

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEDE
DÖNGÜSEL EKONOMİNİN ROLÜ

BİRTAN GÜVEN BAYRAKTAR
2501190291

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. SEYHUN DOĞAN

İSTANBUL-2022

ÖZ

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEDE DÖNGÜSEL EKONOMİNİN ROLÜ

BİRTAN GÜVEN BAYRAKTAR

İklim değışikliğı, kendisini tehdit eden en büyük küresel sorunlardan biri olarak insanlığın karşısında durmaktadır. Son yıllarda iklim değışikliğı sorununa karşı her ne kadar kamuoyu ilgisi, uluslararası çalışmalar ve bilimsel yayınlarda büyük bir artış olsa da; iklim değışikliğıne neden olan insan kaynaklı etmenler ve iklim değışikliğinin olumsuz etkileri artarak devam etmektedir. Bu nedenle, iklim değışikliğı ile mücadelede hedeflere ulaşılabilmesi için, daha fazla geç kalınmadan Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne uygun olarak yenilenebilir enerjiye geçiş ve enerji verimliliğı ile birlikte materyal verimliliğı ilkelerinin hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, mevcut üretim ve tüketim kalıplarında temel bir dönüşümü vadeden döngüsel ekonominin, iklim değışikliğıne neden olan etmenlerin önlenmesi veya azaltılması yoluyla uluslararası iklim değışikliğıyle mücadeledeki potansiyel rolü incelenmiştir.

Paris Anlaşması'na göre taraflar, sürdürülebilir üretim ve tüketim kalıplarının iklim değışikliğı ile mücadeledeki rolünün önemini kabul etmişlerdir. Yapılan literatür çalışması sonucunda, döngüsel ekonominin azaltım potansiyeline ilişkin zengin bir kaynak olmadığı ve bununla birlikte somut örneklere ilişkin ise çok daha az kaynak yer aldığı fark edilmiştir. Bu çalışmada, iyileştirilmiş ve geniş ölçekte uygulanacak döngüsel bir ekonominin farklı ilkelerinin, önemli emisyon üreticisi çeşitli sektörlerde azaltıma ilişkin değışken sonuçları gösterilerek, bu alanda literatüre katkı yapılmıştır. Mevcut kaynakların incelenmesi sonucunda, genel olarak döngüsel ekonomi ilkelerinin azaltım potansiyelinin umut verici olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İklim Değışikliğı, Döngüsel Ekonomi, Azaltım, Sürdürülebilir Kalkınma, Üretim ve Tüketim Kalıpları

ABSTRACT

THE ROLE OF THE CIRCULAR ECONOMY IN COMBATING CLIMATE CHANGE

BIRTAN GUVEN BAYRAKTAR

Climate change stands before humanity as one of the greatest global problems that threaten it. Although there has been a tremendous increase in the public interest, international studies and scientific publications against climate change issue in recent years, anthropogenic factors causing climate change and its negative impacts continue to increase. For this reason, to achieve the goals in the fight against climate change before it is too late, it is of great importance to implement the principles of material efficiency and the transition to renewable energy according to the sustainable development goals. In this study, the potential role of the circular economy in the fight against global climate change has been tried to be revealed, which promises a fundamental transformation in the current production and consumption patterns in line with sustainable development by preventing or reducing the factors causing climate change.

According to the Paris Agreement, the parties have accepted the importance of sustainable production and consumption patterns in the fight against climate change. As a result of the literature review, it is concluded that there are few resources for the mitigation potential of circular economy and even fewer resources that have concrete examples. Available resources, which are examined here, have generally promising results regarding the mitigation potential of circular economy principles. The study aims to contribute to the literature in this field by displaying the varying results of the different principles of an improved and widely-applied circular economy in terms of mitigation in several sectors which have been causing significant emissions.

Keywords: Climate Change, Circular Economy, Mitigation, Sustainable Development, Production and Consumption Patterns

ÖNSÖZ

İklim değışikliğı toplumun, ekonomik faaliyetlerin ve doğal çevrenin bütününe etkilemesi beklenen ve bu nedenle insanlığı tehdit eden en büyük çevre sorunu olarak ön plana çıkmaktadır. İklim değışikliğine neden olan etmenlerin ortaya çıkmasında Sanayi Devrimi'nden beri süregelen kaynak kullanım şeklinin büyük bir payı bulunmaktadır. Bu nedenle iklim değışikliğı ile mücadelede üretim ve tüketim faaliyetleri açısından, iklim sistemine tehlikeli insan etkisini engelleyecek şekilde temel bir dönüşüm büyük önem taşımaktadır. Bu tez çalışmasında, verimli ve temiz kaynak kullanımıyla sürdürülebilir üretim ve tüketim süreçlerinin hedeflendiğı döngüsel ekonomi kavramı, iklim değışikliğine neden olan kirliliğın önlenmesi açısından incelenmiştir. Yapılan incelemede, döngüsel ekonominin iklim değışikliğine neden olan etmenlerin önlenmesine yönelik çalışmalar açısından literatürde eksiklik olduğu görülerek; bu alanda mevcut literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Bu yüksek lisans tezinin oluşmasında, çalışma sürecim boyunca önemli katkıları ve desteğı olan tez danışmanım Prof. Dr. Seyhun DOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım.

İSTANBUL, 2022

Birtan Güven BAYRAKTAR

İÇİNDEKİLER

ÖZ	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	iv
TABLolar LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
GRAFİKLER LİSTESİ	x
KISALTMALAR LİSTESİ	xi
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM DÖNGÜSEL EKONOMİ

1.1. Doğrusal ve Döngüsel Ekonomi Kavramları	6
1.1.1. Doğrusal Ekonomi Kavramı: Tanımı ve Gelişimi	6
1.1.2. Doğrusal Ekonomi Modeli	8
1.1.2.1. Üretim	10
1.1.2.2. Tüketim	11
1.1.2.3. Çevre Kirliliği	13
1.1.3. Döngüsel Ekonomi Kavramı: Tanımı, Kapsamı, Temelleri ve Gelişimi .	15
1.1.3.1 Döngüsel Ekonominin Tanımı	22
1.1.3.2. Döngüsel Ekonominin Kapsamı	25
1.1.3.3 Döngüsel Ekonomi Kavramının Temelleri ve Gelişimi	28
1.1.3.3.1 BM Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu Öncesi	28
1.1.3.3.2 Sürdürülebilir Kalkınma	30
1.1.3.3.3 Avrupa Komisyonu	33
1.2. Döngüsel Ekonomi Modeli	45

1.2.1. Üretim	50
1.2.2. Tüketim.....	52
1.2.3. Atık Yönetimi	54
1.2.4. İkincil Hammadde.....	56
1.2.5. Enerji Verimliliği.....	58
1.2.6. Rekabetçilik-Yenilikçilik.....	58

İKİNCİ BÖLÜM

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ULUSLARARASI MÜCADELE POLİTİKALARI

2.1. İklim Değişikliği: Nedenleri Ve Muhtemel Etkileri	61
2.1.1. İklim Değişikliği	61
2.1.2. İklim Değişikliğinin Nedenleri	68
2.1.2.1. Doğal Nedenler	68
2.1.2.1.1. Güneş Işımları	68
2.1.2.1.2. Atmosferin Bileşimi	70
2.1.2.1.3. Yer Kabuğunun Hareketleri	71
2.1.2.2. İnsan Kaynaklı (Antropojenik) Nedenler.....	72
2.1.2.2.1. Yüzey Değişiklikleri.....	73
2.1.2.2.2. Sera Gazları ve Aerosoller.....	75
2.1.3. İklim Değişikliğinin Muhtemel Etkileri	77
2.1.3.1. Çevresel Etkiler.....	79
2.1.3.2. Sosyal Etkiler	80
2.1.3.3. Ekonomik Etkiler	82
2.2. Uluslararası İklim Değişikliği ile Mücadele	86
2.2.1. Uluslararası İklim Değişikliği Çalışmaları	86
2.2.1.1. Stockholm Konferansı ve BM Çevre Programı (UNEP)'nin Kuruluşu	87
2.2.1.2. Dünya İklim Konferansları	88
2.2.1.3. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)	90

2.2.1.4. Rio Konferansı ve BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS).....	90
2.2.1.5. BMİDÇS Taraflar Konferansları.....	92
2.2.1.5.1. Kyoto Protokolü (COP 3).....	94
2.2.1.5.2. Kopenhag Anlaşması (COP 15)	96
2.2.1.5.3. Cancun Anlaşması (COP 16)	98
2.2.1.5.4. Doha Anlaşması (COP 18)	99
2.2.1.5.5. Paris Anlaşması (COP 21).....	100
2.2.2. Uluslararası İklim Değişikliği Politikalarına Genel Yaklaşım: Önleme, Azaltım ve Uyum.....	103

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DÖNGÜSEL EKONOMİ UYGULAMALARININ ULUSLARARASI İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEDEKİ ROLÜ

3.1. Temel Döngüsel Ekonomi İlkelerinin Sera Gazı Emisyonlarının Azaltılması Açısından Rolü	112
3.1.1. Daha Az ve Yenilenebilir Kaynak Kullanımı.....	115
3.1.2. Ürünlerin ve Üretim Süreçlerinin Tasarlanması.....	117
3.1.3. Ürünlerin ve Materyallerin Daha Uzun Süreli ve Yoğun Kullanımı.....	121
3.1.4. Atıkların Önlenmesi ve Doğal Sistemler İçin Yenileyici Uygulamalar .	124
3.2. Döngüsel Ekonominin Önemli Emisyon Üreticisi Sektörlerde Azaltım Açısından Rolü ve Dünyada Bazı Döngüsel Ekonomi Uygulamaları.....	128
3.2.1. Ağır Sanayi	132
3.2.2. Yapı.....	136
3.2.3. Gıda.....	139
3.2.4. Ulaşım.....	143
3.2.5. Atık	145
SONUÇ.....	148
KAYNAKÇA	154

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1.: Döngüsel ekonomiye geçişin önündeki engeller	20
Tablo 1.2.: Literatürde Yer Alan Bazı Döngüsel Ekonomi Tanımları.....	23
Tablo 1.3.: Avrupa Komisyonu tarafından sunulan 2014 ve 2015 (2018 düzenlemeleri dahil) döngüsel ekonomi paketleri kapsamında belirlenen atık yönetimine ilişkin hedefler.....	42
Tablo 1.4.: Döngüsel ekonominin temel özellikleri ve kolaylaştırıcı faktörleri	48
Tablo 1.5.: DE de atık yönetimi uygulamaları	55
Tablo 2.1.: Bugüne kadar düzenlenen BMİDÇS Taraflar Konferansları (COP)	93



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Doğrusal Ekonomi.....	8
Şekil 1.2.: Doğrusal ekonomi süreci.....	9
Şekil 1.3.: Doğrusal ekonomiden döngüsel ekonomiye doğru	16
Şekil 1.4.: Tasarımla güçlendirilmiş onarıcı bir endüstriyel sistem olarak DE	19
Şekil 1.5.: DE’de, daha az kaynak ve enerji talep eden iç halkaların önemi.....	26
Şekil 1.6.: Sürdürülebilir Kalkınmanın Kapsamı	32
Şekil 1.7.: BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri	33
Şekil 1.8.: AB Atık Önleme Hiyerarşisi	37
Şekil 1.9.: Döngüsel Ekonomi	39
Şekil 1.10.: Basitleştirilmiş Döngüsel Ekonomi Modeli	47
Şekil 1.11.: İç döngünün gücü	51
Şekil 1.12.: Daha uzun döngünün etkisi	51
Şekil 1.13.: Saf ve tehlikeli olmayan girdi ile kolay ayrıştırılabilir tasarımların gücü	52
Şekil 2.1.: Küresel ortalama sıcaklığın ve yağışın salınımı.....	62
Şekil 2.2.: Sera etkisinin şematik gösterimi	64
Şekil 2.3.: Milankoviç Döngüleri	70
Şekil 2.4.: Simüle edilmiş yıllık küresel ortalama yüzey sıcaklıkları.....	73
Şekil 2.5.: Mouna Lua Gözlemevi, 1958-2018 arası atmosferdeki CO ₂ yoğunluğu .	75
Şekil 3.1.: DE nin küresel emisyonları azaltma potansiyeli	114
Şekil 3.2.: Döngüsel Ekonomide üretim sürecini gösteren “kurtarma dikdörtgeni”	119
Şekil 3.3.: İnsan kaynaklı salınan küresel sera gazlarının sektörlere göre dağılımı (2010).....	129
Şekil 3.4.: Küresel emisyonların sektörlere göre dağılımı	131
Şekil 3.5.: AB ağır sanayisinde daha döngüsel bir ekonominin 2050’ye kadar yıllık olarak emisyon azaltım potansiyeli (Milyon ton CO ₂)	134
Şekil 3.6.: Küresel ölçekte ağır sanayide 4 temel materyalin üretiminde daha döngüsel bir ekonominin 2050’ye kadar yıllık emisyon azaltım potansiyeli (Milyar ton CO ₂)	135
Şekil 3.7.: DE’nin gıda sektöründen kaynaklanan küresel emisyonları azaltma potansiyeli (Milyar ton CO ₂).....	141

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1.1.: Bölgelere göre öngörülen yıllık atık üretimi (milyon ton).....	14
Grafik 2.1.: Yıllara göre atmosferdeki CO ₂ yoğunluğu ve emisyonlar (1750-2019)65	
Grafik 2.2.: Küresel Ortalama Yüzey ve Okyanus Sıcaklığı Anomalisi (Ocak-Aralık)	66
Grafik 3.1.: 1900-2014 arası küresel kaynak kullanımı	108
Grafik 3.2.: Tahmini olarak küresel mal üretimi ve tüketiminden kaynaklanan CO ₂ emisyonları.....	109



KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BM	: Birleşmiş Milletler
BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CH₄	: Metan
CMP	: Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol (Kyoto Protokolü tarafları özelinde düzenlenen Taraflar Konferansı)
CO₂	: Karbondioksit
CO_{2e}	: Karbondioksit eşdeğeri
COP	: The Conference of the Parties (Taraflar Konferansı)
DE	: Döngüsel Ekonomi
N₂O	: Diazotmonoksit
NOAA	: National Oceanic and Atmospheric Administration (Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi)
EASAC	: European Academies Science Advisory Council (Avrupa Akademileri Bilim Danışma Konseyi)
EMAF	: Ellen MacArthur Foundation (Ellen MacArthur Vakfı)
H₂O	: Su buharı
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)
İDÇS	: İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
O₃	: Ozon

ppb : Parts per billion (Milyarda bir parçacık birimi)

ppm : Parts per million (Milyonda bir parçacık birimi)

UNEP : United Nations Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)

UNFCCC : United Nations Framework Convention on Climate Change (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi)

WMO : World Meteorological Organization (Dünya Meteoroloji Örgütü)



GİRİŞ

Yaşamakta olduğumuz insan kaynaklı çevre sorunlarının temeli her ne kadar insan müdahalesinin başladığı tarım devrimine kadar uzansa da; esas olarak Sanayi Devrimi'yle başlayan, ne pahasına olursa olsun büyümeye dayalı mevcut ekonomik sistemin aşırı üretim ve tüketim süreçlerinin ve İkinci Dünya Savaşı sonrası yaşanan aşırı nüfus artışının etkilerine dayanmaktadır. Sanayileşme sürecinin başından itibaren üretim ve tüketim faaliyetleri, dünyada hakim neoklasik ekonomi anlayışının çevreye bakışının da etkisiyle temel olarak doğrusal bir kaynak tüketim modelinin ötesine geçememiştir. Neredeyse dünyanın bütün ülkelerinde görülen büyümeye dayalı kalkınma anlayışı, aşırı doğal kaynak kullanımına neden olan üretim ve tüketim şekli nedeniyle ağır çevresel sorunlara yol açmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin bugün ulaştığı toplam üretim ve tüketim düzeyi Dünya'nın taşıma kapasitesinin çok üzerindedir. Fosil enerji kaynaklarının kullanımına dayalı sürekli büyüyen, daha çok üretimi ve tüketimi teşvik eden mevcut ekonomik sistemin gezegenin sınırlarıyla çeliştiği ve sürdürülemez olduğu açık bir şekilde görülmektedir.

Küresel olarak insanlık, günümüzde 1,7 dünya varmış gibi yaşamaktadır. Bunun sonucunda Dünya'nın bir yılda sağlayabileceği kapasiteyi aştığı gün sayılan Dünya Limit Aşım Günü, 2019 yılı itibarıyla bugüne kadarki en erken tarih olan 29 Temmuz'da gerçekleşmiştir (WWF-Türkiye, 2019). Doğal çevreyi, üretim için ihtiyacı olan hammaddeyi sağladığı ve üretim ile tüketim sonucu oluşan atığın saklandığı bir yer olarak kullanan doğrusal ekonomik sistemin bugün geldiği seviyeyi ve çevreye ne derece zarar verebileceğini anlamak açısından bazı sayısal verileri göstermek yerinde olacaktır: Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP)'nin küresel atık görünümüne ilişkin raporuna göre; dünyada üretim ve tüketim faaliyetleri nedeniyle toplamda 7-10 milyar ton arasında küresel boyutta atık meydana geldiği tahmin edilmektedir (UNEP, 2015: 52). Sanayi Devrimi'nin başladığı yıllardan bugüne kadar dünya ekonomisinin sebep olduğu karbondioksit (CO₂) salımı 55 misli yükselerek yıllık 30 milyar tonun üzerine çıkmıştır. Buna paralel olarak Sanayi Devrimi öncesinde atmosferdeki karbon yoğunluğu 280-300 ppm iken 2015 ten itibaren 400 ppm'i aşmıştır (Doğan & Tüzer, 2017a: 97-98). Tüketim konusunda ise;

Sanayi Devrimi'yle birlikte üretim maliyetinin düşmesi ve ürünlere ulaşılabilirliğin artmasıyla modern anlamda tüketim toplumunun oluşmaya başladığı belirtilebilir. Özellikle Birinci Dünya Savaşı ve 1929 Ekonomik Buhranı nedeniyle yaşanan talep azalmasıyla ekonomik yapının çökme noktasına gelmesi nedeniyle, talep yetersizliği sorununun çözümü için politikalar devreye sokulmuştur. 20. yüzyıl başlarında ABD ve İngiltere'de reklamcılık stratejileriyle tüketim anlayışı şekillendirilmeye başlamış ve bu yüzyılda tüketim, özgürlük ve mutluluğun kaynağı olarak algılanmaya başlanmıştır. İkinci Dünya Savaşı sonrası yıllardan bugüne kadar tüketimde yaşanan büyüme çevre üzerinde muazzam bir baskı oluşturmuştur. Bu baskı sonucunda kendi döngüsel sistemi içerisinde varlığını devam ettiren ekolojik sistem, büyük bozulmalar yaşamış ve kendisine zarar veren insanoğlunun hayatını tehdit eder hale gelmiştir. Bir gerçeklik olarak kendisini gösteren ve insanlığı tehdit eden çevre sorunlarının başında gelenlerden birisi de iklim değişikliğidir.

İklim, Dünya var olduğundan beri iç ve dış birçok doğal etmen nedeniyle sürekli ve farklı boyutlarda değişiklik göstermiştir. Fakat iklim sistemi üzerinde etkisi devam eden doğal süreçlerin yanında insan faaliyetlerinin de etkisiyle atmosferdeki sera gazı yoğunluğundaki artışın, son 12.000 yılda yalnızca 2 °C değişerek insanlığın gelişimine olanak sağlayan kararlı iklim yapısının bozulmasına neden olması; bu nedenle de insanlık için birçok açıdan ciddi tehdit oluşturması beklenmektedir (Kurnaz, 2017: 42-43).

İklim değişikliği bilimi açısından en önemli otorite olarak görülen Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), 2007 tarihli 4. Değerlendirme raporunda iklim değişikliği için yapmış olduğu tanımda, iklim üzerindeki insan etkisine de vurgu yapmıştır (IPCC, 2008: 5, 30). Yapılan birçok çalışma, toplumsal ve ekonomik faaliyetlerin yoğunlaştığı Sanayi Devrimi'yle birlikte –özellikle 1950'lerden itibaren- sera gazı emisyonlarında ve atmosferdeki sera gazı birikimlerinde; bunun sonucu olarak da küresel sıcaklıklarda artış olduğunu göstermektedir. IPCC'nin 5. raporunda; gözlenen iklim değişikliğinin insan kaynaklı olduğu daha net bir şekilde ifade edilmiştir. Raporda daha detaylı olarak; 1880-2012 döneminde küresel sıcaklıklarda ortalama 0,85 °C artış olduğu, özellikle 1950'li

yılların başından itibaren gözlenen değişimlerin daha önce benzeri görülmemiş durum olduğu ifade edilmiştir. Özellikle 1950’den itibaren gerçekleşen sıcaklık artışlarına çok büyük ihtimalle insan faaliyetlerinin neden olduğu vurgulanmış; bu duruma kanıt olarak, belirtilen tarihten itibaren her on yılda gerçekleşen ortalama sıcaklık artışı (0,12 °C) gösterilmiştir (IPCC, 2014a: 2-7). IPCC’nin aynı raporuna (2014) göre; insan kaynaklı iklim değişikliğine karşın önlem alınmadığı veya yetersiz önlemler alınması durumunda iklim değişikliğinin, gelecekte ağır çevresel, sosyal ve ekonomik sorunlara neden olacağı konusunda görüş birliği bulunmaktadır.

20. yüzyılın ortalarından itibaren hayatın her alanında çevreye verilen zararın daha belirgin şekilde fark edilmesiyle konu, uluslararası boyutta ele alınmaya ve Birleşmiş Milletler (BM) öncülüğünde düzenlenen çalışmalarla dünyanın bugün karşı karşıya gelmiş olduğu şehirleşme oranı, nüfus sayısı, üretim ve tüketim seviyesi ve bunlara bağlı olarak gerçekleşen eşitsizlik, çevre kirliliği ve iklim değişikliği gibi olumsuz gidişatın geri çevrilmesi için Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri belirlenmeye başlanmıştır. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri’ne ulaşmak için geliştirilen ekonomik uygulamalardan kavram olarak en yeni olan “Döngüsel Ekonomi (DE)”, “al-yap-kullan-at” anlayışıyla işleyen doğrusal ekonomik sisteme alternatif olarak doğada atık kavramının bulunmayışı çıkış noktasından hareketle döngüsel (kapalı) bir uygulama ortaya koymakta ve giderek daha fazla ilgi çekmeye başlamaktadır (Önder, 2018b: 196). DE yaklaşımıyla üretim süreçlerinin tüm aşamalarında ve ürün yaşam döngüsü boyunca ürünlerin ve tüm bileşenlerin yeniden kullanımı, yeniden üretimi, yenilenmesi, onarımı, yükseltilmesi ve basamaklandırılmasıyla birlikte; yenilenebilir kaynaklardan ve atıktan elde edilen enerji kullanımı vurgulanmaktadır. DE ile tüketici kavramından kullanıcı kavramına geçiş sağlanarak, yeniden tanımlanan üretim ve tüketim sisteminin ötesine geçilmek hedeflenmektedir (Korhonen, Honkasalo, & Seppälä, 2018a: 37, 41). DE’nin verimli kaynak kullanımı, çevreye bırakılacak atık miktarının ve emisyonların azaltılması ve yeni iş fırsatları ile istihdam olanaklarının yaratılması hedefleriyle; ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarda olumlu yönde etkilerinin görülmesi beklenmektedir.

Uluslararası iklim değışikliği çalışmalarına dayanak oluşturacak şekilde iklim hedeflerini belirleyen ve belirlenen hedeflere ulaşılması için stratejileri ve ykmllkleri düzenleyen temel belge konumunda olan Birleşmiş Milletler İklım Değişikliği ereve Sözleşmesi (BMİDÇS) kapsamında, insan kaynaklı iklim değışikliğine neden olan atmosferdeki sera etkisini arttırıcı etkilerin azaltılmasını ifade eden “azaltım” ve doğal ve beşeri sistemler için iklim değışikliğinin olumsuz etkilerine karşın önlemlerin alınmasını ifade eden “uyum” olmak üzere iki temel politika belirlenmiştir. DE, -döngüsel bir ekonomiyle tutarlı olan- yenilenebilir enerjiye geçiş ve enerji verimliliği stratejileriyle birlikte, iklim değışikliğine önemli etkileri bulunan kaynakların kullanım şeklinde temel bir dönüşüm sağlayarak iklim değışikliği ile mücadelede önemli bir rol oynayabilir. Küresel emisyonların %62’lik büyük bir kısmının, toplumun ihtiyaçlarına yönelik ürünlerin bütün üretim süreçlerinden kaynaklandığı (UNFCCC, 2019b) düşünüldüğünde; DE’nin azaltıma yönelik potansiyelinin incelenmesi ve en etkin şekilde kullanılabilmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada makaleler, haberler, bilimsel kitaplar, çevreye odaklanan kuruluşların raporları, Birleşmiş Milletler (BM) ve Avrupa Birliği (AB) kurumlarının yayımlamış olduğu raporlar ve internet kaynakları olmak üzere birincil ve ikincil kaynaklar incelenmiştir. İklım değışikliği ile mevcut üretim ve tüketim kalıpları arasındaki ilişki bağlamında, uluslararası iklim değışikliği ile mücadelede dikkat edilmesi gereken değişkenlerin belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmayla; DE’nin doğrudan ve dolaylı olarak iklim değışikliğine neden insan kaynaklı etmenlerin azaltılmasına veya nlenmesine yönelik rolü, uluslararası iklim değışikliği ile mücadele kapsamında değerlendirilerek, bu alanda literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın birinci bölümünde, literatür araştırması yapılarak döngüsel bir ekonominin öneminin daha iyi anlaşılabilmesi açısından Sanayi Devrimi’nden bu yana uygulanan doğrusal ekonomi kavramı ile modeli tanımlanmış ve doğrusal ekonominin gelişimine ilişkin bilgiler verilmiştir. Sonrasında, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri’ne ulaşabilmek için ortaya atılan DE kavramı detaylı bir şekilde ifade

edilmiş; DE için yapılan tanımlar derlenmiş ve DE'nin kapsadığı süreçler verilmiş; bununla birlikte DE'nin gelişimi, sürdürülebilir kalkınma süreciyle birlikte ele alınmıştır.

İkinci bölümde iklim değişikliği kavramı, iklim değişikliğinin nedenleri, olası etkileri ve uluslararası iklim değişikliği ile mücadele çalışmaları ve bu kapsamda belirlenen politikalar incelenmiştir.

Üçüncü bölümde ise, DE'nin uluslararası iklim değişikliği ile mücadelede azaltım politikası açısından rolü incelenmiş; bu bağlamda, DE ilkelerinin özellikle de önemli emisyon üreticisi sektörlerdeki azaltım potansiyeli gösterilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

DÖNGÜSEL EKONOMİ

1.1. Doğrusal ve Döngüsel Ekonomi Kavramları

1.1.1. Doğrusal Ekonomi Kavramı: Tanımı ve Gelişimi

Doğrusal ekonomiye ilişkin literatürde farklı kelimelerle de olsa genel olarak anlam açısından benzer tanımlar yapıldığı görülmüştür. Özsoy, 2018 tarihli çalışmasında doğrusal ekonomiyi özetle; açık bir tüketim sistemi olarak yap-kullan-at sürecine dayanan; hammaddenin çıkarılması, işlenmesi ve kullanıldıktan sonra atık haline getirilmesi sürecini ifade eden sistem olarak tanımlamıştır (Özsoy, 2018a: 51). Ellen MacArthur Vakfı (EMAF) doğrusal ekonomiyi, “al-yap-at modelini izleyen doğrusal bir kaynak tüketim modeli” olarak tanımlamıştır (EMAF, 2013: 14). AB ise DE için, materyal ve ürünlerin değer kaybına, kaynak kıtlığına ve istikrarsız hammadde arzına; kaynak fiyatlarının değişken olmasına; ve çevre kirliliği ile iklim değişikliğine neden olan “al-yap-kullan-at” anlayışıyla işleyen bir ekonomik model tanımını yapmıştır (EC, 2016: 3).

Sanayileşme sürecinin başından itibaren üretim ve tüketim faaliyetleri, birlikte geliştiği kapitalist ekonomi anlayışının çevreye bakışının da etkisiyle temel olarak doğrusal bir kaynak kullanım modelinin ötesine geçememiştir. Bu modelde genel olarak, üreticiler tarafından ürün elde etmek için hammadde çıkarıldığı; yoğun enerji ve emek uygulanmasıyla ürüne dönüştürüldüğü; üretim sürecinde oluşan atığın büyük oranda çevreye bırakıldığı; elde edilen ürünün nihai tüketiciye satıldığı; ve tüketici tarafından da kullanım sonucunda amacına hizmet etmediğinde veya modası geçtiğinde atıldığı bir süreç takip edilir. Bu süreç, kaynakların sonsuz olmadığı ve giderek kitlediği dünyada “ürün değer zinciri boyunca” ciddi kaynak kayıplarına neden olmaktadır (EMAF, 2013: 14-15). Sanayi Devrimi’yle birlikte yaşanan hızlı sanayileşme, kentleşme, nüfus artışı ile mevcut ekonomik sistemle geçen yüzyılda genel olarak düşük seyreden reel kaynak fiyatları ve tüketimin teşvik edilmesi, kaynak

kullanımını çok büyük boyutlara çıkarmıştır. Uluslararası Kaynak Paneli'nin verilerine göre küresel olarak materyal kullanımı, 1900'lü yılların başından itibaren sürekli artmış; özellikle 1970 yılından itibaren günümüze kadar üç kattan fazla artış göstererek 2017 yılı itibariyle 92 milyar tonu geçmiştir. 2060 yılına gelindiğinde ise; küresel materyal kullanımının, yaklaşık iki kat daha artarak 190 milyar tona ulaşabileceği ve buna bağlı olarak sera gazı emisyonlarında %43 artış olabileceği düşünülmektedir (UNEP, 2019a).

Sanayi Devrimi'yle birlikte üretim süreçlerinde sağlanan ilerlemeler üretim maliyetlerinin düşmesine, yüksek üretim seviyelerine ve çeşitliliğine yol açmıştır. Sanayileşme sürecinin öncelikle daha fazla kâr ve büyümeyi hedefleyen kapitalizmle birlikte gelişmesi, tüketim anlayışının değişmesi sunucunu doğurmuştur. Erken sanayileşen ülkelerdeki burjuva sınıfı, kitlesel boyutlara erişen üretim mallarını satabilmek ve böylece yüksek kâr elde edebilmek amacıyla, o zamanlara kadar toplumun büyük kısmının temel ihtiyaçlarını karşılamak adına yaptığı tüketim anlayışının değişmesi için reklamcılık stratejileri geliştirmeye ve moda anlayışı oluşturmaya çalışmışlardır. Bu faaliyetler sonucunda, 20. yüzyılın başından itibaren toplumların tüketim davranışları değişerek bugünkü anlamıyla tüketim toplumu oluşmaya başlamıştır. Doğrusal üretim ve tüketim modelinin uygulandığı bu toplum yapısında üretim için yoğun kaynak tüketilmesiyle ve bireysel tüketim sonucu nihai ürünlerin atık haline gelmesiyle çevrenin kapasitesi üzerinde yük oluşturularak çevre kirliliğine neden olunmaktadır (Çelik & Küçük, 2020: 2-5). BM Çevre ve Kalkınma Konferansı tarafından 1992 yılında düzenlenen Rio Konferansı sonunda yayınlanan "Gündem 21"nin Tüketim Modellerinin Değiştirilmesi başlıklı 4. bölümünde; yoksulluğun ve çevresel bozulmanın, özellikle sanayileşmiş ülkelerdeki sürdürülemez tüketim ve üretim modelinden kaynaklandığı vurgulanmıştır (UNCED, 1992).

Sürekli büyümeye dayalı mevcut ekonomik sistem, Sanayi Devrimi'nden itibaren hızlanan nüfus, sanayileşme ve kentleşme ile birlikte üretimin ve tüketimin aşırı artışına yol açmıştır. Bu artışa neden olan sürecin başından beri uygulanan doğrusal üretim ve tüketim süreçleri nedeniyle yenilenemeyen doğal kaynakların aşırı kullanımına; ve bununla birlikte büyük miktarlarda sera gazı salımına ve atık

oluşumuna neden olunarak, çevre üzerine kapasitesini aşacak şekilde yük oluşturulmuştur (Ucal, 2017a: 121-122). Geline nokta üretim ve tüketim faaliyetlerimiz 1,7 Dünya gerekecek seviyelere yükselmiş; bu durum da ormanların ve su kaynaklarının tahribatına, hava ve toprak kirliliğine, biyolojik çeşitlilik kaybına ve iklim değişikliğine neden olarak Dünya'nın ekosistem hizmetlerinin yıpranması sonucunu doğurmuştur (WWF-Türkiye, 2019).

Doğrusal üretim modelinde ısrar edilmesi durumunda, ilerleyen zamanda kaynağa ulaşmada zorlukların ve doğuracağı eşitsizliklerin yanında; zamanla bölgesel iklim değişikliğinden kaynaklanacak olan su ve gıdaya ulaşım ve sağlık sorunlarının öncelikle yaşanması olasılığının varlığında; kaynakların ve doğal çevrenin korunduğu onarıcı bir alternatif üretim ve tüketim sistemi üzerinde önemle durulması gerekmektedir.

1.1.2. Doğrusal Ekonomi Modeli

Temel hedefi ekonomik büyümenin sürekli hale getirilmesi olan ve Sanayi Devrimi'nden itibaren çok yaygın olarak benimsenen neoklasik ekonomi anlayışıyla birlikte uygulanan doğrusal ekonomi kavramı, “al-yap-kullan-at” prensibiyle işlemektedir. Basit, açık uçlu ve doğrusal bir süreçte sahip olan doğrusal ekonomik sistem birincil kaynakların (hammadde) çıkarılması, işlenerek materyal ve/veya ürün haline getirilmesi ve kullanılarak tüketilmesi sonucunda da çevreye bırakılmak üzere atık haline gelmesi sürecini tanımlamaktadır (Özsoy, 2018a: 51-52).

Şekil 1.1.: Doğrusal Ekonomi



Kaynak: (European Comission, 2016: 3)

Doğrusal ekonomide üretim sürecinin her aşamasında çoğunlukla fosil yakıt kaynaklı enerji kullanıldığı için, atmosfere yoğun bir şekilde sera gazı salınarak tüketim sürecinde oluşan kirliliğin daha da artmasına; ve böylelikle küresel ısınmayla birlikte iklim değişikliğini hızlandıran atmosferin sera etkisinin artmasına neden olmaktadır.

Şekil 1.2.: Doğrusal ekonomi süreci



Kaynak: (Sauvé, Bernard, & Sloan, 2016: 52)

Doğrusal ekonomide üretim süreçlerinin planlanmasında, çevresel sınırlardan çok neoklasik büyüme anlayışına uygun bir şekilde düşük maliyet, yüksek satış miktarı ve aşırı kâr fırsatlarına öncelik verilmektedir. Bu nedenle mevcut ekonomik sistem aşırı nüfus artışının yaşandığı, sanayileşme ve kentleşmenin hızlandığı ve çevre kirliliğinin olumsuz etkilerinin daha yoğun hissedildiği bir ortamda doğal kaynakların sınırlı olmasını ve çevrenin korunması gerekliliğini dikkate almayarak sürdürülebilir bir kalkınma sağlama konusunda başarısız olmuştur (Önder, 2018b: 198). Sanayileşme sürecinin başından itibaren kaynak verimliliğinde ilerleme sağlanmış olsa da; ihtiyaçların karşılanmasından çok sürekli tüketime ihtiyaç duyan ve tüketimi tetikleyen genel yapısıyla ekonomik sistemin, dünyada kaynak kıtlığı ve çevre kirliliği konusunda geline bu noktada kaynakların onarıcı kullanımını ve çevrenin korunmasını sağlaması mümkün görünmemektedir. Küresel boyutta çok büyük miktarlarda hammadde kullanımına ve atık oluşumuna neden olan bu sistemin

uygulanmaya devam edilmesi halinde; kaynak kıtlığı, çevre kirliliği ve bunlara bağlı olarak birçok problemin gün geçtikçe artarak hissedileceği ve bununla beraber şimdiki ve gelecek nesillerin refahının sağlanmasının zorlaşacağı beklenmektedir (EMAF, 2013: 14-15).

1.1.2.1. Üretim

Doğrusal üretim modeli, hammadde çıkarımı ve nihai üretim arasında önemli miktarda kaynak kaybını ifade eden “üretim zincirinde atık”; atık olarak sayılan materyal/ürünlerin katı atık sahasına gönderilmesiyle enerjisinin kaybolması anlamına gelen “enerji kullanımı”; doğrusal üretim anlayışıyla üretilen ürünlerin tasarımı ve ürünlerde kullanılan materyallerin yapısı nedeniyle geri kazanım oranlarının birincil üretim oranlarına kıyasla daha az olması sonucu önemli miktarlarda kaynak kaybını ve çevreye bırakılmak üzere atık çıkarılmasını ifade eden “ürün ömrü sonu israfı”; ve büyük oranlarda ormansızlaşma ve Dünya ekosistemlerinin üretkenliğinin çok üzerinde tüketim yapılması sonucu oluşan ve en az iklim değişikliği kadar rahatsız edici bir diğer durum olan; insan refahını destekleyen ve geliştiren ekosistemin sağladığı hizmetlerde yaşanan bozulmaları ifade eden “ekosistem hizmetlerinin erozyonu” olarak adlandırılabilir çeşitli süreçlerde ve şekillerde kaynak kaybına ve çevre kirliliğine neden olmaktadır (EMAF, 2013: 14-17).

Doğrusal üretimin geldiği boyutu anlama açısından yalnızca bir sektöre ilişkin örnek verecek olursak; üretim ve tüketim aşamalarında ciddi oranlarda emisyon salımı ve tehlikeli atık oluşumu meydana gelen otomotiv sektöründe, yalnızca özel otomobil üretimi 1946 yılında 2 milyon, 1955’te 8 milyon, 2008 yılında 70 milyon ve 2017 yılında ise; yıllık 73 milyon seviyesine ulaşmıştır (Özsoy, 2018a: 6; OSD, 2018: 6). Üretimde çok sayıda ve çeşitli materyal kullanan bu sanayi kolu üretim, üretilen motorlu araçların kullanımı ve araçların ömrünü tamamlaması gibi birçok aşamada katı, sıvı ve gaz atık oluşturmaktadır. Bir aracın üretimi sonucunda yaklaşık 25 ton atık meydana gelmektedir. Yalnızca çıkan atık ve sektörün üretim miktarları dikkate alındığında sektörün çevresel yükünün ne kadar ciddi seviyede olduğu görülebilmektedir (Şentürk, 2019: 72). Doğrusal üretim modeli için önemle belirtilmesi gereken bir diğer konu ise; enerjiyle birlikte sanayi için son derece önemli

bir girdi olan tatlı su kaynaklarının durumudur. Dünya’da toplam su tüketiminin yaklaşık beşte biri sanayide gerçekleşmektedir. Son iki yüz yılda tarım ve sanayide aşırı su kullanımı, su kıtlığına neden olan önemli bir etmendir. Ayrıca tatlı su kaynaklarının Dünya üzerindeki dağılımı da büyük farklılıklar göstermektedir (BAA, 2020a). Dünyada özellikle gıda, tekstil ve kimya ürünleri üretiminde yoğun olarak su kullanılmaktadır. Örneğin; 250 gr.lık bir hamburger için 11 bin lt. ve ortalama bir pamuklu tişört için 7 bin lt. su harcandığı düşünüldüğünde; Dünya’nın tatlı su kaynakları açısından da mevcut üretim modelinin sürdürülemez olduğu açıktır (Özsoy, 2018a: 12).

1.1.2.2. Tüketim

Daha fazla kâr ve sermaye birikimi elde edilmesi amaçlanan kapitalizmde sürekli tüketime ihtiyaç duyan fazla üretim, belli zamanlarda süregelen krizleri tetikleyerek talep-arz-gelir döngüsünde bozulmalara neden olmuştur. Özellikle bu bozulmanın sonuçlarının çok ağır olduğu 1929 ekonomik buhranı ile birlikte üreticiler, kârlılıklarının devamı için farklı zamanlarda tüketimi teşvik edecek stratejiler geliştirmiştir. Krizin etkilerini sonlandırmak için 1930’ların başından itibaren tüketim mallarının modasının hızlı bir şekilde geçeceği ve daha kısa ömürlü olacak şekilde üretilerek bu sayede yeni ürün satın alınmasını teşvik eden “planlı demodelik/eskimişlik” önerilmiştir. “Al-yap-tüket-at” modeli olan doğrusal ekonomiyi teşvik eden ve geliştiren bu anlayış sonucunda onarım, geri dönüşüm veya yeniden kullanım yerine; ürünlerin daha çabuk elden çıkarılması ve daha çok yeni ürün satın alınmasıyla çok fazla kaynak tüketimine ve atık oluşumuna neden olunmuştur. Oluşan büyük miktarlardaki atığın da, uygulanan doğrusal model nedeniyle depolama sahalarına gönderilmesi ve/veya yakılmasıyla çevre kirliliği artmıştır. Bu uygulama özellikle elektronik ürünlerde halen yaygın olarak devam etmektedir (Andrews, 2015: 306-307). Tüketimin artmasına neden olan bir diğer strateji de, ürünlerin hızlı üretim sürecine ve piyasada hızla değişimine dayalı olarak tüketici kitlesinin ve böylece tüketimin artırılmasının hedeflendiği iş modeli olan “hızlı moda”dır. Bu kavram 1980 yılında Amerika Birleşik Devletleri (ABD)’nde moda sektöründe ortaya çıkmış ve 90’lı yıllarda dünyaya yayılmaya başlamıştır. Firmaların artan kâr talepleri sonucu

başvurulan bu uygulama, gelişmemiş veya gelişmekte olan ülkelerde emek gücü haklarının ihlal edilmesinden faydalanılarak ve polyester ve diğer sentetikler gibi daha ucuz materyaller kullanılarak sağlanan düşük fiyat, hızla yeni ürünlerin piyasaya sürülmesi ve ürün ömrünün kısaltılması gibi nedenlerle geleneksel üretime göre çevrenin daha fazla kirlenmesine neden olmaktadır (Mangır, 2016: 149). Diğer yandan hazır yiyeceklerin tüketiminin teşvik edilmesi; plastik ve kağıt tabak, çatal-kaşık, ambalaj, vb. materyallerin kullanımının artmasına ve böylece “kullan-at” kültürünün yaygınlaşmasına yol açmaktadır. Bahsedilen bu ve benzer stratejilerin uygulanması, üretim ve tüketim artışına bağlı olarak çevrenin kapasitesi üzerinde kaynak kullanımı, atık oluşumu ve sera gazı salımına neden olmaktadır (Çelik & Küçük, 2020: 11-12).

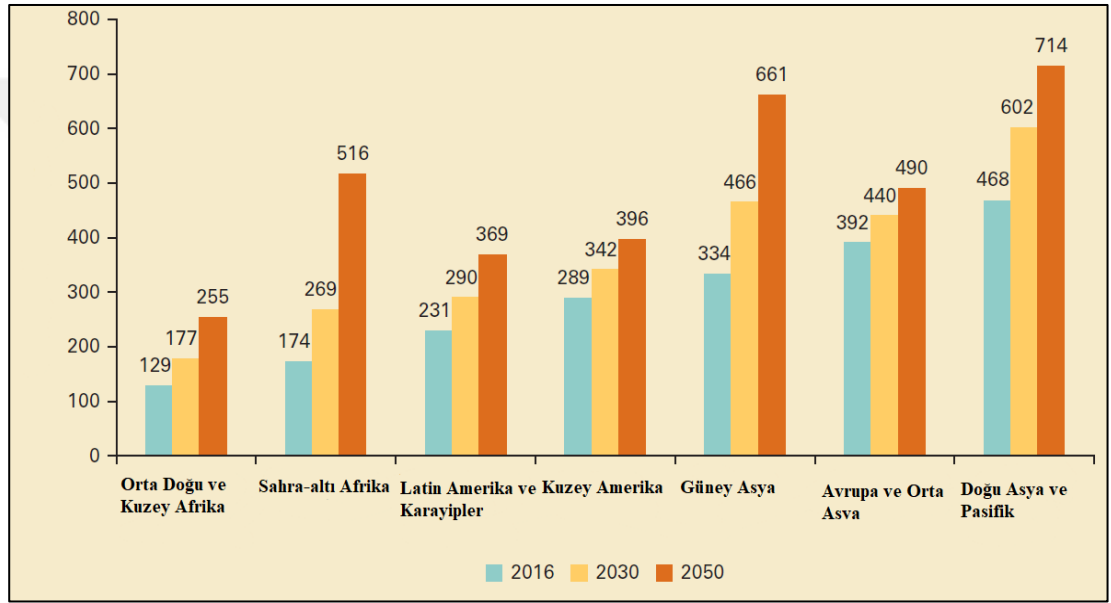
Tüketim, küresel nüfus artışına ve ekonomik faaliyetlere bağlı olarak artmaya devam etmektedir. Dünya ölçeğinde nihai tüketim harcamaları 1970 yılında 2,2 trilyon ABD dolarıyken, 2019 yılına gelindiğinde bu rakam 64,2 trilyon ABD dolarına ulaşmıştır. Gelir eşitsizliğine bağlı olarak gelişmiş ülkeler, nüfus olarak az bir oranı kapsamakta olsa da; atık oluşumundaki payı gibi, 2019’da yapılan toplam tüketim harcamasının da yaklaşık %65’ini gerçekleştirmiştir (The World Bank, 2021a). Üretim başlığında olduğu gibi yine üretim ve tüketim aşamalarında ciddi oranlarda emisyon ve tehlikeli atık oluşumuna neden olan otomotiv sektöründen örnek verecek olursak; her ne kadar ulaşım ihtiyacının çevre kirliliği ve geline teknolojik ilerlemeye de bağlı olarak çok büyük oranda toplu taşıma sistemleriyle karşılanması gerekirken; çevresel faktörlerin ön planda olmadığı hakim ekonomik anlayışın da etkisiyle yalnızca 2019 yılında küresel olarak toplam 91,3 milyon otomobil satışı gerçekleşmiştir (A&T Bank, 2020: 5). Dünya nüfusu geçtiğimiz yüzyılda çok hızlı bir artış göstermiş ve 1950’lerdeki sayının üç katına ulaşmıştır. 2050’ye kadar ise Dünya nüfusunun yaklaşık 10 milyara yükseleceği, buna bağlı olarak da tüketici nüfus ile tüketimin artacağı, ve doğrusal tüketim modelinin devam etmesi durumunda yalnızca küresel yıllık kentsel atık üretiminin bugüne göre büyük artış göstererek 3,4 milyar tona ulaşması beklenmektedir (The World Bank, 2018a).

1.1.2.3. Çevre Kirliliği

Yüksek oranda doğrusal anlayışla uygulanan üretim ve tüketimin günümüzde ulaştığı boyutları daha iyi anlamak açısından bazı önemli noktalarda oransal örnekler verilmesi yararlı olacaktır. Yeryüzündeki toplam suyun %2,5'inin tatlı su olduğu, ulaşılması daha kolay olan yüzey sularının tatlı su kaynaklarının %0,26'sını oluşturduğu ve yenilenebilir ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılabilecek tatlı suyun toplam su miktarının %0,007 düzeyinde olduğu Dünya'da tarımsal (%69), endüstriyel (%19, -bu oranın %75' i enerjide-) ve kentsel (%12) olarak farklı alanlarda nüfus artışı, hızlı kentleşme ve sanayileşme, değişen tüketim alışkanlıkları nedenleriyle sürdürülemez boyutlarda su tüketimi yapılmakta ve su kaynaklarının kirliliğine neden olunmaktadır. Dünyada kişi başı su tüketimi ortalama 800 m³ civarında gerçekleşmektedir. Fakat içme ve kullanma amacı dışında ekonomiye dahil edilen ürünlerin yetiştirilmesi veya üretilmesi aşamasında kullanılan su miktarını ifade eden "sanal su" kavramı dikkate alındığında; bu rakamın çok daha fazlası olması beklenmelidir. Günümüzde de bölgelere göre su kaynakları ve gelir eşitsizliği nedenleriyle bazı bölgeler ve kesimler için su sorunu mevcut olan Dünya'da bazı tahminlere göre, nüfusun 9,4 milyar olması beklenen 2050 yılına gelindiğinde toplam nüfusun %40'ının su kıtlığı ile karşı karşıya kalacağı tahmin edilmektedir (BAA, 2020a; ÇŞB, 2018: 19). Hava kirliliği açısından; küresel CO₂ salımı yıllık 30 milyar tonun üzerine çıkmış ve buna paralel olarak atmosferdeki karbon yoğunluğu 2015 ten itibaren 400 ppm'i aşmıştır (Doğan & Tüzer, 2017a: 97, 99). BM Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nın raporuna göre; son 30 yılda 420 milyon hektar ormanın üretim ve tüketim faaliyetleri nedeniyle diğer arazi kullanımlarına dönüştürülmesiyle kaybedildiği ve birincil orman alanlarının ise yine son 30 yılda 80 milyon hektardan fazla azaldığı tahmin edilmektedir (FAO, 2020). Küresel atık oluşumunda ise; yıllık yaklaşık 2 milyar ton yalnızca kentsel; buna ticari, endüstriyel, inşaat ve yıkım atık grupları da dahil edildiğinde toplamda 7-10 milyar ton arasında küresel boyutta atık meydana geldiği tahmin edilmektedir (UNEP, 2015: 52). Doğrusal anlayışın bir sonucu olarak dünyada her yıl 8 milyon ton plastik atık denizlere karışarak deniz ekosistemlerinin büyük zarar görmesine neden olmaktadır (WWF-Türkiye, 2020: 3). Ayrıca tüm bu bahsedilen çevre sorunlarına neden olan ve doğrusal olarak uygulanan

kaynak tüketiminde bölgeler, ülkeler ve insanlar arasında büyük eşitsizlikler bulunmaktadır. Örnek olarak; ABD’de kişi başına düşen karbon emisyonu dünya ortalamasına göre yaklaşık dört kat fazla gerçekleşmesi ve küresel nüfusun en zengin %1’lik kesimin neden olduğu emisyon miktarının, en yoksul %50’lik kesimin neden olduğu emisyonların iki katından fazlasını oluşturuyor olması, eşitsizliğin boyutunu açık bir şekilde göstermektedir (UNEP, 2020: xv).

Grafik 1.1.: Bölgelere göre öngörülen yıllık atık üretimi (milyon ton)



Kaynak: (The World Bank, 2018b)’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

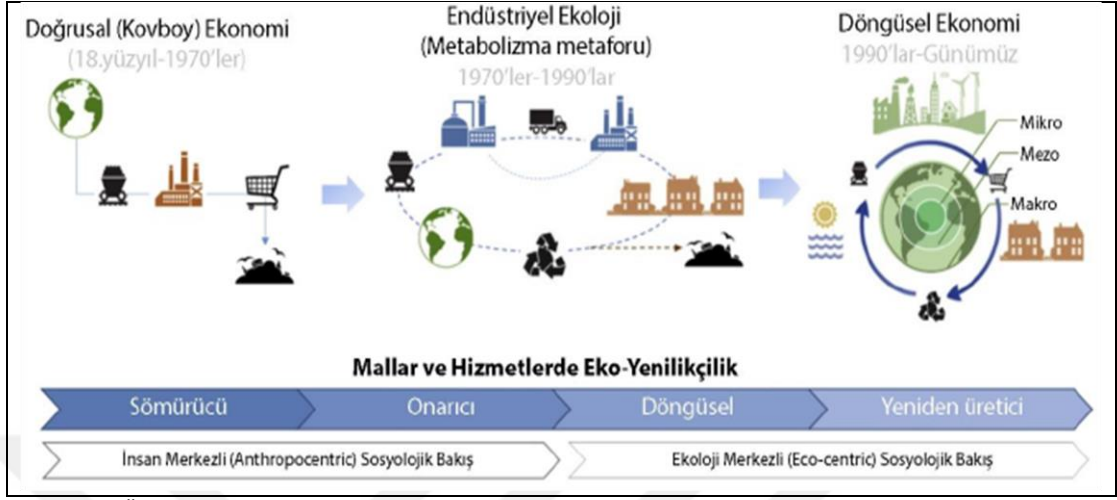
Doğrusal ekonomi modelinin neden olduğu çevre sorunları, gezegenin sınırlarını zorlamakta ve insanlığın sosyal ve ekonomik varlığını tehdit eden sonuçlara neden olmaktadır. (Steffen vd., 2015), tanımladıkları dokuz gezegen sınırından “iklim değişikliği, biyosfer bütünlüğünün kaybedilmesi, biyojeokimyasal akışların bozulması ve arazi sisteminin değişmesi” olmak üzere dördünün çoktan aşılmış olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca EMAF’ın hazırladığı raporda; “Millennium Ecosystem Assessment”ın çalışmasında yer alan, Dünya’nın doğrudan ve dolaylı faydalarının olduğu toplam 24 ekosistem hizmetlerinden 15’inin bozulduğu veya sürdürülemez şekilde kullanıldığı yönündeki bulgusu aktarılmıştır (EMAF, 2013: 17).

1.1.3. Döngüsel Ekonomi Kavramı: Tanımı, Kapsamı, Temelleri ve Gelişimi

Sanayi Devrimi’nden günümüze kadar ve dünya genelinde uygulanan ekonomi anlayışının benimsemiş olduğu, “al-yap-kullan-at” temel prensibiyle işleyen doğrusal ekonomik sistem, ihtiyaçları ve kaynakları sınırsız kabul ederek sınırsız bir üretim sürecini benimsemektedir. Ayrıca günümüzde ulaşılan nicel üretim seviyesi ve bu üretimin her aşamasında büyük bir çoğunlukla birincil hammadde ve fosil yakıt kullanıldığı da dikkate alındığında; çevreye kapasitesinin üzerinde sera gazı salımı yapılarak ve atık bırakılarak, çevresel bozulmanın giderek artmasına neden olunmuştur (Muşmul & Yaman, 2018: 77, 79-80).

Günümüzde neredeyse bütün dünyada hâkim olan kapitalist ekonomi anlayışı, doğal kaynakların kısıtlılığını ve çevrenin taşıma kapasitesini üretim ve tüketim süreçlerinde önemseyen bir mekanizma geliştirme konusunda başarısız olmuştur (Özsoy, 2018b: 130). Günümüzde geline çevre kirliliği ile birlikte küresel iklim sisteminde gerçekleşen bozulmanın sorumlusu olan bu ekonomik sistem, halen geniş ölçekte uygulanan ekonomik anlayış olması nedeniyle olumsuz durumun devamına neden olmaktadır. 20. yüzyılın ortalarından itibaren hayatın her alanında çevreye verilen zararın daha belirgin şekilde fark edilmesiyle konu, uluslararası boyutta ele alınmaya başlanmış ve BM öncülüğünde düzenlenen toplantılarla sürdürülebilir kalkınma hedefleri belirlenmiştir. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri’ne ulaşmak için, ekonomik yaklaşımlardan kapsam olarak en yeni ve geniş olan; “al-yap-kullan-at” temel prensibiyle işleyen doğrusal ekonomik sisteme, sistemi döngüsel (kapalı) olan alternatif bir anlayış olarak “Döngüsel Ekonomi” kavramı geliştirilmiştir (Korhonen, Honkasalo, & Seppälä, 2018a: 37). DE yaklaşımıyla birlikte mevcut doğrusal ekonomi yerine, doğada atık kavramının bulunmayışı çıkış noktasından hareketle döngüsel bir uygulama ortaya konulmaktadır.

Şekil 1.3.: Doğrusal ekonomiden döngüsel ekonomiye doğru



Kaynak: (Özsoy, 2018a: 54)

Bu uygulamanın temelleri “yeniden kullanım”, “azaltma” ve “geri dönüşüm” kelimelerinin İngilizce baş harflerinin kısaltmasından türetilen 3R’ye dayanmaktadır (Yuan, Bi, & Moriguichi, 2006: 5). Bu kavramları tanımlayacak olursak: “Yeniden kullanım”, atıkların herhangi bir işlem yapılmadan ve aynı şekli korunarak ekonomik değeri sonlanana kadar tekrar ve tekrar kullanımı; “geri dönüşüm”, ürün veya bileşenleri kullanıldıktan sonra atıkların yeniden kullanımı mümkün değilse çeşitli işlemler ile hammadde olarak tekrar üretim sürecine kazandırılmasını; “azaltma” ise, üretim ve tüketim sonucunda ortaya çıkacak atık miktarının azaltılmasını ifade etmektedir. Bu prensipleriyle DE’nin, ekonomideki kaynak kullanımını ve çevre kirliliğini önemli ölçüde azaltması ve yeni sektörlerin ortaya çıkmasını sağlaması beklenmektedir (Önder, 2018a: 23-27). Avrupa Akademileri Bilim Danışma Konseyi (EASAC) ise; 2015 yılında yayınlamış olduğu çalışmada DE’den kaynaklanabilecek faydaları şu şekilde sıralamıştır (EASAC, 2015: 3-4):

- Tasarruf yaratarak ve hammadde ile enerji bağımlılığını azaltarak rekabet gücünün artırılması;
- Arz güvenliği ve artan maliyetlerin kontrolü;
- Sera gazı emisyonlarını azaltarak AB iklim değişikliği politikasına katkıda bulunmak;
- Yeni iş fırsatları ve istihdam olanakları;
- Kaynak çıkarımı ve atık bertarafının çevresel etkisinin azaltılması.

Genel olarak üretim süreçlerinin olabildiğince en az materyal ve enerji kullanılarak sağlanması ve en az miktarda atık ortaya çıkarması mantığına dayanan DE (Özsoy, 2018a: 54), kaynakların yeniden üretildiği ve bir üretim ve kullanım döngüsünde tutulduğu, daha fazla ve daha uzun süre üretilmesine izin veren kapalı üretim sistemlerinin kurulmasına dayanmaktadır (Urbinati, Chiaroni, & Chiesa, 2017). DE anlayışı temel olarak, kaynakları mümkün olabildiğince uzun süre döngüde tutabilmeyi ve yenileme, geri dönüştürme, onarım gibi yollarla israfı ve çıkacak atık miktarını en aza indirmeyi amaçlar (Özsoy, 2018a: 63-64). Bu amaçlara ulaşabilmek için geri dönüştürülemeyen ve çevre üzerinde ciddi tahribatlara yol açan tehlikeli kimyasalların kullanımını en aza indirmeyi ve yenilenebilir enerji kullanımını arttırmayı hedefler (Ekins vd., 2019: 12).

Mevcut “al-yap-kullan-at” temel prensibiyle işleyen doğrusal ekonomi, birçok aşamada ve çeşitli nedenlerle gereksiz kaynak kayıplarına neden olmaktadır. EMAF 2013 yılında hazırladığı raporda (EMAF, 2013: 15-17), gereksiz kaynak kayıplarının yaşandığı aşamaları belirtmiş ve bu doğrultuda bazı örnekler vermiştir:

- **Üretim zincirinde atık:** OECD ülkeleri her yıl fiziksel olarak ürünlere dahil edilmeyen 21 milyar tondan fazla materyal tüketmektedir.
- **Kullanım ömrü dolmuş atık:** Avrupa'da 2010 yılında 2,7 milyar ton atık üretildi, ancak bunun sadece %40'ı yeniden kullanılmış, geri dönüştürülmüş veya kompost haline getirilerek sindirilmiştir. ABD'de ise; binaların yeniden kullanılabilir bileşenlerin geri dönüştürülmesine izin verilmeyen ve parçalara ayrılmaya elverişli olmayan bir şekilde tasarlanması ve inşa edilmesi nedeniyle tüm inşaat ve yıkım atıklarının sadece %20 ila 30'u geri dönüştürülmekte veya yeniden kullanılmaktadır.
- **Enerji kullanımı:** Doğrusal sistemde, bir ürünün düzenli depolama alanına atılması, tüm artık enerjisinin kaybedildiği anlamına gelir. Doğrusal bir üretim modelinde enerji kaynaklarının kullanımı, materyallerin yeryüzünden çıkarılması ve ticari olarak kullanılabilir bir forma dönüştürülmesi aşamalarında gerçekleşir.

- **Ekosistem hizmetlerinin erozyonu:** Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi, gıda tedariki gibi doğrudan hizmetlerden, zararlıların ve hastalıkların ekolojik kontrolü gibi daha dolaylı hizmetlere kadar 24 ekosistem hizmetini incelemiş ve bunlardan 15'inin bozulmuş olduğunu veya sürdürülemez şekilde kullanıldığını tespit etmiştir.

DE'de ise, doğrusal ekonomiye karşı olarak ürünlerin üretim ve tüketim aşamasında yeniden kullanım, geri dönüşüm ve onarım gibi işlemlerin devreye sokulmasıyla atıkların tekrar üretim sürecine dahil edilmesi ve böylece mümkün olduğunca en az kaynak kaybı oluşması sağlanmaktadır. Buna göre DE'de materyal akışları aşağıdaki ilkelere dayanmaktadır (Önder, 2018a: 25):

- Yeniden kullanılabilir şekilde tasarlanmış veya geri dönüştürülmüş kaynak kullanımı;
- Ürünü kullandıktan sonra bileşenlerini ayırarak, yeniden kullanmak veya geri dönüştürmek;
- Ürünlerin daha uzun süreli ve yoğun kullanımı.

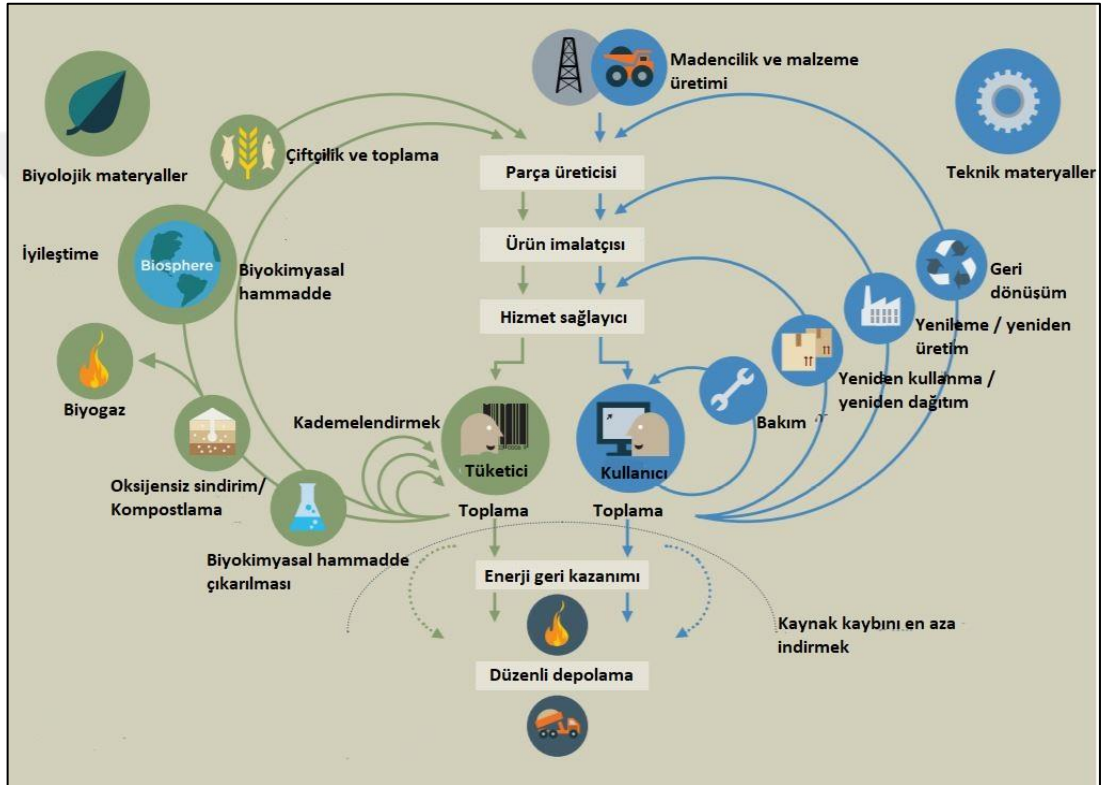
DE'nin ilkeleri, literatürde farklı şekillerde ifade edilmiştir. Döngüsel ekonomiye ilişkin temel ilkeler olarak sayılabilecek ve Commoner'in kitabında (Commoner, 1971: 16-24) sıralamış olduğu; atık kavramının doğada bulunmadığını ve doğanın kendi içerisinde her zaman uyumlu olduğunu belirten "Ekoloji Kanunları" şu şekildedir:

- Her şey başka her şeye bağlıdır;
- Her şey bir yere gitmelidir;
- Doğa en iyisini bilir;
- Bedelini ödmeden öğle yemeği diye bir şey yoktur.

Commoner kitabında, ekolojide yaşanan bozulmanın geri çevrilebilmesi için bu ilkelerin hayata geçirilmesini gerekli görmektedir. DE yaklaşımı konusunda literatüre büyük katkılar sağlayan EMAF ise 2013'te yayınladığı raporda; onarıcı bir sanayi ekonomisi olarak ifade ettiği DE'nin "atıkları tasarlamak, çeşitlilik yoluyla esneklik oluşturmak, yenilenebilir enerjiye güvenmek, sistem içinde ve atığı gıda olarak

düşünmek” gibi birkaç basit ilkeye dayandığı belirtilmiştir. Ayrıca DE’nin ilkelerini, kullandığı materyallerin bileşimini teknikten biyolojik kaynaklı maddelere kaydırarak ve atıklarını biyosfere tekrar göndermeden önce farklı uygulamalar yoluyla kademeli hale getirerek tamamlayacağını ifade etmektedir (EMAF, 2013: 30-31). Raporda ifade edilen bu sistem için aşağıdaki şekil geliştirilmiştir:

Şekil 1.4.: Tasarımla güçlendirilmiş onarıcı bir endüstriyel sistem olarak DE



Kaynak: (EMAF, 2013: 24)’den yararlanarak hazırlanmıştır.

DE’ye geçişte itici güç olarak nitelendirilebilecek ve diğer yandan engelleyici birçok faktör bulunmaktadır. DE’ye geçiş için, doğrusal ekonomi uygulamaları nedeniyle doğadaki kaynakların herkes için sonsuza dek yetmesinin mümkün olmadığını ifade eden “kaynak sınırlılığı”; özellikle gelişen teknolojik olanaklar ve dijital yenilikçilikle “teknolojik gelişme”; ve sınırlı kaynakları ve büyümeyi birbirinden bağımsızlaştıran kapsayıcı bir sistemi ifade eden “sosyoekonomik fırsatlar” temel itici güç olarak belirtilmektedir (Lacy & Rutqvist, 2015: xviii). Bunun yanında birçok belirleyeni olan DE’ye geçişte farklı engeller ve ayrıca kavrama ve uygulamaya ilişkin farklı düzeylerde eleştiriler bulunmaktadır. (Su vd., 2013: 222),

DE'nin önündeki zorlukları, “güvenilir bilgi ve ileri teknoloji eksikliği; zayıf ekonomik teşvikler; mevzuatın uygulanmasındaki zayıflıklar; liderlik ve yönetim yetersizliği” olarak ifade etmişlerdir. Avrupa Komisyonu’nun 2014 yılında sunduğu ilk DE programında; DE kapsamında gerçekleştirilmesi gereken uygulamaların önünde, mevcut piyasa engellerinin bulunduğu belirtilmektedir (EC, 2014: 3). Kok ve arkadaşları (2013) ise hazırladıkları raporda; DE ye geçişte “finansal, kurumsal, altyapı, toplumsal ve teknolojik” olmak üzere 5 ana başlıkta toplam 22 engeli tanımlamaya çalışmışlardır.

Tablo 1.1.: Döngüsel ekonomiye geçişin önündeki engeller

Finansal	1- Büyük ön yatırım maliyetleri. 2- Çevresel maliyetlerin hesaba katılmaması. 3- Kısa vadeli gündemi olan hissedarların kurumsal yönetime hâkim olması. 4- Geri dönüştürülmüş materyallerin hala daha pahalı olması. 5- Yönetim ve planlama için daha yüksek maliyetler.
Kurumsal	6- Mevcut kurumlar tarafından oluşturulan düzensiz oyun alanı. 7- Devlet teşviklerinin doğrusal ekonomiyi desteklemesi. 8- Döngüsellüğün, yenilikçilik politikalarına etkili bir şekilde entegre edilmemesi. 9- Rekabet mevzuatının şirketler arasındaki işbirliğine engel olması. 10- Yüksek kalitede geri dönüşüm elde etmede politikaların etkisiz olması. 11- Sorumluluklar, yükümlülükler ve mülkiyetle ilgili yönetim sorunları.
Altyapı	12- Yeni iş modellerinin sınırlı uygulanması. 13- Bilgi alışverişi sisteminin eksikliği. 14- Gizlilik ve güven sorunlarının bilgi alışverişini engellemesi. 15- Materyal değişiminin tersine lojistik kapasitesi ile sınırlı olması.
Toplumsal	16- İşletmelerdeki farkındalık ve aciliyet duygusunun eksikliği. 17- GSYİH’nin, toplumun gerçek ilerlemesini veya düşüşünü göstermediği. 18- Statükoda büyük çıkarları olan güçlü paydaşların direnişi.
Teknolojik	19- Mevcut ürün tasarımlarında kullanım ömrü sonu aşamasına sınırlı ilgi. 20- Geri dönüşüm materyalinin sınırlı kullanılabilirliği ve kalitesi.

	21- Biyo-döngüyü, tekno-döngüden ayırmak için yeni zorluklar. 22- Doğrusal teknolojilerin köklü olması.
--	--

Kaynak: (Kok, Wurpel, & Ten Wolde, 2013: 3-5)’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Sürdürülebilir kalkınma için umut verici olduğu düşünülen, fakat henüz sürdürülebilir kalkınma alanında çalışanlar arasında niş bir kavram olan DE’ye artan ilgiye ve genel kabul görüşe rağmen, uygulamasında sınırlı ilerlemeler kaydedilmiştir. Çoğu bilimsel çalışmada bunun nedenleri DE’nin zor bir kavram olması ve tanımlanmasındaki zorluklar veya teknolojik engeller gibi daha mikro düzeyde sınırlandırılrsa da; DE’nin, daha fazla kâr elde etme güdüsüyle daha fazla üretim ve tüketimi teşvik eden ve bireysel faydaların önemsendiği kapitalist ekonomik sistem içinde uygulanmaya çalışılmasıyla daha büyük ölçekte ortaya çıkacak engeller üzerinde tartışılması önem taşımaktadır. (Kirchherr vd., 2018: 267-270) çalışmalarında, literatürde genel olarak belirtilenlerden farklı şekilde DE engellerinin esas olarak “kültürel engeller”; özellikle de tüketici ilgisinin ve bilincinin eksikliği ve tereddütlü şirket kültürü olduğunu savunmaktadırlar.

Çevre sorunlarına ve kaynak yetersizliğine neden olan mevcut doğrusal ekonominin karşısında; doğal çevrenin korunmasına ve sürdürülebilir bir şekilde sosyal refahın iyileştirilmesine dayanan DE, güvenilir bir çerçeve sunmasına ve genel kabul görmesine rağmen farklı nedenlerle az sayıda ülke tarafından uygulanmaya ve geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu konuda, 2014 yılından beri sunduğu DE paketleri ve daha öncesinde geliştirdiği atık yönetimine ilişkin faaliyetleriyle aşağıdan yukarıya bir yaklaşımı benimseyen “AB”; sadece endüstriyel boyutta değil, toplumun her düzeydeki sosyoekonomik faaliyetlerini dönüştürmeyi amaçlayarak ulusal politika stratejisiyle yukarıdan aşağıya bir yaklaşımı benimseyen “Çin”; ve 1991’den beri geliştirdiği mevzuat düzenlemeleriyle başlayan ve sivil toplum, kamu sektörü ve üreticiler arasında kapsamlı ve yakın bir işbirliğinin sağlanmasını kapsayan süreçle DE’ye geçişi hedefleyen “Japonya” dünyada öncü konumda bulunmaktadır (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016).

DE kavramına yönelik değerlendirmeler bir bütün olarak dikkate alındığında; üretim ve tüketim süreçlerinin tamamında temel değişimleri, aynı zamanda birçok zorluğu barındırması nedeniyle engelleri ve çok geniş çevrelerin katılımının gerekliliğini içeren kapsamlı bir süreç olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle retim ve tüketim süreçlerinde kaynakların verimli kullanımıyla atık çıkarılmamasına ve teknolojik yeniliklerden yararlanarak mümkün olduğunca az kaynak kullanımıyla ekonomik büyümenin sürdürülebilir bir şekilde devam etmesine önem verilmektedir. DE'ye geçişte esas olarak evre kirliliğine neden olan üretim ve tüketimin azaltılması değil; daha çok ekonomik kaygılarla kaynak verimliliği vurgusu yapılarak, mevcut sistem içinde üretim ve tüketimin daha sürdürülebilir hale getirilmesinin hedeflendiği anlaşılmaktadır. İnsan kaynaklı iklim değişikliğine neden olan evre kirliliğini arttıran üretim ve tüketim süreçlerinin yoğun bir şekilde devam ettiği ve etkilerinin daha yoğun hissedildiği günümüzde, DE kapsamında söz konusu süreçlerin düzenlenmesinde çevresel etkilerin daha fazla ön plana alınması ve karar süreçlerini etkilemesi büyük önem taşımaktadır.

1.1.3.1. Döngüsel Ekonominin Tanımı

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne ulaşmak için geliştirilen ekonomik yaklaşımlardan en yeni ve kapsam olarak en geniş olan DE'nin, farklı sektörlerin ve disiplinlerin farklı yaklaşımları nedeniyle literatürde birçok farklı tanımı bulunmaktadır. DE konusunu önemseyen ve ciddi uygulamaları hayata geçiren AB tarafından, "atıkların oluşumunu en aza indirirken, kullanımlarının sonunda ürün döngüsüne geri döndürerek ürünlerin, materyallerin ve kaynakların değerini mümkün olduğunca uzun süre korumayı amaçlayan ekonomik yaklaşımlar." olarak tanımlanmaktadır. (Eurostat, 2020). Literatürde yer alan bazı DE tanımları aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 1.2.: Literatürde Yer Alan Bazı Döngüsel Ekonomi Tanımları

Tanım	Kaynak
“DE, tasarımla onarıcı ve yenileyici olan ve teknik ve biyolojik döngüler arasında ayırım yaparak ürünleri, bileşenleri ve materyalleri her zaman en yüksek fayda ve değerde tutmayı amaçlayan ekonomidir.”	EMAF (2015)
“İşlenmemiş kaynak çıkarımı ve atık üretimi (kirlilik dahil) ile bağlantılı çevresel dışsallıkları içselleştiren kapalı döngü materyal akışları yoluyla malların üretim ve tüketim modeli.”	Sauve vd. (2016)
“DE’yi, kaynak kullanımı ve atık oluşumu ile emisyon ve enerji sızıntısının, materyal ve enerji döngülerini yavaşlatarak, kapatarak ve daraltarak en aza indirildiği yenileyici bir sistem olarak tanımlıyoruz.”	Geissdoerfer vd. (2017)
“DE, ekosistemin işleyişini ve insan refahını en üst düzeye çıkarmak için planlama, kaynak sağlama, tedarik, üretim ve yeniden işlemenin hem süreç hem de çıktı olarak tasarlandığı ve yönetildiği ekonomik bir modeldir.”	Murray vd. (2017)
“Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması amacıyla, mikro-mezo ve makro düzeydeki üretim, dağıtım ve tüketim süreçlerinde, materyaller için kullanım ömrü kavramı yerine materyallerin azaltılması, tekrar kullanılması, geri dönüşümü ve yenilenmesine dayalı bir ekonomik sistemdir.”	Kirchherr vd. (2017)
“DE, doğrusal üretim sistemine materyal döngüleri, yenilenebilir ve kademeli tipte enerji akışları uygulayarak toplumsal üretim-tüketim sistemlerinde,	Korhonen vd. (2018a)

doğrusal materyal ve enerji üretim akışlarını azaltmak amacıyla sürdürülebilir bir kalkınma girişimidir.”	
“DE, mevcut doğrusal tüketim sistemini döngüsel bir sisteme dönüştürmek için yenilikçi yollar önerirken, çok ihtiyaç duyulan materyal tasarrufları ile ekonomik sürdürülebilirliğe ulaşan ekonomik bir stratejidir.”	Singh & Ordenez, (2016)
“Döngüsel bir ekonomi tasarımıyla onarıcı ve canlandırıcıdır ve ürünleri, bileşenleri ve materyalleri her zaman en yüksek fayda ve değerde tutmayı amaçlamaktadır.”	Moreau vd. (2017)
“DE kavramı, geniş çapta yeniden kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanım yoluyla minimum materyal ve enerji kaybına sahip bir üretim ve tüketim sistemini kapsamaktadır.”	Haupt vd. (2017)
“DE, çevreyi korumayı ve kirliliği önlemeyi ve böylece sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı kolaylaştırmayı amaçlayan bir ekonomik kalkınma şeklidir.”	Ma vd. (2014)
“DE terimi, üretim, dolaşım ve tüketim sürecinde gerçekleştirilen azaltma, yeniden kullanma ve geri dönüşüm faaliyetleri için genel bir terimdir.”	Naustdalslid, (2017)
“DE, üretim, dağıtım ve tüketim süreçlerindeki materyalleri azaltan, yeniden kullanan ve geri dönüştüren tüm faaliyetleri kapsayan genel bir terimdir.”	Blomsma & Brennan (2017)
“Ürünlerin, materyallerin ve kaynakların değerlerinin mümkün olduğunca ekonomi içinde korunduğu ve atık üretiminin minimize edildiği bir ekonomidir.”	AB, DE Paketi, (2015)

Kaynaklar: (Korhonen vd., 2018b: 547; Özsoy, 2018a:56-58; ve Suarez-Eiroa vd., 2018: 954)’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

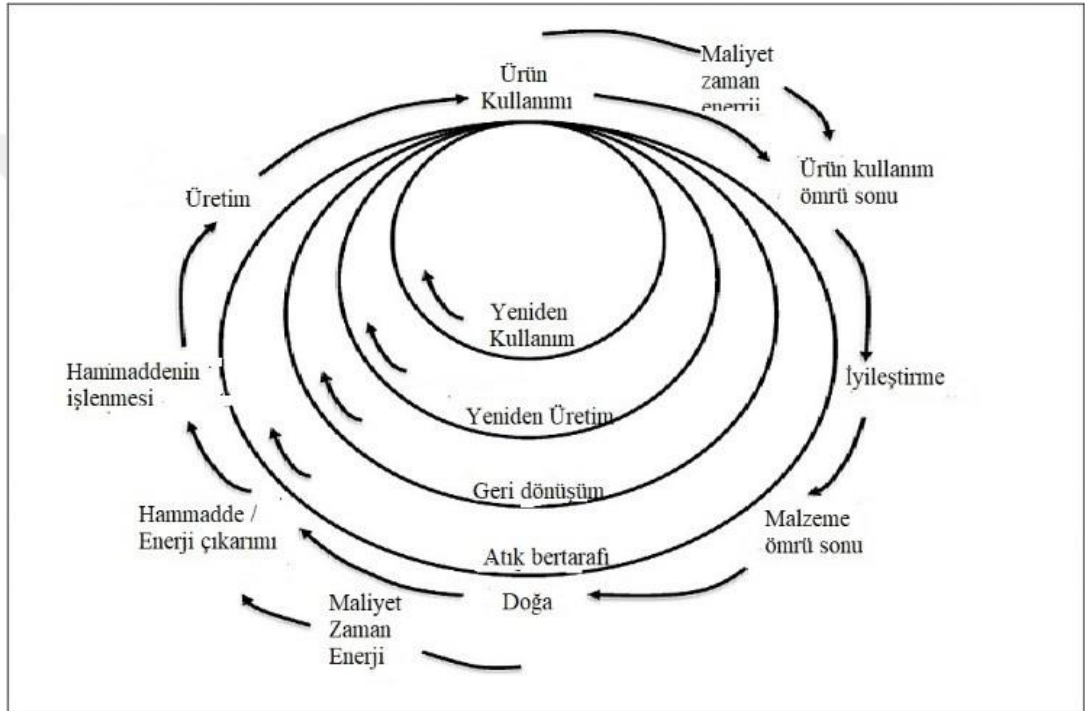
1.1.3.2. Döngüsel Ekonominin Kapsamı

Dünyada özellikle ikinci dünya savaşından sonra yaşanan nüfus artışının, sanayileşmeyle birlikte kaçınılmaz olarak artan şehirleşmenin ve yaygın olarak benimsenen neoklasik ekonomi anlayışının, daha fazla üretim ve tüketimle sürekli büyüyerek kalkınma hedefleri için uygulanan ve tüketim süreçlerinin her aşamasında çevreye atık bırakan veya emisyonu neden olan doğrusal ekonomik sistemin artık sürdürülemez olduğu anlaşılmıştır. Söz konusu ekonomik sistemin çevresel etkilerinin daha hissedilir olmaya başlandığı, uluslararası düzeyde hassasiyetlerin arttığı ve çevrenin korunması hususunun ele alınmaya başlandığı 70’li yıllardan önce daha sınırlı; sonrasında ise daha yaygın bir şekilde, kaynak kullanımıyla birlikte refah artışının çevresel etkilerden ayrıştırılması amacıyla sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için bazı kavramlar geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu kavramlardan son yıllarda en sık duyulana, “doğada atık kavramının bulunmayışı” çıkış noktasından hareketle kaynakların mümkün olduğunca bir döngü içinde atık oluşturmayacak şekilde ekonomide tutulmasını ifade eden DE’dir. DE’ye ilişkin ilkelerin temeli, kapalı sistemler kavramının ortaya atıldığı Boulding’in 1966’daki çalışmasında ifade edilmiş, sonrasında bunu geliştirmeye yönelik çalışmalar yapılmış ve kavram olarak ilk kez 1989’da Pearce ve Turner tarafından kapalı döngüye sahip materyal akışının ifade edildiği çalışmalarında kullanılmıştır (Özsoy, 2018b: 130-131).

DE kavramının çeşitli bilimsel disiplinlere dayanılarak ortaya çıkarılmış olduğu; fakat esas olarak enerji ve materyal kullanımının optimize edilmesini, kirliliğin ve atıkların en aza indirilmesini ve bir üretim sürecinin her ürününün çevresel etkisinin dikkate alınmasını hedefleyen “endüstriyel ekoloji” kavramından türetildiği düşünülmektedir. Yapılan akademik çalışmalarda DE kavramının geri dönüşüm, ekoverimlilik, endüstriyel ekoloji, beşikten beşiğe, doğal kapitalizm ve performans ekonomisi gibi kavramlarla birlikte ele alındığı görülmektedir. DE denilince genellikle geri dönüşüm kavramı anlaşılrsa da; yalnızca bilinen anlamda geri dönüşümün aksine DE kavramı, ürün ve kullanılan materyallerin yeniden kullanımı, yeniden üretilmesi ve onarımının basamaklandırılması ve yükseltilmesinin yanı sıra, ürün değer zinciri boyunca sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanımını içermektedir. Ayrıca düşük

değerli materyallerin geri dönüşümü yerine, yüksek değerli materyal döngüleri amaçlanmaktadır. Aynı zamanda DE kavramı sadece üretim sürecini değil; paylaşım ekonomisi yaklaşımını da teşvik ederek sürdürülebilir tüketimi de kapsamaktadır. DE'ye göre, atıklar için bertaraf ve depolama işlemleri ise son seçenek olarak görülmektedir (Korhonen vd., 2018b: 545).

Şekil 1.5.: DE'de, daha az kaynak ve enerji talep eden iç halkaların önemi



Kaynak: (Korhonen vd., 2018b: 546)'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

DE ile kaynakların en verimli şekilde kullanılması, atık oluşumunun ve emisyonların önlenmesi veya azaltılması, yeni iş ve istihdam alanlarının yaratılması hedeflenmektedir. Başarılı ve geniş ölçekte uygulanacak DE'nin ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarda olumlu yönde etkileri olması beklenmektedir.

Ekonomik etkilerini değerlendirecek olursak; teorik olarak DE'de hammadde, materyal ve ürünlerin %100 oranında yeniden kullanım veya geri dönüşümü sağlanarak tam kaynak verimliliğine ulaşılmasıyla ekonomik büyümenin doğal kaynak tüketiminden bağımsızlaştırılması hedeflenmektedir. Bu nedenle 2000'li yılların başından bu yana hammadde fiyatlarında yaşanan artış ve mevcut doğrusal

ekonominin sürmesi durumunda hammadde tüketiminde yaşanması tahmin edilen artış dikkate alındığında; DE'nin uygulanması ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. BM Çevre Programı 2017 yılında yayımladığı raporda; daha etkin kaynak kullanımı sonucunda 2050 yılına gelindiğinde, küresel ekonomide yıllık 2 trilyon Dolar daha fazla ekonomik fayda sağlanacağını hesaplamıştır (UNEP, 2017: 29). DE ilkelerinin benimsenmesiyle AB'nin 2030'a kadar 1,8 trilyon Euro ekonomik fayda sağlaması beklenmektedir. Ayrıca, AB ekonomisinde mevcut senaryoda 2030'a kadar %4, 2050'ye kadar ise %15 oranında büyüme beklenirken; döngüsel bir ekonomiyle 2030'a kadar %11, 2050'ye kadar ise %27 oranında “ekonomik büyüme”; sektörler arasında beklenen düşük fiyatların tetiklediği artan harcamalara, yüksek kalitede geri dönüşüm faaliyetlerinin emek yoğunluğuna ve yeniden üretim için daha yüksek vasıflı işlere bağlı olarak “170 bin doğrudan yeni iş ve istihdam”; AB'de karmaşık orta ömürlü ürün sektörlerinde gelişmiş bir DE senaryosunda yıllık 630 milyar Dolar “net materyal maliyet tasarrufu”; ve daha yüksek teknolojik gelişme, iyileştirilmiş materyaller, işçilik ve enerji verimliliği ve şirketler için daha fazla kâr faydalarını içeren daha “yenilikçi” bir sistem sağlanabileceği tahmin edilmektedir (EMAF, 2015: 10-12).

Sosyal etkileri için genel olarak; DE'nin getireceği yenilikçi anlayış ve süreçlerin çevrenin korunması bağlamında insan sağlığına ve güvenliğine katkıda bulunmasının yanında, çevre bilincinin geliştirilmesiyle daha sürdürülebilir tüketici davranışlarına ve önemli miktarda doğrudan yeni iş imkanları yaratarak tüm eğitim düzeylerindeki insanlar için iş imkanına yol açacağı beklendiği söylenebilir (EEA, 2016a: 13-14).

Çevresel açıdan ise; DE kapsamında üretim ve tüketim süreçlerinin her aşamasında mümkün olan en yüksek seviyede birincil hammadde ve fosil kaynaklı enerji kullanımı azaltılırken yenilenebilir enerjinin, yeniden kullanıma uygun veya geri dönüştürülebilir kaynakların payının artırılması ve tüketim kalıplarının değiştirilmesi hedefleriyle, çevresel sınırların aşılmaması ve böylelikle Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne ulaşılması amaçlanmaktadır (EEA, 2016b). EMAF 2015'te yayınladığı raporda DE'nin çevresel açıdan sunduğu faydaları; “emisyonların ve birincil materyal tüketiminin azaltılması, korunmuş ve iyileştirilmiş arazi verimliliği ve olumsuz

dışsallıklarda azalma” başlıklarıyla açıklamıştır. Buna göre, AB için döngüsel bir ekonomi geliştirilmesiyle, bugünkü seviyelere göre 2030 yılına kadar iklim değişikliğinin en önemli insan kaynaklı nedenlerinden sayılan CO₂ emisyonlarının yarıya indirilebileceği (Örnek olarak; İngiltere’de organik atıkların düzenli depolama alanlarından uzak tutulmasıyla sera gazı emisyonlarının yılda 7,4 milyon ton azaltılabileceği öngörülmektedir.); birincil hammadde tüketiminin 2030 yılına kadar %32, 2050 yılına kadar ise %53 oranında azaltılabileceği; daha yüksek arazi verimliliği ile besin maddelerinin daha az atık haline getirilmesi; sentetik gübre tüketiminde 2050 yılına kadar %80’e kadar düşüş; ve hava, su ve gürültü kirliliği ile toksik maddelerin çevreye salımı ve iklim değişikliği gibi dışsallıklarla başa çıkılabileceği tahmin edilmektedir (EMAF, 2015: 12-13). Avrupa Komisyonu, 2035 yılına kadar sera gazı emisyonlarının 600 milyon ton kadar azaltılabileceğini tahmin etmektedir (EC, 2016: 36). Ayrıca, DE’nin uygulanmasıyla farklı çalışmalarda farklı tahminlere yer verilse de; emisyonların ciddi miktarlarda azaltılması (Ökopol (2008)’den alıntılanan örneğe göre; DE uygulanması kapsamında geri dönüşüme bağlı olarak 2020’ye kadar CO₂ salımının 247-330 milyon ton arasında azaltılabileceği öngörülmektedir.) yönünde ortak görüş bulunmasının yanında; DE’nin su tasarrufu, gıda atıklarının azaltılması ve paylaşım ekonomisi ve ürünlerin kiralınması yöntemlerinin kullanılmasıyla bir çok alanda daha az kaynak israfının sağlanması konusunda çok önemli potansiyele sahip olduğu belirtilmektedir (Rizos, Tuokko, & Behrens, 2017: 23-24).

1.1.3.3. Döngüsel Ekonomi Kavramının Temelleri ve Gelişimi

1.1.3.3.1. BM Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu Öncesi

İlk sürdürülebilirlik kavramının, orman alanlarının korunması hakkında metinler yazan Alman muhasebeci ve maden işletmecisi Hans Carl von Carlowitz tarafından kullanıldığı bilinmektedir. Madenlerde kullanılan kerestelerin elde edilmesi için orman alanlarına verilen büyük tahribatla ilgili araştırmalarını 1713’te yazdığı “Sylvicultura Oeconomica” isimli eserinde bir araya getirmiş ve bu çalışmasıyla “sürdürülebilirlik” konusunun öncülü olarak kabul edilmiştir (skd Türkiye, 2016: 4)

20. yüzyılın ortalarından itibaren hayatın her alanında çevreye verilen zararın daha belirgin şekilde fark edilmesiyle konu, uluslararası boyutta ele alınmaya başlanmış ve uluslararası kurumların öncülüğünde düzenlenen toplantılarla sürdürülebilir kalkınma hedefleri belirlenmiştir.

Uluslararası toplantılardan önce yapılan ilk çalışmanın, Rachel Carson tarafından 1962 yılında yazılan ve insanların doğa üzerinde yarattığı tahribatın ve bu tahribat sonucu doğal çevrede görülen bozulmayla insan üzerindeki olumsuz sonuçlarından bahseden “Silent Spring” isimli kitap olduğu kabul edilir. 1970’li yıllardan itibaren konunun tüm dünyada tartışılmaya başlamasıyla, Roma Kulübü tarafından, bir araya getirilen farklı disiplinlerden bir grup bilim adamına hazırlatılan “Büyümenin Sınırları” isimli rapor bu konuda önemli sayılan kaynaklardandır (Arapcioğlu Özdemir & Oğuz, 2018: 770).

Çevre sorunları ve kaynak güvenliği konuları, hassasiyetin artmasıyla 70’li yıllarda uluslararası boyutta ele alınmaya başlansa da; daha öncesinde bilim insanları ve kimi aktivistler tarafından bir önceki paragrafta bazıları verilen çalışmalarla, sürdürülemeyeceği anlaşılan mevcut doğrusal üretim ve tüketim modelinin yerine daha sürdürülebilir modeller geliştirilmeye çalışılmıştır. Daha sürdürülebilir bir kalkınma için öne sürülen kavramlardan birisi olan DE kavramının temellerini, bir ekolojik ekonomist olan Boulding 1966 yılındaki çalışmasında, kaynakların doğrusal akışı yerine döngüsel hale getirecek kapalı bir ekonomik sistemi tanıtarak ifade etmiştir. Sonraki süreçte birçok yazar (örneğin: Smith (1972) ve Mäler (1974)), Boulding’in temelini attığı kavramı geliştirmeye yönelik çalışmalar yapmıştır (EASAC, 2015: 3). DE kavramı ilk kez, 1989’da Pearce ve Turner tarafından Boulding’in araştırmalarına dayanarak hazırladıkları çalışmayla kullanılmıştır. Yazarlar, “her şey bir başka şeyin girdisidir” düşüncesiyle ulaştıkları döngüsel bir ekonomik sistem kavramını sundukları çalışmalarında, doğrusal bir ekonomiden döngüsel bir ekonomiye geçişi vurgulayan teorik bir çerçeve açıklamışlardır (Govindan & Hasanagic, 2018: 278). Günümüze kadar birçok ülke, kurum ve kuruluş (Örneğin: AB, Çin, Japonya ve EMAF) tarafından DE’nin geliştirilmesine ilişkin birçok çalışma yapılmıştır.

1.1.3.3.2. Sürdürülebilir Kalkınma

Çevre sorunlarının uluslararası düzeyde tartışıldığı ilk toplantı 1972 yılında İsveç'te düzenlenen Stockholm Konferansı'dır. Bu Konferans sonunda BM İnsan Çevresi Bildirisi kabul edilmiş ve Konferans, BM Çevre Programı'nın kurulmasına da öncülük etmiştir. Konferans, çevre sorunlarına eğilinmesi konusunda bir dönüm noktası olmasına rağmen, kararlaştırılan ilkeler uygulanmamış ve sorunlar artarak devam etmiştir. Sürdürülebilir kalkınma, kavram olarak ilk kez dünya çapında 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu için Gro Harlem Brundtland tarafından hazırlanan Brundtland Raporu (Ortak Geleceğimiz)'yla dikkat çekmiştir. Raporda sürdürülebilir kalkınma, "Bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma" olarak tanımlanmış ve genel olarak ülkeler ve kuşaklararası eşitlik vurgusu yapılmıştır (Ucal, 2017b: 79). Raporda sürdürülebilir kalkınma için gereken temel ilkeler olarak; yoksulluğun kaldırılması, doğal kaynakları eşit olarak kullanma, nüfusun kontrol edilmesi, çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesi ve ayrıca uluslararası ekonomik ve siyasal işbirliği yapılması gerektiği belirtilmiştir (Arpacıoğlu Özdemir & Oğuz, 2018: 771).

"Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri" ise ilk olarak, 2000 yılında New York'ta düzenlenen BM Genel Kurulu'nda gerçekleştirilen Bin Yıl Zirvesi'nde yayınlanan "Bin Yıl Bildirisi"nde, ülkelerin 2015 yılına kadar yerine getirmesi planlanan 8 hedef olarak belirlenmiştir (Önder, 2018a: 14).

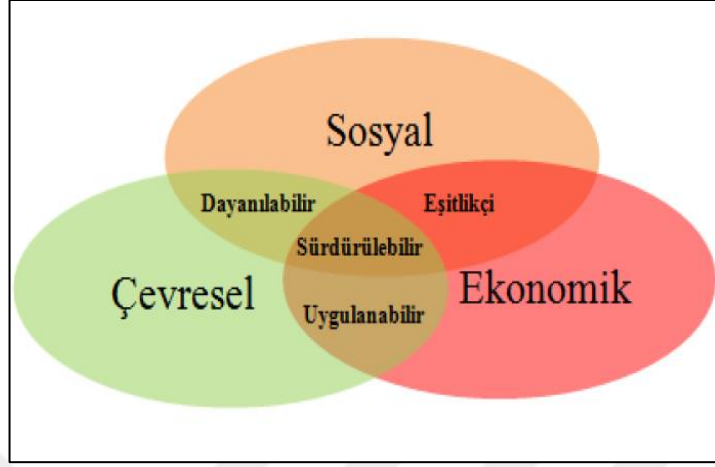
1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen ve Rio Konferansı olarak bilinen BM Çevre ve Kalkınma Konferansı toplanmış; Konferans'ta Stockholm Konferansı'ndan sonra geçen süredeki gelişmeler ele alınmış ve gelecek hedefleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda yayınlanan Gündem 21'in yanı sıra Rio Bildirisi, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, BMİDÇS ile Orman İlkeleri'nin tamamında sürdürülebilirlik kavramından bahsedilmektedir (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2020a). "İnsanlık tarihsel bir dönüm noktasındadır." sözüyle başlayan Gündem 21 genel olarak, çevre sorunlarıyla başa çıkılması ve sürdürülebilir kalkınma için eylem

planlarını tanımlamakta; bununla birlikte sürdürülebilir bir kalkınmaya ulaşmada toplumsal uzlaşmanın sağlanması gerekliliğini vurgulamaktadır (Yarar, 2020).

Rio Konferansı'ndan 10 yıl sonra, 26 Ağustos-4 Eylül 2002 tarihleri arasında, Johannesburg'da, Rio+10 olarak da bilinen BM Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı gerçekleştirilmiştir. Rio Konferansı'ndaki sonuçların takibi ve belirlenen hedeflere ulaşma çabalarının uyumlu hale getirilebilmesi için toplanan Konferans'ta, sürdürülebilir kalkınma hedefine ulaşılabilmesi için tüketim-üretim şekilleri, yoksulluğun giderilmesi, sağlık, eğitim, güvenli gıda ve suya erişim, çevrenin korunması gibi konular belirlenmiş ve sürdürülebilir kalkınmanın önündeki en büyük engelin adaletsiz gelir dağılımı olduğu vurgulanmıştır (Ergün & Çobanoğlu, 2012: 105-106).

Rio Konferansı'ndan 20 yıl sonra, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne ulaşma çabalarının devamı olarak 20-22 Haziran 2012 tarihleri arasında, yine Rio de Janerio'da, Rio+20 olarak da bilinen BM Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı düzenlenmiştir. Konferans sonucunda kabul edilen "İstedğimiz Gelecek" isimli sonuç belgesi genel olarak, katılan devletlerin ve diğer temsilcilerin sosyal ve çevresel açılardan sürdürülebilir kalkınmaya yönelik taahhütlerini; dünyanın bugün karşılaştığı en büyük sorun olan yoksulluğun sürdürülebilir kalkınma için bir zorunluluk olarak ortadan kaldırılmasını; sürdürülebilir kalkınma hedefine ulaşabilmek için her seviyede ekonomik, sosyal ve çevresel yönlerin bir araya getirilmesini; sürdürülebilir olmayan üretim ve tüketim modellerinin sürdürülebilir hale getirilmesini; ve uluslararası işbirliğinin geliştirilmesini kapsamaktadır (UNDP Türkiye, 2012: 1-3).

Şekil 1.6.: Sürdürülebilir Kalkınmanın Kapsamı



Kaynak: (Howarth, 2012: 33)

27 Eylül 2015 tarihinde, New York'ta sürdürülebilir kalkınma için toplanan devletler, 17 ana hedef içeren BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri-2030 Gündemi'ni kabul etmiştir. Bu hedefle, yeni bir kalkınma anlayışı geliştirilmiştir. Gündemin ana hedefleri olarak; aşırı yoksulluğu sona erdirmek, eşitsizlik ve adaletsizlik ile mücadele ve iklim değişikliğini düzeltme gibi ana hedefler belirlenmiştir. BM Genel Sekreteri tarafından sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik kaydedilen ilerlemeler her yıl yayımlanmaktadır (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2020a).

Şekil 1.7.: BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri



Kaynak: (United Nations Development Programme, 2020)

BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri-2030 Gündemi kapsamında çevre konusuyla ilgili belirlenen hedefler şunlardır (UNDP, 2020):

- **Madde 11:** Şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılmak,
- **Madde 12:** Ekolojik ayak izimizi azaltacak şekilde üretim ve tüketim kalıplarının değiştirilmesi yoluyla sürdürülebilir kalkınmaya ulaşmak,
- **Madde 13:** İklim değişikliği ve etkileriyle mücadele için acil önlem alınması,
- **Madde 14:** Okyanusların, denizlerin ve deniz kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir şekilde kullanımının sağlanması,
- **Madde 15:** Karasal ekosistemlerin korunması, iyileştirilmesi ve sürdürülebilir kullanımının teşvik edilmesi; ormanların sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi; çölleşmeyle mücadele edilmesi; arazi bozulmasının durdurulması ve tersine çevrilmesi ve biyolojik çeşitlilik kaybının durdurulması.

1.1.3.3.3. Avrupa Komisyonu

AB, ekonomik gücünü ve bu sayede vatandaşlarına sunduğu refahı, sömürge faaliyetleri dışında önemli ölçüde yoğun kaynak kullanımına dayanan sanayi ekonomisine borçludur. 1951 yılında Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu adıyla,

dönemin stratejik öneme sahip ve adında yer alan kaynakların üye ülkeler açısından güvenliğini ve yönetimini gözetme amacıyla kurulan AB, çevre sorunlarının uluslararası düzeyde ele alındığı 1970’li yıllara kadar çevre sorunlarına yönelik kapsamlı bir politika geliştirmemiştir. Bu yıllardan itibaren ise, AB ülkeleri tarafından BM öncülüğünde uluslararası boyutta gerçekleştirilen toplantılara katılım sağlanmış ve ekonomik faaliyetler sonucu çevreye verilen zararlar kabul edilmiştir. Bu tarihlerden itibaren AB’de enerji politikaları belirlenirken ekonomisi için kaynağa ulaşım güvenliğinin yanında çevresel hassasiyetler de kalıcılaştırılmış ve giderek çevrenin korunması konusunda daha ileri seviyede kararlar alınmaya başlanmıştır (Belen & Serhat, 2017: 179-180).

Birlik, ilk defa 1972 yılında Paris’te yapılan Avrupa Zirvesi’nde çevre politikaları oluşturma öneminin vurgulanarak ve ilgili organlardan faaliyete geçilmesini isteyerek; bundan sonraki bütün çevre politikalarının ana yönünü belirleyecek olan Çevre Eylem Programları sürecini de başlatmıştır. 1973 yılında hazırlanan ilk Çevre Eylem Programı’ndan itibaren toplamda 7 program hazırlanmış ve uygulamaya sokulmuştur (Yaman & Gül, 2018: 208). Bu eylem programlarının kapsamı başından itibaren, çevreye ilişkin uluslararası güncel gelişmeler de dikkate alınarak ve geliştirilerek sürdürülmüştür. Bağlayıcılıkları bulunmayan, AB içinde uygulanacak çevre politikalarının ana ilkelerini belirleme ve yapılacak yasal düzenlemelere yol gösterici olma özelliklerine sahip olan bu çevre eylem programları kapsamında genel olarak, kirliliğin meydana gelmeden önlenmesi; karar süreçlerinde ve yapılacak etkinliklerde mümkün olan en erken aşamada çevre unsurunun dikkate alınması; üye ülkelerce çevrenin korunması hususunda alınacak kararlarda ortak hareket edilmesi; atık yönetimi; “kirlüten öder” ilkesinin uygulanması; çevrenin korunmasının ileriletilmesi için bu konuda bilim ve teknolojinin geliştirilmesi; yalnızca AB içinde değil Birlik dışında da kirlilikle mücadele; ve eğitimlerle yaygın çevre bilincinin geliştirilmesi yönünde eylem planları oluşturulmuştur (Aydın & Çamur, 2017: 26-27). 2014-2020 yılları arasında kapsayan ve “Gezegimizin Sınırları İçinde, İyi Yaşamak” sloganıyla yürürlüğe giren yedinci ve 2020 yılına kadar yapılması gerekenler ile 2050 vizyonunu içeren en güncel Eylem Programı kapsamında belirlenen öncelikler ise (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2020b);

- Birlik'in doğal sermayesinin korunması ve geliştirilmesi,
- Kaynak-verimli, rekabetçi ve düşük karbonlu yeşil bir ekonomiye geçiş,
- AB vatandaşlarının sağlığının çevresel risklerden korunması,
- Çevre mevzuatının geliştirilmesi,
- Çevre ve iklim politikaları için gerekli yatırımın sağlanması,
- Çevrenin diğer politika alanlarıyla uyumunun sağlanması,
- Şehirlerin sürdürülebilirlik açısından güçlendirilmesi,
- AB'nin uluslararası çevre ve iklim sorunları konusunda etkinliğinin artırılması, şeklinde özetlenebilir.

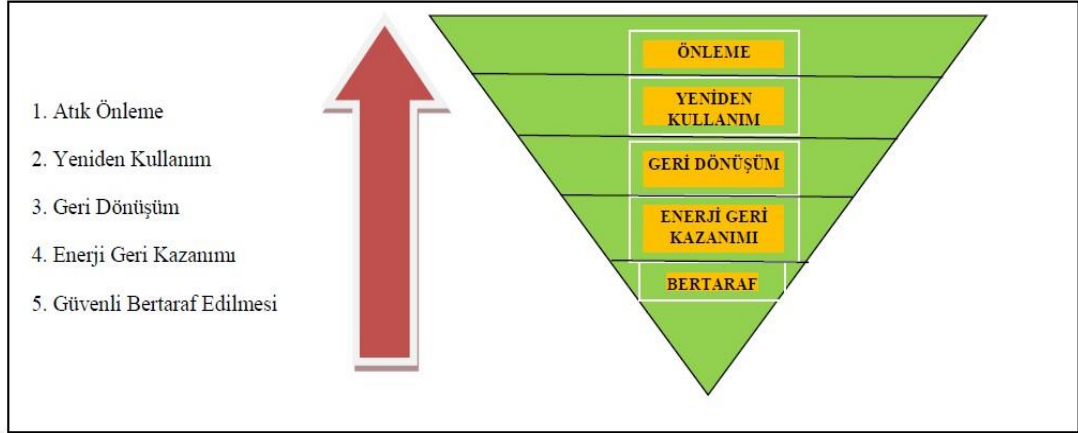
Ekonomisi yoğun kaynak kullanımına dayanan, kullandığı kaynakların büyük bölümünde giderek daha da dışa bağımlı hale gelen ve bunun ekonomisi ve çevre açısından tehdit oluşturduğunun farkına varan AB, çevrenin korunması konusunda uluslararası alanda birçok faaliyette yer alması ve öncülük etmesinin yanında, kaynak verimliliğini ve çevrenin korunmasını gözeten çok geniş bir çevre müktesebatı oluşturmuş; bu hususta 500'den fazla yasal düzenlemeyi yürürlüğe sokmuştur (EEA, 2015). Çevresel, sosyal ve ekonomik faydalar meydana getiren bu düzenlemelerde önemli bir yer tutan AB'nin atık yönetimine ilişkin politikalarına kısaca değinmek, günümüzde daha kapsamlı ve bütünleşik olan politikalarını anlamak için de faydalı olacaktır. AB atık yönetimi politikasının gelişimi, herhangi bir hedefe yer verilmeyen 1975 tarihli Atık Çerçeve Direktifi ve 1978 yılında yürürlüğe giren Toksik ve Tehlikeli Atıklar Hakkında Direktif'le başlamıştır. İlerleyen yıllarda giderek katılan çevre düzenlemelerinin sanayi için maliyetleri artırması nedeniyle, 80'li yılların sonlarında tehlikeli atıkların Doğu Avrupa ülkelerine ve gelişmekte olan ülkelere ihraç edilmeye başlanmasıyla birlikte gelişmekte olan ülkelerdeki çevre felaketleri artmış ve bu durum beraberinde çevre odaklı aktörlerin eleştirilerini ve gelişmekte olan ülkelerin tepkisini getirmiştir. Bu nedenle, 1989 yılında topluluk dışına ihraç edilecek atık miktarlarını sınırlandıracak ve atık bertarafı için yüksek standartlar belirleyen Tehlikeli Atıkların Sınır Ötesi Taşınımına ve Bertarafına İlişkin Basel Sözleşmesi kabul edilmiştir. 2000'li yıllardan itibaren ise; atık bertaraf ve depolama tesislerinden yayılan kirliliğin (toprak, hava ve yer altı suyu kirliliği gibi) meydana getirdiği

Çevresel sorunları azaltmak amacıyla atık yönetimine ilişkin yeni standartlar belirleyen düzenlemeler kabul edilmiştir (Sapmaz Veral & Yiğitbaşıoğlu, 2018: 3-4).

AB, evresel açıdan giderek artan atık miktarını azaltmak ve kaynak verimliliği açısından atıkların bertarafı yerine geri dönüşümünü, tekrar kullanımını veya atıktan enerji kazanımını arttırmak için atık yönetimine ilişkin birçok mevzuat düzenlemesi yapmıştır. Bu düzenlemelerin tamamlayıcısı olan ve ilkelerini belirleyen temel düzenleme ise; AB Parlamentosu ve Konseyi'nin hazırladığı 2008/98/EC sayılı Atık ereve Direktifi'dir. Kullanım ve bertaraf konusunda atığın hiyerarşisini belirleyen ve 2020 yılına kadar geri dönüşüm konusunda hedefler (evsel atıkların %50'sini ve inşaat atıklarının %70'ini) belirleyen bu temel düzenlemeye göre; kaynakların verimli kullanımı, iklim değişikliğiyle mücadele ve insan ve evre sağlığını koruma esas alınmıştır. Bu temel düzenlemeye göre AB'nin beş ana hedefi bulunmaktadır (CPS, 2012: 30-31):

- evre dostu teknolojilerin desteklenmesi ve geri dönüşümü mümkün olan ürünlerin üretilmesi yoluyla atıkların nlenmesi,
- Atıkların özellikle hammadde olarak üretim sürecinde tekrar kullanılmasının ve geri kazanılmasının teşvik edilmesi,
- Avrupa düzeyinde bağlayıcı evre standartlarının ortaya konmasıyla, atık bertarafının iyileştirilmesi,
- Tehlikeli maddelerin taşınmasına ilişkin hükümlerin daha da sıkılaştırılması,
- Kirliliğe uğramış arazilerin iyileştirilmesi.

Şekil 1.8.: AB Atık Önleme Hiyerarşisi



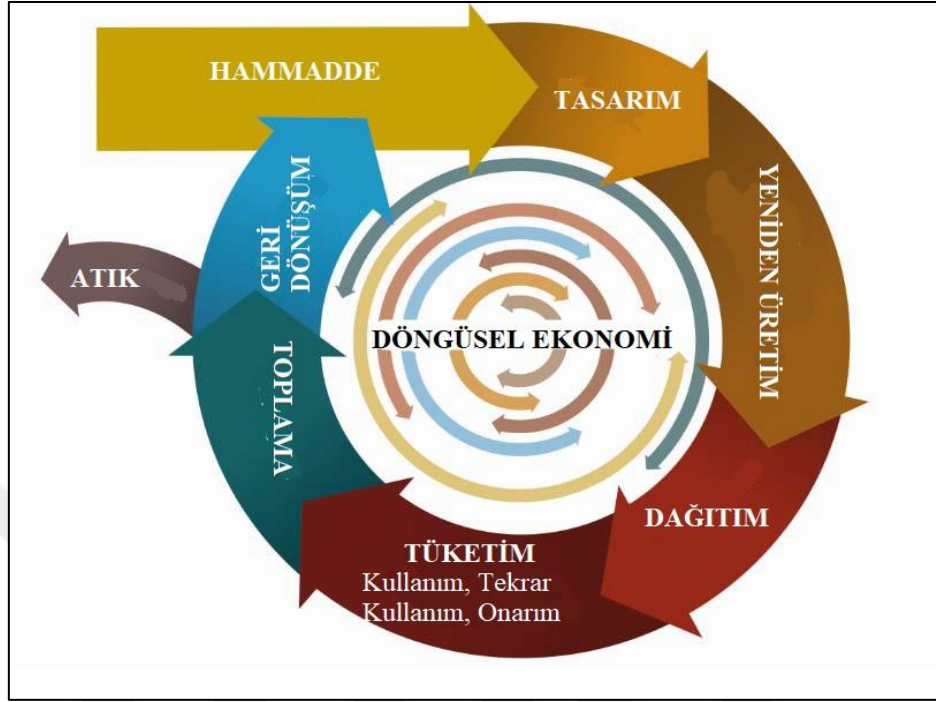
Kaynak: (Sapmaz Veral & Yiğitbaşıoğlu, 2018: 5)

AB atık yönetimi açısından belirleyici temel düzenleme olan Atık Çerçeve Direktifi, kaynak verimliliğini ve olumsuz çevresel etkileri azaltmayı esas alarak; AB'yi döngüsel bir ekonomiye taşımayı hedeflemektedir (Ponce Del Castillo, 2014: 27). Özellikle çevre konusunun ve bununla birlikte sürdürülebilir kalkınma kavramının uluslararası boyutta ele alınmasıyla Çevre Eylem Programları'nın oluşturulması; bu programlar belirleyiciliğinde geliştirilen düzenlemeler; ayrıca kaynak verimliliğinin AB için hayati önemi gibi hususlar, nihai olarak AB'yi döngüsel bir ekonomi anlayışına taşımıştır. Bu sürecin sonucu olarak bu konuda ilk adım, Avrupa Komisyonu'nun 2014 yılında yayımlanan ve AB'deki altı atık yönetimi direktifindeki hedefler gözden geçirilerek kaynak verimliliği açısından atık yönetimine ilişkin bazı hedefler belirleyen “Döngüsel Ekonomiye Doğru: Avrupa için Sıfır Atık Programı” ile atılmıştır.

Sanayi Devrimi'nden bu yana uygulanan doğrusal ekonomi modelinin Avrupa'nın rekabet gücünü tehdit ettiği gerçeğini ve Avrupa ekonomisi için hayati önem taşıyan ve Avrupa 2020 Stratejisi kapsamında oluşturulan kaynak verimliliği hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi için daha döngüsel bir ekonomiye geçişin önemini vurgulayan bu Program kapsamında, programın uygulanmasının Avrupa ekonomisine sağlayacağı katkılara ilişkin tahminler ve atık ve kaynak yönetimine ilişkin bazı hedefler belirlenmiştir. Program'da özetle, DE ile AB sanayisinin materyal girdi maliyetinde ciddi oranlarda tasarruf (%17-24 oranında azaltılarak, yılda yaklaşık 630

milyar Euro) imkanı; yeni ürün ve iş imkanlarıyla AB GSYH'sini % 3,9'a kadar artırma potansiyeli bulunduğu; artan kaynak verimliliği ve atığın önlenmesiyle de %2-4 arası bir emisyon azaltımı sağlanabileceği; bunun dışında biyoçeşitlilik kaybının azaltılabileceği; ve 2030 yılına kadar ise % 27 oranında deniz çöprü azaltımı sağlanabileceği belirtilmiştir. Komisyon, 2030 yılına kadar kaynak verimliliğinde %30'luk bir artışı hedeflemiştir. Bu hedefe ulaşabilmek için atık yönetimine ilişkin hedeflerse, 2030 yılına kadar evsel atıklarda %70 ve ambalaj atıklarında %80 geri dönüşümü; materyallere özgü hedeflerle 2025'e kadar kağıt için %90, 2030'a kadar plastikler için %60, ahşap için %80, demir içeren metal, alüminyum ve camda %90 geri dönüşüm; ayrıca 2025 yılına kadar geri dönüştürülebilen atıkların depolanmasının aşamalı olarak kaldırılması; ve 2025'e kadar gıda israfında %30'luk bir düşüş olacak şekilde belirlenmiştir. Komisyon, döngüsel bir ekonomiye ulaşmak için üretim süreçleri ile ürün ve hizmetlerde mümkün olan en az kaynağın kullanılmasını, yaratılan değerlerin uzun süre ve yüksek verimlilikle kullanılabilmesini, tehlikeli veya geri dönüştürülmesi zor materyallerin kullanımını azaltmayı, onarımı, yeniden kullanımı ve geri dönüşümü kolaylaştırmayı sağlayacak şekilde tasarlanmasını gerekli görmekte; bu konuda araştırma, yenilikçi iş modelleri ve tasarım için teşviki, piyasaya dayalı araçları ve paydaşlarla birlikte çalışılmasını önemsemektedir (Eur-Lex, 2014).

Şekil 1.9.: Döngüsel Ekonomi



Kaynak: (European Commission, 2014: 5)

2014 yılının sonuna doğru yaşanan başkanlık değişimi sonrasında Komisyon, “Döngüsel Ekonomiye Doğru: Avrupa için Sıfır Atık Programı” adıyla sunulan paketi geri çekmiş ve bunun yerine Aralık 2015’te sadece atık hedeflerini değil, ekonomideki bütün üretim ve tüketim aşamalarını döngüsel hale getirmeyi amaçlayan hedefler içeren; daha iyi tasarlanmış ve daha iddialı bir paketi kabul etmiştir. **Döngüyü kapatmak - Döngüsel Ekonomi için bir AB eylem planı** adıyla sunulan programla, AB’nin sürdürülebilir, kaynak verimli, düşük karbonlu ve rekabetçi bir ekonomi geliştirmesine önemli bir katkı sağlanacağı ve bu kapsamlı Program’ın, BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve uluslararası antlaşmalarla verilen taahhütlerin gerçekleştirilebilmesi adına önemli bir araç olacağı düşünülmektedir. İklim değişikliğiyle mücadele kapsamında ise; emisyon azaltımı ve kaynakların daha az kullanılması sonuçlarıyla somut eylemler içeren döngüsel ekonomiye geçişin ciddi faydalar getireceği belirtilmektedir. Belirlenen genel hedeflere ulaşmak için programın temel eylemleri şu şekilde belirlenmiştir (EC, 2015):

- AB'nin yeni ar-ge ve yenilik programı kapsamında 650 milyon Euro'yu aşkın ve yapısal fonlar altında 5,5 milyon Euro fon desteği sağlanması,
- Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri kapsamında 2030'a kadar gıda israfının yarıya indirilmesi için eylemler,
- Üretici risklerini azaltmak için ikincil hammaddelerin kalite standartlarının geliştirilmesi,
- Enerji verimliliğini ve ürünler için geri dönüşüm oranlarını artırıcı eylemleri teşvik etmek,
- Ortak pazarda organik ve atık bazlı gübre kullanımını kolaylaştırmak ve biyo-besinlerin rolünün artırılması,
- DE'de çevre açısından plastiklere ilişkin ve deniz çöpünün önemli ölçüde azaltılması için strateji,
- Atık suyun yeniden kullanımı için asgari gerekliliklere ilişkin bir mevzuat tekli de dahil olmak üzere bir dizi eylem.

Komisyon, eylem planı kapsamında; “üretim, tüketim, atık yönetimi, ikincil hammaddeler ve suyun yeniden kullanımı, plastikler, inşaat ve yıkım, yemek atıkları gibi önceli alanları ve yenilik ve yatırım” gibi bir dizi başlıkta hedefler; ve bu başlıkta belirlenen hedeflere ulaşabilmek için Komisyon tarafından önerilen bazı eylemler belirlenmiştir:

- Özellikle plastik içerikli ikincil hammaddeler için kalite standartlarının iyileştirilmesine yönelik çalışmaların başlatılması,
- Organik ve atık bazlı gübrelerin tek pazarda tanınmasını kolaylaştırmak için gübre konusunda gözden geçirilmiş bir yönetmelik hazırlanması,
- Sulama ve yeraltı suyunun yeniden doldurulması gibi, suyun yeniden kullanımını kolaylaştırmak için bir dizi önlem alınması,
- Yakın zamanda başlatılan Hammadde Bilgi Sistemi'nin daha da geliştirilmesi.

Bazı sektörlerin ürün özellikleri, çevresel ayak izleri veya Avrupa dışından gelen materyale bağımlılıkları nedenleriyle DE'nin tam uygulanabilmesi adına zorluklarla karşı karşıya olduğu, 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, Avrupa'daki gıda israfı

ve AB için yüksek ekonomik öneme sahip bazı kritik hammaddelerin durumu vurgulanarak; plastikler için geri dönüşümünün artırılmasına, yemek atıklarına yönelik kişi başına gıda atığının yarıya indirilmesine ve gıda kayıplarının azaltılmasına, kritik hammaddelerin geri kazanımının artırılmasına ve Avrupa'nın en büyük atık kaynakları arasında yer alan ve çoğu geri dönüştürülebilir veya yeniden kullanılabilir olan inşaat ve yıkım atıklarının geri dönüşümünün iyileştirilmesi hedefleriyle bazı “öncelikli alanlar”a ilişkin başlıklar incelenmiştir (Eur-lex, 2015: 3-17).

Komisyon'un açıklamış olduğu eylem planıyla birlikte atık yönetimine dair önerilen mevzuat değişikliği tekliflerinde, önemine ve atıklarla ilgili olarak AB'deki son duruma ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Buna göre, Birlik içerisinde önemli miktarlarda ikincil hammaddenin kaybedildiği; 2013 yılında üretilen toplamda 2,5 milyar ton atığın 1,6 milyon tonunun yeniden kullanımı ve geri dönüşümü gerçekleşmeden kaybedildiği ve ek olarak yaklaşık %25'inin yeniden kullanımının ve geri dönüşümünün mümkün olduğu; evsel atıklarda geri dönüşümün %43 olarak gerçekleştiği ve geri kalan atığın ise gömüldüğü veya yakıldığı; ayrıca üye devletler arasında evsel atığın çevreye bırakılması açısından %3'ten %90'ı aşan seviyelerde ciddi farklar bulunduğu belirtilmiştir. Bu nedenle daha döngüsel bir ekonomiye ulaşmak için fırsatların kaçırılmaması ve üye ülkeler arasındaki dengesiz durum gerekçe gösterilerek, Komisyon tarafından 2015 yılındaki DE eylem planı kapsamında ilk atık yönetimine ilişkin önerilen hedefler özetle şöyledir (EC, 2015):

- Yeniden kullanım ve geri dönüşüm hedefinin 2030 yılına kadar evsel atıklar için %65'e, ambalaj atıkları için %75'e yükseltilmesi için ortak bir AB hedefi,
- Evsel atıkların depolanmasının kademeli olarak 2030 yılına kadar %10'a düşürülmesi için bağlayıcı bir hedef,
- Ayrı bir biçimde toplanan atıkların depolanmasının yasaklanması,
- AB genelinde geri dönüşüm hedefleri için basitleştirilmiş tanımların ve uyumlu hesaplama yöntemlerinin geliştirilmesi,
- Endüstriler arasında uyumlu ortamın sağlanmasıyla yeniden kullanımın teşvik edilmesi.

Komisyon, 2014'teki döngüsel ekonomi paketini geri çekerken, “daha iddialı bir öneri” sunmayı taahhüt etmişti. Aralık 2015'te sunulan yeni paketin, önceki pakette yer alan bir çok unsuru barındırmakla birlikte; atık yönetimine ilişkin biraz daha düşük ve süreleri farklılaştırılmış hedefleri, gıda atığına daha az odaklanması ve DE'ye geçişte daha ayrıntılı önlemleri içeren bazı farklılıkları bulunmaktadır. Her iki pakette de farklı alanlardaki mevcut atık direktiflerine yönelik düzenlemeler getirilmiştir. Özellikle yeni önerilen pakette atık yönetimi için daha az iddialı hedefler belirlenmesi göze çarpmaktadır (EP, 2016). Sonrasında Komisyon Ocak 2018'de, Aralık 2015'te kabul ettiği DE paketinin uygulanmasına ve DE'ye ilişkin temel göstergelerin analizine yönelik açıkladığı “Döngüsel Ekonomi için bir AB İzleme Çerçevesi” paketiyle birlikte önerdiği atık yönetimine ilişkin mevzuat (2008/98/EC, 94/62/EC ve 999/31/EC sayılı direktifler) düzenlemelerinde oranlar ve tarihlere ilişkin bir dizi değişiklik içeren düzenlemeler yapmış ve bu düzenlemeler, Avrupa Parlamentosu tarafından Nisan 2018'de gerçekleşen Genel Kurul toplantısında onaylanmıştır. Komisyon, yeni düzenlemelere ilişkin yaptığı 22.05.2018 tarihli basın duyurusunda, “kabul edilen yeni kuralların dünyadaki en modern atık mevzuatı niteliğini taşıdığını” belirtmiştir (AB Türkiye Delegasyonu, 2018). Komisyon'un, 2014 yılındaki ilk DE paketinden itibaren atık yönetimine ilişkin hedeflerinin gelişimi aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 1.3.: Avrupa Komisyonu'nun tarafından sunulan 2014 ve 2015 (2018 düzenlemeleri dahil) DE paketleri kapsamında belirlenen atık yönetimi hedefleri.

	2014 önerisi	2015 önerisi	2018 önerisi
Evsel atıklar için yeniden kullanım ve geri dönüşüm hedefleri	2020 için: %50 ara hedef 2030 için: %70 hedef	2025 için: %60 ara hedef 2030 için: %65 hedef	2025 için: %55 ara hedef 2030 için: %60 ara hedef 2035 için: %65 hedef

Evsel atıkların depolanmasına ilişkin hedefler	2025 için: %25 2030 için: %5' le sınırlandırılması	2030 için: %10' la sınırlandırılması	2015 paketinde belirlenen hedef 5 yıl uzatılarak; 2035 için: %10' la sınırlandırılması
Ambalaj atıkları için yeniden kullanım ve geri dönüşüm hedefleri	2030 için: %80 hedef (Plastikte 2025: %60 Kağıtta 2025: %90 Ahşapta 2030: %80 Demir içeren metal, alüminyum ve camda 2030: %90)	2025 için: %65 ara hedef 2030 için: %75 hedef (Plastikte 2025: %55 Ahşapta 2025: %60 ve 2030: %75 Kağıtta ve demir içeren metal, alüminyum ve camda 2025: %75 ve 2030: %85)	2025 için: %65 ara hedef 2030 için: %70 hedef (Plastikte 2025: %50 ve 2030: %55 Ahşapta 2025: %25 ve 2030: %30 Kağıtta 2025: %75 ve 2030: %85 Demir içeren metaller 2025: %70 ve 2030: %80)
Gıda çöpi	2017 yılına kıyasla 2025 yılına kadar %30' luk bir azaltma	Eylem planında bahsedilmiş, fakat somut bir hedef belirlenmemiştir.	BM-2030 hedeflerine ulaşabilmek için; 2025 için: %30' luk azaltma ara hedefi 2030 için: %50' lik azaltma hedefi

Kaynaklar: (European Parliament, 2016; Eur-lex, 2018a; Eur-lex, 2018b; ve Eur-lex, 2018c)'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Avrupa Komisyonu, kaynak verimliliği sağlanarak Avrupa'nın küresel rekabet gücünün artırılması ve doğal çevrenin korunarak sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanması hedeflerine ulaşabilmek adına daha döngüsel bir ekonomiye geçiş için sunmuş olduğu DE Eylem Planı'nın uygulanmasına ilişkin, Mart 2019'da yeni bir rapor sunmuştur. Bu kapsamlı rapor, AB'de DE eylem planının uygulamasının genel sonuçları, doğal kaynaklar ve tatlı su kaynaklarıyla birlikte ekosistemlerin üzerindeki baskının en aza indirildiği karbon nötr ve rekabet gücü yüksek bir ekonomiyi inşa etmek için gereklilikleri ve buna ulaşmadaki açık zorlukları ortaya koymaktadır (EC, 2019). Raporda, döngüsel bir ekonomi inşa etmek için, kaynak kullanımının en aza indirilmesi ve materyallerin yeniden kullanımının, geri kazanılmasının ve geri dönüştürülebilirliğinin artırılmasını sağlayarak kaynak verimliliği hedeflerine

ulaşılması için “döngüsel tasarım ve üretim süreçleri”; daha döngüsel bir ekonomiye geçişte çok önemli bir yere sahip olan değişen tüketim kalıplarına vatandaşların aktif katılımının sağlanması için “tüketicileri güçlendirmek”; daha döngüsel bir ekonomi elde etmenin anahtarı olarak görülen atık yönetimi sistemlerinin iyileştirilmesi için “atıkları kaynağa dönüştürmek”; ve çevrenin korunması açısından plastik kirliliğinin önlenmesi için “Sistemik Bir Yaklaşım: Döngüsel Ekonomide Plastikler için AB Stratejisi” başlıklarıyla ve DE’ye geçişin hızlandırılması için “inovasyon ve yatırımlar” ve “güçlü paydaş katılımı” başlıkları altında tavsiyelere, yapılacak teşviklere ve düzenlemelere ilişkin eylemler sunulmaktadır. Rapor’da öne çıkan hususlar özetle şu şekildedir (Eur-lex, 2019):

- 2015 Eylem Planı kapsamında belirlenen toplam 54 eylemin tamamlanmış veya uygulanmakta olduğu,
- DE ile ilgili sektörlerin 2016 yılında, 2012’ye göre %6’lık bir artışla dört milyondan fazla işçi istihdam ettiği,
- 2016 yılında DE kapsamında atık yönetimine ilişkin faaliyetlerin 147 milyar Euro katma değer yarattığı,
- Komisyon tarafından başlatılan geri dönüştürülmüş plastikler için gönüllü taahhüt kampanyası kapsamında, bazı paydaşların geri dönüştürülmüş plastik alımlarını 2025 yılına kadar en az %60 artıracak taahhütte bulunduğu,
- DE’ye geçişin hızlandırılması için, 2016-2020 döneminde yeniliğe ve Avrupa’nın endüstriyel temelini uyumlu hale getirilmesi faaliyetlerine toplamda 10 milyar Euro’nun üzerinde kamu finansmanı sağlanması çabalarının hızlandırılması,
- Çevresel Ayak İzi ve AB Ecolabel uygulamalarının etkinliği artırılarak; tüketicilerin DE’ye uygun ürünlere daha fazla yönelmesinin sağlanması,
- Biyoekonomi Stratejisi ve Yenilenebilir Enerji Çerçevesi kapsamında; ekolojik sınırlara saygı gösterilmesine ve biyoçeşitlilik kaybının durdurulmasına katkıda bulunmaya yönelik adımlar atılması.

Komisyon, son olarak Aralık 2019’da yayımlanan ve 2050’ye kadar iklime zararsız bir ekonominin amaçlandığı Avrupa Yeşil Anlaşması’nın ana unsurlarından

biri olan DE'ye ilişkin yeni bir eylem planını Mart 2020'de sunmuştur. "Daha Temiz ve Daha Rekabetçi Bir Avrupa İçin Yeni Döngüsel Ekonomi Eylem Planı" adıyla sunulan paketin, önceki eylem planlarına göre artırılan eylem başlıklarıyla daha kapsamlı olması ve iklim değişikliği özelinde ayrı bir başlık içermesi dikkat çekmektedir (Eur-lex, 2020). Komisyon, 2015 yılından beri yapılan çalışmalara dayanan ve tüm paydaşlarla birlikte ürünlerin tüm yaşam döngüsü boyunca alınan önlemlerle ekonominin yeşil bir geleceğe uygun hale getirilmesi, çevreyi korurken rekabet gücünün artırılması ve tüketicilere yeni haklar verilmesi temel hedefleriyle güncel eylem planı kapsamında özetle aşağıdaki önlemleri sunmaktadır (EC, 2020a):

- Sürdürülebilir ürünlerin AB' de norm haline getirilmesi,
- En çok kaynağı kullanan ve döngüsellik potansiyelinin yüksek olduğu düşünülen sektörler olan; elektronik, piller, ambalaj, plastikler, tekstil, inşaat ve binalar ve gıda sektörlerine odaklanması,
- Daha az atık oluşturulması,
- İnsanlar, bölgeler ve şehirler için döngüsellüğün sağlanması,
- DE konusunda küresel faaliyetlere önderlik edilmesi.

Bu başlıkta özetle; AB'nin kuruluşuyla birlikte kaynak yönetimi ve çevre sorunları konusundaki eğilimleri, bu eğilimleriyle geliştirilen ve ekonomisi için çok önemli olan öncelikle kaynak verimliliği ve çevrenin korunması hedeflerine yönelik geliştirilen çevre eylem programlarına, atık yönetimine ve son dönemlerde sunulan kapsamlı DE paketlerine ilişkin bilgiler verilmiştir.

1.2. Döngüsel Ekonomi Modeli

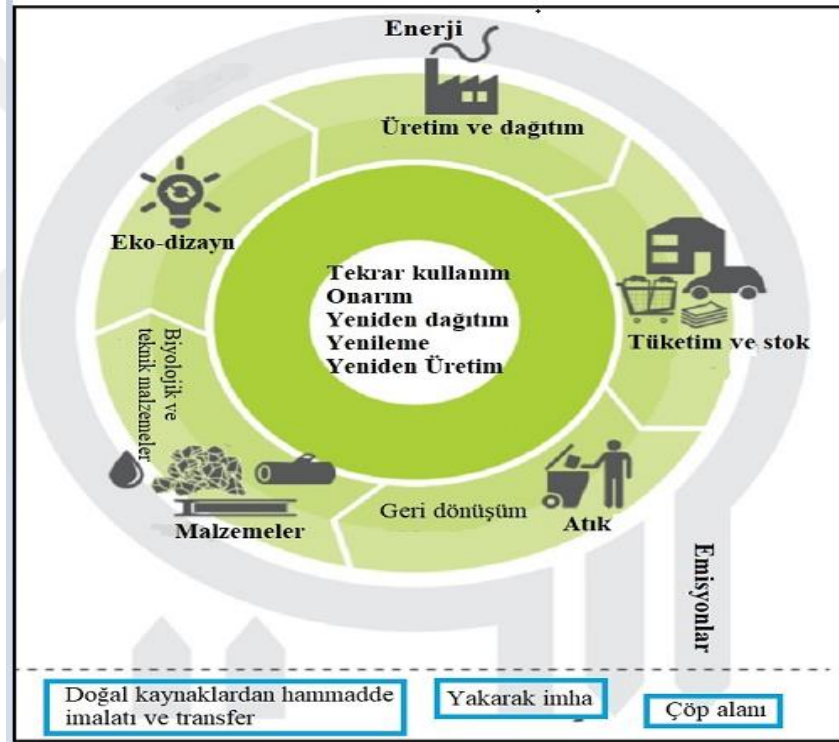
DE modeli, mevcut ekonomik sistemin çevresel ve ekonomik açıdan sürdürülemez bir şekilde işleyen doğrusal modeline alternatif olarak döngüsel bir uygulama sağlamaktadır. DE'de genel olarak ürünlerin ve materyallerin öncelikle yeniden kullanım, yenileme ve onarım gibi uygulamalarla mümkün olabildiğince yaşam süresinin uzun tutulması; mümkün olmadığı durumda ise yeniden üretim ve geri dönüşüm uygulamalarıyla geri kazanılması sağlanarak, olabildiğince uzun süre döngüde tutulması; ve böylece atık oluşumunun önlenmesi amaçlanmaktadır. Atık

oluşumunun engellenmesi için ürünlerde özellikle çevresel etkileri daha çok olan teknik bileşenlerin yerine, daha çok doğanın kendi döngüsüne uygun şekilde biyobozunur bileşenlerin kullanımının artırılması; teknik bileşen kullanılması durumunda ise bunun yeniden kullanıma uygun bir şekilde tasarlanması yollarıyla kaynak kaybına, atık oluşumuna ve çevre sorunlarına neden olunmaması önemlidir (Korhonen, Honkasalo, & Seppälä, 2018a: 37, 41). Temel olarak kaynak verimli üretim ve tüketim süreci geliştirilerek atıkların azaltılmasını ifade eden “azaltım”, yeniden üretim ve onarım ilkelerini içeren ve ürünlerin daha iyi tasarlanmasıyla maliyet ve atığın azaltılmasını ifade eden “yeniden kullanım” ve atıkların birçok şekilde kullanımı için ürün veya materyallere dönüştürüldüğü herhangi bir geri kazanım işlemini ifade eden “geri dönüşüm (3R prensibi)” süreçlerini kapsayan DE, genel olarak kaynakların yeniden kullanıldığı ve bir üretim ve kullanım döngüsü içinde tutulduğu; böylece daha uzun bir sürede daha fazla değer üretilmesini sağlayan kapalı bir üretim sistemine dayanarak mevcut “al-yap-kullan-at” temel prensibiyle işleyen ve çevreyi bir atık depolama alanı olarak gören açık uçlu doğrusal ekonominin yerini almayı amaçlamaktadır (Urbinati, Chiaroni, & Chiesa, 2017: 487-490).

Kaynakları kullanma şeklimizi derinlemesine dönüştürmeyi amaçlayan DE’nin geniş ve birçok farklı alanda uygulama imkanı olması nedeniyle, farklı tanımlamalarının olması ve uygulayıcılar tarafından farklı noktalara odaklanması sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle uygulayıcıların DE’ye olan ilgisine rağmen; genel kabul gören bir tanımın ve teorik çerçevenin olmaması nedeniyle, mevcut iş modellerinin nasıl uyarlanacağı ve uygulanacağı konusunda zorluklar yaşanmaktadır (Urbinati, Chiaroni, & Chiesa, 2017: 488). Geisendorf ve Pietrulla, DE kavramına ve tanımlarına yönelik birçok akademik çalışmayı inceledikleri çalışmalarında, DE’nin iş modellerine daha iyi uyarlanabilmesine katkı adına şu şekilde bir tanım önerisi vermişlerdir: “Döngüsel bir ekonomide ürünlerin ve materyallerin değeri korunur, israftan kaçınılır ve bir ürün ömrünün sonuna ulaştığında kaynaklar ekonomi içinde tutulur.” (Geisendorf & Pietrulla, 2018: 779). Kirchherr ve arkadaşları ise; literatürde yer alan 114 DE tanımını inceledikleri çalışmalarında kapsamlı bir tanım sunmuşlardır: “Sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmek ve böylece aynı zamanda çevresel kalite, ekonomik refah ve sosyal eşitliği şimdiki ve gelecek nesillerin yararına

yaratmak amacıyla mikro, mezo ve makro düzeyde faaliyet gösterecek; üretim ve tüketim süreçlerinde materyallerin azaltılması, alternatif olarak yeniden kullanılması, geri dönüştürülmesi ve geri kazandırılmasıyla ‘yaşam sonu’ kavramının yerine geçecek bir ekonomik sistem” (Kirchherr, Reike, & Hekkert, 2017: 224-225). DE’nin tanıtılması ve geliştirilmesi için önemli çalışmaları bulunan EMAF ise DE’yi; “yenilenebilir enerjiye güvenmeyi amaçlayan; toksik kimyasalların kullanımını en aza indiren, izleyen ve ortadan kaldıran; ve dikkatli bir tasarımla atıkları ortadan kaldıran niyetle onarıcı bir sanayi ekonomisi.” olarak tanımlamaktadır (EMAF, 2013: 22).

Şekil 1.10.: Basitleştirilmiş Döngüsel Ekonomi Modeli



Kaynak: (European Environment Agency, 2016a: 10)

Şekil 7’ de, Avrupa Çevre Ajansı (AÇA)’nın 2016 tarihli çalışmasında yer alan DE’nin basitleştirilmiş bir modeli gösterilmiştir. Ana düşünce olarak; kaynak kullanımının ve atık oluşumunun eko-tasarım, geri dönüşüm ve yeniden kullanım yollarıyla en aza indirilmesi belirtilmiştir. Şekilde yer alan dış daire, enerji akışlarını göstermektedir. Burada fosil kaynakların yakılmasıyla elde edilen enerji nedeniyle kaynağın döngüde tutulmadığı doğrusal modele kıyasla, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artması gerekir. Orta daire, teknik ve

biyolojik materyalleri ayırarak geri dönüşüm döngüsündeki materyal akışlarını temsil etmektedir. Tamamen yenilenebilir olmaları nedeniyle biyolojik materyallerin payının artması faydalı olacaktır. İç daire ise, atık üretimini ve geri dönüşümü atlayarak; en az kaynak girişi gerektiren süreçler olan yeniden kullanımı, yeniden dağıtımı, onarımı, yeniden üretimi ve yenilemeyi temsil etmektedir. Bu uygulamalarla ürün ve bileşenlerin değeri mümkün olan en yüksek seviyede tutulmaktadır.

AÇA tarafından listelenmiş olan DE'nin temel özellikleri ve döngüsel bir ekonomiye geçiş için gerekli olan teknik, ekonomik ve sosyal açıdan kolaylaştırıcı faktörler özetle aşağıdaki tabloda sunulmaktadır (EEA, 2016a: 9-10):

Tablo 1.4.: Döngüsel ekonominin temel özellikleri ve kolaylaştırıcı faktörleri

Temel Özellikler	Kolaylaştırıcı Faktörler
Daha az doğal kaynak kullanımı ▪ Hammadde kullanımının en aza indirilmesi ve daha az materyalden daha fazla değer sağlanması, ▪ Doğal kaynak bağımlılığının azaltılması ▪ Doğal kaynakların verimli kullanılması ▪ Enerji ve su kullanımının en aza indirilmesi	Eko-tasarım ▪ Yükseltme, yeniden kullanım, yenileme ve yeniden üretime olanak tanıyan daha uzun ömürlü ürün tasarımı ▪ Ürünün kullanım ömrü sonunda yüksek kalitede materyal geri dönüşümünün sağlanması ▪ Daha temiz materyal döngüsü için; ürün ve üretim sürecinin tehlikeli maddelerden arındırılması
Yenilenebilir ve geri dönüştürülebilir kaynak ve enerji kullanım payında artış ▪ Yenilenemeyen kaynakların yenilenebilir kaynaklarla değiştirilmesi ▪ Birincil hammaddelerin kullanımı yerine; geri dönüştürülebilir ve geri dönüştürülmüş materyal kullanım payının artırılması ▪ Materyal döngülerinin kapatılması	Onarım, yenileme ve yeniden üretim ▪ Ürün ve bileşenlerin yeniden kullanımına olanak tanıyan onarım, yenileme ve yeniden üretim uygulamalarına öncelik verilmesi

Azaltılmış emisyonlar ▪ Sürdürülebilir ve daha az kaynak kullanımıyla tüm materyal döngüsü boyunca emisyonların azaltılması ▪ Daha az kirlilik için temiz materyal döngüleri	Geri dönüşüm ▪ Mümkün olduğunca fazla atığın yüksek kalitede geri dönüştürülmesi ▪ Geri dönüştürülmüş materyallerin ikincil hammadde olarak kullanılması ve materyallerin karıştırılması ve kirlenmesinin engellenmesi ▪ Yüksek kaliteli geri dönüşüm mümkün değilse kademeli materyal kullanılması
Daha az materyal kaybı ve atık ▪ Atığın en aza indirilmesi ▪ Bertaraf edilecek ve depolanacak atık oluşumunun en aza indirilmesi	Ekonomik teşvikler ve finans ▪ İşgücünden alınan vergilerin doğal kaynak kullanımı ve kirliliğe yansıtılması ▪ Çevreye zararlı sübvansiyonların kaldırılması ▪ Çevresel maliyetlerin içselleştirilmesi ▪ Genişletilmiş üretici sorumluluğu
Ürünlerin, bileşenlerin ve materyallerin değerini ekonomi içinde tutmak ▪ Uzatılmış ürün ömrüyle ürünlerin değerinin korunması ▪ Yeniden kullanım ▪ Yüksek kalitede geri dönüşüm uygulamasıyla materyallerin değerinin korunması	İş modelleri ▪ Ürünün sahiplendirilmesi yerine ürün-hizmet sistemlerinin sunulması ▪ İşbirlikçi tüketim ▪ Şirketler arasında atık-kaynak açısından işbirliği için önemli olan endüstriyel simbiyoz
	Eko-yenilik ▪ Teknolojik, sosyal ve örgütsel yenilik
	Yönetişim, beceri ve bilgi ▪ Değişen yaşam tarzları ve buna bağlı olarak gelişen tüketim kalıplarıyla ilgili farkındalık yaratma ▪ Eğitim

	▪ Verilerin izlenmesi ve göstergeler
--	--

Kaynak: (European Environment Agency, 2016a: 11)’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

DE ile tüketici kavramının yerine “kullanıcı” kavramına ve böylece klasik anlamda üretim ve tüketim sisteminin ötesine geçilmesi amaçlanmaktadır. Mevcut alıştığımız doğrusal “satın al-tüket” anlayışının aksine; ürünlerin daha dayanıklı, büyük ölçüde biyolojik bileşenlerle (en azından toksik olmayan), bileşenlerine kolay ayrılabilen ve yenilemeyi kolaylaştıracak şekilde üretildiği; ayrıca ürünün tüketiminin yerine kullanımının satıldığı ve böylece kaynakların olabildiğince döngüde tutulduğu ve doğal çevreye zarar vermeyen bir sistem anlaşılmaktadır (EMAF, 2013: 22).

Döngüsel bir ekonominin yaratılması, teknolojinin etkin kullanımıyla yeni iş modelleri oluşturulmasına; ürünün tüm değer zinciri düşünülerek yapılacak tasarıma; kaynakların korunması için sürekli yeniliğe; atıkların kaynağa dönüştürülmesine; finansal desteğe; ve eğitim ve uygulamalarla yeni tüketici davranış biçimlerine bağlıdır (EEA, 2016a: 12). Üretim ve tüketim kalıplarında temel bir değişikliği içeren DE modelinin başarıyla uygulanabilmesi ise; bütün süreçlerde yerelden uluslararası ölçekte yönetim mekanizmalarına, işletmelere, sivil toplum kuruluşlarına, araştırmacılara ve vatandaşlara kadar etkin bir katılımı ve eylemliliği gerektirmektedir.

1.2.1. Üretim

DE ile temel olarak doğrusal modelin aksine; kullanılan kaynak miktarını en aza indiren, geri dönüştürülemeyen veya tehlikeli atık oluşumunun sınırlandırıldığı bir üretim süreci hedeflenmektedir (EEA, 2016a: 27). Bu süreç, bir ürünün ömrünün en başı olan hammadde temininde başlamaktadır. Döngüsel bir üretim modelinin sağlanabilmesi için, kaynakların olabildiğince uzun bir süre döngüde tutulması ve atık üretiminin azaltılması üzerinde etkiye sahip olmaları nedeniyle, hem ürün tasarımı hem de üretim sürecinin döngüsel bir anlayışla planlanması ve iyileştirilmesi çok önemli bir yer tutmaktadır. Avrupa Komisyonu, bu hedeflere ulaşmak için yenilikçi endüstriyel proseslerin teşvik edilmesini ve üretim süreçlerinin çevresel etkilerine dikkat edilmesini önemsemektedir (Eur-lex, 2015: 4-5).

EMAF, doğrusal ürün tasarımı ve üretim süreçlerine kıyasla değer oluşturulabilmesi için aşağıda açıklanan dört temel DE ilkesi belirlemiştir (EMAF, 2013: 30-31):

- **İç döngünün gücü:** Genel olarak döngü ne kadar sıkı tutulursa, üründen de o kadar fazla değer üretiliyor demektir. Daha sıkı döngülerde, nispeten daha yüksek bir işlenmemiş kaynak ikame etkisinden faydalanılması mümkündür.

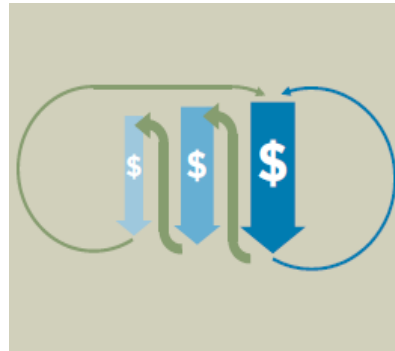
Şekil 1.11.: İç döngünün gücü



Kaynak: (EMAF, 2013: 30)

- **Daha uzun döngünün etkisi:** İkinci bir temel değer yaratma potansiyeli, ürünleri, bileşenleri ve materyalleri DE’de daha uzun süre kullanmaktan kaynaklanır. Ürünün döngü sayısı ve süresinin maksimize edilmesi, üretimde kaynak tasarrufu sağlayarak işlenmemiş materyal girişlerini de azaltacaktır.

Şekil 1.12.: Daha uzun döngünün etkisi

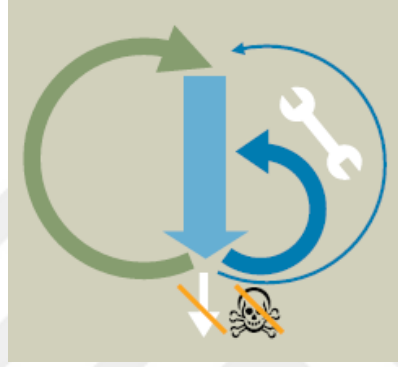


Kaynak: (EMAF, 2013: 31)

- **Kademeli kullanımın gücü:** Ürünün ve ürün bileşenlerinin değer sağladığı sürece kademeli olarak her kullanımı sonucunda, gerekli kaynaklardan tasarruf edilmesi anlamına gelir.

- **Saf ve tehlikeli olmayan girdi ile kolay ayrıştırılabilir tasarımların gücü:**
Üretim sürecinde kullanılan materyallerin saflığı, kalitesi ve üretilen ürünlerin kolay ayrıştırılabilir olarak tasarlanması, toplama ve yeniden bir araya getirilme sürecinde verimlilik sağlamasının yanında, ürün ve kullanılan kaynakların ömrünü arttırmış olur.

Şekil 1.13.: Saf ve tehlikeli olmayan girdi ile kolay ayrıştırılabilir tasarımların gücü



Kaynak: (EMAF, 2013: 31)

İklim değişikliğinin nedenlerini ortadan kaldırmak veya hafifletmek ve meydana getireceği zorlukların üstesinden gelmek için, mevcut doğrusal üretim sisteminin yerine köklü bir değişimi sağlayacak üretim sisteminin hayata geçirilmesi gerekmektedir (EEA, 2016a: 33). Doğal kaynak kullanımını, atık oluşumunu ve sera gazı emisyonlarını azaltma konusunda çevresel açıdan olumlu yönde köklü bir değişimi vadeden döngüsel bir üretim sisteminin, küresel ölçekte uygulanması bu açıdan önemli bir yer tutmaktadır (Gallego-Schmid, vd., 2020: 12).

1.2.2. Tüketim

Dünyadaki tüketici sayısı ve tüketimin ulaştığı boyut da dikkate alındığında; tüketimi gerçekleştiren bireylerin, devletlerin ve işletmelerin tüketim kalıpları, ürünleri kullanım biçimleri ve süreleri açısından sergilediği davranış ve yaptığı seçimler, DE'nin uygulanabilmesinde kolaylaştırıcı veya zorlaştırıcı faktörler haline gelebilirler. Avrupa'daki gibi çevresel ayak izi ve kentsel atık oluşumu yüksek olan ülkelerde daha dayanıklı ve ekolojik ürünlerin tercih edilmesi, ürünlerin paylaşılması, yenilerini satın almak yerine ürünlerin yeniden kullanılması veya onarılması gibi daha döngüsel tüketim davranışlarının kaynak kullanımını ve atık oluşumunu azaltarak

makro düzeyde ekonomik ve çevresel etkilerinin olması beklenmektedir (EEA, 2016a: 28).

Avrupa Komisyonu DE programında evsel atığın azaltılması, çevresel ve performans açısından en verimli ürünün seçilmesi ve ürünlerin yeniden kullanılması ve onarılmasıyla ürün kullanım ömrünün uzatılması gibi daha döngüsel tüketim davranışlarının gelişmesi için, ürünlere ilişkin tüketicilerin daha iyi bilgilendirilmesi; etiketleme sisteminin iyileştirilmesi; AB Eko-etiketi uygulamasının etkinliğinin artırılması; ürünlerin sahiplenilmesi yerine performanslarının hizmet olarak kullanılması; ve planlı demodeliğin/eskimişliğin tespit edilmesi gibi çevresel konularda tüketicilerin bilinçlendirilmesi, mevzuat düzenlemeleri, ve finansal teşvik uygulamalarına yönelik hedefler belirlenmiştir (Eur-lex, 2015: 6-7).

Lacy & Rutqvist çalışmalarında, üretim ve tüketim süreçlerinin tam olarak döngüsel hale getirilebilmesi için doğrusal düşünme biçiminden bağımsız yeni süreçlerin geliştirilmesi gerektiğini belirtmişler; 120’den fazla şirket hakkında yapılan analizler sonucunda DE’nin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için, tüketim açısından kullanılmayan eşyaların kiralınması, takas edilmesi veya ödünç verilmesiyle daha az kaynak harcanmasını ve para tasarrufu yapılmasını sağlayan “**paylaşım platformu**” ve ürünler için sahiplenme yerine kullanım temelinde ödeme yapılmasını (kiralama) ifade eden “**hizmet olarak ürün**” olarak 2 ana döngüsel iş modeli belirlemişlerdir (Lacy & Rutqvist, 2015: xxii-xxv). EMAF’ın 2013 yılındaki çalışmasında ise, DE’nin tüketiciden kullanıcıya geçişi içerdiği; bu özelliğiyle ürünlerin tek yönlü tüketimin gerçekleştiği mülkiyetinin satılması yerine, kullanımının satılmasıyla daha dayanıklı ve yenilenmesi kolay ürünlerin üretilmesine ve böylelikle kaynakların iyileştirilmesine katkıda bulunduğu vurgulanmıştır.

Sürdürülebilir bir tüketim modeli hedeflenen DE’de, toplumun bu sürece katılımı önemli bir yer tutmaktadır. BM Çevre ve Kalkınma Konferansı tarafından 1992 yılında düzenlenen Rio Konferansı sonunda yayınlanan “Gündem 21” de; yoksulluğun ve çevresel bozulmanın nedenlerinden biri olarak sürdürülemez tüketim modeli gösterilmiş ve belgenin 4. bölümünde çevrenin korunması ve iyileştirilmesi için tüketim kalıplarının değiştirilmesi gerekliliği de özellikle vurgulanmıştır.

(UNCED, 1992). Dünya'daki nüfus, şehirleşme ve bunlara bağlı olarak doğal kaynaklara talep artışı dikkate alındığında; sürdürülebilir tüketim davranışlarının geliştirilememesi durumunda, DE'nin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne ulaşmada başarılı olamayacağı düşünülmektedir (Özsoy, 2018a: 63).

1.2.3. Atık Yönetimi

Yakın zamana kadar atık yönetimi, atıkları düzenli depolama ve yakma yoluyla bertaraf etmenin bir yolu olarak görülmekteydi. 70'li yıllardan itibaren artan çevresel hassasiyetlerin etkisi ve hammadde fiyatlarındaki artış nedeniyle sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması kapsamında geliştirilen yeni üretim ve tüketim modelleriyle atıklar, artık ekonomi için kaynak ve çevresel etkileri önlenmesi gereken bir unsur olarak görülmeye başlanmıştır. Fakat, dünya çapında halen atığın büyük bölümü yakma ve depolama yoluyla bertaraf edilmekte; bu da büyük miktarda kaynak kaybına ve çevre kirliliğine neden olmaktadır (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016: 19).

Atıkların israf edilen kaynaklar olarak görüldüğü DE'de atık yönetimi, atık oluşumunun önlenmesi ve böylelikle kaynakların sürekli döngü içinde tutularak değerinin korunması için temel bir role sahiptir. DE'de atık yönetimi uygulamalarını genel olarak, atık haline gelmesi engellenemeyen ürünlerin yerinde toplanarak öncelikle mümkünse yeniden kullanımı veya yenilenmesi; bileşen ve materyallerin ayrıştırılarak geri dönüştürülmesi; bunların mümkün olmaması durumunda atık depolarında yakma işlemiyle enerji geri kazanımı; ve son seçenek olarak atıkların çevreye zarar verilmeyecek şekilde düzenli atık sahalarında bertaraf edilmesi şeklinde özetleyebiliriz (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016). Ayrıca bu uygulamaların daha etkin olabilmesi, üreticinin sorumluluğunun ürün yaşam döngüsünün tüketici sonrası aşamasına kadar genişletilmesini ifade eden “genişletilmiş üretici sorumluluğu”; geri dönüştürülebilir materyallerin sürekli geri dönüştürülmesini ödüllendirme sistemi olan “teşvik edilmiş geri dönüşüm”; ve ürünlerin kullanım ömrü sona erdikten sonra tüketiciden geri alınarak yeniden üretilmeye devam edilmesini sağlayan “geri alma ve değişim sistemleri” gibi bir dizi toplama sisteminin hayata geçirilmesine de bağlıdır (Kalmykova, Sadagopan, & Rosad, 2018: 196).

Tablo 1.5.: DE de atık yönetimi uygulamaları

1- Ürünlerin yeniden kullanımı	Bir ürünün doğrudan aynı amaç için ikincil yeniden kullanımı veya çok az değişiklikle yeniden kullanılması.
2- Yenileme, yeniden üretim	Bir ürünün hatalı veya arızalı bileşenlerinin değiştirilmesiyle veya onarılmasıyla yeniden kullanıma hazır hale getirilmesi.
3- Basamaklandırma	Bir ürünün kullanım ömrü sona erdikten sonra materyal ve bileşenlerinin farklı değer akışları için kullanılması.
4- Geri dönüşüm	“Yüksek kaliteli geri dönüşüm”: materyalleri kirlenmeden, saf hallerine geri dönüştürerek üretim için tekrar hammadde olarak sunulması “İşlevsel geri dönüşüm”: enerji kazanımı dışında, temel veya diğer amaçlar için materyallerin geri kazanılması “Yukarı yönlü geri dönüşüm”: materyallerin daha yüksek kalitede ve daha işlevsel yeni materyallere dönüştürülmesi “Aşağı yönlü geri dönüşüm”: materyallerin daha düşük kalitede ve daha az işlevsel yeni materyallere dönüştürülmesi
6-Kompostlama	Biyolojik besinlerin bazı işlemler sonucu kompost adı verilen toprağa benzer bir materyale dönüştürülerek, toprağa tekrar kazandırılması
5-Enerji geri kazanımı	Geri dönüşümü mümkün olmayan atık materyallerin yanma, anaerobik çürütme ve çöp gazı geri kazanımı gibi işlemler sonucunda kullanılabilir ısıya, elektriğe veya yakıta dönüştürülmesi
7-Bertaraf	Atıkların çevreye zarar verilmeyecek şekilde düzenli atık sahalarında bertaraf edilmesi

Kaynaklar: (Ellen MacArthur Foundation, 2013: 25; Kalmykova, Sadagopan, & Rosad, 2018: 196-197)’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

AB, 70'li yıllardan itibaren sürekli geliştirilerek detaylı bir şekilde düzenlenmiş atık yönetimi politikalarıyla temel olarak; atıkların çevre ve sağlık üzerinde yarattığı olumsuz etkilerin azaltılmasını ve kaynak verimliliğinin sağlandığı sürdürülebilir bir ekonomiye sahip olmayı hedeflemektedir (Sapmaz Veral & Yiğitbaşıoğlu, 2018: 3). Avrupa Komisyonu tarafından 2015 yılında sunulan DE programı kapsamında atık yönetiminin merkezi bir role sahip olduğu vurgulanarak; atık yönetimi kapsamında sırasıyla önleme, yeniden kullanım, geri dönüşüm, enerji geri kazanımı ve bertaraf olacak şekilde bir öncelik sırası belirlenen AB atık hiyerarşisinin uygulama şeklinin belirlenmesi ve belirlenecek uygulamayla en iyi çevresel sonuçlara ulaşılması hedeflenmektedir (Eur-lex, 2015: 8-10).

1.2.4. İkincil Hammadde

Geri dönüştürülebilen atıkların, çeşitli geri dönüşüm işlemleri sonucunda ikincil hammadde olarak üretime tekrar sunulması, büyümenin doğal kaynak kullanımından ayrıştırılması hedeflenen DE'de vazgeçilemeyecek bir süreci ifade etmektedir. Özellikle başarılı bir atık yönetimiyle ekonomiye yüksek kalitede sunulan ikincil hammaddeler, işlenmemiş kaynaklara olan talebin azaltılmasına ve böylelikle üretim ve kullanım aşamalarında enerji ve materyal kullanımı ile atık oluşumunu azaltmada katkıda bulunur (EEA, 2016a: 12-17).

Avrupa Komisyonu DE programında ikincil hammaddeleri “atıktan kaynaklara” başlığında incelenmiştir. Programda ikincil hammaddelerin döngüsel bir ekonomide tedarik güvenliği açısından önemli bir yer tuttuğu, fakat AB ekonomisinde kullanılan kaynaklar içinde hala küçük bir bölümünü oluşturduğu belirtilmiştir. Ekonomide ikincil hammaddelerin istenen oranlarda kullanılamaması, üreticiler açısından kalitelere ilişkin belirsizlikler; mevzuat yetersizlikleri; ve yüksek maliyet gibi bazı engellerin varlığına bağlanmaktadır. Söz konusu engellerin kaldırılması için ise, yüksek kaliteli geri dönüşüm için standartlar getirilmesi; ikincil hammaddelerin atık olarak değerlendirilmemesi açısından mevcut mevzuatların revize edilmesi; biyolojik materyallerin toprağa faydalı olacak şekilde geri kazanımının sağlanması için kalite ve çevre standartlarının iyileştirilmesi; aşırı kullanım nedeniyle su kaynakları üzerindeki baskının azaltılması; su arzının arttırılması için arıtılmış atık

suyun yeniden kullanımının teşvik edilmesi; ve insan sağlığı ve çevrenin korunması için materyal döngülerinin tehlikeli kimyasallardan arındırılmasının sağlanması gibi bir dizi eylem belirlenmiştir (Eur-lex, 2015: 11-12).

Komisyon DE programında ayrıca; bazı sektörler için ürünleri, değer zincirleri, çevresel etkileri ve materyal teminindeki dışarıya bağımlılıkları nedenleriyle DE açısından zorlukları ve 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri’ni dikkate alarak; atıkların azaltılmasına ve ikincil hammadde geri kazanımına ilişkin bir dizi hedefin yer aldığı öncelikli alanlar belirlenmiştir. Buna göre, kullanımı giderek artan, çok azı geri dönüştürülen ve büyük miktarı okyanuslara karışan “plastikler” için mümkün olduğunca etkin bir şekilde toplanması, depolama sahalarından uzaklaştırılması, geri dönüşümünün sağlanması ve buna ilişkin mevzuat düzenlemelerinin revize edilmesi; üretimi, dağıtımı ve depolanması yüksek kaynak kullanımı ve çevresel etkilere neden olan gıda sektöründe giderek artan israf nedeniyle oluşan “gıda atıklarının” gıda bağıışı ve hayvan yemi için bir kaynak olarak kullanılması gibi uygulamalarla azaltılması; AB için yüksek ekonomik değere sahip olması ve çıkarılmasının olumsuz çevresel etkileri nedeniyle genellikle elektronik cihazlarda bulunan “kritik hammaddelerin” etkin bir şekilde toplanması, bileşenlerine ayrılması ve geri dönüştürülmesi için ürün tasarımının iyileştirilmesi ve buna ilişkin mevzuat düzenlemelerinin revize edilmesi; hacim olarak en büyük atık kaynakları arasında çevresel etkileri yüksek ve kullandığı materyallerin çoğu yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir olan “inşaat ve yıkım” sektörünün atıkları için geri dönüştürülebilirliğinin artırılması için tasarım iyileştirilmesi, ayırma sistemlerinin geliştirilmesi ve yüksek standartlarda gönüllü geri dönüşüm kurallarının geliştirilmesi; biyolojik kaynaklara dayanan, biyoyakıtlar gibi DE’ye katkısı olan yenilenebilir enerji olarak kullanılabilir ve çok geniş ürün yelpazesinde (mobilya, kağıt, tekstil gibi) kullanılabilen “biyokütle ve biyo-bazlı ürünler” için birden fazla yeniden kullanım ve geri dönüşüm işlemiyle basamaklı kullanımın teşvik edilmesi; ve en iyi çevresel sonuçlar için geri kazanımına ilişkin mevzuat düzenlemelerinin revize edilmesi gibi, vurgulanan öncelikli alanları kapsayan ve DE’nin yüksek kaynak verimliliği ve olumsuz çevresel etkilerin azaltılması hedeflerine ulaşmada yardımcı olacağı düşünülen birçok eylem maddesi belirlenmiştir (Eur-lex, 2015: 13-17).

1.2.5. Enerji Verimliliği

DE’de genel olarak materyallerin verimli kullanımı ve geri dönüşümünden bahsedilse de; aynı ilkeler yenilenebilir enerjinin teşvik edilmesi, ürünlerin daha az enerji kullanacak şekilde üretilmesi ve atıktan enerji geri kazanımı gibi uygulamalarla enerji tüketimi için de söylenebilir. Daha az ve yenilenebilir enerji kullanımıyla emisyonların azaltılmasının yanında, enerji üretimi için kullanılan hammadde ve lojistik hizmeti ihtiyaçlarında da meydana gelecek azalmayla kaynak verimliliğinin daha etkin bir şekilde sağlanması beklenmektedir (Niemi, 2021). DE uygulamaları sonucu enerji verimliliğinin iyileştirilmesiyle, enerji tasarrufu ve sera gazı emisyonlarının azaltımı gibi maliyet verimliliğinin yanı sıra enerji güvenliği ve insan sağlığı da dikkate alındığında; ekonomik, çevresel ve sosyal birçok fayda sağlanabileceği düşünülmektedir (Halkos & Petrou, 2019: 3).

Avrupa Komisyonu ise 2020’de sunduğu DE Eylem Planı kapsamında enerji verimliliği konusuna “Sürdürülebilir Ürün Politikası” başlığında değinmiştir. Komisyon, ürünlerin çevresel etkilerinin yaklaşık %80’inin tasarım aşamasında belirlendiği ve enerji ile ilgili ürünlerin, doğal kaynak ve enerji tüketiminin büyük bir bölümünü oluşturduğu vurgulanmıştır. Enerji ile ilgili ürünlerin çevresel standartlarını ve enerji verimliliği gerekliliklerini belirlemek için bir çerçeve sağlayan, Avrupa Parlamentosu tarafından 2009 mevzuat düzenlemesiyle daha kapsamlı hale getirilen ve 2015 DE paketi kapsamında enerji ile ilgili ürünler için DE ilkelerinin vurgulanacağı belirtilen “Eko Tasarım Direktifi”, enerji verimliliği konusunda detaylı düzenlemeleri içermektedir. Bu direktifle AB’de sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması amacıyla, DE ilkelerine uygun bir şekilde kaynak verimli ve enerji verimliliği yüksek olan ve çevresel etkileri azaltılmış ürünlerin üretilmesi amaçlanmaktadır (Eur-lex, 2020: 3-4).

1.2.6. Rekabetçilik-Yenilikçilik

Avrupa Komisyonu tarafından kabul edilen DE programında; DE’nin, işletmeleri kaynak kıtlığından ve fiyat istikrarsızlığından koruyarak yeni iş fırsatları yaratacağı; ayrıca yenilikçi ve daha verimli üretim ve tüketim uygulamaları yaratarak

AB'nin rekabet gücünü artıracakları belirtilmiştir. DE ile AB ekonomisinin, kaynak verimli ve düşük karbonlu olması hedeflerinin yanında; birçok başlıkta vurgulanması nedeniyle rekabetçi yapısının korunması ve geliştirilmesinin AB için vazgeçilmez bir unsur olduğu anlaşılmaktadır. DE gibi, değer zincirinin her aşamasında birbirini etkileyen uygulamaları ve karmaşık bir süreci içeren bir sisteme geçişte, yenilikçi anlayışla şekillendirilecek süreçlerin ve iş modellerinin önemli bir rol oynayacağı beklenmektedir. Bu nedenle, yenilikçi iş modellerinin geliştirilmesi için 650 milyon Euro'yu aşkın hibe desteği sağlanması, paydaşlar ve kamu otoriteleri arasında yenilikçi girişimlerin engelleyici düzenlemelerle karşı karşıya kalmaması için anlaşmalar yapılması ve Eko-yenilik Eylem Planı'nın uygulanması gibi bir dizi eylem kararlaştırılmıştır (Eur-lex, 2015: 18).

DE'ye geçişte, çevresel etkilere neden olan üretim ve tüketim sistemlerinde köklü değişiklikleri kapsayan karmaşık bir süreç olması nedeniyle teknolojik ve sosyal yeniliğe, yenilikçi anlayışla geliştirilecek farklı iş modellerine ve eğitimle edinilecek yeni bilgilere gerek duyulacaktır. AÇA tarafından, ürünlerin mülkiyeti yerine hizmet olarak satılmasını ifade eden "hizmet ve işlev tabanlı iş modeli"; ürünlerin takas ve paylaşım gibi ikinci kullanımına olanak sağlayan ve böylece ürünlerin daha uzun ve yoğun kullanımlarını sağlayan "işbirliğine dayalı tüketim"; atıkların ikincil hammaddeler olarak tekrar bir kaynak olarak kullanılmasıyla atık oluşumunun ve işlenmemiş materyal üretiminden kaynaklanan çevresel baskıların azaltılmasını içeren "kaynak olarak atık iş modelleri"; vergilerin bir kısmının çevreye zarar veren faaliyetlere taşınması ve ürünlerin mülkiyetinin değil hizmet olarak satılması nedeniyle yaşam döngüsünün başında değil kullanım süresince ödeme alınacak olması nedeniyle nakit akışlarının düzenlenmesi gereklilikleri dikkat alındığında uyarlanmış finansman mekanizmalarını ifade eden "yenilikçi iş modelleri için finansman mekanizmaları"; ve yenilikçi iş modellerinin yıkıcı eylemleri de içermesi nedeniyle değişen süreçlerden olumsuz etkilenilmemesini sağlamak için "politika yeniliği" olmak üzere beş yenilikçi iş modeli tanımlanmıştır (EEA, 2016a: 15-18).

20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren yaşanan ekonomik, sosyal ve çevresel gelişmeler, bir dönüşümün gerekli görülmesine neden olmuş; bu da çevrenin ve

gelecek ve şimdiki kuşakların ihtiyaçlarını karşılayabilme imkanlarının korunması ve geliştirilmesi için sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gündeme gelmesini tetiklemiştir. Bu hedeflere ulaşmak açısından bilginin üretilmesi ve küresel ölçekte paylaşımıyla yaratılan ekonomik değere dayanan faaliyetleri ifade eden “bilgi ekonomisi” ve DE kavramlarının birlikte rol almasını sağlamıştır. Bilgi ekonomisi, bilginin ekonomik ve insani kalkınma için etkili bir şekilde kullanıldığı ve yenilikçilik temelinde şekillenen bir ekonominin yaratılması süreci olarak tanımlanmaktadır. Bilgiye dayanmayan verimsiz bir sistem yerine; yalnızca, bilginin elde edilmesi, yeni iş modellerinin yaratılması ve üretimde verimlilik artışının sağlanmasında önemli bir role sahip olan “yenilikçilik” yeteneği kazandırılmış bilgi temelli bir ekonomide DE’de olduğu gibi yeni ve verimli üretim tarzlarının uygulanabileceği koşullar sağlanabilir. Yenilikçi anlayışla desteklenen teknolojik gelişim, bilginin yaygınlaşmasına dayanan bilgi ekonomisi ve üretilen ürünlerin yeniden kullanımı, yeniden üretimi ve yenilenmesine odaklı yeni üretim ve tüketim süreçlerine sahip olan DE’nin ayrılmaz bir parçası olarak görülmektedir. Çevresel sorunların giderek bir tehdit haline gelmesi, rekabet gücü elde edilmesini sağlayan ve ekonomik kalkınmanın en önemli tetikleyicisi olarak görülen yenilikçilik kavramı yerine; Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri kapsamında “eko-yenilikçilik” kavramını daha önemli hale getirmektedir. Eko-yenilikçilik, olumsuz çevresel etkilere neden olan doğal kaynak kullanımını ve zararlı atık oluşumunu en aza indirecek döngüsel bir sistemle kalkınmanın sağlanmasını ve işletmeler ve kullanıcılar için yeni üretim, tüketim ve organizasyonel yapı geliştirilmesi ve uygulanması süreçlerini ifade etmektedir. Eko-yenilikçilik, üretim sektörlerini sürdürülebilir üretime yönlendirerek döngüsel bir üretim sürecine geçişi sağlaması nedeniyle Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri’ne ulaşmada ve küresel çevre problemlerinin çözümünde önemli bir unsur olarak görülmektedir. Bu bilgiler ışığında; bilgi ekonomisi, yenilikçilikle desteklenen teknoloji, eko-yenilikçilik ve DE kavramları Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri’ne ulaşma açısından bütünleşik ve birbirini destekleyici kavramlar olarak görülmelidir (Gözü, 2019).

İKİNCİ BÖLÜM

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ULUSLARARASI MÜCADELE POLİTİKALARI

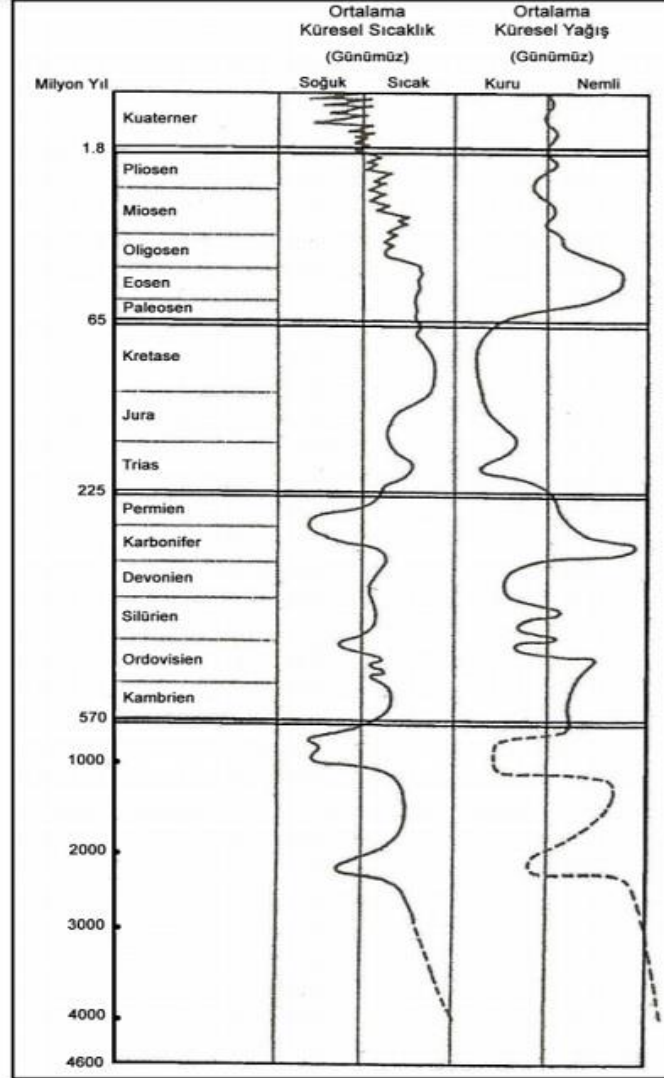
2.1. İklim Değişikliği: Nedenleri Ve Muhtemel Etkileri

2.1.1. İklim Değişikliği

İklim, Dünya'nın herhangi bir yerinde yaşanan kısa zamanlı meteorolojik olayları ifade eden hava durumundan farklı olarak; meteorolojik olayların geniş bölgelerde meydana gelen uzun yıllara ait ortalama durumunu ve atmosfer, kara yüzeyleri, kar ve buzullar, okyanuslar ve diğer su kütleleri ile canlıları kapsayan karmaşık ve etkileşimli bir sistemi ifade eder (Gönençgil, 2008: 5; MGM, 2015: 4). Bu tanımlarla birlikte iklim değişikliği kavramı genel olarak; iklimin ortalama durumunda uzun süreli (onlarca ya da daha uzun yıllarda) gözlenen değişiklikler olarak tanımlanabilir.

Dünya'nın oluşumundan itibaren değişken bir karakter gösteren iklimde, iç ve dış birçok etmen nedeniyle farklı zaman aralıklarında ve farklı boyutlarda değişiklikler meydana gelmiştir. Doğal etmenlerin neden olduğu bu iklim değişiklikleri, Dünya coğrafyasının değişimine ve ekolojik sistemlerde kalıcı değişikliklere neden olmuştur (MGM, 2015: 5-6). İklimin değişken karakteri ise, canlı türlerinin bu değişikliklere karşı vermiş olduğu tepkilerin sonucunda Dünya'da bugün mevcut biyolojik çeşitliliğin oluşmasını sağlamıştır (Gönençgil, 2008: 1).

Şekil 2.1.: Küresel Ortalama Sıcaklığın ve Yağışın Salınımı



Kaynak: (Gönençgil, 2008: 10)

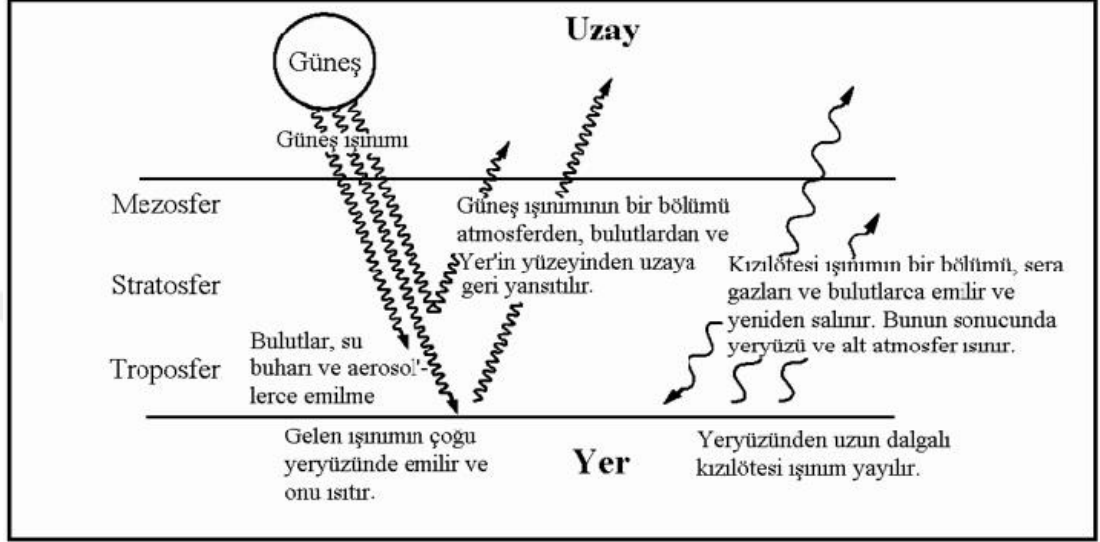
İklim değişikliği, güneşten gelen enerjide ve atmosferin bileşiminde meydana gelen değişimler ile yer kabuğunun hareketleri gibi “doğal”; ve insan faaliyetleri sonucu atmosferin bileşiminde ve arazi kullanımında meydana gelen sürekli değişimler gibi “insan kaynaklı” farklı birçok nedenle oluşabilmektedir (Türkeş, 2008: 26-28). İklim değişikliğinde insan etkisi açısından, hızlı nüfus artışı ve bununla birlikte gelişen kentleşme ve sanayileşmenin ulaştığı boyut düşünüldüğünde; doğa ile insan toplumu arasındaki eşitsiz gelişimin iklim sistemine etkisi üzerinde durulması önem taşımaktadır (Gönençgil, 2008: 2-3).

Günümüzde en çok ele alınan konulardan biri olan ve ciddi tehdit oluşturacak çevre problemi olarak görülen iklim değişikliği kavramının daha iyi anlaşılması için çoğunlukla iklim değişikliği ile birlikte kullanılan “küresel ısınma”, “sera etkisi”, iklim sistemini etkileyen önemli bir faktör olan “güneş ışınları” ve “atmosfer” kavramları ile aralarındaki ilişki üzerinde durulması gerekmektedir. Tüm canlılar için yaşamsal öneme sahip olan atmosferin bileşimi temel olarak %99’dan fazla bir oranda azot (%78,08), oksijen (%20,95) ve argon (%0,93) gazlarından oluşmaktadır. Geriye kalan %0,1’den daha az oranı ise, doğal sera etkisine sahip olan karbondioksit (CO₂); su buharı (H₂O); metan (CH₄); diazotmonoksit (N₂O); ve ozon (O₃) gibi gazlar oluşturmaktadır. Doğal sera gazları içinde önemli bir yere sahip olan CO₂, %0,0377 oranla atmosferin bileşiminde en yüksek paya sahip dördüncü gazdır. Atmosferdeki doğal sera gazları dışında insan faaliyetleri sonucu oluşturulmuş hidroflorokarbonlar (HFC), perflorokarbonlar (PFC) ve kükürt hekzaflorid (SF₆) gibi gazlar da, insan faaliyetlerinin yoğunluğuna bağlı olarak atmosferin sera etkisini arttırmaktadır. Atmosferin sera etkisini arttırarak Dünya enerji dengesinin bozulmasında önemli bir etkiye sahip olan bu gazlar, BMİDÇS ve Kyoto Protokolü tarafından denetlenmektedir (Türkeş, 2008: 30-31).

İklimin en önemli etkileyicilerinden olan güneş ışınlarının %30’u Dünya’ya ulaşmadan atmosfer tarafından geri yansıtılır. Atmosfer yüzeyini aşan güneş ışınlarının bir kısmı atmosfer içinde, bir kısmı da yeryüzü tarafından emilmektedir. Yeryüzüne ulaşan güneş ışınlarının bir bölümü yeryüzü enerji dengesinin sağlanması için uzun dalga boyunda ışık olarak tekrar atmosfere yansıtılır ve bir kısmı emilir. Bir kısmı da atmosferi aşarak uzaya geri gitmektedir. Böylece güneş ışınlarının atmosferde ve yeryüzünde kalan kısmı yaklaşık üçte iki oranında olmaktadır (Gönençgil, 2008: 13; Doğan & Tüzer, 2011a: 22). Atmosfer yüzeyini aşan ve uzaya geri yansıtılan Güneş ışınlarının yaklaşık üçte ikisi atmosferde bulunan aerosollerden, geriye kalan üçte biri ise çoğunlukla Dünya yüzeyinde yer alan kar, buz ve çöl gibi açık renkli alanlardan kaynaklı olarak uzaya geri yansıtılmaktadır. Atmosfer bu özellikleri ve içerdiği sera gazlarının da etkisiyle Dünya yüzeyi ve havanın, ortalama 33 derece daha sıcak ve dengeli bir yapıda olmasını sağlamaktadır. Yaşama daha elverişli olan bu

ortamı sağlayan bu doğal süreç ise “sera etkisi” olarak tanımlanmaktadır (IPCC, 2007: 96-97; Türkeş, 2008: 31; Doğan & Tüzer, 2011a: 22).

Şekil 2.2.: Sera etkisinin şematik gösterimi



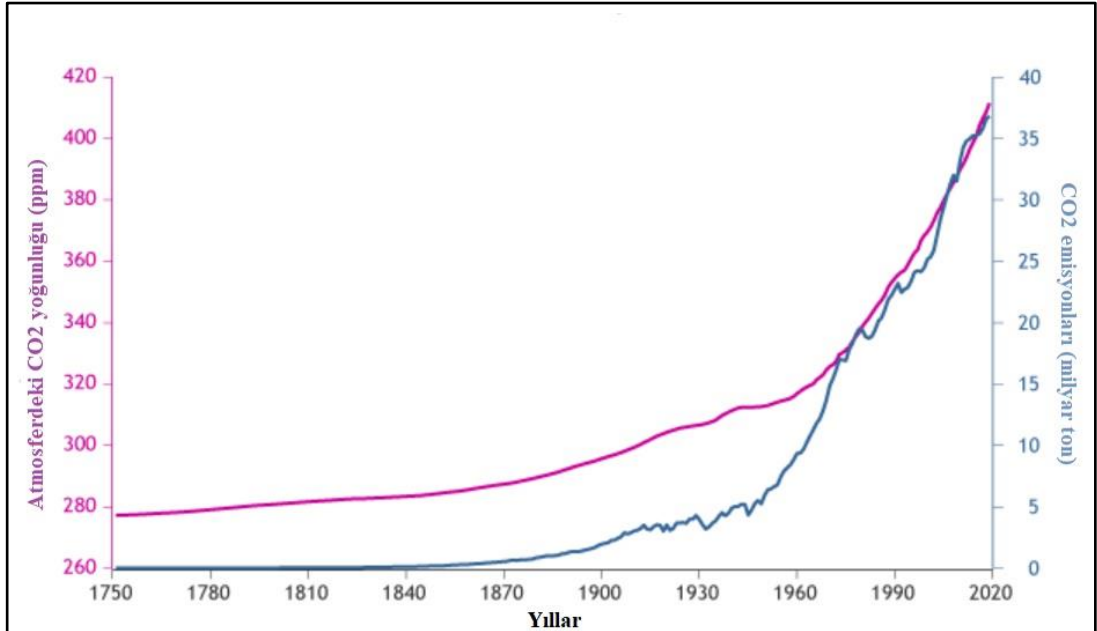
Kaynak: (Türkeş, Sümer, & Çetiner, 2000: 3)

Atmosferin doğal sera etkisine ek olarak, Sanayi Devrimi'nden itibaren fosil kaynaklı yakıtlardan enerji üretimi, tarım, ulaşım ve sanayi gibi artan ekonomik faaliyetlerimiz ile bu faaliyetlerin sonucu olarak doğal karbon yutak alanlarının tahrip edilmesi sonucu atmosferdeki sera gazı miktarında ve böylece sera etkisinde artış yaşanmaktadır. Sera etkisinin artmasıyla “küresel ısınma” olarak ifade edilen enerji dengesinde yaşanan bozulma ve yeryüzünün aldığı güneş ışığını uzun dalga boyunda yansıtma yeteneğindeki zayıflama nedenleriyle atmosferin ısısında artış meydana gelmektedir. Küresel ısınmanın etkisiyle iklim sisteminde beklenen değişiklikler ise, “iklim değişikliği” olarak tanımlanmaktadır (Doğan, Doğan, & Tüzer, 2020: 1455-1457). İklim değişikliği bilimi açısından en önemli otorite olarak görülen IPCC, 2007 tarihli 4. Değerlendirme raporunda iklim üzerindeki insan etkisine vurgu yaparak iklim değişikliğini özetle; iklimin ortalama durumunda ve özelliklerinde doğal süreçlerin ve insan faaliyetlerinin etkileriyle on yıl veya daha uzun bir sürede istatistiksel çalışmalar sonucu gözlenmiş değişimler olarak ifade etmiştir (IPCC, 2008: 30). Uluslararası iklim değişikliği müzakerelerine yön veren BMİDÇS ise iklim değişikliğini: “*Atmosferin bileşimini değiştiren ve karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlemlenen doğal iklim*

değişkenliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak insan faaliyetine atfedilen bir iklim değişikliği anlamına gelir.” olarak tanımlamıştır (UNFCCC, 1992: 3).

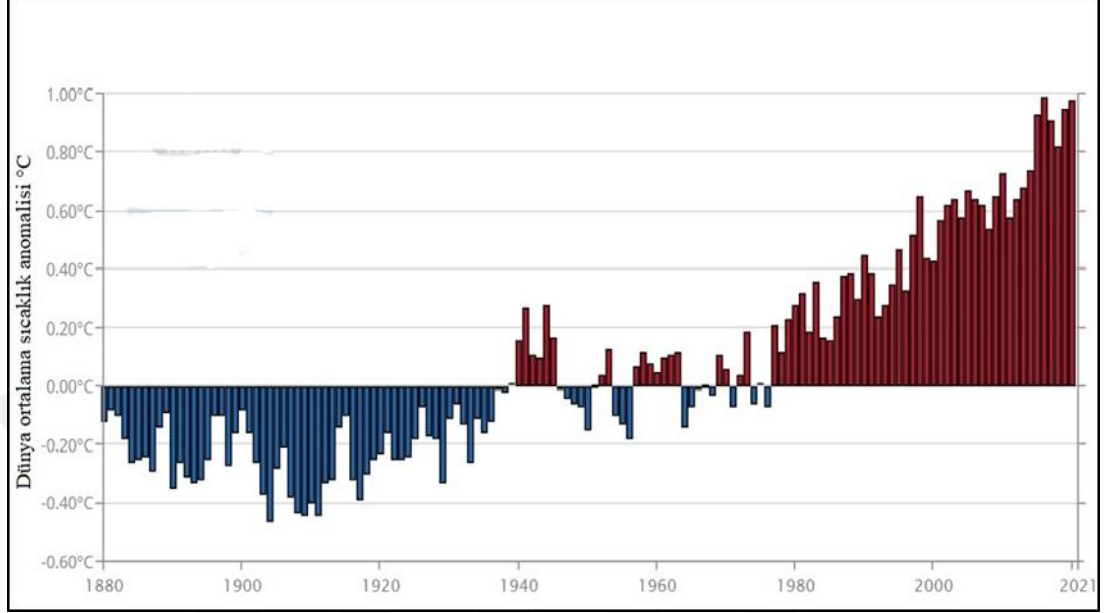
Yapılan çalışmalar, Sanayi Devrimi’nden itibaren sera gazı emisyonlarında ve atmosferdeki sera gazı birikimlerinde; bununla birlikte ortalama sıcaklıklarda artış olduğunu ortaya koymaktadır. IPCC’nin 2007 tarihli raporunda, sanayi öncesi dönemden itibaren insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının artarak devam ettiği ve 1970 yılına göre 2004’e gelindiğinde %70 oranında artış gösterdiği; yalnızca CO₂ salımının, aynı dönemler dikkate alındığında %80 aratarak yıllık 38 milyar ton olarak gerçekleştiği belirtilmiştir. Yine aynı raporda, küresel yüzey sıcaklığı artışının yaygın bir şekilde görüldüğü vurgulanarak, Dünya’nın yüzey sıcaklığının 1906-2005 yılları arasındaki 100 yıllık süreçte 0,74 (±0,18) °C artış gösterdiği; bununla birlikte aynı dönem içindeki 11 yılın, 1850’den beri kaydedilen en sıcak 12 yıl arasında yer aldığı kaydedilmiş; ve yapılan gelecek senaryolarına göre yüzyılın sonunda küresel yüzey sıcaklıklarında 1,4-5,8 °C’lik artış olması öngörülmüştür (IPCC, 2008: 45).

Grafik 2.1.: Yıllara göre atmosferdeki CO₂ yoğunluğu ve emisyonlar (1750-2019)



Kaynak: (NOAA Climate.gov, 2020)’ den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Grafik 2.2.: Küresel Ortalama Yüzey ve Okyanus Sıcaklığı Anomalisi (Ocak-Aralık)



Kaynak: (NOAA, 2021)' den yararlanılarak hazırlanmıştır.

İklimin değişmesinde en büyük etkiye sahip olarak görülen CO₂ gazının atmosferdeki yoğunluğunun artması ve bu artış nedeniyle yaşanan küresel ısınma sonucunda Dünya'nın doğal sınırlarının birçoğunun aşıldığı gözlenmiştir. CO₂ artışının neden olduğu en önemli hasar, önemli bir doğal karbon yutak alanı olan denizlerin asitlenmesidir. Salınan CO₂ miktarı ve yaklaşık dörtte birinin denizler tarafından emildiği düşünüldüğünde; emilen CO₂ ve asitlenme oranı ciddi boyutlardadır. Artan deniz suyu sıcaklığı ve asitlenme oranı, denizlerin ekosisteminin yapısını bozarak karbon yutma ve denizlerdeki CO₂ oranını düşürme özelliğinde zayıflamaya neden olmaktadır. Daha çok soğutucular ve spreyler gibi ürün çeşitlerinde kullanılmak üzere üretilen kloroflorokarbon (CFC)'un, atmosferdeki miktarının artmasıyla daha yüksek enerjili mor ötesi ışınların Dünya'ya ulaşmasını engelleyen ozon tabakasına zarar verdiği 80'li yıllarda fark edilmiş ve 1987 yılında imzalanan Montreal Protokolü ile yasaklanmıştır. Fakat günlük hayatta kullanılan ürünlerde CFC bulunduğundan salımların devam etmesi nedeniyle incelme yavaşlarsa da devam etmiş ve 90'larda güvenli sınır aşılmıştır. Yine iklim sistemi için önemli bir yer tutan biyoçeşitlilik de yoğun tarım ve hayvancılık faaliyetleri, sanayileşme ve kentleşme nedeniyle büyük zarar görmüştür. Örneğin; buzul olmayan kara alanlarının %40'ı

tarım ve kentleşme sonucu değişikliğe uğramıştır. Bugün gelinen noktada biyoçeşitlilik kaybının, yılda bir milyonda yüz bin canlı türü seviyesinde gerçekleştiği belirtilmektedir. Ayrıca belirtilen insan faaliyetleri nedeniyle yine önemli karbon yutak alanlarından olan ormanlar da büyük oranda yok edilmiş ve sanayi öncesi döneme göre bugün orman alanlarının yalnızca %62'si kalmıştır. Sebep olunan çevre kirliliği ve ormansızlaşma, ekosistemin sağlıklı bir şekilde devamı için önemli olan tatlı su akışlarının da zarar görmesine neden olmakta ve iklim sisteminin önemli ön koşullarından biri olan “küresel su döngüsü”ne de zarar vermektedir. Bunların dışında tarım ve sanayi faaliyetleri sonucu meydana gelen kimyasal kirlilik, iklim sisteminin dengede tutulması için önemli olan doğal unsur ve süreçlerde bozulmaya neden olmaktadır (Kurnaz, 2017: 42-51; Steffen vd., 2015: 1259855-1).

Sanayi Devrimi'nden itibaren geçen yaklaşık 250-300 yılda küresel sıcaklıkların yaklaşık 1 °C arttığı ve bunun sebebi olarak da büyük oranda (%80-85) bu süreçte insan faaliyetleri nedeniyle atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun artışı gösterilmiştir. Sıcaklık artışının devam etmesine ve olası etkilerine karşın, 2015 yılında gerçekleştirilen Paris Anlaşması (COP 21) kapsamında, uzun dönemli olarak küresel ısınmanın 2 °C'de tutulması; buna ek olarak da artışın 1,5 °C'de tutulabilmesi için çalışmaların sürdürülmesi hedefleri belirlenmiştir (Tuckett, 2019: 362). IPCC'nin 2018 yılında sunduğu “1.5 °C'lik Küresel Isınma” raporu incelendiğinde; sıcaklık artışlarının bu hızla devam etmesi durumunda küresel ısınmanın, 2030-2052 yılları arasında 1,5 °C' ye yükselmesi beklenmektedir. Raporda özellikle, küresel ısınmayı 1,5 °C ile sınırlandırmanın zorlukları ve kritik önemi üzerinde durulmuştur (IPCC, 2018: 6-9).

Yaşanan iklim değişikliği nedeniyle son yıllarda Dünya'da genel olarak; buzulların küçülmesi, denizlerin seviyesinde yükselme, kuraklık, seller ve fırtınalar gibi aşırı hava olaylarının şiddetinde ve sıklığında artış ve denizlerdeki asitlenme oranının artışıyla mercanların kayalıklarının beyazlaması gibi bazı hava ve iklim özelliklerinde değişimler gözlenmektedir (Kadioğlu, 2008: 29). İklim değişikliğinin, yukarıda belirtilen çevresel etkilerin yanında kaçınılmaz olarak; temiz suya ve gıdaya ulaşım, enerji ve hammadde maliyetlerinde artış, göç ve insan sağlığı konularında

bölgesel ve küresel boyutlarda sosyal ve ekonomik olumsuz etkileri de beraberinde getirmesi beklenmektedir. (Doğan & Tüzer, 2011a: 25).

2.1.2. İklim Değişikliğinin Nedenleri

2.1.2.1. Doğal Nedenler

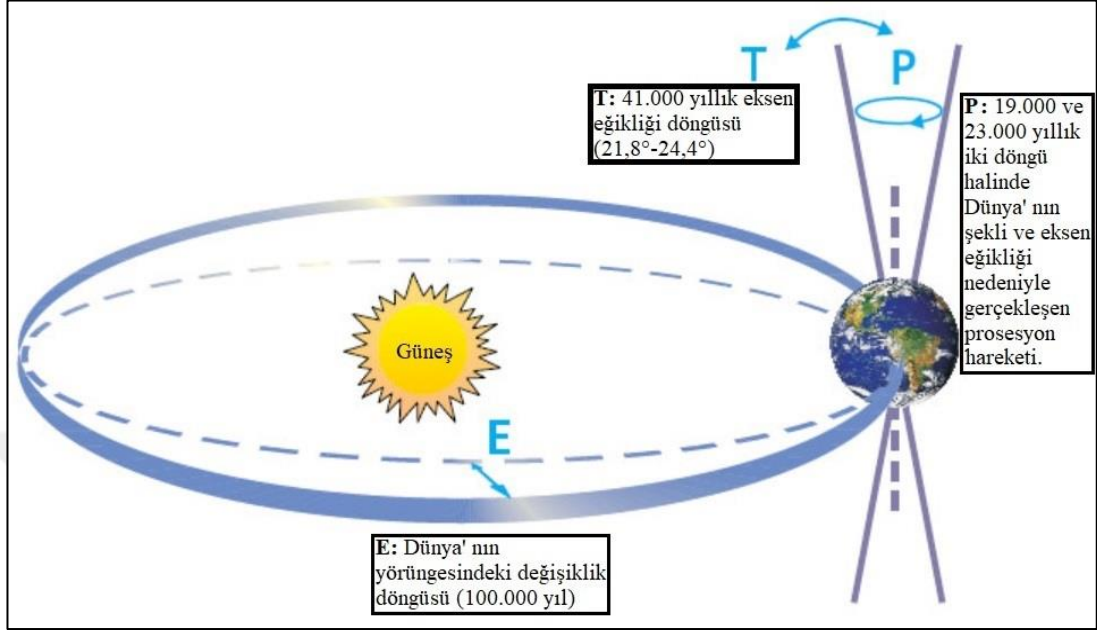
4,6 milyar yaşında olan Dünya, oluşumundan bugüne kadar yer kabuğunun hareketleriyle karaların oluşum süreci, atmosfer bileşimindeki değişiklikler, Güneş'ten gelen ışınların miktarındaki değişiklikler ve büyük yanardağ faaliyetleri gibi iç ve dış etmenler nedeniyle büyük değişimler geçirmiştir. Belirtilen nedenlere bağlı olarak Dünya'nın iklimi de kimi dönemlerde ısınıp soğuyarak, onlarca yıldan milyonlarla ifade edilen çok uzun zamanlara kadar büyük değişimlere uğramıştır. Yaklaşık son 11.000 yıldır ise iklimin, nispeten daha ılıman ve kararlı bir yapıda olduğu gözlenmektedir. Küresel iklimi Güneş'ten gelen, atmosferden veya yeryüzünden yansıyan ve atmosferde tutulan ışınların miktarındaki değişimlerin etkilediği ışıyım dengesi belirlemektedir (BAA, 2021a). Sanayi Devrimi öncesi dönemde ve genelde uzun süreli gerçekleşen iklim değişikliklerinin nedeni olan doğal etmenlerin iklim üzerinde etkisi devam etmektedir. Bu nedenleri genel olarak; Güneş'ten gelen ışınların miktarındaki değişimler, atmosfer bileşimindeki değişiklikler ve yer kabuğunun hareketleri ile yüzey özelliklerindeki değişimler olarak üç başlıkta toplayabiliriz (Türkeş, 2008: 28-30). İklim değişikliği ile ilgili yapılacak değerlendirmelerde ve gelecek projeksiyonlarında, iklimin değişken yapısı ve doğal etmenlerin göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

2.1.2.1.1. Güneş Işınları

Dünya'ya gelen tek enerji kaynağı olan güneş ışınlarının miktarı Güneş'ten gelen ışınların şiddeti, Dünya'nın hareketleri ve güneşlenme süreleri gibi değişken yapıda olan etmenler nedeniyle değişmektedir. Güneş'ten Dünya'ya gelen enerji, zamansal olarak değişim gösterse de yaklaşık 1368 watt olduğu kabul edilmektedir. Güneş'te meydana gelen tepkimeler sonucu oluşan "güneş lekeleri", her 11 yılda bir tekrarlanmaktadır. Güneş'teki bu lekelerin arttığı dönemlerde Dünya'ya gelen

enerjinin şiddetinin arttığı ve sayıların artıp azaldığı dönemlerde kısa süreli değişimlere neden olduğu yapılan çalışmalarla gözlenmiştir (BAA, 2021a; Gönençgil, 2008: 57-59). Dünya'nın hareketlerinde döngüsel ve uzun dönemli görülen değişimler de, Dünya'ya gelen güneş ışınlarının miktarını değiştirerek uzun dönemli iklim değişikliklerinin oluşumu açısından önemli bir etmendir. Dünya ve Güneş arasındaki astronomik ilişkileri oluşturan; Dünya'nın Güneş çevresinde izlediği yörüngede, ekseninin eğikliğinde ve kendi eksen etrafında dönüşünde oluşan prosesyon hareketinde meydana gelen değişikliklerden oluşan bu süreçler "Milankoviç Döngüleri" olarak adlandırılmaktadır. Buna göre, Dünya'nın Güneş etrafında takip ettiği yörüngesinin şeklindeki döngüsel değişiklik (eliptik-yuvarlak), yaklaşık 100.000 yılda gerçekleşmekte; ve mevsimlerin oluşumuna neden olan Dünya'nın eksen eğikliği ve güneş ışınlarının geldiği yönü etkileyen prosesyon hareketinin etkileri ile etkileşerek iklimde uzun süreli değişikliklere neden olmaktadır. Dünya'nın, Güneş'in etrafında dönerken yörünge eksenine göre sahip olduğu $23,5^{\circ}$ 'lik eksen eğikliği 41.000 yıllık döngülerle $21,8^{\circ}$ – $24,4^{\circ}$ arasında değişerek mevsimlerin oluşumuna neden olmaktadır. Prosesyon hareketi ise, güneş ve ayın çekim etkisiyle 19.000 ve 23.000 yıllık iki döngü halinde gerçekleşmekte ve mevsim başlangıçlarının yer değiştirmesine (ilkbahar noktasının yılda 50 sn. kadar) neden olmaktadır.

Şekil 2.3.: Milankoviç Döngüleri



Kaynaklar: (Nerlich, 2009; Türkeş, 2012: 3)'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Bütün bu süreçler birbiriyle etkileşime geçerek; uzun dönemli iklim değişikliklerine ve geçmiş dönemlerde görülen buzul çağlarının oluşumuna neden olmuştur (Türkeş, 2019: 10-14). Güneş'ten gelen ışınların miktarındaki ve Dünya'nın hareketlerindeki değişimlerin dışında "güneşlenme süresi" de, Dünya'ya ulaşan enerji miktarını etkilemektedir. Gece ve gündüz uzunluklarında yaşanan değişim ve artan sıcaklıkların daha fazla buharlaşmaya neden olmasıyla bulutlanmanın artması, güneşlenme süresinde değişikliğe neden olarak alınan güneş ışınlarının miktarını azaltacaktır (Gönençgil, 2008: 63).

2.1.2.1.2. Atmosferin Bileşimi

Atmosferin bileşimi, %99'dan fazla bir oranda azot, oksijen ve argon temel gazları dışında; doğal sera etkisine ve iklimler için büyük öneme sahip olan CO₂, H₂O, CH₄, N₂O ve O₃ gibi gazlar ve aerosollerden oluşmaktadır. Özellikle, atmosferde sera etkisine sahip olan gazlardan en çok miktarda bulunan ve uzun süre bozulmadan kalan CO₂ ile H₂O ve aerosoller iklim değişikliği açısından önemli etkileyenlerdir. Güneş ışınlarına karşı geçirgen, yeryüzünden yansıtılan uzun dalga boyundaki ışınlar karşı ise daha az geçirgen özelliğiyle Dünya'nın sıcaklığının daha fazla olmasını sağlayan

doğal sera gazları, miktarında gerçekleşen değişimler nedeniyle jeolojik devirler boyunca görülen büyük iklim değişikliklerine diğer doğal etmenlerle birlikte etki etmiştir. Özellikle volkanik faaliyetler nedeniyle atmosfere salınan büyük miktarda CO₂ gazı ve küller, çok büyük alanlarda Güneş ışınlarının ulaşmasını engelleyebilmekte ve yeryüzünün soğumasına neden olabilmektedirler. Örneğin; Endonezya'daki Pinatubo Yanardağı'nın 1991'de faaliyete geçmesi sonucu çok geniş alanlara yayılan gazlar ve küllerin etkisiyle 1992 kışı birçok yerde daha soğuk yaşanmış; Avrupa'da sıcaklık düşüşü 0,6 °C'ye varmıştır (Gönençgil, 2008: 65; Maslin & Christensen, 2007: 452-453).

2.1.2.1.3. Yer Kabuğunun Hareketleri

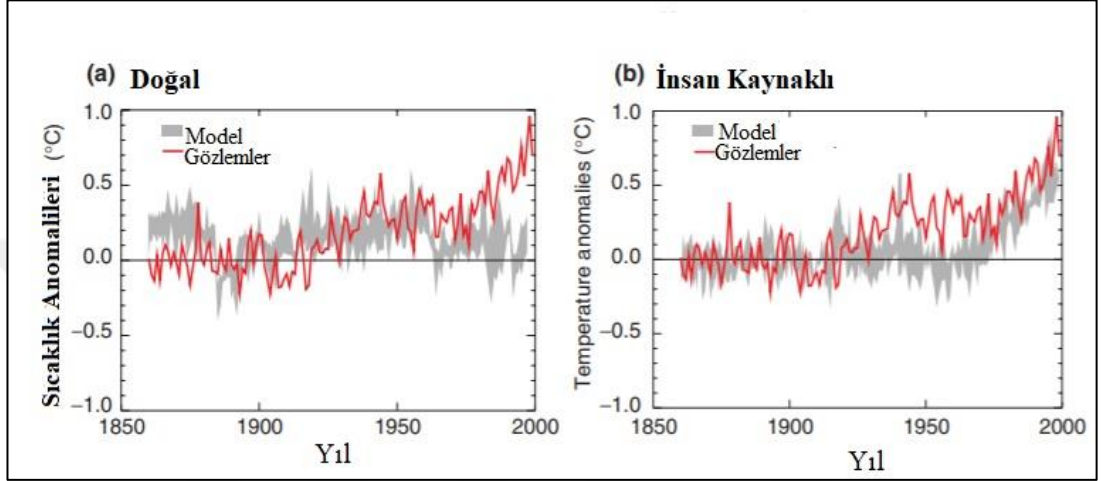
İklim sisteminin dışında gelişerek iklim değişikliğine neden olan doğal etmenlerden birisi de, yer kabuğunun hareketleri sonucu meydana gelen değişimlerdir. Bu konudaki tahminlerin dayandığı Wegener'in (1912) öne sürdüğü "Kıtaların Kayması Teorisi"ne göre özetle; tek bir kıta ve okyanustan oluşan Dünya'nın, yer kabuğu parçalarının kayması sonucu okyanus ve kara parçalarının yeri ve sayısındaki değişimler, yüzey karakterlerinde ve kara yükseltilerindeki değişimler ve volkanik faaliyetlerin gerçekleşmesiyle atmosfer bileşiminde meydana gelen değişimler nedenleriyle ikliminde de değişimlere neden olduğu ileri sürülmüştür. Yer kabuğu hareketleri sonucu meydana gelen büyük dağ ve kıta oluşumları ve bunlara bağlı olarak gerçekleşen volkanik faaliyetler sonucu çok uzun süre devam edecek soğuma etkilerinin görülebileceği belirtilmektedir (Türkeş, 2019: 9; BAA, 2021a). Yer kabuğu hareketleri sonucu yalnızca dağ ve kıta oluşumu ve volkanik faaliyetlerin iklime etkisinden bahsedilemez. Bu etmenler dışında, kara ve okyanus alanlarının dağılımı ve yüzey albedolarının değişmesine neden olan etmenlerin de dikkate alınması gerekmektedir. Yüzeylerin Güneş ışınlarını yansıtma kapasitesini ifade eden albedo etkisinin yüksek (çöl, buzul, göl) veya düşük olduğu alanlarda (orman) meydana gelen değişimler de iklim değişikliğine neden olmaktadır (Gönençgil, 2008: 67; Ekmekçi, 2008: 13).

2.1.2.2. İnsan Kaynaklı (Antropojenik) Nedenler

Daha önceki satırlarda bahsedilen doğal etmenler, Dünya'nın oluşumundan beri iklimin uzun zaman ölçeklerinde değişimine neden olmuştur. Fakat toplumsal ve ekonomik faaliyetlerin hızlandığı 1850'li yıllardan itibaren gözlenen iklim değişikliğinden büyük oranda insanın sorumlu olduğu düşünülmektedir. (Cook vd., 2013)'nin içinde iklim değişikliği veya küresel ısınma konularına değinen 11.944 makale incelemesinde; iklim değişikliğinde insan etkisi konusunda taraf olan çalışmaların %97'sinde insan etkisinin olduğuna yönelik fikir birliğinin olduğu sonucu ortaya koyulmuştur. IPCC'nin 5. raporunda; gözlenen iklim değişikliğinin insan kaynaklı olduğu daha net bir şekilde ifade edilmiştir. Raporda daha detaylı olarak; 1880-2012 döneminde küresel sıcaklıklarda ortalama 0,85 °C artış olduğu, özellikle 1950'li yılların başından itibaren gözlenen değişimlerin daha önce benzeri görülmemiş bir durum olduğu ifade edilmiştir. 1951-2010 dönemindeki sıcaklık artışlarına çok büyük ihtimalle (%95-100) insan faaliyetlerinin neden olduğu vurgulanmış; ve bu durum söz konusu dönemdeki her on yılda gerçekleşen ortalama sıcaklık artışının (0,12 °C), doğu tropikal pasifik okyanusunun yüzey sıcaklıklarındaki artışa neden olan iklimsel değişikliği ifade eden El Nino olayının etkilediği son 15 yıldaki (on yılda ortalama 0,05 °C) sıcaklık artışından fazla olduğu gösterilerek örneklendirilmiştir. İnsan kaynaklı sera gazı emisyonları, Sanayi Devrimi'nden itibaren sürekli artış göstermiş ve son dönemlerde ise her zamankinden yüksek seyretmektedir. Bu durum, en az son 800.000 yılda daha önce görülmemiş bir şekilde atmosferde sera gazı birikimine (başta CO₂ olmak üzere) neden olmuştur (IPCC, 2014a: 2-7). Doğal etmenler nedeniyle Dünya'nın kara ve okyanus alanları, insan kaynaklı salınan yıllık yaklaşık 35 milyar ton CO₂ miktarının 20 katını yaymakta ve bununla birlikte orman ve okyanus alanları gibi doğal karbon yutak alanlarıyla neredeyse eşit miktarı emerek karbon döngüsünü dengede tutmaktadır. Yalnızca bahsedilen doğal süreçlerin varlığında atmosferdeki CO₂ miktarı çok yavaş bir şekilde değişebilirdi. Fakat, son zamanlarda gerçekleşen atmosferdeki insan kaynaklı CO₂ birikimi, Dünya'nın enerji dengesini bozacak şekilde karbon döngüsünde ciddi değişikliklere neden olmaktadır. Atmosferde gerçekleşen bu bozulma, doğal süreçlerle gerçekleşen sıcaklık değişimlerine kıyasla çok kısa bir zamanda sıcaklık artışına neden olmuş; yaşanan

sıcaklık artışlarıyla birlikte okyanusların ısınması ve asit oranının artması, buzulların küçülmesi ve genel olarak deniz seviyesinde yükselme gibi sonuçlar gözlenmiştir (Oppenheimer & Anttila-Hughes, 2016: 16-18).

Şekil 2.4.: Simüle edilmiş yıllık küresel ortalama yüzey sıcaklıkları



Not: Tüm nedenlerle gözlenen sıcaklık değişimi (kırmızı); a grafiğinde doğal etmenlerin neden olduğu, b grafiğinde insan kaynaklı sıcaklık değişimi (gri)

Kaynak: (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001: 11)'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Bahsedilen değişimlerin başlıca nedeni olduğu düşünülen insan kaynaklı sera gazı emisyonları, çok büyük oranda nüfus ve sanayileşmenin hızla artması sonucu fosil kaynaklı yakıtların kullanımı ve endüstriyel süreçlerden kaynaklanmaktadır. Bu süreçler 1970'li yıllardan bu yana tüm emisyonların %78'inden sorumludur. Bunun dışında ise; doğal karbon yutak alanları yok edilerek yapılan faaliyetler sonucu gerçekleşen yüzey değişiklikleri, ulaşım faaliyetleri ve hızlı şehirleşme de atmosferde sera gazı birikimine neden olarak iklim değişikliğine etki etmektedir (Johnson vd, 2017: 15.5.1-2 (bl.no.)).

2.1.2.2.1. Yüzey Değişiklikleri

Dünya'nın yüzeyinde doğal etmenlerin dışında şehirleşme, tarım ve sanayi alanlarının kurulması gibi insan faaliyetleri nedeniyle de değişiklikler meydana gelmektedir. Doğal karbon yutak alanlarının yok edilmesi veya tahrip edilmesiyle sonuçlanan bu insan kaynaklı değişiklikler, Dünya'nın karbon döngüsünün bozulmasında etken olarak iklim değişikliğine neden olmaktadır. 1850'li yıllarda

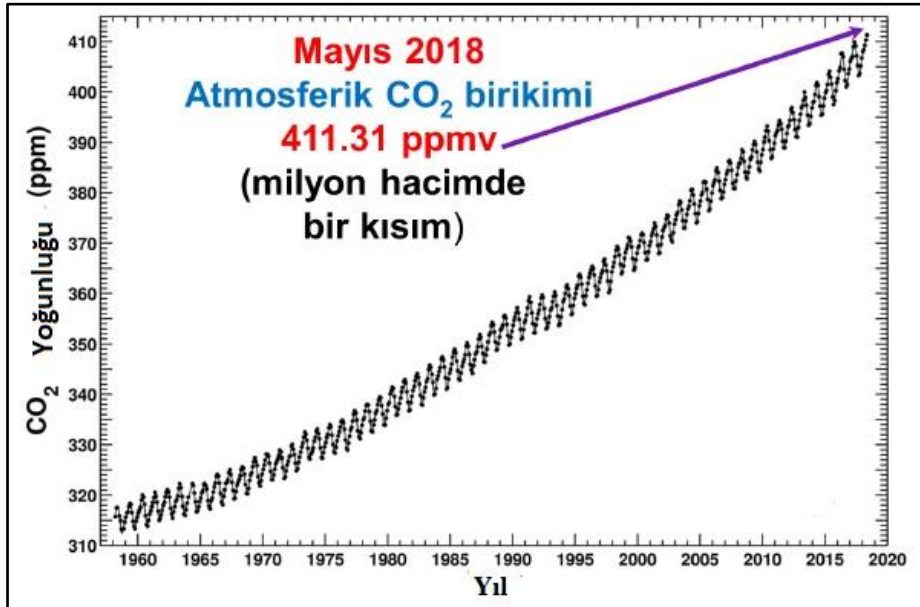
Dünya nüfusunun 1 milyarı aşması ve özellikle 2. Dünya Savaşı sonrasında yaşanan teknolojik gelişme ve tıp bilimindeki ilerleme nüfusun aşırı artmasına neden olmuş ve bugüne gelindiğinde nüfus 8 milyara yaklaşmıştır. Aşırı artan nüfusun ihtiyaçlarını kaçınılmaz olarak doğal kaynaklardan sağlaması ve bu durumun sürekli büyümeye ve kâr maksimizasyonuna dayalı hâkim ekonomik sistemin de etkisiyle bilinçsizce olması, doğa ile nüfus arasında eşitsiz gelişime neden olmuş; ve bunun sonucu olarak çevre üzerinde aşırı baskı oluşmuştur. Örneğin; yakacak elde etmek, maden, sanayi tesisi, tarım ve yerleşim alanı açmak için önemli karbon yutak alanları olan ormanların ve sulak alanların yok edilmesi sonucu, atmosferdeki CO₂'nin daha az emilmesine ve bu alanlarda depolanan CO₂'nin de tekrar atmosfere salınmasına neden olunmuştur. Ayrıca, büyük baraj gölü projeleri gibi uygulamalar da, yapılan bölgenin albedo etkisini değiştirerek ikliminin değişmesine neden olmaktadır (BAA, 2021a; Gönençgil, 2008: 68-69).

Şehirleşme de, iklime etkisi açısından önemli bir yer tutmaktadır. Sanayi Devrimi ile şehirleşme hızlanmış, geçen yüzyılın başında şehir nüfusu %2 civarındayken (Kadıoğlu, 1997), Dünya'da ilk kez 2007 yılında şehirlerde yaşayan nüfus, kırsal nüfusu geçmiş ve 2017 yılında bu oran %54'ün üzerinde seyretmiştir (Ritchie & Roser, 2018). Şehirlerde yaşayan nüfusun hızla artması sonucunda bu alanlardaki insan faaliyetleri artmakta; artan faaliyetler sonucu atmosfere çok miktarda sera gazı ve partikül kirleticiler salınmakta; ve doğal yüzeylerde belirgin değişiklikler olmaktadır. Bunun sonucunda da atmosferik çevrenin değişmesi ile var olan mikro iklim etkilenmektedir. Şehirleşmeyle meydana gelen kirlilik ve sera etkisi ile aynı zamanda doğal yüzeylerin ortadan kalkarak asfalt ve beton gibi materyallerin doğal yüzeylerin yerini almasıyla bölgenin iklim yapısını etkileyen 'şehir ısı adası' oluşmaktadır. Bu durumun sıcaklık konusundaki etkisi, şehirlerde doğal yüzeylerin ortadan kaldırılarak yerine kara cisim olarak adlandırılan asfalt ve beton gibi materyallerin, gündüz güneşten aldığı enerjiyi gece tekrar atmosfere ısı enerjisi olarak vermesiyle meydana gelmektedir. Bu etki şehirlerin, kırsal alanlardan daha yavaş soğumasına neden olmaktadır. Bu durum, yoğunluğuna bağlı olarak bölgedeki iklimi değiştirmektedir (Karakuyu, 2002: 99-101).

2.1.2.2.2. Sera Gazları ve Aerosoller

Sanayileşmenin başlangıcından itibaren artarak devam eden insan kaynaklı salınan sera gazları, atmosferde birikerek ve böylelikle atmosferin sera etkisini arttırarak küresel ısınmaya neden olmaktadır. Genel olarak fosil kaynaklı yakıtlardan enerji üretimi, sanayi süreçleri, ulaşım ve yanlış arazi kullanımı faaliyetleri nedeniyle CO₂; çoğunlukla tarımsal gübre kullanımı nedeniyle N₂O; ve fosil kaynaklı yakıtların çıkarılması ve taşınması, tarım, hayvancılık ve atık depolama faaliyetleri nedeniyle CH₄ gazları atmosfere salınmaktadır (BAA, 2021a). Sera gazları arasında atmosferdeki oranı ve kaldığı süre (50-200 yıl) de dikkate alındığında CO₂ önemli bir yer tutmaktadır. Belirtilen doğrudan insan kaynaklı sebepler dışında; insanın etki ettiği küresel ısınmaya bağlı olarak, okyanuslarda gerçekleşecek sıcaklık artışı nedeniyle yüzey sularında depolanan CO₂'nin serbest kalarak atmosfere karışması sonucu dolaylı olarak da insan etkisinden bahsetmek mümkündür. Atmosferdeki CO₂ birikimi özellikle 1958'den itibaren daha hızlı bir artış göstermiş ve 2018 yılı itibariyle 411 ppm'ye ulaşmıştır (Türkeş, 2019: 21).

Şekil 2.5.: Mouna Lua Gözlemevi, 1958-2018 arası atmosferdeki CO₂ yoğunluğu



Kaynak: (Türkeş, 2019: 20)

IPCC 2007 tarihli 4. değerlendirme raporunda atmosferdeki sera gazı yoğunluğu için sanayi öncesi dönemde 280 ppm olan atmosferdeki CO₂

yoğunluğunun, 2005 yılına gelindiğinde 379 ppm'ye; CO₂'den daha yoğun sera etkisi olan CH₄'ün aynı dönemlerde 715 ppb'den 1774 ppb'ye; sera gazları arasında en fazla sera etkisine sahip olan N₂O'nun ise yine aynı dönemlerde 270 ppb'den 319 ppb'ye yükseldiği belirtilmiştir. IPCC tarafından yapılan gelecek senaryolarına göre 2100 yılında atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun ortalama 540-970 ppm'ye yükseleceği tahmin edilmektedir. (IPCC, 2008: 37-44; Doğan & Tüzer, 2011a: 24-25). Her ne kadar iklim değişikliğinin nedeni olarak CO₂ gazı daha çok ön plana çıkarılsa da; sera etkisi CO₂'ye göre daha fazla olan CH₄ ve N₂O gazlarındaki artış da iklim değişikliğiyle mücadelede göz ardı edilmemesi gerekmektedir. IPCC'nin 5. değerlendirme raporunda son dört rapor dikkate alarak iklim değişikliğine neden olan doğal ve insan kaynaklı ışımsal zorlama mekanizmaları (sera gazları, aerosoller, su buharı, yüzey albedosu gibi) üzerine yapılan değerlendirmede; sera gazlarının, diğer etmenlere göre çok yüksek düzeyde kanıt seviyesinde iklim değişikliği üzerinde en çok etkiye sahip olduğu sonucu gösterilmiştir (IPCC, 2013: 694-695).

Atmosferin sera etkisini değiştirebilen diğer bir etmen olan aerosoller, volkanik faaliyetler, yangınlar ve okyanus dalgaları gibi doğal süreçlerin dışında; enerji üretimi veya sanayi süreçlerinde fosil kaynaklı yakıtların yakılması sonucu insan kaynaklı olarak da atmosfere salınmaktadır. Atmosferde bulunan doğal aerosollere deniz tuzu, çöl tozu ve sülfat; insan kaynaklı aerosollere de sülfat, nitrat ve amonyum örnek olarak verilebilir (IPCC, 2013: 595). Katı veya sıvı küçük parçacık halinde ve havada asılı kalabilen aerosollerin, birikimindeki değişikliğe bağlı olarak bulut oluşumunu artırıcı; kısa ve uzun dalga güneş ışınlarını yansıtabilme ve emebilme özellikleriyle doğrudan ve dolaylı ışımsal zorlamaya sahip olarak iklim üzerinde etkileri bulunmaktadır. Bulutlanmayı artırması ve Güneş'ten gelen kısa dalga boyundaki ışınları yansıtarak soğumaya ve yağış karakterlerinde değişime; ve bununla birlikte güneş ışınlarını emebilme özelliğiyle de ısınmaya neden olmaktadır. Belirtilen nedenler ve sera gazlarına göre çok daha az süre atmosferde kalma süresi de dikkate alındığında; sera gazlarına göre aerosoller, iklim sistemine etkisi açısından daha karmaşık bir yapıda görünmektedir (IPCC, 2001: 293; Türkeş, 2008: 32).

2.1.3. İklim Değişikliğinin Muhtemel Etkileri

Önceki başlıklarda da ifade edildiği gibi Sanayi Devrimi ile birlikte artan insan faaliyetleri, atmosferdeki sera gazı birikimini arttırmış ve bunun sonucu olarak küresel ısınmaya neden olmuştur. Yaşanan sıcaklık artışları sonucu iklim sisteminin bileşenlerinde bazı değişiklikler gözlenmiştir. İklim değişikliğinin bilimsel olarak değerlendirilmesi açısından en önemli otorite olarak kabul edilen IPCC'ye göre gözlenen iklim değişikliğine neden olan en önemli etmen, fosil kaynaklı yakıtların kullanılması sonucu atmosfere salınan büyük miktardaki sera gazlarıdır. Beklenen etkileri düşünüldüğünde tüm canlılar için büyük tehdit oluşturan iklim değişikliği için, gözlenen etkileriyle birlikte gelecekteki etkilerinin tahminleri de önem kazanmaktadır. İklim sisteminin birçok değişkene sahip olması ve karmaşık yapısı nedeniyle söz konusu değişikliklere vereceği tepkilerin tam olarak kestirilememesi ve değişen iklime uyum sağlanabilmesi açısından gelecek iklim tahminlerini içeren çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Gelecek iklim tahminleri, gözlenen değişiklikler, atmosferdeki sera gazı miktarında yaşanan artışlar ve doğal süreçler gibi etmenler dikkate alınarak geliştirilen bilgisayar yazılımları yardımıyla üretilmektedir (Öztürk, 2017: 172, 176-177).

IPCC'nin 5. Değerlendirme raporunda; sera gazlarının sürekli salımının, iklim sisteminin daha fazla değişmesine neden olarak insanlar ve ekosistemler üzerinde şiddetli ve geri dönüşü mümkün olmayan etkilerin olasılığını artıracak; bu nedenle iklim değişikliğini ve etkilerini sınırlayabilmek için sera gazı salımlarında ciddi ve sürekli olacak şekilde azaltımların gerekliliği vurgulanmıştır. Bu anlayış doğrultusunda raporda yer alan gelecek iklim tahminleri, atmosferdeki geçmiş insan kaynaklı sera gazı birikimleri ve gelecekte birikimlere neden olacak durumların değerlendirmesi yapılarak oluşturulmuştur. Gelecek insan kaynaklı sera gazı salımlarının projeksiyonları ise; nüfus artışı, sosyo-ekonomik gelişmeler, enerji kullanımı, yaşam tarzı ve teknoloji gibi etkileyenler dikkate alınarak belirlenmiştir. Yapılan 4 farklı gelecek senaryosu (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 ve RCP8.5) içinden, emisyonların sınırlandırılması için fazladan çaba gösterilmeyen (olumsuz) senaryolar (RCP6.0 ve RCP8.5), "temel senaryolar" olarak kabul edilmiştir. Buna göre; yapılan

tüm tahminlerde 21. yüzyıl boyunca küresel sıcaklıklardaki artışların devam etmesi beklenmektedir. Bununla birlikte, sıcak hava dalgalarının daha sık ve uzun süreli meydana gelmesi; birçok bölge için aşırı yağışların sıklığında ve şiddetinde artış; okyanusların ısınmaya ve buna bağlı olarak asitlenmeye; ve küresel ortalama deniz seviyesinin yükselmeye devam etmesi öngörülmüştür (IPCC, 2014a: 8-10).

Raporda sıcaklıklarla ilgili daha detaylı olarak yapılan açıklamalara göre; 2016-2035 döneminde küresel sıcaklıklar, 1986–2005 dönemine göre muhtemelen 0,3-0,7 °C daha fazla olacaktır. 21. yüzyılın sonu (2081-2100) için küresel sıcaklık artışının, en iyimser senaryo haricinde 1850–1900 dönemine göre 1,5 °C’yi aşması tahmin edilmektedir. Raporda temel olarak kabul edilen olumsuz iki senaryoya göre ise küresel ısınmanın yüksek olasılıkla 2 °C’yi aşması (1,4-4,8 °C) beklenmektedir. Ayrıca kuzey kutup bölgesinin sıcaklık artışları ortalamadan daha yüksek seyredecektir. Küresel ısınma arttıkça günlük ve mevsimsel olarak da daha sık sıcak uç noktası kesin olarak yaşanacak; muhtemelen yağış rejimleri farklı zaman ölçeklerinde ve bölgesel olarak farklı şekillerde değişkenlikler gösterecek; artan yüzey sıcaklıkları okyanusların da ısınmasına ve asitlenmesinde artışa neden olacak; tüm senaryolara göre Arktik deniz buzunda azalmalar görülecek, hatta en kötümser senaryoya göre muhtemelen yüzyılın ortasından önce yaz aylarında neredeyse yok olacak; ve küresel ortalama deniz seviyesi artışı 21. yüzyılda devam ederek yüzyılın sonunda, 1986-2005 dönemine göre muhtemelen 26-55 cm. olarak gerçekleşecektir (IPCC, 2014a: 10-12).

Yukarıda bahsedilen, önümüzdeki yıllarda iklim sisteminde gerçekleşmesi beklenen değişikliklerin birçok olumsuz çevresel etkiye sebep olması ve bu etkilere bağlı olarak sosyal ve ekonomik açıdan beşeri sistemlerde olumsuz birçok sonucun ortaya çıkması beklenmektedir. Muhtemel etkiler, genel olarak bölgelere göre farklılıklar gösterecek olmakla birlikte; daha çok gelir eşitsizliğinin sonucu olarak kalkınma seviyesi düşük olan ülkelerde ve ekonomik ve sosyal açıdan dezavantajlı toplumlar üzerinde daha fazla görülecektir (IPCC, 2014a: 13).

2.1.3.1. Çevresel Etkiler

21. yüzyılda devam etmesi beklenen küresel ısınma, sel, fırtına ve kuraklık gibi doğal afetlerin sayılarını ve etkilerini arttırarak ve okyanus asitlenmesine ve deniz seviyesinin yükselmesine neden olarak; doğal çevre üzerinde kırılganlık seviyelerine ve bölgelere göre farklı etkilere yol açacaktır. IPCC'ye göre; ani ve geri döndürülemez bir değişikliğe neden olabilecek iklim değişikliğinin eşikleri henüz belirsizliğini korusa da, eşiklerin aşılmasına dair riskler yükselen sıcaklıklarla birlikte artmaktadır. Mevcut insan kaynaklı iklim değişikliğinin, doğal iklim değişikliğinin bugünden geriye milyonlarca yıl boyunca neden olduğu ciddi ekosistem değişimlerine ve türlerin yok olmasına daha yüksek oranda neden olduğu gözlemleniyor, gelecekteki risklerin yüksek olduğu bildirilmiştir (IPCC, 2014a: 13). 2012 yılında Rio'da gerçekleştirilen BM Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı (Rio+20)'nda iklim değişikliğinin, ekosistemde ciddi değişikliklere yol açarak çevresel sürdürülebilirliği tehdit ettiği vurgulanmıştır. Konferans çıktısında özellikle iklim değişikliği karşısında daha kırılgan olduğu düşünülen ormanlar ve dağ ekosistemlerinde görülecek bozulma ve gerçekleşecek biyoçeşitlilik kaybı, çölleşme ve arazi bozulmaları nedenleriyle ekosistem hizmetlerindeki verimliliğin azalması beklenmektedir (UN, 2012: 50-56).

Yapılan çalışmalar sonucu, sanayi öncesi döneme göre 1 °C'ye kadar sıcaklık artışının Dünya üzerindeki ekosistem alanlarının %10'unu etkileyeceği; bazı orman ekosistemlerinin birincil verimliliğinin artacağı; fakat bazılarında ise yangın artışları ve haşere istilalarının görüleceği; bununla birlikte yüksek biyoçeşitliliğe ve küresel öneme sahip olması nedeniyle korunan alanların bulunduğu bazı sıcak bölgelerin daha hızlı bir şekilde zarar görmeye başlayacağı bildirilmiştir. 1-2 °C arası bir sıcaklık artışının, ekosistem alanlarının %15-20'sini etkilemesi; Kuzey kutup bölgesinde yaşayan canlıları daha fazla olumsuz etkilemesi; ve ciddi biyolojik çeşitlilik kaybı olacak şekilde mercan kayalıklarının beyazlamasına neden olması beklenmektedir. 2 °C'nin üzerindeki bir artışta ise, ekosistem alanlarının %20'sinden fazlasının etkilenmesi; küresel ölçekte kıyı alanlarının kaybının %10'u aşması; tamamen yok olmasa da mercan kayalıklarının ve küresel öneme sahip olması nedeniyle korunan alanların büyük oranda yok olması öngörülmektedir (EC-DGE, 2005: 11).

İklim değışikliğı nedeniyle biyoçeşitlilik büyük tehdit altındadır ve yapılan iklim tahminleri dikkate alındığında; içinde bulunduğumuz yüzyıl boyunca ve sonrasında da bu tehdidin artarak devam etmesi beklenmektedir. Artan sıcaklıkların beraberinde getireceğı kuraklık, yangınlar ve tatlı su kaynaklarının azalması gibi olumsuzluklar nedeniyle özellikle tropikal ve orta kuşak ormanları ile birçok bitki ve hayvan türünün zarar göreceğı; ve genel olarak ekosistemde yaşanacak değışimler nedeniyle birçok ekolojik felaketin yaşanacağı tahmin edilmektedir. Biyoçeşitlilik kaybının ise 2050 yılına gelindiğinde, 1700 yılına oranla yaklaşık %40'a ulaşacağı düşünülmektedir. Örnek olarak; kara ve su ekosistemlerinde yaşayan canlılar (%29), memeli hayvanlar (%21) ve kuşlar (%12) büyük tehdit altında olan türlerdir (Atabay, Karasu, & Koca, 2014: 50-51).

IPCC'nin "1.5 °C'lik Küresel Isınma" raporunda, 2 °C'lik olası küresel ısınmanın 1,5 °C'lik artışa göre çok daha ağır etkileri içerdiği belirtilerek; küresel ısınmayı 1,5 °C ile sınırlandırmanın zorlukları ve kritik önemi üzerinde durulmuştur. Örneğin küresel ısınmayı 2 °C'ye kıyasla 1,5 °C ile sınırlandırmanın, küresel ortalama deniz seviyesinde gerçekleşecek yükselmeyi 10 cm. daha düşük gerçekleştireceğı; ekosistem hizmetlerindeki kayıpları ve biyoçeşitlilik kaybını azaltacağı; denizlerin ısınma ve asitlenme hızını düşüreceğı; ve insanlara daha fazla hizmet sunacak şekilde karasal, tatlı su ve kıyı ekosistemleri üzerindeki etkileri azaltacağı öngörülmüştür (IPCC, 2018: 6-9).

2.1.3.2. Sosyal Etkiler

İçinde bulunduğumuz yüzyıl boyunca devam etmesi öngörülen insan kaynaklı iklim değışikliğinin beraberinde getireceğı aşırı sıcaklıklar; deniz seviyesinin yükselmesi; sıklığı ve şiddeti artacak kuraklık, sel, fırtına ve taşkınlar gibi çevresel felaketler kaçınılmaz olarak birçok olumsuz sosyal etkiye neden olacaktır. Bu açıdan iklim değışikliğinin öngörülen genel etkilerini, temiz su kaynaklarını ve gıda üretimi ile teminini tehlikeye sokması; doğrudan ve dolaylı nedenlerle insan sağlığını tehdit etmesi; birçok nedenle zorunlu göçe sebep olması; eşitsizlikleri arttırması; ve uluslararası güvenlik sorunlarına yol açması olarak sıralayabiliriz.

İklim değışikliğinin beklenen en önemli sosyal etkilerinden birisi, temiz su kaynaklarının azalmasıyla canlı yaşamı üzerinde birçok sorunun meydana gelecek olmasıdır. Günümüzde, çoğunlukla Afrika ve Orta Doğu'da yaşayanlar olmak üzere dünya genelinde 1 milyarı aşkın insan temiz suya erişim sağlayamamaktadır. İklim değışikliğinin artarak devam etmesi beklenen sıcaklıkların artması, bazı bölgelerde yağışların azalması ve deniz seviyesinin yükselmesiyle tatlı su kaynaklarına karışması gibi etkileri nedeniyle, özellikle kurak ve kuraklık tehdidi bulunan ölkeler ile ekonomik açıdan dezavantajlı ölkeler su kıtlığı sorununu daha ağır yaşayacaktır. Ortalama sıcaklıkların 2 ila 2,5 °C'lik olası artışında; ek olarak 2,4 ila 3,1 milyar insanın temiz su kaynaklarına erişim konusunda risk altında olacağı tahmin edilmektedir (Doğan & Tüzer, 2011a: 30-31).

İklim değışikliğinin bir diğer önemli etkisinin de; tarımsal üretime vereceği zararlarla çok sayıda insan için gıda güvenliğini tehlikeye sokarak göröleceği düşünölmektedir (IPCC, 2014a: 13). Günümüzde dünyada açlık çeken kişi (690 milyon) ve açlığa bağlı ölümlerin (9 milyon) sayısının yüksekliği (BAA, 2021b), eşitsizliğin boyutu ve son dönemde çok hızlı bir artış gösteren nüfusun daha da artacak olmasına yönelik beklentiler dikkate alındığında; olası sıcaklık artışı senaryolarına göre özellikle coğrafi ve ekonomik açıdan dezavantajlı büyük topluluklar üzerinde gelecekte küresel gıda güvenliği için tahminlerden çok daha büyük riskler oluşabilir.

İklim değışikliği, zaten var olan sağlık sorunlarını, artacak sıcaklıklarla birlikte sıcak hava dalgalarının daha sık ve etkili hale gelmesi; kuraklık; aşırı yağışlar; ve yukarıda belirtilen diğer etkileri nedeniyle daha da şiddetlendirecektir. Sıcaklık artışlarıyla birlikte soğukların neden olduğu ölümlerin azalması; buna karşın sıcak hava dalgalarının neden olduğu ölümlerin sayısının ise artması beklenmektedir. Böcek yumurtalarının ölmesini sağlayan gece ve kış sıcaklıklarında yaşanacak artış da, insan sağlığına olumsuz etki edecektir. Örneğin; olası 5 °C'lik sıcaklık artışı, sıtma taşıyan sivrisineklerin doğal yaşam alanlarını ve sürelerini genişleterek, yılda ek olarak 1 milyon kişinin sıtma kaynaklı ölümüne yol açabilir. Bunun dışında, kurak dönemlerin sonrasında yaşanacak aşırı yağışların ise; virüs mutasyonlarını hızlandırarak bazı virüs kaynaklı hastalıkların artmasına neden olabilecektir. Yapılan çalışmalar sonucunda;

2,3 °C'lik sıcaklık artışında 2080 yılına kadar 270 milyon insanın sıtma riskiyle karşı karşıya kalacağı, ayrıca iklim değişikliğinin olmadığı bir duruma göre ishal vakalarının %10 oranında daha fazla görüleceği tahmin edilmektedir (EC-DGE, 2005: ii, 8; Aksay, Ketenoglu, & Kurt, 2005: 38).

Yakın geçmişte çevresel bozulmanın etkileri nedeniyle milyonlarca insan göç etmek zorunda kalmıştır. İklim değişikliği kaynaklı aşırı hava olaylarının neden olduğu felaketler son 25 yılda yaklaşık iki kat artmış; ve yalnızca 2014 yılında yaklaşık 19 milyonu aşkın insan doğal afetler nedeniyle göç etmek zorunda kalmıştır. Bu sayının yaklaşık %90'ı başta tayfunlar ve seller olmak üzere aşırı hava olayları sonucu oluşan doğal felaketlere bağlı gerçekleşmiştir. Örnek olarak 2005 yılında ABD'yi etkileyen Katrina Kasırgası verilebilir: Kasırga, 1,5 milyon insanın geçici ve 300 bin insanın ise kalıcı olarak yer değiştirmesine neden olmuştur. İklim değişikliği, deniz seviyesi; temiz su kaynakları; tarım; ve insan sağlığı gibi birçok alana etki etmektedir. Bu durumun, binlerce yıldır iklimin uygunluğuna ve doğal kaynaklara kolay erişime göre bölgeleri tercih etmiş olan nüfus yığınlarının hareketlerini arttıracığı öngörülmektedir. IPCC ise beşinci değerlendirme raporunda; iklim değişikliğinin insanların göç eğilimlerinde bir artışa sebep olacağını belirtmiştir. İklim değişikliğinin göç üzerinde etkisinin önemli bir boyutu olarak deniz seviyesinde öngörülen artış verilebilir. Örneğin; Bengladeş gibi nüfusun büyük bir kısmının deniz seviyesi veya düşük yükseklikte yaşadığı yoksul ülkeler bu konuda en kırılgan olanlardır. Yoksul ülkelerin aksine Hollanda gibi gelişmiş ülkeler de her ne kadar bahsedilen ülkeler gibi yüksek kırılganlığa sahip olmasa da, iklim değişikliğinden etkilenecektir. Ayrıca sıcaklık artışları, insanların daha kuzey enlemlere veya daha yüksek kesimlere göç etmesine neden olacaktır. Yaşanacak göç olaylarının ise; halihazırda var olan eşitsizlik ve yoksulluk sorununu daha da şiddetlendirmesi beklenmektedir (An & Kurnaz, 2017: 183, 188-190; Dedeoğlu, 2017: 225).

2.1.3.3. Ekonomik Etkiler

Temel sebebi ekonomik faaliyetler olan insan kaynaklı iklim değişikliğinin, önceki başlıklarda belirtilen çevresel ve sosyal etkilerinin yanında kaçınılmaz olarak küresel ve bölgesel anlamda ekonomik etkileri de olacaktır. Bu etkiler, beklenen

sıcaklık artışları ve yağış rejimlerinde görülecek değişiklikler nedeniyle sıcak hava dalgaları, deniz seviyesinde yükselme, kuraklık, sel ve fırtına gibi iklim kaynaklı çevresel felaketlerin şiddetinde ve sıklığında görülecek artışlar sonucunda doğrudan ve dolaylı olarak ortaya çıkabilecektir. Ekonomiler için önemli olan tarım, turizm ve yenilenebilir enerji gibi sektörler iklime doğrudan; enerji, enerji yoğun ve sağlık gibi sektörler ise iklime dolaylı olarak bağlı olmaları nedeniyle, beklenen iklim değişikliğinden farklı olarak etkilenebileceklerdir (Başoğlu, 2014: 178-179). Bazılarını günümüzde de yaşadığımız ekonomik etkilerin gelecekte hangi boyutlara ulaşacağı iklim sisteminin yapısı ve sınırlı kanıtlar nedeniyle kesin olarak bilinemese de; yakın geçmişte ve günümüzde hesaplanan ekonomik kayıpların, sıcaklık artışlarının devam etmesiyle birlikte hızlanacağına dair bilim insanları tarafından yüksek oranda görüş birliği bulunmaktadır. (IPCC, 2014a: 16). Bu başlıkta, iklim değişikliğinin farklı açılardan muhtemel ekonomik etkileri açıklanacaktır.

IPCC'nin 2014 yılındaki raporunda temel olarak kabul edilen olumsuz iki senaryoya göre; sıcaklık artışlarının, yüksek olasılıkla 2 °C'yi aşması (1,4-4,8 °C) ön görülmektedir. Atmosferdeki beklenen CO₂ ve sıcaklık artışlarının ve beraberinde getireceği aşırı hava olaylarının, ekonomiler için temel öneme sahip birçok sektörü, insan sağlığını, emek verimliliğini ve büyümeyi olumsuz etkileyeceği; bununla birlikte bazı bölgelerin coğrafi konumları nedeniyle kimi açılardan avantaj elde edeceği düşünülmektedir. Örneğin; iklim değişikliğinin, kuzey enlemlerde yer alan bazı bölgeler hariç Dünya nüfusunun çok büyük bir bölümünün yaşadığı bölgelerde (tropik ve ılıman bölgeler) tarımsal üretimi; ayrıca deniz ekosistemlerinin zarar görmesine neden olarak balıkçılık faaliyetlerini olumsuz etkilemesi beklenmektedir (IPCC, 2014a: 10-13).

Küresel ortalama deniz seviyesi, 1901-2010 döneminde 19 (17 ila 21) cm. yükselmiştir. IPCC'ye göre deniz seviyesindeki bu yükselmenin, 21. yüzyıl boyunca devam ederek yüzyılın sonunda (olumsuz senaryoya göre), 45-82 cm. arasında gerçekleşmesi beklenmektedir (IPCC, 2014a: 4, 13). Bölgeler arasında farklılıklarla birlikte beklenen ortalama deniz seviyesi yükselmesi sel ve taşkın, deniz suyunun tatlı sulara karışması, kıyı ekosistemlerinin zarar görmesi ve kıyı bölgelerinde toprak kaybı

gibi sorunlara neden olarak; Dünya nüfusunun yarısına yakınının kıyı bölgelerde yaşadığı, birçok az gelişmiş ülkenin döviz gelirlerini turizm sektöründen sağladığı ve deniz seviyesine yakın olan alanların verimliliği gibi hususlar dikkate alındığında birçok yönden ekonomik hasara neden olabilecektir. Örneğin; Bengladeş ve Vietnam gibi deniz seviyesine yakın yerlerde ekonomileri için büyük öneme sahip tarımın ve yaşayan nüfusun yoğun olduğu ülkelerde bu durum, büyük miktarda toprak kayıplarına ve çok sayıda insanın olumsuz etkilenmesine neden olacaktır. Sadece Vietnam için 1 metrelik deniz seviyesi yükselmesi, toplam yüzölçümünün yaklaşık %12'sine denk gelecek toprak kaybına ve toplam nüfusunun yaklaşık %23'ünün olumsuz etkilenmesine neden olarak büyük ekonomik kayıplara yol açacaktır (Doğan & Tüzer, 2011a: 25-26).

İklim değişikliği beraberinde kuraklık ve azalan yağışlarla birlikte su kaynaklarında azalma sorunlarını da getirecektir. Bu durum en çok, iklime çok duyarlı ve suyun en yoğun kullanıldığı alan olan tarımı etkileyecektir. Beklenen sıcaklık artışları ve yağış rejimlerindeki değişimler nedeniyle, az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin yer aldığı alçak enlemlerde tarımsal üretim olumsuz yönde etkilenecek; buna karşın yüksek enlemlerde yer alan ülkeler ise 3 °C'ye kadar olan sıcaklık artışlarından ve yağışlarda görülecek artışlar nedeniyle tarım alanında avantajlar elde edebilecektir. Örneğin; GSYH'sinin %20'sini tarımın kapsadığı ve mevcut suyun %85'ini bu alan için kullanan Mısır ve benzer ülkeler, belirtilen nedenlerle gelecekte büyük ekonomik sorunlar yaşayabilecektir (Alper & Anbar, 2007: 26, 31). Kuraklık ve azalan yağışların su kaynaklarında azalmaya neden olması, suya yoğun olarak ihtiyaç duyan sanayi ve enerji sektörlerini de olumsuz etkileyecektir. Su kaynaklarının azalması, özellikle elektrik enerjisi üretiminde önemli yer tutan hidroelektrik ve nükleer enerji santrallerinde üretimi olumsuz etkileyebilecektir. Ayrıca beklenen kuraklık, orman yangını riskinin artmasına neden olarak; ormancılığı ve turizmi de olumsuz etkileyecektir (Başoğlu, 2014: 183-184).

Sıcaklık artışlarının, sıklık ve şiddetini arttırdığı konusunda görüş birliği bulunan sıcak hava dalgaları, sel ve fırtına gibi iklim kaynaklı çevresel felaketler halihazırda büyük ekonomik kayıplara yol açmaktadır. 1980-2012 arasında yaşanan

çevresel felaketlerin %87'si iklim kaynaklı olarak gerçekleşmiş; ve yaşanan bu felaketler 2,8 trilyon Dolar ekonomik kayba neden olmuştur. Önümüzdeki yıllarda beklenen sıcaklık artışlarının söz konusu aşırı hava olaylarının daha etkili hale gelmesine neden olarak, ekonomik kayıpları katlanarak arttıracakı öngörülmektedir (Başoğlu, 2014: 178). Özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, gelişmiş ülkelere kıyasla uyum için yeterli altyapılarının bulunmayışı ve ekonomileri açısından bu alana ayırabilecekleri kaynakların kısıtlılığı nedenleriyle bu olaylar karşısında daha fazla etkilenecekler; ve bu durum da halihazırda var olan eşitsizlikleri daha da derinleştirecektir. Küresel ısınmanın artmasıyla birlikte sıcak hava dalgalarının daha etkili hale gelmesi, enerji talebinde değişikliklere neden olacaktır. Alçak ve orta enlemlerde yaz dönemlerinde artacak sıcaklıklar nedeniyle soğutma amaçlı enerji kullanımının artması; buna karşın özellikle kuzey enlemlerde daha ılıman geçecek kışlar nedeniyle ısıtma amaçlı enerji kullanımının azalması beklenmektedir (EC-DGE, 2005: 8). Küresel ısınmanın bir sonucu olan okyanusların ısınmasıyla ilişkili olarak fırtınaların sıklığının ve şiddetinin artmasının; ve deniz seviyesinin yükselmesi ile yağış rejimlerindeki değişikliklerle ilişkili olarak sel ve su taşkınlarında görülecek artışların, doğrudan ve dolaylı olarak başta tarım, turizm, enerji, sağlık ve sigorta alanında olmak üzere bütün alanlarda büyük ekonomik kayıplara neden olması öngörülmektedir. Özellikle, iklim değişikliğinin etkilerine karşı daha korumasız ve geliri çok düşük olan, çoğunluğu tarımla geçimini sağlayan 1 milyarı aşkın insan çok daha fazla olumsuz etkilenecektir. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde iklim kaynaklı çevresel felaketlerin maliyetinin, bu ülkelerin GSMH'nin tamamını aşabileceği değerlendirilmektedir (Alper & Anbar, 2007: 29-30).

İklim değişikliğinin muhtemel ekonomik etkilerine ilişkin olarak rakamsal tahminlerin de yer aldığı çalışmalar bulunmaktadır. Kahn ve arkadaşlarının (2019), iklim değişikliğinin 174 ülkenin ekonomisi üzerinde uzun vadeli (1960-2014 dönemi) etkilerini inceledikleri çalışmalarında, iklim değişikliğine karşı azaltma politikalarının yokluğunda küresel sıcaklıkların kalıcı olarak yıllık 0,04 °C artması durumunda kişi başına düşen küresel reel GSYİH'nin %7,22 oranında azalacağını; diğer yandan Paris Anlaşması'na uyularak küresel sıcaklık artışlarının yılda 0,01 °C ile sınırlandırıldığı durumda ise; küresel gelir kaybının büyük oranda azalarak %1,07 olarak

gerçekleşeceğini göstermişlerdir (Kahn vd., 2019). Stern (2006) raporunda ise; 2-3 °C'lik sıcaklık artışında yalnızca aşırı hava olaylarının neden olacağı maliyetlerin yüzyılın ortasına kadar küresel GSYH'nin %0,5-1'ine ulaşabileceği; gerçekçi bir olasılık olarak görülen 5-6 °C'lik ısınmanın ise, ani ve büyük ölçekli iklim değişikliğine neden olarak küresel GSYH'de %5-10 (yoksul ülkeler özelinde GSYH'nin %10'unu aşacağı) arası bir kayıp meydana geleceği tahmin edilmektedir (Stern, 2006: viii-ix). DSÖ, iklim değişikliğinin yalnızca sağlığa verdiği zararlar açısından doğrudan maliyetinin, 2030 yılına kadar yıllık 2-4 milyar ABD Doları arasında olacağını tahmin etmektedir (WHO, 2018). Avrupa Komisyonu öncülüğünde yürütülen bir çalışmada; 2 °C ve altında gerçekleşecek sıcaklık artışlarında marjinal sosyal maliyetlerin düşük (15 Euro/tCO₂'nin altında), öte yandan 4 °C ve üzerindeki sıcaklık artışlarında ise marjinal sosyal maliyetlerin yüksek (30 Euro/tCO₂'den daha yüksek; muhtemelen 140 Euro/tCO₂) olacağı konusunda uzmanların görüş birliği içinde olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada; iklim değişikliğine karşı etkin önlemler alınmaması durumunda, meydana gelecek hasarların küresel maliyetinin bugünkü değerle 74 trilyon Euro'ya ulaşabileceği ifade edilmiştir (EC-DGE, 2005: iv).

2.2. Uluslararası İklim Değişikliği ile Mücadele

2.2.1. Uluslararası İklim Değişikliği Çalışmaları

İnsan var olduğundan beri içinde yaşadığı doğal çevreye etki etmiş ve faaliyetleriyle bilerek veya bilmeyerek farklı şekillerde zarar vermiştir. Özellikle, insanın doğayı kendi ihtiyaçlarına göre daha fazla şekillendirmeye başladığı dönem olan kapitalist ekonomik anlayışın eşlik ettiği Sanayi Devrimi'nden itibaren gerçekleşen hızlı sanayileşme; kentleşme; nüfus artışı; aşırı üretim ve tüketimin neden olduğu yoğun doğal kaynak ve fosil kaynaklı enerji kullanımı; yanlış arazi kullanımı; yirminci yüzyılda yaşanan iki büyük dünya savaşı; ve 2. Dünya Savaşı'ndan sonra gelişmemiş ülkelerin de aynı büyüme modelini izleme çabaları gibi faaliyetler ve olaylar, hava ve toprak kirliliği; biyoçeşitlilik kaybı; küresel ısınma; ormansızlaşma; ve ozon tabakasının incilmesi gibi sorunlara neden olarak, çevreye daha önce görülmemiş ve kapasitesini aşacak şekilde çeşitli zararlar vermiştir (Tarhan, 2018:

155-156). Yapılan alışmalar, Sanayi Devrimi'nden itibaren fosil kaynaklı enerji kullanımı, ormansızlaşma ve yoğun tarım faaliyetlerinin, atmosferdeki sera gazı birikimini arttırarak küresel ısınmaya; küresel ısınmanın da iklimin değişmesine neden olduğunu göstermektedir.

Aslında, evre sorunları ve iklim değişikliği özelinde de, bilim çevresinde yaklaşık iki yüz yıldır çalışmalar yapılmış ve kimi aktivisler tarafından da çabalar gösterilmiştir. Fakat konunun birçok yönden uluslararası boyutta gündeme gelmesi ve ele alınması, evre ve kaynak güvenliği sorunlarının daha fazla hissedilmeye başlandığı 70'li yıllara denk düşmektedir. Uluslararası ölçekte ilk girişim, bu yıllara kadar evre sorunlarına ciddi bir ilgi göstermeyen BM tarafından 1972 yılında ve Stockholm'de, "İnsan evresi Konferansı" düzenlenerek gerçekleştirilmiştir. Bu süreçle birlikte evre konusu, küresel ekonomi ve uluslararası güvenlik meseleleriyle birlikte dünya politikasında ele alınan üçüncü önemli konu haline gelmiştir. İlk aşamada evre konusunda küresel ısınma ve iklim değişikliği, ozon tabakasının incelenmesi ve biyolojik çeşitliliğin azalması konuları ne çıkmıştır. İklım değişikliği özelinde ise; ozon tabakasındaki incelme ve asit yağmurları konuları üzerinde durulmuştur (Sağsen, 2017: 48).

Bu başlıkta; uluslararası iklim değişikliği çalışmalarında ne çıkan ve sonrasında gerçekleştirilen çalışmalara yön veren müzakereler ve kuruluşlar incelenmiştir.

2.2.1.1. Stockholm Konferansı ve BM evre Programı'nın Kuruluşu

evre sorunlarının uluslararası düzeyde tartışıldığı ilk çalışma olan "İnsan evresi Konferansı", BM Genel Kurulu tarafından 5-16 Haziran 1972 tarihleri arasında, İsveç'in başkenti olan Stockholm'de toplanmıştır. Çevrenin korunması ve geliştirilmesi için ortak bir çaba gösterilmesi çağrısının yapıldığı ve uluslararası ölçekte siyasi uzlaşı sağlanabilmesi amacıyla 113 ülkenin katılımıyla gerçekleşen Konferans'ta, belirtilen amaç için ilkelerin belirlendiği "BM İnsan evresi Bildirisi" ve uluslararası önlemleri içeren bir eylem planı kabul edilmiştir. Sonraki yıllar için

çevrenin korunması kavramının evrensel kabul görmesi açısından önemli bir yeri olan Konferans'ta, iklim değişikliği konusu ilk kez gündeme getirilmiş; ve hükümetlere iklim değişikliğine neden olan faaliyetler konusunda uyarılarda bulunulmuştur. Konferans'ın en önemli sonuçlarından birisi, çevre konusunda küresel düzeyde faaliyetler göstermesi amacıyla UNEP'in kurulması olmuştur (Jackson, 2007).

UNEP, BM Genel Kurulu'nun 15 Aralık 1972 tarihli kararıyla BM içinde çevre konularında uluslararası düzeyde farkındalığın yaratılması, koordinasyonun sağlanması, sürekli gözlem yapılması ve politikaların ve hukukun gelişiminin sağlanması gibi küresel düzeyde çalışmalar yapacak bir organizasyon olarak kurulmuştur. UNEP, kurulduğu günden itibaren çevrenin korunması için çaba harcamış ve bu alanda çok taraflı birçok sözleşmenin kurulmasında önemli rol oynamıştır. UNEP'in bazı önemli ve somut çalışmaları için, tehlike altında olan türlerin korunması için uluslararası ticaretine ilişkin düzenlemeleri içeren CITES sözleşmesini (1973); deniz kirliliğini önlemek ve bunun için atık yönetimini düzenlemek amacıyla imzalanan MARPOL (1973)'ü; ozon tabakasının korunması için Viyana Sözleşmesi (1985)'ni; ozon tabakasına zarar veren maddelere ilişkin Montreal Protokolü (1987)'nü örnek olarak verebiliriz. Bunların dışında UNEP, sonraki süreçte çevre konusunda yapılacak olan uluslararası konferanslarda edineceği görevlerle daha etkin hale gelmiştir (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2021a).

2.2.1.2. Dünya İklim Konferansları

70'li yıllarla birlikte Stockholm Konferansı'nın da etkisiyle çevre ve iklim konularına daha fazla eğilinmeye başlandığı görülmektedir. Atmosferdeki CO₂ birikiminin iklim sisteminde neden olabileceği olumsuz etkiler konusunda uluslararası ölçekte yapılan ilk çalışma olan Birinci Dünya İklim Konferansı, 1979 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) öncülüğünde olmak üzere UNEP, UNESCO ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) gibi önemli uluslararası kuruluşlar tarafından İsviçre'de düzenlenmiştir. Konferans'ta, atmosferde CO₂ birikimine neden olan insan faaliyetlerinin sürmesi durumunda iklim sisteminde önemli ve uzun süreli değişikliklerin gerçekleşebileceği ve bu durumun insan refahını olumsuz etkileyecek olması nedeniyle önleme faaliyetlerinin gerekliliği bildirilmiş; ve konunun önemi

uluslararası kamuoyuna sunulmuştur (DPT, 2000: 12; Sadioğlu & Ağıralan, 2020: 366). Sonrasında 80’li yıllarla birlikte, iklim değişikliğini konu alan uluslararası çalışmaların hızlandığı görülmektedir. 1980, 1983 ve 1985 yıllarında Villach’ta (Avusturya) düzenlenen konferans, insan faaliyetlerinin küresel ısınmaya neden olduğunun geniş çapta kabulü açısından önem taşımaktadır. Konferans’ta, küresel ısınma sorununda CO₂ dışında sera etkisini arttıran diğer gazların, şehirleşmenin ve doğal karbon yutak alanlarının azalmasının da etkisi ve önemi vurgulanmıştır. Ayrıca söz konusu toplantılarda, küresel ısınmanın neden olacağı iklim değişikliğine karşın uluslararası ölçekte politika ve stratejiler ortaya konmuştur (Yıldız Karakoç, 2018: 410). 1988 yılında düzenlenen Değişen Atmosfer Toronto Konferansı’nda ise; küresel CO₂ salımları için uluslararası bir hedef (2005 yılına kadar %20 azaltılması) konulması nedeniyle iklim değişikliğiyle mücadelede sonraki uluslararası çalışmalara yol göstermesi açısından önemli bir yeri bulunmaktadır (Türkeş, 2001: 15).

Yine WMO öncülüğünde toplanan İkinci Dünya İklim Konferansı, 1990 yılında Cenevre’de yapılmıştır. Konferans’ta, sera gazı emisyonlarının azaltılması için her ne kadar somut hedefler konulmasa da; ana konusunu iklim değişikliği ve sera gazları oluşturan ve bu konuda bir an önce bir çerçeve sözleşmesinin hazırlanması gerektiği belirtilen Bakanlar Deklarasyonu, katılan 137 ülkenin tamamı tarafından onaylanmıştır. Söz konusu Deklarasyon’da ve Konferans sonuç bildirisinde, özellikle iklim değişikliğine neden olan sera gazlarının atmosferdeki birikimlerine engel olacak önlemler savunulmuştur (Türkeş, 2001: 15). Üçüncü Dünya İklim Konferansı ise; “Daha iyi bir gelecek için daha iyi iklim bilgisi” temasıyla, 31 Ağustos-4 Eylül 2009 tarihleri arasında yine Cenevre’de gerçekleştirilmiştir. Konferans’ta, iklim değişikliği ile mücadelede uyum ve azaltma hedeflerine ulaşılabilmesi için toplumlarda bu konudaki bilinç düzeyinin arttırılmasının önemi vurgulanmıştır. Dünya İklim Konferansları’nın sonuncusu olan bu toplantının 200 konuşmacı ve 1500 katılımcıyla gerçekleştirilen uzman toplantısı sonucu kabul edilen Konferans Bildirgesi’nde; iklim değişikliği ile mücadelenin daha etkin gerçekleştirilebilmesi adına, bilimsel iklim bilgisinin (iklim tahminleri ve hizmetlerinin) geliştirilmesi için gereklilikler bildirilmiştir (MGM, 2009).

2.2.1.3. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)

IPCC, UNEP ve WMO tarafından 1988 yılında iklim değişikliği, iklim değişikliğinin mevcut ve gelecekteki olası etkileri ve meydana getireceği riskler konusunda düzenli olarak bilimsel değerlendirmeler sağlanması; bununla birlikte iklim değişikliğiyle mücadele seçeneklerinin (azaltım ve uyum) ortaya konması; ve ortaya çıkarılan bulgular hakkında hükümetlerin bilgilendirilmesi amacıyla kurulmuştur. BM bünyesinde faaliyet gösteren ve 195 ülkenin üyesi olduğu IPCC, gerçekleştirdiği bilimsel değerlendirmeleri, uluslararası müzakerelere ve politika yapıcılara yol gösterici olması amacıyla beş yılda bir hazırladığı kapsamlı değerlendirme raporlarıyla sunar (IPCC, 2021a). IPCC, 2007 yılında sunduğu dördüncü raporundan itibaren iklim değişikliğinin bilimsel temellerine; çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlarına; ve iklim değişikliğiyle mücadele boyutlarına odaklanan 3 ayrı çalışma grubunun değerlendirmelerine göre raporlar oluşturmaktadır (BÇM-REC Türkiye, 2015: 8). Panel, 1990, 1995, 2001, 2007 ve 2013 yıllarında olmak üzere 5 değerlendirme raporu yayımlamıştır. Özellikle, 1990 yılında hazırlanan birinci raporun BMİDÇS'in kabul edilmesinde; 1995 yılında hazırlanan ikinci raporun ise Kyoto Protokolü'nün imzalanmasında etkili olması, IPCC'nin tarihsel öneme sahip uluslararası çalışmalardaki rolünün önemini göstermektedir (Doğan & Tüzer, 2011b: 164; IPCC, 2021b).

2.2.1.4. Rio Konferansı ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)

BM Genel Kurulu'nun kararıyla çevre ve kalkınma konularında uluslararası eylemler için kapsamlı bir plan oluşturulması amacıyla, 1992 yılında Rio de Janeiro'da, "Yeryüzü Zirvesi" olarak da adlandırılan BM Çevre ve Kalkınma Konferansı düzenlenmiştir. Konferans, 179 ülkeden devlet başkanlarını, diplomatları, bilim insanlarını, medya temsilcilerini ve STK'ları bir araya getirmiş ve o zamana kadarki en geniş katılımlı uluslararası toplantı olarak kayda geçmiştir. Konferans'ta sosyal, ekonomik ve çevresel faktörlerin gelişiminin birbirinden ayrı olarak düşünülemeyeceği; bu nedenle kalkınma ile doğal çevrenin dengesinin sağlanabilmesi

için konunun “sürdürülebilir kalkınma” kavramı kapsamında ele alınması gerekliliği vurgulanmıştır. Bu Konferans ile Rio Bildirgesi, Gündem 21, Orman Yönetimi İlkeleri Bildirgesi, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS) ve Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi olmak üzere beş temel belge kabul edilmiştir. Toplantının temel çıktılarından biri olan Gündem 21’de başlangıç maddesinde özetle; çevre sorunlarıyla birlikte eşitsizlik, yoksulluk, açlık ve sağlık sorunlarının da sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasıyla çözülebileceği ve bunun da ulusların ortak çabasıyla gerçekleştirilebileceği belirtilmiştir (UN, 1998; UNCED, 1992).

1992 yılında Rio Konferansı’nda imzaya açılan ve iklim değişikliğiyle mücadele kapsamında hedefleri, stratejileri ve yükümlülükleri düzenleyen İDÇS, Mart 1994’te 197 ülke ve bölgesel ekonomik topluluk (AB) tarafından kabul edilerek yürürlüğe girmiştir (UNFCCC, 2019a). Sözleşme’de nihai amaç, “...atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde durdurmayı başarmak.” olarak belirtilmiş ve belirtilen amaca ekosistemlerin değişikliğe doğal bir şekilde uyum sağlayabileceği, gıda üretiminin olumsuz etkilenmeyeceği ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabileceği bir zaman içinde ulaşılması gerekliliği vurgulanmıştır. Sözleşme’nin 3. Maddesinde, belirtilen temel amaca ulaşmak için gerçekleştirilecek eylemlere yol gösterici olması amacıyla “ tarafların ortak fakat güç ve yetenekleri oranında farklılaştırılmış sorumlulukları; özellikle iklim değişikliğine karşı daha savunmasız olanların ihtiyaç ve özel durumları için önlem alınması; önceden önlem alma; sürdürülebilir kalkınma politikalarının ulusal kalkınma programlarına uyumlu hale getirilmesi; ve özellikle gelişmekte olan ülkeleri destekleyici olacak şekilde işbirliği yapılması” olmak üzere beş temel ilke belirlenmiştir. Sözleşme’nin 4. maddesinde ise; tarafların ortak fakat farklılaşmış sorumlulukları ve ulusal ve bölgesel durumları dikkate alınarak, ayrıca gelişmiş ülkelerin emisyonların azaltılması ile gelişmekte olan ülkelere mali ve teknolojik destek verilmesi hususunda öncü rolü vurgulanarak, “yükümlülükler”i belirlenmiştir. Buna göre genel olarak; Sözleşme’ye taraf olan bütün ülkelere iklim değişikliğinin etkilerinin önlenmesi veya azaltılması için azaltım ve uyum önlemlerini içeren ulusal ve bölgesel karar ve uygulamaları gerçekleştireceklerine, sürdürülebilir kalkınmayı teşvik edeceklerine ve iklim değişikliğiyle mücadele kapsamında işbirliği

yapacaklarına dair ortak yükümlölükler verilmiştir. Farklılaştırılmış sorumluluk kapsamında ise; gelişmiş (Ek-2) ve Ek-1’de yer alan ölkeler için sera gazı salımlarının sınırlandırılması, yutak alanlarının korunması ve geliştirilmesi, alınan önlemlerin ve belirlenen politikaların bildirilmesi ve emisyon verilerinin iletilmesi gibi yükümlölükler belirlenmiş; bu yükümlölüklere ek olarak Ek-2’de yer alan gelişmiş ölkelerin, gelişmekte olan ölkelere Sözleşme’de belirtilen yükümlölüklerini yerine getirebilmesi için çevreye uyumlu teknolojilere ulaşabilmeleri adına teknoloji transferi de dahil mali kaynak sağlayacağı ifade edilmiştir (UNFCCC, 1992: 3-7). İDÇS, iklim değişikliği özelinde küresel ölçekte sera gazı azaltımına yönelik kapsamlı eylemler içeren ilk büyük adım olması; iklim değişikliğiyle mücadelede hedeflere ulaşmak için belirlenen maddelerin, dezavantajlı ölkelerin durumları da dikkate alınarak “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar” içermesi; ve bu özellikleriyle iklim değişikliğiyle mücadelenin temellerini oluşturması nedenleriyle, sonrasında gerçekleştirecek uluslararası önemli çalışmalara yol gösterici olan temel belge konumundadır (Doğan & Tüzer, 2017b: 59).

2.2.1.5. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Taraflar Konferansları

BMİDÇS’nin 7. Maddesine göre Sözleşme’nin en yüksek organı olan Taraflar Konferansı (COP), genel olarak Sözleşme’nin ve kabul edilecek diğer hukuki belgelerin etkin bir şekilde uygulanması ve Sözleşme’de belirtilen nihai amaca ulaşmada ne aşamada olduğunun değerlendirilmesi için gerekli kararları alarak çalışmalarını yürütür. COP’un temel görevlerinden bazılarını, tarafların güncel durumları gözetilerek yükümlölüklerinin ve buna göre yapılan düzenlemelerin dönemsel olarak incelenmesi; kendisine ulaşan ulusal bildirimlerin ve emisyon envanterinin gözden geçirilmesi; ve alınan önlemler sonucunda meydana gelecek çevresel, ekonomik ve sosyal etkilerin değerlendirilmesi olarak sıralayabiliriz. Taraflardan birinin ev sahibi olarak toplantıyı düzenlemeyi teklif etmediği sürece Bonn’da toplanacak olan COP’un ilk iki oturumu, 1995 yılında Berlin’de ve 1996 yılında Cenevre’de gerçekleştirilmiştir (UNFCCC, 2021a). Ayrıca, Kyoto Protokolü tarafları özelinde düzenlenen Taraflar Konferansı (CMP)’da, COP ile aynı dönemde

yıllık olarak toplanır. Taraf olmayan ülkelerin gözlemci olarak katılabildiği CMP, tarafların Kyoto Protokolü doğrultusunda uygulamalarını denetlemekte ve daha etkin uygulanmasını teşvik etmek için kararlar almaktadır. CMP ilk olarak, 2005 yılında Montreal’de düzenlenen COP 11’de gerçekleştirilmiş ve bu tarihten itibaren bütün COP’larda toplanmıştır (UNFCCC, 2021b).

Tablo 2.1.: Bugüne kadar düzenlenen BMİDÇS Taraflar Konferansları (COP)

Oturum	Yer	Konferans-Yıl
COP 1	Berlin, Almanya	Berlin İklim Değişikliği Konferansı-1995
COP 2	Cenevre, İsviçre	Cenevre İklim Değişikliği Konferansı-1996
COP 3	Kyoto, Japonya	Kyoto İklim Değişikliği Konferansı-1997
COP 4	Buenos Aires, Arjantin	Buenos Aires İklim Değişikliği Konferansı-1998
COP 5	Bonn, Almanya	Bonn İklim Değişikliği Konferansı-1999
COP 6	Lahey, Hollanda	Lahey İklim Değişikliği Konferansı-2000
COP 6-2	Bonn, Almanya	Bonn İklim Değişikliği Konferansı-2001
COP 7	Marakeş, Fas	Marakeş İklim Değişikliği Konferansı-2001
COP 8	Yeni Delhi, Hindistan	Yeni Delhi İklim Değişikliği Konferansı-2002
COP 9	Milano, İtalya	Milano İklim Değişikliği Konferansı-2003
COP 10	Buenos Aires, Arjantin	Buenos Aires İklim Değişikliği Konferansı-2004
COP 11	Montreal, Kanada	Montreal İklim Değişikliği Konferansı-2005
COP 12	Nairobi, Kenya	Nairobi İklim Değişikliği Konferansı-2006
COP 13	Bali, Endonezya	Bali İklim Değişikliği Konferansı-2007
COP 14	Poznan, Polonya	Poznan İklim Değişikliği Konferansı-2008
COP 15	Kopenhag, Danimarka	Kopenhag İklim Değişikliği Konferansı-2009
COP 16	Cancun, Meksika	Cancun İklim Değişikliği Konferansı-2010
COP 17	Durban, Güney Afrika	Durban İklim Değişikliği Konferansı-2011

COP 18	Doha, Katar	Doha İklim Değişikliği Konferansı-2012
COP 19	Varşova, Polonya	Varşova İklim Değişikliği Konferansı-2013
COP 20	Lima, Peru	Lima İklim Değişikliği Konferansı-2014
COP 21	Paris, Fransa	Paris İklim Değişikliği Konferansı-2015
COP 22	Marakeş, Fas	Marakeş İklim Değişikliği Konferansı-2016
COP 23	Bonn, Almanya	BM İklim Değişikliği Konferansı-2017
COP 24	Katowice, Polonya	Katowice İklim Değişikliği Konferansı-2018
COP 25	Madrid, İspanya	BM İklim Değişikliği Konferansı-2019

Kaynak: (UNFCCC, 2021a)'dan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Alt başlıklarda; iklim değişikliği ile mücadelede öne çıkan ve önemli yer tutan bazı COP'lar incelenecektir.

2.2.1.5.1. Kyoto Protokolü (COP 3)

11 Aralık 1997 tarihinde Kyoto'da düzenlenen 3. Taraflar Konferansı'nda, BMİDÇS'nde belirlenen hedeflerin somutlaştırılmış hali denilebilecek Kyoto Protokolü kabul edilmiş ve 55 ülkenin taraf olması ve bu ülkelerin toplam emisyonlarının BMİDÇS Ek-1'de yer alan ülkelerin toplam emisyonlarının %55'ini aşması gibi karmaşık bir onay süreci sonunda 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. 192 tarafı (AB dahil) bulunan Protokol, gelişmiş ülkelere bağlayıcı sera gazı azaltım ve BMİDÇS hükümlerine paralel olarak bu konuda gelişmekte olan ülkelere mali ve teknolojik destek sağlama yükümlülükleri getirmiştir (UNFCCC, 2021c). Protokol'ün 3. Maddesine göre; Protokol'ün Ek-B listesinde yer alan gelişmiş 38 ülke ve AB, 2008-2012 döneminde Ek-A bölümünde belirtilen insan kaynaklı sera gazlarının (6 adet) toplam emisyonlarını, 1990 yılı seviyelerine göre en az %5 azaltmayı taahhüt etmişlerdir. Ek-B listesi incelendiğinde; taahhüt oranlarının taraflar arasında farklı olduğu görülmektedir. Örneğin; baz alınan yıla göre AB'nin %8, ABD'nin %7, Japonya'nın %6 oranında emisyonlarını azaltma taahhüdü bulunurken; Rusya'nın emisyonlarının aynı seviyede kalmasına; Avustralya'nın ise emisyonlarını %8 oranında arttırmasına izin verilmiştir. Emisyonlarını azaltmayı veya sınırlandırmayı

taahhüt eden taraf ülkeler, belirlenen sınırları aşmamayı ulusal düzeyde alacağı tedbirlerle sağlayacaklardır (UNFCCC, 1998: 2-3).

Kyoto Protokolü'nde emisyon sınırlandırma ve azaltım hedeflerine ulaşılması için; temiz kalkınma, emisyon ticareti ve ortak yürütme olmak üzere üç farklı esneklik mekanizması önerilmiştir. Piyasa temelli araçlar olan bu mekanizmalarla ortaya konulan karbon piyasası uygulamalarıyla esasen, iklim değişikliğiyle mücadele için belirlenen yükümlülüklerin ve geliştirilen araçların küresel piyasa sistemine uyumlu hale getirilmesinin amaçlandığı görülmektedir (Yıldız Karakoç, 2018: 414). Genel olarak iklim değişikliğiyle mücadelenin en az maliyetle gerçekleştirilmesi için önerilen bu mekanizmalarla, gelişmekte olan ülkeler için sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması ve yeşil ticaret için kârlı fırsatlar meydana getirilmesi amaçlanmaktadır (BAA, 2020b).

Kyoto Protokolü'ne taraf olan BMİDÇS Ek-1 ülkelerinin vermiş olduğu sınırlandırma ve azaltma taahhütleri ile ilerleyen yıllardaki ve ilk taahhüt dönemi için (2008-2012) veriler incelendiğinde; genel olarak belirlenen hedeflere ulaşma konusunda başarı sağlandığı gözlemlenmiştir. Protokol'de belirlenen hedeflere göre; baz yıla göre emisyon azaltımı, ilk taahhüt döneminde her yıl için yaklaşık 1 milyar ton CO₂ iken, taraf ülkeler ilk taahhüt döneminin sonunda yıllık olarak yaklaşık 2 milyar ton CO₂ emisyon azaltımı gerçekleştirmişlerdir. Taraflar tek tek incelendiğinde ise; verilen taahhütleri gerçekleştirme konusunda kimi ülkelerin belirlediği taahhütlere ulaştığı (çoğu AB ülkesi), kimi ülkelerin taahhütlerinin üzerinde emisyon azaltımı gerçekleştirdiği (eski doğu bloku ülkeleri), kimi ülkelerin ise hedeflere ulaşma konusunda başarısız olduğu görülmektedir. Taraf ülkelerin, son raporlama yılı olan 2019 yılı itibarıyla baz yıla göre toplam sera gazı emisyonları %14,07 oranında azalmıştır. Kyoto Protokolü'nün başarısına ilişkin Sovyetler Birliği'nin çözülüşünden (1991) sonra ayrılan ve büyük ekonomik sıkıntılar yaşayan taraf ülkelerin, Protokol'ün imzalandığı tarih olan 1997 yılına kadar gerçekleştirdiği emisyonların 2,2 milyar ton azalmış olduğu ve söz konusu bazı ülkelerin arta kalan karbon kredilerini satışa sunabilmesiyle Protokol'ün hedeflerinin daha yüksek tutulabildiği hususunun da göz önünde bulundurulması, daha sağlıklı değerlendirmeler yapılması açısından dikkat

edilmesi gereken noktalardan birisidir (BAA, 2020b; UNFCCC, 2021d). Kyoto Protokolü'ne farklı açılardan getirilen eleştiriler de bulunmaktadır. Örneğin, 192 tarafı olmasına karşın yalnızca 39 taraf ülke ve AB'nin emisyon ve sınırlandırma taahhüdünde bulunması; Çin, Hindistan, Meksika ve Endonezya gibi hızlı büyüyen ve küresel emisyonlarda büyük payı olan ülkelerin herhangi bir taahhütte bulunmamaları; gelişmiş ülkelerin, sanayilerinin bir kısmını Ek-1 Dışı ülkelere kaydırarak bir nevi emisyon transferi yapmaları; ve küresel emisyonlardan en büyük sorumluluğa sahip ülke olan ABD'nin çekilmesi, iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir yeri olan Kyoto Protokolü'nün etkinliğini büyük ölçüde azaltan önemli nedenlerden bazılarıdır. Yüksek emisyon gerçekleştiren Çin ve Hindistan'ın verileri incelendiğinde; ikisinin de raporlandığı ilk tarih olan 1994'te toplamda 5,27 milyar ton CO₂ olan emisyonları, yine ikisinin de raporlandığı son tarih olan 2010'da ise 12,64 milyar ton CO₂ olarak gerçekleşerek büyük bir artış (7,37 milyar ton CO₂) göstermiştir. Ek-1 ülkelerinin aynı dönemdeki emisyon miktarlarında ise; yalnızca 0,17 milyar ton CO₂ azalma kaydedilmiştir. Bu durum, insan kaynaklı iklim değişikliğine neden olan atmosferde sera gazı birikimi artışının engellenmesini olanaksız kılarak; Kyoto Protokolü'nün iklim değişikliğiyle mücadelede yetersiz kalmasına neden olmaktadır (Doğan & Tüzer, 2017b: 63; UNFCCC, 2021d).

2.2.1.5.2. Kopenhag Anlaşması (COP 15)

Kyoto Protokolü'nün ilk taahhüt döneminin sonu olan 2012 yılına yaklaşıldıkça, sonrasında uygulanacak politikalar ve belirlenecek yeni hedefler doğrultusunda çalışmalara başlanmıştır; bu yolda 2007 yılında Endonezya'nın Bali Adası'nda düzenlenen BMİDÇS 13. Taraflar Konferansı (COP 13)'nda oluşturulan, ve 2009 yılında gerçekleştirilecek konferansa kadar BMİDÇS'in daha etkili bir şekilde uygulanabilmesi için, iklim değişikliğiyle mücadelede tüm ülkeleri kapsayan bir sürecin amaçlandığı bir dizi eylem planını içeren Bali Yol Haritası kabul edilerek ilk adım atılmıştır. Bali Yol Haritası'na göre; gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin azaltım, uyum, teknoloji ve mali yardım konularında birlikte uyum içinde hareket edecekleri bildirilmiştir. Bali'de, 2009 yılında Kopenhag'da düzenlenecek konferansta Kyoto Protokolü'nün yerine gelişmekte olan ülkelerin de taahhütlerini içeren daha iyi

bir anlaşmanın hayata geçirilmesi amaçlanmıştır. Konferans'ta, belirtilen hedeflere ulaşılması için 2009 yılında Kopenhag'da düzenlenecek konferansa kadar çalışmak üzere çalışma grupları oluşturulmuştur (Berberoğlu, 2009: 19-20).

2012 sonrası iklim rejimi için kesin bir anlaşmaya varılması amacıyla, Bali Konferansı'nda belirlenen hedeflerin ve alınan kararlar kapsamında yapılan çalışmaların da etkisiyle büyük bir ilgi ve katılımın olduğu 15. Taraflar Konferansı (COP 15), 2009 yılında Kopenhag'da toplanmıştır. 192 ülkenin katılımıyla gerçekleşen Konferans genel olarak; en yüksek emisyonu sahip ülkeler olan ve birçok alanda yaşadıkları rekabete de uygun olarak ABD ve Çin arasında azaltım yükümlülükleri konusunda yaşanan anlaşmazlıklara, ve gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında finansal yardım konularındaki uyuşmazlıklara sahne olmuştur. Bu nedenle Konferans'ta, Bali Yol Haritası'na uygun olarak beklenenin ve umulanın aksine; iklim değişikliğiyle mücadelede uzun süreli, etkin, tüm tarafların kapsandığı ve hukuki bağlayıcılığı olan bir anlaşma sağlanamamıştır (Doğan & Tüzer, 2017b: 64). Daha çok bir uzlaşma metni niteliği taşıyan ve içinde ABD, Çin, Brezilya ve Hindistan'ın da yer aldığı 30 ülke tarafından imzalanan 12 maddelik Kopenhag Mutabakatı'nda özetle aşağıdaki kararlar ön plana çıkmıştır (UNFCCC, 2010: 5-7):

- İklim değişikliğinin, zamanın en büyük sorunlarından biri olduğu ve ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve yetenekler ilkesine uygun olarak acilen mücadele edilmesi gerekliliği kabul edilmiş; ve bunun için de küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi döneme göre 2 °C ile sınırlandırmak için atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun iklim sistemine tehlikeli insan kaynaklı müdahaleyi önleyecek bir seviyede tutulması, uzun vadeli hedef olarak belirlenmiştir.
- Gelişmiş ülkeler, gelişmekte olan ülkelere iklim değişikliğiyle mücadelelerinin desteklenmesi adına yeterli mali kaynak ve teknoloji sağlanması için; 2010-2012 dönemi için 30 milyar ABD Doları ve 2020 yılına kadar yılda 100 milyar ABD Doları'na ulaşacak finansal yardım yapacaklardır.
- Ek-1 ülkeleri 2020 yılı için belirleyecekleri bağlayıcı olmayan emisyon azaltım hedeflerini, Ek-1 Dışı ülkeler ise etki azaltma eylemlerini sekretaryaya 31 Ocak 2010'a kadar sunacaklardır.

- Emisyon artışının önemli bir nedeni olarak kabul edilen orman tahribatının önlenmesi için, gerekli eylemlerin teşvik edilmesinin ve gelişmiş ülkelere finansal desteğin sağlanmasının önemi belirtilmiştir.

Kopenhag Mutabakatı'nın, yasal yükümlülükler açısından bağlayıcı ve kapsayıcı bir anlaşma olmamasının yanında; küresel emisyonlarda en büyük sorumluluğa sahip olan ABD ve Çin'in öncü olarak yer aldığı bir anlaşma olması, sıcaklık artışlarının 2°C ile sınırlandırılmasına, gelişmekte olan ülkelere mali ve teknolojik destek verilerek iklim değişikliği ile mücadeleye dahil edilmesine ve iklim değişikliğinin nedenlerinden olan orman alanlarının tahrip edilmesinin engellenmesine yönelik hedefler gibi bir dizi yeniliği içerdiği görülmektedir (Engin, 2010: 78). Konferans sonucunda küresel emisyonlarda tarihsel sorumluluğu olan ülkelerin verdiği taahhütler, IPCC'nin tavsiyelerine uzak olması nedeniyle belirlenen sıcaklık artışlarının 2°C ile sınırlandırılması hedefine ulaşmada yetersiz kalmıştır. WWF-Türkiye, Kopenhag Konferansı'ndan çıkan sonucun hayal kırıklığı olduğu, verilen taahhütlerin küresel sıcaklık artışının 3°C'nin üzerine çıkmasına neden olacağı ve gezegenin geleceği için gelişmiş ülkelerin en az %40 azaltım taahhüdünde bulunması gerektiği değerlendirmesini yapmıştır (WWF-Türkiye, 2009). Gerçekleştirdiği emisyonlar dikkate alındığında azaltım konusunda kritik öneme sahip olan ülkeler, baz alınan temel yıl ve yöntem açısından farklı azaltım taahhütleri vermişlerdir. Örneğin, ABD 2005 yılına göre emisyonlarını 2020'ye kadar %17; Çin 2005 yılını baz alarak 2020'ye kadar birim GSYİH için emisyon yoğunluğunu %40-45 arasında; AB 1990 yılını baz alarak 2020'ye kadar emisyonlarını %20, uluslararası bir anlaşma olması durumunda ise %30 oranında; Rusya 1990 yılını baz alarak 2020'ye kadar emisyonlarını %15-25 arasında; Hindistan ise 2005 yılına göre emisyon yoğunluğunu 2020'ye kadar %20-25 oranında indirmeyi taahhüt etmişlerdir (Doğan & Tüzer, 2017b: 65, 67).

2.2.1.5.3. Cancun Anlaşması (COP 16)

İklim değişikliği ile mücadelede emisyonların azaltılması ve uyum konularında tüm tarafları farklı açılardan birbirine karşı sorumlu hale getiren ve bu nedenle o zamana kadarki en kapsayıcı anlaşmanın sağlandığı 16. Taraflar Toplantısı (COP 16),

2010 yılında Meksika'nın Cancun şehrinde gerçekleştirilmiştir. Kopenhag Konferansı'na göre beklentilerin daha düşük olduğu toplantıda öncelik olarak, ortalama yüzey sıcaklık artışının en fazla 2°C ve yakın gelecekte artışın 1,5°C ile sınırlandırılması hedefi vurgulanmış; bununla birlikte Kopenhag'da anlaşmazlık konuları olarak öne çıkan uyum, geliştirmekte olan ülkelere yapılacak finansman ve teknoloji transferi ve orman kayıplarının neden olduğu karbon salımlarının azaltılması hususlarında taraflarca anlaşma sağlanmıştır. Konferansın en önemli çıktısı, geliştirmekte olan ülkelere iklim değişikliği ile mücadelede uzun vadeli desteğin sağlanması için Yeşil İklim Fonu'nun; iklim dostu yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve yayılmasını hızlandırmak için Teknoloji Mekanizması'nın; ve uyum konusundaki eylemlerin geliştirilmesi için Cancun Uyum Çerçevesi'nin kurulmasını içeren Cancun Anlaşmaları'dır (Doğan & Tüzer, 2017b: 67). Bu anlaşmalara göre; öncelikle geliştirmekte ve iklim değişikliğine karşı en savunmasız olan ülkelere olacak şekilde 2010-2012 dönemi için 30 milyar dolar, uzun dönem (2020 ye kadar) için yıllık 100 milyar dolara ulaşacak finansal destek sağlanması hedeflenmiştir. Kurulan Yeşil İklim Fonu'yla, azaltım, uyum ve sürdürülebilir kalkınma eylemlerinin; yeni teknolojilerin ve iş modellerinin eşit olarak ve birlikte geliştirilmesine yönelik kapsamlı yatırım hedefleri belirlenmiştir (GFC, 2021).

2.2.1.5.4. Doha Anlaşması (COP 18)

Uluslararası iklim değişikliği ile mücadele politikalarının belirlendiği tek mekanizma olan Kyoto Protokolü'nün ilk taahhüt döneminin sonu olan 2012 yılında, Doha'da toplanan 18. Taraflar Konferansı'ndan çıkan en önemli sonuç; Protokol'ün ikinci taahhüt döneminin belirlenmiş olmasıdır. 1 Ocak 2013 tarihinden başlayarak, 31 Aralık 2020 tarihine kadar devam etmesi ve anlaşma taslağının 2015 yılına kadar hazır hale getirilmesi kararlaştırılan ikinci taahhüt dönemi için Ek-B listesinde yer alan tarafların, emisyonlarını 1990 yılı baz alınarak 2020'ye kadar toplamda %18 oranında azaltması kararlaştırılmıştır (BÇM-REC Türkiye, 2015: 43-44). Toplantı'da, söz konusu ikinci dönem için, ilk dönemde taahhütte bulunan ABD, Japonya, Kanada, Rusya ve Yeni Zelanda gibi önemli emisyon üreticisi ülkelerin herhangi bir taahhütte bulunmamış ve sadece küresel emisyonların %15'inden sorumlu olan AB üyesi ülkeler

ile nispeten yüksek emisyonu sahip olmayan birkaç ülkenin hukuki bağlayıcılığı olan taahhütlerde bulunmuş olması durumu, söz konusu dönemin iklim değişikliği ile mücadelede öneminin azalmasına ve küresel sıcaklık artışının 2°C olarak sınırlandırılması hedefine ulaşılması için gerekli olan şartlardan uzak kalınmasına neden olmuştur (MGM, 2015: 122).

2.2.1.5.5. Paris Anlaşması (COP 21)

2015 yılı sonunda Paris’te toplanan 21. Taraflar Konferansı’nda, -BMİDÇS ve Kyoto Protokolü’nden farklılaşan yönleri de içeren- 2020 sonrası iklim değişikliği rejiminin belirlendiği Paris Anlaşması kabul edilmiştir. Nisan 2016’da imzaya açılan Anlaşma, BMİDÇS tarafı 177 ülke ve AB tarafından imzalanmış ve Konferans’ta belirlenen küresel emisyonların en az %55’ini oluşturan 55 ülkenin anlaşmayı onaylaması gerekliliğinin hızlı bir şekilde sağlanması sonucunda 4 Kasım 2016’da yürürlüğe girmiştir (Mazlum, 2019: 4-7). Paris Anlaşması’nın giriş ve 2. maddeleri incelendiğinde tarafların, ulusal koşullar dikkate alınarak, Anlaşma’nın “eşitlik” ve “ortak fakat güç ve yetenekler oranında farklılaştırılmış sorumluluklar” gibi BMİDÇS’in temel ilkelerine uygun bir şekilde uygulanması; iklim değişikliği tehdidinin acilliği ve bu tehdide karşı mevcut en iyi bilimsel bilgiye dayalı etkili bir mücadelenin zorunluluğu; gelişmekte olan ülkelerin özel durum ve ihtiyaçlarıyla birlikte yalnızca iklim değişikliğinin etkilerinden değil, iklim değişikliğiyle mücadele uygulamaları nedeniyle de olumsuz etkilenebileceği; iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı öncelikli olarak gıda güvenliğinin korunması ile açlığın ve yoksulluğun ortadan kaldırılması gerekliliği; sürdürülebilir kalkınma ilkelerine uygun olarak düzenlenmiş yaşam tarzı ile üretim ve tüketim kalıplarının iklim değişikliği ile mücadeledeki rolünün önemi; ve halkın bilinçlendirilmesinin önemi gibi temel ilkeler çerçevesinde anlaşarak hedefler belirledikleri görülmektedir (Eur-lex, 2016).

İklim değişikliği ile mücadelenin güçlendirilmesi amacının vurgulandığı Anlaşma’nın 2. maddesinde, küresel sıcaklık artışının sanayi öncesi döneme göre 2 °C’nin mümkün olduğunca altında tutulması ve iklim değişikliğinin etkilerini önemli ölçüde azaltacağı kabulüyle 1,5 °C’de tutulabilmesi için gerekli çalışmaların sürdürülmesi; uyum yeteneğinin arttırılması ve gıda güvenliği korunacak şekilde iklim

direncinin geliştirilmesi ve emisyonların azaltılması; azaltım ve uyum uygulamalarına yönelik finansmanın tutarlı hale getirilmesi hedefleri belirlenmiştir. Hedeflere ulaşmada yöntemin belirlendiği Anlaşma'nın 3. maddesine göre; iklim değişikliği ile mücadelede ulusal olarak belirlenmiş katkıların sağlanması için taraflar, gerekli hazırlıkları ve bildirimlerini yapacaklardır. Azaltım hedeflerinin belirlendiği 4. maddede yer alan, tüm tarafların farklı yöntem ve miktarlarda da olsa azaltıma katkısının sağlanması; belirlenen uzun vadeli küresel sıcaklık hedefine ulaşmak için tarafların en kısa sürede küresel emisyonlarını zirveye ulaştırması ve sonrasında hızlı bir biçimde emisyonlarını azaltması; ve tarafların ulusal olarak belirlediği azaltıma yönelik katkılarının, bir sonrakinde daha ileri bir hedefi içerecek şekilde belirli sürelerle yenilemesi yoluyla geliştirilmesi amaçlarıyla; ve ayrıca 6. maddede yer verilen, gönüllü ve kapsamlı işbirliğinin hayata geçirilebilmesi için gelişmekte olan ülkelerin azaltım ve uyum eylemlerinin desteklenmesi adına mali yardım ve teknoloji transferinin yanında; iklim değişikliğiyle mücadelelerinde kapasite geliştirme imkanlarının artırılması özelinde bir çerçevenin oluşturulması ve piyasa dışı yaklaşımların da kabul edilmesiyle Paris Anlaşması birçok özelliğiyle, Kyoto Protokolü'nden farklılaşmıştır (Eur-lex, 2016).

Anlaşma'nın 4. Maddesinin 12. fıkrası doğrultusunda BMİDÇS'ne taraf ve küresel emisyonların %99'una neden olan 188 ülke ve AB, tamamı gönüllü olan azaltım ve uyum hedeflerini içeren toplamda 161 ulusal katkı planını BMİDÇS Sekreteryası'na sunmuştur. Buna göre; ABD 2005 yılına göre emisyonlarını, 2025 yılına gelindiğinde %26-28 oranında azaltmayı hedeflemiştir. Çin ise, emisyonlarını 2030'da (mümkünse daha erken) zirve noktasına ulaştırmayı; 2005 yılı baz alınarak GSYH başına karbon yoğunluğunu 2030'da %60-65 oranında indirmeyi ve orman varlığını 4,5 milyar metreküp arttırmayı; ayrıca birincil enerji kullanımında yenilenebilir enerjinin payını %20'ye çıkarmayı hedeflemiştir. Hindistan, 2005 yılına göre GSYH başına karbon yoğunluğunu 2030'da %33-35 azaltma; ve elektrik santralleri kurulu güç kapasitesi içindeki yenilenebilir enerji kaynaklarının payını %40'a çıkarma hedeflerini belirlemiştir. AB ise, 1990 yılı baz alınarak emisyonlarını 2030 yılında %40 oranında azaltma hedefi belirlemiştir (Doğan & Tüzer, 2017b: 70; Mazlum, 2019: 20). Bir bütün olarak tüm tarafların ve hedefleri verilen bazı önemli

emisyön üreticisi tarafların sunduğu azaltım hedefleri ve IPCC raporları dikkate alındığında; belirlenen hedeflerin tam olarak yerine getirilmesi durumunda dahi Anlaşma’da belirlenen küresel ortalama sıcaklık artışının 2 °C’nin altında tutulması temel hedefine ulaşılmasının mümkün olmadığı öngörölebilmektedir.

Paris Anlaşması yürürlüğe girdikten hemen sonra (7-18 Kasım 2016), “Eylem Konferansı” olarak da adlandırılan 22. Taraflar Konferansı ve ilk Paris Anlaşması Taraflar Konferansı (CMA), Fas’ın Marakeş kentinde düzenlenmiştir. Net bir sonucun alınamadığı Toplantı’da, 2018 yılında tamamlanması öngörölen Paris Anlaşması’nın uygulanmasına ilişkin hususları içeren “Kurallar Kitabı” ve Anlaşma’da belirtilen finansal ve teknolojik destek konuları üzerine görüşmeler gerçekleştirilmiştir (Pınarcıoğlu, 2018). Aralık 2018’de, Avrupa’nın en büyük kömür üreticilerinden olan Polonya’nın Katowice şehrinde gerçekleştirilen 24. Taraflar Konferansı’nda, Paris Anlaşması’nın uygulanmasına yönelik “Kurallar Kitabı” kabul edilmiştir. Toplantı’da iklim değışikliği ile mücadelede somut adımların atılması yönünde olumlu beklentilere karşın; gönüllü işbirliği mekanizmasının etkin bir şekilde sağlanabilmesi kapsamında ulusal katkıların güçlendirilmesi amacıyla ortaya konulduğu belirtilen “emisyön ticaretinin” düzenlendiği Anlaşma’nın 6. maddesi üzerinde, ve bunun yanında emisyonların azaltılması ve gelişmekte olan ülkelere yapılacak finansman, teknoloji, kapasite artırma destekleri gibi önemli bazı konularda anlaşma sağlanamamıştır (HBSD, 2019). Madrid’de düzenlenen 25. Taraflar Konferansı’nda da taraflar yine önemli konularda uzlaşma sağlayamamış ve böylece iklim değışikliği ile mücadelede acil olarak atılması gereken adımlar sonraki bir tarihe bırakılmıştır (T.C. Dışışleri Bakanlığı, 2021b). Uzlaşma sağlanamamasında en önemli etken olarak, -uluslararası iklim değışikliği müzakerelerinin hepsi için de geçerli olan- ülkelerin iklim değışikliği konusunda öncelikli olarak ekonomik çıkarları özelinde hareket etmeleri olduğu anlaşılmaktadır.

Paris Anlaşması’nın günümüzde 191 tarafı bulunmaktadır. Küresel emisyonlarda ilk 20 ülke içinde olan Türkiye ve İran’ın da aralarında yer aldığı 6 ülke henüz taraf olmamıştır. En büyük kirleticilerden biri olan ABD ise, anlaşmayı

onaylamasına rağmen 4 Kasım 2019’da Anlaşma’dan çekilme kararı almış; fakat 20 Ocak 2021’de Anlaşma’yı tekrar onayladığını bildirmiştir (UNTC, 2021).

2.2.2. Uluslararası İklim Değişikliği Politikalarına Genel Yaklaşım: Önleme, Azaltım ve Uyum

İnsan kaynaklı iklim değişikliğini konu alan ilk uluslararası çalışma 1979 yılında (Birinci Dünya İklim Konferansı) gerçekleştirilmiş olsa da; bu alanda uluslararası mücadele politikalarının somut olarak belirlenmesinde ilk adım, 1992 yılında Rio’da gerçekleştirilen BM Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda imzaya açılan BMİDÇS’nin kabul edilmesiyle atılmıştır. Sözleşme’de belirlenen iklim sistemine tehlikeli insan kaynaklı müdahaleyi engelleme nihai amacına ulaşılabilmesi için, bütün ülkelerin iklim değişikliğiyle mücadeleye katılımının gerekliliği kabulüyle; farklı kalkınma düzeyindeki ülkelerin ortak fakat güç ve yetenekleri oranında farklılaşmış sorumluluğu, temel ilkelerden biri olarak kabul edilmiştir. Bu ilke, Sanayi Devrimi’nden itibaren gerçekleştirilen tarihsel emisyonlardan en fazla sorumlu olan gelişmiş ülkelerin daha fazla sorumluluk alması gerektiği anlayışına dayanmaktadır. İklim değişikliğinin olası etkilerine karşı zaman kaybetmeden önlem alınması; sürdürülebilir kalkınma politikalarının kalkınma programlarına uyumlu hale getirilmesi; ve iklim değişikliğine karşı daha savunmasız olanlar için öncelikle önlem alınması, Sözleşme’nin diğer temel ilkeleridir. BMİDÇS kapsamında iklim değişikliğiyle mücadelede belirlenen nihai hedefe ulaşmak için benimsenen temel ilkeler ışığında, genel olarak insan kaynaklı iklim değişikliğinin önlenmesi veya sınırlandırılabilmesi için atmosferin sera etkisini arttıran emisyonların azaltılmasını ve karbon yutak alanlarının arttırılması ile güçlendirilmesini ifade eden “azaltım”; ve iklim değişikliğinin mevcut ve olası etkilerine karşın doğal ve beşeri sistemlerin hazır hale getirilmesi hedeflerini içeren “uyum” olmak üzere iki temel politika ortaya koyulmuştur.

BMİDÇS kapsamında gerçekleştirilen 3. Taraflar Konferansı’nda, iklim değişikliği ile mücadelede Sözleşme’ye uygun olarak somut hedeflerin belirlendiği ilk adım olan Kyoto Protokolü kabul edilmiştir. Buna göre; gelişmiş ülkelere toplam

emisyollarını 1990 yılına göre %5 azaltacak şekilde bağlayıcı azaltım, ve gelişmekte olan ülkelere mali ve teknolojik destek sağlanması yükümlölükleri getirilmiştir. Taraflar'ın azaltıma ilişkin taahhütlerini yerine getirirken sürdürülebilir kalkınmanın teşvik edilmesi amacıyla ulusal koşullarına uygun olarak yapmaları gerekenler Protokol'ün 2. maddesinde sıralanmıştır. Buna göre Taraflar özetle, ekonomide enerji verimliliğini arttıracak; sera gazı yutak alanlarını koruyacak ve geliştirecek; ağaçlandırma ve yeniden ormanlaştırmayı teşvik edecek; yenilenebilir enerji türleri ve yenilikçi ve çevre dostu teknolojileri geliştirecek ve kullanımını arttıracak; ve sera gazı salımına neden olan tüm sektörlerde BMİDÇŞ'nin amacına ve piyasa araçlarının uygulanmasına aykırı olan uygulamaları (vergiler, gümrük istisnaları, sübvansiyonlar, vb.) azaltacak veya ortadan kaldıracaklardır (UNFCCC, 1998: 2-3). Ayrıca Kyoto Protokolü'nde azaltım hedeflerine ulaşılması için önerilen piyasa temelli esneklik mekanizmalarıyla esasen, iklim değışikliğiyle mücadele araçlarının küresel piyasa sistemine uyumlu hale getirilmesinin amaçlandığı görölmektedir (Yıldız Karakoç, 2018: 414). Kayıt altına alınan her bir ton CO₂ eşdeğeri azaltımın sertifikalandırılarak alınıp satılır bir metaya dönüştürüleceğı karbon piyasası, ilk olarak Kyoto Protokolü müzakereleri devam ederken emisyonların en büyük bölümünden sorumlu olan ve neo-liberal ekonomik uygulamalara sahip ABD tarafından öne sürölmüştür. Bu konuda dikkat çeken bir husus, ABD'nin uzlaşayı reddeden tavırları nedeniyle Protokol'ü ilk başta imzalamamasına; sonrasında imzalayıp, onaylamamasına rağmen karbon piyasalarının Kyoto Protokolü kapsamında iklim değışikliği ile mücadele politikalarında belirleyici unsur olarak devam etmiş olmasıdır (BAA, 2020b).

Kyoto Dönemi sonrası için iklim değışikliği ile mücadele politikalarının kabul edildiğı Paris Anlaşması ise; genel olarak BMİDÇŞ'de benimsenen temel ilkelere bağlı olarak kurulmuş olmakla birlikte, iklim değışikliği ile mücadelede ulusal işbirliğinin gerçekleştirilebilmesi için tüm tarafların katkılarının sağlanmasına yönelik bir sistemin kurulması; gelişmekte olan ülkeler için iklim değışikliğinin etkilerinin yanında, mücadele politikaları nedeniyle de olumsuz etkilenebileceğı gerçeğinin kabul edilmesi; ve emisyon azaltım hedefleri yerine uzun dönemli sıcaklık artışı hedeflerini içermesi gibi BMİDÇŞ'i daha ileri bir seviyeye taşıyacak farklılıkları da içermektedir (Mazlum, 2019: 4-7). Paris Anlaşması'yla birlikte aşağıdan yukarı bir anlayışla bütün

tarafların işbirliği içinde mücadeleye katkıda bulunmaları hedeflenmiş; katkıların belirlenmesi ise ulusal egemenlikleri gözetilerek gönüllülük esasında ülkelerin kendi tercihlerine bırakılmıştır. Bu da Anlaşma'ya, hukuki yaptırım mekanizması ve iklim değişikliği sorununda neo-liberal anlayışa paralel çözümlerin aranması konularında eleştirileri de beraberinde getirmiştir. Ayrıca, ülkelerin azaltıma ilişkin katkı beyanlarını beş yılda bir güncelleyecek olması, iklim değişikliği sorununun acilliği düşünüldüğünde mücadelenin etkinliğini düşürecek bir uygulama olarak görülebilir (Pınarcıoğlu, 2018: 219). Genel olarak Kyoto Protokolü'nden sonra BMİDÇS kapsamında yapılan anlaşmaların hukuki yaptırım mekanizmalarından yoksun olduğu görülmektedir. Paris Anlaşması hükümleri incelendiğinde; tarihsel sorumluluğu fazla olanlar da dahil tarafların azaltıma ilişkin ne kadar taahhütte bulunacağına veya taahhüt edilen azaltım hedeflerinin yerine getirilmesine dair herhangi bir bağlayıcılığın bulunmadığı ve tarafların üç yıl içinde yazılı bildirimde bulunmak koşuluyla Anlaşma'dan çekilebileceği anlaşılmaktadır. Bu yönüyle Paris Anlaşması, daha çok siyasi bir belge niteliği taşımaktadır (Doğan & Tüzer, 2017b: 71-72).

BM öncülüğünde gerçekleştirilen uluslararası iklim değişikliği çalışmalarında oluşturulan politikaların, iklim değişikliğine neden olan insan kaynaklı süreçleri durdurabilme konusunda başarılı olamadığı gözlemlenmektedir. BMİDÇS ve BMİDÇS kapsamında onaylanan anlaşmalarda alınan kararlar, gerek hâkim neo-liberal anlayışın; gerek BM kararlarını etkileyen büyük kapitalist ülkelerin; ve gerekse 1988 yılından itibaren gerçekleştirilen emisyonlarda büyük oranda sorumluluğu bulunan ve BMİDÇS'de temsil edilen tekelleşmiş 100 şirketin baskısı altında şekillenmektedir. İklim değişikliği ile mücadelede zorunlu olarak görülen ve temel politika olarak öne çıkan azaltımın serbest piyasa ilkeleriyle sağlanmak istenmesiyle, serbest piyasanın temel amacının kâr sağlamak olması ve fosil kaynaklı yakıtların günümüzdeki maliyeti ve ulaşılabilirliği konuları da dikkate alındığında; belirlenen hedeflere ulaşılamaması ihtimalinin baştan kabullenildiği değerlendirilmektedir (BAA, 2020b). Kaymaz ve Tut (2020) çalışmalarında; bugüne kadar iklim değişikliği ile mücadele için uluslararası kararların bilimsel olarak gösterilen fosil kaynaklı yakıtların kullanılması, şehirleşme ve yanlış arazi kullanımı gibi etmenlere karşı olarak geliştirilmiş olmasının ve mevcut iklim değişikliğinin nedeni olarak görülen insan

faaliyetlerine yönelik değerlendirmenin aktörlere indirgenerek yapılmasının, iklim değişikliği sorununa karşı yanlış, eksikli ve bütüncül olmayan politikaların ortaya çıkmasına neden olduğu değerlendirmesinde bulunmuşlardır. İklim değişikliğiyle mücadelede yapılan değerlendirme ve alınan kararlar sosyo-ekonomik toplumsal düzen, devletlerin sınıfsal yapıları, hâkim sermaye birikim modeli ve sermaye-çevre ilişkisi gibi yapısal ilişkilerden bağımsız olarak ortaya çıkmaktadır (Kaymaz & Tut, 2020: 79-85).

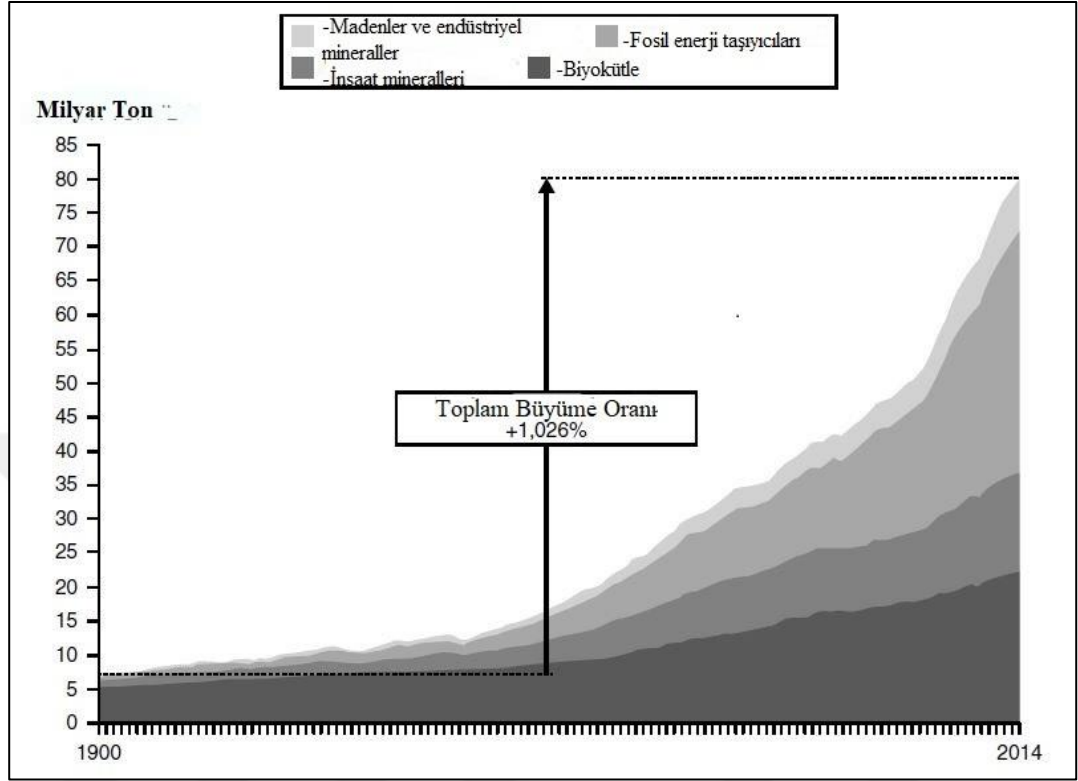
İçinde bulunduğumuz dönemin iklim rejimini düzenleyen Paris Anlaşması'nda, küresel ısınmanın durdurulamayacağı kabul edilerek; sanayi öncesi döneme göre küresel ısınmanın 2°C'nin altında ve tercihen 1,5 °C düzeyinde tutulabilmesi için emisyon azaltımı konusunda taraflarca anlaşmaya varılmıştır (Doğan, Doğan, & Tüzer, 2021: 1010). IPCC'nin 5. değerlendirme raporuna göre, yüzyılın sonunda küresel ısınmanın 2°C ile sınırlandırılabilmesi için atmosferdeki CO₂ yoğunluğunun 450 ppm'nin; 1,5°C ile sınırlandırılabilmesi için de 430 ppm'nin altında tutulması gerekmektedir. IPCC tarafından, bu şartların emisyonların 2050 yılında tamamen sonlandırılması durumunda %50 ihtimalle sağlanabileceği öngörülmektedir (BAA, 2020b). BMİDÇS tarafından hazırlanan ve ulusal katkıların toplam etkisine yönelik güncellemeyi içeren 2016 tarihli rapora göre; 2010 yılında 49 milyar ton CO₂ olarak gerçekleşen yıllık toplam emisyonların 2025'te 55 milyar ton ve 2030'da 56,2 milyar ton olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Buna göre; 2011 yılından sonra 2025'e kadar ulusal katkı beyanında bulunan ülkeler tarafından gerçekleştirilecek toplam emisyonların 533,1 milyar tona, 2030'a kadar ise 738,8 milyar tona ulaşması beklenmektedir. IPCC'nin 5. değerlendirme raporuna göre; küresel ısınmanın %66 olasılıkla 2°C'nin altında sınırlandırılabilmesi için, sanayi öncesi dönemden itibaren toplam emisyonların 2,9 trilyon tonu, 2011'den sonra ise 1 trilyon tonu aşmaması gerekmektedir. Buna göre; belirlenen emisyon bütçesinin %74'ü 2030 yılına gelindiğinde kullanılmış olacaktır. Ulusal olarak belirlenen emisyon azaltımları tam olarak gerçekleştirilse dahi yüzyılın sonunda küresel ısınmanın 2,7-3,7°C aralığında gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Bu veriler, BMİDÇS'nde belirlenen nihai hedefe ulaşılması için çok daha büyük emisyon azaltımlarının yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır (Levin & Fransen, 2015; Doğan & Tüzer, 2017b: 70; IPCC, 2014a: 10)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DÖNGÜSEL EKONOMİ UYGULAMALARININ ULUSLARARASI İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEDEKİ ROLÜ

Kaynakların kullanılma şeklinin ve miktarının iklim değişikliği üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Küresel olarak kaynak kullanımı, 1900’lü yılların başından itibaren sürekli artış göstermiş ve 2017 yılı itibariyle 100 milyar ton (yaklaşık 92 milyar tonu birincil kaynak) sınırını geçmiştir. Bu kaynak miktarı büyük ölçüde doğrusal anlayışla çıkarılmış, işlenmiş ve kullanılmıştır. Şöyle ki; aynı yıl (2017) için yalnızca 8,6 milyar ton kaynak geri dönüştürülerek ekonomiye geri kazanılmış, 32,6 milyar ton kaynak israf edilmiş, atmosfere 53,3 milyar ton sera gazı salınmış, çevreye 22,4 milyar ton materyal dağıtılmış ve 2 milyar tondan fazla küresel yıllık kentsel atık üretilmiştir. Bu bilgilere yer verilen 2020 yılında yayımlanmış raporda; 2017 yılı dünya ekonomisi için %8,6 küresel döngüsellik hesaplanmıştır. Bu oran dünya ekonomisinin halen çok yüksek bir oranla doğrusal olduğunu göstermektedir. (UNEP, 2015: 52) raporuna göre ise; kentsel, endüstriyel, ticari, inşaat ve yıkım atıkları toplamının küresel boyutta yıllık yaklaşık 7 ila 10 milyar ton arası büyüklüğe ulaştığı tahmin edilmiştir. Doğrusal anlayışın devam etmesi durumunda; 2050 yılına gelindiğinde kaynak kullanımının 170-184 milyar tona ulaşması (CE, 2020: 13-20), buna bağlı olarak küresel sera gazı emisyonlarının %43 oranında artması (UNEP, 2019a) ve yalnızca küresel yıllık kentsel atık üretiminin 3,4 milyar tona çıkması beklenmektedir (The World Bank, 2018a). Bu veriler, doğal kaynakların önemli ölçüde verimsiz ve iklim sistemine zarar verecek şekilde kullanıldığını açıkça göstermektedir. Bu nedenle kaynak kullanımından kaynaklanan olumsuz etkilerin önemli ölçüde azaltılması, materyal ve ürünlerin üretim ve kullanım şeklinin köklü olarak değiştirilmesini gerektirmektedir.

Grafik 3.1.: 1900-2014 arası küresel kaynak kullanımı

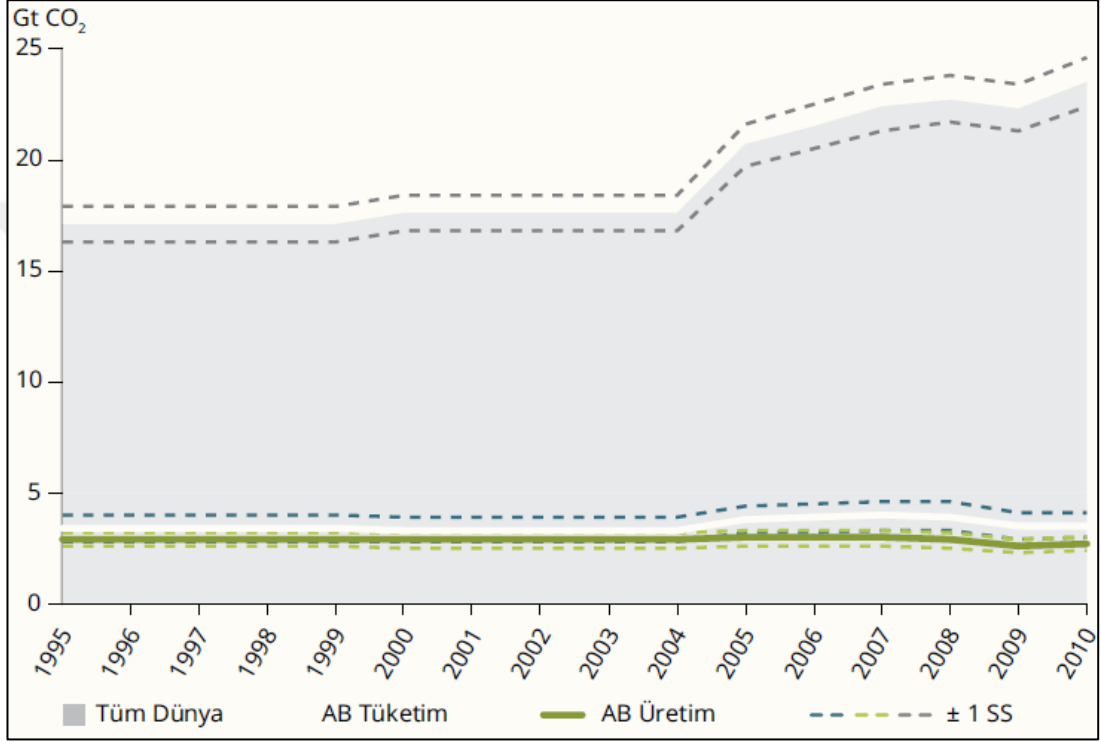


Kaynak: (Lacy & Rutqvist, 2015: xvi)' den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Küresel sera gazı emiyonlarının %62 gibi önemli bir kısmı, toplumun ihtiyaçlarına hizmet edecek ürünlerin üretilmesi, bu ürünlerin üretimi için kaynakların çıkarılması ve işlenmesi süreçlerinde meydana gelmektedir. Bu nedenle iklim değişikliği sorununun çözümünde, endüstride materyal döngülerinin yavaşlatılması, daraltılması ve kapatılması yollarıyla birincil kaynak girişinin; atık oluşumunun; emisyonların; ve enerji kaybının en aza indirildiği yenileyici bir sistemin yaygın bir şekilde uygulanması merkezi bir öneme sahiptir (UNFCCC, 2019b). Küresel sıcaklık artışının mümkün olduğunca 1,5 °C’de tutulması hedeflenen Paris Anlaşması’na göre; küresel emisyonların önemli bir kısmına ve biyoçeşitlilik kaybının %90’ına neden olan sürdürülemez üretim ve tüketim kalıplarının dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu özellikleri kapsayan DE kavramı, küresel enerjinin büyük bölümünün materyal üretimi için kullanılmasına; azalan kaynakların verimli kullanılmasının daha önemli hale gelmesine; ağırlaşan çevre sorunlarına; ve iklim değişikliği ile mücadelede emisyonların azaltılması gerekliliğine karşın son yıllarda daha fazla ilgi çekmeye başlamıştır. Ülkeler yakın zamana kadar, belirlenen uluslararası iklim değişikliğiyle

mücadele hedeflerini karşılama kapsamında politikalarına DE önlemlerini dahil etmemiş olsalar da; ülkelerin son zamanlarda ulusal katkı beyanlarında emisyon azaltımı konusunda DE'ye yer verdikleri görülmektedir (UNFCCC, 2021e).

Grafik 3.2.: Tahmini olarak küresel mal üretimi ve tüketiminden kaynaklanan CO₂ emisyonları



Not: Ürün ve hizmetlerde saklı olan emisyonlar, evsel emisyonlar ve özel karayolu taşımacılığının neden olduğu emisyonlar dahil edilmemiştir.

Kaynak: (Avrupa Çevre Ajansı, 2015: 42)

UNEP'in yayımladığı 2019 yılına ait Emisyon Açığı Raporu'na göre; mevcut ulusal katkı beyanları uygulansa bile Dünya'nın 3,2 °C'lık bir sıcaklık artışına doğru ilerlediği ve bununla birlikte iklim değişikliğine bağlı daha yaygın ve yıkıcı etkileri beraberinde getireceği, belirlenen sıcaklık artışı hedeflerine ulaşılabilmesi için daha büyük azaltımların (ulusal katkı beyanlarında belirtilen toplam emisyon miktarlarına ilişkin taahhütlerin 1,5 °C hedefi için 32 milyar ton CO₂, 2 °C hedefi için 15 milyar ton CO₂ daha düşük olması gerekli) yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Aynı raporda yıllık bazda oransal olarak; Paris Anlaşması'nda belirlenen 1,5 °C hedefine ulaşılabilmesi için 2020'den 2030'a kadar emisyonların yıllık olarak %7,6, en yüksek

sıcaklık artışı sınırı olan 2 °C hedefine ulaşılabilmesi için ise %2,7 oranında azaltılması gerekmektedir. Raporda, yenilenebilir enerjiye geçiş ve enerji verimliliği politikalarının yanında DE stratejilerinin iklim değişikliğiyle mücadelede gerekliliği ve azaltım potansiyeline ilişkin önemi vurgulanmıştır (UNEP, 2019b). AB ise; 2015 yılında “üretim, tüketim, atık yönetimi, ikincil hammaddeler, suyun yeniden kullanımı ve yenilik ve yatırım” gibi bir dizi başlıkta hedeflerin belirlendiği kapsamlı DE eylem planını kabul etmiştir. Kabul edilen planda; iklim, biyolojik çeşitlilik ve çevre kirliliği konularına da değinilmiştir. Buna göre DE’nin, -emisyona miktarının azaltılması da dahil- Dünya’nın kendini yenileme kapasitesinin aşılmasına neden olan çevreye zararlı faaliyetlerin önlenmesinde ve AB’nin iklim önceliği ve 2030 yılına kadar Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri’ne ulaşma konularında yardımcı olacağı belirtilmektedir (Eur-lex, 2015: 2-3). Bununla birlikte; AB’de döngüsel bir ekonomiye geçilmeksizin 2050’ye kadar iklime zararsız bir ekonominin amaçlandığı Avrupa Yeşil Anlaşması’nın hedeflerine ulaşamayacağı kabul edilmektedir. Avrupa Komisyonu tarafından 2020 yılında sunulan ve Avrupa Yeşil Anlaşması’nın hedeflerine ulaşabilmesi için ana unsurlarından biri olan DE’ye ilişkin kapsamlı eylem planında iklim değişikliği kavramına, önceki eylem planlarına göre daha detaylı yer verilmiştir. Bir örnek olarak; döngüsel ekonomik sistemin, iklim değişikliğine yönelik azaltım ve uyum hedefleri üzerindeki etkisinin, etkin ve sistematik bir şekilde analiz edilmesi hedefine açıkça yer verilmiştir (Eur-lex, 2020). Yeni eylem planıyla birlikte yayımlanan “Komisyon Çalışma Dokümanı”nda “iklim değişikliği” kavramına onlarca kez atıf yapılmasının ve iklim değişikliğine neden olan unsurlara daha detaylı yer verilmesinin yanında, önerilen çeşitli çözüm önerileriyle diğer eylem planlarından ayrılmaktadır. İklim değişikliğine neden olan nüfus artışı, kentleşme, kaynak çıkarımı ve enerji talebi gibi sorunlara karşın çalışma dokümanında özetle, birçok sektörün iklim değişikliğine karşı dayanıklılığını artırarak uyum sağlaması konusunda önlem almalarının sağlanması; yerel yönetimlerle işbirliği içinde DE ilkelerinin kentsel planlamalara uyarlanması yardımcı olunması; ve iklim değişikliğine uyum kapsamında döngüsel bir ekonomiye geçiş konusunda gelişmekte olan ve gelişmemiş ülkelere yardımcı olunması şeklinde çeşitli çözüm önerileri verilmiştir (Esin, 2020).

İklim değişikliğine neden olan etmenlerin artmasına neden olan ve günümüzde büyük oranda uygulanan “al-yap-kullan-at” anlayışıyla işleyen doğrusal ekonomiye alternatif olarak değerlendirilen DE’nin, uluslararası iklim değişikliği ile mücadelede temel bir rol üstlenebileceği değerlendirilmektedir. DE genel olarak, daha verimli kaynak kullanılması için ürünlerin ve üretim süreçlerinin tasarımı; ürünlerin daha yoğun kullanımı ve ömrünün uzatılmasına yönelik uygulamalar; ve atık ve kirlilik oluşumunun engellenmesi veya atıkların üretim sürecine tekrar dahil edilmesi için üretim sürecinin ilk aşamasından itibaren tasarım yollarıyla uluslararası iklim değişikliği ile mücadele kapsamında belirlenen hedeflere ulaşılmasında önemli bir yer tutmaktadır (UNFCCC, 2018a). Tasarım yoluyla onarıcı ve yenileyici bir sistem olarak görülen DE için çoğu bilimsel çalışmada, somut olarak gösterilmesi açısından zayıf olsa da iklim değişikliğiyle mücadelede azaltım potansiyeline işaret edilmektedir. Özellikle yüksek emisyonla neden olan bazı sektörlerde ve materyallerin üretiminde DE stratejilerinin uygulanması halinde sera gazı emisyonlarında ciddi azaltımların sağlanması beklenmektedir (Cantzler vd., 2020).

Doğal kaynakların daha az ve daha verimli kullanılmasını ve üretim ve tüketim süreçlerinin bütünüyle BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri’ne uygun bir şekilde sürdürülebilir hale getirilmesini vadeden DE’ye geçişin, iklim değişikliğine neden olan insan kaynaklı unsurların engellenmesine önemli ölçüde katkı sağlayarak; iklime zararsız olma hedefine ulaşma yolunda temel bir rol alacağı düşünülmektedir. Hollanda Hükümeti ve Finlandiya Yenilikçilik Fonu (Sitra) tarafından Nisan 2021’de düzenlenen Dünya DE ve İklim Forumu’nda, Paris Anlaşması’nda belirlenen küresel ortalama sıcaklık artışını 2 °C’nin altında tutulması hedefine ulaşılabilmesi için mevcut emisyon açığını azaltma hususunda DE’nin önemi vurgulanarak; DE stratejilerinin uygulanması halinde küresel sera gazı emisyonlarının %20’ye ve yalnızca çelik, alüminyum, çimento ve plastik materyallerinin üretimi özelinde 2050’ye kadar emisyonların %40’a kadar azaltılabileceği belirtilmiştir (Türkiye Döngüsel Ekonomi Platformu, 2021). AB’nin 2020 DE Eylem Planı için yayımlanan Komisyon Çalışma Dokümanı’nda; yalnızca kaynak verimliliği politikalarıyla mevcut duruma göre emisyonların %19 oranında daha az gerçekleşeceği ve diğer azaltım önlemleriyle birleşmesi durumunda ise küresel emisyonların, 2060’a gelindiğinde

%43 artması yerine, %90 oranında azalacağı öngörülmüştür (EC, 2020b: 16). (Cooper vd., 2017: 1366)'nin mal ve hizmet üretimi endüstrisindeki enerji kullanımına odaklanan çalışmalarına göre; enerji tasarrufu potansiyeline sahip olan DE uygulamalarının ekonomik faaliyetlerde uygulanması halinde, küresel enerji kullanımı %6-11 oranında azaltılabilir. DE'nin açıklanan azaltım potansiyeliyle birlikte; ekonomik faaliyetleri yenilenemeyen kaynakların tüketiminden ayırıştırmasıyla, iklim değişikliğinin etkilerine karşın direncin artırılması hususunda da katkıda bulunması beklenmektedir (Makower, 2019).

Bu bölümde, literatürde konuya ilişkin makaleler, haberler, bilimsel kitaplar, iklim değişikliğine ve DE'ye odaklanan kuruluşların raporları, AB kurumlarının yayımlamış olduğu raporlar ve internet kaynakları olmak üzere birincil ve ikincil kaynaklar vasıtasıyla DE'nin iklim değişikliğiyle ilişkisi ve uluslararası iklim değişikliğiyle mücadeledeki rolü incelenmiştir.

3.1. Temel Döngüsel Ekonomi İlkelerinin Sera Gazı Emisyonlarının Azaltılması Açısından Rolü

Doğrusal bir anlayışla Sanayi Devrimi'nden itibaren süregelen küresel ölçekte kaynak kullanımı, yaşadığımız ağır çevre sorunlarının ve iklim değişikliğinin en büyük nedenlerinden biridir. Hammaddelerin çıkarılmasından atık olarak bertaraf edilmesi aşamasına kadar doğrusal süreçlerin hâkim olduğu üretim sürecinin bütün aşamalarında ve çeşitli nedenlerle, büyük oranlarda kaynak kayıpları ve sera gazı salımı gerçekleşmektedir. Çevre sorunlarının ve iklim değişikliğinin etkilerinin daha hissedilir olması ve bu konuda artan bilinçle birlikte son yıllarda uluslararası ölçekte iklim değişikliği daha fazla gündeme gelmiş ve BM öncülüğünde gerçekleştirilen çalışmalarla iklim değişikliğiyle mücadele politikaları daha belirgin hale gelmiştir. İklim değişikliğine neden olan unsurların engellenmesi için öne çıkan en önemli politika azaltımdır. Son zamanlara kadar azaltım politikaları için daha çok yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği stratejileri değerlendirilirken, kaynak kullanımına ilişkin değerlendirmeler çok daha sınırlı kalmıştır (Scott, vd., 2019: 918). Kaynak kullanımı verimliliğine ilişkin stratejiler, azaltım politikası kapsamında yeni

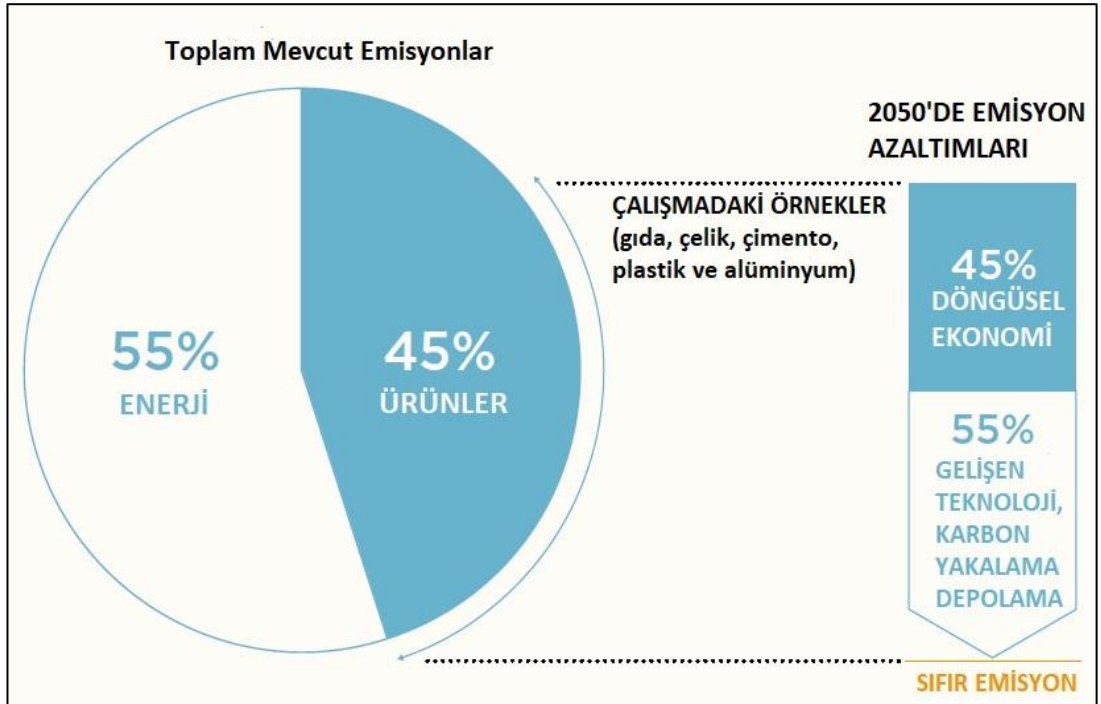
değerlendirilmeye başlanmıştır. Bu nedenle de potansiyelinin gösterilmesi açısından henüz yeterli olmadığı düşünülmektedir (IPCC, 2014b: 783). Endüstri faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonlar için ise; bu zamana kadar daha çok tedarik kısmı dikkate alınmış, buna karşın kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayan ilkelere sahip döngüsel bir ekonomiyle emisyon azaltımlarının sağlanabileceği talep kısmına çok daha az odaklanılmıştır (Material Economics, 2018: 4).

Ekonomik gelişme sağlanırken bu süreçte çevresel sınırların ve çevreye faydaların da dahil edildiği DE, “daha az, yenilenebilir, güvenli ve geri kazanılabilir kaynak kullanılması; ürünlerin ve en başından sonuna üretim sürecinin tasarlanması; ürünlerin ve materyallerin daha yoğun ve uzun süreli kullanılması; atıkların önlenmesi ve yenileyici uygulamalar” ilkeleriyle ürünlerin ve materyallerin üretilme ve kullanılma şeklini dönüştürerek sera gazı emisyonlarının azaltılması için iklim değişikliği ile mücadelenin önemli bir bileşeni olabilir. DE’de bu ilkelerin başarılı olabilmesi için, “doğal kaynakların verimli kullanılmasıyla hammadde ve enerji kullanımının en aza indirilmesi ve tasarım yoluyla daha az materyalden daha fazla fayda sağlanması; birincil ve yenilenemeyen kaynakların yerine yenilenebilir ve geri dönüştürülebilir kaynakların kullanımı; öncelikle yeniden kullanım, yenileme ve onarım gibi uygulamalarla mümkün olabildiğince materyal ve ürünlerin yaşam süresinin uzun tutulması, mümkün olmadığı durumda ise yeniden üretim ve geri dönüşüm uygulamalarıyla geri kazanılması; atıktan enerji kazanımı ve biyolojik besinlerin kompostlanarak toprağa tekrar kazandırılması” uygulamalarıyla, ürünlerin ekonomik değerinin olabildiğince korunması ve atık ve emisyon oluşumunun en aza indirilmesi amaçlanmaktadır. Atık oluşumunun engellenmesi için özellikle metal ve plastik gibi teknik bileşenlerden oluşan ürünlerin yeniden kullanıma uygun bir şekilde tasarlanması; atık oluşumu engellenemeyen durumlarda ise doğanın kendi döngüsüne uygun şekilde biyobozunur bileşenlerin kullanımının artırılması yollarıyla (Örneğin; enerji için biyokütle yakılmasıyla ortaya çıkan külün, gübre olarak kullanılabilmesi) kaynak kaybına ve çevre sorunlarına neden olunmamasına dikkate edilir (Korhonen, Honkasalo, & Seppälä, 2018a: 39-40; EMAF, 2013: 7; Urbinati, Chiaroni, & Chiesa, 2017: 491-492). DE ile yalnızca üretim sürecinin değil; kullanılmayan eşyaların kiralanması, takas edilmesi veya ödünç verilmesiyle daha az kaynak harcanmasını

sağlayan “paylaşım platformu” ve ürünler için sahiplenme yerine kullanım temelinde ödeme yapılmasını sağlayan “hizmet olarak ürün” gibi uygulamalar da içerilerek, daha fazla üretime ve kaynak kullanılmasına neden olan tüketim süreçlerinin de daha sürdürülebilir hale getirilmesi hedeflenmektedir (Lacy & Rutqvist, 2015: xxiv-xxv).

DE ilkelerinin üretim ve tüketim süreçlerinde köklü değişiklikler sağlayarak iklim değişikliği ile mücadelede büyük bir rol oynayabileceği; hatta Paris Anlaşması’nın ilkeleri de düşünüldüğünde uluslararası iklim değişikliğiyle mücadele hedeflerine ulaşmak için DE’ye geçişin bir zorunluluk olduğu düşünülmektedir (UNFCCC, 2021e). Paris Anlaşması’nda belirlenen küresel ısınmanın 1,5 °C’de sınırlanması hedefi için gerekli azaltımların %55’lik kısmının, yalnızca binalarda ve ulaşımda enerji verimliliğinin ve yenilenebilir enerjiye geçişin sağlanmasıyla gerçekleştirilebileceği; geriye kalan %45’lik kısmın gerçekleştirilebilmesi ise doğrusal ekonomik modelin yerine, üretim sürecinin bütün aşamalarının tasarım yoluyla optimize edildiği yenilenebilir bir sistem olan DE’ye geçişi gerektirmektedir.

Şekil 3.1.: DE’nin küresel emisyonları azaltma potansiyeli



Kaynak: (Ellen MacArthur Foundation, 2019: 13)’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

DE stratejilerinin yalnızca çelik, çimento, plastik, alüminyum ve gıda gibi temel alanlarda uygulanmasıyla iklim değişikliğine neden olan emisyonların azaltılması ve iklim değişikliğinin etkilerine uyum kapasitesinin artırılması hususunda önemli bir yol kat edilebileceği öngörülmektedir (Giving Compass, 2021). Bununla birlikte; yalnızca çelik, plastik, alüminyum ve çimento gibi büyük emisyon üreticisi sektörlerde DE'ye geçişin, 2050 yılına kadar AB'de bu dört sektörden kaynaklanan emisyonlarda %56'lık bir azalma sağlaması ve AB'nin 2050'ye kadar iklime zararsız bir ekonomiye ulaşılması hedeflerine önemli bir katkı sağlaması beklenmektedir (Ekins vd., 2019: 53).

3.1.1. Daha Az ve Yenilenebilir Kaynak Kullanımı

DE uygulaması, yirmi birinci yüzyılın başlarındaki çevresel ve ekonomik zorlukları karşılamak ve sürdürülebilir kaynak kullanımı hedeflerini tanımlamak için umut verici bir strateji olarak değerlendirilmektedir (Haas vd., 2015: 765). Son yıllarda artan bir ilgi gören DE, çevre, ekonomi ve toplum arasında daha dengeli ve uyumlu bir ilişki kurulması için; sürekli büyümeye dayanan ve kaynak kullanım yoğunluğu ve şekliyle olumsuz çevresel etkilere sahip olan mevcut üretim ve tüketim modelinin üstesinden gelmenin bir yolu olarak görülmektedir. DE'nin, daha az kaynak ve çevresel maliyetlerle Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne ulaşmak ve toplumsal refahı arttırmak için, radikal bir şekilde değişecek yeni üretim ve tüketim biçimlerini anlama ve uygulama potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016: 11-12). DE'nin içerdiği kaynak verimliliği, yeniden kullanım ve geri dönüşüm uygulamalarındaki ilerlemeyle birlikte çevre üzerindeki baskının azalması ve ekosistem hizmetlerinin ihtiyaçları karşılama kapasitesinde sağlanacak artış, çevre, ekonomi ve toplum arasındaki ilişkinin de daha sürdürülebilir şekilde devamı açısından önemlidir (AÇA, 2014). Ayrıca, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir yer tutan “azaltım” hedefleri kapsamında başarıyla uygulanacak süreçleriyle DE'nin, karbon emisyonlarının ciddi oranlarda azaltılmasına katkıda bulunacağı tahmin edilmektedir (Gallego-Schmid, vd., 2020: 1).

DE'nin temel amacı, mümkün olduğunca daha az, yenilenebilir ve güvenilir kaynaklar kullanılarak; ekonomik gelişmenin doğal kaynak kullanımından ve buna

bağlı olarak topluma ve çevreye zararlı etkilerinden ayrıştırılmasıdır. Yenileyici bir sistem olarak tanımlanan DE’de, esas olarak bütün uygulamalarıyla en az miktarda ve doğal sistemlere zararsız kaynak kullanımının sağlanması temel öneme sahiptir. Genel olarak DE için, doğrusal ekonomide atık olarak görülen kaynakların geri dönüştürülerek ekonomiye yeniden kazandırılması düşünülse de; yeniden kullanım, yeniden üretim ve yenileme uygulamalarının önceliklendirilmesiyle geleneksel geri dönüşüme göre daha az kaynak ve enerji kullanımı sağlanabilir; ve böylece kaynak ve enerji verimliliğinin yanında emisyonların ve atıkların azaltılmasında da DE önemli bir rol oynayabilir (Korhonen, Honkasalo, & Seppälä, 2018a: 38, 40).

2014 yılında yalnızca demir-çelik, çimento, kağıt, alüminyum, kimyasal ürünler gibi ekonomide temel materyallerin üretimi için küresel enerjinin %26’sı kullanılmış; bunun sonucu olarak fosil yakıtlar ve endüstriyel süreçlerden kaynaklanan küresel emisyonların %18’i kadar sera gazı salımına neden olunmuştur. Hertwich ve Arkadaşları (2019)’nın materyal verimliliğinin azaltıma katkısını inceledikleri çalışmalarında; kaynak kullanım miktarı ve şeklinin ciddi zararlarına karşın iklim değişikliğiyle mücadelede azaltım hedeflerine ulaşma açısından daha az ve karbon yoğun olmayan materyal kullanımıyla benzer faydalara ulaşma potansiyelini içeren materyal verimliliği stratejileri için, bugüne kadar büyük ölçüde yararlanılmayan bir fırsat olarak değerlendirme yapılmıştır. Son zamanlarda ise materyal verimliliğine ilginin, DE’ye artan ilgi ve okyanuslarda plastik kirliliğe ilişkin endişe nedenleriyle artmaya başladığı düşünülmektedir. Çalışmaya göre; ciddi emisyonlara neden olan materyallerin büyük bölümünün yapı sektöründe kullanılmakta olması nedeniyle materyal verimliliği stratejilerinin bu sektörde uygulanmasının, daha az materyal ve daha az karbon yoğun kaynak kullanımına neden olarak bu sektörden kaynaklanan emisyonların azaltılabileceği düşünülmektedir. Buna ilişkin bir örnek olarak; yeni yapılacak binaların, daha hafif tasarım ve çelik ve beton yerine ahşap gibi daha az karbon yoğun materyal kullanımıyla inşa edilmesinin emisyonları azaltılabileceği belirtilmiştir. Çalışmada binalar, arabalar ve elektronik cihazlarda uygulanan materyal verimliliği stratejilerinin emisyon azaltımına ilişkin potansiyeli incelenmiş; ve sonuç olarak en büyük azaltım potansiyelinin daha yoğun kullanım ve kullanım ömrünün uzatılması (binalar için) ile daha hafif ve küçük tasarım (arabalar için) gibi daha az

materyal kullanımını sağlayan stratejilerden kaynaklandığı bulunmuştur (Hertwich vd., 2019; CE & Ecofys, 2016: 11).

Endüstriyel emisyonların artmasına ekonomideki materyal ve ürün talebi esas olarak etki etmektedir. İklim değişikliğiyle mücadelede azaltıma ilişkin değerlendirmeler büyük oranda her ne kadar düşük karbonlu enerji ve enerji verimliliğine yoğunlaşmış olsa da; emisyonlara neden olan süreçlerin ana kaynağı olan yeni materyal ve ürünlere talebin azaltılabileceği ve talep edilen ürünlerin daha az karbon yoğun girdilerle üretilebileceği materyal verimliliği stratejileriyle azaltım konusunda daha büyük katkılar sağlanabilir. Scott ve diğerleri (2019), Birleşik Krallık'ta karbon bütçesi açığını azaltmadaki potansiyelini inceledikleri materyal verimliliği önlemlerinin, iklim değişikliğiyle mücadelede daha fazla dikkate alınması gerektiğini düşünmektedirler. Çalışmaya göre; Birleşik Krallık'ın mevcut iklim politikalarıyla 2028-2032 yıllarını kapsayan dönem için belirlenen karbon bütçesini 196 milyon ton CO₂ aşması beklenmektedir. Materyal verimliliği stratejilerinin ise uygulanma seviyesine bağlı olarak söz konusu bütçe açığını %5-47 arasında azaltılabileceği tahmin edilmektedir (Scott, vd., 2019: 925).

3.1.2. Ürünlerin ve Üretim Süreçlerinin Tasarlanması

Paris Anlaşması'na göre; çevresel bozulmanın ve iklim değişikliğinin önlenmesi için üretim kalıplarının köklü bir dönüşümü gerekmektedir. Çok büyük oranda doğrusal olan mevcut ekonomik işleyişte köklü bir değişimi içeren sürdürülebilir bir üretim modeli olan DE'de bu gerekliliğe karşılık olarak; üretim süreci en başından sonuna tasarlanarak atık ve emisyon oluşumu mümkün olduğunca önlenir ve bununla birlikte doğal sistemler yenilenir (Giving Compass, 2021). BM İklim Değişikliği Sekretaryası tarafından sunulan DE'nin azaltıma ilişkin ilkelerinin incelendiği ve Paris Anlaşması kapsamında daha iyi uygulamalar için politika yapıcılara öneriler içeren raporda, DE'de üretim süreçlerini de içeren ilke olarak “tedarik zincirlerinin yeniden tasarlanması”nın, materyallerin yeniden kullanımını ve geri kazanımını en üst seviyeye taşıyan ve kaynak kayıplarını en aza indiren stratejileri ifade ettiği; ve bununla birlikte ürünlerin daha dayanıklı hale getirilmesini ve geri dönüştürülmüş materyallerin kullanımının iyileştirilmesini sağlayan uygulamaları

içerdiği vurgulanmıştır (UNCCS, 2018: 9). 2017 yılı verilerine göre; küresel sera gazı emisyonlarının -arazi kullanımı değişikliği ve ormancılık faaliyetlerinden kaynaklananlar hariç- %62’lik büyük bir kısmının tükettiğimiz ürünlerin üretilmesi için doğrusal süreçlerin hâkim olduğu kaynakların çıkarılması (12,5 milyar ton CO₂ eşdeğeri (CO₂e)), işlenmesi (10 milyar ton CO₂e) ve üretilmesi (9,3 milyar ton CO₂e) sırasında salındığı (CE, 2019: 24) ve ilerleyen yıllarda küresel kaynak talebinde beklenen artış dikkate alındığında; iklim değişikliği ile mücadelede azaltım hedeflerine ulaşılabilmesi için üretim süreçlerinin bütününün ve yeni üretilecek ürünlerin döngüsel ilkelere göre tasarlanması büyük önem taşımaktadır.

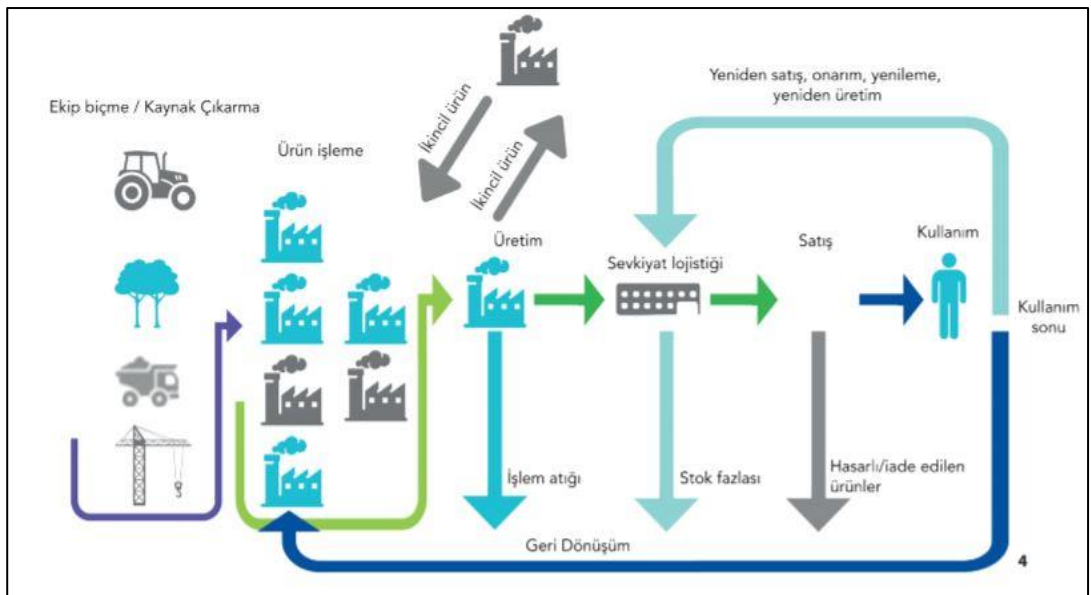
Avrupa Komisyonu 2015 yılında sunmuş olduğu DE eylem planının “üretim” başlığında, döngüsel bir ekonominin üretim sürecinin en başında başladığı belirtilmektedir. Ürünlerin tasarımına ve üretim sürecine odaklanılarak, dayanıklı ve onarılabilir veya geri dönüştürülebilir ürünlerin tasarımı; üretim sürecinde yenilenebilir hammaddelerin kullanımı; sanayi sektöründe kaynak kullanımı ve atık yönetimi; ve bir sanayinin atıklarının veya yan ürünlerinin bir başkası için girdi haline gelmesini sağlayan endüstriyel simbiyoz hedefleri belirlenmiştir. Tüketiciler açısından onarılabilirliği ve içerdiği değerli materyaller nedeniyle de geri dönüşümü önemli olan elektrikli ve elektronik ürünlerin daha iyi tasarımı için, Eko Tasarım direktifleri kapsamında DE’ye uygun gerekliliklerin belirleneceği; elektronik ürünlerde ekranların sökülmesini, yeniden kullanılmasını ve geri dönüştürülmesini kolaylaştırmak ve daha güvenli hale getirmek için zorunlu ürün tasarımı ve işaretleme gereksinimlerinin kısa sürede geliştirileceği; ayrıca üreticilerin uzatılmış sorumluluk planları kapsamında yapılacak finansal düzenlemelerle daha iyi ürün tasarımının teşvik edilebileceği belirtilmektedir (Eur-lex, 2015: 4-5).

İyi bir ürün tasarımı, daha az kaynağın kullanıldığı; daha dayanıklı; onarım imkanıyla yeniden kullanıma; geri dönüşümle yeniden üretime; ve değerli materyallerin geri kazanılması için parçalarına ayrılmaya uygun ürünler üretilmesi konusunda önemli bir kolaylaştırıcı etkiye sahiptir. Özellikle enerji yoğun ürünlerin üretim sürecine ve tasarımına çevresel unsurların dahil edilmesini ifade eden “eko-tasarım” kavramı bu kapsamda önemli bir yer tutmaktadır. Avrupa Komisyonu, 2015

yılında sunduğu kapsamlı DE programında eko-tasarıma ilişkin mevzuat düzenlemelerinin esas olarak enerji verimliliğini hedeflediğini; fakat ileriki süreçte bunun ötesine geçilerek tasarım gereklilikleri olarak dayanıklılık, onarılabilirlik, yükseltilebilirlik ve geri dönüştürülebilirlik gibi DE özelliklerine uygunluğun vurgulanacağını belirtmiş ve DE'ye uygun ürünlerin tasarlanması için ekonomik teşvik uygulamalarının oluşturulmasını tavsiye etmiştir (Eur-lex, 2015: 3-4).

İyi planlanmamış bir üretim süreci, kaynak israfına, yüksek miktarda atık oluşumuna ve sera gazı salımına neden olmaktadır. DE'ye uygun bir üretim sürecinin sağlanması, sürdürülebilir (işlenmemiş yerine geri dönüştürülmüş, toksik olmayan ve daha çok çevresel kirliliğe neden olmayan biyolojik temelli) kaynak ve yenilenebilir enerji kullanımına; ürün ve materyallerin sürekli olarak döngüsel akışta kalmasının sağlanmasıyla mümkün olduğunca çevreye bırakılmak üzere atık oluşturulmamasına; kaçınılmaz olarak oluşan atığın ise geri dönüşüm ve atıktan enerji üretimi yoluyla geri kazanılmasına; süreçlerin sürekli iyileştirilmesi için yenilikçi teknolojinin etkin kullanımına; ve endüstriyel simbiyozun etkin bir şekilde uygulanmasına bağlıdır. Bu şekilde işleyen bir üretim sürecinin, ekonomik ve çevresel açıdan birçok fayda sağlaması beklenmektedir (HİİDP & DCUBE, 2020: 20-28).

Şekil 3.2.: Döngüsel Ekonomide üretim sürecini gösteren “kurtarma dikdörtgeni”



Kaynak: (HİİDP & DCUBE, 2020: 8)

Küresel emisyonlarda büyük payı olan çimento, plastik ve alüminyum materyallerinin üretiminin tek başına, öngörülen talep artışına göre 2100'e kadar toplamda 649 milyar ton CO₂ emisyonu neden olması; ve böylece 1,5 °C hedefine ulaşılabilmesi için sanayi ve enerji için kalan 420–580 milyar tonluk karbon bütçesinin aşılması beklenmektedir. Bununla birlikte; yine yüksek emisyonlara neden olan gıda üretiminin neden olduğu emisyonlarda da 2050 yılına kadar %35 artış öngörülmektedir. Yalnızca belirli materyallerin üretiminin ve sektörlerin gerçekleşen ve mevcut üretim kalıplarının sürdürülmesi durumunda yüzyıl boyunca beklenen emisyonları düşünüldüğünde; iklim hedeflerine ulaşılabilmesi, mevcut üretim süreçlerinde ve üretilen ürünlerin yapısında köklü bir dönüşümü gerektirmektedir. Özellikle fazla miktarda ve karbon yoğun materyal kullanılan ürünler için döngüsel tasarım, daha az girdiyle aynı nitelikte ürün üretilmesi; fazla atık oluşumunun engellenmesi; ve ürün bileşenlerindeki somutlaşmış enerjinin korunması için önem taşımaktadır. Örnek olarak; kişisel bakım ve temizlik ürünleri için kullanılan şişelerin yeniden doldurulabilecek şekilde tasarlanması ve kullanılması durumunda, tek kullanımlık şişelere kıyasla ambalajlama ve nakliye faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarında %80-85'lik bir azalmanın mümkün olabileceği düşünülmektedir. Bir başka örnek olarak; emisyonlarda büyük payı olan yapı sektöründe kullanılan materyallerinin yaklaşık %15'lik bir kısmı boşa gitmekte; yalnızca üretilen alüminyumun yaklaşık yarısı nihai ürüne dahil olmadan hurdaya dönüşmektedir. Bu sektörlerdeki kaynak israfının önlenmesi emisyonlarda da azalmayı beraberinde getirecektir. Yeni üretilen ürünlerde ise yenilenebilir, düşük karbonlu ve ikincil materyallerin kullanılması, aynı işlevin daha az emisyonu neden olunarak sağlanmasına katkıda bulunur (EMAF, 2019: 16-22). Cantzler ve arkadaşlarının (2020), DE'nin azaltım yönünden potansiyeline ilişkin yapmış oldukları literatür incelemelerinde, önemli emisyon üreticisi sektörlerde farklı DE ilkelerinin azaltım potansiyelleri verilmiştir. Çalışmaya göre, sanayi sektöründe kullanılan demir ve betonun geri dönüşümü için %60-90; çimento üretiminde ise katı atıkların çeşitli kullanımlarının %40-90 aralığında; yapı sektöründe karbon yoğun materyaller yerine kereste kullanımının yaklaşık %40-50 aralığında; ve ulaşım sektöründe motorların

yeniden üretilmesinin %70 oranında emisyon azaltım potansiyeli gösterilmiştir (Cantzler vd., 2020).

EMAF 2013 yılında hazırladığı kapsamlı DE raporunda, döngüsel üretim ilkelerine uygun şekilde üretilmiş yüksek kaliteli ve daha dayanıklı elektronik eşya kullanımının, materyal ve enerji tüketimi üzerinde olumlu etkilerinin bulunduğu ve bu nedenle daha yüksek döngülü makinelerin kullanımının, kullanılan materyalde ve salınan CO₂ emisyonunda azalma sağlayacağı belirtilmiştir. Raporda bu durum çamaşır makinesi özelinde örneklendirilmiştir. Buna göre; sıkma hızı, yıkamada daha çeşitli program, otomatik yük algılama gibi özelliklerin geliştirilmesi ve bunların üretim sonrası makinelere entegre edilebilmesi gibi uygulamalarla birlikte; ürün sahipliği yerine kullanımının özendirilmesi; ve bu şekilde üretilen makinelerin kullanıcılar tarafından erişilebilir hale getirilmesiyle enerji verimliliği sağlanabilir. Daha detaylı verilen örnekte ise; 2.000 döngülü çamaşır makinesi yerine daha yüksek kalitede olan 10.000 döngülü makine tercih edilmesi sonucu, yaklaşık 180 kg. çelik tasarrufu ve 2,5 tondan fazla CO₂ emisyonunda azalma sağlanacağı belirtilmiştir (EMAF, 2013: 47).

3.1.3. Ürünlerin ve Materyallerin Daha Uzun Süreli ve Yoğun Kullanımı

DE'nin temel ilkelerinden olan ürünlerin ve materyallerin daha uzun süreli ve yoğun kullanımıyla, yeni ürün ve materyallere olan ihtiyacın ve bununla birlikte talebin büyük oranda azalması sağlanarak; yeni üretilecek ürün ve materyallerin üretim süreçlerinden, ürünlerde bulunan somutlaştırılmış enerjinin korunamamasından, atık oluşumundan ve tüketimden kaynaklanan emisyonlar önemli ölçüde azaltılabilir. Bu ilkenin başarıyla gerçekleştirilebilmesi, daha dayanıklı ürün tasarımı; ürünlerin güçlendirilerek ve onararak yeniden kullanımı; ömrünü tamamlayan ürün ve materyallerin kimi üretim süreçlerine tekrar sokulmasıyla yeniden üretimi veya materyallerin geri dönüşümü; hizmet olarak ürün; ve paylaşım platformu gibi döngüsel üretim ve tüketim uygulamalarının yoğun ve yaygın bir şekilde yerine getirilmesine bağlıdır. Literatürde, ürünlerin ve materyallerin daha uzun süreli ve yoğun

kullanımının sera gazı emisyonlarını azaltma potansiyeline ilişkin birçok çalışma bulunmaktadır (Cooper vd., 2017: 1366; Özsoy, 2018a: 68-69). Bu uygulamalardan bazıları, bütün diğer DE süreçlerini de etkilemesiyle emisyonların azaltılmasında daha öncelikli konumda bulunmaktadır. Örneğin; bu uygulamalardan yeniden kullanıma öncelik verilmesi, geri dönüşüme oranla materyal kullanımının azalmasını ve geri dönüşüm için harcanacak enerjinin; böylece bu işlemlerden kaynaklanacak emisyonların engellenmesini sağlayabilir (Atık Kağıt ve Geridönüşümcüler Derneği, 2021).

Kalmykova ve arkadaşları, literatürde açıklanan DE uygulamalarını özetlediği çalışmada tüketim açısından, paylaşım platformlarının organize edilmesini ve ürün ömrünün uzatılması konusunda rehberlik için gönüllü katılımı ifade eden “toplum katılımı”; ürüne ilişkin gönüllü çevre koruma sertifikasını ve güvenilir ve tarafsız etiketlemenin kamu veya özel üçüncü şahıslar tarafından denetlenmesini ifade eden “eko-etiketleme”; ürünün mülkiyetinin değil kullanımının satın alınmasını ifade eden “hizmet veya ürün hizmet sistemi olarak ürün”; tüketicilerin bilinçli karar alabilmesinin amaçlandığı “ürün etiketleme”; ürün ömrünün ikinci el kullanımla artırılmasını ifade eden “yeniden kullanım”; alan ve ürünlerin paylaşımlı kullanımını ifade eden “paylaşım”; çevre üzerinde olumsuz etkiye sahip olmadığı düşünülen ürün ve işletmeleri tercih eden sorumlu tüketiciyi ifade eden “sosyal açıdan sorumlu tüketim”; kaynakların korunması ve iyileştirilmesinde sorumluluk almayı ifade eden “yönetim”; ve elektronik kitaplar ve çevrimiçi alışveriş gibi fiziksel ürünlerin kullanımının azaltılmasını ifade eden “sanallaştırma” uygulamalarını belirlemiştir (Kalmykova, Sadagopan, & Rosad, 2018: 196-197).

AÇA tarafından, bir ürününü fiziksel mülkiyeti yerine kullanım işlevleriyle ilgili olan ve ürünün hizmet olarak satılmasını ifade eden “hizmet ve işlev tabanlı iş modeli”; ürünlerin paylaşılmasını, takas edilmesini ve kiralanmasına dayanan ve böylece ürünlerin daha uzun ve yoğun kullanımlarına bağlı olarak doğal kaynak kullanımında ve emisyonlarda azalmayı sağlayan “işbirliğine dayalı tüketim”; ve atıkların ikincil hammaddeler olarak tekrar bir kaynak olarak kullanılmasıyla atık oluşumunun ve işlenmemiş materyal üretiminden kaynaklanan çevresel baskıların

azaltılmasını içeren “kaynak olarak atık iş modelleri” olmak üzere bazı yenilikçi iş modelleri tanımlanmıştır (EEA, 2016a: 15-18).

Hertwich ve Arkadaşları’nın materyal verimliliği stratejilerinin emisyonları azaltmasına yönelik yaptıkları incelemelerinde, daha yoğun kullanım; ömür boyu uzatma; ürünlerin daha hafif ve küçük tasarımı; materyallerin yeniden kullanımı ve geri dönüşümü gibi DE’nin de kapsadığı bu ilke ve uygulamaların emisyonların azaltılması için önemli bir fırsat sunduğu ortaya konulmuştur. Çalışmada, yalnızca binalar özelinde uygulanacak daha yoğun kullanım (%40) ve ömür boyunun uzatılması (%40-47) gibi materyal verimliliği stratejilerinin emisyon azaltımına ilişkin yüksek potansiyeli gösterilmiştir (Hertwich vd., 2019). (Minunno vd., 2020) modüler bir binada DE uygulamalarının sonuçlarını inceledikleri çalışmalarında; materyallerin sökme ve yeniden kullanım için tasarlanmasının geri dönüşüm uygulamasına kıyasla, küresel ısınma potansiyelini %88 oranında azalttığı sonucuna ulaşmışlardır. EMAF raporunda; ürünlerin daha uzun süre kullanımda tutulmasını sağlayarak yeni ürün üretilmesi ve kullanım ömrü sonu işlemlerine ihtiyacı azaltan “yeniden kullanım” uygulamasının, yalnızca çimento, çelik, plastik ve alüminyum gibi üretimleri nedeniyle yüksek emisyonu neden olan materyallere olan ihtiyacı azaltarak küresel emisyonları yılda 1,1 milyar ton CO₂; yeni materyal üretilmesine duyulan ihtiyacı ortadan kaldıran ve birincil materyallerin üretimine göre daha az enerji harcanmasını gerektiren “geri dönüşüm” uygulamasının ise küresel emisyonları 2050’de yıllık 1,7 milyar ton CO₂ azaltılabileceğine yönelik potansiyeli gösterilmiştir (EMAF, 2019: 26). (Lacy & Rutqvist, 2015: xxiii) ise çalışmalarında; inşaat ekipmanları üreten bir firmanın her yıl milyonlarca parçayı yeniden üreterek %90’a kadar enerji tasarrufu gerçekleştirebildiği örneğini vermişlerdir. (Liu vd., 2018: 1167)’nin, Çin’de DE kapsamında plastik endüstrisi özelinde geri dönüşüm uygulamasının sera gazı emisyonlarını azaltma etkisine yönelik yaptıkları çalışmada; Çin’de plastik geri dönüşüm endüstrisinin 2007-2016 arası 10 yılda emisyon azaltımının seyrini incelemişlerdir. İnceleme sonucunda; plastik geri dönüşümünün, 2007 yılında 7,67 milyon ton CO₂ olan emisyon azaltımına katkısı, 2016 yılına gelindiğinde 14,57 milyon ton CO₂ olarak gözlemlenmiştir.

Bir ürünün kiralanmasının ve sahibi tarafından kullanılmadığında, o ürüne ihtiyacı olan başka bir kişinin kullanımının sağlandığı; bu nedenle ürünlerin daha uzun süreli ve yoğun kullanımıyla daha az yeni kaynağa ihtiyaç duyulan “paylaşım ekonomisi” ve “hizmet olarak ürün” uygulamalarının yaygın bir şekilde uygulanması özellikle ulaşım, tekstil ve yapı sektöründen kaynaklanan küresel emisyonları önemli ölçüde azaltabilir. Normal bir otomobilin kullanım ömrü boyunca yaklaşık %95 oranında kullanılmadığı ve yollarda 1,2 milyardan fazla motorlu taşıtın olduğu günümüzde bu durum, büyük miktarda kaynağın israf edildiği anlamına gelmektedir. Bu nedenle araba paylaşımının ve toplu taşıma yolculuğunun yaygınlaşması, küresel emisyonlarda büyük payı olan ulaşım ve otomotiv sektörü kaynaklı emisyonların azaltılmasına katkıda bulunur (CE & Ecofys, 2016: 12). ABD’de özel araçlarıyla nispeten kısa mesafelerde seyahat eden bireysel kullanıcılar üzerinde yapılan çalışmada; kullanıcıların araç paylaşım platformlarını kullanmaya başladıktan sonra enerji kullanımı ve sera gazı emisyonlarını yaklaşık yarı yarıya azaltabileceği gösterilmiştir (Chen & Kockelman, 2016: 283).

3.1.4. Atıkların Önlenmesi ve Doğal Sistemler İçin Yenileyici Uygulamalar

“DE’nin Tanımı” başlığında verilen literatürdeki bazı DE tanımları dikkate alındığında; üretim ve tüketim süreçleriyle yoğun atık oluşumu ve kirliliğe neden olarak doğal çevreyi bozucu özelliğiyle doğrusal ekonomiye karşı DE, ürünlerin ve üretim süreçlerinin tasarımı ile atık oluşumunun mümkün olduğunca engellendiği; temiz ve güvenli materyal akışlarının hedeflendiği; biyolojik materyallerin kullanımının artırıldığı ve doğal sistemlere faydalı olacak şekilde geri kazandırıldığı onarıcı ve yenileyici bir sistem olarak değerlendirilmektedir. Kentsel ve endüstriyel atıklar için uygulanan atık yönetimi süreçleri de (toplamadan bertaraf etmeye kadar) büyük miktarlarda emisyonu neden olmaktadır. Özellikle atıkların düzenli-düzensiz depolanması ve yakılması sera gazı salımına neden olan başlıca uygulamalardır (Demirarslan, 2020: 365). 2015 yılı verilerine göre; küresel emisyonların %2’si katı atıklardan kaynaklanmaktadır (DCE, 2016: 8). Küresel olarak gerek doğrusal üretim süreçlerinden kaynaklanan endüstriyel atıkların, gerekse de yine doğrusal olan tüketim

süreçlerinden kaynaklanan kentsel atıkların büyüklüğü ve küresel emisyonlara etkisi dikkate alındığında; atıkların oluştuktan sonra kaynak olarak geri dönüştürülmesinden daha öncelikli olarak döngüsel bir tasarımla atık oluşumunun engellenmesi, atıkların iklime etkilerinin önlenmesi açısından büyük bir öneme sahiptir.

Atık oluşumunun önlenmesi ve önlenemediği durumlarda kaynak olarak geri kazanılması DE'nin ana ilkelerindendir. Kaynak kullanımının verimliliği ve çevresel etkilerinin azaltılması hedefleri açısından vazgeçilmez olan bu ilke için, atıkların sürecin en başından önlenmesi ve önlenememesi durumunda DE atık yönetimi uygulamalarının öncelik sırası gözetilerek hayata geçirilmesi önem taşımaktadır. Döngüsel bir ekonomide atık oluşumunun ve kirliliğin önlenmesi için, öncelikle özellikle fazla materyal kullanılan ürünlerin, hizmetlerin ve üretim sürecinin en başından itibaren sürdürülebilir (daha az, yenilenebilir, düşük karbonlu, temiz kaynak kullanımına ve daha uzun süreli ve yoğun kullanıma olanak tanıyan) olacak şekilde tasarlanması, atıkları ve atıklarla ilişkili emisyonları önemli ölçüde azaltılabilir (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016: 14-15, 17; Kalmykova, Sadagopan, & Rosad, 2018: 194-195). Bir ürünün atık haline gelmesini önlemek için, değişiklik yapılmadan veya onarım yapılarak çok az değişiklikle ikincil kullanımı ifade eden yeniden kullanım ve yeniden üretim, DE'de –ürünlerdeki somutlaşmış enerjiyi koruması ve atıkların geri dönüşümü veya yakılması işlemleri açısından düşünüldüğünde- atıkla ilişkili emisyonların azaltılması için yüksek fayda sağlayacak en öncelikli uygulamalar olarak görülmektedir. Atık oluşumunun önlenememesi halinde, ürün bileşen ve materyallerinin ayrıştırılarak yüksek kalitede geri dönüştürülmesiyle döngü içerisinde tutulması sağlanır. Materyallerin geri kazanılmasıyla yeni materyal üretiminden ve atıkların yakılması ve bertarafı işlemlerinden kaynaklanacak emisyonlar önlenir; ayrıca işlenmemiş materyallerin üretimine göre daha az enerji harcayan geri dönüştürülmüş ikincil materyal kullanılmasıyla daha az emisyonu neden olunur. Farklı bir geri kazanım uygulaması ise; materyal olarak geri kazanılması mümkün olmayan atıklardan yakma ve anaerobik çürütme yollarıyla enerji elde edilmesidir. Böylece bertaraf edilecek atıkların büyüklükleri azaltılır ve atıkta yer alan somut enerjiden üretimde veya hane kullanımında kullanılmak üzere tekrar enerji elde edilmiş olur. Kaynak olarak geri kazanılması mümkün olmayan biyolojik materyallerin ise; doğal

sistemleri yenileyici uygulamalar olarak kompostlama ve anaerobik çürütme gibi yollarla toprağa geri kazandırılması, bu yolla toprağın fiziksel özelliklerinin iyileşmesiyle de karbon tutma kapasitesinin artırılması sağlanabilir. Organik gübre kullanımı, nöbetleşe ekim, biyoçeşitliliğin artırılması için daha çeşitli tarımsal ürün yetiştirilmesi, toprağın daha az işlenmesi, dönüşümlü otlatma ve daha doğru besleme yöntemleriyle hayvancılıktan kaynaklanan metan salımının azaltılması, vb. doğal sistemleri yenileyici uygulamalara örnek olarak verilebilir. Bütün bu uygulamaların mümkün olmaması durumunda, çevreye ve insan sağlığına zarar verilmeyecek şekilde atıkların düzenli depolanması son seçenek olarak görülmektedir (EMAF, 2013: 25; UNCCS, 2018: 9; The World Bank, 2012: 28-29).

Dünya Bankası'na göre; 2016 yılında yalnızca katı atıkların arıtılması ve bertarafı nedeniyle küresel emisyonların %5'ini oluşturacak şekilde 1,6 milyar ton CO₂ eşdeğeri sera gazı salındığı tahmin edilmektedir. Önemli miktarda sera gazı salımına neden olan küresel atıkların %44'ü gıda ve yeşil atıklardan, %38'i ise geri dönüştürülebilir materyallerden (plastik, kağıt ve karton, metal, cam) oluşmaktadır. Ayrıca küresel nüfusun artmasına bağlı olarak 2050 yılına kadar yalnızca küresel kentsel atıkların 3,4 milyar tona ulaşacağı öngörülmektedir (The World Bank, 2021b). Bu bilgiler ve dünya ekonomisinin henüz çok az dögüsel (yaklaşık %9) olduğu dikkate alındığında; DE ilkelerine uygun bir şekilde yaygın olarak atıkların önlenmesi ve özellikle tarım sektörü ve biyolojik materyaller için yenileyici uygulamalar küresel emisyonların azaltılmasında önemli bir paya sahip olabilir.

Literatürde atıkların önlenmesine yönelik ve doğal sistemleri yenileyici uygulamaların azaltım potansiyeline ilişkin öngörülerin yer aldığı çalışmalar bulunmaktadır. (EMAF, 2019: 26, 39)'a göre; binalar için materyal verimli tasarımlar, inşaat süreçleri ve materyal yoğun ürünler için daha hafif tasarımlar gibi endüstriyel ürünlerin ve üretim süreçlerinin tasarımını içeren dögüsel uygulamalarla atık oluşumunun önleneceği bir senaryonun, 2050'ye gelindiğinde küresel emisyonlarda yıllık 0,9 milyar ton CO₂ azaltma potansiyeli bulunmaktadır. Gıda sektörü için israfın büyüklüğü vurgulanarak; 2030'a gelindiğinde gıda israfını %50 oranında önleyebileceği tahmin edilmiştir. Material Economics'in, DE'nin iklim değişikliği ile

mücadele kapsamında azaltım potansiyelinin incelendiği raporunda; AB’de materyal ihtiyacının birincil yerine yeni üretime göre daha az enerji gerektiren geri dönüştürülmüş olanlardan karşılanması durumunda, 2050 yılına kadar yılda 178 milyon ton CO₂ azaltım sağlanabileceği belirtilmiştir. Aynı rapora göre, ürünler için materyal girdilerini azaltan, yüksek dayanıklı materyallerin kullanımını artıran ve üretim sürecinde materyal kaybını azaltan; ve böylece fazla kaynak kullanımı ile atık oluşumunu önleyici DE uygulamaları ise AB’de 2050’ye kadar yıllık 56 milyon ton CO₂ azaltma potansiyeline sahiptir (Material Economics, 2018: 6). (Cantzler vd., 2020)’nin yapmış oldukları literatür incelemesinde; yenilenebilir enerji teknolojilerinin yeniden kullanılmasından ve geri dönüştürülmesinden yaklaşık %60 oranında emisyon azaltımı sağlanabileceği bulunmuştur. Gemiler için uygulanacak materyal verimliliği uygulamalarının sera gazı emisyonlarını azaltmasına yönelik yapılan bir çalışmada, gemi gövdelerinin %100 oranında yeniden kullanımına olanak sağlayacak döngüsel ürün tasarımı ve üretim süreci ilkelerinin hayata geçirilmesinin, %29’luk bir emisyon azaltımı sağlayacağı gösterilmiştir (Gilbert, vd., 2017: 236). (Hertwich vd., 2019) ise; hafif araçlarda dizel motorların yeniden üretimi için %69 ve %90 olmak üzere iki ayrı sera gazı azaltımına ilişkin potansiyelin gösterildiği çalışmaya yer vermişlerdir. (De Schepper, vd., 2014: 6025)’nin çalışmalarında; yoğun kaynak kullanımına ve emisyonu neden olan yapı sektöründe kullanılmak üzere üretilen inşaat materyalleri arasında en fazla enerji gerektirenlerden biri olan betonun tamamen geri dönüştürülebilir hale getirilmesinin, küresel ısınma etkisini %66-70 oranında azaltabileceğinin mümkün olduğu belirtilmiştir. İyileştirilmiş bir atık yönetiminin sera gazı emisyonlarını azalttığı düşünülmektedir. Örnek olarak UNEP raporunda; Almanya’nın 1990’dan 2006 yılına kadar toplam emisyon azaltımının %24’lük kısmının katı atık yönetiminden kaynaklandığı belirtilmiştir (UNEP, 2015: 7).

IPCC’nin 5. Değerlendirme raporuna göre; küresel emisyonların yaklaşık dörtte birini tarım, ormancılık ve diğer arazi kullanımı (AFOLU) faaliyetleri oluşturmaktadır. Tarımsal üretimden kaynaklanan emisyonların 2000-2010 yılları arasında yıllık 5-5,8 milyar ton CO₂e olduğu tahmin edilmektedir. Raporda; bahsedilen sektörlerdeki azaltım potansiyelinin gerçekleştirilmesinin iklim değişikliği

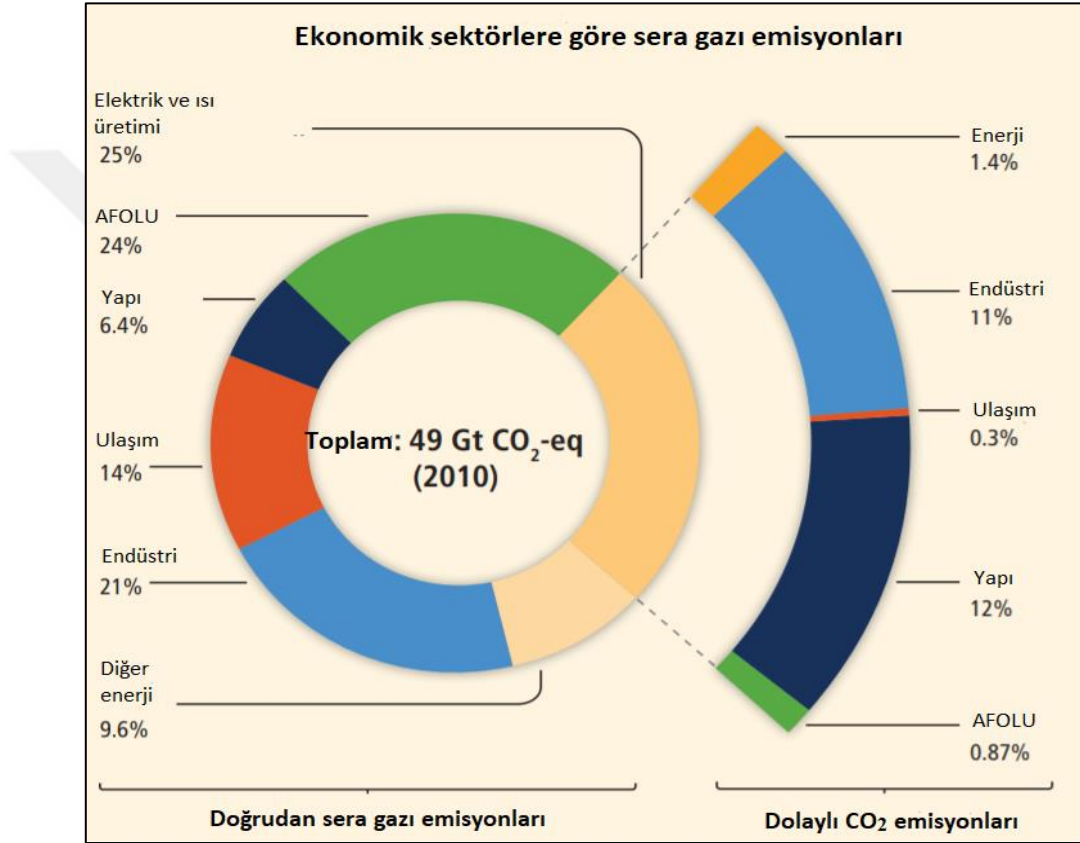
ile mücadeledeki önemi vurgulanmıştır (IPCC, 2014b: 9, 816). DE'nin doğal sistemleri iyileştirme ilkesine uygun olarak uygulanacak yenileyici tarım (ekosistemleri iyileştirici tarımsal üretim ve hayvancılık) uygulamalarıyla, tarımsal üretimden kaynaklanan emisyonların azaltılmasına ve toprak ve bitkilerdeki karbonun tutulmasına katkı sağlanabilir. Hayvan gübresinin depolanması da önemli miktarda sera gazı (CH₄ ve N₂O) salımına neden olmaktadır. Yemlemenin düzenlenmesi, depolanan gübreden kaynaklanan metanın soğutulması ve tutulması yöntemleriyle emisyonlar azaltılabilir veya gübreden kaynaklanan metandan enerji elde edilebilir (Ağaçayak & Öztürk, 2017: 10-11).

3.2. Döngüsel Ekonominin Önemli Emisyon Üreticisi Sektörlerde Azaltım Açısından Rolü ve Dünyada Bazı Döngüsel Ekonomi Uygulamaları

İklim değişikliğinin nedenlerinden olan insan kaynaklı sera gazı emisyonlarına, çeşitli ekonomik faaliyetlerimiz neden olmaktadır. Özellikle yoğun fosil yakıt ve materyal kullanılan ve karbonu emici ve hapsedici doğal varlıkları tahrip eden başta enerji, sanayi, tarım ve atık olmak üzere bazı ekonomik sektörler başlıca emisyon kaynaklarıdır. 2016 verilerine göre; küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık dörtte üçü enerji sektöründen kaynaklanmıştır. En büyük orana sahip olan enerji sektörü emisyonlarının yarısından fazlası sanayi (%24,2), ulaşım (%16,2) ve yapı (%17,5) sektörleri için kullanılan enerjiden kaynaklanmaktadır. AFOLU'dan kaynaklanan doğrudan emisyonlar ise, küresel emisyonların yaklaşık beşte birini oluşturmaktadır (Ritchie & Roser, 2020). IPCC'nin beşinci sentez raporunda; fosil kaynaklı yakıtların yanmasının ve sanayi süreçlerinin, 1970-2010 ve 2000-2010 dönemlerindeki toplam sera gazı emisyon artışına yaklaşık %78'lik etkisi olduğu belirtilmiştir. 2000-2010 yılları arasında gerçekleşen yaklaşık 10 milyar ton CO₂e emisyon artışının büyük bölümünü ise enerji (%47), sanayi (%30), ulaşım (%11) ve yapı (%3) sektörlerinden kaynaklanan doğrudan emisyonların oluşturduğu tahmin edilmiştir. Nüfus artışının ve ekonomik büyümenin fosil yakıtlardan kaynaklanan emisyon artışlarında en önemli itici güç olduğu belirtilen rapora göre; 2010 yılında gerçekleşen 49 milyar ton CO₂e'lik küresel emisyonların %35'i enerji, %24'ü AFOLU, %21'i sanayi, %14'ü ulaşım ve

%6,4'ü yapı sektörleri tarafından salınmıştır. Enerji sektörünün ürettiği nihai elektrik ve ısı enerjisini kullanan sektörler dahil edildiğinde; küresel emisyonlarda sanayi sektörünün payı %31'e, inşaat sektörünün payı ise %19'a yükselmektedir (IPCC, 2014a: 45-46).

Şekil 3.3.: İnsan kaynaklı salınan küresel sera gazlarının sektörlere göre dağılımı (2010)

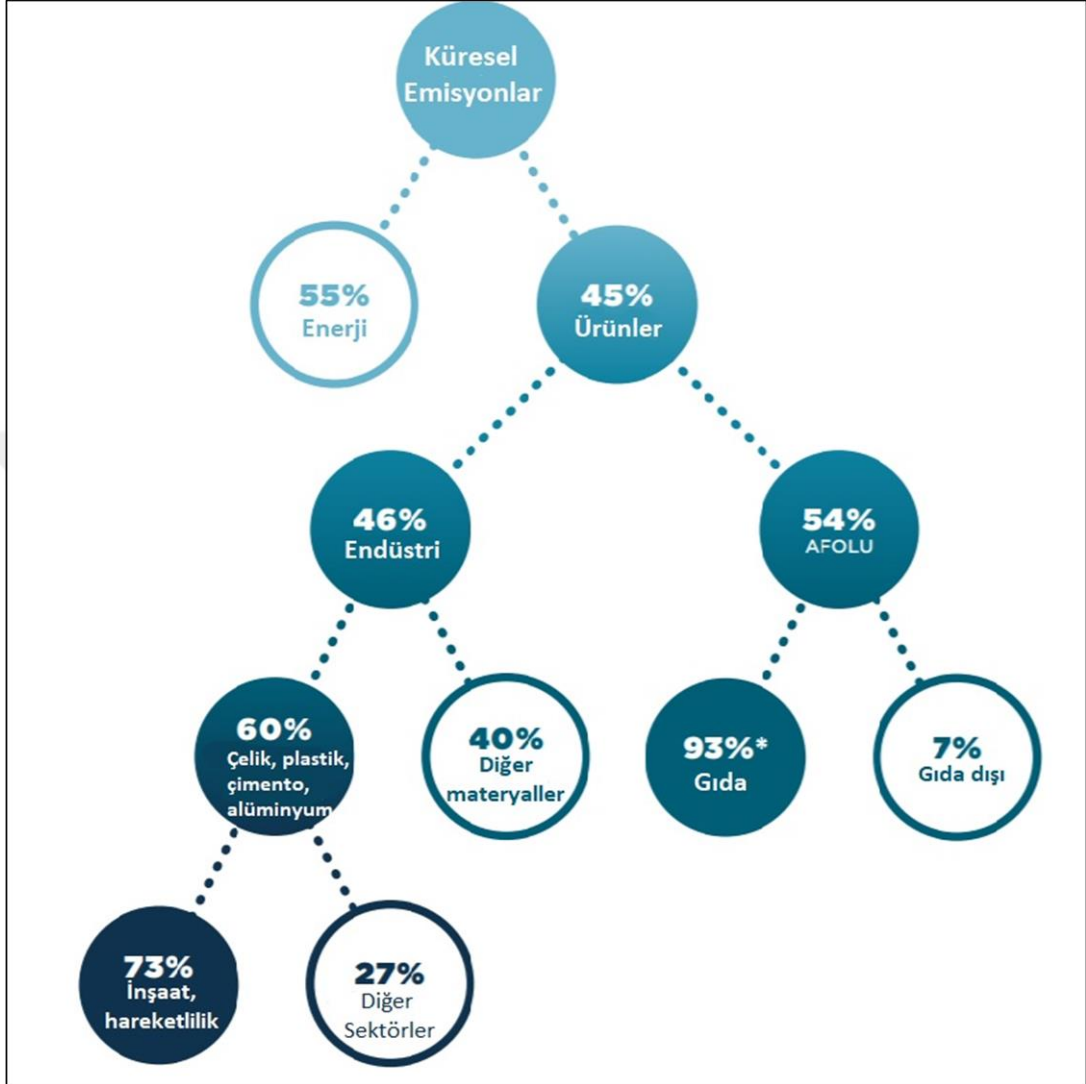


Kaynak: (IPCC, 2014a: 47)' den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Yukarıda verilen, büyük oranda doğrusal üretim ve tüketim süreçlerinin benimsenmesi sonucu yoğun enerji ve kaynak kullanan ve karbonu emici ve hapsedici doğal varlıkları tahrip eden sektörlerin, küresel emisyonların iklim değişikliğine neden olacak büyüklükte gerçekleşmesinde etkisi çok büyüktür. Özellikle ağır sanayide üretilen büyük emisyon kaynağı materyallere yoğun olarak ihtiyaç duyulan bazı yapı ve ürünlerin daha az ve birincil olmayan materyale ihtiyaç duyulacak ve üretim süreçlerinin de dögüsel ilkelere uygun bir şekilde tasarlanması büyük emisyon azaltımları için kilit rol oynayabilir. Örneğin; yalnızca otomobiller ve binalar için üretimi endüstriyel emisyonların büyük bölümüne neden olan çelik, çimento ve

alüminyum materyallerinin %60-70'i ve plastiklerin %30'u kullanılmaktadır. Söz konusu materyallerin, bina ve otomobillerin karbon ayak izlerinin %85'ini oluşturduğu ve ileride bu materyallere olan talebin artacağı düşünüldüğünde; iklim hedeflerine ulaşılabilmesi için yoğun emisyon üreticisi sektörlerde temel bir dönüşümün gerekliliği daha iyi anlaşılmaktadır (EMAF, 2019: 15-17; Material Economics, 2018: 19-20). Bir başka örnek olarak gıda sektörü verilebilir. AFOLU, küresel emisyonların yaklaşık dörtte birine neden olmaktadır. AFOLU'dan kaynaklanan emisyonların çok büyük bir bölümü gıda sektörünün bütün faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Yalnızca israf edilen gıdalardan kaynaklanan emisyonların 3,3 milyar ton CO₂e olduğu tahmini ve önümüzdeki yıllarda beklenen nüfus artışıyla birlikte gıdaya olan talebin artacağı gerçeği dikkate alındığında; gıda sektöründe de kaynakların israfının önleneceği döngüsel bir üretim ve tüketim sistemi gerektiği açıktır (CE & Ecofys, 2016: 10). DE'nin azaltma potansiyelinin uluslararası iklim değişikliği ile mücadelede en etkin şekilde kullanılabilmesi, DE ilkelerinin özellikle büyük emisyon üreticisi olan ve DE'nin azaltım imkanlarının en fazla olduğu sektörlerde öncelikle yaygın kullanımına bağlıdır. (Cantzler vd., 2020) DE'nin azaltma potansiyeline yönelik yaptıkları kapsamlı literatür incelemesinin sonuçlarını özetledikleri çalışmalarında genel olarak, DE'nin azaltım potansiyelinin en yüksek olduğu sektörlerin "sanayi, enerji ve ulaşım" olduğu; "atık ve inşaat" sektörlerinde orta seviyede; ve "tarım" sektöründe ise diğerlerine göre daha düşük seviyede olduğu sonucuna ulaşılmıştır. BMİDÇS tarafından yayımlanan güncel bir makalede ise, Paris Anlaşması'na gerekli görülen üretim ve tüketim kalıplarının dönüşümünün DE ilkeleriyle mümkün olabileceği; ve acil iklim eylemi kapsamında bu ilkelerin öncelikli olduğu sektörlerin enerji, ulaşım, yapı ve atık yönetimi olduğu belirtilmiştir (UNFCCC, 2021e).

Şekil 3.4.: Küresel emisyonların sektörlere göre dağılımı



Kaynak: (Ellen MacArthur Foundation, 2019: 54)'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Yukarıda belirtilen nedenlerle iklim değişikliği ile mücadelede azaltım hedeflerine ulaşılabilmesi için yenilenebilir enerjiye geçişle birlikte, yoğun kaynak kullanan ve emisyonu neden olan sektörlerde DE ilkelerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır. Bu başlıkta, DE'nin uluslararası iklim değişikliği ile mücadeledeki rolünün daha iyi anlaşılabilmesi için, yapılan literatür araştırması sonucunda seçilen önemli emisyon üreticisi sektörlerin küresel emisyonlardaki etkisine, bu sektörler için benimsenecek DE ilkelerinin azaltma potansiyeline ilişkin öngörülere ve belirlenen sektörlerde dünyada uygulanan bazı DE örneklerine yer verilmiştir.

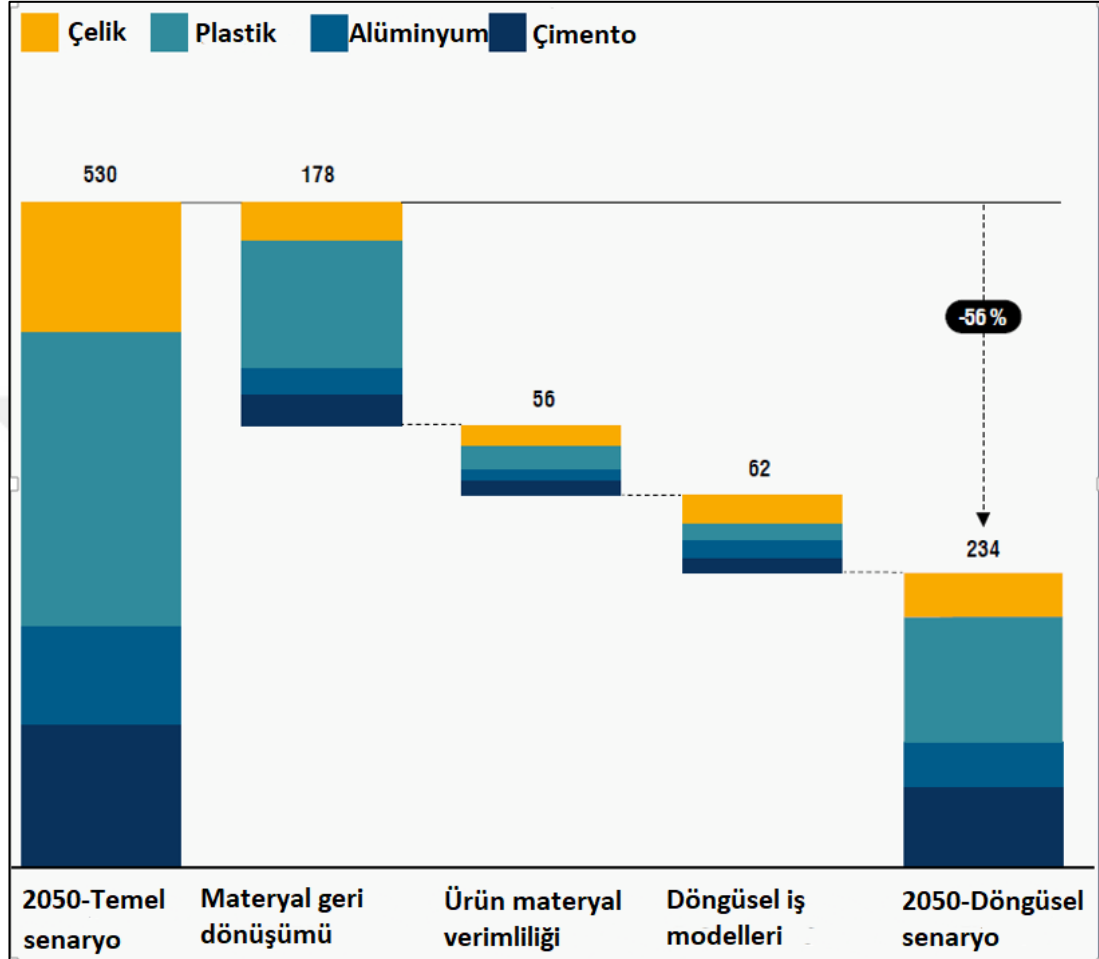
3.2.1. Ağır Sanayi

İklim değişikliğine neden olan çeşitli insan kaynaklı faaliyetlerden biri olan sanayi sektörü, dünyada toplam enerji talebinin %40'ını ve küresel emisyonların yaklaşık dörtte birini oluşturmaktadır. Özellikle madencilik, materyal üretimi ve kimya alanlarını kapsayan ağır sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonlar, sanayi sektörü emisyonlarında büyük pay sahibidir (Bahamon vd., 2020). Doğrudan endüstriyel süreçlerin sebep olduğu emisyonlar, 1990 yılından beri diğer emisyon kaynaklarına göre en hızlı büyüme oranına (1990'dan 2018'e kadar %187) sahip olmuştur (WRI, 2020). 2016 verileri incelendiğinde; sanayi, yalnızca çimento ve kimyasalların üretimini kapsayan –enerji kullanımı hariç- süreçleriyle küresel emisyonların %5,2'sine neden olmuştur. Sanayi sektörü -özellikle ağır sanayi-, sebep olduğu doğrudan emisyonların yanında, yoğun kaynak talebiyle ve doğrusal süreçleri nedeniyle daha fazla birincil kaynağın çıkarılması, taşınması ve işlenmesine sebep olması; yoğun enerji talebiyle üretilen enerjinin büyük bölümünü kullanması; ve ulaşımda kullanılan araçlar gibi tüketiminde de yüksek emisyonu neden olan ürünleri üretmesi gibi farklı nedenlerle de küresel emisyonlara etki etmektedir. 2016 yılında küresel emisyonların %24,2'si sanayide kullanılan enerjiden kaynaklanmıştır. Bu emisyonların da büyük bölümünü demir ve çelik (%7,2), kimyasal ve petrokimya ürünleri (%3,6) ve madencilik, inşaat ve tekstil ürünleri, otomobil (%10,6) üretiminde kullanılan enerji kullanımı oluşturmaktadır (Ritchie & Roser, 2020). Yukarıda verilen sanayi kaynaklı emisyonlara ilişkin veriler dikkate alındığında; sektörün insan kaynaklı iklim değişikliğine neden olan süreçlere etkisinin büyük olduğu açıkça görülmektedir.

Literatürde DE'nin, sanayi sektöründe genel olarak materyal ve enerji tasarrufu sağlayarak emisyon azaltımı açısından önemli bir potansiyeli olduğuna dair kanıt ve görüşleri içeren çalışmalar bulunmaktadır. Sanayi ve özellikle de büyük emisyon üreticisi ağır sanayide birincil kaynak ve enerji kullanımını azaltacak ve üretim sonrasında ürün ve materyallerin daha uzun süreli kullanımına imkan verecek döngüsel üretim süreçlerinin tasarlanması, iklim değişikliği ile mücadelede merkezi unsurlardan biri olabilir. Farklı DE uygulamalarının enerji kullanımı üzerindeki

etkisinin incelendiği bir çalışmada; DE yaklaşımlarının materyal ve ürünlerin üretilmesi için gerekli olan enerji miktarını ifade eden somutlaşmış enerjiyi azaltma potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte DE için özellikle ağır sanayi sayılacak plastik ürünler için kimyasal materyallerin; motorlu taşıt üretimi için çelik ve plastik; ve makine üretimi ve inşaat sanayisinde kullanılmak üzere çelik materyallerinin üretiminde yüksek enerji azaltım potansiyeli gösterilmiştir (Cooper vd., 2017: 1365). (Broadbent, 2016: 1658) DE kapsamında çeliğin geri dönüştürülmesinin faydalarını göstermeyi amaçladığı çalışmada; ürün ömrü sonuna geldikten sonra geri dönüştürülen her 1 kg.lık çelik atığı için 1,5 kg. CO₂e emisyon azaltımı sağlanabileceği ve bunun ise, tamamen birincil çelik üretimine göre %73'lük bir azalmaya eşit olduğu sonucu gösterilmiştir. Finlandiya Yenilikçilik Fonu ve Avrupa İklim Vakfı tarafından yapılan bir araştırmaya göre ise; daha döngüsel bir ekonominin 2050 yılına gelindiğinde çelik, plastik, alüminyum ve çimento üretimi özelinde AB'de sanayi süreçlerinden kaynaklanan emisyonların yıllık olarak yarısından fazlasını azaltılabileceği öngörülmektedir (UNFCCC, 2018a). Ağır sanayide azaltım potansiyeline ilişkin bir başka çalışmada; kapsamlı materyal geri dönüşümü, ürün materyal verimliliği ve döngüsel iş modellerini içeren talep yönetimi ile birlikte enerji verimliliğinin iyileştirilmesinin, ağır sanayiden ve ağır taşımacılıktan kaynaklanan küresel emisyonları 2050'ye kadar %55 oranında azaltılabileceği belirtilmiştir (Ekins vd., 2019: 54).

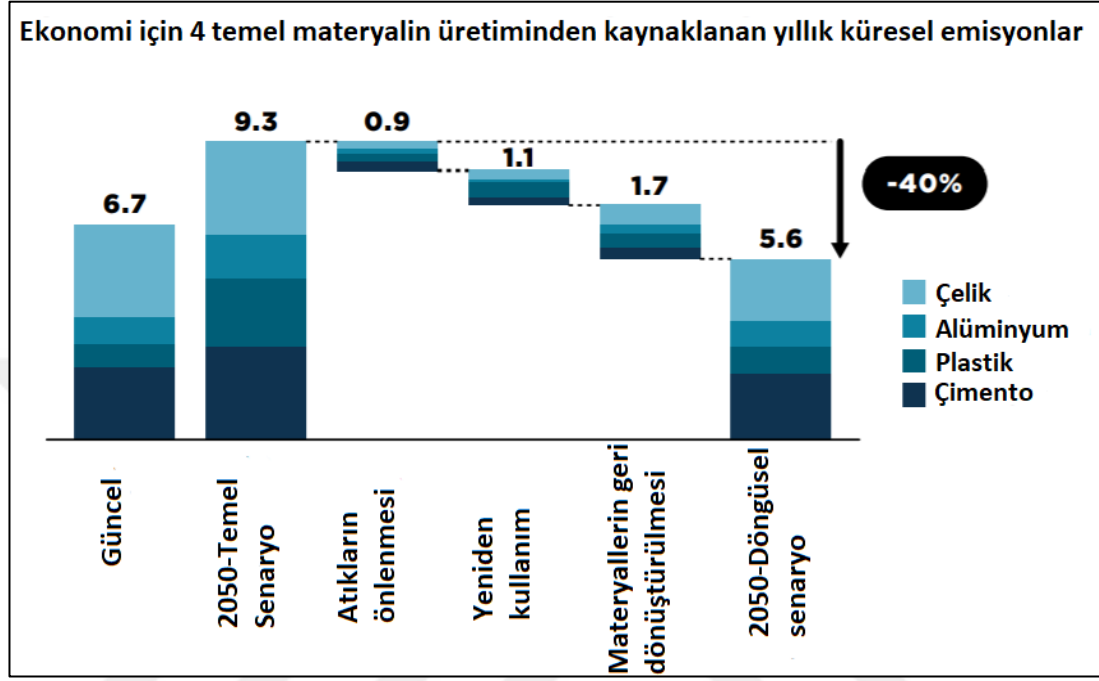
Şekil 3.5.: AB ağır sanayisinde daha dögüsel bir ekonominin 2050'ye kadar yıllık olarak emisyon azaltım potansiyeli (Milyon ton CO₂)



Kaynak: (Material Economics, 2018: 19)'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Yukarıda verilen şekle göre; AB'de mevcut eğilimlerin devam etmesi durumunda yalnızca çelik, plastik, alüminyum ve çimento üretimini içeren ağır sanayiden kaynaklanan emisyonların 2050'ye gelindiğinde yıllık 530 milyon ton CO₂ olarak gerçekleşmesi öngörülmektedir. Buna karşılık materyal geri dönüşümünü, verimliliğini ve dögüsel iş modellerini içeren DE ilkelerinin uygulanması durumunda ise 2050 yılına kadar 296 milyon ton CO₂ emisyon azaltımı sağlanabileceği gösterilmiştir (Material Economics, 2018: 24).

Şekil 3.6.: Küresel ölçekte ağır sanayide 4 temel materyalin üretiminde daha dögüsel bir ekonominin 2050'ye kadar yıllık emisyon azaltım potansiyeli (Milyar ton CO₂)



Kaynak: (Ellen MacArthur Foundation, 2019: 25) 'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Şekil 3.6. incelendiğinde; küresel ölçekte çelik, plastik, alüminyum ve çimento materyallerinin üretimi yılda 6,7 milyar ton CO₂ emisyonu neden olmaktadır. Dünya genelinde mevcut eğilimlerin devam etmesi durumunda verilen dört temel materyalin üretimini içeren ağır sanayiden kaynaklanan emisyonların 2050'ye gelindiğinde yıllık 9,3 milyar ton CO₂ olarak gerçekleşmesi öngörülmektedir. Buna karşılık atıkların önlenmesi, ürünlerin yeniden kullanımı ve materyal geri dönüşümünü içeren DE ilkelerinin uygulanması durumunda 2050 yılına kadar yıllık 3,7 milyar ton CO₂ emisyon azaltımı sağlanabileceği; ve böylece sıfır emisyon hedefinin neredeyse yarısına yaklaşılabileceği gösterilmiştir. DE, bu alandaki azaltım potansiyeliyle iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir yer tutmaktadır. Ekonominin bütününde dögüsel bir dönüşüm olmadan, yenilenebilir enerjiye geçiş ve enerji verimliliği önlemleri olsa dahi yalnızca belirtilen dört materyalin üretiminden kaynaklanacak emisyonların 2100 yılına kadar kümülatif olarak 648 milyar ton CO₂ olarak gerçekleşmesi beklenmektedir. Bu da, Paris Anlaşması'nda sıcaklık artışını 1,5 °C'de tutma hedefi doğrultusunda sanayi ve enerji emisyonları için kalan 420-580 milyar

tonluk karbon bütçesinin aşarak iklim değişikliği ile mücadele hedeflerine ulaşılmasını olanaksız hale getirmektedir (EMAF, 2019: 16, 25-26).

DE'ye odaklanan bir kuruluş tarafından verilen ve ağır sanayide kimyasal kiralamayı konu olan örnekte; üretilen metal parçaların temizlenmesi işlemi için kullanılacak kimyasalların satın alınması yerine, kiralamanın (kimyasallar tarafından gerçekleştirilen hizmetler için ödeme) çevresel ve güvenlik faydaları verilmiştir. Verilen somut örneğe göre; küresel araç sanayisi için metal parçalar üreten Sırp FKL Şirketi'nin, parçaların temizlenmesi için ihtiyaç duyduğu tehlikeli atık oluşumuna ve işçiler için sağlık risklerine neden olan büyük miktarda kimyasal (solvent) için tedarikçileriyle miktar olarak ürün yerine, alınan hizmet saatlerine göre ödeme yapacağı anlaşmalar yapmıştır. Şirket, yaptığı hizmet olarak ürün uygulaması sonucunda ekonomik, çevresel ve güvenlik açısından yararlar sağlamıştır. Süreçlerin iyileştirilmesi, daha kısa temizleme döngüleri ve kimyasal ürünün daha az sıklıkta değiştirilmesi gibi nedenlerle kimyasal kullanımı %80'den fazla ve tehlikeli atık üretimi ise %95'ten fazla azaltılmıştır. Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü (UNIDO)'ya göre; yalnızca küresel endüstriyel temizlik sanayisinde, yukarıda verilen hizmet olarak ürün (kiralama) uygulaması ve enerji tasarrufu nedeniyle yılda 100.000 tondan daha fazla atık azaltımı ve yaklaşık 300.000 ton CO₂e emisyon azaltımı sağlanabilecektir (CE & Ecofys, 2016: 9).

3.2.2. Yapı

Küresel olarak çıkarılan materyallerin yaklaşık yarısı yapı sektöründe kullanılmaktadır. Özellikle çimento, çelik ve plastik gibi üretimi nedeniyle büyük miktarlarda sera gazı salımına neden olan materyallerin büyük kısmı inşaatlarda kullanılmaktadır. Beklenen nüfus artışı ve kentleşme hızı dikkate alındığında; 2060 yılına kadar yapı çevrenin büyük bir hızla artacağı ve bununla birlikte yapı sektöründen kaynaklanan emisyonlarda da büyük bir artış görüleceği tahmin edilmektedir (Makower, 2019). Küresel kaynak tüketiminin büyük bir kısmına tek başına sahip olan ve inşaat ve altyapı çalışmalarını içeren yapı sektörünün, 2060 yılına kadar küresel materyal kullanımında beklenen artışın (mevcut olana göre iki katından fazla) üçte birini oluşturacağı düşünülmektedir. Yıllık toplam materyal tüketimi 43

milyar ton olarak hesaplanan sektörde kullanılan betonun, 2060 yılına gelindiğinde tek başına küresel emisyonların %12’lik kısmını oluşturmaları beklenmektedir. Ayrıca, yapı sektöründe kaynak israfı ve sera gazı emisyonlarına neden olan atık oluşumu da büyük miktarlardadır. Avrupa özelinde, üretilen toplam atığın %25-30’u inşaat ve yıkım atıklarından kaynaklanmaktadır (Avcı, 2021). IPCC’nin 5. değerlendirme raporundaki verilere göre; 2010 yılında yapı sektörünün doğrudan (%6,4) ve dolaylı olarak (enerji kullanımı ve ısıtma %12) sebep olduğu emisyonlar, küresel emisyonların %18,4’ünü oluşturmaktadır (IPCC, 2014a: 47).

İklimin değişmesine önemli bir etkisi olan yapı sektörü, iklim değişikliği ile mücadelede öncelikli sektörlerden biri olarak görülmektedir (UNFCCC, 2021e). DE, sektörde kullanılacak materyallerin daha verimli ve karbon yoğun olanların yerine daha sürdürülebilir olanların kullanılmasını; bununla birlikte yapıların daha uzun süre kullanılacak şekilde inşa edilmesini; ve binalardaki enerji kullanımının daha döngüsel hale getirilmesini sağlayarak sektörden kaynaklanan emisyonların azaltılmasında önemli bir rol oynayabilir. Material Economics’in sera gazı emisyonlarının azaltılması kapsamında DE’nin potansiyeline yönelik sunmuş olduğu raporda; yapıların döngüsel ilkelerle üretilmesi ve daha verimli kullanılmasıyla materyal ve enerji kullanımı önemli ölçüde azaltılarak, yalnızca AB’de yılda 55 milyon ton CO₂ emisyon azaltım potansiyeli tahmin edilmiştir (Material Economics, 2018: 43). AÇA’ya göre ise; bir yapının tasarım, üretim ve kullanımından atık yönetimine kadar bütün yaşam döngüsünde DE ilkeleri emisyonların azaltılması için ciddi fırsatlar sunmaktadır. Buna göre, AB’de DE ilkeleriyle, yapıların bütün yaşam döngüsünden kaynaklanan emisyonlar %61’e kadar azaltılabilecektir. Yapı sektöründe kullanılan ve üretimi en fazla emisyonu neden olan materyallerden beton ve çelik için DE uygulamalarıyla, tasarımla yapılarda beton içeriği azaltılarak %12; üretim süreçlerinde daha sürdürülebilir çimento türleri kullanılarak %16; ve yıkım ve atık yönetimi süreçlerinde yapıdaki çeliğin yeniden kullanılarak %15 emisyon azaltımı sağlanabilir (EEA, 2020).

Avrupa Komisyonu’nun 2020 tarihli DE eylem planıyla birlikte yayımlanan Komisyon Çalışma Dökümanı’nda; küresel materyal üretimiyle ilişkili emisyonların %40’tan fazlasının yapı sektöründe kullanılan materyallerin üretiminden

kaynaklandığı vurgulanmıştır. Bununla birlikte, iklim değişikliğine önemli ölçüde etki eden yapı sektöründe uygulanacak materyal verimliliği ilkelerinin önemli bir emisyon azaltım potansiyeline sahip olduğu; bu potansiyelin Hindistan’da %50, Çin’de ise %80’in üzerinde olduğu belirtilmiştir (EC, 2020b: 10). (Gallego-Schmid, vd., 2020: 1) materyal ve enerji döngülerinin yavaşlatılarak ve kapatılarak kaynak verimliliğini arttırmanın, iklim değişikliğini azaltmada anahtar rolde olduğunu; mevcut kaynak kullanım şekline karşın kaynak döngülerinin kapatılmasının birim başına emisyonları %30-50 oranında azaltabilse de, sonuçların geri dönüşümdeki verimlilik ve geri kazanım tesislerine ulaşım mesafesi gibi faktörlere önemli derecede bağlı olduğunu; ve her zaman yeterli emisyon azaltımının sağlanamayabileceğini savunmaktadır. (Jones, Ozlutas, & Zheng, 2017: 1155) ise yapı materyallerinin üretilmesinde daha az karbon yoğun alternatifin potansiyel faydasını inceledikleri çalışmada; Portland çimentosu yerine yüksek hacimli uçucu kül kullanılarak üretilen düşük yoğunluklu köpük betonun, materyalde bulunan somutlaştırılmış CO₂’de %65’lik azalma sağladığı gösterilmiştir. Yalnızca binalar özelinde uygulanacak daha hafif tasarım (%19-50) ve yenilenebilir (beton ve çelik yerine, ahşap) materyal kullanılması (%14-31) stratejilerinin emisyon azaltımına ilişkin yüksek potansiyeli ortaya konulmuştur (Hertwich vd., 2019). Danimarka’da bir ofis binası kullanılarak yapılan vaka çalışmasında ise; betonarme kısımları yeniden kullanım için tekrar sökülme üzere tasarlanan binalarda beton materyalin iki ve üç kez kullanılmasının, %40 ila 55’lik emisyon azaltma potansiyeli olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Eberhardt, Birgisdottir, & Birkved, 2019).

Binalarda ve gökdelenlerde ahşap ve bambu gibi daha az karbon yoğun ve yenilenebilir materyallerin kullanılması, CO₂’nin daha az salımı ve binaların içinde hapsedilmesi için önemli fırsatlar sunmaktadır. Kuzey Amerika ve bazı Avrupa şehirlerinde buna yönelik ilgi artmaktadır. Ulusal ölçekte emisyonların %12,7’sinin binalardan kaynaklandığı ve ahşap kaynağı açısından zengin olan Kanada için, ahşap materyalinden inşa edilecek yüksek binalar, sürdürülebilir büyümeye ulaşılmasında fırsat olarak görülmektedir. Özellikle yapıştırılmış ahşap katmanlardan oluşan çapraz lamine ahşaplar kullanılarak inşa edilecek yüksek yapılar, çelik ve beton kullanılmış yapılara göre daha az enerji gerektirdiğinden düşük emisyonlara neden olarak ve

bununla birlikte karbonu yıllarca tutarak önemli çevresel faydalar sağlayabilir. Buna ilişkin bir örnekte, Kanada'daki British Columbia Üniversitesi'nin öğrenci yurdu (Brock Commons) verilmiştir. Zemini ahşap kolonlar üzerinde desteklenen ve çapraz lamine ahşap taşınabilir ve sökülebilir paneller içeren binanın, 1.753 ton CO₂'yi hapsettiği; böylece iklim değişikliği ile mücadele kapsamında belirlenen hedeflere ulaşmada yardımının önemli seviyede olduğu belirtilmiştir (Mabee, 2021). Buna yönelik BMİDÇS tarafından yayımlanan 2018 tarihli makalede verilen bir örnekte; Çin'de, sarma boru hatlarında çelik, plastik ve beton gibi yenilenemeyen ve karbon yoğun materyaller yerine bambu kullanılmasıyla 63 milyon ton CO₂ emisyonunun önüne geçilmiştir (UNFCCC, 2018b).

3.2.3. Gıda

AFOLU sektörü, küresel sera gazı emisyonlarının %24'ü gibi büyük bir kısımdan sorumludur. AFOLU'dan kaynaklanan emisyonlar ise esas olarak gıda üretimini (toprak ve besin yönetimi ile hayvancılık) içeren tarımsal faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. IPCC'ye göre; 2000-2010 yıllarında tarımsal üretim faaliyetleri yıllık 5,0-5,8 milyar ton CO₂e emisyonu neden olmuştur. IPCC'nin 5. Değerlendirme Raporu'nda sektörün önemli bir azaltım potansiyeli olduğu, arz ve talep yönünden seçeneklerin değerlendirilerek iklim değişikliği ile mücadelede sektörün azaltım potansiyelinin kullanılmasının önemi vurgulanmıştır (IPCC, 2014b: 9, 816). Bütün insanları besleyen ve milyarlarca insanın geçim kaynağı olan gıda sektörünü bir bütün olarak düşündüğümüzde; üretimi, ulaştırılması ve atık oluşumuyla bir sistem olarak doğrudan ve dolaylı bir şekilde daha fazla miktarda emisyonu neden olmaktadır. Üretim ve tüketim sistemlerimizde temel bir değişim olmaması durumunda, yıllık 8,4 milyar ton CO₂e olan toplam gıda sektörü emisyonlarının 2050'ye gelindiğinde üçte bir oranında artması beklenmektedir (EMAF, 2019: 37). Gıda üretiminden kaynaklanan emisyonların faaliyetlere göre dağılımı incelendiğinde, hayvancılık ve balıkçılığın tek başına sektörden kaynaklanan emisyonların %31'ini; mahsul üretiminin %27'sini; arazi kullanımının %24'ünü; ve tedarik zincirinin ise %18'ini oluşturduğu görülmektedir. Hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonların çok büyük bir kısmı kırmızı et üretimi için yetiştirilen büyükbaş hayvanların -özellikle

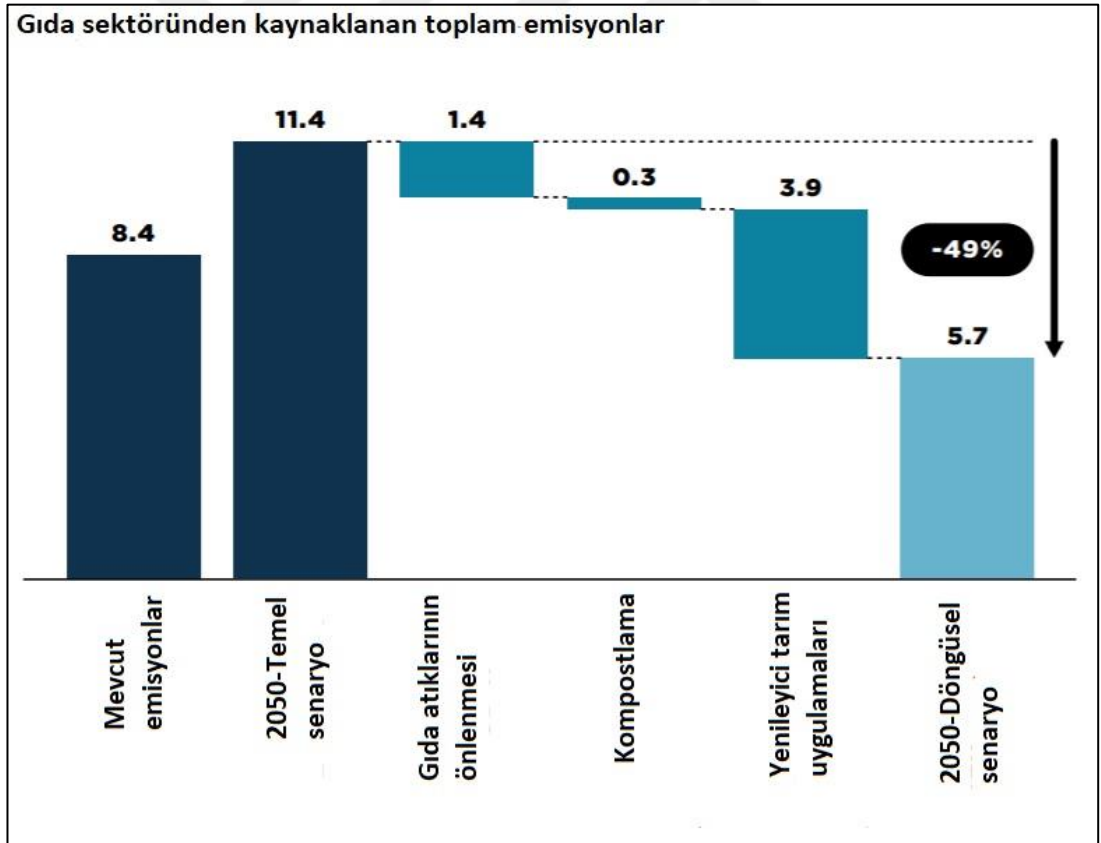
sığır- enterik fermantasyon olarak adlandırılan sindirim süreçleri ve gübreleri nedeniyle meydana gelen CH₄ salımından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, özellikle gübreleme faaliyetleri ve pirinç üretimi gibi insan kullanımına yönelik tarımsal üretim nedeniyle atmosfere yüksek miktarda -küresel ısınma potansiyeli CO₂'ye göre çok daha fazla olan- CH₄ ve N₂O salınmaktadır. Ayrıca elde edilen mahsulün nihai ürüne dönüştürülmesi için işlenmesi, nakliyesi, paketlemesi ve perakende ticaretini içeren tedarik zinciri süreçleri de ciddi emisyonlara neden olmaktadır (Ritchie, 2019; WRI, 2019).

AFOLU'yu azaltım açısından diğer sektörlerden ayıran özelliği, faaliyetlerden kaynaklanan emisyonların önlenmesi potansiyelinin yanında doğal sistemleri yenileyici/iyileştirici uygulamalar yoluyla da emisyonların azaltılması potansiyeline sahip olmasıdır. AFOLU'nun en önemli bileşenlerinden olan gıda sektörünün tek başına iklim değişikliğine önemli seviyede etkisi bulunmaktadır. FAO'ya göre; yalnızca küresel gıda kaybı (üretilen, fakat tüketilmeyen) ve atığı, küresel emisyonların yaklaşık %8'ine neden olmaktadır (Scialabba, 2015: 1). Sektörün neden olduğu emisyonların büyüklüğü ve sektörde öngörülen azaltım potansiyeli dikkate alındığında; gıda sektöründe DE ilkelerinin oynayacağı rol iklim değişikliğiyle mücadelede azaltım hedeflerine ulaşılabilmesi için çok önemli bir yer tutmaktadır.

Literatürde, gıda sektöründe uygulanacak farklı DE ilkelerinin azaltım potansiyeline yönelik yapılan bazı çalışmalar yer almaktadır. (Cooper vd., 2017: 1364-1365)'nin DE ilkelerinin enerji kullanımındaki tasarruf potansiyeline yönelik yaptıkları çalışmada; gıda sektöründe üretim (daha az gübre girdisi) ve tüketim (tüketiciler ile konaklama sektörü tarafından atıkların azaltılması) kalıplarının DE ilkelerine uygun bir şekilde değiştirilmesinin, yiyecek ve içecek sanayisinde kullanılan tarımsal ürünlerdeki somutlaştırılmış enerjide ciddi azaltma potansiyeline sahip olduğu gösterilmiştir. EMAF raporunda DE ilkelerinin azaltım potansiyeli kapsamında gıda sektörü ayrı bir başlık altında incelenmiştir. Buna göre; gıda üretimi ve yönetimi için uygulanacak döngüsel bir ekonominin, 2050'ye kadar sektörden kaynaklanan emisyonları yarisına (yılda 5,6 milyar ton CO₂) kadar azaltabileceği tahmin edilmiştir. Verilen bu iddialı azaltım potansiyeli, fazla yenilenebilir gıdanın tüketimi için tekrar

dağıtımına çıkarılması ve gıda atıklarının çöplüklerden yönlendirilmesi gibi gıda atığının azaltılmasına (yılda 1,4 milyar ton CO₂e); tarımda organik gübre kullanımı, toprağın işlenmesinin azaltılması ve örtü bitkileri ekilmesi gibi yenileyici uygulamalarla ekim faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonların azaltılmasına ve toprakta karbonun daha fazla tutulmasına (2,5 milyar ton CO₂e); ve tarım sektöründen kaynaklanan küresel emisyonlarının büyük bölümünü oluşturan hayvancılık faaliyetleri için uygulanacak doğru otlatma ve meraların dinlenme zamanlarının kontrol edilmesi gibi yenileyici uygulamalarla, daha verimli ve karbon ve su tutulumunun arttığı iyileştirilmiş toprak elde edilmesine (2050'ye kadar yıllık 1,4 milyar ton CO₂e) bağlıdır (EMAF, 2019: 39-40).

Şekil 3.7.: DE'nin gıda sektöründen kaynaklanan küresel emisyonları azaltma potansiyeli (Milyar ton CO₂)



Kaynak: (Ellen MacArthur Foundation, 2019: 38)'den yararlanılarak hazırlanmıştır.

En büyük arazi kullanımına sahip olan hayvansal üretim faaliyetlerinin küresel CO₂ emisyonunun %9'una, CH₄ emisyonunun %35-40'ına ve N₂O emisyonunun

%65'ine sebep olarak iklim değişikliğine büyük bir etkisi bulunmaktadır. Bununla birlikte iklim değişikliğinin de başta hayvanların verimliliği, dayanıklılığı ve çeşitliliği olmak üzere hayvancılık üzerinde ciddi bir etkiye sahiptir. Bu nedenle iklim değişikliğiyle mücadele kapsamında hayvancılıkta üretimin sürdürülebilir olacak şekilde dönüştürölmesi, azaltımla birlikte uyum politikaları açısından da büyük önem taşımaktadır (Koyuncu & Akgün, 2017: 151, 159). (Arslan & Çelebi, 2017: 331-333) geviş getiren hayvanların sebep olduğu CH₄ salımının azaltılmasına yönelik yaptıkları derlemede; daha sürdürülebilir besleme yöntemleriyle önemli oranlarda azaltım elde edilebileceğini göstermişlerdir. Buna göre, verilen yem miktarının ve yemleme sıklığının değiştirilmesiyle CH₄ salımında %30'a; bitkisel gıda takviyelerinin ve esansiyel yağların kullanılmasıyla %75,6'ya; ve metan inhibitörlerinin kullanılmasıyla %47'ye kadar azaltım sağlandığına dair tespitlere yer verilmiştir. Toprağın işlenmesiyle mahsul üretiminden kaynaklanan emisyonların boyutu düşünölündüğünde; bu alanda da DE ilkelerinin uygulanması büyük önem taşımaktadır. Öncelikle toprak sağlığının korunarak/iyileştirilerek karbon tutma kapasitesinin artırılması temel öneme sahiptir. Gübre ve pestisit kullanımı organik tarım uygulamalarıyla uzaklaştırılarak, bu girdilerin üretimi ve kullanımından kaynaklanan emisyonlar önlenilebilecektir. Toprak işlemez veya daha az yapılacak toprak işleme, girdi ihtiyacının azalmasını ve toprağın karbonu tutma kapasitesinin artmasını sağlayarak emisyonların azalmasına önemli oranda katkı sağlayacaktır. Hayvan gübresinin emisyonlara sebep olmayacak şekilde depolanması ve gübreyi katı formda tutan kompostlaştırma gibi uygulamalarla iyileştirilmiş bir gübre yönetimi de, gıda üretiminden kaynaklanan emisyonların azaltılmasında önemli bir stratejidir (Ağaçayak & Öztürk, 2017: 11). (Cantzler vd., 2020) ise çalışmalarında, doğrusal üretim süreçleri yerine döngüsel bir üretim sistemi ile domuz eti üretiminin %11; manyok küspesinin etanol üretiminde kullanılması için geri dönüştürölmesinin %85; ve fosil-fosforlu gübreler yerine et ve kemik unu, kanalizasyon çamuru ve komposttan fosforun geri dönüştürölmesi yoluyla %28 emisyon azaltımları tespit edilen çalışmalara yer vermişlerdir.

DE'nin gıda sektöründeki azaltım potansiyeline verilen bir somut örnekte; Güney Afrika'da faaliyet gösteren bir firmanın, hayvan yemleri için balık ve soya

ununa alternatif olarak “organik atık proteini” kullanması verilmiştir. Firma, bu uygulamasıyla 2014’e kadar yılda 23 milyon ton CO₂e daha az emisyonu neden olmuştur. Ek olarak bu uygulamayla arazi kullanımı, depolama, nakliye ve hammadde tedarikini azaltarak daha az emisyonu neden olmaktadır (UNFCCC, 2018b). Bir başka örnek için; 100 süt üreticisinin inek gübrelerini işlemek için tesis kurmayı planlayan küresel bir süt ürünleri şirketi olan FrieslandCampina verilebilir. Yılda yaklaşık 100.000 ton gübre işleyerek; biyogaz üretmeyi ve tarımda yeniden kullanılmak üzere toprağı iyileştirici besin maddelerini geri kazanmayı planlayan Şirket, bu faaliyetlerinden 2020 yılına kadar yaklaşık 1,2 milyon ton CO₂e emisyon azaltımı sağlamayı beklemektedir (CE & Ecofys, 2016: 10).

3.2.4. Ulaşım

Dünyada ulaşım sektörü için kullanılan enerji nedeniyle atmosfere büyük miktarlarda sera gazı (CO₂, CH₄ ve N₂O) salınmaktadır. Enerjinin en fazla kullanıldığı sektörlerden biri olan ulaşım, 2018 yılında gerçekleşen emisyonların %14,2’sine (6,9 milyar ton CO₂e) neden olmuştur. Ayrıca, 1990 yılından bu yana sera gazı emisyonları %79’luk artış gösteren ulaşım, sanayiden sonra en fazla artış gösteren ikinci emisyon kaynağı sektör olmuştur (WRI, 2020). 2016 yılı verilerine göre ise; ulaşımdan kaynaklanan toplam emisyonlar, küresel emisyonların %16,2’sini oluşturmaktadır. Bu oranın çok büyük bir kısmı, karayolunda kullanılan arabalar, otobüsler, kamyonlar ve motosikletleri kapsayan bütün karayolu taşımacılığının neden olduğu emisyonlardır. Küresel emisyonların %11,9’unu tek başına oluşturan karayolu taşımacılığında emisyonların yaklaşık %60’ı yolcu taşımacılığından, %40’ı ise yük taşımacılığından kaynaklanmaktadır. Denizyolu (hem yolcu, hem de yük taşımacılığı) faaliyetleri nedeniyle ise, küresel emisyonların %1,7’si büyüklüğünde sera gazı salınmaktadır (Ritchie & Roser, 2020). Yolcu taşımacılığı tek başına, ulaşım sektöründen kaynaklanan emisyonların yarısından fazlasına neden olmaktadır. AÇA verilerine göre; kilometre başına bir yolcu için trende 14 gr, ortalama bir otomobil için 55 gr, otobüs için 68 gr ve uçak için 285 gr CO₂’lik karbon ayak izi hesaplanmıştır. Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği’ne göre yalnızca havayolu ulaşımı, küresel emisyonların yaklaşık %2’sine neden olmaktadır (Karakaş, 2021). Yukarıdaki veriler

dikkate alındığında; ulaşım sektörünün iklim değişikliğine neden olan süreçlerdeki payının önemli boyutta olduğu ve iklim değişikliği ile mücadelede azaltım hedeflerine ulaşılabilmesi için ulaşım sektöründen kaynaklanan emisyonların azaltılmasına yönelik önlemlerin uygulanması gerekliliği açıkça görülmektedir.

DE, yenilikçi teknolojilerin ve paylaşım platformlarının kullanılarak –özellikle karayolu taşımacılığında- araç yüklemesinin optimize edilmesini, boş veya düşük kapasiteyle yolculuk veya taşımacılığın önlenmesini, ve fosil yakıt tüketiminin azaltılmasını sağlamak için en büyük fosil yakıt tüketicisi ve emisyon üreticisi sektörlerden olan ulaşım entegre edilerek emisyonların azaltılmasında önemli bir rol oynayabilir (Beguerie, 2019). Ayrıca, ulaşımında kullanılacak araçların daha yoğun ve uzun süreli kullanılmasına ve daha düşük ve temiz yakıt harcamasına elverişli olarak tasarlanması büyük önem taşımaktadır. (Cantzler vd., 2020) yapmış oldukları kapsamlı literatür incelemesinde; ulaşım sektöründe uygulanacak DE ilkelerinin yüksek düzeyde azaltım potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir. Çalışmada ulaşım sektörü için, araçlarda temiz yakıt alternatifleri; yaşam döngüsünün arttırılması; ve yeniden kullanım en fazla azaltım sağlayabilecek ilkeler olarak öne çıkmıştır. (Baptista vd., 2011: 4683) şehirde kullanılan taksilerde alternatif araç teknolojilerinin enerji tüketimi ve emisyonlar açısından etkilerini inceledikleri çalışmalarında; yakıt kullanımı açısından tam yaşam döngüsü dikkate alındığında pilli elektrikli araçların (269 gr/km CO₂) ve hidrojenle çalışan yakıt hücreli araçların (235 gr/km CO₂), içten yanmalı dizel taksilere (738 gr/km CO₂) göre çok daha az emisyonu sebep olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

DE’de, ulaşımında hizmet olarak ürün ilkesi kapsamında araç paylaşımı uygulaması, kaynakların verimli kullanılması ve kirliliğin azaltılması açısından önemli bir yer tutmaktadır. Araç paylaşımının, Kuzey Amerika özelinde emisyon azaltımına etkisinin incelendiği bir çalışmada; ulaşımında araç paylaşımının daha az sera gazı emisyonuna neden olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre; araç paylaşımı uygulamasını kullanan bireylerin gözlenen etki için hane başına yılda ortalama 0,58 ton daha az sera gazı salımına, en yüksek oranda kullanımın etkisinin ise 0,84 ton daha az emisyonu neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Martin & Shaheen, 2011: 1074). Hollanda’da

araç paylaşımının kullanım süresine ve çevreye etkilerinin incelendiği bir başka çalışmaya göre; araç paylaşımlar, öncesine göre %15-20 daha az mesafe kat etmekte ve kişi başına yıllık olarak 240 ila 390 kg CO₂ daha az emisyonu neden olmaktadır (Hans & van Meerkerk, 2017: 84). AB'nin 2015 yılında sunduğu DE eylem planının tüketim başlığında da yer verilen “yeşil kamu alımları”na örnek olabilecek bir çalışmada; üretimden bertarafa kadar tüm yaşam döngüsü dikkate alınarak yapılan daha dayanıklı yol işaretleme sisteminin %50'den fazla azaltma potansiyeli bulunmuştur (Cruz, Klein, & Steiner, 2016: 869).

Örneğin; ABD'de faaliyet gösteren 950 binden fazla üyesi bulunan araç paylaşım operatörlerinden birisinin verilerinden yola çıkılarak, araç paylaşımının bireysel araç kullanımını yaklaşık %30 azaltacak, toplu taşıma kullanımını %46 arttıracak ve emisyonları %40 oranında azaltacak şekilde seyahat davranışlarını değiştirdiği belirtilmiştir (CE & Ecofys, 2016: 12).

3.2.5. Atık

Atık miktarının büyüklüğü ve atıkların kötü yönetilmesi ile sera gazı emisyonları arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Dünyada halen atığın büyük bölümü yakma ve düzenli-düzensiz depolama yoluyla bertaraf edilmekte; ve bu da toplama faaliyetleriyle birleştiğinde büyük miktarda kaynak kaybına ve atmosfere sera gazı salınmasına neden olmaktadır (Ghisellini, Cialani, & Ulgiati, 2016: 19). Atık yönetimi kapsamında farklı süreçler nedeniyle başta CO₂, CO₂'ye göre küresel ısınma potansiyeli 25 kat daha fazla olan CH₄ ve yaklaşık 300 kat daha fazla olan N₂O sera gazları atmosfere salınmaktadır. Bazı kaynaklara göre, özellikle atığın depolanması nedeniyle oluşan CH₄ salımının toplam emisyonların %15'ine karşılık geldiği tahmin edilmektedir (Demirarslan, 2020: 364, 366). Atık yönetimini içeren atık sektörü faaliyetleri, 2016 yılında küresel emisyonların %3,2'sini oluşturmuştur. Atık sektöründen kaynaklanan emisyonların yaklaşık %60'ı düzenli depolama alanlarından, geriye kalan kısmı ise atık sularından kaynaklanmaktadır (Ritchie & Roser, 2020). İklim değişikliğine etkisi ve kaynakları kullanma şeklinde çevre lehine dönüşümün sağlanamaması durumunda küresel atık miktarında beklenen artış

nedenleriyle atık sektörü, iklim eylemi kapsamında öncelikli sektörlerden biri olarak görülmektedir (UNFCCC, 2021e).

DE’de, kaynakların en iyi şekilde kullanılabilmesi için olabildiğince uzun süre döngü içerisinde tutularak atık oluşumunun önlenmesi öncelikli olarak amaçlanmaktadır. Atık oluşumunun önlenememesi durumunda ise yeniden kullanım, yenileme, yeniden üretim, geri dönüşüm, kompostlama ve atıktan enerji kazanımı gibi DE ilkelerine uygun atık yönetimi uygulamaları ile bertarafı yerine atıkların süreçlerle kaynak olarak geri kazanılması, kaynak kullanımından ve atıklardan kaynaklanan emisyonların azaltılmasında önemli bir rol oynayabilir. Daha önce de belirtildiği gibi, dünya ekonomisinin döngüsellik oranı henüz çok düşüktür ve ilerleyen yıllarda atık oluşumunun büyük oranlarda artması beklenmektedir. Bu nedenle atık sektörünün faaliyetlerinin, döngüsel ilkelere uygun bir şekilde ve geniş ölçekte yürütülmesi iklim hedeflerine ulaşılmasında göz ardı edilmemesi gereken bir husustur.

Literatürde atık sektörünün azaltım potansiyeline ilişkin çalışmalar bulunmaktadır. (Cantzler vd., 2020) yapmış oldukları literatür incelemesinde; atık sektörü için DE uygulamalarının orta düzeyde azaltım potansiyeline sahip olduğu tahmin edilmiştir. Dünya Bankası’nın küresel katı atık yönetimine ilişkin sunmuş olduğu oldu raporda, ikincil materyaller kullanılarak üretilecek ürünlerin enerji kullanımında önemli bir tasarruf potansiyeli olduğu belirtilmiş; buna örnek olarak, birincil yerine geri dönüştürülmüş materyalden alüminyum üretilmesi için %95 daha az enerjiye ihtiyaç duyulması verilmiştir. Rapora göre; atık miktarının ve buna bağlı emisyonların azaltılmasında önleme ve yeniden kullanım uygulamaları en yüksek fayda sağlayacaktır. AB, 70’li yılların sonundan itibaren giderek geliştirdiği atık yönetimi sayesinde, 1990’da 69 milyon ton CO₂e olan atık kaynaklı emisyonlarını 2007’ye gelindiğinde 32 milyon ton CO₂e seviyesine azaltmıştır (The World Bank, 2012: 27-30). Material Economics ise raporunda; AB’de yalnızca çelik, plastik, alüminyum ve çimento özelinde uygulanacak geri dönüşümün 2050 yılına kadar yılda 178 milyon ton CO₂ azaltımı sağlayabileceğini öngörmüştür (Material Economics, 2018: 24). Portekiz’de atıkların sosyo-ekonomik açıdan faydalarının değerlendirildiği bir çalışmada; ulusal ölçekte kentsel atık yönetimi stratejisinin, çöp depolama

alanlarına gönderilecek miktarı azaltarak sera gazı emisyonlarını %47 oranında azaltılabileceği tahmin edilmiştir (Ferrão, Lorena, & Ribeiro, 2016: 284). (Mittal, vd., 2017: 460)'nin Hindistan'ın Ahmedabad şehri için farklı atık yönetimi senaryolarını inceledikleri çalışmalarında; yeniden kullanım, geri dönüşüm ve merkezi olmayan kompostlama uygulamalarını içeren sürdürülebilir atık yönetimi senaryosunun mevcut uygulamalara göre emisyonları %58 oranında azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Atıktan enerji kazanımı uygulamaları da emisyonların azaltılmasını sağlayabilir. Buna ilişkin yapılan bir vaka çalışmada; atık su arıtma tesislerinde kanalizasyon çamurundan elde edilen biyogazın, iyileştirme teknolojileri kullanılarak biyometana dönüştürülmesiyle enerji kazanımında CO₂ içeriğinin yaklaşık %43 oranında azaltılabileceği gösterilmiştir (Batlle-Vilanova vd., 2019: 352). Nijerya'nın kuzeydoğu eyaletlerinde kompostlama uygulamasının rolüne ilişkin yapılan bir çalışmada ise; katı atık yönetiminde uygulanacak kompostlama ile sera gazı emisyonlarında %52 oranında net azalma sağlanabileceği tahmin edilmiştir (Balthi Mshelia, Shehu Diso, & Audu Adamu, 2020: 147).

SONUÇ

Sanayi Devrimi'nden beri süregelen kaynak kullanım şekli ve yenilenemeyen kaynakların aşırı kullanımı ağır çevre sorunlarına neden olmuştur. Özellikle İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra yaşanan aşırı nüfus artışının, sanayileşmenin ve sanayileşmeyle birlikte artan kentleşmenin birlikte sebep olduğu üretim ve tüketimdeki büyüme bu sorunun zeminini oluştursa da; dünyada genel olarak uygulanan hâkim ekonomik sistemin çevre anlayışının da etkisiyle temel olarak doğrusal bir kaynak kullanım modelinin ötesine geçilememesi, sorunun en büyük nedeni olarak öne çıkmaktadır. Ekonomik faaliyetler ile ekonomi politikaları ve çevre arasındaki ilişkide, Dünya'nın çevresel sınırlarının dikkate alınmaması sürdürülebilir bir kalkınmayı imkansız hale getirmektedir. Bir olgu olarak da; kaynakların sonsuz olmadığı ve biyofiziksel sınırları olan Dünya'da ekonomik faaliyetlerin hızlanmaya başladığı tarihlerden, kaynak kullanımının çok büyük boyutlara ulaştığı günümüze kadar uygulanan al-yap-kullan-at temelinde işleyen doğrusal ekonomik sistem, kalkınma faaliyetlerini ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan sürdürülemez bir hale getirmiştir.

Sürdürülemez üretim ve tüketim kalıpları, aşırı kaynak kullanımına ve atık oluşumuna; böylece Dünya'nın taşıma kapasitesini aşan sera gazı emisyonlarına ve karbon yutak alanlarının tahribatına sebep olması nedeniyle, çevre sorunlarının başında gelen iklim değişikliğinin en önemli kaynaklarından biri olarak görülmelidir. Dünya genelinde üretim ve tüketim faaliyetleri nedeniyle yıllık olarak küresel kaynak kullanımının 100 milyar tonu ve küresel sera gazı emisyonlarının 50 milyar tonu aşması; atık oluşumunun 7-10 milyar tona ve atmosferdeki karbon yoğunluğunun 411 ppm'ye ulaşması; ve bununla birlikte Sanayi Devrimi'nden itibaren gözlemlenen küresel ortalama sıcaklıklardaki artış, iklimin değişmesine neden olacak şekilde insan kaynaklı müdahaleyi göstermektedir. Mevcut dönemin iklim rejimini düzenleyen Paris Anlaşması'nda da, tüketim temelli bir yaşam tarzı ile üretim ve tüketim kalıpları iklim değişikliğinin nedenlerinden biri olarak kabul edilmiş; ve bunların sürdürülebilir kalkınma ilkelerine uyumlaştırılmasının iklim değişikliği ile mücadeledeki rolüne

vurgu yapılmıştır. Ürünlerin üretilmesi için kaynakların doğrusal olarak işlenmesi ve kullanılması küresel emisyonların yaklaşık üçte ikisine neden olmaktadır. Buna karşın, mevcut kaynak kullanımının çok yaygın bir şekilde sürdürülemez olduğu kabulüne rağmen küresel ekonominin halen %10 bile döngüsellğe ulaşmamış olması, sürdürülebilir bir kaynak kullanım modelinin çok uzağında olduğunu göstermektedir.

20. yüzyılın ortalarından itibaren görülen aşırı kaynak kullanımına paralel olarak çevresel bozulmanın ve kaynaklara ulaşmada yaşanan zorlukların daha belirgin hale gelmesiyle, bu alanda zorluklara karşı mücadele hedeflerini belirlemek için uluslararası boyutta çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. İlk olarak 1987 yılında, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu için hazırlanan ve Brundtland Raporu olarak bilinen Ortak Geleceğimiz raporuyla ortaya çıkan sürdürülebilir kalkınma kavramıyla, ihtiyaçların karşılanmasında kaynakların kullanımı açısından şimdiki ve gelecek kuşaklar ile ülkelerarasındaki eşitliğin gerekliliğine vurgu yapılmıştır. İlerleyen dönemde BM öncülüğünde gerçekleştirilen çalışmalarla sürdürülebilir kalkınma hedefleri belirlenmiş ve kapsamı genişletilmiştir. Son olarak 2015'te, açlığın ve yoksulluğun bitirilmesini, yenilikçiliği, sorumlu üretimi ve tüketimi ve iklim eylemini de içeren; ekonomik, sosyal ve çevresel faydaların hedeflendiği 2030 Gündemi kabul edilmiştir. Sürdürülebilir bir kalkınmanın sağlanması için öne sürülen DE'nin teorik başlangıcı da, çevre kirliliği ve kaynak kıtlığı endişelerinin yaygınlaşmaya başladığı dönemlere denk gelmektedir. Teorik olarak ortaya atıldığı 60'lı yıllardan bugüne önemli bir gelişim kaydeden ve daha fazla ilgi çekmeye başlayan DE'nin, iklim değişikliğinin gerçekleşen ve muhtemel ekonomik, sosyal ve çevresel etkilerine karşın ülkeler tarafından yine ekonomik, sosyal ve çevresel faydalar beklenerek, uluslararası iklim değişikliği ile mücadelede ulusal stratejilerine dahil edilmeye başlandığı görülmektedir.

DE, bu araştırmada iklim değişikliği sorununda en önemli nedenlerden biri olarak görülen; üretim ve tüketim süreçlerinin her aşamasında kirliliğe neden olan doğrusal ekonomik modele alternatif olarak, atık kavramını ortadan kaldırmayı hedefleyen döngüsel bir model ortaya koymaktadır. DE ile genel olarak, kaynakların

daha az ve verimli kullanılması; bütün süreçlerde temiz ve yenilenebilir kaynakların kullanılması; doğal sistemleri yenileyici uygulamaları; ve tüketici yerine kullanıcı kavramına geçilmesi temel ilkeleri yoluyla bütün üretim ve tüketim süreçleri Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne uygun hale getirilebilir. Genel olarak, materyal verimliliği uygulamalarının iklim değişikliği ile mücadelede sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkı sunabileceği konusunda görüş birliği bulunmaktadır. Bu araştırmanın konusunu ise; materyal verimliliğini de içeren çok daha kapsamlı bir model olan DE'nin, iklim değişikliğine neden olan etmenlerin azaltılmasında alabileceği potansiyel rolü oluşturmaktadır.

Genel olarak, iklim değişikliği ile mücadele kapsamında, sanayi süreçlerinden kaynaklanan emisyonlar için daha çok tedarik kısmını oluşturan fosil kaynaklı yakıtlardan elde edilen enerji dikkate alınmış olsa da; o enerjiye ihtiyaç duyan üretim kalıplarının neden olduğu talep kısmının da azaltım hedeflerine ulaşılması için önceliklendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Temel ilkeleri çerçevesinde uygulanacak süreçleriyle kaynak kullanımını, atık oluşumunu ve bunların neden olduğu emisyonları ciddi oranlarda azaltması beklenen DE için bu tez çalışması kapsamında yapılan literatür incelemesi sonucunda; DE'nin azaltım potansiyeline ilişkin çalışmaların yeni yeni artmaya başladığı, genel olarak ön değerlendirmelerin yapıldığı ve bu alanda sistematik çalışmaların sayısının henüz yetersiz olduğu görülmüştür. Çalışma'nın üçüncü bölümünde, DE'nin küresel ölçekte ve bununla birlikte daha detaylı olarak temel ilkeleri kapsamında farklı uygulamaları ile bu uygulamaların farklı sektörlerdeki azaltım potansiyeli ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

Yapılan literatür incelemesi sonucunda; DE alanında teori ve uygulamaya ilişkin detaylı raporlar sunan önemli kurum ve kuruluşların DE'nin azaltım potansiyeli için yaptığı öngörülerin umut verici olduğu görülmüştür. Avrupa Komisyonu'nun sunmuş olduğu ve iklim değişikliği konusunun daha detaylı yer aldığı son DE Eylem Planı için yayımlanan Komisyon Çalışma Dokümanı'nda; yalnızca kaynak verimliliği politikalarının uygulanmasıyla mevcut duruma göre küresel emisyonlarda %19'luk; diğer azaltım politikalarıyla birlikte uygulanması halinde ise 2060'a gelindiğinde %90'lık azalma sağlanacağı belirtilmiştir. DE yaklaşımı konusunda önemli çalışmaları

bulunan EMAF'ın hazırlamış olduğu 2019 tarihli ve DE'nin azaltım ve uyum potansiyeline odaklanan çalışmasında, küresel emisyonların %45'inin doğrudan materyal ve ürün üretiminden kaynaklandığı vurgulanarak; Paris Anlaşması'nın hedeflediği küresel ısınmayı 1,5 °C'de tutabilmek için gereken azaltımların %45'inin DE'ye geçişle mümkün olabileceği gösterilmiştir. Rapor kapsamında ayrıca, en büyük emisyon üreticisi ülkelerden Hindistan, Çin ve ekonomik topluluk olan AB'de yapı, ulaşım, gıda, elektronik ve tekstil gibi sektörlerde mevcut kalkınma modeli yerine uygulanacak DE'nin, 2050'ye gelindiğinde sera gazı emisyonlarını %22-44 oranında azaltılabileceğinin gösterilmesi, iklim değışikliği ile mücadeledeki rolüne ilişkin önemini ortaya koymaktadır. Material Economics'in 2018 tarihli raporu da, DE'nin azaltım potansiyeline ilişkin önemli bir çalışma olarak karşımıza çıkmaktadır. Rapor, mevcut doğrusal üretim anlayışının devam etmesi durumunda yalnızca materyal üretiminden kaynaklanan emisyonların kümülatif olarak 2100 yılına kadar küresel ısınmayı 2 °C'de tutabilmek için Paris Anlaşması'nca belirlenen 800 milyar ton CO₂'yi aşacağı; buna karşın yalnızca en fazla emisyonu neden olan dört materyalin (çelik, plastik, alüminyum ve çimento) üretimi özelinde iddialı bir DE senaryosunun 2100 yılına kadar ağır sanayiden kaynaklanacak emisyonları kümülatif olarak 333 milyar ton CO₂ azaltılabileceği tahmin edilmiştir. Yapılan bu mevcut öngörüler, küresel iklim değışikliği ile mücadelede belirlenen hedeflere ulaşılabilmesi için DE'nin vazgeçilmez olduğuna işaret etmektedir.

Uluslararası iklim değışikliği ile mücadelede umut verici potansiyele sahip olan DE'ye ilginin, özellikle ülkeler ve işletmeler tarafından kaynağa ulaşabilme endişelerinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte DE ile mevcut hâkim ekonomik sistem olan ve doğrusal üretim ve tüketim kalıplarını tetikleyen kapitalizmde bir dönüşümün hedeflenmemesi; aksine öncelikli hedefin daha fazla kâr elde etmek olduğu bu sistem içerisinde uygulanmasının hedeflenmesi, dünya ekonomisinin halen çok düşük bir döngüsellik oranında olması açısından eleştirilmesi gereken bir husustur. İklim değışikliği ile mücadelede kaynakları kullanma şeklinde temel bir dönüşümün gerekliliği düşünüldüğünde; bunun vadedildiği DE'nin öncelikle hangi sosyoekonomik sistem içerisinde yaygın ve etkin bir şekilde uygulanabileceği, ve bununla birlikte DE'nin azaltım açısından hangi uygulamalarının ve bu

uygulamaların hangi sektörlerde önceliklendirilmesi konusunda yapılacak çalışmalar, DE'nin uluslararası iklim değişikliği ile mücadelede etkin bir şekilde hayata geçirilebilmesi konusunda faydalı olacaktır.

Bu çalışmanın üçüncü bölümünde incelenen DE ilkeleri için yapılan araştırma sonucunda; daha az ve hafif materyal kullanılması, yenilenebilir ve daha az karbon yoğun materyal kullanılması, yeniden kullanım, yenileme, yeniden üretim, geri dönüşüm, kompostlama, atıktan enerji kazanımı ve hizmet olarak ürün gibi farklı DE uygulamalarına ilişkin ve bu uygulamaların önemli emisyon kaynağı sektörlerdeki farklı azaltım sonuçlarının gösterildiği veya tahminlerinin yapıldığı görülmüştür. DE'nin azaltım potansiyeline odaklanan ve bu çalışma kapsamında incelenen bilimsel çalışmalar dikkate alındığında; yeniden kullanım, yenileme, yeniden üretim, daha az karbon yoğun materyal kullanımı, geri dönüşüm ve hizmet olarak ürün gibi “ürünlerin ve materyallerin daha yoğun ve uzun süre kullanılması” ve “ürünlerin ve üretim süreçlerinin tasarlanması” ilkelerini hayata geçirebilecek olan döngüsel uygulamalar, azaltım beklentisi en yüksek uygulamalar olarak öne çıkmaktadır. Belirtilen döngüsel uygulamalar aynı zamanda, diğerlerine göre daha az materyale ve enerjiye ihtiyaç duyulan uygulamalardır.

Sektörler açısından değerlendirildiğinde ise, DE'nin bütün önemli emisyon üreticisi sektörlerde azaltım potansiyeli olduğu konusunda genel bir beklenti olmasıyla birlikte; en fazla azaltım potansiyelinin, üretimi nedeniyle ciddi emisyonlara neden olan materyallerin yoğun olarak kullanıldığı ve yüksek enerji kullanılan sektörler olan ağır sanayi, yapı, gıda ve ulaşımda olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sektörler, sebep olduğu doğrudan ve dolaylı emisyonların büyüklüğü nedeniyle iklim değişikliğine önemli bir etkisi bulunmaktadır.

Sonuç olarak; doğrusal bir anlayışla yürütülen üretim ve tüketim faaliyetleri nedeniyle kaynak kullanımının ve buna bağlı olarak oluşan atığın ve emisyonların ulaştığı boyut düşünüldüğünde; kaynakların sürekli döngü içinde tutularak verimli bir şekilde kullanılması ile atık oluşumunun ve emisyonların önlenmesi hedeflenen onarıcı ve yenileyici bir sistem olan DE, iklim değişikliğine neden olan etmenlerin azaltılmasında temel bir rol oynayabilir. Mevcut üretim ve tüketim kalıplarında köklü

bir dönüşümü sağlayacak döngüsel bir ekonominin, -DE ile tamamen tutarlı olan-yenilenebilir enerjiye geçiş ve enerji verimliliği politikalarıyla birlikte hayata geçirilmesiyle, uluslararası iklim değişikliği ile mücadele kapsamında belirlenen azaltım hedeflerine ulaşılması mümkün hale getirilebilir. Bu nedenle iklim değişikliği ile mücadelede DE'nin de içerildiği bütünlüklü politikaların ivedilikle yaygın bir şekilde uygulamaya konulması hayati önem taşımaktadır.



KAYNAKÇA

- A&T Bank: 2020 **Otomotiv** **Sektörü,** çevrimiçi:
<https://www.atbank.com.tr/documents/OTOMOTIV%20SEKTORU%20RAPORU%20-%20HAZIRAN%202020.PDF>,
(Erişim Tarihi: 22.03.2021)
- AB Türkiye Delegasyonu: 2018 "Döngüsel ekonomi: Yeni kurallar AB'yi, atık yönetimi ve geri dönüşümde küresel lider haline getirecek", çevrimiçi:
<https://www.avrupa.info.tr/tr/eeas-news/dongusel-ekonomi-yeni-kurallar-abyi-atik-yonetimi-ve-geri-donusumde-kuresel-lider-haline>, (Erişim Tarihi: 13.02.2021)
- AÇA (Avrupa Çevre Ajansı): 2014 "Ekonomi: kaynak verimli, yeşil ve döngüsel", çevrimiçi:
[eea.europa.eu: https://www.eea.europa.eu/tr/isaretler/isaretler-2014/makaleler/ekonomi-kaynak-verimli-yesil-ve-dongusel](https://www.eea.europa.eu/tr/isaretler/isaretler-2014/makaleler/ekonomi-kaynak-verimli-yesil-ve-dongusel),
(Erişim Tarihi: 27.02.2021)
- Ağaçayak, T., & Öztürk, L.:2017 **Türkiye’de Tarım Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonlarının Azaltılmasına yönelik Stratejiler**, IPM–Mercator Politika Notu, çevrimiçi:
<https://ipc.sabanciuniv.edu/Content/Images/CKeditorImages/20200313-11032365.pdf>, (Erişim Tarihi: 03.01.2022)
- Aksay, C., Ketenoğlu, O., & Kurt, L.: 2005 "Küresel Isınma ve İklim Değişikliği", **Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi**, 1/25, 29-41.
- Alper, D., & Anbar, A.:2007 "Küresel Isınmanın Dünya Ekonomisine ve Türkiye Ekonomisine Etkileri", **Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, 9/4, 15-54.

- An, N., & Kurnaz, L.: 2017 "İklim Değişikliği ve Göç", **İklim Değişikliği ve Yeşil Boyut: Yeşil Ekonomi Yeşil Büyüme**, edit.: M. Ucal, Ankara, Fersa Matbaacılık, s. 181-196.
- Andrews, D.: 2015 "The circular economy, design thinking and education for sustainability", **Local Economy**, 30/3, 305-315.
- Arpacioğlu Özdemir, Ö., & Oğuz, İ. H.: 2018 "Sürdürülebilir kalkınma Perspektifinden Yoksulluk Olgusu", **Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi**, 11/55, 769-781, <http://dx.doi.org/10.17719/jisr.20185537248>
- Arslan, C., & Çelebi, E.: 2017 "Ruminantlarda Rumende Oluşan Metan Üretimini Azaltmaya Yönelik Çalışmalar", **Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.**, 12/3, 327-337.
- Atabay, S., Karasu, M., & Koca, C.: 2014 **İklim Değişikliği ve Geleceğimiz**, çevrimiçi: <http://www.ek.yildiz.edu.tr/images/images/yayinlar/iklim.pdf>, (Erişim Tarihi: 28.07.2021)
- Atık Kağıt ve Geridönüşümcüler Derneği: 2021 "İklim Kriziyle Tüm İnsanlık Mücadele Etmeli", çevrimiçi: <https://geridonusumekonomisi.com.tr/iklim-kriziyle-tum-insanlik-mucadele-etmeli-html>, (Erişim Tarihi: 23.12.2021)
- Avcı, H.: 2021 "GlobalABC 2020 Küresel Durum Raporu Odakları-Malzeme ve Döngüsel Ekonomi", çevrimiçi: <https://www.arkitera.com/haber/globalabc-2020-kuresel-durum-raporu-odaklari-malzeme-ve-dongusel-ekonomi/>, (Erişim Tarihi: 26.01.2022)
- Aydın, A., & Çamur, Ö.: 2017 "AB Çevre Politikaları ve Çevre Eylem Programları Üzerine Bir İnceleme", **Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü**, 7/13, 21-44.

BAA (Bilim ve "Su kaynaklarının mevcut durumu", çevrimiçi:
Aydınlanma [http://bilimveaydinlanma.org/su-kaynaklarinin-mevcut-](http://bilimveaydinlanma.org/su-kaynaklarinin-mevcut-durumu/)
Akademisi): [durumu/](http://bilimveaydinlanma.org/su-kaynaklarinin-mevcut-durumu/), (Erişim Tarihi: 01.07.2020)
2020a

BAA (Bilim ve "İklim Değişikliği Politikalarının Piyasalaşması", çevrimiçi:
Aydınlanma [http://bilimveaydinlanma.org/iklim-degisikligi-politikalarinin-](http://bilimveaydinlanma.org/iklim-degisikligi-politikalarinin-piyasalasmasi-baa-iklim-degisikligi-ve-cevre-komisyonu/)
Akademisi): [piyasalasmasi-baa-iklim-degisikligi-ve-cevre-komisyonu/](http://bilimveaydinlanma.org/iklim-degisikligi-politikalarinin-piyasalasmasi-baa-iklim-degisikligi-ve-cevre-komisyonu/),
2020b (Erişim Tarihi: 17.09.2021)

BAA (Bilim ve "Kapitalizmin İklim Değişikliği Sorunu: Nedenleri, Sonuçları
Aydınlanma ve Çözüm Arayışları", çevrimiçi:
Akademisi): [https://bilimveaydinlanma.org/kapitalizmin-iklim-degisikligi-](https://bilimveaydinlanma.org/kapitalizmin-iklim-degisikligi-sorunu-nedenleri-sonuclari-ve-cozum-arayislari/)
2021a [sorunu-nedenleri-sonuclari-ve-cozum-arayislari/](https://bilimveaydinlanma.org/kapitalizmin-iklim-degisikligi-sorunu-nedenleri-sonuclari-ve-cozum-arayislari/), (Erişim
Tarihi: 15.05.2021)

BAA (Bilim ve "Kapitalizm Dünyayı Besleyemiyor", çevrimiçi:
Aydınlanma [https://bilimveaydinlanma.org/kapitalizm-dunyayi-](https://bilimveaydinlanma.org/kapitalizm-dunyayi-besleyemiyor-2/)
Akademisi): [besleyemiyor-2/](https://bilimveaydinlanma.org/kapitalizm-dunyayi-besleyemiyor-2/), (Erişim Tarihi: 22.07.2021)
2021b

Bahamon, D., II "A Comparative Assessment of Emerging Solvents and
Alkhatib, I., Adsorbents for Mitigating CO2 Emissions From the Industrial
Alkhatib , N., Sector by Using Molecular Modeling Tools", **Frontiers in**
Builes , S., **Energy Research**, çevrimiçi:
Sinnokrot , M., & [https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2020.00165](https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2020.00165/full)
Vega , L.: 2020 /full, (Erişim Tarihi: 17.01.2022)

Balthi Mshelia, "The Role of Solid Waste Composting in Mitigation of
R., Shehu Diso, İ., Greenhouse Gas Emissions in States of North Eastern Nigeria",
& Audu Adamu, **International Journal of Environmental Pollution and**
A.: 2020 **Environmental Modelling**, 3/4, 147-154.

- Baptista, P., "Fuel cell hybrid taxi life cycle analysis", **Energy Policy**, 39/9, Ribau, J., Bravo, 4683-4691.
- J., Silva, C.,
Adcock, P., &
Kells, A.: 2011
- Baçoğlu, A.: 2014 "Küresel İklim Değişikliğinin Ekonomik Etkileri", **Sosyal Bilimler**, 7, 175-196.
- Battle-Vilanova, "Biogas upgrading, CO2 valorisation and economic revaluation
P., Rovira-Alsina, of bioelectrochemical systems through anodic chlorine
L., Puig, S., production in the framework of wastewater treatment plants",
Balaguer, M., **Science of The Total Environment**, 690, 352-360.
- Icaran, P.,
Monsalvo, V., . . .
Colprim, J.: 2019
- Beguerie, W.: "Road transport can integrate the principles of the circular
2019 economy", çevrimiçi: <https://market-insights.upply.com/en/how-road-transport-can-integrate-the-principles-of-the-circular-economy>, (Erişim Tarihi: 24.01.2022)
- Belen, T., & "Avrupa Birliği'nin İklim ve Enerji Hedefleri Çerçevesinde
Serhat, A.: 2017 Bosna Hersek Enerji Sektörünün Değerlendirilmesi", **In ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies)**, 2, 178-189.
- Berberoğlu, N.: "İklim Değişikliği: Post-Kyoto Müzakereleri ve Türkiye",
2009 **Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi**, 33, 18-26.

- Bölgesel Çevre A'dan Z'ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi, 2. Bsk.,
Merkezi - REC Ankara, Ajanstürk Matbaacılık, ISBN: 978-975-6180-43-3
Türkiye: 2015
- Broadbent, C.: "Steel's recyclability: demonstrating the benefits of recycling
2016 steel to achieve a circular economy", **The International Journal of Life Cycle Assessment**, 21/11, 1658-1665.
çevrimiçi: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-016-1081-1#citeas>
- Cantzer, J., "Saving resources and the climate? A systematic review of the
Creutzig, F., circular economy and its mitigation potential", **Environmental
Ayargarnchanaku Research Letters**, 15/12, çevrimiçi:
l, E., Javaid, A., <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abeb7/meta>
Wong, L., & 9326/abeb7/meta adresinden alındı, (Erişim Tarihi:
Haas, W.: 2020 05.12.2021)
- Chen, T., & "Carsharing's life-cycle impacts on energy use and greenhouse
Kockelman, K.: gas emissions", **Transportation Research Part D: Transport
2016 and Environment**, 47, 276-284.
- Circle Economy **Implementing Circular Economy Globally Makes Paris
& Ecofys: 2016 Targets Achievable**, çevrimiçi: https://assets.website-files.com/5d26d80e8836af2d12ed1269/5dea481576d89489dff8782e_ircle-economy-ecofys-2016-implementing-circular-economy-globally-makes-paris-targets-achievable.pdf.pdf,
(Erişim Tarihi:10.12.2021)
- Circle Economy: **The Circularity Gap Report 2019**, çevrimiçi:
2019 <https://shiftingparadigms.nl/wp-content/uploads/2019/01/CGR-2.0-report-final-reprint-web-20190326.pdf>, (Erişim Tarihi: 16.12.2021)

Circle Economy: **The Circularity Gap Report 2020**, çevrimiçi: 2020 <https://pacecircular.org/sites/default/files/2020-01/Circularity%20Gap%20Report%202020.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.03.2021)

Commoner, B.: **The Closing Circle: Nature, Man and Technology**, New York, Alfred A. Knopf. 1971

Cook, J., "Quantifying the consensus on anthropogenic global warming Nuccitelli, D., in the scientific literature", **Environmental research letters**, Green, S., 8/2, 024024. Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., . . . Skuce, A.: 2013

Cooper, S., "Thermodynamic insights and assessment of the circular Giesekam, J., economy", **Journal of Cleaner Production**, 162, 1356-1367. Hammond, G., Norman, J., Owen, A., Rogers, J., & Scott, K.: 2017

CPS (Corporate & **Çevre Hakkında AB Müktesebat Rehberi**, çevrimiçi: Public Strategy https://www.mess.org.tr/media/filer_public/f0/4c/f04c24b0-c91c-4b2d-a658-35d5ed1d6abc/mess_-cevre-ocak-2012.pdf, Advisory Group): 2012 (Erişim Tarihi: 03.02.2021)

Cruz, M., Klein, "Sustainability Assessment of Road Marking Systems", A., & Steiner, V.: **Transportation Research Procedia**, 14, 869-875. 2016

Çelik, A., & "Tüketim Toplumunun Çevre Sorunlarına Etkileri",
Küçük, A.: 2020 **Econharran**, 4/5, 1-22.

DCE (Danish **Projection of Greenhouse Gases 2014-2025**, çevrimiçi:
Centre for <https://dce2.au.dk/pub/SR194.pdf> adresinden alındı, (Erişim
Environment and Tarihi: 31.12.2021)
Energy): 2016

De Schepper, M., "Life Cycle Assessment of Completely Recyclable Concrete",
Van den Heede, **Materials**, 7/8, 6010-6027.

P., Van Driessche,
I., & De Belie, N.:
2014

Dedeoğlu, M.: "İklim Değişikliğinin Göç Hareketleri Üzerine Etkileri",
2017 **Küresel Isınma, İklim Değişikliği ve Sosyo-Ekonomik Etkileri**, edit: H. Atik, Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık, s. 220-229.

Demirarslan, K.: "Katı Atık Yönetiminden Meydana Gelebilecek Sera Gazları
2020 ile Matematiksel Tahminleri Üzerine Literatür Araştırması",
Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8/1, 363-380.

Doğan, S., & "Küresel İklim Değişikliği ve Potansiyel Etkileri", **C.Ü.**
Tüzer, M.: 2011a **İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, 12/1, 21-34.

Doğan, S., & "Küresel İklim Değişikliği İle Mücadele: Genel Yaklaşımlar ve
Tüzer, M.: 2011b **Uluslararası Çabalar**", **Istanbul Journal of Sociological Studies**, 44, 157-194.

Doğan, S., & "İklim Değişikliği Ekonomisi", **İklim Değişikliği ve Yeşil**
Tüzer, M.: 2017a **Boyut: Yeşil Ekonomi Yeşil Büyüme**, edit: M. Ucal, Ankara, Fersa Matbaacılık, s. 94-119.

- Doğan, S., & Tüzer, M.: 2017b "Uluslararası İklim Değişikliği Müzakereleri", **İklim Değişikliği ve Yeşil Boyut: Yeşil Ekonomi Yeşil Büyüme**, edit: M. Ucal, Ankara, Fersa Matbaacılık, s. 55-76
- Doğan, S., Doğan, E., & Tüzer, M.: 2020 "Küresel Isınma ve İklim Değişikliği: Bilimsel Uzlaşmadan Politik Ayrışmaya", **İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 39, 1453-1484.
- Doğan, S., Doğan, E., & Tüzer, M.: 2021 "Paris Anlaşması İklim Sıcaklık Hedefi ve Karbon Bütçesi Yaklaşımı: G20 Üyeleri İçin Kümeleme Analizi", **Social Sciences Research Journal**, 10/4, 1008-1029.
- DPT (Devlet Planlama Teşkilatı): 2000 "İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu", **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı**, Ankara, çevrimiçi: https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/08_%C4%B0klimDegisikligi.pdf, (Erişim Tarihi: 10.09.2021)
- EASAC (European Academies' Science Advisory Council): 2015 **Circular economy: a commentary from the perspectives of the natural and social sciences**, çevrimiçi: https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/EASAC_Circular_Economy_Web.pdf, (Erişim Tarihi: 04.06.2020)
- Eberhardt, L., Birgisdottir, H., & Birkved, M.: 2019 "Potential of circular economy in sustainable buildings", **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 471/9, çevrimiçi: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/471/9/092051/meta>, (Erişim Tarihi: 27.01.2022)
- EC (European Comission): 2014 **Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe**, çevrimiçi: <https://ec.europa.eu/environment/circular->

economy/pdf/circular-economy-communication.pdf, (Erişim Tarihi: 06.02.2021)

EC (European Comission): 2015 **Closing the loop: Commission adopts ambitious new Circular Economy Package to boost competitiveness, create jobs and generate sustainable growth,** çevrimiçi: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_15_6203, (Erişim Tarihi: 07.02.2021)

EC (European Comission): 2016 **Closing the loop- An EU Action Plan for the Circular Economy,** çevrimiçi: https://ec.europa.eu/environment/legal/law/6/pdf/01_aile_waste_law_circular_economy_speakers_notes.pdf, (Erişim Tarihi: 07.03.2021)

EC (European Comission): 2019 **Closing the loop: Commission delivers on Circular Economy Action Plan,** çevrimiçi: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_19_1480, (Erişim Tarihi: 14.02.2021)

EC (European Commission): 2020a **Changing how we produce and consume: New Circular Economy Action Plan shows the way to a climate-neutral, competitive economy of empowered consumers,** çevrimiçi: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_420, (Erişim Tarihi: 14.02.2021)

EC (European Comission): 2020b **Comission Staff Working Document: Leading the way to a global circular economy: state of play and outlook,** çevrimiçi: https://ec.europa.eu/environment/pdf/circular-economy/leading_way_global_circular_economy.pdf, (Erişim Tarihi: 05.12.2021)

- EC-DGE
(European
Commission
Directorate
General
Environment):
2005
- The Impacts and Costs of Climate Change**, çevrimiçi:
https://ec.europa.eu/clima/sites/default/files/strategies/2020/docs/final_report2_en.pdf, (Erişim Tarihi: 24.07.2021)
- EEA (European
Environment
Agency): 2015
- "The European environment, state and outlook 2015-synthesis report: The changing context of European environmental policy", çevrimiçi:
<https://www.eea.europa.eu/soer/2015/synthesis/report/1-changingcontext>, (Erişim Tarihi : 03.02.2021)
- EEA (European
Environment
Agency): 2016a
- Circular economy in Europe: Developing the knowledge base**, çevrimiçi:
<https://www.eea.europa.eu/publications/circular-economy-in-europe>, (Erişim Tarihi: 21.02.2021)
- EEA (European
Environment
Agency): 2016b
- "Circular economy to have considerable benefits, but challenges remain", çevrimiçi:
<https://www.eea.europa.eu/highlights/circular-economy-to-have-considerable#:~:text=Unlike%20the%20traditional%20take-make,resources%20will%20thus%20be%20reduced>, (Erişim Tarihi: 06.03.2021)
- EEA (European
Environment
Agency): 2020
- "Cutting greenhouse gas emissions through circular economy actions in the buildings sector", çevrimiçi:
<https://www.eea.europa.eu/themes/climate/cutting-greenhouse-gas-emissions-through/cutting-greenhouse-gas-emissions-through>, (Erişim Tarihi: 29.01.2022)

- Ekins, P., **The Circular Economy: What, Why, How and Where**, Domenech, T., çevrimiçi: [http://www.oecd.org/cfe/regional-policy/Ekins-Drummond, P., 2019-Circular-Economy-What-Why-How-Where.pdf](http://www.oecd.org/cfe/regional-policy/Ekins-Drummond_P_2019-Circular-Economy-What-Why-How-Where.pdf), (Erişim Bleischwitz, R., Tarihi: 04.06.2020)
- Hughes, N., & Lotti, L.: 2019
- Ekmekçi, M.: "Jeolojik Geçmişten Günümüze İklim Değişiklikleri: Küresel 2008 İklim Değişimi ve Türkiye", **TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu**, 5-24.
- EMAF (Ellen MacArthur Foundation): 2013 **Towards The Circular Economy: Economic and business rationale for an accelerated transition**, çevrimiçi: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>, (Erişim Tarihi: 05.06.2020)
- EMAF (Ellen MacArthur Foundation): 2015 **Towards A Circular Economy: Business Rationale For An Accelerated Transition**, çevrimiçi: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation_26-Nov-2015.pdf, (Erişim Tarihi: 06.03.2021)
- EMAF (Ellen MacArthur Foundation): 2019 **Completing the Picture: How The Circular Economy Tackles Climate Change**, çevrimiçi: https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/emf_completing_the_picture.pdf, (Erişim Tarihi: 08.12.2021)
- Engin, B.: 2010 "İklim Değişikliği ile Mücadelede Uluslararası İşbirliğinin Önemi", **Sosyal Bilimler Dergisi**, 2, 71-82.
- EP (European Parliament): 2016 **Circular economy 1.0 and 2.0: A comparison**, çevrimiçi: <https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2016/>

573937/EPRS_ATA(2016)573937_EN.pdf, (Erişim Tarihi: 13.02.2021)

Ergün, T., & "Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre Etiği", **Ankara Çobanoğlu, N.: Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 97-123. 2012

Esin, B.: 2020 "AB'nin 2020 Döngüsel Ekonomi Eylem Planı ve İklim Değişikliği İle Mücadele", çevrimiçi: <https://www.iklimhaber.org/abnin-2020-dongusel-ekonomi-eylem-planı-ve-iklim-degisikligi-ile-mucadele/>, (Erişim Tarihi: 14.02.2021)

Eur-Lex: 2014 **Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe**, çevrimiçi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1415800645660&uri=CELEX:52014DC0398>, (Erişim Tarihi: 06.02.2021)

Eur-lex: 2015 **Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy**, çevrimiçi: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0012.02/DOC_1&format=PDF, (Erişim Tarihi: 07.02.2021)

Eur-lex: 2016 **Paris Agreement**, çevrimiçi: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:22016A1019\(01\)#document1](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:22016A1019(01)#document1), (Erişim Tarihi: 01.10.2021)

Eur-lex: 2018a **amending Directive 2008/98/EC on waste**, çevrimiçi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32018L0851>, (Erişim Tarihi: 13.02.2021)

- Eur-lex: 2018b **amending Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste,** çevrimiçi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32018L0851>, (Erişim Tarihi: 13.02.2021)
- Eur-lex: 2018c **amending Directive 1999/31/EC on the landfill of waste,** çevrimiçi: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/850/oj>, (Erişim Tarihi: 13.02.2021)
- Eur-lex: 2019 **On the Implementation of the Circular Economy Action Plan,** çevrimiçi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1551871195772&uri=CELEX:52019DC0190>, (Erişim Tarihi: 14.02.2021)
- Eur-lex: 2020 **A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe,** çevrimiçi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>, (Erişim Tarihi: 14.02.2021)
- Eurostat: 2020 "Circular economy–Overview", çevrimiçi: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy>, (Erişim Tarihi: 20.02.2021)
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations): 2020 "The State of The World's Forests" çevrimiçi: <http://www.fao.org/state-of-forests/en/>, (Erişim Tarihi: 28.03.2020)
- Ferrão, P., Lorena, A., & Ribeiro, P.: 2016 "Industrial Ecology and Portugal's National Waste Plans", **Taking Stock of Industrial Ecology**, 275-289.

Gallego-Schmid, A., Chen, H.-M., Sharmina, M., & "Links between circular economy and climate change mitigation in the built environment", **Journal of Cleaner Production**, 260, 121115.

Mendoza, J.: 2020

Geisendorf, S., & Pietrulla, F.: 2018 "The circular economy and circular economic concepts-a literature analysis and redefinition", **Thunderbird International Business Review**, 60/5, 771-782.

GFC (Green Climate Fund): "About GCF", çevrimiçi: <https://www.greenclimate.fund/about>, (Erişim Tarihi: 2021 24.09.2021)

Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S.: 2016 "A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems", **Journal of Cleaner Production**, 114, 11-32.

Gilbert, P., Wilson, P., Walsh, C., & "The role of material efficiency to reduce CO2 emissions during ship manufacture: A life cycle approach", **Marine Policy**, 75, 227-237.

Hodgson, P.: 2017

Giving Compass: 2021 "The Role Of The Circular Economy In Climate Action", çevrimiçi: <https://givingcompass.org/article/the-role-of-circular-economies-in-climate-action/>, (Erişim Tarihi: 08.12.2021)

Govindan, K., & Hasanagic, M.: 2018 "A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective", **International Journal of Production Research**, 56/1-2, 278-311, <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402141>

Gönençgil, B.: 2008 **Doğal Süreçler Açısından İklim Değişikliği ve İnsan**, 1. bsk., İstanbul, Çantay Kitabevi, ISBN: 978-975-9060-50-3.

- Gözü, F.: 2019 "Bilgi Ekonomisi & Döngüsel Ekonomi Sarmalında: Eko-İnovasyon", **Ubak Sempozyum (Sosyal ve Eğitim Bilimleri)**, çevrimiçi: <https://ubaksymposium.org/Upload/editor/files/sosyal%202.pdf>: (Erişim Tarihi: 12.04.2021), 535-552.
- Haas, W., "How Circular is the Global Economy?: An Assessment of Material Flows, Waste Production, and Recycling in the European Union and the World in 2005", **Journal Of Industrial Ecology**, 19/5, 765-777.
- Krausmann, F., Wiedenhofer, D., & Heinz, M.: 2015 "Analysing the Energy Efficiency of EU Member States: The Potential of Energy Recovery from Waste in the Circular Economy", **Energies**, 12/19, 1-32.
- Petrou, K.: 2019 "Mobility and environmental impacts of car sharing in the Netherlands", **Environmental Innovation and Societal Transitions**, 23, 84-91.
- Hans, N., & van Meerkerk, J.: 2017 "Beklentiler Büyük, İcraat Zayıf: Katowice iklim değişikliği konferansı COP 24", çevrimiçi: <https://tr.boell.org/tr/2019/03/14/beklentiler-buyuk-icraat-zayif-katowice-iklim-degisikligi-konferansi-cop-24>, (Erişim Tarihi: 04.10.2021)
- HBSD (Heinrich Böll Stiftung Derneği): 2019 "Material efficiency strategies to reducing greenhouse gas emissions associated with buildings, vehicles, and electronics-a review", **Environmental Research Letters**, 14/4, çevrimiçi: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab0fe3/meta>, (Erişim Tarihi: 15.12.2021)
- Masanet, E., . . . Tu, Q.: 2019

HİİDP & DCUBE **İşletmeler İçin Döngüsel Ekonomi Rehberi**, çevrimiçi:
(Hedefler İçin İş https://business4goals.org/PDF/Dongusel_Ekonomi_Rehberi.pdf, (Erişim Tarihi: 10.04.2021)
Dünyası
Platformu &
DCube Döngüsel
Ekonomi
Kooperatifi):
2020

Howarth, R. B.: "Sustainability, Well-Being, and Economic Growth", **Minding**
2012 **Nature**, 5/2, 32-39, çevrimiçi:
https://www.humansandnature.org/filebin/pdf/minding_nature/Sept-2012_Sustainability_WellBeing.pdf, (Erişim Tarihi: 17.01.2021)

IPCC: 2001 **Climate Change 2001: The Scientific Basis (Third Assessment Report) Summary for Policymakers**, çevrimiçi:
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGI_TAR_full_report.pdf, (Erişim Tarihi: 31.05.2021)

IPCC: 2007 **Climate Change 2007- The Physical Science Basis**, New York, Cambridge University Press

IPCC: 2008 **Climate Change 2007: Synthesis Report**, Cenevre, World Meteorological Organization (WMO), ISBN 92-9169-122-4

IPCC: 2013 **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**, Cambridge & New York, Cambridge University Press, çevrimiçi:
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf, (Erişim Tarihi: 01.06.2021)

- IPCC: 2014a **Climate Change 2014 Synthesis Report**, çevrimiçi: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf, (Erişim Tarihi: 30.05.2021)
- IPCC: 2014b **Climate Change 2014 Mitigation of Climate Change Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the IPCC**, çevrimiçi: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf, (Erişim Tarihi: 07.12.2021)
- IPCC: 2018 **Global Warming of 1.5°C**, çevrimiçi: https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf, (Erişim Tarihi: 14.05.2021)
- IPCC: 2021a "The Intergovernmental Panel on Climate Change", çevrimiçi: <https://www.ipcc.ch/>: <https://www.ipcc.ch/>, (Erişim Tarihi: 06.09.2021)adresinden alındı
- IPCC: 2021b "Fifth Assessment Report", çevrimiçi: <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/>, (Erişim Tarihi: 17.09.2021)
- Jackson, P.: 2007 "From Stockholm to Kyoto: A brief history of climate change", çevrimiçi: <https://www.un.org/en/chronicle/article/stockholm-kyoto-brief-history-climate-change>, (Erişim Tarihi: 03.09.2021)
- Johnson, C., "Anthropogenic Causes of Climate Change. An Introduction To Geology", **Salt Lake Community College**, bl. no.: 15.5.1-2, çevrimiçi: [https://geo.libretexts.org/Bookshelves/Geology/Book%3A_An_Introduction_to_Geology_\(Johnson_Affolter_Inkenbrandt_and_Mosher\)/15%3A_Global_Climate_Change/15.05%3A_Anthropogenic_Causes_of_Climate_Change#:~:text=The%20T](https://geo.libretexts.org/Bookshelves/Geology/Book%3A_An_Introduction_to_Geology_(Johnson_Affolter_Inkenbrandt_and_Mosher)/15%3A_Global_Climate_Change/15.05%3A_Anthropogenic_Causes_of_Climate_Change#:~:text=The%20T)

heory%20of%20Anthropogenic%20Climate%20C, (Erişim Tarihi: 18.05.2021)

Jones, M., "High-volume, ultra-low-density fly ash foamed concrete", Ozlutas, K., & **Magazine of Concrete Research**, 69/22, 1146-1156.
Zheng, L.: 2017

Kadıoğlu, M.: "Şehirleşmenin Marmara Bölgesindeki Yağışlara Etkisi", **Su ve Çevre Sempozyumu**, çevrimiçi: https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/38901788c533e82_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 17.05.2021)

Kadıoğlu, M.: "Günümüzden 2100 Yılına Küresel İklim Değişimi", **TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu**, 25-44.
2008

Kahn, M., "Long-term acroeconomic effects of climate change: A cross-Mohaddes, K., country analysis", **National Bureau of Economic Research**, Ng, R., Pesaran, 26167, çevrimiçi: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w26167/w26167.pdf, (Erişim Tarihi: 28.07.2021)
M., Raissi, M., & Yang, J.-C.: 2019

Kalmykova, Y., "Circular Economy – From Review of Theories and Practices Sadagopan, M., & to Development of İmplementation Tools", **Resources, Conservation and Recycling**, 135, 190-201.
Rosad, L.: 2018

Karakaş, İ.: 2021 "İklim Krizi-Sayılarla kirlilik: Ulaşım", çevrimiçi: <https://iklimgazetesi.com/sayilarla-kirlilik-ulasim/>, (Erişim Tarihi: 23.01.2022)

Karakuyu, M.: "Şehirleşmenin Küresel İklim Sapmaları ve Taşkınlar Üzerindeki Etkisi", **Marmara Coğrafya Dergisi**, 6, 97-108.
2002

- Kaymaz, C., & "İklim Değişikliği Politikalarına Yönelik Bir Çerçeve Tut, G.: 2020 Oluşturma Denemesi", **Kent ve Çevre Araştırmaları**, 2/1, 78-98.
- Kirchherr, J., "Barriers to the circular economy: evidence from the European Union", **Ecological Economics**, 150, 264-272.
- Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A., & Hekkert, M.: 2018
- Kirchherr, J., "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions", **Resources, Conservation and Recycling**, 127, 221-232.
- Reike, D., & Hekkert, M.: 2017
- Kok, L., Wurpel, G., & Ten Wolde, A.: 2013 **Unleashing the Power of the Circular Economy. Amsterdam: IMSA Amsterdam**, çevrimiçi: http://circular-future.eu/wp-content/uploads/2015/08/Unleashing_the_Power_of_the_Circular_Economy-Circle_Economy.pdf, (Erişim Tarihi: 28.02.2021)
- Korhonen, J., "Circular Economy: The Concept and its Limitations", **Ecological Economics**, 143, 37-46,
- Honkasalo, A., & Seppälä, J.: 2018a <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Korhonen, J., "Circular economy as an essentially contested concept", **Journal of Cleaner Production**, 175, 545-551,
- Nuur, C., & Feldmann, A., <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>
- EshetuBirkie, S.: 2018b

- Koyuncu, M., & Akgün, H.: 2017 "Çiftlik Hayvanları ve Küresel İklim Değişikliği Arasındaki Etkileşim", **U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi**, 32/1, 151-164.
- Kurnaz, L.: 2017 "Gezeğin Sınırları İçinde", **İklim Değişikliği ve Yeşil Boyut: Yeşil Ekonomi Yeşil Büyüme**, edit: M. Ucal, Ankara, Fersa Matbaacılık, s. 40-54.
- Lacy, P., & Rutqvist, J.: 2015 **Waste to Wealth : The Circular Economy Advantage**, London, Palgrave Macmillan, ISBN: 978-1-349-58040-8.
- Levin, K., & Fransen, T.: 2015 "INSIDER: Why are INDC studies reaching different temperature estimates?", World Resources Institute, çevrimiçi: <https://www.wri.org/insights/insider-why-are-indc-studies-reaching-different-temperature-estimates>, (Erişim Tarihi: 18.09.2021)
- Liu, Z., Adams, M., Cote, R., Chen, Q., Wu, R., Wen, Z., . . . Dong, L.: 2018 "How does circular economy respond to greenhouse gas emissions reduction: An analysis of Chinese plastic recycling industries", **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 91, 1162-1169.
- Mabee, W.: 2021 "Wooden skyscrapers could transform construction by trapping carbon emissions", çevrimiçi: <https://theconversation.com/wooden-skyscrapers-could-transform-construction-by-trapping-carbon-emissions-135880#:~:text=Tall%20wooden%20buildings%20store%20carbon,in%20the%20building%20for%20decades.&text=Research%20suggests%20that%20tall%20wooden,their%2>, (Erişim Tarihi: 29.01. 2022)

- Makower, J.: "Circularity and the 45 percent climate solution", çevrimiçi: 2019 <https://www.greenbiz.com/article/circularity-and-45-percent-climate-solution>, (Erişim Tarihi: 06.12.2021)
- Mangır, A.: 2016 "Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yavaş ve Hızlı Moda", **Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi**, 19, 143-154.
- Martin, E., & "Greenhouse gas emission impacts of carsharing in North Shaheen, S.: 2011 America", **IEEE Transactions on intelligent transportation systems**, 12/4, 1074-1086.
- Maslin, M., & "Tectonics, Orbital Forcing, Global Climate Change, and Christensen, B.: Human Evolution in Africa: Introduction To The African 2007 Paleoclimate Special Volume", **Journal of Human Evolution**, 53/5, 443-464.
- Material **The Circular Economy - A Powerful Force for Climate Economics: 2018 Mitigation.** çevrimiçi: <https://media.sitra.fi/2018/06/12132041/the-circular-economy-a-powerful-force-for-climate-mitigation.pdf>, (Erişim Tarihi: 07.12.2021)
- Mazlum, S. C.: **Küresel İklim Politikaları**, İklim Değişikliği Alanında Ortak 2019 Çabaların Desteklenmesi Projesi (iklimİN), Ankara, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- MGM "Üçüncü Dünya İklim Konferansı İsviçre'nin Cenevre kentinde (Meteoroloji 31 Ağustos - 4 Eylül tarihleri arasında yapıldı", çevrimiçi: Genel <https://www.mgm.gov.tr/kurumsal/haberler.aspx?y=2009&f=wcc3>, (05.09.2021) Müdürlüğü): 2009

- MGM (Meteoroloji Genel Müdürlüğü): 2015 **Yeni Senaryolar ile Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği**, çevrimiçi: <https://mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim-degisikligi-projeksiyon2015.pdf>, (Erişim Tarihi: 10.05.2021)
- Minunno, R., "Exploring environmental benefits of reuse and recycle practices: A circular economy case study of a modular building", **Resources, Conservation and Recycling**, Gruner, R.: 2020 160/104855.
- Mittal, S., Pathak, M., Priyadarshi, Ramprasad, S., & Ahlgren, E.: 2017 "GHG Mitigation and Sustainability Co-benefits of Urban Solid Waste Management Strategies: a Case Study of Ahmedabad, India", **Chemical Engineering Transactions**, 56, 457-462.
- Muşmul, G., & Yaman, K.: 2018 "Çevre ve Ekonomi İlişkisi Üzerine Genel Bir Değerlendirme", **Ekonomi, İşletme ve Yönetim Dergisi**, 2/1, 66-86.
- Nerlich, S.: 2009 "An Astronomical Perspective on Climate Change", çevrimiçi: <https://www.universetoday.com/46311/an-astronomical-perspective-on-climate-change/>, (Erişim Tarihi: 17.05.2021)
- Niemi, A.: 2021 "Energy efficiency contributes to circular economy", çevrimiçi: <https://www.enerkey.com/en/company/news/energy-efficiency-contributes-to-circular-economy/>, (Erişim Tarihi: 05.05.2021)
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration): 2021 "Climate at a Glance: Global Time Series", çevrimiçi: <https://www.ncdc.noaa.gov/cag/global/time-series>, (Erişim Tarihi: 14.05.2021)

- NOAA "Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide", çevrimiçi:
Climate.gov: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>, (Erişim Tarihi: 14.05.2021)
- Oppenheimer, M., "The Science of Climate Change", **The Future of Children**, & Anttila- 26/1, 11-30, <https://doi.org/10.1353/foc.2016.0001>
Hughes, J.: 2016
- OSD (Otomotiv Sanayii Derneği): **Otomotiv Sanayii 2017 Yılı Küresel Değerlendirme Raporu**, çevrimiçi: http://www.osd.org.tr/sites/1/upload/files/2017_Kuresel_Değerlendirme_Raporu-4349.pdf, (Erişim Tarihi: 14.03.2021)
- Önder, H.: 2018a **Döngüsel Ekonomi ve Avrupa Ülkeleri Üzerine Bir Analiz**, 1. bsk., Bursa, Ekin Yayınevi, ISBN: 978-605-327-658-6.
- Önder, H.: 2018b "Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışında Yeni Bir Kavram: Döngüsel Ekonomi", **Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 57, 196-204.
- Özsoy, T.: 2018a **Döngüsel Ekonomi: Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Perspektifinden**, 1.bsk., Ankara, Nisan Kitabevi.
- Özsoy, T.: 2018b "Döngüsel Ekonomi: Almanya' daki Durumun Bir Özeti", **Global Journal of Economics and Business Studies**, 7/14, 129-143.
- Öztürk, T.: 2017 "İklim Değişikliği Etkileri ve İklim Modelleri", **İklim Değişikliği ve Yeşil Boyut: Yeşil Ekonomi Yeşil Büyüme**, edit: M. Ucal, Ankara, Fersa Matbaacılık, s. 170-180.
- Pınarcıoğlu, N.: "İklim Değişikliği Müzakerelerinde Gelinek Nokta: Paris 2018 Anlaşması Ve Sonrası", **Turkish Studies**, 13/23, 211-224.

- Ponce Del Castillo, A.: 2014 **EU waste legislation: current situation and future developments**, çevrimiçi: https://etui.org/sites/default/files/ez_import/Hesamag_09_EN-26-31.pdf, (Erişim Tarihi: 05.02.2020)
- Ritchie, H., & Roser, M.: 2018 "Urbanization", çevrimiçi: <https://ourworldindata.org/urbanization#number-of-people-living-in-urban-areas>, (Erişim Tarihi: 21.05.2021)
- Ritchie, H., & Roser, M.: 2020 "Emissions by sector", çevrimiçi: <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>, (Erişim Tarihi: 11.01.2022)
- Ritchie, H.: 2019 "Food production is responsible for one-quarter of the world's greenhouse gas emissions", çevrimiçi: <https://ourworldindata.org/food-ghg-emissions>, (Erişim Tarihi: 31.01.2022)
- Rizos, V., Tuokko, K., & Behrens, A.: 2017 **The Circular Economy: A review of definitions, processes and impacts**, çevrimiçi: https://www.ceps.eu/download/publication/?id=9969&pdf=R2017-08_CircularEconomy_0.pdf, (Erişim Tarihi: 06.03.2021)
- Sadioğlu, U., & Ağıralan, E.: 2020 "İklim Değişikliği Çerçevesinde 25. Taraflar Konferansı (COP25)", **Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 11/Ek Sayı-1, 361-385.
- Sağsen, İ.: 2017 "Uluslararası İklim Değişikliği Müzakereleri: Çevre Duyarlılığı mı Yoksa Yeni Bir Uluslararası Rekabet Alanı mı?", **Alternatif Politika**, İklim Değişikliği ve Enerji Özel Sayısı, 46-69.

- Sapmaz Veral, E., "Avrupa Birliği Atık Politikasında Atık Yönetiminden Kaynak & Yiğitbaşıoğlu, Yönetimi Yaklaşımına Geçiş Yönelimleri ve Döngüsel H.: 2018 Ekonomi Modeli", **Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri**, 6/1, 1-19.
- Sauvé, S., "Environmental sciences, sustainable development and circular Bernard, S., & economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research", Sloan, P.: 2016 **Environmental Development**, 17, 48-56.
- Scialabba, N.: "Food Wastage Footprint & Climate Change", çevrimiçi: 2015 <https://www.fao.org/documents/card/en/c/7338e109-45e8-42da-92f3-ceb8d92002b0/>, (Erişim Tarihi: 11.12.2021)
- Scott, K., "Bridging the climate mitigation gap with economy-wide Gieseckam, J., material productivity", **Journal of Industrial Ecology**, 23/4, Barrett, J., & 918-931.
- Owen, A.: 2019
- skd Türkiye: 2016 **100 Maddede Sürdürülebilirlik Rehberi**, çevrimiçi: <http://www.skdturkiye.org/files/yayin/100-maddede-surdurulebilirlik-rehberi.pdf>, (Erişim Tarihi: 21.02.2021)
- Steffen, W., "Planetary boundaries: Guiding human development on a Richardson, K., changing planet", **Science**, 347/6223, 1259855-1 - 1259855-Rockström, J., 10.
- Cornell, S., Fetze, I., & ...: 2015
- Stern, N.: 2006 **Stern Review: The Economics of Climate Change**, United Kingdom, çevrimiçi: http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview_report_complete.pdf, (Erişim Tarihi: 25.07.2021)

Su, B., Heshmati, "A review of the circular economy in China: moving from A., Geng, Y., & rhetoric to implementation", **Journal of Cleaner Production**, Yu, X.: 2013 42, 215-227, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020>.

Suarez-Eiroa, B., "Operational principles of circular economy for sustainable Fernandez, E., development: Linking theory and practice", **Journal of Mendez-Cleaner Production**, 214, 952-961.

Martínez, G., &
Soto-Onate, D.:
2018

Şentürk, İ.: 2019 "Otomotiv Sanayi ve Çevre", **VIII. Umteb International Congress on Vocational & Technical Sciences**, Sivas, İksad Publications, s. 71-82.

T.C. Çevre ve "Su", çevrimiçi:
Şehircilik <https://webdosya.csb.gov.tr/db/bolu/icerikler/su-20180222083149.pdf>, (Erişim Tarihi: 28.03.2021)
Bakanlığı: 2018

T.C. Dışişleri "Sürdürülebilir Kalkınma", çevrimiçi:
Bakanlığı: 2020a <http://www.mfa.gov.tr/surdurulebilir-kalkinma.tr.mfa>, (Erişim Tarihi: 19.01.2021)

T.C. Dışişleri "Fasıl 27: Çevre ve İklim Değişikliği", çevrimiçi:
Bakanlığı: 2020b https://www.ab.gov.tr/fasil-27-cevre_92.html, (Erişim Tarihi: 01 31, 2021).

T.C. Dışişleri "Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP)", çevrimiçi:
Bakanlığı: 2021a <https://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler-cevre-programi.tr.mfa>, (Erişim Tarihi: 08.09.2021)

T.C. Dışişleri "Paris Anlaşması", çevrimiçi: <https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa>, (Erişim Tarihi: 04.10.2021)
Bakanlığı: 2021b

- Tarhan, K.: 2018 "Küresel Çevre Sorunlarının Politikleşmesi Ve Uluslararası İlişkiler Teorileri Kapsamında Analiz", **International Journal of Social And Humanities Sciences**, 2/1, 152-170.
- The World Bank: **What a Waste : A Global Review of Solid Waste Management**, çevrimiçi: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>, (Erişim Tarihi: 02.01.2022)
- The World Bank: "Global Waste to Grow by 70 Percent by 2050 Unless Urgent Action is Taken: World Bank Report", çevrimiçi: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>, (Erişim Tarihi: 14.03.2021)
- The World Bank: "Trends in Solid Waste Management", çevrimiçi: https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html, (Erişim Tarihi: 16.03.2021)
- The World Bank: "Final consumption expenditure", çevrimiçi: <https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.TOTL.CD?end=2019&start=1960&view=chart>, (Erişim Tarihi: 22.03.2021)
- The World Bank: **What A Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050.** çevrimiçi: https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html, (Erişim Tarihi: 02.01.2022)
- Tuckett, R.: 2019 "Greenhouse Gases", **Encyclopedia of Analytical Science**, edit.: Paul Worsfold, Alan Townshend, Colin Poole, Manuel Miró, 3. bsk., 362-372, çevrimiçi:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124095472140314?via%3Dihub>, (Erişim Tarihi: 18.05.2021)

- Türkeş, M., "Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri", **Çevre Sümer, U., & Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Çetiner, G.:** 2000 **Sözleşmesi Seminer Notları**, 7-24, Ankara, ÇKÖK Gn. Md.
- Türkeş, M.: 2001 "Küresel iklimin korunması, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye", **Tesisat Mühendisliği**, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Süreli Teknik Yayın 61, 14-29.
- Türkeş, M.: 2008 "Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler", **İklim Değişikliği ve Çevre**, 1, 26-37.
- Türkeş, M.: 2012 "Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme", **Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri**, 1-32.
- Türkeş, M.: 2019 **İklim Değişikliğinin Bilimsel Temelleri, Türkiye' ye Etkileri**, Ankara, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, çevrimiçi: http://www.iklimin.org/wp-content/uploads/egitimler/seri_01.pdf, (Erişim Tarihi: 16.05.2021).
- Türkiye Döngüsel Ekonomi Platformu: 2021 "2021 Dünya Döngüsel Ekonomi+ İklim Forumu Gerçekleşti", çevrimiçi: https://donguselekonmiplatformu.com/tmm/post_2021-dunya-dongusel-ekonomi-iklim-forumu-gerceklesti_294.html, (Erişim Tarihi: 05.12.2021)
- Ucal, M.: 2017a "Geleneksel Ekonomi ve Yeşil Ekonomi Bakış Açısı Arasındaki Farklar", **İklim Değişikliği ve Yeşil Boyut: Yeşil**

- Ekonomi ve Yeşil Büyüme**, edit.: M. Ucal, Ankara, Fersa Matbaacılık, s. 120-131.
- Ucal, M.: 2017b "Yeşil Ekonomi Metodolojisi ve Felsefesi: Yeşil Büyüme ve Sürdürülebilir Kalkınma", **İklim Değişikliği ve Yeşil Boyut: Yeşil Ekonomi ve Yeşil Büyüme**, edit.: M. Ucal, Ankara, Fersa Matbaacılık, s. 77-93.
- UN (United Nations): 1998 "United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3-14 June 1992", çevrimiçi: <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>, (Erişim Tarihi: 07.09.2021)
- UN (United Nations): 2012 **The Future We Want**, çevrimiçi: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/733FutureWeWant.pdf>, (Erişim Tarihi: 18.06.2021)
- UNCCS (United Nations Climate Change Secretariat): 2018 **Climate Action Now: Summary For Policymakers**, çevrimiçi: https://unfccc.int/resource/climateaction2020/media/1308/unfccc_spm_2018.pdf, (Erişim Tarihi: 16.12.2021)
- UNCED (The United Nations Conference on Environment and Development): 1992 **Agenda 21**, Rio de Janeiro, çevrimiçi: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>, (Erişim Tarihi: 16.03.2021)
- UNDP (United Nations Development): "Sustainable Development Goals", çevrimiçi: <https://www.tr.undp.org/content/turkey/en/home/sustainable-development-goals.html>, (Erişim Tarihi: 22.05.2020)

Programme):

2020

UNDP Türkiye: **İstedğimiz Gelecek: BM Sürdürülebilir Kalkınma**
2012 **Konferansı (Rio+20) Rio de Janeiro, Brezilya 20-22**
Haziran 2012 Konferans Çıktısı, çevrimiçi:
https://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/library/environment_energy/the_future_we_want_june_2012.html, (Erişim Tarihi:23.01.2021)

UNEP (United Nations Environment Programme): **Global Waste Management Outlook**, çevrimiçi:
<https://www.uncclearn.org/wp-content/uploads/library/unep23092015.pdf>, (Erişim Tarihi: 14.03.2021)
2015

UNEP (United Nations Environment Programme): **Resource efficiency: Potential and economic implications**, çevrimiçi:
https://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/resource_efficiency_report_march_2017_web_res.pdf, (Erişim Tarihi: 06.03.2021)
2017

UNEP (United Nations Environment Programme): "UN calls for urgent rethink as resource use skyrockets", çevrimiçi: <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/un-calls-urgent-rethink-resource-use-skyrockets>, (Erişim Tarihi: 14.03.2021)
2019a

UNEP (United Nations Environment Programme): "Cut global emissions by 7.6 percent every year for next decade to meet 1.5°C Paris target - UN report", çevrimiçi:
<https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/cut-global-emissions-76-percent-every-year-next-decade-meet-15degc>, (Erişim Tarihi: 02.12.2021)
2019b

- UNEP (United Nations Environment Programme): **Emissions Gap Report 2020**, çevrimiçi: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34438/EGR20ESE.pdf?sequence=25>, (Erişim Tarihi: 28.03.2021)
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change): **United Nations Framework Convention on Climate Change**, çevrimiçi: https://unfccc.int/sites/default/files/convention_text_with_annexes_english_for_posting.pdf, (Erişim tarihi: 11.09.2021)
- UNFCCC: 1998 **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**, çevrimiçi: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>, (Erişim Tarihi: 15.09.2021)
- UNFCCC: 2010 **Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009**, çevrimiçi: <https://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/11a01.pdf>, (Erişim Tarihi: 19.09.2021)
- UNFCCC: 2018a "Circular Economy Is Crucial to Paris Goals - Study". çevrimiçi: <https://unfccc.int/news/circular-economy-is-crucial-to-paris-goals-study>, (Erişim Tarihi: 04.12.2021)
- UNFCCC: 2018b "Circular Economies 2.0: Experts Highlight Innovation and Best Practice", çevrimiçi: <https://unfccc.int/news/circular-economies-20-experts-highlight-innovation-and-best-practice>, (Erişim Tarihi: 29.01.2022)

- UNFCCC: 2019a "What is the United Nations Framework Convention on Climate Change?", çevrimiçi: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/what-is-the-united-nations-framework-convention-on-climate-change>, (Erişim Tarihi: 10.09.2021)
- UNFCCC: 2019b "Circular Economy Is Crucial for Climate Protection - Patricia Espinosa", çevrimiçi: <https://unfccc.int/news/circular-economy-is-crucial-for-climate-protection-patricia-espinosa>, (Erişim Tarihi: 30.11.2021)
- UNFCCC: 2021a "Conference of the Parties (COP)", çevrimiçi: <https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop>, (Erişim Tarihi: 13.09.2021)
- UNFCCC: 2021b "Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol (CMP)", çevrimiçi: <https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-serving-as-the-meeting-of-the-parties-to-the-kyoto-protocol-cmp>, (Erişim Tarihi: 11.09.2021)
- UNFCCC: 2021c "What is the Kyoto Protocol?", çevrimiçi: https://unfccc.int/kyoto_protocol, (Erişim Tarihi: 14.09.2021)
- UNFCCC: 2021d "Time Series - Annex I", çevrimiçi: https://di.unfccc.int/time_series, (Erişim Tarihi: 17.09.2021)
- UNFCCC: 2021e "Shifting to a Circular Economy Essential to Achieving Paris Agreement Goals", çevrimiçi: <https://unfccc.int/news/shifting-to-a-circular-economy-essential-to-achieving-paris-agreement-goals>, (Erişim Tarihi: 30.11.2021)

- UNTC (United Nations Treaty Collection): 2021 "Chapter XXVII (Environment) - 7. d Paris Anlaşması", çevrimiçi: https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=IND&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27&clang=_en, (Erişim Tarihi: 05.10.2021)
- Urbinati, A., Chiaroni, D., & Chiesa, V.: 2017 "Towards a new taxonomy of circular economy business models", **Journal of Cleaner Production**, 168, 487-498.
- WHO (World Health Organization): 2018 "Climate change and health", çevrimiçi: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>, (Erişim Tarihi: 27.07.2021)
- WRI (World Resources Institute): 2019 "5 Questions About Agricultural Emissions, Answered", çevrimiçi: <https://www.wri.org/insights/5-questions-about-agricultural-emissions-answered>, (Erişim Tarihi: 31.01.2022)
- WRI (World Resources Institute): 2020 "4 Charts Explain Greenhouse Gas Emissions by Countries and Sectors", çevrimiçi: <https://www.wri.org/insights/4-charts-explain-greenhouse-gas-emissions-countries-and-sectors>, (Erişim Tarihi: 19.01.2022)
- WWF-Türkiye: 2009 "Kopenhag Küresel Isınmayı Durdurmadı", çevrimiçi: https://www.wwf.org.tr/yayinlarimiz/basin_bultenleri/?1320/kopenhagkureselisinmayidurduramadi, (Erişim Tarihi: 20.09.2021)
- WWF-Türkiye: 2019 "Bugün İtibarıyla 2019'un Kaynaklarını Tüketmiş Bulunuyoruz", çevrimiçi: https://www.wwf.org.tr/basin_bultenleri/guncel_haberler/?91

00/bugun-itibaryle-2019un-kaynaklarini-tuketmis-bulunuyoruz, (Erişim Tarihi: 21.05.2020)

WWF-Türkiye: **Türkiye Kıyılarında Atık Analizi Raporu.** çevrimiçi: 2020 <https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/atkanaliziraporweb.pdf?10200/turkiye-kiyilarinda-atik-analizi>, (Erişim Tarihi: 28.03.2021)

Yaman, K., & "Kuruluşundan Günümüze Avrupa Birliği'nin Çevre Gül, M.: 2018 Politikası", **Ekonomi, İşletme ve Yönetim**, 2/2, 198-217.

Yarar, A.: 2020 "Yerel Gündem 21", çevrimiçi: <http://www.mfa.gov.tr/yerel-gundem-21.tr.mfa>, (Erişim Tarihi: 20.01.2021)

Yıldız Karakoç, "Birleşmiş Milletlerin İklim Değişikliğiyle Mücadeledeki D.: 2018 Rolü", **Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi**, 6/79, 407-424.

Yuan, Z., Bi, J., & "The Circular Economy: A New Development Strategy in Moriguichi, Y.: China", **Industrial Ecology In Asia**, 10/1-2, 4-8. 2006