

İklim Krizi ve Yeşil Ekonomi 8

Volkan Turan¹

Özet

İklim krizi gezegenimizin karşı karşıya olduğu en önemli tehdittir ve bu bakımdan acil olarak harekete geçilmesi gerekmektedir. Bu krize karşı en önemli savunma mekanizmalarından birisi, yeşil ekonomiye geçiştir. Yeşil ekonomi, tüm ülkelerin uygulaması gereken bir politika demeti sunmaktadır ve ortak geleceğimiz için uygulanması kaçınılmazdır. Bu bölümde, öncelikle iklim krizinin boyutları ortaya konulmuştur. İklim değişikliğinin temel göstergeleri olan sera gazları salınımları, küresel sıcaklık artışı, deniz seviyesindeki yükselme ve biyoçeşitliliğinin azalması eğilimleri ortaya konularak, tehdidin büyüklüğü değerlendirilmiştir. Daha sonra yeşil ekonomi kavramı; yeşil işler, döngüsel ekonomi, sürdürülebilirlik ve yeşil ekonomiye ilişkin ekonomik göstergeler üzerinden tartışılmıştır. Söz konusu göstergeler; yenilenebilir enerji kapasitesi ve yatırım eğilimleri, yeşil altyapı geliştirme ve yatırım, sürdürülebilir tarım ve gıda sistemleri ve eko-inovasyon ve teknolojik gelişmeler sırasıyla değerlendirilmiştir. Sonrasında ise yenilenebilir enerji tarife garantileri, karbon fiyatlandırması ve emisyon ticareti, sürdürülebilir ulaşım politikaları, döngüsel ekonomi girişimleri ve sürdürülebilir tarım ve orman yönetimi politikaları ele alınmıştır. Son olarak, yeşil ekonominin yarattığı fırsatlar ve maliyetler değerlendirilmiştir.

1. GİRİŞ

İklim krizi gezegenimizin karşı karşıya olduğu en önemli tehdittir ve bu bakımdan acil olarak harekete geçilmesi gerekmektedir. Bu krize karşı en önemli savunma mekanizmalarından birisi, yeşil ekonomiye geçiştir. Bu bölümde, temel göstergelere, eğilimlere ve potansiyel çözümlere odaklanarak iklim krizi ve yeşil ekonomi analiz edilecektir. İlgili veriler ve eğilimlerden hareketle, iklim değişikliğiyle mücadele ve sürdürülebilir ekonomik

1 Dr. Öğr. Üyesi., Uşak Üniversitesi, Sosyal Bilimler MYO, volkan.turan@usak.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6261-8816

kalkınmayı teşvik etmek ile ilgili zorlukları ve fırsatları daha iyi anlamak mümkün olabilecektir.

İklim krizi; küresel ısınma, olağanüstü hava olayları ve ekolojik bozulma ile karakterize edilmektedir ve insanlığın karşı karşıya olduğu en ciddi sorunlardan birisi, hatta birincisidir. İklim krizinin ekosistem üzerindeki tahrip edici etkisi, dolaylı olarak ekonomilere ve insanların refahı için de önemli bir tehdit oluşturmaktadır.

İklim değişikliğinin nedenleri ve etkileri konusundaki bilimsel fikir birliği güçlenmektedir. İklim krizinin olumsuz etkilerini azaltmak ve sürdürülebilir bir geleceğe geçiş için acil eylem planı yapılması ve adımlar atılması hususunda da fikir birliği artmaktadır. Yeşil ekonomi, çevresel riskleri azaltmayı ve kaynak verimliliğini artırmayı amaçlayan ekonomik bir sistem olarak tüm ülkelerin uygulaması gereken bir politika demeti sunmaktadır.

Bu çalışmada öncelikle iklim krizi ve onun göstergeleri ve yarattığı olumsuzluklar ele alınacaktır. Küresel ısınma, iklim değişiklikleri, biyoçeşitlilik üzerindeki etkiler ve sera gazı salınımından hareketle tehdidin büyüklüğü değerlendirilecektir. İkinci bölümde ise yeşil ekonomi kavramı tartışılacak ve bununla bağlantılı yeşil işler, döngüsel ekonomi, sürdürülebilirlik ve yeşil ekonomiye ilişkin ekonomik göstergeler ele alınacaktır. Söz konusu göstergeler; yenilenebilir enerji kapasitesi ve yatırım eğilimleri, yeşil altyapı geliştirme ve yatırım, sürdürülebilir tarım ve gıda sistemleri ve eko-inovasyon ve teknolojik gelişmeler sırasıyla çalışmada değerlendirilecektir. Sonrasında ise yenilenebilir enerji tarife garantileri, karbon fiyatlandırması ve emisyon ticareti, sürdürülebilir ulaşım politikaları, döngüsel ekonomi girişimleri ve sürdürülebilir tarım ve orman yönetimi politikaları ele alınacak ve yeşil ekonominin yarattığı fırsatlar ve maliyetler incelenecektir.

2. İKLİM KRİZİ: GENEL BİR BAKIŞ

İklim değişikliği, sıcaklıklarda ve hava durumundaki uzun vadeli değişimler anlamında kullanılmaktadır. Bu tür değişimler, biri doğal diğeri ise insandan kaynaklan iki neden grubuna ayrılabilir. Güneşin dünya üzerine yaydığı sıcaklıktaki değişikliklerin neden olduğu iklim değişikliği, insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Büyük volkanik patlamalar nedeniyle olan değişimler ise doğal nedenler olarak ele alınmaktadır. Kabaca 19. Yüzyılın başlarından bu yana, öncelikle kömür, petrol ve gaz gibi fosil yakıtların tüketimi nedeniyle insan faaliyetleri, iklim değişikliğinin ana itici gücü olmuştur.

İklim değişikliğine neden olan başlıca sera gazları arasında; karbondioksit ve metan bulunmaktadır (Brander ve Davies, 2012). Arabayı sürmek için

benzin vb., binaları ısıtmak için kömür vb. kullanmak fosil yakıt kullanımını arttırmak anlamına gelmektedir. Bunlar da sera gazı salınımını arttırmaktadır. Benzer şekilde arazileri temizlemek ve ormanları yok etmek de karbondioksit salınımını arttıran faktörlerdir. Sera gazı salınımına yoğun bir şekilde neden olan başlıca sektörler arasında enerji, sanayi, ulaşım, binalar, tarım ve arazi kullanımını yer almaktadır.

Fosil yakıtların aşırı kullanımı, ormanların kesilmesi, tarım ve hayvancılık bile iklimi bozmakta ve küresel ısınmaya sebep olmaktadır (Jorgenson, 2006). Fosil yakıtların yoğun kullanımı, Dünya'nın etrafını saran bir battaniye gibi davranan, güneşin ısısını hapseden ve sıcaklıkları yükselten sera gazı salınımlarını artırarak, küresel ısınmaya ve dolayısıyla iklim krizine sebep olmaktadır.

2.1. Küresel Sıcaklık Artışı ve Aşırı Hava Olayları

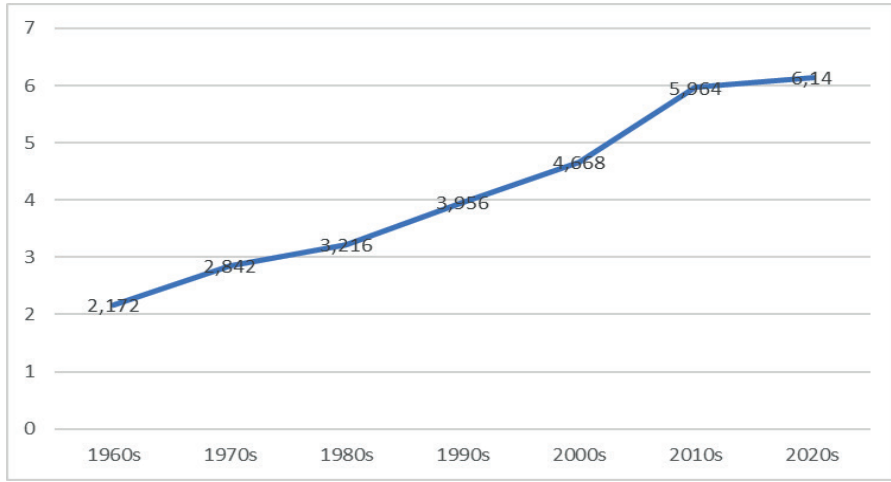
Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığı, özellikle atmosfere sera gazları salınan insan faaliyetleri nedeniyle, her geçen yıl istikrarlı bir şekilde artmaktadır. Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), küresel ortalama sıcaklığın sanayi öncesi zamanlardan bu yana yaklaşık 1,1 santigrat derece (1,98 Fahrenheit derece) arttığına işaret etmektedir (Wang vd., 2018). Bu sıcaklık artışı daha sık ve yoğun sıcak hava dalgalarına, kuraklıklara, kasırgalara ve şiddetli yağış olaylarına yol açarak önemli sosyo-ekonomik etkilere ve can kayıplarına neden olmuştur (Zscheischler, 2018).

İklim değişikliğinin en önemli göstergelerinden biri küresel sıcaklıklardaki artıştır. Bilimsel kanıtlar, Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığının, özellikle atmosfere sera gazları salınan insan faaliyetleri nedeniyle geçtiğimiz yüzyılda arttığını göstermektedir. Doğal Hayatı Koruma Vakfı (WWF)'na göre sıcaklıktaki artışlar 2030'lu yılların sonuna kadar sınırlı kalacak ancak sonrasında hızlı bir artış gerçekleşecektir. Küresel sıcaklık artışını ve bunun aşırı hava olaylarıyla ilişkisini izlemeye yardımcı olacak birtakım göstergeler bulunmaktadır.

- **Küresel Ortalama Yüzey Sıcaklığı Anomalileri:** Bu gösterge, dünyanın ortalama yüzey sıcaklığının, sanayi devrimi öncesi dönemdeki seviyelerden sapmasını ölçer (Efstathiou vd., 2011). Pozitif anormallikler taban çizgisinden daha yüksek sıcaklıkları gösterirken, negatif anormallikler daha düşük sıcaklıkları gösterir. NASA'nın Goddard Uzay Araştırmaları Enstitüsü (GISS) ve Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA) gibi veri kaynakları, küresel sıcaklık anomalisi veri kümeleri sağlar. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)'ya göre her on yılda bir yüzey sıcaklığı 0,08 derece artmaktadır (Curry, 2014).

- **Sıcak Hava Dalgası:** Sıcak hava dalgaları, genellikle yüksek nemin eşlik ettiği, aşırı sıcak havanın uzun sürdüğü dönemlerdir. En bilinen örneklerinden biri Rusya'nın 2010 yaz mevsimidir. Ekosistemde ve insanlar üzerinde ciddi etkisi olmuştur. "Yakın dönemde küresel olarak kaydedilen en yüksek değerdir..." (Russo vd., 2014). Yükselen küresel sıcaklıklar, sıcak hava dalgalarının sıklığına, yoğunluğuna ve süresine katkıda bulunur. Sıcak hava dalgalarına ilişkin göstergeler, yılda sıcak hava dalgası günlerinin sayısını, sıcak hava dalgası süresini ve Isı Dalgası Büyüklük İndeksi gibi sıcak hava dalgası yoğunluk ölçümlerini (Heat Weight Magnitude Index (HWMI)) içerir.

Şekil 1. Yıllık Ortalama Sıcak Hava Dalga Sayısı



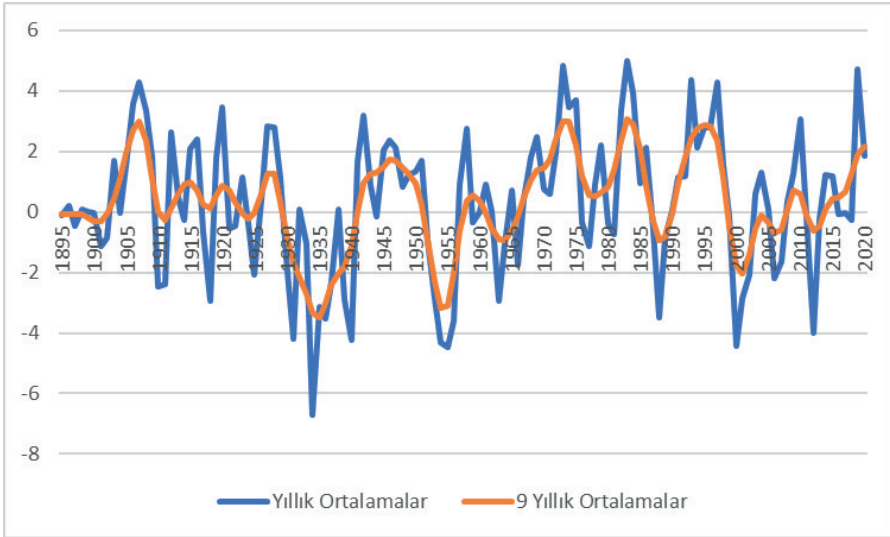
Kaynak: NOAA (2022) verilerinden hareketle yazar tarafından türetilmiştir.

Yukarıdaki şekilde hava sıcaklıklarının 1960'lı yıllardan itibaren artmakta olduğunu görmek mümkündür. Sıcak hava dalgaları 60 yıllık periyotta neredeyse 3 katına çıkmıştır. Yukarıdaki grafikte 2000 öncesine göre sıcaklık artışlarının ne kadar ciddi olduğu görülmektedir. Sıcaklıktaki bu artışlar Fischer, Sippel ve Knutti (2021)'e göre 2050'ye kadar 2 ile 7 kat daha sık görülecektir. 2050 sonrasındaki 20 yılda ise yaptıkları hesaplamaya göre sıklığı; 3 ile 21 kat arasında gerçekleşecektir. Yaptıkları iklim modellemesine göre gelecek on yıllarda öldürücü rekor sıcaklıklarla dünyanın her tarafında karşılaşılacağı sonucuna ulaşmışlardır. Örneğin 2021'de Kanada'nın batı eyaletlerinde 49,5 dereceye varan sıcaklıklardan dolayı "en az 63 kişinin hayatını kaybettiği" haber olmuştur (Euronews, 30.06.2021).

Kunkel (2022) ise 1895-2021 arası sıcak hava indeksi yapmıştır. İndeks uzun dönem ortalaması 0,103 değerindedir. 2021 değeri ise 0,226'dır. Bunun anlamı ölçüm yapılan coğrafyanın %22'si en az bir tanesinde sıcak dalgası yaşanmıştır ve %10'un da ise en az iki tane sıcak hava dalgası gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Sıcak hava dalgalarının sıklığındaki artış ise kuraklığı tetikleyen önemli unsurlardan biridir.

- **Kuraklık:** Kuraklık, su kıtlığına ve toprak neminin azalmasına yol açan anormal derecede düşük yağışların uzun süreli dönemlerinin sonucunda yaşanmaktadır. İklim değişikliği, çeşitli bölgelerde kuraklığın oluşumunu ve şiddetini arttırmaktadır. Kuraklık göstergeleri arasında Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi (Palmer Drought Severity Index) (PDSI), Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) ve toprak nem içeriği ölçümleri yer almaktadır (Tirivarombo vd., 2018). PDSI'ya göre aşağıdaki şekilde 1895-2020 yılları arasındaki kuraklık değişimini göstermektedir.

Şekil 2. Kuraklık ve Yağış (1895-2020) Palmer Kuraklık Şiddeti İndeksi



Kaynak: NOAA (2021) verilerinden yazar tarafından türetilmiştir.

Özellikle 1970'li yıllardan itibaren kuraklıkta artışın daha sık yaşandığı bir evreye geçildiğini görmek mümkündür. Sıfır düzeyi normal olarak kabul edilmekte, pozitif değerler nemli, negatif değerler ise kuraklığı göstermektedir. Grafikte özellikle 1997-98 yıllarında kuraklıkta artış başlamıştır. Özellikle yağış değişimleri ile kuraklık arasında yakın ilişki vardır.

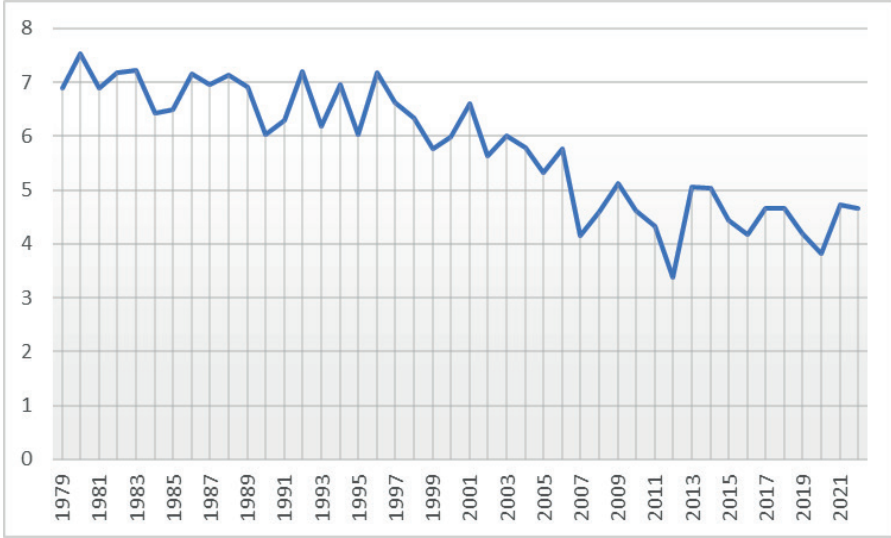
- **Şiddetli Yağış Olayları:** Daha yüksek sıcaklıklar, atmosferin tutabileceği nem miktarını artırarak daha yoğun yağış olaylarına yol açmaktadır. Şiddetli yağış olaylarına ilişkin göstergeler, aşırı yağış olaylarının sıklığını, belirli zaman dilimlerindeki yağış yoğunluğunu (Örneğin, 24 saatlik veya 48 saatlik yağış toplamları) ve geçmiş ortalamalara kıyasla yağış anormallikleri dikkate alınarak değerlendirilmektedir. Aşırı yağışlar çok çeşitli ekonomik maliyetler yaratmaktadır. Optimalden daha fazla yağış olması bir yandan tarımda verimlilik kayıplarına yol açarken, diğer yandan yarattığı sosyal afetlerin ciddi ekonomik maliyeti ortaya çıkmaktadır. Örneğin 2017'de Yeni Zelanda'daki aşırı yağışların ekonomik maliyeti 181 milyon \$ olarak hesaplanmıştır ve bunun yaklaşık 63 milyon doları iklim değişikliğinden kaynaklanmaktadır (Frame vd., 2020).
- **Tropikal Fırtınalar (Siklon) ve Kasırgalar:** İklim değişikliği, tropikal fırtınaların ve kasırgaların, yoğunlukları, sıklıkları ve yağış potansiyelleri üzerinde etkilidir. Göstergeler, küresel olarak veya belirli bölgelerde meydana gelen tropikal fırtınaların veya kasırgaların sayısının yanı sıra Birikmiş Siklon Enerjisi (Accumulated Cyclon Energy (ACE)) ve Güç Tüketimi Endeksi (Power Dissipation Index (PDI)) gibi ölçümleri içerir.

Bu göstergelerin istatistiksel analizi, küresel sıcaklıktaki ve aşırı hava olaylarındaki değişiklikleri ölçmeye, zaman içindeki eğilimleri değerlendirmeye ve sıcaklık artışı ile aşırı olayların oluşumu arasındaki ilişkiyi değerlendirmeye yardımcı olur. Bu tür analizler, iklim değişikliğinin etkilerini anlamamıza katkıda bulunur ve uyum ve hafifletme stratejileri geliştirme çabalarını destekler (Wehner, 2021).

2.2. Eriyen Buzullar ve Yükselen Deniz Seviyeleri

Küresel ısınma, buzulların erimesini hızlandırarak, deniz seviyesinin yükselmesine sebep olmaktadır. Grönland ve Antarktika buz tabakaları endişe verici bir hızla kütle kaybetmektedir ve dünya çapındaki buzullar da azalmaktadır. Yükselen deniz seviyeleri, kıyı toplulukları için bir tehdit oluşturarak sel, erozyon ve tatlı su kaynaklarına tuzlu su girişi riskini artırmaktadır. Küçük ada ülkeleri ve alçak kıyı bölgeleri bu etkilere karşı özellikle savunmasız kalmıştır (Meier vd., 2007).

Buzulların erimesi ve yükselen deniz seviyeleri, iklim değişikliğinin önemli sonuçlarıdır. Küresel sıcaklıklar yükseldikçe, kutup bölgelerindeki ve dağlık bölgelerdeki buzullar daha hızlı eriyerek okyanuslara eklenen su hacminde artışa yol açmaktadır (Mimura, 2013).

Şekil 3. Buzul Erime (1980-2021) (milyon km²)

Kaynak: Nasa, 2023.

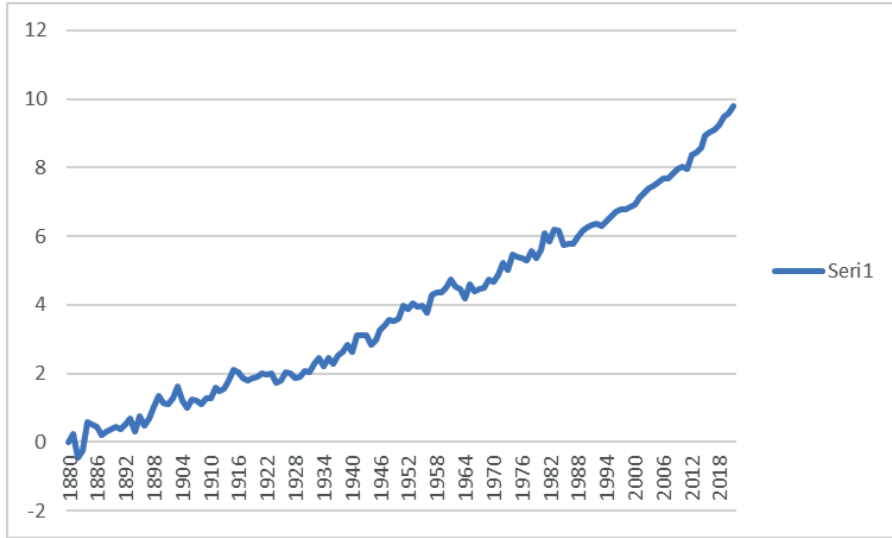
Nasa iklim dairesinin her yılın eylül ayında yaptıkları ölçümlere göre buzullar on yılda bir %12,6 oranında küçülmektedir (Nasa, 2023). Bu ve benzeri ölçümlerde, aşağıdaki ölçüm teknikleri kullanılmaktadır. Yukarıdaki Şekil 3'te yer alan istatistiklere göre 2022 yılında kutuplardaki buzullar 4,67 milyon km² büyüklüğüne kadar gerilemiştir. 2021 yılında 4,72 milyon km² büyüklüğünde olan buzulların en küçük alana sahip olduğu yıl 3,39 milyon km² büyüklüğü ile 2012 yılına aittir.

- **Buzul Kütle Dengesi:** Buzul kütle dengesi, kar ve buz birikimi ile erime ve süblimleşme yoluyla kayıp arasındaki farkı ölçer (Ginot vd., 2006). Negatif kütle dengesi, yükselen deniz seviyelerine katkıda bulunan net bir buz kaybını göstermektedir. Göstergeler, buzul kalınlığı, alanı ve zaman içindeki uzunluk değişimlerinin ölçümlerini içermektedir (Østrem vd., 1966).
- **Arktik Deniz Buzu Kapsamı:** Arktik deniz buzu, Arktik Okyanusu'nun mevsimsel olarak dalgalanan donmuş yüzeyidir. İklim değişikliği, özellikle yaz aylarında Arktik deniz buzu boyutunda önemli bir düşüşe neden olmuştur. Göstergeler, minimum ve maksimum deniz buzu miktarının yanı sıra buzsuz sezonun süresini içerir (Kwok, 2018).
- **Antarktika Buz Levhası Kütle Dengesi:** Antarktika Buz Levhası, dünyadaki en büyük buz kütesidir. Kütle dengesinin izlenmesi, genel

buz kütleindeki artma ya da azalmanın değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır. Göstergeler, buz tabakası kalınlığı, buz akış hızları ve buz rafı stabilitesindeki değişiklikleri içermektedir (Rignot vd., 2019). 1970'lerden itibaren Antarktika buz kütlelerinin küçülmesinin artış kaydettiğini hesaplanmıştır (Hanna vd., 2013).

- **Deniz Seviyesi Yükselmesi:** Deniz seviyesinin yükselmesi, okyanus yüzeyinin ortalama yüksekliğindeki zaman içindeki artışı ifade etmektedir (Singh ve Singh, 2012). Karasal kaynaklardan eriyen buzun ve ısınma sıcaklıkları nedeniyle deniz suyunun genişlemesinin birleşiminden kaynaklanır (Ablain vd., 2009). Göstergeler, gelgit göstergelerinden, uydu altimetresinden ve küresel ortalama deniz seviyesi yükselme hızından alınan ölçümleri içerir.

Şekil 4. Deniz Seviyesi (inch)



Kaynak: NOAA, 2022.

Yukarıdaki şekilde düşey eksendeki deniz seviyesi inch cinsinden verilmiştir. 1880'den bu yana ortalama olarak küresel deniz seviyesindeki yükselme 21-24 cm (8-9 inch) gerçekleşmiştir. Grafik açık bir şekilde küresel deniz seviyesinin hızla artmakta olduğunu göstermektedir. 2021'de deniz seviyesi 9,8 inch düzeyine yükselmiştir. 2010-2021 arasında %22 düzeyinde yüksek bir artış kaydedilmiştir.

- **Kıyı Erozyonu ve Su Baskını:** Yükselen deniz seviyeleri, kıyı erozyonuna ve kıyı taşkınlarına karşı durulmasını güçleştiren en önemli etkenlerden biridir. Kıyıdaaki arazi kaybının ölçümleri, kıyı şeridindeki çekilme oranlarının hesaplanması ve kıyı su baskını olaylarının sıklığı ve kapsamı en temel göstergesidir (Łabuz, 2015).

Bu göstergelerin istatistiksel analizi, buzulların erimesini, deniz buzu kapsamındaki değişiklikleri ve deniz seviyesinin yükselme hızını takip etmeyi mümkün kılmaktadır. Bu göstergeler aynı zamanda kıyı toplulukları, ekosistemler ve altyapı üzerindeki etkilerin, sosyo-ekonomik boyutunun değerlendirilmesine de yardımcı olacaktır. Bu analizler, kıyı planlaması, uyum stratejileri ve yükselen deniz seviyelerinin etkilerini hafifletmek için politikaların geliştirilmesini destekleyecektir.

2.3. Biyoçeşitliliğin Azalması ve Ekosistemin Bozulması

İklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistemler üzerinde derin etkileri vardır. Sıcaklıktaki değişiklikler, yağış rejimleri ve aşırı hava olayları ekosistemleri bozarak canlı türlerinin dağılımını, göç yollarını ve ekolojik etkileşimleri etkilemektedir (Chapin vd., 2000). Habitatların bozulması ve hatta yok olması, biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkiyi daha da şiddetlendirmektedir. Biyoçeşitliliğin azalması, yalnızca ekosistemlerin devamlılığını güçleştirmekle kalmamakta, aynı zamanda tozlaşma, su arıtma ve iklim düzenlemesi gibi insan refahını destekleyen temel ekosistem hizmetlerini de tehdit etmektedir.

İklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybının ve ekosistem bozulmasının önemli bir itici gücüdür. Sıcaklıktaki, yağış modellerindeki ve aşırı hava olaylarındaki değişiklikler ekosistemleri bozabilir, tür dağılımını ve bolluğunu değiştirebilir ve habitat kaybına yol açabilir (Desta vd., 2012). Aşağıdaki göstergeler, biyolojik çeşitlilik kaybının ve ekosistem bozulmasının izlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu göstergelerdeki iyileşmeler ile sürdürülebilir bir kalkınma sağlanabilir.

- **Türlerin Yok Olma Oranları:** İnsanlığın ve dünyanın devamlılığı ekosistemin varlığına dayalıdır. Canlı türlerinin eksilmesi, ekosistemin devamlılığındaki soruna ilişkindir ve çift taraflı bir boyutu vardır. Canlı türlerinin azalması ekosistemi tehdit ederken, ekosistemin bozulması canlı türlerinin azalmasına sebep olmaktadır. Ekosistemin bozulmasını engellemek için birtakım indikatörler gerekmektedir. Türlerin yok olma oranı bu göstergelerden biridir. Türlerin yok olma oranları, türlerin ekosistemlerden kaybolma hızını ölçmektedir. Bunun göstergesi olarak, tehlike altında veya kritik tehlike altında olarak

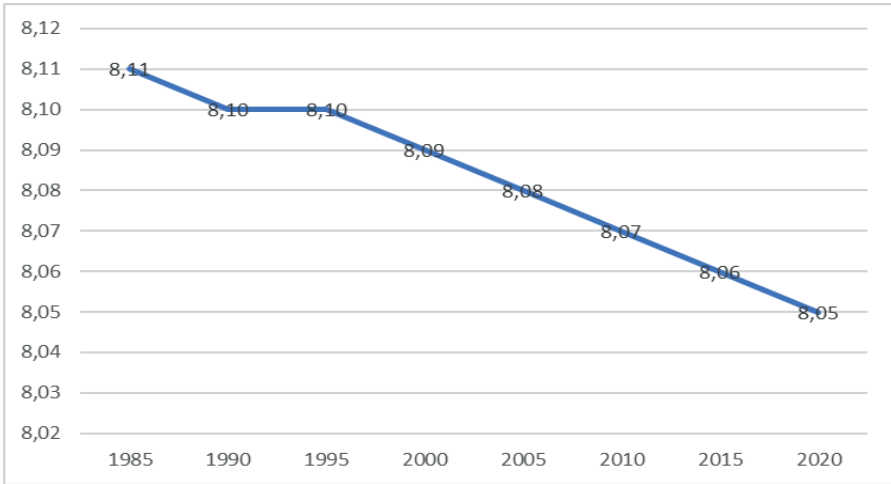
listelenen türlerin sayısı, Kırmızı Liste İndeksi ve birim alan veya zaman periyodu başına yok olma oranları kullanılmaktadır (Butchart vd., 2005). IUCN (2022)'ye göre 42.100 türden fazlası yok olma tehdidi altındadır. Bu tüm türlerin %28'ine tekabül etmektedir.

- **Habitat Kaybı ve Parçalanma:** İnsan popülasyonu arttıkça, kullandığı kaynaklar da artmaktadır. Bu artış, doğal çevreyi, habitatı yok etmekte ve biyoçeşitliliğe de büyük bir tehdit yaratmaktadır. Habitat kaybı, türlerin yer değiştirmesine veya yok olmasına yol açan, doğal habitatların kapsamında veya kalitesinde azalma anlamına gelmektedir (Watson vd., 2016). Bunun göstergeleri olarak insan kullanımı için dönüştürülen doğal habitatların yüzdesi, habitat kenarı miktarı (Amount of habitat edge) veya habitat yamalarının sayısı (Number of habitat patches) gibi parçalanma ölçütlerini ve arazi kullanımı değişim oranlarını içermektedir (Gaston vd., 2003).
- **Tür Dağılımındaki Kaymalar:** İklim değişikliği, daha uygun habitatlara doğru hareket eden türlerin coğrafi aralığında kaymalara neden olabilir (Hellmann vd., 2012). Gösterge olarak tür dağılım aralıklarındaki değişiklikler, türlerin aralıklarının genişlemesi veya daralması ve mevsimsel olayların (fenoloji) zamanlamasındaki kaymalar kullanılmaktadır (McCarty, 2001).
- **Ekosistem Verimliliğindeki Değişiklikler:** İklim değişikliği, enerji akışı ve besin döngüsü dengesini değiştirerek ekosistemin üretkenliğine zarar vermektedir ve onun işleyişini bozmaktadır. Birincil üretkenlikteki değişiklikler (örneğin, bitki büyüme oranları), ekosistem karbon stokları ve iklim stres faktörlerine karşı ekosistem direnci ekosistem verimliliğindeki değişimleri ölçmede kullanılmaktadır (Fridley, 2001).
- **Mercan Resifi Ağartma ve Bozulma:** Yükselen deniz sıcaklıkları, mercan ölümüne ve resif ekosistemlerinin bozulmasına yol açabilecek bir stres tepkisi olan mercan ağarmasına neden olmaktadır. Mercan ağarmasının ne sıklıkla gerçekleştiği ve şiddeti, mercan örtüsü ve çeşitlilik ölçümleri ve resif sağlığı endeksleri ile ölçüm yapılmaktadır. (Climate Change, 2023). National Oceanic and Atmospheric Administration (2006) raporuna göre “2005 yılında ABD mercan resifi ağarması nedeniyle bir yıl içinde Karayipler'deki resiflerinin yarısını kaybetmiştir”.
- **Okyanus Asidifikasyonunun Deniz Yaşamı Üzerindeki Etkileri:** “Okyanus asitlenmesi, karbon, nitrojen ve kükürt bileşikleri dahil olmak üzere atmosfere kimyasal girdilerin okyanusa girmesiyle, okyanus

kimyasındaki değişiklik olarak tanımlanabilir.” (Ocean Foundation, 2023). Okyanuslar tarafından artan karbondioksit emilimi, özellikle kalsiyum karbonat kabukları veya iskeletleri olan deniz organizmalarına zarar verebilecek, okyanus asitlenmesine yol açar. Gösterge olarak genellikle pH seviyelerinin ölçümleri kullanılmaktadır. Ancak ek olarak kireçlenen organizma popülasyonlarındaki değişikliklere ve deniz ekosistemlerinin sağlıklılığı da kullanılmaktadır (Widdicombe vd., 2023).

Bu göstergelerin istatistiksel analizi, biyolojik çeşitlilik kaybının ve ekosistem bozulmasının boyutunun değerlendirilmesine yardımcı olur ve zaman içindeki eğilimleri ve kalıpları tanımlar. Koruma planlaması, ekosistem yönetimi ve biyoçeşitliliği korumayı ve iklim değişikliği karşısında ekosistem direncini artırmayı amaçlayan politika müdahaleleri için değerli veriler sunmaktadır (Guinotte ve Fabry, 2008).

Şekil 5. Okyanusların Ortalama pH Düzeyi (1985-2020)



Kaynak: (Salas, 2023) verilerinden hareketle yazar tarafından türetilmiştir.

Şekil 5’de görüldüğü gibi 1985-2020 arasında okyanus asitlenmesi düzenli olarak her yıl artmaktadır ve dolayısıyla okyanusların kimyasal dengesi bozulmaktadır.

2.4. Sera Gazı Emisyonları ve Kaynakları

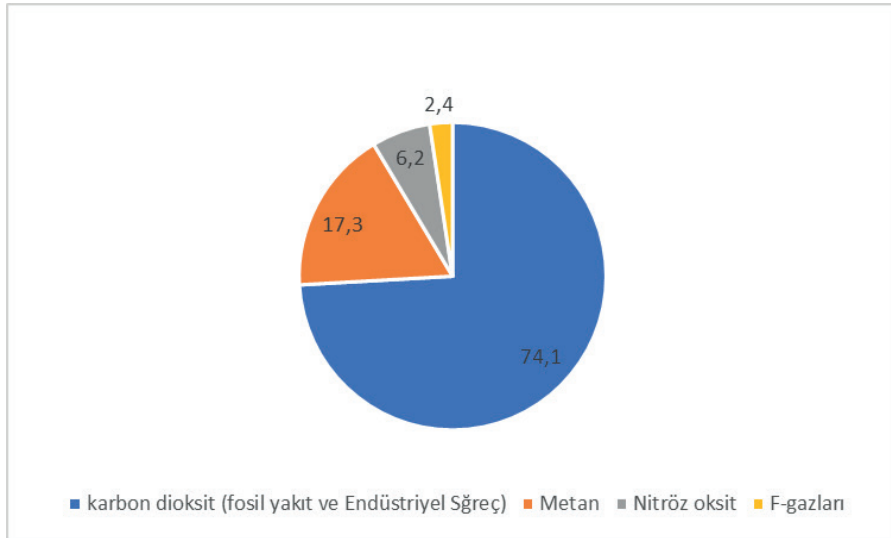
İklim değişikliğinin başlıca itici gücü, başta fosil yakıtların yakılması ve ormansızlaşmadan kaynaklanan karbondioksit (CO₂) salınımı olmak üzere,

atmosfere sera gazlarının (GHG) salınmasıdır. Diğer önemli sera gazları, tarım ve atık yönetiminden kaynaklanan metan (CH_4) ve tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan azot oksiti (N_2O) içerir. Bu emisyonlar, enerji üretimi, ulaşım, sanayi, tarım ve arazi kullanımını değişiklikleri dahil olmak üzere çeşitli sektörlerden kaynaklanmaktadır. Sera gazlarının atmosferde birikmesi ısıyı hapsederek sera etkisine ve küresel ısınmaya yol açar (Raupach ve Fraser, 2011).

İklim kriziyle ilişkili etkileri ve eğilimleri anlamak, olumsuzlukları gidermek için başlangıç noktasıdır. Sıcaklık kayıtlarının, deniz seviyesinin yükselmesinin, biyolojik çeşitlilik göstergelerinin ve sera gazı emisyonlarının istatistiksel analizi, iklim krizinin büyüklüğü ve aciliyeti hakkında değerli bilgiler sağlayacaktır. Bu göstergeleri zaman içinde takip ederek, krizle mücadelede iklim politikalarının ve müdahalelerin etkinliğini daha iyi değerlendirmek mümkün olacaktır (Letcher, 2021).

Yukarıda belirtildiği üzere sera gazı emisyonları, iklim değişikliğinin önemli bir itici gücüdür. İnsan faaliyetleri, özellikle fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma ve endüstriyel süreçler, atmosfere sera gazı salınımını arttırmaktadır. Sera gazı emisyonlarının ve kaynaklarının izlenmesi ve analiz edilmesi, iklim sistemi üzerindeki etkilerini anlamak için çok önemlidir. Aşağıdaki göstergeler, sera gazı emisyonlarının izlenmesine ve ana kaynaklarının belirlenmesine yardımcı olmaktadır (Hansen vd., 2013).

Şekil 6. Küresel Sera Gazı Salınımı (%)



Kaynak: (Statista, 2019) verilerinden yazar tarafından türetilmiştir.

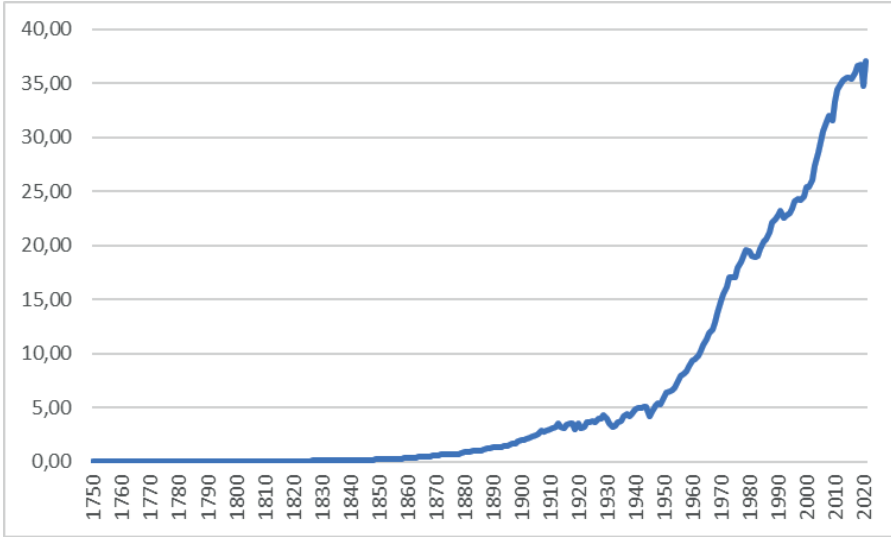
İnsan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan temel sera gazı salınım oranları yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. En ciddi salınım karbon dioksit (CO₂) salınımdır.

a. Karbon Dioksit (CO₂) Emisyonları:

CO₂, insan faaliyetlerinden yayılan en yaygın sera gazıdır. Göstergeler, fosil yakıtların yakılmasından, çimento üretiminden ve arazi kullanımı değişikliklerinden kaynaklanan küresel ve ulusal CO₂ emisyonlarını içermektedir (Rehan ve Nehdi, 2005). Bu emisyonlar, metrik ton CO₂ veya CO₂ eşdeğeri (CO₂e) cinsinden ölçülebilir (Patterson vd., 2021).

Sera gazı emisyonları, özellikle CO₂, iklim değişikliğinin ana itici gücüdür. CO₂ emisyonlarının istatistiksel analizi, en yüksek emisyonlardan sorumlu sektörlerin ve ülkelerin belirlenmesine yardımcı olur. Enerji, ulaşım, endüstri ve arazi kullanımı değişiklikleri gibi sektörler için CO₂ salınımlarına ilişkin veriler, azaltma çabalarının nereye odaklanması gerektiğine dair içgörü sağlar. Ek olarak, emisyon envanterleri, emisyon yoğunluğu (birim GSYİH başına emisyonlar) ve kişi başına emisyonlar, ekonomik büyümeyi emisyonlardan ayırmadaki ilerlemeyi değerlendirmek için önemli göstergelerdir.

Şekil 7. Yıllık Karbondioksit (CO₂) Salınımı (milyon ton)



Kaynak: (Our World in Data based on the Global Carbon Project, 2023) verilerinden yazar tarafından türetilmiştir.

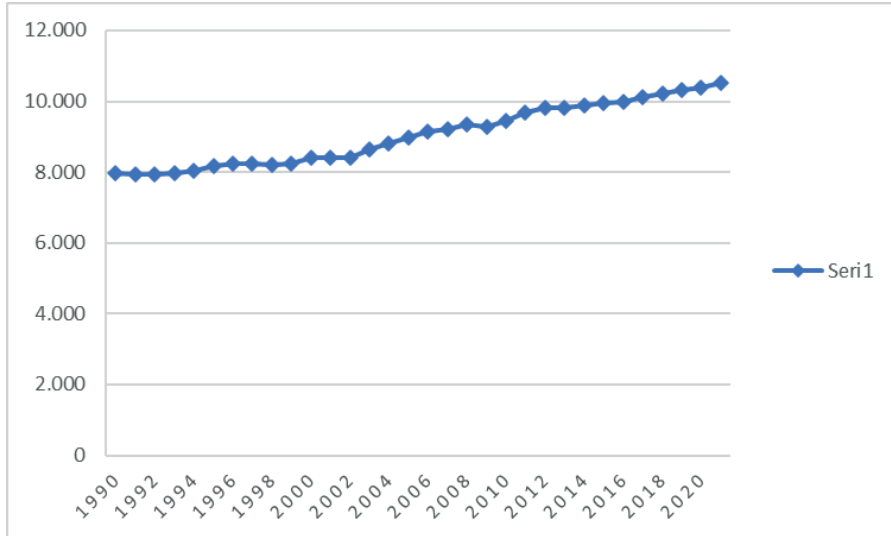
Yukarıdaki şekilde karbon dioksit gazının küresel salınımındaki değişim yıllar itibariyle yer almaktadır. 1750 yılında 9,35 milyon ton olan salınım, 1884 yılında 1 milyar tona ulaşmıştır. 1947'de 5 milyar tonluk salınıma ulaşmıştır. 1860'lı yıllardan itibaren karbon dioksit salınımının artış hızı yükselmeye başlamış, 1947'den sonra artış hızı daha da ivme kazanmıştır. 1947 sonrasında ortalama olarak her 2.5 yılda 5 milyon ton ek salınım söz konusudur. Böylece 2021 yılı itibariyle 35 milyar tonun üzerinde karbon dioksit salınımı gerçekleşmiştir.

b. Metan (CH₄) ve Nitroz Oksit (N₂O) Emisyonları:

CH₄ ve N₂O, tarımsal faaliyetlerden, hayvancılıktan, ve endüstriyel atıklardan kaynaklı olarak salınan güçlü sera gazlarıdır (Saggar vd., 2004). Bu gazların salınımı, metrik ton CO₂ cinsinden ölçülmekte, küresel ve ulusal CH₄ ve N₂O emisyonları bu ölçümle kontrol edilmektedir.

Aşağıdaki şekilde 1990-2021 yılları arasında yıllık metan gazı emisyonları bulunmaktadır. Küresel metan (CH₄) emisyonu 1990 yılında yaklaşık olarak 8 milyar metrik ton büyüklüğünde iken, 2021'de 10,5 milyar metrik ton karbondioksit eşdeğerine (GtCO₂e) ulaşmıştır. 1990-2002 arasında %5 artış kaydetmişken, 2002-21 arasında %25 artış kaydetmiştir. Artış hızı 5 katına yükselmiştir (Tiseo, 2023).

Şekil 8. Yıllık Metan Gazı (CH₄) Emisyonları (1990-2021) (Milyon Metrik Ton)



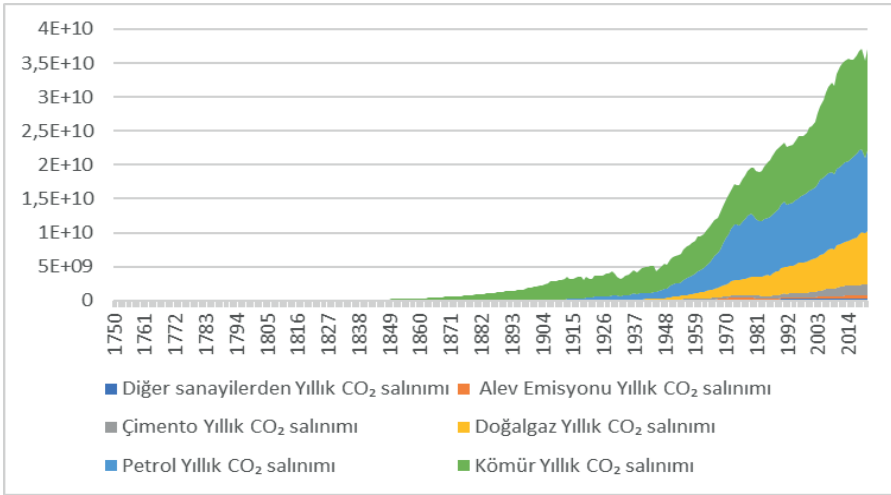
Kaynak: (Tiseo, 2023) verilerinden yazar tarafından türetilmiştir

c. Fosil Yakıt Tüketimi ve Üretimi:

Fosil yakıtların 21. yüzyılın enerji ihtiyaçlarını karşılamadaki önemi, gelecekteki arzı ve kullanımlarının küresel iklim üzerinde olumsuz etkisi olduğu yapılan neredeyse her çalışma ile tekrar tekrar kanıtlanmaktadır. Mevcut ve potansiyel alternatif enerji kaynakları ile elde edilen enerjide önemli artışlar yaşanmaktadır ancak fosil yakıtların 21. yüzyılın büyük bir bölümünde de önemli bir enerji kaynağı olmaya devam edeceği ve CO₂'nin tutulmasının giderek daha önemli bir gereklilik olacağı açıktır (Lincoln, 2005).

Fosil yakıt tüketimini ve üretimini izlemek, CO₂ emisyonlarının birincil kaynağına ilişkin bilgiler sağlayacaktır. Yakıt türüne (kömür, petrol, gaz) göre küresel ve ulusal enerji tüketimini, fosil yakıt üretim hacimlerini ve enerjiyle ilgili CO₂ emisyonlarını içermektedir.

Şekil 9. Fosil Yakıtlar Karbondioksit Salınımı



Kaynak: Our World in Data Based on The Global Carbon Project (2023) verilerinden yazar tarafından türetilmiştir.

2021 yılında fosil yakıtlardan kaynaklı karbondioksit salınımlarına bakıldığında en yüksek salınımın kömürden; 14,98 milyar ton, benzinden; 11,84 milyar ton, Doğalgazdan ise 7,92 milyar tondur. Kömürün yoğun kullanımı 19. Yüzyılın ilk yarısına denk gelse de ancak ikinci yarısında 1887'de karbon salınımında 1 milyar tonu geçmiştir. Petrol ise 19. Yüzyılın ikinci yarısında kullanılmaya başlamış ve 1945'de karbon salınımında 1 milyar tonu geçmiştir. Doğal gaz ise 20. Yüzyılın ilk yarısında kullanılmaya

başlamış ve karbon salınımında ise 1963'de 1 milyar tonu geçmiştir (Ritchie vd., 2020).

d. Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormansızlaşma:

2010'dan bu yana küresel olarak net orman kaybı yıllık 4,7 milyon hektardır (FAO, 2021). Net orman kaybı ile ormansızlaşmanın aynı şey olmadığını altını çizmek yararlı olacaktır. Net orman kaybı, ormansızlaşmaya, ormandaki artışın eklenmesidir. Dolayısıyla ormansızlaşmanın yukarıdaki rakamdan çok daha fazla olduğu söylenebilir.

Ormansızlaşma ve arazi kullanımını değişiklikleri, bitki örtüsü ve toprakta depolanan karbonun salınması yoluyla sera gazı salınımında artışa sebep olmaktadır. Orman alanı kaybı, ormansızlaşma oranları ve arazi kullanımı değişikliğinden kaynaklanan metrik ton CO₂e salınımı ile ölçülmektedir.

Ormansızlaşma ve arazi kullanımındaki değişiklik, karbon emisyonlarına ve biyolojik çeşitlilik kaybına önemli ölçüde katkıda bulunur. Ormansızlaşmaya ilişkin istatistiksel göstergeler, yıllık ormansızlaşma oranlarını, orman örtüsündeki değişimi ve orman bozulmasını içerir. Uzaktan algılama verileri ve istatistiksel modelleme teknikleri, orman alanının tahminine ve zaman içindeki değişikliklerin izlenmesine olanak tanır. Ek olarak, ormanların tarıma veya kentsel alanlara dönüştürülmesi gibi arazi kullanımı değişikliği verileri, ormansızlaşmanın yarattığı çevresel maliyetler ve karbon emisyonu hakkında bilgi sağlamaktadır (Williams, 2003) ve (Ritchie, 2021).

Tablo 1. Ormansızlaşma

Yıl	Ormanlık Alan (%)	Diğer (%)
10.000 Yıl Önce	%57	%43
5.000 Yıl Önce	%55	%45
1700	%52	%48
1900	%48	%52
2018	%38	%62

Kaynak: (Williams, 2003) ve (Ritchie, 2021) verilerinden yazar tarafından türetilmiştir.

Yukarıdaki tabloda, dünya yüzeyini kaplayan alanın dokusunun son 10.000 yıldaki seyrini görmek mümkündür.

Dünyadaki 14.9 milyar hektarlık arazinin sadece %71'i yaşanabilir alandır, geri kalan %29'u ya buz ve buzullarla kaplı ya da çöller, tuz düzlükleri veya kum tepeleri gibi çorak arazilerden oluşmaktadır. 10.000 yıl önce, dünyanın yaşanabilir topraklarının %57'si ormanlar ile kaplıydı. Yaklaşık olarak 6 milyar

hektar büyüklüğünde orman bulunmaktaydı. Bugün ise yaklaşık olarak 4 milyar hektar orman kalmıştır. Orman alanı iki milyar hektar büyüklüğünde küçülmüştür. 10 bin yıllık dönemde, dünya, Türkiye'nin yaklaşık otuz katı büyüklüğünde bir alana karşılık gelen ormanını kaybetmiştir. Bu kaybın, sadece %10'u bu dönemin ilk yarısında yani 5.000 yılda gerçekleşmiştir. O dönemlerde dünyanın nüfusu çok fazla değildi ve nüfus artış hızı da oldukça düşüktü. Nüfus artış hızının artması ile tarım alanlarına ihtiyaç artmıştır. Keza enerji olarak kullanılan odun ihtiyacı da aynı gerekçe ile artış göstermiştir. Bu durum ise ormanların giderek daha hızla yok olmasına sebep olmuştur.

10.000 yıllık dönemin ilk %99'luk bölümünde 1 milyar hektar orman kaybı yaşanmışken, kalan %1'lik dönemde de 1 milyar hektar orman kaybı yaşanmıştır. Görüldüğü üzere 9.900 yılda tüketilen ormana denk bir tüketim tek bir yüzyılda gerçekleşmiştir. Bu oldukça çarpıcı bir durumdur (Williams, 2003).

e. Endüstriyel İşlem ve Atık Emisyonları:

Bazı endüstriyel işlemler, CO₂, CH₄ ve N₂O gibi sera gazlarını atmosfere salar. Çimento üretimi, demir ve çelik üretimi, kimyasal üretim ve diğer endüstriyel sektörlerden kaynaklanan çeşitli emisyonlar çevreyi kirletmektedir. Arachchige vd. (2019)'a göre, çimento sektörünün halk sağlığı üzerinde olumsuz etkisi olduğu bulunduğu gibi, çevre üzerinde de çeşitli etkileri vardır. Özellikle CO₂, CO (Karbon monoksit), NOX (nitrojen oksit), SOX (sülfür oksit) ve VOC (uçucu organik bileşikler) gibi gaz salınımları ile çevre kirliliği yaratmaktadır. Strezov vd. (2013)'e göre, demir çelik üretiminde çimentodaki gazlara ek olarak kurşun, civa, astatin, krom ve kadmiyum gibi elementleri ve gazlar aracılığıyla çevresel kirlilik yaratmaktadır. Hu ve Man (2023), endüstriyel sürecin önemli miktarda enerji tükettiğini ve ciddi miktarda karbondioksit salınımına sebep olduğunu belirtir. Dolayısıyla endüstriyel süreçlerde yeşil enerji tüketimini teşvik etmek ve karbon salınımını en aza indirecek yolların benimsenmesi önemlidir.

f. Diğer Emisyonları:

Hayvancılığı da içerecek şekilde tarımsal faaliyetler, enterik fermantasyon, pirinç ekimi, gübre yönetimi ve sentetik gübrelerin kullanımı yoluyla sera gazı emisyonlarına katkıda bulunur. Tarımsal faaliyetlerden ve hayvan popülasyonlarından kaynaklanan salınımlar çevreyi kirletmektedir (Casey vd. 2006).

Düzenli depolama ve atık işleme süreçleri dahil olmak üzere katı atık yönetimi, başta CH₄ olmak üzere sera gazı emisyonlarına sebep olmaktadır.

Tüm bu göstergelerin istatistiksel analizi, sera gazı salınımlarının ölçülmesine, ana kaynakların belirlenmesine ve zaman içindeki emisyon eğilimlerinin izlenmesine yardımcı olur. Böylece enerji verimliliğinde önlemler almak, yenilenebilir enerjinin benimsenmesi, sürdürülebilirlik ve dolayısıyla yeşil ekonomi doğrultusunda adımlar atılabilecektir.

3. YEŞİL EKONOMİ

Yeşil ekonomi, sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmeyi, çevresel riskleri azaltmayı ve sosyal refahı teşvik etmeyi amaçlayan bir ekonomik sistemdir. Kaynakların verimli kullanımına, daha temiz teknolojilerin benimsenmesine ve ekosistemlerin korunmasına vurgu yapar. Yeşil ekonomi kavramı, yenilenebilir enerji, sürdürülebilir tarım, yeşil altyapı, atık yönetimi ve çevre dostu üretim dahil olmak üzere çeşitli sektörleri kapsar. Daha sürdürülebilir ve kapsayıcı bir gelecek hedefleyerek ekonomik büyümeyi çevresel bozulmadan ayırmayı amaçlamaktadır. Amaçları;

- * Çevresel etkileri en aza indirmek, kaynakları korumak ve kirliliği azaltan uygulamaları teşvik etmek (Loiseau vd., 2016).
- * Yeşil ekonominin faydalarının adil bir şekilde dağıtılmasını ve savunmasız toplulukların geride bırakılmamasını sağlamak (Kumar, 2017).
- * Kaynak verimliliğinin teşvik edilmesi, döngüsel ekonomi ilkelerinin teşvik edilmesi ve üretim ve tüketim modellerinin optimize edilmesi (Li vd., 2022).
- * Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının teşvik edilmesi ve fosil yakıt bağımlılığının aşamalı olarak ortadan kaldırılması (Knuth, 2018).
- * Sorumlu tüketim kalıplarının teşvik edilmesi, atık oluşumunun azaltılması ve sürdürülebilir üretim süreçlerinin teşvik edilmesi.
- * Yeşil sektörlerde istihdam fırsatları yaratılmasının teşvik edilmesi, beceri gelişiminin teşvik edilmesi ve sürdürülebilir girişimciliğin desteklenmesi (Bowen, 2012).

Yeşil ekonominin önemli bir yönü, sürdürülebilir enerji sistemlerine geçiştir. Bu, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltırken güneş, rüzgar, hidro ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artırmayı içerir.

Döngüsel ekonomi, yeşil ekonominin ayrılmaz bir parçasıdır. Atıkları en aza indirmeyi, kaynak verimliliğini en üst düzeye çıkarmayı ve malzemelerin

yeniden kullanımını, geri dönüşümünü ve ileri dönüşümünü teşvik etmeyi amaçlar.

Yeşil ekonomi, yeni istihdam fırsatları yaratma ve ekonomik büyümeyi yönlendirme potansiyeline sahiptir. Yeşil işler, yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, sürdürülebilir tarım, eko-turizm ve yeşil altyapı geliştirme alanlarını içerir.

Yeşil ekonomi, sürdürülebilir kalkınmayı başarmak ve iklim krizinin getirdiği zorlukları ele almak için bir çerçeve sağlar. Çevresel sürdürülebilirlik, sosyal eşitlik ve ekonomik verimlilik ilkelerini benimseyerek, daha esnek, düşük karbonlu ve kapsayıcı bir geleceği teşvik etmek için yollar sunar. Yeşil ekonomi göstergelerinin istatistiksel analizi, ilerlemenin izlenmesine, iyileştirme alanlarının belirlenmesine ve sürdürülebilir bir ekonomiye geçişi hızlandırmak için politika müdahalelerine rehberlik edilmesine yardımcı olur.

3.1. Yeşil Ekonomi Göstergeleri

Yenilenebilir enerji kapasitesi ve yatırım eğilimleri, enerji verimliliği iyileştirmeleri ve emisyon azaltımları, yeşil altyapı geliştirme ve yatırım, sürdürülebilir tarım ve gıda sistemleri ve eko-inovasyon ve teknolojik gelişmeler temel yeşil ekonomi göstergeleridir.

Yenilenebilir Enerji Kapasitesi ve Yatırım Eğilimleri: Yenilenebilir enerji kapasitesinin ve yatırım eğilimleri temiz enerji kaynaklarının büyümesi hakkında bilgi sağlamaktadır. Güneş, rüzgar, hidro ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji teknolojilerinin kurulu kapasitesini ve bunların genel enerji toplamına katkısını hesaba katmaktadır (Mills, 2015).

Enerji Verimliliği İyileştirmeleri ve Emisyon Azaltımları: Enerji verimliliği, enerji tüketimini ve ilişkili sera gazı emisyonlarını azaltarak yeşil ekonomide hayati bir rol oynamaktadır. Binalar, ulaşım ve endüstri gibi farklı sektörlerdeki enerji verimliliği iyileştirmelerini içermektedir. Enerji yoğunluğu (birim GSYİH başına enerji kullanımı), enerji tüketimi eğilimleri ve enerji verimliliği önlemleri yoluyla elde edilen emisyon azaltımları yer almaktadır. Bu göstergeler, enerji verimliliği politikalarının etkinliğinin değerlendirilmesine yardımcı olur ve enerji verimliliğini artırmaya yönelik stratejilere rehberlik eder (Arroyo ve Miguel, 2019).

Yeşil Altyapı Geliştirme ve Yatırım: Sürdürülebilir ulaşım sistemleri, enerji tasarruflu binalar ve çevre dostu şehir planlaması gibi yeşil altyapı, ekonomide yeşil dönüşüme katkıda bulunmaktadır. Toplu taşıma ağları, yenilenebilir enerji tesisleri ve eko-endüstriyel parklar dahil olmak üzere yeşil altyapı projelerindeki geliştirme ve yatırımlar önemli gösterge olarak

karşımıza çıkar. Yeşil altyapı projelerinin sayısı, yatırım akışları ve bunların uygulanması yoluyla elde edilen çevresel faydalar oldukça önemlidir. Bunlar; sürdürülebilir altyapı inşasındaki ilerlemenin değerlendirilmesine yardımcı olur ve gelecekteki yatırım kararları için bilgi sağlayıcıdır (Lekshmi, 2018).

Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemleri: Sürdürülebilir tarım ve gıda sistemleri, çevre dostu ve sosyal açıdan kapsayıcı uygulamalara geçiş konusunda içgörü sağlamaktadır. Organik tarımın benimsenmesi, sürdürülebilir arazi yönetimi uygulamaları, tarımdan kaynaklanan sera gazı emisyonları ve gıda atığı üretimi önemli göstergeler olarak değerlendirilmektedir. Politika yapımcılar ve paydaşlar, bu göstergeleri analiz ederek, tarım sektöründe sürdürülebilirliği artırma, çevresel etkileri azaltma ve gıda güvenliğini teşvik etme fırsatlarını belirlemektedir. Bu konu genel olarak literatürde Tarım 4.0 olarak da adlandırılmıştır. Amaç daha adil, daha eşitçi yerel gıda sistemlerinin oluşturulmasıdır (Klerkx ve Rose, 2020).

Eko-inovasyon ve Teknolojik Gelişmeler: Yeşil ekonomi geçişleri genellikle eko-inovasyona ve yeni teknolojilerin geliştirilmesine dayanmaktadır. Temiz teknolojilere yapılan araştırma ve geliştirme yatırımları, yeşil buluşlar için başvuru patentler ve çevre dostu üretim süreçlerinin benimsenmesi gibi eko-inovasyonla ilgili göstergeler yeşil dönüşümün takibi için oldukça önemlidir. Bu göstergeler, teknolojik ilerlemeler, yeşil yeniliklerin yayılması ve sürdürülebilir uygulamaları ölçeklendirme potansiyeli hakkında da içgörü sağlamaktadır. Yeniliği teşvik etmek ve yeşil bir ekonomiye geçişi hızlandırmak için politikalar ve stratejiler konusunda bilgi sağlamaya yardımcı olmaktadır (Kemp vd. 2019).

Yeşil ekonomi göstergeleri, dönüşümü takip etmek, engelleri ve fırsatları belirlemek ve politikaların ve müdahalelerin etkinliğini değerlendirmek için çok önemlidir. Politika yapımcılar ve paydaşlar, bu göstergeleri ölçerek ve izleyerek, kaynakları verimli bir şekilde tahsis etmekte, buna ilişkin kararlar almakta ve yeşil dönüşümün sosyo-ekonomik ve çevresel etkilerini değerlendirerek politika setleri oluşturmaktadır.

3.2. Yeşil Ekonomi Politika Seti

Yeşil ekonomi, sürdürülebilirlik çerçevesinde çeşitli politikalar sayesinde hayata geçmektedir. Bu politikalar; yenilenebilir enerji tarife garantisi, karbon fiyatlandırması ve emisyon ticareti, sürdürülebilir ulaşım politikaları, döngüsel ekonomi girişimleri ve sürdürülebilir tarım ve orman yönetimi politikaları olarak sıralanabilir.

Yenilenebilir enerji tarife garantisi, yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektrik için uzun vadeli sözleşmeler ve garantili fiyatlar sağlayan politika

mekanizmasıdır (Mendonça, 2009). Oldukça istikrarlı ve çekici bir yatırım getirisi sağlayarak yenilenebilir enerji projelerinin dağıtımını teşvik etmektedir. Almanya'nın Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yasası aracılığıyla başarılı bir şekilde uygulamaktadır. Yenilenebilir enerji kapasitesini hızla genişletme ve daha yeşil bir enerji karışımına geçişi teşvik etme açısından oldukça etkindir (Eyraud vd., 2013).

Karbon vergileri ve emisyon ticaret sistemleri dahil olmak üzere karbon fiyatlandırma mekanizmaları, sera gazı emisyonlarına bir fiyat koyarak emisyonları azaltmak için ekonomik teşvik sağlamaktadır. Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Programı gibi çalışmalar, emisyon ticaretinin karbon tahsisatları için bir pazar yaratma ve emisyon azaltmalarını teşvik etme potansiyelini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, İsveç ve Kanada gibi ülkelerde bir karbon vergisinin uygulanmasının, sektörler genelinde emisyon azaltma çabalarını teşvik etmede etkili olduğu kanıtlanmıştır (Narassimhan vd., 2018).

Ulaşım sektöründeki politika müdahaleleri, karbon emisyonlarını azaltmayı, yakıt verimliliğini artırmayı ve sürdürülebilir ulaşım modlarının kullanımını teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Londra ve Stockholm gibi şehirlerde trafik sıkışıklığı ücretlerinin getirilmesi gibi uygulamalar, fiyatlandırma önlemlerinin nasıl özel araç kullanımını caydırabileceğini ve toplu taşımayı, bisiklete binmeyi ve yürümeyi teşvik edebileceğini göstermektedir. Ek olarak, Norveç ve Çin gibi ülkelerde teşvikler, altyapı geliştirme ve araç standartları yoluyla elektrikli araçları teşvik eden politikalar uygulanmıştır ve bu da elektrikli araç pazarının önemli ölçüde büyümesine yol açmıştır (Eliasson ve Proost, 2015). Göteborg'da da karbon salınımını azaltma yolunda etkili bir trafik vergisi uygulanmıştır (Hysing vd., 2015).

Döngüsel ekonomiyi teşvik eden politika müdahaleleri, kaynak verimliliği, atık azaltma ve malzemelerin geri dönüşümü ve yeniden kullanımına odaklanmıştır. Almanya ve Japonya gibi ülkelerde genişletilmiş üretici sorumluluğu programlarının uygulanması ile eko-tasarım ve geri dönüşüm uygulamaları teşvik edilerek, ürün yaşam döngüsü yönetimi sorumluluğunun üreticilere kaydırılmasında başarılı olunmuştur. Ayrıca, araba paylaşımı ve kiralama platformları gibi paylaşım ekonomisini teşvik eden girişimlerin popülerlik kazanması, yeni ürünlere olan talebi azaltmış ve kaynak paylaşımını da teşvik etmektedir (Geng vd., 2019).

Tarım sektöründeki politika müdahaleleri, sürdürülebilir çiftçilik uygulamalarını, biyolojik çeşitliliğin korunmasını ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasını teşvik etmeyi amaçlamıştır. Avrupa Birliği'nin Ortak Tarım Politikası ile organik tarımı, tarımsal ormancılık ve arazi yönetimi

uygulamaları teşvik edilmektedir. Ek olarak, Orman Yönetim Konseyi sertifikasyon sistemi gibi sürdürülebilir orman yönetimini teşvik eden girişimler, sorumlu ormancılık uygulamalarını teşvik etmede ve orman ekosistemlerini korumada başarılı olmaktadır.

4. SONUÇ: İKLİM VE YEŞİL EKONOMİ ANALİZİNDEKİ ZORLUKLAR VE FIRSATLAR

İklim ve yeşil ekonomi analizindeki ana zorluklardan birisi; verilerin mevcudiyeti ve kalitesidir. Doğru analiz için iklim verilerinin, ekonomik göstergelerin ve çevresel ölçümlerin güvenilir, tutarlı ve erişilebilir olması gerekir. Veri toplama sistemlerini geliştirmek, metodolojileri uyumlu hale getirmek ve veri şeffaflığını teşvik etmek, bu zorluğun üstesinden gelmek için çok önemlidir. Ek olarak, çeşitli kaynaklardan ve disiplinlerden gelen verilerin entegre edilmesi, iklim değişikliği ile ekonomi arasındaki karmaşık etkileşimlerin daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlayabilir.

İklim değişikliği ve yeşil ekonomi, çok sayıda birbirine bağlılığı ve belirsizliği olan karmaşık sistemlerdir. İklim modelleri, ekonomik tahminler ve politika müdahaleleri, analiz sonuçlarının doğruluğunu ve güvenilirliğini etkileyebilecek doğal belirsizlikleri de içermektedir. Belirsizlikle başa çıkmak, olası sonuçların çeşitliliğini değerlendirmek için güçlü istatistiksel yöntemler, senaryo tabanlı modelleme ve duyarlılık analizleri gerektirir. Belirsizliği ve sınırlamaları karar vericilere ve paydaşlara etkili bir şekilde iletmek esastır.

İklim ve yeşil ekonomi analizi, bilim insanları, ekonomistler, istatistikçiler, politika yapımcılar ve diğer paydaşlar arasında disiplinler arası iş birliğini gerektirir. İşbirlikçi araştırma projeleri, bilgi paylaşım platformları ve disiplinler arası eğitim programları, bu zorluğun üstesinden gelinmesine ve iklim ve yeşil ekonomi analizine bütüncül ve entegre yaklaşımların desteklenmesine yardımcı olabilir.

Analiz bulgularını etkili politika müdahalelerine dönüştürmek önemli bir zorluktur. Siyasi irade, paydaş katılımı ve politika tutarlılığı, iklim ve yeşil ekonomi politikalarının uygulanması için kritik öneme sahiptir. Politika engellerini aşarak, uzun vadeli düşünmeyi teşvik etmek, başarılı bir politika uygulaması için esastır. Kurumsal kapasitelerin güçlendirilmesi, politika koordinasyonunun geliştirilmesi ve ulusal politikaların uluslararası taahhütlerle uyumlu hale getirilmesi yeşil dönüşüm için fırsatlar yaratabilir.

Yeşil bir ekonomiye geçiş, önemli finansal kaynaklar ve yatırımlar gerektirir. İklim krizini aşariye indirmek, yeşil altyapı projeleri için fonların seferber edilmesi, özellikle gelişmekte olan ülkeler için önemli bir zorluk teşkil etmektedir. Elverişli yatırım ortamları yaratmak, kamu-özel ortaklıklarından

yararlanmak ve yenilikçi finansman mekanizmalarını keşfetmek, yeşil yatırım fırsatları ortaya çıkarabilir. İklim risklerini finansal karar alma sürecine entegre etmek, yeşil tahvilleri teşvik etmek ve özel sektör katılımını teşvik etmek, sürdürülebilir girişimlere yönelik fon akışını hızlandırabilir.

Yeşil ekonomiye adil geçişin sağlanması, toplumsal eşitsizliklerin şiddetlenmesini önlemek için çok önemlidir. İklim ve yeşil ekonomi politikalarının, özellikle hassas topluluklar ve karbon yoğun sektörlerdeki işçiler üzerindeki sosyal ve bölüşüm etkilerini dikkate almak önemlidir. İstihdam yaratmayı, beceri geliştirmeyi ve sosyal korumayı teşvik eden kapsayıcı politikalar tasarlanabilmesi önemli bir fırsattır. Sosyal eşitlik hususlarını politika tasarımına ve uygulamasına entegre etmek, yeşil bir ekonomiye adil ve eşitlikçi bir geçişi teşvik edebilir.

Bu zorlukları ele almak ve fırsatları değerlendirmek, iklim ve yeşil ekonomi analizine kapsamlı ve entegre bir yaklaşım gerektirir. Paydaşlar, belirsizlikleri kabul ederek, disiplinler arası iş birliğini teşvik ederek, siyasi iradeyi teşvik ederek ve sosyal eşitliği sağlayarak, engelleri aşabilir ve sürdürülebilir ve esnek bir geleceğin faydalarını en üst düzeye çıkarabilir. Sürekli izleme, değerlendirme ve uyarlanabilir yönetim, stratejileri iyileştirmenin ve politika müdahalelerinin etkinliğini sağlamanın anahtarıdır.

Sonuç olarak, iklim değişikliği ve yeşil ekonomi, etkili politika müdahalelerini bilgilendirmek ve sürdürülebilir ve esnek bir geleceğe geçişe rehberlik etmek için titiz analizler gerektiren küresel bir iş birliği gerektirmektedir. İstatistiksel araçlar ve modeller, çevre, ekonomi ve toplum arasındaki karmaşık etkileşimleri anlamada çok önemli bir rol oynar. İklim eğilimleri, insan faaliyetlerinin etkileri ve daha yeşil ve daha kapsayıcı kalkınma için potansiyel yollar hakkında değerli bilgiler sağlamaktadır.

Ancak, doğru ve sağlam bir analiz sağlamak için çeşitli zorlukların ele alınması gerekir. Bu zorluklar arasında veri kullanılabilirliği ve kalitesi, belirsizlik ve karmaşıklık, disiplinler arası iş birliği, politika uygulaması, finansman ve yatırım ve sosyal eşitlik hususları yer alır. Bu zorlukların üstesinden gelmek, araştırmacıların, politika yapımcıların, paydaşların ve uluslararası toplumun uyumlu çabalarını gerektirir.

Bu zorlukları fırsat olarak benimseyerek, iklim kriziyle mücadelede ve yeşil ekonomiyi ilerletmede önemli ilerlemeler kaydedebilir. İyileştirilmiş veri toplama, gelişmiş istatistiksel metodolojiler ve çeşitli bilgi alanlarının entegrasyonu, daha doğru ve güvenilir analizlere katkıda bulunacaktır. İşbirlikçi araştırma, disiplinler arası yaklaşımlar ve etkili iletişim, söz konusu karmaşıklıkların daha derinden anlaşılmasını sağlayacaktır. Güçlü siyasi irade,

yenilikçi finansman mekanizmaları ve sosyal eşitlik hususları, dönüştürücü politikaların ve yatırımların uygulanmasını yönlendirecektir.

İklim ve yeşil ekonomi göstergelerinin istatistiksel analizi, politika müdahaleleri ve vaka incelemeleriyle birleştiğinde, kanıta dayalı karar vermeyi ve başarılı stratejilerin belirlenmesini sağlar. İlerlemeyi izleyerek, etkileri değerlendirerek ve politikaları gerektiği gibi ayarlayarak, iklim krizinin karmaşıklığı giderebilir ve böylece sürdürülebilir, düşük karbonlu ve kapsayıcı bir geleceğin yolu açılabilir.

Bu kritik çabada, istatistiksel analiz, politikaları belirlemek, yatırımlara rehberlik etmek ve paydaşları iklim değişikliğinin ortaya çıkardığı acil zorlukları ele alma ve yeşil bir ekonomiye geçişi teşvik etme konusunda güçlendirecektir. Veriye dayalı içgörüler ve işbirlikçi eylemin birleşimi sayesinde, şimdiki ve gelecek nesiller için daha sürdürülebilir ve dayanıklı bir dünya yaratılabilir.

Kaynakça

- Ablain, M., Cazenave, A., Valladeau, G., & Guinehut, S. (2009). A New Assessment of the Error Budget of Global Mean Sea Level Rate Estimated by Satellite Altimetry Over 1993–2008. *Ocean Science*, 5(2), 193-201.
- Arachchige, U.S., Amakm, A., Balasuriya, B.M.C.M., Chathumini, K.K.G.L., Dassanayake, N.P., & Devasurendra, J.W. (2019). Environmental Pollution by Cement Industry. *International Journal Reserarch* 6, 631–635.
- Arroyo M, F. R., & Miguel, L. J. (2019). The Trends of the Energy Intensity and CO2 Emissions Related to Final Energy Consumption in Ecuador: Scenarios of National and Worldwide Strategies. *Sustainability*, 12(1), 20.
- Bowen, A. (2012). Green Growth, Green Jobs and Labor Markets. *World Bank Policy Research Working Paper 5990*.
- Brander, M., & Davis, G. (2012). Greenhouse Gases, Co2, Co2e, and Carbon: What Do All These Terms Mean. *Econometrica, White Papers*.
- Butchart, S. H., Stattersfield, A. J., Baillie, J., Bennun, L. A., Stuart, S. N., Akçakaya, H. R., ... & Mace, G. M. (2005). Using Red List Indices to Measure Progress Towards the 2010 Target and Beyond. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1454), 255-268.
- Casey, K. D., Bicudo, J. R., Schmidt, D. R., Singh, A., Gay, S. W., Gates, R. S., ... & Hoff, S. J. (2006). Air Quality and Emissions from Livestock and Poultry Production/Waste Management Systems.
- Chapin, L. F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L., ... & Diaz, S. (2000). Consequences of Changing Biodiversity. *Nature*, 405(6783), 234-242.
- Church, J. A., White, N. J. (2011). Sea-Level Rise From The Late 19th to the Early 21st Century. *Surveys in Geophysics*, 32(4-5), 585–602. <http://doi.org/10.1007/S10712-011-9119-1> Erişim Tarihi: 06.06.2023.
- Climate Change 2023. (2023). <https://climatechange.lta.org/climate-impacts/coral-reef-degradation/> Erişim Tarihi: 06.06.2023.
- Curry, J. (2014). Uncertain Temperature Trend. *Nature Geoscience*, 7(2), 83-84.
- Desta, H., Lemma, B., & Fetene, A. (2012). Aspects of Climate Change and Its Associated Impacts on Wetland Ecosystem Functions: A Review. *Journal of American Science*, 8(10), 582-596.
- Efstathiou, M. N., Tzanis, C., Cracknell, A. P., & Varotsos, C. A. (2011). New Features of Land and Sea Surface Temperature Anomalies. *International Journal of Remote Sensing*, 32(11), 3231-3238.
- Eliasson, J., & Proost, S. (2015). Is Sustainable Transport Policy Sustainable?. *Transport Policy*, 37, 92-100.
- EURONEWS. (21.06.2021). “Kanada’da Sıcaklık 49,5 Santigrat Derece İle Rekor Kırdı”, <https://tr.euronews.com/2021/06/30/kanada-da-as-r-s-cak->

lar-nedeniyle-63-kisi-yasam-n-yitirdi#:~:text=kanada'n%c4%b1n%20bat%c4%b1%20eyaletlerinde%20etkili,63%20ki%c5%9finin%20hayat%c4%b1n%c4%b1%20kaybetti%c4%9fi%20a%c3%a7%c4%b1k-land%c4%b1 Erişim Tarihi: 08.02.2023.

- Eyraud, L., Clements, B., & Wane, A. (2013). Green Investment: Trends and Determinants. *Energy Policy*, 60, 852-865.
- FAO. (2020). Global Forest Resources Assessment 2020 – Key Findings. Rome. <https://doi.org/10.4060/Ca8753en>.
- Fischer, E. M., Sippel, S., & Knutti, R. (2021). Increasing Probability of Record-Shattering Climate Extremes. *Nature Climate Change*, 11(8), 689-695.
- Frame, D.J., Rosier, S. M., Noy, I. *Et Al.* (2020). Climate Change Attribution and The Economic Costs of Extreme Weather Events: A Study on Damages from Extreme Rainfall and Drought. *Climatic Change*, 162, 781–797. <https://doi.org/10.1007/S10584-020-02729-Y>.
- Fridley, J. D. (2001). The Influence of Species Diversity on Ecosystem Productivity: How, Where, and Why?. *Oikos*, 93(3), 514-526.
- Gaston, K. J., Blackburn, T. M., & Goldewijk, K. K. (2003). Habitat Conversion and Global Avian Biodiversity Loss. *Proceedings of The Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1521), 1293-1300.
- Geng, Y., Sarkis, J., & Bleischwitz, R. (2019). How to Globalize The Circular Economy. *Nature*, 565(7738), 153-155.
- Ginot, P., Kull, C., Schotterer, U., Schwikowski, M., & Gäggeler, H. W. (2006). Glacier Mass Balance Reconstruction by Sublimation Induced Enrichment of Chemical Species on Cerro Tapado (Chilean Andes). *Climate of The Past*, 2(1), 21-30.
- Guinotte, J. M., & Fabry, V. J. (2008). Ocean Acidification and Its Potential Effects on Marine Ecosystems. *Annals of The New York Academy of Sciences*, 1134(1), 320-342.
- Hanna, E., Navarro, F. J., Pattyn, F., Domingues, C. M., Fettweis, X., Ivins, E. R., ... & Zwally, H. J. (2013). Ice-Sheet Mass Balance and Climate Change. *Nature*, 498(7452), 51-59.
- Hansen, J., Kharecha, P., Sato, M., Masson-Delmotte, V., Ackerman, F., Beerling, D. J., ... & Zachos, J. C. (2013). Assessing Dangerous Climate Change: Required Reduction of Carbon Emissions to Protect Young People, Future Generations and Nature. *Plos One*, 8(12).
- Hellmann, J. J., Prior, K. M., & Pardini, S. L. (2012). The Influence of Species Interactions on Geographic Range Change Under Climate Change. *Annals of The New York Academy of Sciences*, 1249(1), 18-28.

- Hu, Y., & Man, Y. (2023). Energy Consumption and Carbon Emissions Forecasting for Industrial Processes: Status, Challenges and Perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 182, 113405.
- HYSING, E., Frändberg, L., & Vilhelmson, B. (2015). Compromising Sustainable Mobility? The Case of the Gothenburg Congestion Tax. *Journal of Environmental Planning and Management*, 58(6), 1058-1075.
- IPPC. (2014). Climate Change 2014. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/> Erişim Tarihi: 21.05.2023.
- IUCN. (2022). <https://www.iucnredlist.org/> Erişim Tarihi: 21.05.2023.
- Jorgenson, A. K. (2006). Global Warming and the Neglected Greenhouse Gas: A Cross-National Study of the Social Causes of Methane Emissions Intensity. *Social Forces*, 84(3), 1779-1798.
- Kemp, R., Arundel, A., Rammer, C., Miedzinski, M., Tapia, C., Barbieri, N., ... & McDowall, W. (2019). Measuring Eco-Innovation for a Green Economy. *Wirtsch Blätter, Special Issue on Nachhaltigkeit/Sustainability*, 66(4), 391-404.
- Klerkx, L., & Rose, D. (2020). Dealing with the Game-Changing Technologies of Agriculture 4.0: How Do We Manage Diversity and Responsibility in Food System Transition Pathways?. *Global Food Security*, 24, 100347.
- Knuth, S. (2018). “Breakthroughs” for a Green Economy? Financialization and Clean Energy Transition. *Energy Research & Social Science*, 41, 220-229.
- Kumar, P. (2017). Innovative Tools and New Metrics for Inclusive Green Economy. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 24, 47-51.
- Kunkel, K. (2022). Updated version of Figure 2.3 in: CCSP (U.S. Climate Change Science Program). 2008. Synthesis and Assessment Product 3.3: Weather and climate extremes in a changing climate. www.globalchange.gov/browse/reports/sap-33-weather-and-climate-extremes-changing-climate Erişim Tarihi: 21.06.2023.
- Kwok, R. (2018). Arctic Sea Ice Thickness, Volume, and Multiyear Ice Coverage: Losses and Coupled Variability (1958–2018). *Environmental Research Letters*, 13(10), 105005.
- Łabuz, T. A. (2015). Environmental Impacts—Coastal Erosion and Coastline Changes. *Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin*, 381-396.
- Lekshmi, S. (2018). Green Infrastructure as an Important Catalyst for Sustainable Development. *Asian Journal of Multidimensional Research (Ajmr)*, 7(1), 158-166.
- Letcher, T. (Ed.). (2021). *Climate Change: Observed Impacts on Planet Earth*. New York: Elsevier.

- Li, J., Chen, L., Chen, Y., & He, J. (2022). Digital Economy, Technological Innovation, and Green Economic Efficiency—Empirical Evidence From 277 Cities in China. *Managerial and Decision Economics*, 43(3), 616-629.
- Lincoln, S. F. (2005). Fossil Fuels in The 21st Century. *Ambio*, 621-627.
- Loiseau, E., Saikku, L., Antikainen, R., Droste, N., Hansjürgens, B., Pitkänen, K., ... & Thomsen, M. (2016). Green Economy and Related Concepts: An Overview. *Journal of Cleaner Production*, 139, 361-371.
- Mccarty, J. P. (2001). Ecological Consequences of Recent Climate Change. *Conservation Biology*, 15(2), 320-331.
- Meier, M. F., Dyurgerov, M. B., Rick, U. K., O'neel, S., Pfeffer, W. T., Anderson, R. S., ... & Glazovsky, A. F. (2007). Glaciers Dominate Eustatic Sea-Level Rise in The 21st Century. *Science*, 317(5841), 1064-1067.
- Mendonça, M. (2009). *Feed-In Tariffs: Accelerating The Deployment of Renewable Energy*. Routledge.
- Mills, L. (2015). Global Trends in Clean Energy Investment. *Bloomberg New Energy Finance*, 5.
- Mimura, N. (2013). Sea-Level Rise Caused by Climate Change and Its Implications for Society. *Proceedings of The Japan Academy, Series B*, 89(7), 281-301.
- Narassimhan, E., Gallagher, K. S., Koester, S., & Alejo, J. R. (2018). Carbon Pricing in Practice: A Review of Existing Emissions Trading Systems. *Climate Policy*, 18(8), 967-991.
- NASA. (2023). <https://climate.nasa.gov/vital-signs/arctic-sea-ice/> Erişim Tarihi: 22.06.2023.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2006). https://oceanservice.noaa.gov/facts/coral_bleach.html Erişim Tarihi: 03.06.2023.
- NOAA. (2021). *Climate Change: Global Sea Level*. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level> Erişim Tarihi: 28.05.2023.
- NOAA. (2022). <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-heat-waves> Erişim tarihi: 25.06.2022.
- Ocean Foundation. (2023). <https://oceanfdn.org/tr/ocean-acidification-research/> Erişim Tarihi: 28.05.2023.
- Østrem, G., & Brugman, M. (1966). *Glacier Mass Balance Measurements*. Department of Mines and Technical Surveys, Glaciology Section.
- Our World in Data Based on the Global Carbon Project. (2023). <https://ourworldindata.org/co2-emissions> Erişim Tarihi: 14.05.2023.

- Patterson, D., Gonzalez, J., Le, Q., Liang, C., Munguia, L. M., Rothchild, D., ... & Dean, J. (2021). Carbon Emissions and Large Neural Network Training. *Arxiv Preprint Arxiv:2104.10350*.
- Raupach, M., & Fraser, P. (2011). Climate and Greenhouse Gases. *Climate Change: Science and Solutions for Australia*, 15-34.
- Rehan, R., & Nehdi, M. (2005). Carbon Dioxide Emissions and Climate Change: Policy Implications for The Cement Industry. *Environmental Science & Policy*, 8(2), 105-114.
- Rignot, E., Mouginot, J., Scheuchl, B., Van Den Broeke, M., Van Wessem, M. J., & Morlighem, M. (2019). Four Decades of Antarctic Ice Sheet Mass Balance From 1979–2017. *Proceedings of The National Academy of Sciences*, 116(4), 1095-1103.
- Ritchie, H. Roser, M. & Rosado, P. (2020). Deforestation and Forest Loss. <https://ourworldindata.org/deforestation> Erişim Tarihi: 28.05.2023.
- Ritchie, H. Roser, M. & Rosado, P. (2021). “Co₂ and Greenhouse Gas Emissions”. <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions> Erişim Tarihi: 28.05.2023.
- Russo, S., Dosio, A., Graversen, R. G. Sillmann, J., Carrao, H. Dunbar, M. B. Singleton, Paolo, Montagna P., Barbola, P., & Vogt, J. (2014). Magnitude of Extreme Heatwaves in Present Climate and Their Projection in A Warming World. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 119, 12–500.
- Saggar, S., Bolan, N. S., Bhandral, R., Hedley, C. B., & Luo, J. (2004). A Review of Emissions of Methane, Ammonia, and Nitrous Oxide From Animal Excreta Deposition and Farm Effluent Application in Grazed Pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 47(4), 513-544.
- Salas, E. B. (2023). <https://www.statista.com/statistics/1338869/average-global-ocean-ph/> Erişim Tarihi: 20.04.2023.
- Singh, B. R., & Singh, O. (2012). Study of Impacts of Global Warming on Climate Change: Rise in Sea Level and Disaster Frequency. *Global Warming—Impacts and Future Perspective*.
- Statista. (2019). global ghg emission shares by gas | Global GHG Emission Shares by Gas. Statista. Erişim Tarihi:20.05.2023.
- Strezov, V., Evans, A., & Evans, T. (2013). Defining Sustainability Indicators of Iron and Steel Production. *Journal of Cleaner Production*, 51, 66-70.
- Tiseo, I. (2023). Annual Methane (CH₄) Emissions Worldwide From 1990 to 2021. *Statista*. <https://www.statista.com/statistics/1298441/annual-global-methane-emissions/> Erişim Tarihi: 25.05.2023.
- Tirivarombo, S., Osupile, D., & Eliasson, P. (2018). Drought Monitoring and Analysis: Standardised Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)

- and Standardised Precipitation Index (SPI). *Physics and Chemistry of The Earth, Parts A/B/C*, 106, 1-10.
- University Corporation For Atmospheric Research. (2023). <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/palmer-drought-severity-index-pdsi> Erişim Tarihi: 18.05.2023.
- Wang, F., Tokarska, K. B., Zhang, J., Ge, Q., Hao, Z., Zhang, X., & Wu, M. (2018). Climate Warming in Response to Emission Reductions Consistent with The Paris Agreement. *Advances in Meteorology*, 2018, 1-9.
- Watson, J. E., Jones, K. R., Fuller, R. A., Marco, M. D., Segan, D. B., Butchart, S. H., ... & Venter, O. (2016). Persistent Disparities Between Recent Rates of Habitat Conversion and Protection and Implications for Future Global Conservation Targets. *Conservation Letters*, 9(6), 413-421.
- Wehner, M. (2021). Simulated Changes in Tropical Cyclone Size, Accumulated Cyclone Energy and Power Dissipation Index in a Warmer Climate, *Oceans 2*, 4, 688-699. <https://doi.org/10.3390/oceans2040039>
- Widdicombe, S., Isensee, K., Artioli, Y., Gaitán-Espitia, J. D., Hauri, C., Newton, J. A., ... & Dupont, S. (2023). Unifying Biological Field Observations to Detect and Compare Ocean Acidification Impacts Across Marine Species and Ecosystems: What to Monitor and Why. *Ocean Science*, 19(1), 101-119.
- Williams, M. (2003). *Deforesting The Earth: From Prehistory to Global Crisis*. University of Illinois: Chicago Press.
- Zampieri, M., Russo, S., Di Sabatino, S., Michetti, M., Scoccimarro, E., & Gualdi, S. (2016). Global Assessment of Heat Wave Magnitudes From 1901 to 2010 and Implications for The River Discharge of The Alps. *Science of the Total Environment*, 571, 1330-1339.
- Zscheischler, J., Westra, S., Van Den Hurk, B. J., Seneviratne, S. I., Ward, P. J., Pitman, A., ... & Zhang, X. (2018). Future Climate Risk from Compound Events. *Nature Climate Change*, 8(6), 469-477.