

Küresel İklim Değişikliğinin Doğal Ekosistemler Üzerindeki Etkileri ve Sürdürülebilir Çözümler

Impacts of Global Climate Change on Natural Ecosystems and Sustainable Solutions

Fatih KARTAL

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

fatihkartal.58@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9266-5007>

Özet

Bu çalışma, küresel iklim değişikliğinin doğal ekosistemler ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini bütüncül bir yaklaşımla incelemeyi amaçlamaktadır. Nitel araştırma deseniyle gerçekleştirilen bu çalışmada ulusal ve uluslararası literatürde yer alan bilimsel çalışmalar doküman incelemesi yoluyla analiz edilmiştir. Araştırmada iklim değişikliğinin karasal ve denizel ekosistemler üzerindeki etkileri; biyolojik çeşitlilik, habitat kaybı, tür dağılımlarındaki değişimler ve ekosistem bağlamında değerlendirilmiştir. Bulgular, artan sıcaklıklar, değişen yağış rejimleri ve ekstrem hava olaylarının ekosistemlerin yapı ve işleyişini olumsuz etkilediğini, bazı türler için yok olma riskini artırdığını göstermektedir. Ayrıca iklim değişikliğinin insan ve toplum sağlığı üzerinde fiziksel, psikolojik ve sosyo-ekonomik sonuçlar doğurduğu ortaya konulmuştur. Çalışmada, ekosistem tabanlı uyum stratejileri ve doğa temelli çözümlerin iklim değişikliğiyle mücadelede kritik öneme sahip olduğu vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Küresel Isınma, Ekosistemler, Doğa Temelli Çözümler

Abstract

This study aims to examine the impacts of global climate change on natural ecosystems and human health from a holistic perspective. A qualitative research approach was adopted, and relevant national and international scientific studies were analyzed through document analysis. The effects of climate change on terrestrial, freshwater, and marine ecosystems were evaluated in terms of biodiversity, habitat loss, changes in species distribution, and ecosystem services. The findings indicate that rising temperatures, altered precipitation regimes, and an increase in extreme weather events adversely affect the structure and functioning of ecosystems and increase the risk of species extinction. In addition, climate change has been shown to generate significant physical, psychological, and socio-economic consequences for human and public health. The study emphasizes that ecosystem-based adaptation strategies and nature-based solutions play a critical role in mitigating the impacts of climate change and enhancing ecosystem resilience.

Keywords: Climate Change, Global Warming, Ecosystems, Nature-Based Solutions

1. GİRİŞ

İklim değişikliği, gezegenimizin fiziksel, biyolojik ve sosyal sistemlerini derinden etkileyen küresel bir olgudur. İklim sistemi; atmosfer, hidrosfer, litosfer ve biyosfer arasındaki karmaşık etkileşimler sonucunda şekillenmekte ve tarihsel süreç içerisinde doğal döngülerle değişimler göstermektedir (Kışlalıoğlu, ve Berkes, 2003; Velioğlu, 2008). Dünya'daki iklim değişimleri, jeolojik zaman ölçeklerinde buzulların ilerlemesi ve geri çekilmesi gibi uzun dönemli süreçler çerçevesinde değerlendirilirken, sanayi devrimi sonrası süreçte insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının artması, bu doğal döngülerin dışına çıkan hızlı ve antropojenik bir değişime yol açmıştır (IPCC, 2021). Bu durum, küresel sıcaklıkların artması ve iklim rejimlerinde belirgin sapmalar şeklinde kendini göstermektedir.

İnsan kaynaklı iklim değişimi, atmosferde biriken sera gazlarının yol açtığı küresel ısınma ile ilişkilidir. Karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), nitroz oksit (N₂O) ve kloroflorokarbonlar (CFC'ler) gibi gazlar, atmosferde birikerek sera etkisini artırmakta ve dünya yüzey sıcaklıklarının yükselmesine neden olmaktadır (IPCC, 2021; Tablo 1). Bu sıcaklık artışı, buzulların erimesi, deniz seviyelerinin yükselmesi ve ekstrem hava olaylarının sıklığındaki artış gibi fiziki değişiklikleri tetiklemektedir.

Tablo 1. Küresel Isınmaya Etki Eden Gaz Emisyonlarının Kaynakları

Sera Gazları	Katkı Oranı (%)	Yıllık Artış Oranı (%)	Emisyon Kaynakları
CO ₂	50-60	0,3-0,5	Kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtlarının yakılması Tropik ormanların yok edilmesi
CFC	22	4-5	Sprey kutularındaki aerosoller Buzdolaplarındaki soğutucu maddeler Özellikle elektronik. sanayide kullanılan temizleme maddeleri Klima sistemleri Sert ve yumuşak köpük üretimi
CH ₄	14	1	Pirinç tarlaları, İneklerin mideleri, Biyomasın yakılması, Çöp toplama alanları, Doğal gaz boru hatlarındaki kaçaklar, Kömür madenleri
Ozon	7	0,5	Trafik Termik santrallerdeki yanma olayları Tropikal ormanların yok olması
N ₂ O	4	0,2	Tarımda suni gübre kullanılması, Fosil yakıtlar

Kaynak: Çeçen ve Güvenç, 2022.

İklim değişikliğinin bu fiziki etkileri, doğrudan ve dolaylı olarak ekosistemlerin yapısını, fonksiyonlarını ve biyoçeşitliliğini ciddi şekilde etkilemektedir. Ekosistemler, canlı organizmalar ile çevresindeki abiyotik faktörler arasındaki etkileşimlerle oluşan dinamik sistemlerdir. Sıcaklık ve yağış rejimlerindeki değişimler, türlerin dağılım alanlarını değiştirmekte, yaşam döngülerini bozmakta ve habitat kayıplarına yol açmaktadır (Parmesan ve Yohe, 2003; Beşballı, 2023).

Örneğin, iklim değişikliği mercan resiflerinde yaygın beyazlamaya, orman ekosistemlerinde yangın riskinin artmasına ve tatlı su sistemlerinde türlerin yok olma riskinin yükselmesine neden olmaktadır (Arisoy, 2021).

İklim değişikliği, ekosistem hizmetleri üzerinde de olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Ekosistem hizmetleri; su düzenleme, tozlaşma, karbon depolama gibi insan yaşamı ve ekonomik faaliyetler için kritik fonksiyonları kapsamaktadır (MGM, 2021). Değişen iklim koşulları, tarımsal üretim, su kaynakları ve kentsel altyapıyı etkileyerek hem ekolojik hem de sosyo-ekonomik sistemlerde dengesizlikler yaratmaktadır (Rockström vd., 2009). Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar, iklim değişikliğinin biyoçeşitlilik üzerinde küresel bir tehdit oluşturduğunu göstermektedir. Türlerin yaşam alanlarının daralması, dağılımlarının değişmesi ve habitat kayıpları, biyoçeşitlilik üzerinde baskı yaratmakta ve bazı türlerin yok olma riskini artırmaktadır. Bu durum, tatlı su, karasal ve denizel ekosistemlerde geniş kapsamlı etkiler yaratmakta ve ekosistemlerin direnç ve toparlanma kapasitesini azaltmaktadır (Clarke, 2007). Bu değişimler, dolayısıyla karasal ekosistemlerde ormanlık alanlar, çayırlar ve tarım alanları iklim değişikliğinin etkisiyle önemli ölçüde değişim göstermektedir; su ekosistemlerinde ise su sıcaklığı, oksijen seviyesi ve biyolojik çeşitlilikte belirgin kayıplar gözlemlenmektedir (Çepel ve Ergun, 2002). Bu bağlamda iklim değişikliği, ekosistemlerin işleyişi ve sürdürülebilirliği açısından kritik bir tehdit oluşturmaktadır.

İklim değişikliğinin insan toplulukları üzerindeki etkileri de çok boyutludur. Tarım, su kaynakları, enerji üretimi ve şehirleşme süreçleri, iklim değişikliğinin hem sebep hem de sonuç alanı olarak birbirine bağlıdır. Küresel ısınmanın etkisiyle artan sıcaklıklar, kuraklıklar ve sel olayları tarımsal üretimi ve gıda güvenliğini tehdit ederken; deniz seviyesindeki yükselmeler kıyı bölgelerinde yaşam alanlarının kaybına ve göç hareketlerine yol açabilmektedir (Türkeş, 2006.). Bu nedenle iklim değişikliği, yalnızca ekolojik bir sorun değil, aynı zamanda sosyo-ekonomik ve politik boyutları olan karmaşık bir küresel kriz olarak değerlendirilmektedir.

Bu **çalışmanın amacı**, küresel iklim değişikliğinin ekosistemler üzerindeki etkilerini kapsamlı şekilde ortaya koymaktır. Araştırma, iklim değişikliğinin neden olduğu çevresel değişim ile farklı ekosistem türlerinde (karasal, sucul, denizel) canlı organizmaların dağılımı, yaşam döngüsü ve ekosistem fonksiyonları arasındaki ilişkiyi ortaya koymayı hedeflemektedir. Ayrıca iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle mücadele ve uyum stratejilerini belirlemek ve ekosistemlerin direnç kapasitesini artırmaya yönelik bilimsel temelli öneriler sunmaktır.

Bu çalışmanın önemi, iklim değişikliği ve ekosistem etkileşimini bütüncül ve bilimsel bir perspektifle ele almasıdır. Literatürde ekosistem etkileri genellikle parça parça incelenirken, bu araştırma iklim değişikliğinin fiziki süreçleri, biyolojik tepkileri ve sonuçlarını entegre bir bakışla ortaya koymaktadır. Yine araştırma ekosistemlerin korunması, sürdürülebilir kalkınma hedefleri ve iklim politikalarının başarısı için kritik öneme sahiptir. Elde edilecek bulgular, akademik literatüre katkı sağlamanın yanı sıra politika yapıcılar ve çevre yöneticileri için de bilimsel bir yol haritası sunacaktır.

2. YÖNTEM

Bu araştırma, nitel araştırma yaklaşımı temel alınarak yürütülmüştür. Çalışmada, küresel iklim değişikliğinin ekosistemler üzerindeki etkilerini ortaya koymayı amaçlayan ulusal ve uluslararası düzeyde yayımlanmış bilimsel çalışmalar sistematik biçimde incelenmiştir. Araştırmada kullanılan veriler doküman incelemesi yöntemiyle elde edilmiş olup konuya ilişkin makaleler, raporlar, tezler

ve bilimsel yayınlar birincil veri kaynağı olarak değerlendirilmiştir. İncelenen dokümanlar, araştırmanın amacına uygunlukları doğrultusunda seçilmiş ve elde edilen veriler içerik analizi yoluyla incelenerek bütüncül bir çerçevede yapılandırılmıştır.

Araştırma kapsamında elde edilen veriler, küresel iklim değişikliğinin doğal ekosistemler üzerindeki etkilerini ortaya koyacak şekilde tematik olarak sınıflandırılmıştır. Bu doğrultuda, iklim değişikliğinin etkileri kara ekosistemleri ve su ekosistemleri bağlamında ele alınmış; biyolojik çeşitlilik, habitat kaybı, türlerin dağılımındaki değişimler ve ekosistem işleyişinde meydana gelen dönüşümler ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra, iklim değişikliğinin insan ve toplum sağlığı üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkileri de mevcut literatür ışığında incelenmiş; çevresel değişimlerin sosyoekonomik ve sağlık boyutlarıyla olan ilişkisi açıklanmıştır.

Çalışmanın son aşamasında ise, küresel iklim değişikliğinin doğal ekosistemler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik mevcut araştırmalar çerçevesinde çözüm önerileri geliştirilmiştir. Bu öneriler, ekosistemlerin korunması, sürdürülebilir çevre yönetimi ve iklim değişikliğine uyum stratejileri bağlamında ele alınarak değerlendirilmiştir. Böylece araştırma, mevcut bilimsel bilgilerin derlenmesi ve yorumlanması yoluyla, küresel iklim değişikliğinin ekosistemler üzerindeki etkilerine ilişkin kapsamlı ve bütüncül bir değerlendirme sunmayı amaçlamaktadır.

3. BULGULAR

3.1. Küresel İklim Değişiminin Ekosistemler Üzerindeki Etkileri

Küresel iklim değişimi, sadece atmosferdeki termodinamik dengeleri değil, dünyadaki biyotik ve abiyotik sistemleri de dönüştürebilen çok katmanlı bir yapıya sahip olaydır. Bu değişim, atmosfer bileşiminin insan etkisi ile hızla değişmesi sonucu ortaya çıkmakta ve ekosistemlerin hem yapısını hem de işlevini derinden etkilemektedir. Doğal ekosistemler, canlıların genetik çeşitliliği, türler arası ilişkiler ve abiyotik çevre koşulları arasındaki ilişkiler bütünüdür; bu dinamik sistemler, iklimsel değişimlere karşı hassas bir dengeye sahiptir (Çepel & Ergun, 2002).

Biyolojik çeşitlilik; genetik, tür ve ekosistem düzeylerinde ortaya çıkan bir çeşitlilik olup, yaşamın evrimsel süreç boyunca biriktirdiği bir mirastır. Ekosistemler bu mirasın temelini oluşturur ve ekolojik dengenin sürekliliğini sağlar. Ancak 20. yüzyıl ve sonrasındaki dönemlerde gerçekleşen antropojenik baskılar, biyolojik çeşitliliği oldukça etkilediği görülmektedir. Yanlış arazi kullanımı, kirlilik ve ormanların yok edilmesi gibi dönüşümsel süreçlerin yanı sıra küresel iklim değişimi, ekosistemlerin yapısını ve fonksiyonlarını bozarak doğal biyolojik dengeyi zayıflatmaktadır (Demir, 2009). Doğal ekosistemler, canlı organizmalar ile onların çevreleri arasındaki işlevsel ilişkileri ifade eder. Bu ilişkiler, enerji akışı ve madde döngüleri üzerinden tanımlanır. Biyoçeşitlilik ise bu ekosistemlerdeki genetik varyasyon, tür çeşitliliği ve ekosistem çeşitliliğini kapsayan geniş bir tanımdır. Ekosistem çeşitliliği, bitki, hayvan ve mikroorganizma topluluklarının cansız çevre ile birlikte oluşturdukları etkileşim ağlarının bütünü olarak ortaya çıkar. Bu ilişkiler, yaşam için kritik hizmetler sunar: karbon depolama, su temini, toprağın verimliliği ve toksik maddelerin dönüşümü gibi süreçler bu hizmetlerin başlıcalarıdır.

3.1.1. Küresel İklim Değişiminin Kara Ekosistemleri Üzerine Etkisi

Son otuz yılda iklim değişikliğinin etkileri, karasal ekosistemlerde giderek belirginleşmiştir. Karasal ekosistemlerin yapıtaşlarını oluşturan bitki türleri, yalnızca belirli iklim koşulları altında büyüyebilir ve üreyebilir. Bu koşulların değişmesi durumunda bitki türleri ya adaptasyon

göstererek varlığını sürdürmek, ya göç ederek yeni habitatlar bulmak zorunda kalmaktadır. Ancak özellikle yüksek rakımlarda ve kuzey bölgelerde yaşayan türler için göç etmek çoğu zaman zordur. Her iki seçenek de uygulanamazsa, yerel popülasyonların nesli tükenmektedir. Bitki türlerinin çeşitliliğinde yaşanan azalma, ekosistem istikrarının bozulmasına ve biyolojik çeşitliliğin genel seviyesinin düşmesine yol açmaktadır. Bunun sonucunda, ilaç, besin, hammadde, polinasyon ve gaz regülasyonu gibi ekosistem hizmetleri tehdit altına girmektedir (Bakkenes vd., 2002).

Bitki türlerinin dağılımında ve vejetasyon kompozisyonunda meydana gelen değişiklikler, yalnızca ekosistemleri değil, iklim sistemini de etkileyebilir. Örneğin yüksek enlemlerde çalı tundra vejetasyonunun ağaçlarla yer değiştirmesi, radyasyon dengesini değiştirerek bölgesel ve küresel iklim değişikliğini hızlandırabilir. Avrupa genelinde gözlemlenen veriler, bitki kompozisyonundaki değişiklikler ile günümüzde yaşanan iklim değişikliği arasında yüksek bir korelasyon olduğunu ortaya koymaktadır (Parmesan ve Yohe, 2003; Anonim, 2004).

Avrupa’da son birkaç on yılda termofilik (sıcak ortam talep eden) bitki türleri kuzeye doğru ilerlemekte, soğuğa tolerans gösteren türler ise kısmi bir azalma yaşamaktadır. Hollanda’da bu bitkilerin oranı yaklaşık %60 olarak saptanmıştır. 2050 yılı itibarıyla İspanya, Fransa ve Cezayir gibi Akdeniz ülkelerinde tür dağılımının büyük ölçüde etkilenmesi ve mevcut çeşitliliğin %80’inin kaybedilmesi öngörülmektedir (Bakkenes vd., 2002). Bu değişim özellikle sınırlı iklim ve habitat gereksinimleri olan türler ile göç kabiliyeti düşük türlerin yok olma riskini artırmaktadır (Clarke, 2007). Sıcaklıklardaki artışın 2100 yılı itibarıyla 3°C olması durumunda, türlerin dağılımı ılıman bölgelerde 300–400 km kuzeye veya 500 m daha yüksek rakımlara kayacaktır (Hughes vd., 2000). Bu hızlı değişime adapte olamayan türlerin dağılımları daralacak, bazı türler ise tamamen yok olabilecektir.

473

Dağlık ve yüksek rakımlı bölgelerde iklim değişikliğinin etkileri daha belirgindir. Alp ve İskandinav dağlarında bitki türlerinin yukarıya doğru göçü ve rekabetçi çalı-ağaç türlerinin yerleşimi, endemik türlerin neslinin tükenmesine yol açmaktadır. Aynı durum, Avrupa ormanları için de geçerlidir; 2050 yılına kadar dünyadaki ormanların yaklaşık üçte birinin tür kompozisyonunun değişmesi beklenmektedir. Tropikal ormanların %8’inin yok olması ve Kuzey ormanlarının artan sıcaklıklardan daha fazla etkilenmesi, biyolojik çeşitlilik üzerinde ciddi baskılar yaratmaktadır (Bakkenes vd., 2002; Green vd., 2003).

İklim değişikliği bitki büyüme döngülerini ve adaptasyon süreçlerini de etkilemektedir. Büyüme mevsiminin uzaması, bazı bölgelerde biyokütle üretimini artırabilirken, su kaynaklarının kuruması kuraklık stresini artırarak bitki gelişimini sınırlayacaktır. Bu durum, orman yönetimini ve doğanın korunmasını da zorlaştırmaktadır (Anonim, 2004; Pimm, 2007).

Kara ekosistemler üzerindeki bir diğer etkileyici unsur kuşlar ve diğer hayvan türleridir. Kış sıcaklıklarının artmasıyla Avrupa’daki bazı kuş türlerinin hayatta kalma oranları %2–6 arasında artış göstermektedir. Ancak bu artışın ekosistem fonksiyonlarına etkisi henüz tam olarak öngörülememektedir (Aksay vd., 2005). Böcekler, özellikle soğukkanlı olmaları nedeniyle sıcaklık değişimlerine duyarlıdır. Küresel ısınma metabolizmayı hızlandırarak, üreme kapasitesini artırmakta ve bazı türlerin daha kuzeye yayılmasına yol açmaktadır. Örneğin Alaska’da ladin kurtçuğu ve kabuk böceklerinin yayılım alanları, artan yaz sıcaklıklarıyla birlikte dramatik biçimde genişlemiştir (Alaska Conservation Solutions, 2008).

İklim değişikliği toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını da etkilemektedir. Artan sıcaklık ve kuraklık, organik madde yoğunluğunu azaltarak toprak yapısını bozar; su tutma kapasitesini düşürür ve bitki besin elementlerinin kullanılabilirliğini sınırlar (Melillo vd., 2002). Ayrıca aşırı yağışlar erozyona yol açarken, mikroorganizma ve böcek popülasyonlarının davranışlarını ve biyolojik aktivitelerini de değiştirir (Rubenstein, 1992; Mattson ve Haack, 1987).

Küresel ısınmanın bir diğer etkisi, orman yangınlarının sıklığını ve şiddetini artırmasıdır. Sıcaklık artışı, kuraklık ve rüzgâr koşulları yangın riskini yükseltmekte ve özellikle Kuzey ve Güney Amerika ormanlarını tehdit etmektedir. Örneğin Alaska'da 2004–2005 yıllarında 10 milyon hektarın üzerinde orman alanı yangınlardan etkilenmiştir (Alaska Conservation Solutions, 2008). Orman yangınları, karbondioksit salınımını artırarak iklim değişikliğini daha da şiddetlendirmektedir (Jones & Wingley, 1990).

Sonuç olarak, küresel iklim değişikliği kara ekosistemlerinde tür dağılımını, vejetasyon kompozisyonunu, biyokütle üretimini, toprak yapısını, hayvan ve böcek popülasyonlarını ve orman yangınlarını etkileyerek ekosistem hizmetlerinin devamlılığını tehdit etmektedir. Bu değişimlerin çoğu insan yaşamını ve tüm biyolojik çeşitliliği doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda iklim değişikliği, kara ekosistemlerinde yeni bir evrimleşme süreci başlatabileceği gibi, türlerin yok olmasına yol açabilecek ciddi bir çevresel kriz olarak da değerlendirilmektedir.

3.1.2. Küresel İklim Değişiminin Su Ekosistemleri Üzerine Etkisi

Küresel iklim değişikliği, ekosistemlerin ve biyolojik çeşitliliğin bozulmasına yol açan temel çevresel tehditlerden biri olarak kabul edilmektedir. Su ekosistemleri, kara ekosistemlerine kıyasla iklim değişikliğinin etkilerine karşı daha hassas ve hızlı tepki veren sistemlerdir (Edwards vd., 2001). Mevcut gözlemler, global ortalama sıcaklığın yaklaşık 1 °C arttığını göstermekte ve önlemler alınmadığı takdirde bu artışın 3–5 °C'ye ulaşabileceği öngörülmektedir (Aksay vd., 2005). Kutup bölgelerinde ise sıcaklık artışı bu ortalamadan yaklaşık 2 °C daha yüksek olacak ve bu durum kutuplardan başlayarak küresel ölçekte su ekosistemleri üzerindeki baskıyı yoğunlaştıracaktır.

Küresel ısınmanın kutup bölgelerinde yarattığı erime, deniz buzullarının küçülmesine ve habitat daralmasına neden olmaktadır. Örneğin, kutup ayıları, foklar ve deniz ayıları, buzulların incilmesi sonucu besin sıkıntısı çekmekte ve kutup ayılarının vücut ağırlıkları %10 oranında azalmaktadır (Karaman ve Gökalp, 2010). Bu durum, ekosistemlerin coğrafik dağılım ve kompozisyonunu değiştirmekte ve pek çok türün hızlı değişime ayak uyduramaması sonucu yok olma riski doğurmaktadır (Anonim, 2004). Buzulların erimesiyle birlikte 1990–2100 yılları arasında deniz seviyesinde artış beklenmekte, bu durum kıyı ekosistemleri ve sulak alanlarda habitat kaybına, türlerin göç etmesine ve üretkenliklerinin azalmasına yol açmaktadır. Örneğin, Alaska Körfezi'nde soğuk sulara göç eden balıklar, 120.000 deniz kuşunun besin sıkıntısı çekmesine neden olmuştur (Kayhan vd., 2015).

Küresel ısınmanın etkileri sadece kutup bölgeleriyle sınırlı değildir. Deniz yüzey sıcaklıklarındaki artış, plankton ekosistemlerini ve birincil üretimi doğrudan etkiler. Kuzey Denizi ve Kuzey Atlantik'te fitoplankton biyokütlesinde artış ve mevsimsel büyüme süresinde uzama gözlenmiş, zoo-plankton türlerinin yaklaşık 1000 km kadar kuzeye kaydığı tespit edilmiştir (Karaman ve Gökalp, 2010). Bu tür kaymalar, besin zincirinin temelini oluşturan planktonlardan balıklara,

kuşlardan memelilere kadar tüm ekosistem üzerinde zincirleme etkiler yaratmaktadır. Ayrıca bazı plankton türleri toksik özellik göstererek zararlı alg patlamalarına yol açmakta ve bu durum balıklar ve insan sağlığı için risk oluşturmaktadır (Kayhan vd., 2015).

Deniz ekosistemlerindeki sıcaklık artışı, türlerin coğrafi dağılımını da değiştirmektedir. Ilıman ve tropikal sularda yaşayan türler, her on yılda yaklaşık 250 km kuzeye göç etmektedir. bu durum, soğuk sularda yaşayan yerli türler için rekabeti artırmakta ve tür kompozisyonunu değiştirmektedir (Edwards vd., 2001). Kuzeydoğu Atlantik'te, sıcak su türlerinin artışı ve soğuk su türlerinin azalması, deniz ekosistemlerinin daha ılıman alanlara kaydığını göstermektedir. Antarktik bölgesinde ise krillerin (*Euphausia superba*) sayısında son 30 yılda %80 azalma görülmüş ve bu durum penguenler, albatroslar ve foklar gibi türlerin besin kaynaklarını ciddi şekilde etkilemiştir (Anonim, 2004).

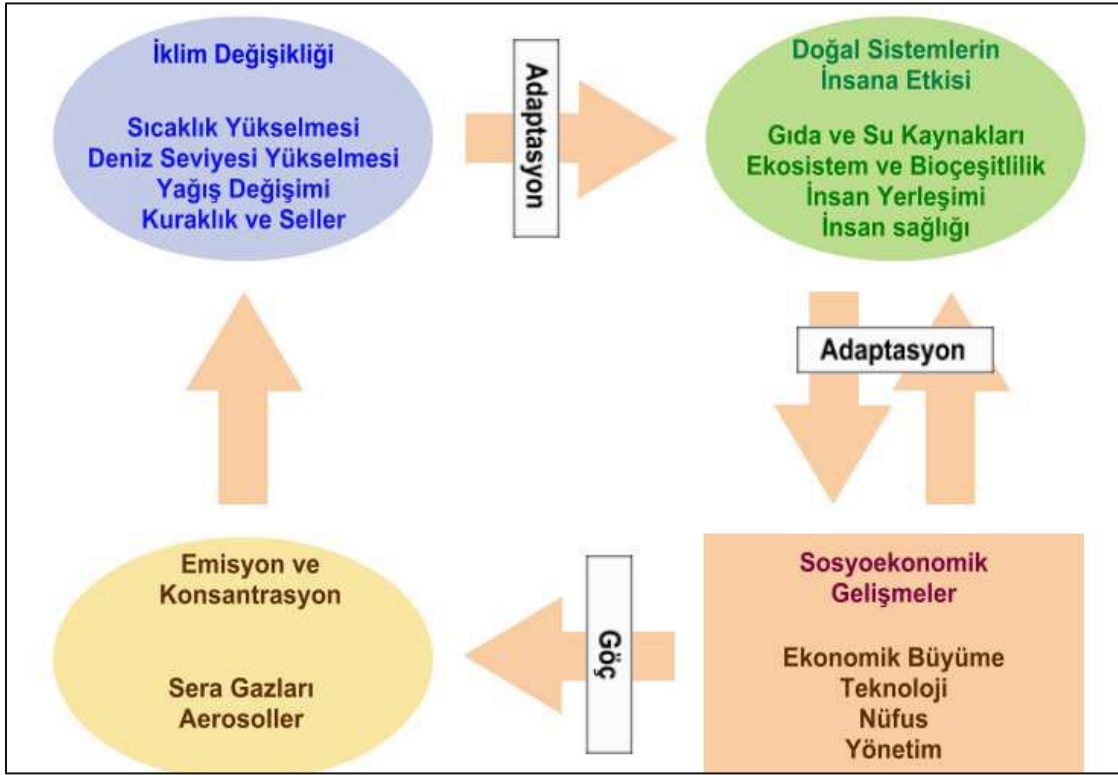
Tatlı su ekosistemleri de benzer şekilde etkilenmektedir. Küresel ısınma, hidrolojik döngüyü etkileyerek akarsu ve göllerin akış rejimlerini değiştirmekte, su miktarını azaltmakta ve tarımsal üretim üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde su kaynaklarının azalması, sel ve kuraklık gibi ekstrem hidrolojik olayların sıklığını artırmakta, nehir ve göllerdeki ekosistemleri baskı altına almaktadır (Demir, 2009). Bu durum, balıkların üreme, beslenme ve göç aktivitelerini doğrudan etkiler. Örneğin, Atlantik Salmonu (*Salmo salar*), küresel ısınmanın etkisiyle göç yollarını şaşırmakta, su sıcaklığı optimum değerlerin üzerine çıktığında parazit ve hastalık riskine karşı daha hassas hale gelmektedir (Kayhan vd., 2015).

Ayrıca, denizlerin ısınması ve asitlenmesi kabuklu türlerin kabuklarının incelmesine yol açmakta, dolayısıyla bu türleri tüketen balıkların besin kaynaklarını kısıtlamaktadır (Demir, 2009). Bu değişimler, hem deniz hem de tatlı su ekosistemlerinde besin zincirinin dengesini bozmakta ve ekosistemlerin üretkenliğini düşürmektedir. Dolayısıyla, küresel iklim değişikliği ve buna bağlı küresel ısınma, deniz ve tatlı su ekosistemlerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini kapsamlı bir şekilde etkilemektedir. Bu etkiler; türlerin göçü, yok oluş riski, besin zincirindeki değişimler, habitat kaybı ve üretkenlik azalması gibi doğrudan ve dolaylı etkileri içermektedir. Özellikle yüksek enlemlerde ve kutup bölgelerinde bu etkiler daha hızlı ve yıkıcı olarak ortaya çıkmakta, ekosistemlerin yapısında önemli değişikliklere neden olabilmektedir

3.2. Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin İnsan ve Toplum Sağlığı Üzerindeki Etkileri

İnsan sağlığı, çevresel koşullara karşı son derece hassas bir yapı sergiler ve bu nedenle iklim değişikliği gibi küresel ölçekteki çevresel bozulmalardan doğrudan ve dolaylı olarak etkilenir (Council, 2007). Küresel ısınma, sıcaklık artışları, ekstrem hava olayları, deniz seviyelerindeki yükselmeler ve su kaynaklarının azalması gibi değişikliklerle insan sağlığını ciddi biçimde tehdit etmektedir (Levy ve Patz, 2015). Bu etkiler hem bireysel hem de toplumsal düzeyde çeşitli sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına yol açmaktadır (Şekil 1).

Şekil 1. Küresel İklim Değişiminin İnsan Yaşamına Etkisi



476

Kaynak: Çelik vd.,2008

Küresel ısınma ve iklim değişikliği, insan sağlığı üzerinde doğrudan etkiler yaratır. Bunlar arasında başta ısı dalgaları, seller, fırtınalar ve diğer ekstrem hava olayları yer almaktadır (NASA, 2020). Örneğin, artan sıcaklıklar özellikle yaşlı bireylerde kardiyovasküler hastalıklar, hipertansiyon, böbrek ve solunum sistemi rahatsızlıklarının görülme sıklığını artırmaktadır. Bunun yanı sıra yüksek sıcaklıklar, çölleşme, kuraklık ve orman yangınlarını tetikleyerek yaşam alanlarını dolaylı yollardan tehdit etmektedir (Akın, 2006). Ani sıcaklık değişimleri ve aşırı yağışlar su taşkınlarına ve sellerin oluşmasına yol açarak insan topluluklarını doğrudan etkiler; bu durum toprak, su ve gıda kalitesinin bozulmasına neden olur (Ebi & Schmier, 2005).

İklim değişikliğinin dolaylı etkileri ise su ve besin güvenliği üzerinden gerçekleşir ve bulaşıcı hastalıkların yayılımını hızlandırır. Küresel ısınma, kolera, rotavirüs ve diğer su kaynaklı enfeksiyon hastalıklarının görülme sıklığını artırmaktadır (Fann vd., 2016). Ayrıca sıcaklık ve yağış değişiklikleri, vektör kaynaklı hastalıkların yayılımını da tetiklemektedir. Örneğin, sivrisinek ve keneler aracılığıyla bulaşan hastalıklar, iklim değişikliğiyle birlikte daha geniş alanlara yayılabilmektedir (Yılmaz, 2005). Bu durum, hem insan hem de hayvan sağlığı açısından ciddi riskler oluşturmaktadır.

İklim değişikliği, hava kalitesini bozarak halk sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Artan sıcaklıklar ve sanayileşme faaliyetleri sonucu atmosfere salınan kirleticiler, akciğer kanseri, astım ve kronik solunum yolu hastalıkları gibi ciddi sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına neden

olmaktadır (WHO, 2016). Türkiye özelinde yapılan çalışmalar, hava kirliliğinin yılda yaklaşık 52.000 kişinin yaşamını yitirmesine sebep olduğunu göstermektedir (Kaya, 2019).

Zararlı gazlar, iklim değişikliğinin yanı sıra ozon tabakasının incelmesine ve ultraviyole (UV) ışınlarının kontrolsüz biçimde yeryüzüne ulaşmasına yol açmaktadır. UV ışınları, yüksek düzeylerde maruz kalındığında deri kanseri, katarakt ve bağışıklık sistemi bozuklukları gibi ciddi sağlık sorunlarını tetiklemektedir. Bu riskleri azaltmak için gölge alanlarda bulunmak, uygun güneş kremi kullanmak ve koruyucu giysiler tercih etmek gibi önlemler önerilmektedir (EPA, 2004; WHO, 2020).

İklim değişikliğinin etkileri yalnızca fiziksel sağlıkla sınırlı değildir; psikolojik sağlığı da olumsuz yönde etkiler. Ani iklim olayları ve uzun süreli çevresel bozulmalar, depresyon, anksiyete, travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) ve eko-anksiyete gibi ruhsal sorunların ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Özellikle iklim krizine doğrudan maruz kalan topluluklarda bu psikolojik etkiler daha belirgin hale gelmektedir. İklim değişikliği, toplumsal eşitsizlikleri derinleştirmektedir. Fakir ve kırılgan nüfus grupları, iklim kaynaklı su ve gıda kıtlıklarından, salgın hastalıklardan ve yetersiz sağlık hizmetlerinden daha fazla etkilenmektedir. Örneğin, yüksek sıcaklık dönemlerinde çocuklarda ishal salgınları artmakta ve bu durum özellikle gelişmekte olan ülkelerde ciddi sağlık sorunlarına yol açmaktadır (Küçük ve Acar Vaizoğlu, 2015).

Küresel ısınma ve iklim değişikliği, insan ve toplum sağlığı üzerinde çok boyutlu etkiler yaratmaktadır. Doğrudan etkiler arasında ısı dalgaları, seller ve ekstrem hava olayları yer alırken; dolaylı etkiler, su ve besin güvenliği, bulaşıcı hastalıklar ve hava kirliliği üzerinden kendini göstermektedir. Ayrıca iklim değişikliği, psikolojik sağlık sorunlarını artırmakta ve toplumsal eşitsizlikleri derinleştirmektedir. Bu nedenle, iklim değişikliğine karşı alınacak önlemler yalnızca çevresel değil, aynı zamanda halk sağlığı açısından da kritik öneme sahiptir (UNFCCC, 2004; IPCC, 2019).

3.3. İklim Değişikliğinin Geleceğe Yönelik Ekolojik Açidan Yapılmış Senaryoları

İklim değişikliğinin ekosistemler üzerindeki potansiyel etkilerinin ortaya konulmasında, geleceğe yönelik iklim senaryolarına dayalı kestirimler büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda yaygın olarak kullanılan “İklim Verileri Versiyon 2.0”, 2050 (2041–2060) ve 2070 (2061–2080) dönemlerine ait projeksiyonlarıyla, farklı sera gazı salım senaryoları altında iklimin olası seyrini ortaya koymaktadır. Söz konusu veriler, sıcaklık ve yağış gibi temel iklim değişkenlerindeki mekânsal ve zamansal değişimleri yüksek çözünürlükte sunarak ekolojik modelleme çalışmalarına önemli katkılar sağlamaktadır (Özdemir vd., 2020; Fick ve Hijmans, 2017; IPCC, 2019).

2050 senaryoları incelendiğinde, özellikle orta ve yüksek enlemlerde yıllık ortalama sıcaklıkların belirgin şekilde artacağı, buna karşılık yağış rejimlerinde mevsimsel düzensizliklerin ön plana çıkacağı öngörülmektedir (Kartal, 2024). Bu durum, birçok canlı türü için uygun habitat koşullarının daralmasına veya coğrafi olarak yer değiştirmesine neden olabilecektir. Özellikle bitki türlerinin fenolojik döngülerinde meydana gelecek kaymaların, türler arası rekabet ilişkilerini ve ekosistem işleyişini doğrudan etkilemesi beklenmektedir (Akçakaya vd., 2013).

2070 projeksiyonları ise iklim değişikliğinin ekolojik etkilerinin daha belirgin ve geri dönüşü zor bir boyuta ulaşabileceğini göstermektedir. Artan sıcaklık stresine bağlı olarak kurak ve yarı kurak ekosistemlerin yayılış alanlarının genişlemesi, buna karşın nemli ve serin iklim koşullarına bağımlı

canlı toplumlarının ciddi ölçüde habitat kaybı yaşaması olası görülmektedir. Bu süreç, özellikle endemik ve yayılış alanı sınırlı türler açısından yüksek yok olma riski anlamına gelmektedir (IPCC, 2019).

Ekolojik açıdan değerlendirildiğinde, 2050 ve 2070 iklim senaryolarına dayalı olarak üretilen potansiyel dağılım haritaları, yalnızca türlerin gelecekteki konumlarını tahmin etmekle kalmamakta; aynı zamanda koruma önceliklerinin belirlenmesi, ekosistem tabanlı planlama yaklaşımlarının geliştirilmesi ve sürdürülebilir arazi kullanım kararlarının alınması açısından da kritik bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, özellikle biyolojik çeşitlilik açısından zengin ve iklim değişikliğine duyarlı bölgelerde yapılacak senaryo temelli ekolojik değerlendirmelerin, uzun vadeli koruma stratejilerinin başarısını doğrudan etkileyeceği düşünülmektedir (Özkan, 2016).

3.4. Küresel İklim Değişikliğinin Doğal Ekosistemler Üzerindeki Etkilerine Yönelik Çözüm Önerileri

Küresel iklim değişikliği, sıcaklık ve yağış rejimlerindeki anomalilere yol açarak doğal ekosistemlerin yapısını ve işlevini derinden değiştirmektedir. Atmosferdeki sera gazlarının insan kaynaklı artışı; karasal ve su ekosistemlerinde biyoçeşitlilik kaybı, türlerin dağılımında değişim, üretkenlik düşüşü ve habitat sürekliliğinde bozulmalar gibi çok boyutlu etkilere neden olmaktadır. Bu kapsamlı ekolojik baskının hafifletilmesi ve ekosistem direncinin artırılması için çok seviyeli ve bilimsel temelli çözümler önerilmektedir. İlk olarak, ekosistem tabanlı uyum stratejileri benimsenmelidir. Bunlar, doğal sistemlerin sunduğu hizmetleri kullanarak iklim stresiyle başa çıkmayı amaçlayan sürdürülebilir yönetim yaklaşımlarıdır. Bu çerçevede, örneğin kıyı bölgelerinde mangrov ve sulak alanların korunması, su akışını düzenlemek için doğal ovaların restorasyonu ve ormanların korunması gibi faaliyetler büyük önem taşımaktadır. Bu yaklaşım, iklim değişikliğinin etkilerine karşı ekosistem dayanıklılığını artırır (Kayan ve Baykuş, 2025).

İkinci olarak, doğa temelli çözümler kapsamında ekosistem restorasyonu ve koruma programları yaygınlaştırılmalıdır. Türkiye’de Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü gibi kurumlar, hassas türlerin izlenmesi, habitat envanterlerinin çıkarılması ve korunan alanlarda yönetim planlarının iyileştirilmesi ile doğal sistemlerin kendi kendini yenileme kapasitelerini güçlendirmeye çalışmaktadır (Turan, 2020). Bu tür projeler, yalnızca biyoçeşitlilik kaybını önlemekle kalmayıp aynı zamanda ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğini de destekler.

Üçüncü olarak, biyoçeşitlilik ve doğal iklim çözümleri (Natural Climate Solutions – NCS), karbon yutak kapasitelerinin artırılmasını hedefleyen geniş ölçekli uygulamalara entegre edilmelidir. Literatürde NCS’nin hem sera gazı azaltımına hem de ekosistem ve insan refahına katkı sağlayan çift faydalar sağladığı vurgulanmaktadır; bu kapsamda habitat restorasyonu, agroekolojik uygulamalar ve sürdürülebilir orman yönetimi gibi stratejiler kritik önemdedir (Erdoğan, 2020).

Ayrıca, uluslararası işbirlikleri ve bilgi paylaşım mekanizmalarının güçlendirilmesi, ekosistem bazlı adaptasyon politikalarının küresel düzeyde uygulanmasını kolaylaştıracaktır. İklim değişikliği etkileri ulusal sınırları aşan bir fenomen olduğundan, bilimsel veriler ve erken uyarı sistemleri gibi araçların uluslararası ölçekte entegre edilmesi gerekmektedir (UNHCR, 2023). Bu çözüm stratejileri, hem bilimsel literatür hem de uygulama alanındaki güncel projelerle

desteklenmekte olup, ekosistem hizmetlerinin sürekliliği ve sürdürülebilir çevresel yönetim için temel bir çerçeve sunmaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, küresel iklim değişikliğinin doğal ekosistemler üzerindeki etkilerini fiziki, biyolojik ve sosyo-ekonomik boyutlarıyla ele alarak, iklim-ekosistem etkileşiminin bütüncül bir yapı sergilediğini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, iklim değişikliğinin yalnızca atmosferik parametrelerdeki bir değişimden ibaret olmadığını; karasal, sucul ve denizel ekosistemlerin yapı ve işleyişlerini derinden etkileyen küresel bir çevresel kriz niteliği taşıdığını göstermektedir. Özellikle sıcaklık artışları, yağış rejimlerindeki düzensizlikler ve ekstrem hava olaylarının artışı; habitat kaybı, tür dağılımlarında kayma, biyolojik çeşitlilikte azalma ve ekosistem hizmetlerinin zayıflaması gibi sonuçlara yol açmaktadır.

Çalışmada kara ekosistemlerinde bitki örtüsü kompozisyonunun değiştiğini, türlerin daha yüksek enlem ve rakımlara göç ettiğini ve orman yangınları gibi bozulma süreçlerinin hızlandığını ortaya koymuştur. Su ekosistemlerinde ise deniz ve tatlı su sıcaklıklarının artması, asitlenme, oksijen seviyelerinin düşmesi ve besin zincirindeki kırılmaların biyolojik üretkenliği azalttığı belirlenmiştir. Bu değişimler, ekosistemlerin direnç ve toparlanma kapasitesini zayıflatmakta ve bazı durumlarda geri dönüşü olmayan ekolojik kayıplara neden olmaktadır. Ayrıca iklim değişikliğinin insan sağlığı, gıda ve su güvenliği, göç hareketleri ve toplumsal eşitsizlikler üzerindeki etkileri, ekolojik krizin aynı zamanda ciddi bir sosyo-ekonomik sorun olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Bu kapsamda elde edilen sonuçlar, iklim değişikliğiyle mücadelenin yalnızca sera gazı emisyonlarının azaltılmasına odaklanan dar bir çerçevede ele alınmasının yetersiz olduğunu göstermektedir. Ekosistemlerin korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması, iklim politikalarının merkezine ekosistem tabanlı yaklaşımların yerleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Doğal ekosistemler, hem iklim değişikliğinin etkilerinden en fazla etkilenen hem de bu etkilerin azaltılmasında en önemli rolü oynayan sistemlerdir.

Bu bağlamda başlıca öneriler ise;

Ekosistem tabanlı uyum ve doğa temelli çözümlerin ulusal ve bölgesel planlara entegre edilmesi önerilmektedir. Ormanların, sulak alanların, kıyı ekosistemlerinin ve doğal çayırların korunması ekosistem direncinin güçlendirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Aynı zamanda korunan alan ağlarının genişletilmesi, ekolojik koridorların oluşturulması ve habitat parçalanmasının önlenmesi, türlerin iklim değişikliğine uyum süreçlerini destekleyeceği düşünülmektedir.

İklim senaryolarına dayalı ekolojik modelleme çalışmalarının artırılması ve bu çalışmaların arazi kullanım planlaması, tarım politikaları ve doğal kaynak yönetimi süreçlerine entegre edilmesi gerekmektedir. Böylece gelecekte ortaya çıkabilecek ekolojik risklerin önceden öngörülmesine ve etkili önlemler geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

Yerel halkın, sivil toplum kuruluşlarının ve karar vericilerin iklim değişikliği konusunda bilinçlendirilmesi, ekosistemlerin korunmasında toplumsal katılımın artırılması bu açıdan büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Akçakaya, A., Eskioğlu, O., Atay, H., & Demir, Ö. (2013). Yeni senaryolarla Türkiye için iklim değişikliği projeksiyonları. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Akın, G. (2006). Küresel ısınma, nedenleri ve sonuçları. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 46(2), 29–43.
- Aksay, C. S., Ketenoğlu, O., & Kurt, L. (2005). Küresel ısınma ve iklim değişikliği. SÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 25, 29–41.
- Alaska Conservation Solutions. (2008). Global warming report. <http://www.alaskaconservationsolutions.com>
- Anonim. (2004). Avrupa'nın değişen ikliminin etkileri: Gösterge temelli bir değerlendirme (AÇA Raporu No. 2/2004). Avrupa Çevre Ajansı. http://reports.tr.eea.europa.eu/climate_report_2_2004/tr/eea_2_2005climate_change_TR.pdf
- Anonim. (2007). Climate change 2007: Fourth assessment report. Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc.ch>
- Anonim. (2009). BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine yönelik Kyoto Protokolüne katılmamızın uygun bulunduğu dair kanun. T.C. Resmî Gazete (Sayı: 27144).
- Arısoy, A. (2021). Küresel iklim değişikliği ve yerel yönetimler. Yerel İklim, 67, 22–28.
- Bakkenes, M., Alkemade, J. R. M., Ihle, F., Leemans, R., & Latour, J. B. (2002). Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. Global Change Biology, 8, 390–407.
- Bakkenes, M., Eickhout, B., & Alkemade, R. (2006). Impacts of different climate stabilisation scenarios on plant species in Europe. Global Environmental Change, 16(1), 19–28.
- Beşballı, S. G. (2023). Çevre sorunları çerçevesinde küresel iklim değişikliği. Artvin Çoruh Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 9(2), 500–521. <https://doi.org/10.22466/acusbd.1388179>
- Clarke, H. (2007). Conserving biodiversity in the face of climate change. Agenda, 14(2), 157–170.
- Council, N. R. (2007). Evaluating progress of the U.S. climate science program: Methods and preliminary results. National Academies Press.
- Çepel, N., & Ergün, C. (2002). Küresel ısınma ve küresel iklim değişikliği. TEMA Yayınları.

- Demir, A. (2009). Küresel iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 1(2), 37–54.
- Ebi, K. L., & Schmier, J. K. (2005). A stitch in time: Improving public health early warning systems for extreme weather events. *Epidemiologic Reviews*, 27, 115–121.
- Edwards, M., Reid, P. C., & Planque, B. (2001). Long-term and regional variability of phytoplankton biomass in the northeast Atlantic (1960–1995). *ICES Journal of Marine Science*, 58, 39–49.
- Environmental Protection Agency. (2004). UV index guide. <https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/uviguide.pdf>
- Erdoğan, B. (2020). İklim değişikliğinin orman ekosistemleri üzerindeki etkileri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 75, 185–200.
- Fann, N., vd. (2016). Air quality impacts. İçinde U.S. Global Change Research Program (ss. 69–98). Washington.
- Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: New 1 km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302–4315.
- Green, R. E., Harley, M., Miles, L., Scharlemann, J., Watkinson, A., & Watts, O. (2003). Global climate change and biodiversity. University of East Anglia.
- Hertsgaard, M. (2001). Yeryüzü gezgini: Çevresel geleceğimizin peşinde dünya turu. TEMA Yayınları.
- Hughes, L. (2000). Biological consequences of global warming: Is the signal already apparent? *Trends in Ecology & Evolution*, 15(2), 56–61.
- IPCC. (2021). Climate change 2021: The physical science basis. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- IPCC-Calendar. (2019). The Intergovernmental Panel on Climate Change schedule. <https://www.ipcc.ch/calendar/>
- Jones, P. D., & Wigley, T. M. L. (1990). Global warming trends. *Scientific American*, 263, 84–98.
- Karaman, S., & Gökalep, Z. (2010). Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin su kaynakları üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), 59–66.
- Kartal, F. (2024). Sivas ilinin ortalama sıcaklık ile toplam yağış verilerinin trend analizi ve SSP ile 2100 yılı modellenmesi. *EKEV Akademi Dergisi*, 98, 111–123. <https://doi.org/10.17753/sosekev.1466784>

- Kaya, N. E. (2019, Mayıs). Türkiye’de kirli hava 52 bin ölüme neden oldu. Anadolu Ajansı. <https://www.aa.com.tr>
- Kayan, A., & Baykuş, F. B. (2025). Küresel iklim değişikliğinin nedenleri, etkileri, sonuçları ve çözüm önerileri. Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14(2), 210–230. <https://doi.org/10.47130/bitlissos.1653764>
- Kışlalıoğlu, M., & Berkes, F. (2003). Ekoloji ve çevre bilimleri. Remzi Kitabevi.
- Küçük Biçer, B., & Acar Vaizoğlu, S. (2015). Hemşirelik bölümü öğrencilerinin küresel ısınma/iklim değişikliği hakkındaki bilgi ve farkındalıkları. Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 2(2), 30–43.
- Levy, B. S., & Patz, J. A. (2015). Climate change, human rights, and social justice. *Annals of Global Health*, 81(3), 310–322.
- Mattson, W. J., & Haack, R. A. (1987). The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. *BioScience*, 37, 110–119.
- Melillo, J. M., vd. (2002). Soil warming and carbon-cycle feedbacks to the climate system. *Science*, 298, 2173–2176.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2021). İklim değişikliği ve mevcut durum. <https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx>
- NASA. (2020). World of change: Global temperatures. <https://earthobservatory.nasa.gov>
- NASA. (2021). Greenhouse effect: Keeping the balance. <https://climatekids.nasa.gov>
- Özkan, K. (2016). Biyolojik çeşitlilik bileşenleri (α , β ve γ) nasıl ölçülür. SDÜ Orman Fakültesi Yayını.
- Parmesan, C., & Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421, 37–42.
- Peters, R. L., & Darling, J. D. (1985). The greenhouse effect and nature reserves. *BioScience*, 35, 707–712.
- Pimm, S. L. (2007). Biodiversity: Climate change or habitat loss—Which will kill more species? *Current Biology*, 18(3), 117–119.
- Rothrock, A. D., Yu, Y., & Maykut, A. G. (1999). Thinning of the Arctic sea-ice cover. *Geophysical Research Letters*, 26, 3469–3472.
- Rubenstein, D. I. (1992). The greenhouse effect and changes in animal behavior. İçinde *Global warming and biological diversity* (ss. 180–192). Yale University Press.

- Turan, A. (2020). Yağış değişimlerinin ekosistemlere etkisi: Türkiye örneği. *Ekoloji ve Çevre Dergisi*, 29(1), 192–200.
- Türkeş, M. (2006). Küresel iklimin geleceği ve Kyoto Protokolü. *Jeopolitik*, 29, 99–107.
- UNFCCC. (2004). İklim değişikliği çerçeve sözleşmesi.
- UNHCR. (2023). Global trends: Forced displacement in 2023. <https://www.unhcr.org>
- World Health Organization. (2016). Public health. <https://public.wmo.int>
- World Health Organization. (2020). Health consequences of excessive solar UV radiation. <https://www.who.int>
- Yılmaz, E. (2005). İklim geleceğimiz. *Bilim ve Teknik*, 451, 38–48.