



İklim Değişikliğinin Adalar Üzerindeki Etkileri ve Ekolojik Kırılganlık Üzerine Bir Değerlendirme

Ümmühan Gül Karaca Tilki¹
<https://orcid.org/0000-0003-3982-6654>

Çiğdem Kaptan Ayhan^{2*}
<https://orcid.org/0000-0001-5148-4162>

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü,

*ckaptanayhan@comu.edu.tr (Sorumlu Yazar)

ÖZET

Bu çalışma, iklim değişikliğinin ada ekosistemleri üzerindeki etkilerini ve bu sistemlerin ekolojik kırılganlıklarını çok boyutlu bir şekilde değerlendirmektedir. Adalar; sınırlı alanları, izolasyonları ve özgün doğal koşulları nedeniyle iklim değişikliğine karşı son derece savunmasızdır. Yükselen deniz seviyeleri, sıcaklık artışları ve artan aşırı hava olayları, ada biyoçeşitliliğini, su kaynaklarını, tarımsal üretimi, kültürel mirası ve turizmi tehdit etmektedir. Çalışmada, ada ekosistemlerinin fiziksel ve sosyo-ekonomik özellikleri açıklanmış; biyolojik çeşitlilik, kültürel peyzajlar ve tarım-turizm sektörleri bağlamında iklim değişikliğinin etkileri analiz edilmiştir. Ayrıca, ulusal ve uluslararası düzeyde gerçekleştirilen vaka çalışmaları (ör. Pico Adası, Sagar Adası, Pingtan, Chongming, vb.) ile farklı kırılganlık değerlendirme yaklaşımları (SRP, PSR, CVI, TEV) örneklenmiştir. Sonuç olarak, ada ekosistemlerinin korunması ve uyum sürecinin güçlendirilmesi için yerel toplulukların katılımı, disiplinler arası iş birliği ve bilimsel temelli planlamaların önemi vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Ekolojik Kırılganlık, Ada Ekosistemleri

Evaluating the Ecological Vulnerability of Islands under the Impacts of Climate Change

ABSTRACT

This study offers a multidimensional evaluation of the impacts of climate change on island ecosystems and their ecological vulnerability. Due to their limited land area, isolation, and unique environmental conditions, islands are highly vulnerable to the effects of climate change. Sea-level rise, increasing temperatures, and the frequency of extreme weather events threaten island biodiversity, freshwater resources, agricultural production, cultural heritage, and tourism. The study explores the physical and socio-economic characteristics of island ecosystems and analyzes climate-induced risks in relation to biodiversity, cultural landscapes, and the agriculture-tourism nexus. Moreover, a range of national and international case studies (e.g., Pico Island, Sagar Island, Pingtan, Chongming, etc.) are reviewed, demonstrating different vulnerability assessment models such as SRP, PSR, CVI, and TEV. Ultimately, the study emphasizes the importance of interdisciplinary collaboration, community participation, and evidence-based planning for enhancing resilience and ensuring the sustainable management of island ecosystems under climate change.

Keywords: Climate Change, Ecological Vulnerability, Island Ecosystems

Extended Abstract

Islands are among the most ecologically and socioeconomically vulnerable regions to climate change impacts due to their geographical isolation, limited land and freshwater resources, and high exposure to sea-level rise and extreme weather events. This study provides a comprehensive assessment of the ecological vulnerability of island ecosystems in the context of climate change, focusing on the multifaceted interactions between environmental pressures, biodiversity loss, socio-economic dependencies, and adaptation challenges.

The study begins with an overview of the physical, ecological, and cultural significance of island ecosystems. It highlights the unique features of islands—such as high levels of endemism, distinctive landscapes, and fragile biogeographical boundaries—that make them both conservation hotspots and highly susceptible to disturbance. Drawing on literature, it is noted that islands host more than 40% of critically endangered species and account for over 80% of known extinctions, despite occupying less than 5% of the Earth's land area.

The impacts of climate change on island ecosystems are discussed in detail, including rising temperatures, altered precipitation patterns, intensified droughts, cyclones, and flooding events. These phenomena are shown to affect both terrestrial and marine biodiversity, disrupt phenological cycles, and cause habitat degradation and species migration. Sea-level rise is identified as a major threat, leading to coastal erosion, saltwater intrusion, and inundation of critical habitats and agricultural lands. The study also addresses the vulnerability of freshwater systems and the increasing stress on groundwater due to both climate-induced scarcity and rising human demand.

Beyond ecological dimensions, the research explores the implications of climate change on tourism, cultural heritage, and agricultural sustainability. Coastal tourism economies are increasingly at risk due to infrastructure damage, ecosystem degradation, and the loss of natural attractions. Additionally, both tangible and intangible cultural heritage are threatened, as climate-induced displacement and landscape change undermine community identity and traditional practices. In terms of agriculture, changing climatic conditions and extreme weather events reduce productivity, disrupt food supply chains, and intensify food insecurity, especially in small island developing states (SIDS).

To support the theoretical framework, the study reviews several international case studies that utilize different vulnerability assessment models—such as the Coastal Vulnerability Index (CVI), Pressure-State-Response (PSR), Sensitivity-Resilience-Pressure (SRP), and Trajectories of Exposure and Vulnerability (TEV). These models are applied in diverse island contexts including Pico Island (Azores), Sagar Island (India), Pingtan and Chongming Islands (China), and several Pacific archipelagos. Each case illustrates localized responses and reveals how ecological vulnerability is shaped by both natural factors and socio-political dynamics.

The findings of the study emphasize the urgent need for integrated, adaptive management strategies tailored to island-specific conditions. Enhancing climate resilience in island ecosystems requires interdisciplinary collaboration, the incorporation of local ecological knowledge, stakeholder engagement, and science-based planning. The paper concludes by advocating for policy frameworks that balance ecological conservation with sustainable development, ensuring the long-term protection of island biodiversity and the well-being of their communities in the face of accelerating climate change.

Giriş

İklim değişikliği, atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun artmasıyla birlikte Dünya'nın ortalama sıcaklıklarında gözlenen uzun vadeli değişiklikleri ifade eder. Bu değişiklikler yalnızca sıcaklık artışlarıyla sınırlı kalmayıp, yağış rejimlerinde düzensizlik, deniz seviyesinin yükselmesi, kuraklık, sel ve fırtına gibi aşırı hava olaylarının sıklığında artış gibi sonuçlar da doğurmaktadır. İklim değişikliği, doğal sistemleri olduğu kadar insan yaşamını, ekonomiyi ve toplumların sürdürülebilirliğini de ciddi şekilde tehdit etmektedir (Anonymous, 2021; Anonim, 2023).

Bu durum, özellikle hassas ekosistemlere sahip olan adalar için büyük riskler oluşturmaktadır. Adalar, dünya genelinde iklim değişikliğinin en belirgin etkilerinin gözlemlendiği bölgeler arasında yer almaktadır. Her ne kadar bu alandaki bilimsel çalışmalar artış göstermiş olsa da, adalar üzerindeki etkileri derinlemesine ele alan daha kapsamlı araştırmalara duyulan ihtiyaç devam etmektedir.

Adalar coğrafi olarak ana karaya uzak, çeşitli doğal sınırlarla çevrili ve genellikle küçük boyutlu olan, ancak bazen daha büyük takımadalar şeklinde gruplanmış yerlerdir ve jeolojik, ekolojik, kültürel ve ekonomik yapı açısından büyük çeşitlilik göstermektedir. Bu çeşitlilikle şekillenen ekosistem özellikleri ve adaların doğal sınırları onları önemli birer kaynak haline getirmektedir. Ancak aynı zamanda, adalardaki insan etkisi giderek artmakta, yerel halkın göçü ve ulusal, uluslararası ziyaretçi akışı gibi faktörler, ada ekosistemleri üzerinde doğrudan ve dolaylı etkiler yaratmaktadır. Ek olarak deniz seviyesindeki yükselme, iklim değişikliği, volkanizma, kentleşme, tarım ve ormansızlaşma gibi çeşitli faktörler de adaların sürdürülebilir kullanımı açısından belirleyici olmaktadır. (Zhang, and Walsh, 2018).

Bu araştırma, ada ekosistemlerinin iklim değişikliğine karşı ekolojik kırılganlıklarını anlamayı, bu zorluklara yönelik çözüm odaklı yaklaşımları daha önce yapılan araştırma ve vaka çalışmalarıyla incelemeyi amaçlamaktadır. İlk olarak iklim değişikliği ve ekolojik kırılganlık kavramlarıyla beraber ada ekosistemlerinin özellikleri ve önemi üzerinde durulmuştur. İklim değişikliğinin adalar üzerindeki etkileri detaylandırılmış; özellikle biyolojik çeşitlilik, su kaynakları, kültürel miras, turizm ve tarımsal üretim bağlamında yaşanan kırılganlıklar incelenmiştir. Ardından, farklı coğrafi bölgelerden seçilmiş vaka çalışmaları aracılığıyla ekolojik kırılganlık değerlendirmelerine ilişkin yöntemlerden (örneğin SRP, PSR, CVI, TEV modelleri) söz edilmiş ve sunulmuş ve sonrasında adaların iklim değişikliğine uyum süreci açısından multidisipliner çalışmalar gerektiğine vurgu yapılmıştır.

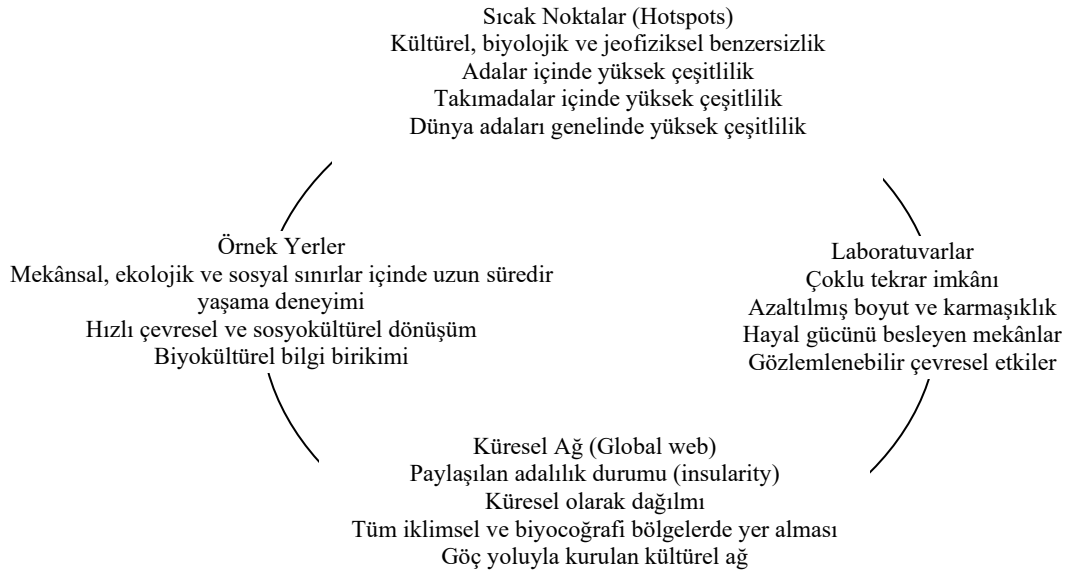
1. Ada Ekosistemlerinin Önemi

Ada ekosistemleri, kendine özgü fiziksel, ekonomik ve sosyo-kültürel özelliklere sahip olup, diğer ekosistemlerden farklıdır (Del Rio ve ark., 2020). Bu ekosistemler hem doğal hem de kültürel yönleriyle büyük bir öneme sahiptir. Adaların coğrafi izolasyonu, sınırlı alanları ve özgün çevresel koşulları; yüksek oranda endemizme, özelleşmiş flora ve fauna çeşitliliğine yol açar. Bu durum, adalarda yalnızca o bölgeye özgü, başka yerlerde bulunmayan türlerin evrimleşmesini sağlar (Velmurugan, 2008). Bu nedenle, bu türlerin ekosistem işleyişine katkıları son derece kritiktir. Ayrıca, adalar benzersiz doğal peyzajları ve biyolojik çeşitlilikleriyle turizm açısından önemli cazibe merkezleri olmuştur. Dünyadaki adaların çoğu, ana gelir kaynağı olarak turizme bağımlıdır. Bir destinasyonun doğal çekiciliği genellikle turizmin ana unsurlarından biri olarak kabul edilir, ancak bu doğal çevre, aşırı sömürü riski altında olan en kırılgan unsurdur (Graci & Dodds, 2010).

Ek olarak Kueffer and Kinney (2017)'e göre; adalar dört nedenle çevre koruma açısından da önem taşımaktadır (Şekil 1)

- (i) Kültürel, biyolojik ve jeofiziksel çeşitlilik ve benzersizlik açısından küresel sıcak noktalar; (ii) İnsan-çevre ilişkilerinin örnek yerleridir;
- (iii) Küresel ölçekte kültürel ve ekolojik bir ağ oluştururlar;
- (iv) Bilimsel ve toplumsal yenilikler için birer laboratuvar işlevi görürler.

Şekil 1. Çevre koruma açısından adaların önemi (Kueffer and Kinney, 2017)



Karalardaki biyolojik çeşitliliğine ek olarak, adalar aynı zamanda kıyı bölgeleri olarak denizel biyolojik çeşitlilik açısından da büyük önem taşır. Adalar, kara yüzeyine oranla oldukça yüksek bir kıyı şeridi oranına sahiptir. Bu nedenle, adaların toplam kıyı uzunluğu, dünya kara alanındaki paylarına kıyasla büyük ölçüde fazladır. Ada halkları, Dünya yüzeyinin altıda biri üzerinde koruyuculuk rolü üstlenmektedir. Bu durum sonucunda, dünya denizel biyolojik çeşitliliğinin yarısından fazlası ve dünyadaki on mercan resifi sıcak noktasının yedisi ada bölgelerine aittir (Anonymous, 2014)

2. İklim Değişikliğinin Etkileri ve Adaların Ekolojik Kırılganlığı

Adalar bu önemli kaynak değerlerine rağmen uzmanlara göre tarihlerinde ilk defa bu denli büyük bir risk altındadırlar. Ada halkları, kültürleri, okyanusları ve ekosistemleri birbirine bağlıdır ve doğal afetler, istilacı türler, sürdürülemez kalkınma ve küresel şoklar gibi tehditlerle karşı karşıyadır. Bu zorluklar, iklim değişikliğinin gerçek ve ciddi tehdidiyle daha da ağırlaşmaktadır. Adalar, Dünya kara alanının %5'inden daha azını oluşturmalarına rağmen, kritik tehlike altındaki ve tehlikedeki tüm türlerin %40'ına ev sahipliği yapmaktadır. Bilinen tür yok oluşlarının %80'inden fazlası adalarda gerçekleşmiştir (Anonymous, 2014). Ek olarak iklim değişikliğine bağlı deniz seviyesinin yükselmesi en çok da adaları tehdit etmektedir. Örneğin; Marshall Adaları, Fiji Adaları, Nauru Cumhuriyeti, Samoa, Solomon Adaları, Tuvalu, Vanuatu, Maldivler ve Kiribati adaları deniz seviyesinin yükselmesi karşısından yok olma riskiyle karşı karşıyadır (Anonymous, 2024)

İklim değişikliği, aşırı hava olaylarının sıklığını ve şiddetini artırarak, ada ekosistemlerinin dengesini bozmaktadır. Mevsimsel ve orta vadeli hava koşullarındaki değişiklikler, belirli bölgelerdeki iklimi farklı enlem ve rakımlara kaydırarak ada türleri için ciddi tehditler oluşturur. Bu değişiklikler, ada ekosistemlerindeki türlerin ihtiyaç duyduğu uygun iklim koşullarının zamanla farklı coğrafi alanlara kaymasına neden olmaktadır (Courchamp ve ark., 2014; Veron ve ark., 2019).

Tarihsel olarak ada ekosistemlerinde habitat kaybı ve istilacı türler, biyoçeşitliliği tehdit eden başlıca faktörler olmuştur. Ancak, bugün insan kaynaklı iklim değişikliği ve deniz seviyesinin yükselmesi gibi yeni tehditler de ortaya çıkmaktadır. Bu değişiklikler, ada biyoçeşitliliğini derinden etkilemekte, bazı türlerin yok olmasına, bazılarının ise popülasyon yoğunluklarında değişikliklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ek olarak, yabancı türler ekosistemlerin kalıcı bir parçası haline gelmekte ve insanların ekosistem süreçlerine olan olumsuz etkisi artmaktadır (Russell & Kueffer, 2019). Adalarda sınırlı alanlarda yaşayan türlerin çevresel değişimlere uyum sağlama kapasiteleri genellikle düşük olup, bu durum onları habitat kaybı ve deniz seviyesi yükselmesi gibi faktörlere karşı daha savunmasız hale getirmektedir. Huswald ve arkadaşları (2022), mercan resifleri gibi ada

ekosistemlerinin çevresel değişimlere karşı son derece hassas olduğunu ve bunun birçok endemik türün yok olma riskiyle karşı karşıya kalmasına neden olduğunu vurgulamaktadır.

Ayrıca adalardaki genellikle sınırlı su kaynakları da iklim değişikliğinden önemli ölçüde etkilenmektedir. Ada ekosistemlerinde su kaynaklarının yönetimi, ekosistemlerin sürdürülebilirliği için belirleyici bir faktördür. Adalarda yüzey suyu kaynakları genellikle kısıtlı olduğundan, yeraltı suyu kaynakları su temini açısından hayati bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, farklı sektörlerden gelen su talebi ve iklim değişikliğinin etkileri, adalardaki yeraltı suyu kaynakları üzerinde büyük bir baskı oluşturmaktadır. (Türkseven ve ark., 2024).

Adalar, sınırlı toprak alanları ve doğal kaynakları ile kendine özgü ekosistem hizmetlerine sahip ekosistemler olarak çevresel değişimlere, özellikle iklim değişikliğine karşı daha savunmasızdır. Yükselen deniz seviyeleri, değişen yağış ve fırtına koşulları, artan hava ve deniz yüzeyi sıcaklıkları, adaların zaten sınırlı olan kaynaklarını daha da zorlayarak ekosistemlerini tehdit etmektedir (Lazrus, 2012). Ada ekosistemlerinin biyoçeşitliliği ve dar coğrafi alanları, bu ekosistemlerin çevresel değişimlere karşı yüksek derecede hassasiyet göstermesine yol açmaktadır. Bu hassasiyet, adaların özgün ekolojik özelliklerinden kaynaklanmakta ve onları çeşitli tehditlere karşı savunmasız bırakmaktadır.

Adaların küçük boyutları ve izolasyonu, türlerin evrimsel süreçleri için benzersiz bir ortam sağlarken, aynı zamanda dışsal etkilere karşı savunmasızlıklarını artırmaktadır. MacArthur ve Wilson (1967)'in da belirttiği gibi, sınırlı kaynaklar ve izolasyon, türlerin popülasyon büyüklüğünü kısıtlayarak ekosistem dengesini tehdit eder (MacArthur & Wilson, 1967).

Adalardaki izolasyon, biyoçeşitliliği koruma konusunda da önemli bir zorluk teşkil etmektedir. Özellikle, istilacı yabancı türler, ada ekosistemlerinde genellikle doğal rakip ve yırtıcıların eksikliği nedeniyle kontrol edilemez bir şekilde yayılmaktadır. Bu türler yalnızca mevcut türlerle rekabet etmekle kalmaz, aynı zamanda arazi kullanımını, doğal bozunma örüntülerini ve besin döngüsü gibi ekosistem süreçlerini de etkileyerek ekosistem üzerinde önemli bir baskı oluşturmalar (Anonymous, 2009).

Bu alanların kırılgan yapısı, sadece ekolojik açıdan değil sosyo-ekonomik sürdürülebilirlik açısından da dikkatle ele alınması gereken bir konudur. Adaların ekolojik yapılarının korunması, doğa ve insanlık için kritik bir öneme sahiptir. Bu koruma çabaları, biyolojik çeşitliliğin devamlılığını sağlar, doğal kaynakların doğru yönetilmesine olanak tanır ve yerel toplulukların ekonomik sürdürülebilirliğini destekler. Ada ekosistemlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak için, kaynakların korunması ve kullanımında bir denge oluşturulması gerekmektedir. Adalardaki doğal ve kültürel kaynak değerleri yerel, bölgesel ve küresel ölçekteki turizm faaliyetleri için, turizm de adaların ve/veya ülkelerin ekonomik yapısı için büyük önem taşımaktadır. Aynı zamanda turizm bu kaynak değerleri üzerinde yıpratıcı etkilere de sahiptir. Bu nedenle; adalarda turizm faaliyetlerinin planlanmasında ve yer seçiminde; değişen iklim koşulları ve bunların sonuçlarının özellikle dikkate alınması koruma-kullanım dengesinin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

Adalardaki ekonomik yapının bir diğer önemli ayağını ise tarımsal üretim oluşturmaktadır. Adanın sahip olduğu iklimsel ve coğrafi koşullar üretimin çeşitliliğinde önemli rol oynar. Yöreye özel tarımsal ürünlerin varlığı ancak coğrafi koşulların devamlılığıyla mümkün olabilmektedir. İklim değişikliği veya başka diğer etkenlerle adalar bu açıdan da son derece hassas ve kırılgandırlar.

Ada ekosistemlerinin ekolojik kırılganlıkları, yukarıda da belirtildiği gibi; sınırlı alan ve kaynaklar, istilacı türlerin etkileri, iklim değişikliğinin getirdiği zorluklar, habitat kaybı ve bozulma, su kaynaklarının azalması ve aşırı hava olayları gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu kırılganlıkların doğru bir şekilde anlaşılması ve etkili koruma stratejilerinin geliştirilmesi, ada ekosistemlerinin ve benzersiz biyolojik çeşitliliklerinin korunması için kritik bir öneme sahiptir. Koruma alanlarının oluşturulması, istilacı türlerin kontrolü, sürdürülebilir kaynak yönetimi ve iklim değişikliğine uyum stratejileri gibi yöntemler, ada ekosistemlerinin sürdürülebilirliğini sağlamada önemli bir rol oynamaktadır (Díaz et al., 2019).

Ekonomik amaçlar ve diğer antropojenik etkilerin yanı sıra iklim değişikliğinin adaları daha savunmasız, kırılgan hale getiren çok farklı başlıklar ve ölçeklerde etkileri bulunmaktadır:

2.1. Biyolojik Çeşitlilik Üzerine Etkileri

İklim değişikliğinin ada biyotasına yönelik etkileri çeşitlilik gösterse de deniz seviyesindeki yükselme en kritik tehditlerden biri olarak ön plana çıkmaktadır. Küresel ısınma nedeniyle buzulların ve buz tabakalarının erimesi sonucunda meydana gelen deniz seviyesi yükselmesi, karasal organizmaların yaşam alanlarını doğrudan etkileyerek biyoçeşitliliği tehdit etmektedir (Veron ve ark., 2019). Bu durum, kıyı ekosistemlerinde bozulmalara yol açmakta ve adaların sular altında kalma riskini artırarak pek çok canlı türünün yaşam alanlarının daralmasına neden olmaktadır. Ayrıca, küresel ısınmanın bu etkileri, kıyı şeridindeki yerleşim alanları için de ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Kurnaz, 2023).

Küresel iklim değişikliğinin etkileri, sıcaklık artışı ve aşırı hava olaylarının sıklığının ve şiddetinin artışı olarak da kendini göstermektedir. Bu artış, daha sık seller, şiddetli kuraklıklar, tehlikeli siklonlar ve diğer doğal afetler şeklinde gözlemlenmektedir.

Bu durumun biyoçeşitlilik üzerine etkisi hem su hem de kara ekosistemlerinde görülmekle beraber su ekosistemi bundan daha belirgin şekilde etkilenmektedir. Kutuplardan başlayarak yüzey suyunun ısınmasıyla beraber dünyanın tüm kıyı alanlarında türler üzerinde farklı etkiler görülmektedir. Kutup ayısından planktonlara kadar farklı birçok canlının yaşam süreçleri mevsimsel ani değişimlerden zarar görmektedir. Bu durum canlıların beslenme ve çoğalma zamanlarını da değiştirmekte ve besin zincirinde aksamalara neden olmaktadır (Demir, 2009).

Artan küresel sıcaklıklar, kara ekosistemlerinde de habitat kayıpları, bitki ve hayvan türlerinin yaşam alanlarının daralması ve popülasyonlarının azalması gibi sonuçlara yol açmaktadır. Bu durum, ekosistem dengesini bozmakta ve pek çok türü yok olma riskiyle karşı karşıya bırakmaktadır (Kurnaz, 2023).

Benzer şekilde, Bellard ve arkadaşları (2012) ile Cartwright (2019) tarafından yürütülen kapsamlı araştırmalar, iklim değişikliğinin küresel ölçekte biyoçeşitlilik üzerindeki etkilerini daha da derinleştirdiğini ortaya koymaktadır. Söz konusu çalışmalarda, habitat kaybı, fenolojik değişimler ve türlerin coğrafi dağılımlarında meydana gelen kaymalar gibi süreçlerin, pek çok türün yok olma riskini artırdığı vurgulanmaktadır.

Yağışların azalması, kuraklık ve aşırı buharlaşma gibi iklimsel etkiler, sulak alanların daralmasına neden olmakta; bu durum, söz konusu ekosistemlerde yaşayan türlerin kısmen ya da tamamen yok olma riskini artırmaktadır (Ercek ve Batan, 2024).

2.2. Turizm, Kültürel Miras ve Ekonomi Üzerine Etkileri

İklim değişikliğinin etkileri sadece doğal yaşamı değil, aynı zamanda insanları ve ekonomileri de doğrudan etkilemektedir. Daha sık ve şiddetli hava olayları, tarımsal üretimi olumsuz etkileyerek gıda güvenliğini tehdit etmekte, altyapılara büyük zararlar vermekte ve yaşam alanlarını tahrip etmektedir. Kasırgalar, tropikal fırtınalar, aşırı yağışlar ve seller gibi olaylar, son yıllarda artan sıklıkla yaşanmakta ve maalesef birçok can kaybına neden olmaktadır (Kurnaz, 2023). Bu olaylar, aynı zamanda kıyı bölgelerindeki kültürel mirasa ve doğal güzelliklere zarar vererek adaların turistik cazibesini azaltmakta ve turizm gelirlerine bağımlı olan ada ekonomilerini tehdit etmektedir.

Kadıoğlu (2019)'na göre, deniz seviyesindeki yükselme kıyı alanları ve deniz ekosistemleri üzerinde çeşitli fiziksel etkiler yaratmaktadır. Bu etkiler arasında deniz seviyesine yakın bölgelerin su altında kalması, plajların ve dik kıyıların erozyona uğraması, yer altı ve yer üstü sularının tuzlanması, taban suyu seviyesinin yükselmesi ile fırtına ve sel kaynaklı tahribatın artması yer almaktadır.

Kıyı bölgeleri, iklim değişikliğinin etkilerine karşı en savunmasız alanlar arasında yer almakta olup, doğal güzellikleri ve cazibeleri nedeniyle bu bölgelerde yapılaşma hızla artış göstermektedir. Ancak, kıyıları iklim değişikliğiyle ilişkili deniz seviyesinin yükselmesi tehdidiyle karşı karşıya bulunmaktadır (Kahraman ve Sılaydın Aydın, 2016).

Bunlara ek olarak deniz seviyesinin yükselmesi; toplulukların fiziksel kültürel mirasını temsil eden kıyı tarihi ve arkeolojik alanlarını da tehdit etmektedir. Alçak kıyı bölgelerindeki alanlar, yakın gelecekte deniz seviyeleri artmaya devam ettikçe erozyon, su baskını ve su altında kalma riskiyle karşı

karşıyadır (Reeder-Myers, L.A., 2015; Howland ve Thompson, 2024). Özellikle arkeolojik alanlar bundan daha fazla etkilenebilirler. Çünkü antik yapılar belirli bir yerel iklim için tasarlanmıştır. Arkeolojik kalıntıların korunması için koşullar artan toprak sıcaklığı bağlamında bozulabilir. Ancak bu fiziksel tehditlerin yanı sıra, iklim değişikliği sosyal ve kültürel yönleri etkileyecek ve bireylerin iç ve dış mekanlarda yaşama, çalışma, ibadet etme ve sosyalleşme biçimlerini değiştirecek, muhtemelen göç edecek ve inşa edilmiş miraslarını terk etmelerine yol açabilecektir (Cassar ve ark, 2006).

Bu noktada özellikle somut olmayan kültürel miras da büyük tehdit altındadır. Kıyı topluluklarının geleneksel bilgi sistemleri, denizle ilişkili ritüelleri ve toplumsal hafızaları, yaşam alanlarının kaybıyla birlikte dağılma ve yok olma riskiyle karşı karşıyadır. Bu durum, kültürel sürekliliğin mekânsal temellerini zayıflatmakta ve toplumsal kimliklerin aşınmasına neden olmaktadır.

2.3. Tarım ve Gıda Güvenliği Üzerine Etkileri

İklim değişikliği, tarımsal üretim üzerindeki olumsuz etkileriyle küresel gıda güvenliğini ciddi şekilde tehdit etmektedir. Yükselen sıcaklıklar, değişen yağış düzenleri, aşırı hava olayları ve deniz seviyesinin yükselmesi gibi etkiler, bitki yetiştirme mevsimlerini kısaltabilir, su kaynaklarını azaltabilir ve toprak verimliliğini düşürebilir. Bu durum, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde yaşayan küçük çiftçileri olumsuz etkileyerek gıda üretimini azaltmakta ve gıda fiyatlarını yükseltmektedir. Ayrıca, iklim değişikliği, zararlı böceklerin ve hastalıkların yayılma alanlarını genişleterek tarımsal kayıplara neden olmaktadır. Kurnaz (2023), bu durumun dünya genelinde gıda güvenliğini tehdit ettiğini ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde yaşayan nüfusun beslenme sorunlarını daha da derinleştirdiğini vurgulamaktadır.

Küresel olarak, sıcaklık artışı ve değişen yağış düzenleri, önemli tarım ürünlerinin verimliliğini düşürerek dünya genelinde gıda arzını olumsuz etkilemektedir. Yerel olarak ise, iklim değişikliği, kıyı bölgelerde tuzluluk artışına, dağlık bölgelerde buzul erimesine ve su kıtlığına neden olarak tarımsal üretimi sınırlamaktadır. Özellikle küçük ada devletleri gibi kıyı şeridi uzun olan ülkelerde, deniz seviyesinin yükselmesi sonucu tarım arazileri sular altında kalmakta ve tarımsal üretimde ciddi düşüşler yaşanmaktadır. Barnet (2020), iklim değişikliğinin küçük Pasifik Ada Devletleri gibi hassas bölgelerdeki bireylerin ve toplulukların gıda güvenliği için çeşitli riskler oluşturduğunu ve insan haklarına meydan okuduğunu belirtmektedir. Bu durum hem tarım hem de balıkçılıktan gelen gıda tedariki, ülkelerin gelirlerdeki azalma ve gıda dağıtımı için altyapıya verilen zarar yoluyla gıda ithal etme kabiliyeti ve hanelerin gıda satın alma ve kullanma kabiliyeti dahil olmak üzere bölgedeki gıda sistemlerini olumsuz etkileyecektir.

Yağış rejimi ve buharlaşma miktarlarında yaşanan değişimler, adalardaki su dengesini bozarak tarımsal faaliyetler üzerindeki su baskısını artırmaktadır. Su kaynaklarının yetersizliği, sulama ihtiyacının karşılanamamasına neden olmakta ve gıda üretimini daha da zorlaştırmaktadır. Bu durum, uzun vadede gıdaya erişim üzerinde ciddi bir risk oluşturmaktadır.

Son gelişmeler, gıda güvencesi meselesinin göz ardı edilemeyeceğini ve iklim değişikliği ile artan kuraklığın bu sorunu daha da derinleştirebileceğini ortaya koymaktadır. Adalarda yer alan tarım arazilerinin kullanımıyla bağlantılı kamu yararının sağlanabilmesi açısından, çiftçilerin en yüksek verimi sağlayan arazi yönetim biçimlerini tercih etmeye yönlendirilmesi amacıyla politika araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, yerel mahsul çeşitliliğinin artırılması ve bu çeşitlerin kullanımının teşvik edilmesi, önerilebilecek stratejik yaklaşımlar arasında yer almaktadır. İklim değişikliği, ada ekosistemlerinde ürün verimliliğini düşürmekte, su talebini artırmakta ve mevcut su kaynaklarını azaltarak tarımsal üretim üzerinde ciddi baskılar oluşturmaktadır. Bu nedenle, sulamaya dayalı tarımın geliştirilmesine yönelik stratejiler kapsamında; sulama yönetiminin optimize edilmesi, toprak neminin korunması ve verimsiz buharlaşma kayıplarını en aza indiren ileri sulama teknolojilerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır (Anonim, 2023).

3. Örnek Araştırma ve Vaka Çalışmaları

İklim değişikliği ve ekosistemlerin ekolojik kırılganlıkları uzun zamandır çeşitli ölçeklerde araştırma ve projelerin konusu olmakla beraber adaların bu konuların öznesi haline gelmesi henüz oldukça yenidir. Yapılan araştırmalar adaların yüzölçümlerinden ve bulundukları coğrafi bölgelerden bağımsız olarak hassas ve kıymetli ekosistemlere sahip olduklarını ve antropojenik etkilerle başa çıkmaya çalışırken iklim değişikliğine karşı yüksek kırılganlık gösterdiklerini ortaya koymuştur. Burada irdelenen vaka çalışmaları da adaların kırılganlıklarını farklı yöntemlerle saptayan ve buna yönelik çeşitli çözüm önerileri getirmeyi amaçlayan araştırmalardır. Bu irdelemeyle beraber dünyanın farklı noktalarındaki adalarda sorunların ortak olduğu ve hızlıca çözüme yönelik bütüncül planlamaların yapılması gerektiği ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Borges ve ark., (2014) Azor takımadalarındaki Pico Adası'nın erozyon ve kıyı taşkınına karşı sahil kırılganlığının değerlendirmişlerdir. Uzaktan algılama ve arazi verilerine dayalı bir Kıyı Kırılganlık İndeksi (CVI) geliştirmişlerdir. Kırılganlığın göstergeleri olarak, kaya yamaç türü, dalga etkisi, su altında kalan kaya yüzeyi ve kıyı savunmaları gibi fiziksel kıyı parametreleri belirlenmiştir. Bu göstergeler, (1) aşırı düşükten (5) çok yüksek arasında beş derecelendirme ile değerlendirilmiş ve doğrulanmıştır. Sonuç olarak, Pico Adası'ndaki kıyı kırılganlığı oldukça homojen olduğu bazı kıyı segmentleri nispeten yüksek kırılganlıkları içerdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Harter ve ark. (2015), küresel iklim değişikliğinin okyanus adalarındaki bitki örtüsü üzerindeki derin etkilerini inceleyerek, bu hassas ekosistemlerin geleceği hakkında önemli projeksiyonlar sunmaktadır. Sıcaklık artışları, değişen yağış düzenleri ve deniz seviyesinin yükselmesi gibi iklim değişikliği faktörlerinin, adaların endemik bitki türleri üzerindeki stresini vurgulamaktadır. Çalışma, bu değişikliklerin bitki dağılımını, büyüme mevsimlerini ve türler arası rekabetleri nasıl etkileyeceği konusunda mevcut bilimsel bilgiyi sentezleyerek, gelecekteki olası senaryoları modellemektedir. Ayrıca, iklim değişikliğinin neden olduğu habitat kaybı, aşırı hava olayları ve istilacı türlerin yayılımı gibi konulara da değinerek, bu adaların biyoçeşitliliği üzerindeki uzun vadeli etkilerini değerlendirmektedir. Çalışma, okyanus adalarının florasının korunması için acil önlemler alınması gerektiğini vurgulayarak, bilim insanları, politika yapıcılar ve koruma örgütleri için önemli bir yol haritası sunmaktadır.

Duvat ve ark., (2017), iklimle ilişkili çevresel değişikliklere karşı kırılganlığın dinamik ve kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını savunarak, gelecekteki uyum yollarının tasarımına katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Çalışma, "iklim değişkenliği ve değişikliğiyle ilişkili etkilere karşı geçmiş ve mevcut bölgesel sistem maruz kalma ve kırılganlığını etkileyen itici faktörler ve süreçlerin hikayeleri" olarak tanımlanan maruz kalma ve kırılganlık yolculuğu (TEV) yaklaşımını kullanmaktadır. Çalışma, farklı coğrafi ortamlara sahip (yüksek adalar ile alçak mercan adaları, kentsel ve kırsal alanlar) ve iklim değişkenliği ve değişikliğiyle ilişkilendirilen tehlikeleri kapsayan altı hakemli Pasifik adası vaka çalışmasının analizine dayanmaktadır. Bu çalışmalar, doğal ve antropojenik itici faktörlerin etkileşimlerini ele almış ve geçmişten günümüze kadar uzanan bir yaklaşım benimsemiştir. Bulgular, çoğu kentsel ve kırsal mercan adalarının ve yüksek adaların yerleşim ve demografik yapılarındaki, yaşam tarzları ve ekonomilerindeki, doğal kaynakların mevcudiyetindeki ve çevresel koşullardaki büyük değişiklikler sonucu artan maruz kalma ve kırılganlık yaşadığını ortaya koymaktadır.

Mandal ve ark. (2018), Bengal Körfezi'ndeki Sagar Adası'nda gerçekleştirilen, iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkilerini nicel olarak değerlendirmek amacıyla kapsamlı bir yaklaşım benimsemiştir. Adada, tarım sektörünün kırılganlığını belirlemek için biyofiziksel ve sosyoekonomik veriler bir araya getirilerek, temel bileşen analizi (PCA) ve eşit ağırlık yöntemleri kullanılarak kırılganlık indeksleri oluşturulmuştur. Bu sayede, adanın farklı bölgelerindeki kırılganlık düzeyleri haritalandırılmıştır. Uzman görüşüne dayalı ağırlıklandırma yaklaşımı, uygulama zorlukları nedeniyle tercih edilmemiştir. Elde edilen sonuçlar, adanın batı kıyısındaki yaklaşık %12'lik bir alanın, iklim değişikliğinin etkilerine karşı çok yüksek derecede kırılganlık gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bölgelerde yaşayan nüfusun büyük bir kısmı geçimini tarımdan sağladığından, iklim değişikliğinin bu topluluklar üzerindeki sosyo-ekonomik etkileri oldukça ciddi olabileceği vurgulanmıştır. Adanın diğer bölgelerinde de farklı düzeylerde kırılganlık gözlenmesine rağmen, batı kıyısı en riskli alan olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkilerinin sadece bir

ortalama olarak değerlendirilmemesi gerektiğini, aksine bölgeler arası farklılıkların dikkate alınmasının önemini ortaya koymaktadır. Çalışma, iklim değişikliğine uyum sağlamak için bölgeye özgü planlama ve yönetim stratejilerinin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Cartwright (2019), iklim değişikliğinin etkisi altında giderek daha fazla tehdit altına giren ve benzersiz biyolojik çeşitliliğe sahip ekolojik adaların korunmasına odaklanmaktadır. Çalışma, iklim değişikliğinin bu hassas ekosistemler üzerindeki olumsuz etkilerini detaylandırarak, sıcaklık artışları, yağış rejimlerindeki değişiklikler ve deniz seviyesinin yükselmesi gibi faktörlerin ekosistem dinamikleri, bitki örtüsü ve hayvan popülasyonları üzerindeki potansiyel zararlarını incelemektedir. Ayrıca, biyolojik çeşitliliği zengin bu adaların korunması için çeşitli stratejiler ele alınmakta, habitat restorasyonu, korunan alanların genişletilmesi ve iklim değişikliğine uyum sağlama planlarının geliştirilmesinin önemine vurgu yapılmaktadır. Çalışma, ekolojik adaların korunması için alınması gereken acil önlemleri belirterek, bilim insanları, politika yapımcılar ve koruma örgütleri için yol gösterici bir kaynak sunmaktadır.

Chen ve ark. (2021), Çin'in Fujian Eyaleti'ne Pingtan ana adasının 2013 ila 2018 yılları arasındaki ekolojik kırılganlık özelliklerini ve Nil Deltası sahil bölgesinin 2018 ila 2019 yılları arasındaki ekolojik kırılganlığını analiz etmek için Ecological Sensitivity-Resilience-Pressure (SRP) modeli kullanılmıştır. Ekolojik kırılganlık değerlendirmesinin çalışma alanlarının özelliklerine dayanarak, Pingtan ana adasında 16 indeks ve Nil Deltası sahil bölgesinde 11 indeks seçilmiştir. Araştırma sonuçları, Pingtan ana adası, batıdan doğuya hafif bir bozulma eğiliminde olduğunu ve geniş bölgesel bir dağılım özelliği taşıdığını göstermiştir. Nil Deltası sahil bölgesi için, ekolojik kırılganlık, havzanın ortasından çevreye doğru giderek artmakta olduğu ve son iki yılda aşırı kırılgan alanların çoğunluğunun kuzey sahil bölgesinde ve kurak çöl alanlarında bulunduğu tespit etmişlerdir.

Zhang ve ark. (2021), Yangtze Nehri halicinde bulunan Chongming Adası'nın iklim değişikliği ve antropojenik faaliyetlerin birleşik etkilerine yanıt olarak ekolojik kırılganlığını değerlendirmektedir. Pressure-State-Response (PSR) modeline dayalı kapsamlı bir değerlendirme sistemi kullanarak araştırma, 2005'ten 2015'e kadar ekolojik kırılganlığın mekansal ve zamansal dağılımını analiz etmektedir. Değerlendirme, uzaktan algılama görüntülerinden elde edilen arazi kullanım verilerinin yanı sıra 17 seçilmiş göstergesi içermektedir. Sonuçlar, 10 yıllık dönemde ekolojik kırılganlık endeksinde (EV) hafif bir düşüş olduğunu göstererek arazi kullanım değişikliklerinin, tuzlu su girişinin ve diğer çevresel streslerin etkilerini vurgulamaktadır. Bu çalışma, haliç adalarının ekolojik duyarlılığı hakkında değerli bilgiler sunarak, planlamacılar ve karar vericilerin ekolojik zorlukları daha iyi anlamaları ve sürdürülebilir ekosistem planlaması ve çevre yönetimi için etkili yönetim stratejileri geliştirmeleri için sağlam bir sistem sunmaktadır.

Yukarıda irdelenen bu çalışmalarda elde edilen bulgular ve kullanılan yöntemlerin güçlü yönleri, kısıtlılıkları ve bu yöntemlerin hangi çalışmalar için daha uygun olduğu yönünde bir analiz de yapılmış ve Şekil 2.'de sunulmuştur.

Adaların iklim değişikliğine karşı ekolojik kırılganlıkları belirlemeye ve çözüm önerileri getirmeye yönelik çalışmalar artarak devam etmektedir. Coşkun Hepcan, (2022)'nin da belirttiği gibi bilimsel veriler ortaya koymaktadır ki; iklim ve biyolojik çeşitlilik krizine çözüm bularak dünyayı tüm canlılar için sağlıklı bir hale getirme konusunda halen vakit vardır.

İklim Değişikliğinin Adalar Üzerindeki Etkileri ve Ekolojik Kırılganlık Üzerine Bir Değerlendirme

Çizelge 1. Vaka çalışmalarının karşılaştırılmalı analizi.

Makale Yöntem	Yöntemin Özellikleri	Kapsam ve Kullanılan Veriler	Bulgular ve Sonuçlar	Güçlü Yönler	Sınırlılıklar	Yöntem Seçimi Değerlendirme
Duvat ve ark. (TEV modeli)	Geçmişten günümüze kırılganlık ve maruziyetin dinamiklerini senaryo tabanlı niteliksel analizle ele alır.	Pasifik adaları; literatür, demografik, çevresel ve tarihsel veriler.	Sosyo-ekonomik ve yerleşim baskıları ile kırılganlık artış göstermektedir.	Geçmiş-süreç bağlamını verir, karar vericilere tarihsel eğilimleri gösterir.	Sayısal doğrulama eksik, mekânsal çözünürlük zayıf.	Tarihsel süreçleri anlamaya yönelik uzun dönemli senaryo çalışmaları için uygundur.
Chen ve ark. (SLR-CHIA modeli)	Deniz seviyesi yükselmesinin kültürel mirasa etkilerini mekânsal ve kantitatif analizle değerlendirir.	Çin kıyı ilçeleri; DEM, GTSR, ekonomik ve kültürel miras verisi.	Somut kültürel miraslar yüksek risk altında, özellikle güney kıyılarda ciddi tehditler var.	Çok boyutlu mekânsal karar desteği sağlar, kantitatif ve uygulamaya dönük çıktılar üretir.	Mikroölçekli dinamikleri sınırlı yansıtır, veri yoğun bağımlılık söz konusu.	Kıyı kültürel miras risk değerlendirmesi ve mekânsal planlama için güçlüdür.
Mandal ve ark. (PCA-EWM modeli)	Çok değişkenli istatistik ve ağırlıklandırma yöntemleriyle ekosistem kırılganlığını hesaplar.	Hindistan Sagar Adası; arazi örtüsü, toprak, sosyo-ekonomik veriler.	Tarımsal ekosistem kırılganlığında toprak ve sosyo-ekonomik faktörler belirleyici olmuştur.	Çoklu değişkenler arası ilişkiyi kantitatif ölçer, esnek uyarlama olanağı sunar.	Ağırlıklandırma sübjektif olabilir, model kararlılığı değişken.	Çok değişkenli kırsal ve tarımsal kırılganlık analizlerinde tercih edilebilir.
Borges ve ark. (CVI modeli)	Fiziksel kıyı parametreleri üzerinden basit ve doğrudan kırılganlık skoru üretir.	Azorlar Pico Adası; topoğrafya, dalga enerjisi, jeoloji verisi.	Jeolojik yapı ve dalga dinamikleri kırılganlığı belirleyen ana unsurlardır.	Kolay uygulanabilir, fiziksel kırılganlık üzerine pratik skor üretir.	Biyolojik ve sosyo-ekonomik boyutları ihmal eder.	Hızlı fiziksel kırılganlık taramaları ve kıyı mühendisliği uygulamalarında etkilidir.
Harter ve ark. (Adaptif Kapasite modeli)	Ada florasının iklim değişikliğine uyum kapasitesini genetik, demografik ve yayılım sınırlamalarıyla değerlendirir.	Ada floraları; literatür sentezi, demografi, adaptasyon çalışmaları.	Türlerin yayılım kısıtları ve genetik çeşitlilik adaptif kapasiteyi sınırlamaktadır.	Mikro-evolüsyon ve uyum mekanizmalarını dahil eder.	Kantitatif uygulama eksik, model sonuçları genellemeye açıktır.	Biyolojik çeşitlilik ve uyum araştırmalarında derinlemesine analiz sağlar.
Zhang ve ark. (Kavramsal + LULC modeli)	Uzaktan algılama ve arazi kullanım değişim verileri ile sosyo-ekolojik kırılganlık analizi yapar.	Zhoushan ve Galapagos; LULC, uzaktan algılama, turizm ve ekonomik göstergeler.	Turizm, kentleşme ve arazi değişimi ekosistem kırılganlığını artırmaktadır.	İnsan etkinliklerini de dahil eden sosyo-ekolojik bütünlük değerlendirmeye sunar.	LULC sınıflamasına ve mevcut veri kalitesine bağımlıdır.	Sosyo-ekolojik sistemleri bütüncül analiz etmek isteyenler için uygundur.
Cartwright (Stres Rejimi modeli)	Fiziksel stres rejimlerinin değişimi yoluyla habitat uygunluğunu kavramsal modelle değerlendirir.	ABD insular sistemleri; saha çalışmaları, mikroklima ve edafik veriler.	Stres rejimlerindeki küçük değişimler endemik bitki habitatlarının uygunluğunu hızla değiştirebilir.	Mikrorefugia kavramını işler, mikroklimatik hassasiyetleri vurgular.	Yüksek çözünürlüklü saha ve mikroklima verisi gerektirir.	Mikrohabitat dinamiklerini ve mikrorefugia analizlerini hedefleyen çalışmalar için önerilir.

Sonuç

Bu çalışmada, iklim değişikliğinin ada ekosistemleri üzerindeki etkileri ve adaların ekolojik kırılganlıkları incelenmiştir. Adaların kendine özgü coğrafi, ekolojik ve sosyo-ekonomik özellikleri, onları iklim değişikliğinin etkilerine karşı özellikle savunmasız kılmaktadır. Deniz seviyesinin yükselmesi, sıcaklık artışları, kuraklık ve aşırı hava olaylarının, biyoçeşitlilik kaybı, turizm ile tarım sektörü üzerindeki etkileri, ada ekosistemlerinin karşı karşıya olduğu başlıca tehditler olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada bahsedilen örnek araştırmalar ve vaka çalışmaları (Chen ve ark., Cartwright, Borges ve ark., Zhang ve ark., Harter ve ark., Duvat ve ark., Mandal ve ark.) farklı adaların karşılaştığı özgün zorlukları ilgili meslek gruplarının bu zorluklara yönelik potansiyel çözümlerini göstermektedir. Bu çalışmalar, ekolojik kırılganlığın değerlendirilmesinde farklı metodolojilerin (SRP, CVI, PSR, TEV), iklim değişikliğinin farklı özellikler ve sektörler üzerindeki etkilerinin incelenmesinin önemini vurgulamaktadır.

Ada ekosistemlerinin korunması ve iklim değişikliğine uyumu için; politika yapıcılar, araştırmacılar ve uygulayıcılar arasında disiplinler arası iş birliğinin teşvik edilmesi, yerel toplulukların katılımının sağlanması ve bilimsel verilere dayalı yönetim stratejilerinin geliştirilmesi, hayati öneme sahiptir. Gelecek araştırmalar, ada ekosistemlerindeki uyum ve koordine çabalarını ve farklı ada tiplerine yönelik özelleştirilmiş çözümleri incelemelidir.

Kaynakça

- Anonim, 2023a. Çanakkale Belediyesi. Çanakkale iklim değişikliği eylem planı. https://www.canakkale.bel.tr/file/706/K2osqcVGV6swlIMqB_l6kISJ_F6S4pvn.pdf Erişim Tarihi 03.02.2025
- Anonim, 2023b. Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030). <https://iklim.gov.tr/db/turkce/icerikler/files/Iklim%20Degisikligine%20Uyum%20Stratejisi%20ve%20Eylem%20Plan%C4%B1.pdf> Erişim Tarihi 22.04.2025
- Anonymous, 2009. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Invasive alien species: A threat to biodiversity. ISBN: 92-9225-119-8. Retrieved from: <https://www.cbd.int/doc/bioday/2009/idb-2009-booklet-en.pdf> Erişim Tarihi 01.05.2025
- Anonymous, 2014. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Island Biodiversity – Island Bright Spots in Conservation & Sustainability, 92 pp .<https://www.cbd.int/idb/image/2014/idb-2014-booklet.pdf> Erişim Tarihi: 15.05.2025
- Anonymous, 2021. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): 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, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp.doi:10.1017/9781009157896 https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf Erişim tarihi: 15.03.2025
- Anonymous, 2024, <https://www.activesustainability.com/climate-change/countries-risk-disappearing-climate-change/> Erişim tarihi: 17.06.2025
- Barnett, J., 2020. Climate change and food security in the Pacific Islands. Food Security in Small Island States, 25–38. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8256-7_2
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., & Courchamp, F., 2012. Impacts of climate change on the future of biodiversity. Ecology Letters, 15(4), 365-377.
- Borges, P. Phillips, M.R. Ng, K. Medeiros, A. ve Calado, H., 2014. "Preliminary Coastal Vulnerability Assessment for Pico Island (Azores)", Journal of Coastal Research: 385-388
- Cartwright J., 2019. Ecological islands: conserving biodiversity hotspots in a changing climate. Front Ecol Environ 17(6):331–340. <https://doi.org/10.1002/fee.2058>
- Cassar, M., C. Young, T. Weighell, D. Sheppard, B. Bomhard, and P. Rosabal., 2006. Predicting and Managing the Effects of Climate Change on World Heritage. A joint report from the World Heritage Centre, its Advisory Bodies, and a broad group of experts to the 30th session of the World Heritage Committee, UNESCO World Heritage Center, Paris, France.
- Chen, X., Li, X., Eladawy, A., Yu, T., & Sha, J., 2021. A multi-dimensional vulnerability assessment of Pingtan Island (China) and Nile Delta (Egypt) using ecological Sensitivity-Resilience-Pressure (SRP) model. Human Ecology Risk Assessment: Theory and Practice, 27(7), 1860–1882. <https://doi.org/10.1080/10807039.2021.1912585>
- Coşkun Hepcan, Ç., 2022, İklim ve Biyolojik Çeşitlilik Krizi. İklim Değişikliği Bağlamında Küresel ve Yerel Yansımalar, Tuğaç, Çiğdem, Editör, Nobel, Ankara, ss.63-89.
- Courchamp, F., Hoffmann, B. D., Russell, J. C., Leclerc, C. & Bellard, C., 2014. Climate change, sea-level rise, and conservation: keeping island biodiversity afloat. Trends Ecol. Evol. 29, 127–130
- Del Río-Rama, M.d.I.C.; Maldonado-Erazo, C.P.; Álvarez-García, J.; Durán-Sánchez,. 2020. A. Cultural and Natural Resources in Tourism Island: Bibliometric Mapping. Sustainability, 12, 724. <https://doi.org/10.3390/su12020724>
- Demir, A., 2009. Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 1(2):37-54. https://doi.org/10.1501/Csaum_0000000013
- Díaz, S., Settele, J., Brondizio, E. S., Ngo, H. T., Agard, J., Arneth, A., ... & Zayas, C. N., 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. doi: 10.3390/ijerph18084150. PMID: 33919950; PMCID: PMC8070947.
- Duvat, V. K. E., Magnan, A. K., Wise, R. M., Hay, J. E., Fazey, I., Hinkel, J., Stojanovic, T., Yamano, H., & Ballu, V., 2017. Trajectories of exposure and vulnerability of small islands to climate change. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 8(5), e478. <https://doi.org/10.1002/wcc.478>
- Ercek, M. S., & Batan, M., 2024. Gelecek iklim projeksiyonlarına göre Türkiye'nin sektörel bazda iklim değişikliğinden etkilenebilirliği ve çözüm önerileri. Innovative Studies in Engineering Sciences Design: All Sciences Academy Design. ISBN 978-625-6314-15-3.

- Graci, S. and Dodds, R., 2010. Sustainable Tourism in Island Destinations. Earthscan, London.
- Harter, D. E. V., Irl, S. D. H., Seo, B., Steinbauer, M. J., Gillespie, R., Triantis, K. A., Fernández-Palacios, J. M., & Beierkuhnlein, C., 2015. Impacts of global climate change on the floras of oceanic islands – Projections, implications, and current knowledge. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 17(2), 1https://doi.org/10/j.ppees.2015.01.003
- Howland M. D, Thompson V. D., 2024. Modeling the potential impact of storm surge and sea level rise on coastal archaeological heritage: A case study from Georgia. *PLoS ONE* 19(2): e0297178. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297178
- Huswald, T., Paşcalău, R., Şmuleac, L., Stanciu, S. M., & Imbrea, F., 2022. Biodiversity and climate changes in the Caribbean area. *Research Journal of Agricultural Science*, 54(2), 78. ISSN: 2668-926X.
- Kahraman, E. D., & Sılaydın Aydın, M. B., 2016. Deniz seviyesinin yükselmesi tehdidine karşı kıyı kentlerinin morfolojik açıdan kırılganlık düzeylerinin belirlenmesi. *TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 13-14 Ekim 2016, Ankara. Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi (TÜCAUM).
- Kueffer, C. and Kinney, K., 2017. What is the importance of islands to environmental conservation?, *Environmental Conservation* 44 (4): 311–322
- Kurnaz, M. L., 2023. İklim Değişikliği ve Uyum Süreçlerinde Türkiye. *Resilience* ,7 (1),199–208. https://doi.org/10.32569/resilience.1312684
- Lazrus, H., 2012. Sea Change: Island Communities and Climate Change, September 2012, *Annual Review of Anthropology* 41(1):285-301
- MacArthur, R. H., & Wilson, E. O., 1967. The theory of island biogeography. Princeton university press.
- Mandal, S., Satpati, L. N., Choudhury, B. U., & others., 2018. Climate change vulnerability of agricultural ecosystems in a small island: Evidence from Sagar Island, India. *Theoretical and Applied Climatology*, 132, 451–464. https://doi.org/10.1007/s00704-017-2098-5
- Reeder-Myers, L.A., 2015. Cultural Heritage at Risk in the Twenty-First Century: A Vulnerability Assessment of Coastal Archaeological Sites in the United States, *Journal of Island & Coastal Archaeology*, 10:436–445, DOI: 10.1080/15564894.2015.1008074
- Russell J, Kueffer C., 2019. Island Biodiversity in the Anthropocene. *Annual Review of Environment and Resources* 44(1): 31–60. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-101718-033245
- Türkseven, Ö. Y., Gunduz, O., & Baba, A., 2024. Innovative Solutions on Water Management for Islands Under Climate Change. In *Climate Change and Water Resources in Mediterranean Countries*. DOI: 10.1007/978-3-031-65960-7_3
- Velmurugan, A., 2008. Biodiversity and climate change adaptation in tropical islands. In *Biodiversity and Climate Change Adaptation in Tropical Islands* (pp. 3-30). https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813064-3.00001-6
- Veron, S., Mouchet, M., Govaerts, R., 2019. Vulnerability to climate change of islands worldwide and its impact on the tree of life. *Sci Rep* 9, 14471. https://doi.org/10.1038/s41598-019-51107-x
- Yang, Z., Li, J., & Wang, S., 2021. Assessing Ecological Vulnerability under Climate Change and Anthropogenic Influence in the Yangtze River Estuarine Island-Chongming Island, China. *Environmental Science and Pollution Research*.
- Zhang, H., & Walsh, S. J., 2018. The Zhoushan Islands, China, and Galapagos Islands, Ecuador: Island sustainability and forces of change. *Comprehensive Remote Sensing*, 9, 306-329. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10624-2