalar iklim değişikliğinin küresel olarak ve Türkiye'de tarımsal üretimi, ormanları, temiz su kaynaklarını, insan sağlığını, deniz seviyesini, denizel ve karasal ekosistemleri ve biyolojik çeşitliliği doğrudan etkileyen ve giderek artan bir risk ve kırılganlık kaynağı olduğunu ifade etmektedir (IPCC, 2014a; Karapınar vd., 2020; Trambly vd., 2020; Özüpekçe, 2020). Bu çerçevede dünyada ve Türkiye'de iklim değişikliğinin gözlenen ve öngörülen etkilerine yönelik orta ve uzun vadede (2030 ve 2050) uyum planlama ve uygulamalarıyla birlikte uyarlanabilir kapasitenin artırılması önem arz etmektedir.



Şekil 3. Avrupa'da yer alan ülkelerin iklim değişikliğinden etkilenebilirliği, maruziyet, uyarlanabilir kapasite ve dirençliliğinin 1995 – 2018 yılları arasındaki ortalama ND-KUI değerleri (Veri kaynağı: ND-GAIN, 2018b). Tüm değerler 0 (düşük maruz kalma-etkilenebilirlik, düşük dirençlilik ve yüksek uyarlanabilir kapasiteyi) ile 1 (yüksek maruz kalma-etkilenebilirlik, yüksek dirençlilik ve düşük uyarlanabilir kapasiteyi) aralığında değişmektedir.



Şekil 4. Avrupa'da yer alan ülkelerin iklim değişikliğinden etkilenebilirliği, maruziyet, uyarlanabilir kapasite ve dirençliliğinin 2020 yılı DRİ değerleri (Veri kaynağı: WRR, 2020.). Tüm değerler 0 (düşük maruz kalma-etkilenebilirlik, dirençlilik ve uyarlanabilir kapasiteyi) ile 100 (yüksek maruz kalma, etkilenebilirlik, dirençlilik ve uyarlanabilir kapasiteyi) aralığında değişmektedir.

## 7. Tartışma ve Sonuç

Araştırmalar, Asya, Avrupa, Afrika, Avustralasya, Kuzey, Orta ve Güney Amerika, kutup bölgelerinin ve bu bölgelerde yer alan ülkeler ile küçük ada devletlerinin iklim değişikliğine maruziyetlerinin ve etkilenebilirliklerinin buldukları coğrafi konum ve maruz kaldıkları risklere karşı alınan tedbirlere göre farklılaştığını göstermektedir (IPCC, 2014a; Sarkodie ve Strezov, 2019). Afrika iklim değişikliği risklerine coğrafi konumu ve düşük uyarlanabilir kapasitesi nedeniyle en çok maruz kalan bölgedir. Afrika ülkelerinde iklim değişikliğiyle birlikte artan aşırı sıcaklıklar, kuraklık ve su stresinin tarımda verimi önemli ölçüde azaltması beklenmektedir (Niang vd., 2014). Bu durumun gelecekte iklim değişikliği ile artan gıda

güvenliği sorununu ve bu ülkelerde açlıkla yüzleşen insan sayısını arttırması olasıdır. Afrika'yu iklim risklerinden etkilenme açısından Asya ülkeleri (Hijioka vd., 2014) takip etmekte ve bu ülkeler Afrika ile benzer risklere maruz kalmaktadır. Bu durum Afrika ve Asya bölgelerinden gelişmiş ülkelere insan hareketinin artmasına neden olabilir. Çevresel göç son birkaç on yılda gelişmiş ülkelerdeki nüfus artışının ana kaynağını oluşturmaktadır (UN, 2017). Literatürde her ne kadar iklim değişikliğinin tek başına göç kararında etkili olmadığına dair görüşler olsa da (Lilleor ve Van den Broeck, 2011; Tacoli, 2011;) ortak görüş iklim değişikliğinin insan hareketini tetikleme potansiyelinin olduğu yönündedir (Myers, 2002; Piguet, 2013).

İklim değişikliği kapsamında sosyoekonomik gelişme faktörüne işaret eden indislere dair ele alınan göstergeler gelecekte ani ve uzun dönemli gelişen aşırı hava olayları kaynaklı çevresel bozulmaların etkisiyle temiz su kaynaklarında öngörülen azalma ve gıda güvenliği sorunu özellikle az gelişmiş ülkelere göçün daha da artabileceğine işaret etmektedir (IPCC, 2014b). Avrupa'da bulunan birçok gelişmiş ülke, Kanada, Avustralya ve Amerika dirençliliğini arttırmak için yürüttükleri nüfus dinamikleri, ekonomik gelişme, kurumsal kapasite, orman ve afet yönetimi gibi çeşitli uyum çalışmalarıyla birlikte iklim değişikliği risklerinden diğer ülkelere kıyasla daha az etkilenen ülkelerdir (IPCC, 2014a; Sarkodie ve Strezov, 2019). Buna bağlı olarak bu ülkeler gelişmekte olan ülkelerin yeni yaşam alanları arayışında oldukça çekici sosyoekonomik ve çevresel geçim fırsatları sunmaktadır. Artan insan hareketliliği ve giderek sınırlı hâle gelen kaynakların adil paylaşım ve erişimde neden olacağı problemlerin toplumlar arası çatışmaları da tetikleyici bir unsur olabileceği ve bunun da ulusal ve uluslararası güvenlik meselelerine dönüşebileceği göz ardı edilmemelidir (WRR, 2020; Türkeş, 2020).

Diğer taraftan insan kaynaklı iklim değişikliğiyle birlikte yüksek sıcaklık, taşkın ve kuraklıklar gibi aşırı hava olayları ve fırtına afeti gibi doğal afetlerdeki artışların, gıda temininin kararlılığını kesintiye uğratması beklenmektedir (IPCC, 2014b; Türkeş ve Şahin, 2018; Türkeş, 2020). Örneğin; fırtına afetine karşı Türkiye'de özellikle nüfusun yoğun olduğu İstanbul, İzmir ve Ankara başta olmak üzere Ege Bölgesinin neredeyse tamamı, Marmara Bölgesinin önemli bir bölümü, Batı Karadeniz ve Akdeniz kıyıları riskli olarak değerlendirilmektedir (Türkeş ve Şahin, 2018). Gelecekte alçak enlem ülkelerinde tarımsal üretim iklim değişikliğinden olumsuz etkilenebileceği, Kuzey Yarımküre ülkelerinde ise etkilerin iyi tarım uygulamalarına bağlı olarak olumlu ya da olumsuz olabileceği ifade edilmektedir (Türkeş, 2020). Akdeniz Havzası'nda yer alan Türkiye'nin iklim risklerinden etkilenebilirliği orta seviyededir. Ancak bu bölgede iklim değişikliğiyle artan kuraklık, aşırı hava olayları, azalan yağışlar ve yüksek sıcaklıklar ormanları, temiz su kaynaklarını ve tarımsal verimliliği doğrudan etkileyen ve giderek büyüyen bir risk ve kırılganlık kaynağı olmaktadır (Turkes, 2018; Karapınar vd., 2020). Bu nedenle gelecek 10 yıl içerisinde Türkiye'de temiz su kaynaklarının akılcı ve verimli bir şekilde kullanılması için iklim değişikliği ve kuraklık risk yönetimi sistemi yaklaşımıyla su kaynakları yönetilmelidir (Turkes, 2018). Türkiye fındık, kayısı ve kiraz gibi bazı ticari tarımsal ürünlerde, dünya üretiminin önemli bir bölümünü gerçekleştirmektedir. Ancak yapılan araştırmalar iklim değişikliğinin gelecekte ülkenin fındık, üzüm, kayısı gibi önde gelen ticari ürünlerinde verimlilik düşüşüne neden olacağını öngörmektedir (An vd., 2020a, 2020b; Karapınar vd., 2020). Buna bağlı olarak bitkisel üretim değeri ve ihracat gelirlerinde azalmayla birlikte olası ekonomik kayıplar öngörülmektedir (An vd., 2020a, 2020b; Karapınar vd., 2020; Türkeş, 2020).

Son yıllarda iklim değişikliği nedeniyle artan çalı ve orman yangınları Avustralya'da, Akdeniz Havzası ülkelerinde ve bir Akdeniz Havzası ülkesi olan Türkiye'de hem ekolojik hem de ekonomik kayıplara neden olmuştur. Gelecekte yangın riskinin artması öngörülmekte ve gerekli önlemlerin alınmasının önemine dikkat çekilmektedir (IPCC, 2014a; Calda vd., 2020; Turkes vd., 2020; Abram vd., 2021). Diğer taraftan özellikle temiz su kaynaklarının iklim



değişikliğiyle birlikte yağış miktarında azalma ve artan sıcaklıklara bağlı kuraklık artışı gibi nedenlerden etkilenmesi, artan seller gibi aşırı hava olayları nedeniyle su kaynaklarının kirlenmesi ve nüfus baskısıyla birlikte artan su tüketimi gelecekte su kıtlığına işaret etmektedir. Hâlihazırda birçok Afrika ülkesi su stresine maruz kalmaktadır. Su kıtlığı hem sağlık hizmetlerini hem de tarımsal üretimi olumsuz etkilemektedir (IPCC, 2014b; WRR, 2020). Türkiye'nin de özellikle son yıllarda komşu ülkeler başta olmak üzere farklı ülkelerden göç almasıyla artan nüfusu, nüfus artışının üzerinde artan su tüketimi, su israfı, iklim değişikliğine bağlı olarak artan kuraklık ve yağış rejimindeki değişim gibi sebeplerden su kriziyle karşılaşması olasıdır (Türkeş, 2021). İklim değişikliği ve çeşitli faktörlere bağlı artan nüfus baskısı ülkeyi su fakiri olma yoluna hızla sürüklemektedir. Gelecekte iklim değişikliği kaynaklı artması beklenen kitlesel insan hareketinin (WRR, 2020) konumu itibarıyla göç alma potansiyeli yüksek olan Türkiye'nin gelecekte iklim kaynaklı su stresi ve oluşabilecek gıda güvenliği problemlerini dikkate alması ve ülkeye göçmen kabulünde nüfus baskısını dikkate alarak kapasite dâhilinde sınırlandırması önemlidir. Türkiye'nin göç almaya devam etmesinin gelecekte ülkede kaynak yetersizliğine neden olabileceği dikkate alınmalı ve bu durum uyum önlemlerine dâhil edilmelidir. Türkiye'nin uyum önlemlerinde belirleyeceği en önemli strateji komşu ülkeler ve Afrika ülkelerinden hâlihazırda aldığı ve gelecekte alabileceği göçe yönelik olmalı ve iklim değişikliği karşısında ülkenin geleceğini bu durumu dikkate alarak planlamalıdır.

COVID-19 pandemisiyle birlikte su kaynakları ve gıda güvenliğinin önemi bir kez daha açık bir şekilde toplumsal yaşamın en önemli konusu olduğunu ve öteki gereksinim ve ilişkilerin su, tarım ve gıda güvenliği ve bunların sürdürülebilirliği çerçevesinde yeniden biçimlendirilmesinin önemini ve aciliyetini göstermiştir (Türkeş, 2020). Dünyada ve Türkiye'de özellikle iklim değişikliği kaynaklı artması olası aşırı hava olayları, su stresi ve gıda güvenliği problemlerine yönelik uyarlanabilir kapasitenin artırılması, iklim risklerine karşı yüksek dirençlilik ve düşük etkilenebilirlik açısından mutlak gereklidir.

## 8. Kaynaklar

Abram, N. J., Henley, B. J., Gupta, A. S., Lippmann, T. J., Clarke, H., Dowdy, A. J., & Boer, M. M. (2021). Connections of climate change and variability to large and extreme forest fires in southeast Australia. *Communications Earth & Environment*, 2(1), 1-17.

An, N., Turp, M. T., & Kurnaz, M. L. (2021). *Assessment of Climate Suitability for Prunus armeniaca L. in Turkey in a Changing Climate* (No. EGU21-5382). Copernicus Meetings.

An, N., Turp, M. T., Türkeş, M., & Kurnaz, M. L. (2020a). Mid-Term Impact of Climate Change on Hazelnut Yield. *Agriculture*, 10(5), 159.

An, N., Turp, M. T., Türkeş, M., & Kurnaz, M. L. (2020b). Climate Change Effects on Agricultural Production: A Short Review. *Current Investigations in Agriculture and Current Research*, 8(3). CIACR.MS.ID.000288. DOI: 10.32474/CIACR.2020.08.000288.

Bauer, A., Feichtinger, J., & Steurer, R. (2012). The governance of climate change adaptation in 10 OECD countries: challenges and approaches. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 14(3), 279-304.

Brooks, N., Adger, W. N., & Kelly, P. M. (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global environmental change*, 15(2), 151-163.

Calda, B., An, N., Turp, M.T., & Kurnaz, M.L. (2020). İklim Değişikliğinin Akdeniz Havzasındaki Orman Yangınlarına Etkisi. *International journal of advances in engineering and pure sciences*. doi:10.7240/jeps.571001

Challinor, A., Wheeler, T., Garforth, C., Craufurd, P., & Kassam, A. (2007). Assessing the vulnerability of food crop systems in Africa to climate change. *Climatic change*, 83(3), 381-399.

Chen, C., Hellmann, J., Berrang-Ford, L., Noble, I., & Regan, P. (2018). A global assessment of adaptation investment from the perspectives of equity and efficiency. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 23(1), 101-122.

Chen, C., Noble, I., Hellmann, J., Coffee, J., Murillo, M., & Chawla, N. (2015). University of Notre Dame global adaptation index country index technical report. *ND-GAIN: South Bend, IN, USA*.

Closset, M., Feindouno, S., Guillaumont, P., & Simonet, C. (2017). A Physical Vulnerability to Climate Change Index: Which are the most vulnerable developing countries?.

Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social science quarterly*, 84(2), 242-261.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2012). Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı: 2011-2023. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

Çolak, E., & Sunar, F. (2020). Evaluation of forest fire risk in the Mediterranean Turkish forests: A case study of Menderes region, Izmir. *International journal of disaster risk reduction*, 45, 101479.

Diffenbaugh, N. S., & Giorgi, F. (2012). Climate change hotspots in the CMIP5 global climate model ensemble. *Climatic change*, 114(3), 813-822.

Diffenbaugh, N. S., Pal, J. S., Giorgi, F., & Gao, X. (2007). Heat stress intensification in the Mediterranean climate change hotspot. *Geophysical Research Letters*, 34(11).

Eakin, H., Muñoz-Erickson, T. A., & Lemos, M. C. (2018). Critical lines of action for vulnerability and resilience research and practice: Lessons from the 2017 hurricane season. *Journal of Extreme Events*, 5(02n03), 1850015.

Ekici, M. (2019). İklim Değişikliğine Direnç: Yerküre için Karbon Detoksu (Karbon Arınımı). *Resilience*. <https://doi.org/10.32569/resilience.518523>

Feindouno, S., Guillaumont, P., & Simonet, C. (2020). The Physical Vulnerability to Climate Change Index: An Index to Be Used for International Policy. *Ecological Economics*, 176, 106752.

Feindouno, S., & Guillaumont, P. (2019). Measuring physical vulnerability to climate change: The PVCCI, an index to be used for international development policies.

Field, C. B., Barros, V. R., Mach, K. J., Mastrandrea, M. D., van Aalst, R. A., Adger, W. N., Arent, D. J., Barnett, J., Betts, R., Bilir, T. E., Birkmann, J., Carmin, J., Chadee, D.D., Challinor, A. J., Chatterjee, M., Cramer, W., Davidson, D. J., Estrada, Y. O., Gattuso, J.-P., Hijioka, Y., Hoegh-Guldberg, O., Huang, H. Q., Insarov, G. E., Jones, R. N., Kovats, R. S., Romero-Lankao, P., Larsen, J. N., Losada, I. J., Marengo, J. A., McLean, R. F., Mearns, L.

O., Mechler, R., Morton, J. F., Niang, I., Oki, T., Olwoch, J. M., Opondo, M., Poloczanska, E. S., Pörtner, H. O., Redsteer, M. H., Reisinger, A., Revi, A., Schmidt, D. N., Shaw, M. R., Solecki, W., Stone, D. A., Stone, J. M. R., Strzepek, K. M., Suarez, A. G., Tschakert, P., Valentini, R., Vicuna, S., Villamizar, A., Vincent, K. E., Warren, R., White, L. L., Wilbanks, T. J., Wong, P. P., & Yohe, G. W. (2014). *Technical summary. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 35-94.

Flanagan, B. E., Gregory, E. W., Hallisey, E. J., Heitgerd, J. L., & Lewis, B. (2011). A social vulnerability index for disaster management. *Journal of homeland security and emergency management*, 8(1).

Füssel, H. M. (2010). Review and quantitative analysis of indices of climate change exposure, adaptive capacity, sensitivity, and impacts.

Guillaumont, P., & Simonet, C. (2011). To what extent are African countries vulnerable to climate change? Lessons from a new Indicator of Physical Vulnerability to Climate Change. *Development*, 6, 1-8.

Hahn, M. B., Riederer, A. M., & Foster, S. O. (2009). The Livelihood Vulnerability Index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change—A case study in Mozambique. *Global environmental change*, 19(1), 74-88.

Hall, N. L., & Crosby, L. (2020). Climate Change Impacts on Health in Remote Indigenous Communities in Australia. *International Journal of Environmental Health Research*, 1-16.

Hepbilgin, B., & Koç, T. (2018). Bölgesel Sıcaklık ve Yağış Verilerine Göre Kazdağı ve Yakın Çevresinin İkliminde Öngörülen Değişiklikler (2000-2099). *Marmara Coğrafya Dergisi*, (37), 253-270.

Hijioka, Y., Lin, E., Pereira, J.J., Corlett, R.T., Cui, X., Insarov, G.E., Lasco, R.D., Lindgren, E., & Surjan, A. (2014). *Asia. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1327-1370.

Hunter, C. M., Caswell, H., Runge, M. C., Regehr, E. V., Amstrup, S. C., & Stirling, I. (2010). Climate change threatens polar bear populations: a stochastic demographic analysis. *Ecology*, 91(10), 2883-2897.

Huong, N. T. L., Yao, S., & Fahad, S. (2019). Assessing household livelihood vulnerability to climate change: The case of Northwest Vietnam. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 25(5), 1157-1175.

Hurlbert, M., Krishnaswamy, J., Davin, E., Johnson, F. X., Mena, C. F., Morton, J., Myeong, S., Viner, D., Warner, K., Wreford, A., Zakieldean, S., & Zommers, Z. (2019). *Risk Management and Decision making in Relation to Sustainable Development. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. In press.

Iavarone, A. H., & Kaya, İ. (2021). Deniz Seviyesinde Yükselme Riskleri Odağında Kentlerin İklim Eylem Planı Söylemlerinin İncelenmesi. *Resilience*, 5(1), 51-66.

IPCC, (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 582 pp.

IPCC, (2014a). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 688.

IPCC, (2014b). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.

IPCC, (2018). *Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. In Press

IPCC, (2019). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. In press.

IPCC, (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

Kadıoğlu, M. (2012). Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi. *Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını*, 172.

Kaly, U., Pratt, C., Mitchell, J., & Howorth, R. (2003). *The demonstration environmental vulnerability index (EVI)*. Pacific Islands Applied Geoscience Commission (SOPAC).

Kaly, U., Briguglio, L., McLeod, H., Schmall, S., Pratt, C., & Pal, R. (1999). *Environmental Vulnerability Index (EVI) to summarise national environmental vulnerability profiles*. SOPAC.

Kapluhan, E. (2013). Türkiye’de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (27), 487-510.

Karapınar, B., Özertan, G., Tanaka, T., An, N., & Turp, M. T. (2020). *İklim Değişikliği Etkisi Altında Tarımsal Ürün Arzının Sürdürülebilirliği* (Yayın No: TÜSİAD-T/2020-03/616). Tarım ve Gıda 2020.

- Kovats, R.S., R. Valentini, L.M. Bouwer, E. Georgopoulou, Jacob, D., Martin, E., Rounsevell, M., & Soussana, J.-F. (2014). *Europe*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1267-1326.
- Larsen, J. N., Anisimov, O. A., Constable, A., Hollowed, A. B., Maynard, N., Prestrud, P., Prowse, T. D., & Stone, J. M. R. (2014). *Polar regions*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1567-1612.
- Lilleor, H. B., & Van den Broeck, K. (2011). Economic drivers of migration and climate change in LDCs. *Global Environmental Change*, 21(S1), S70-S81.
- Liverman, D. M. (1990). Vulnerability to global environmental change. *Understanding global environmental change: The contributions of risk analysis and management*, 26, 27-44.
- Macinnis-Ng, C., Mcintosh, A. R., Monks, J. M., Waipara, N., White, R. S., Boudjelas, S., Clark, C. D., Clearwater, M. J., Curran, T. J., Dickinson, K. J. M., Nelson, N., Perry, G. L. W., Richardson, S. J., Stanley, M. C., & Peltzer, D. A. (2021). Climate-change impacts exacerbate conservation threats in island systems: New Zealand as a case study. *Frontiers in Ecology and the Environment*.
- Madhuri, M., Tewari, H. R., & Bhowmick, P. K. (2014). Livelihood Vulnerability Index Analysis: An Approach to Study Vulnerability in the Context of Bihar. *Jambá: Journal of Disaster Risk Studies*, 6(1). doi: <https://doi.org/10.4102/jamba.v6i1.127>.
- Magrin, G.O., Marengo, J.A., Boulanger, J.-P., Buckeridge, M.S., Castellanos, E., Poveda, G., Scarano, F. R., & Vicuña, S. (2014). *Central and South America*. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1499-1566.
- Mall, R. K., Srivastava, R. K., Banerjee, T., Mishra, O. P., Bhatt, D., & Sonkar, G. (2019). Disaster risk reduction including climate change adaptation over south Asia: challenges and ways forward. *International Journal of Disaster Risk Science*, 10(1), 14-27.
- Manandhar, S., Xenarios, S., Schmidt-Vogt, D., Hergarten, C., & Foggin, M. (2018). Climate Vulnerability & Adaptive Capacity of Mountain Societies in Central Asia.
- McMichael, A. J., & Lindgren, E. (2011). Climate change: present and future risks to health, and necessary responses. *Journal of internal medicine*, 270(5), 401-413.
- Meredith, M., Sommerkorn, M., Cassotta, S., Derksen, C., Ekaykin, A., Hollowed, A., Kofinas, G., Mackintosh, A., Melbourne-Thomas, J., Muelbert, M. M. C., Ottersen, G., Pritchard, H., & Schuur, E.A.G. (2019). *Polar Regions*. In: *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. In press.
- McCarthy, J. J., Canziani, O. F., Leary, N. A., Dokken, D. J., & White, K. S. (Eds.). (2001). *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working*

*Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Vol. 2). Cambridge University Press.

Moser, C., Norton, A., Stein, A., & Georgieva, S. (2010). Pro-poor adaptation to climate change in urban centers: Case studies of vulnerability and resilience in Kenya and Nicaragua.

Monterroso, A., & Conde, C. (2015). Exposure to climate and climate change in Mexico. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 6(4), 272-288.

Mwangi, K. K., & Mutua, F. (2015). Modeling Kenya's vulnerability to climate change—A multifactor approach. *International Journal of Science and Research*, 6, 12-19.

Myers, N. (2002). Environmental refugees: a growing phenomenon of the 21st century. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 357(1420), 609-613.

Nagy, G. J., Gutierrez, O., Brugnoli, E., Verocai, J. E., Gomez-Erache, M., Villamizar, A., Olivares, I., Azeiteiro, U. M., Filho, W.L., & Amaro, N. (2019). Climate vulnerability, impacts and adaptation in Central and South America coastal areas. *Regional Studies in Marine Science*, 29, 100683.

ND-GAIN, (2018a). ND-GAIN Country Index, Vulnerability and Readiness. University of Notre Dame, South Bend IN, USA Retrieved from. <https://gain.nd.edu>.

ND-GAIN, (2018b). ND-GAIN Data. University of Notre Dame, South Bend IN, USA Retrieved from. <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/download-data/>.

Niang, I., Ruppel, O.C., Abdrabo, M.A., Essel, A., Lennard, C., Padgham, J., & Urquhart, P. (2014). Africa. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1199-1265.

Nguyen, C. V., Horne, R., Fien, J., & Cheong, F. (2017). Assessment of social vulnerability to climate change at the local scale: development and application of a Social Vulnerability Index. *Climatic Change*, 143(3), 355-370.

Nguyen, T. T., Bonetti, J., Rogers, K., & Woodroffe, C. D. (2016). Indicator-based assessment of climate-change impacts on coasts: A review of concepts, methodological approaches and vulnerability indices. *Ocean & Coastal Management*, 123, 18-43.

Nurse, L.A., McLean, R.F., Agard, J., Briguglio, L.P., Duvat-Magnan, V., Pelesikoti, N., Tompkins, E., & Webb, A. (2014). Small islands. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1613-1654.

O'Brien, K., Leichenko, R., Kelkar, U., Venema, H., Aandahl, G., Tompkins, H., Javed, A., Bhadwal, S., Barg, S., Nygaard, L. & West, J. (2004). Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India. *Global environmental change*, 14(4), 303-313.

- Oppenheimer, M. (2013). Climate change impacts: accounting for the human response. *Climatic Change*, 117(3), 439-449.
- Ozturk, T., Turp, M.T., Türkeş, M., & Kurnaz, M.L. (2018). Future projections of temperature and precipitation climatology for CORDEX-MENA domain using RegCM4.4. *Atmospheric Research*, 206, 87–107. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.02.009>
- Özüpekçe, S. (2020). Batı Akdeniz Havzasının İklim Sınıflandırması, Kuraklık Eğilimi ve Su Kaynakları ile İlişkisi. *International journal of geography and geography education*. doi:10.32003/igge.790949
- Parry, M., Parry, M. L., Canziani, O., Palutikof, J., Van der Linden, P., & Hanson, C. (Eds.). (2007). *Climate change 2007-impacts, adaptation and vulnerability: Working group II contribution to the fourth assessment report of the IPCC* (Vol. 4). Cambridge University Press.
- Piguet, E. (2013). From “primitive migration” to “climate refugees”: The curious fate of the natural environment in migration studies. *Annals of the Association of American Geographers*, 103(1), 148-162.
- Pratt, C., Kaly, U., & Mitchell, J. (2004). Manual: how to use the environmental vulnerability index (EVI).
- Pulwarty, R. S., Nurse, L. A., & Trotz, U. O. (2010). Caribbean islands in a changing climate. *Environment*, 52(6), 16-27.
- Reisinger, A., Kitching, R.L., Chiew, F., Hughes, L., Newton, P.C.D., Schuster, S.S., Tait, A., & Whetton, P. (2014). Australasia. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1371-1438.
- Ribeiro, B. R., Sales, L. P., De Marco Jr, P., & Loyola, R. (2016). Assessing mammal exposure to climate change in the Brazilian Amazon. *PloS one*, 11(11), e0165073.
- Robinson, S. A. (2020). Climate change adaptation in SIDS: A systematic review of the literature pre and post the IPCC Fifth Assessment Report. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 11(4), e653.
- Romero-Lankao, P., Smith, J.B., Davidson, D.J., Diffenbaugh, N.S., Kinney, P.L., Kirshen, P., Kovacs, P., & Villers Ruiz, L. (2014). North America. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1439-1498.
- Saldana-Zorrilla, S. O., & Sandberg, K. (2009). Impact of climate-related disasters on human migration in Mexico: a spatial model. *Climatic change*, 96(1), 97-118.
- Sarkodie, S. A., & Strezov, V. (2019). Economic, social and governance adaptation readiness for mitigation of climate change vulnerability: Evidence from 192 countries. *Science of the Total Environment*, 656, 150-164.

Schauser, I., Otto, S., Schneiderbauer, S., Harvey, A., Hodgson, N., Robrecht, H., Morchain, D., Schrandner, J. J., Khovanskaia, M., Celikyilmaz-Aydemir, G., Prutsch, A., & McCallum, S. (2010). Urban regions: vulnerabilities, vulnerability assessments by indicators and adaptation options for climate change impacts. *European Topic Centre on Air and Climate Change (ETC/ACC): Bilthoven*.

Schilling, J., Hertig, E., Trambly, Y., & Scheffran, J. (2020). Climate change vulnerability, water resources and social implications in North Africa. *Regional Environmental Change*, 20(1), 1-12.

Schilling, J., Freier, K. P., Hertig, E., & Scheffran, J. (2012). Climate change, vulnerability and adaptation in North Africa with focus on Morocco. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 156, 12-26.

Scott, J. (2007). Agricultural policy and rural: poverty in Mexico. <http://hdl.handle.net/11651/1152>

Shah, K. U., Dulal, H. B., Johnson, C., & Baptiste, A. (2013). Understanding livelihood vulnerability to climate change: Applying the livelihood vulnerability index in Trinidad and Tobago. *Geoforum*, 47, 125-137.

Skondras, N. A., Karavitis, C. A., Gkotsis, I. I., Scott, P. J. B., Kaly, U. L., & Alexandris, S. G. (2011). Application and assessment of the Environmental Vulnerability Index in Greece. *Ecological Indicators*, 11(6), 1699-1706.

Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global environmental change*, 16(3), 282-292.

Tacoli, C. (2011). *Not only climate change: mobility, vulnerability and socio-economic transformations in environmentally fragile areas in Bolivia, Senegal and Tanzania*. International Institute for Environment and Development (IIED), Human Settlements Working Paper Series, Working Paper No. 28, IIED, London.

Tapia, C., Abajo, B., Feliu, E., Mendizabal, M., Martinez, J. A., Fernández, J. G., Laburu, T., & Lejarazu, A. (2017). Profiling urban vulnerabilities to climate change: An indicator-based vulnerability assessment for European cities. *Ecological indicators*, 78, 142-155.

Tewari, H. R., & Bhowmick, P. K. (2014). Livelihood vulnerability index analysis: An approach to study vulnerability in the context of Bihar.

Trambly, Y., Koutroulis, A., Samaniego, L., Vicente-Serrano, S.M., Volaire, F., Boone, A., Le Page, M., Llasat, M. C., Albergel, C., Burak, S., Cailleret, M., Kalin, K. C., Davi, H., Dupuy, J.-L., Greve, P., Grillakis, M., Hanich, L., Jarlan, L., Martin-StPaul, N., Martínez-Vilalta, J., Mouillote, F., Pulido-Velazquez, D., Quintana-Seguí, P., Renard, D., Turco, M., Türkeş, M., Trigo, R., Vidal, J. P., Vilagrosa, A., Zribi, M., & Polcher, J. (2020). Challenges for drought assessment in the Mediterranean region under future climate scenarios. *Earth-science Reviews*, 210, 103348. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103348>

Turp, M. T., Öztürk, T., Türkeş, M., & Kurnaz, M. L. (2014). Assessment of projected changes in air temperature and precipitation over the Mediterranean region via multi-model ensemble mean of CMIP5 models. *Black Sea/Mediterranean Environment*, 93.



Türkeş, M. (2017). Türkiye'nin İklimsel Değişkenlik ve Sosyo-Ekolojik Göstergeler Açısından Kuraklıktan Etkilenebilirlik ve Risk Çözümlemesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 26(2), 47-70.

Türkeş, M. (2018). İklim Değişikliğinin Etkileri, Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Gereksinimleri, Etkilenebilirlik ve Risk Değerlendirmeleri. İklim Değişikliği ve Kalkınma (Ed. İzzet Arı). T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Ankara

Türkeş, M. & Şahin, S. (2018). Türkiye'nin fırtına afeti etkilenebilirliği ve risk çözümü. *Kebikeç, insan bilimleri için kaynak araştırmaları dergisi*, 46: 219-246.

Turkes, M., Turp, M. T., An, N., Ozturk, T., & Kurnaz, M. L. (2020). Impacts of climate change on precipitation climatology and variability in Turkey. In *Water resources of Turkey* (pp. 467-491). Springer, Cham.

Türkeş, M. (2020). İklim Değişikliğinin Tarımsal Üretim ve Gıda Güvenliğine Etkileri: Bilimsel Bir Değerlendirme. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(1), 125-149.

Türkeş, M. (2021). Türkiye'nin Su İklimi, İklim Değişikliği ve 2019-2020 Kuraklığı. *EKOIQ*, 92, 90-97.

UN. 2017. *International Migration Report 2017: Highlights*. United Nations, New York.

Welborn, L. (2018). Africa and climate change-projecting vulnerability and adaptive capacity. *ISS Africa Report*, 2018(14), 1-24.

Welle, T., & Birkmann, J. (2015). The World Risk Index—An approach to assess risk and vulnerability on a global scale. *Journal of Extreme Events*, 2(01), 1550003.

Werrell, C. E., Femia, F., & Sternberg, T. (2015). Did we see it coming?: State fragility, climate vulnerability, and the uprisings in Syria and Egypt. *SAIS review of international affairs*, 35(1), 29-46.

White GF (ed) (1974) Natural hazards. 288 pp, London, Oxford University Press.

Williges, K., Mechler, R., Bowyer, P., & Balkovic, J. (2017). Towards an assessment of adaptive capacity of the European agricultural sector to droughts. *Climate Services*, 7, 47-63.

Wikramanayake, E., Or, C., Costa, F., Wen, X., Cheung, F., & Shapiro, A. (2020). A climate adaptation strategy for Mai Po Inner Deep Bay Ramsar site: Steppingstone to climate proofing the East Asian-Australasian Flyway. *Plos one*, 15(10), e0239945.

WMO, *New climate predictions increase likelihood of temporarily reaching 1.5 °C in next 5 years*. (2021, May 27). World Meteorological Organization. <https://public.wmo.int/en/media/press-release/new-climate-predictions-increase-likelihood-of-temporarily-reaching-15-%C2%B0c-next-5>

WRR, (2020). Data and Methods: World Risk Report Results 2020, <https://weltrisikobericht.de/english/>

WRR, (2020). *WorldRiskReport 2020*. ISBN 978-3-946785-10-1. [https://weltrisikobericht.de/wp-content/uploads/2020/12/WRR\\_2020\\_online\\_.pdf](https://weltrisikobericht.de/wp-content/uploads/2020/12/WRR_2020_online_.pdf)

Zhang, Q., Zhao, & X., Tang, H. (2019). Vulnerability of communities to climate change: application of the livelihood vulnerability index to an environmentally sensitive region of China. *Climate and Development*, 11(6), 525-542.

Zhang, Y., Bi, P., & Hiller, J. E. (2008). Weather and the transmission of bacillary dysentery in Jinan, northern China: a time-series analysis. *Public health reports*, 123(1), 61-66.