

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI



BANKACILIK SEKTÖRÜNDE KARBON AYAK İZİ
UYGULAMALARI VE TUREFF – TURSEFF PROJE
SONUÇLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İLHAN AKSU

TEZ DANIŞMANI
Dr.Öğr.Üyesi Erdoğan Kotil

BOLU, TEMMUZ - 2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

İlhan AKSU tarafından hazırlanan “**BANKACILIK SEKTÖRÜNDE KARBON AYAK İZİ UYGULAMALARI ve TUREFF – TURSEFF PROJE SONUÇLARI**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından İktisat Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir. 28/07/2023

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Dr.Öğr.Üyesi Erdoğan KOTİL
Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Dr.Öğr.Üyesi Nihat DAĞISTAN
Başkent Üniversitesi

.....

Üye
Prof.Dr.Fatih KONUR
Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

.....
İLHAN AKSU

ÖZET

BANKACILIK SEKTÖRÜNDE KARBON AYAK İZİ UYGULAMALARI VE TUREFF – TURSEFF PROJE SONUÇLARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İLHAN AKSU

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR.ÜYESİ ERDOĞAN KOTİL)

BOLU, TEMMUZ - 2023

XIV+103 Sayfa

Karbon piyasaları, dünya genelinde sera gazı emisyonlarının düşürülmesini desteklemek amacıyla geliştirilen önemli finansal araçlardır. Bu piyasalar, emisyon azaltım projelerine finansman sağlamak ve karbon salınımını azaltmak amacıyla emisyon kredileri alım satımını içerir. Karbon piyasaları, emisyon ticaret mekanizmaları ve iklim politikalarının bir parçası olarak kullanılmaktadır. Türkiye'deki bankalar, karbon ayak izi uygulamalarıyla kendi sera gazı emisyonlarını ölçmekte ve azaltmaya yönelik adımlar atmaktadır. Bu uygulamalar, enerji verimliliği önlemleri, yenilenebilir enerji yatırımları ve karbon nötr hedeflerini içermektedir. Bankalar ayrıca, sürdürülebilir projelere finansman sağlamak ve müşterilerini de karbon azaltımı konusunda teşvik etmek için çeşitli finansman ürünleri sunmaktadır. Bu şekilde, bankalar sürdürülebilirlik çalışmalarında hayati rol oynamakta ve finansmanın sürdürülebilir projelere yönlendirilmesini sağlamaktadır. Karbon ayak izini azaltmak için sağlanan dış finansman kaynakları, Türkiye'nin iklimde meydana gelen değişikliklerle mücadelesinde ve sürdürülebilirlik hedeflerini gerçekleştirmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu kaynaklar, uluslararası kuruluşlar, kalkınma bankaları, fonlar ve iklim finansman mekanizmaları tarafından sağlanmaktadır. Türkiye, başta enerji verimliliği olmak üzere yenilenebilir enerji, kentsel dönüşüm, tarım sürdürülebilirliği ve deniz ekosistemleri koruması gibi alanlarda bu kaynakları kullanarak sürdürülebilir projeleri finanse etmekte ve hayata geçirmektedir. Türkiye'deki dış finansman kaynağı uygulamalarından örnek olarak "TuREEFF" ve TurSEFF projeleri, faaliyetleriyle ve sağladıkları finans desteğiyle enerjide dönüşüm projelerinde olumlu sonuçlar elde etmektedirler. Bu projenin amacı, enerji tüketimini azaltmak, yenilenebilir enerji kaynaklarını artırmak ve karbon salınımını düşürmektir. Literatürde ve saha çalışmalarının sonucu olarak karbon ayak izinin azaltılması kapsamında Türkiye'deki finans kuruluşlarından özellikle Bankaların uygulamalarından yıllık elektrik tüketimine denk enerji tasarrufu uygulamaları, karbon emisyonunun önüne geçilmesi projeleri, kurulu yenilenebilir enerji gücü projeleri ve çıktıları dikkate alınmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Karbon Ayak İzi, Karbon Emisyonu, Finans Uygulamaları, İklim Değişikliği, Karbon Piyasaları, TuREEFF, TurSEFF

ABSTRACT

CARBON FOOTPRINT APPLICATIONS IN THE BANKING SECTOR AND TUREEFF – TURSEFF PROJECT RESULTS

MASTER THESIS

İLHAN AKSU

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF ECONOMICS

(SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. ERDOĞAN KOTİL)

BOLU, JULY 2023

XIV+103 Pages

Carbon markets are important financial instruments developed to support the reduction of greenhouse gas emissions worldwide. These markets include buying and selling emissions credits to finance emission reduction projects and reduce carbon emissions. Carbon markets are used as part of emissions trading mechanisms and climate policies. Banks in Turkey measure their own greenhouse gas emissions with carbon footprint practices and take steps to reduce them. These practices include energy efficiency measures, renewable energy investments and carbon neutral targets. Banks also offer various financing products to finance sustainable projects and encourage their customers to reduce carbon. In this way, banks play a vital role in sustainability efforts and ensure that financing is directed towards sustainable projects. External financing resources provided to reduce its carbon footprint play an important role in Turkey's fight against climate change and in achieving its sustainability goals. These resources are provided by international organizations, development banks, funds and climate finance mechanisms. Turkey finances and implements sustainable projects by using these resources in areas such as energy efficiency, renewable energy, urban transformation, agricultural sustainability and protection of marine ecosystems. "TuREEFF" and TurSEFF projects, as examples of external financing resource practices in Turkey, achieve positive results in energy transformation projects with their activities and the financial support they provide. The aim of this project is to reduce energy consumption, increase renewable energy sources and reduce carbon emissions. In the literature and as a result of field studies, within the scope of reducing the carbon footprint, energy saving practices equivalent to annual electricity consumption, carbon emission prevention projects, installed renewable energy power projects and outputs from financial institutions in Turkey, especially from the applications of banks, have been taken into consideration.

KEYWORDS: Carbon Footprint, Carbon Emission, Finance Applications, Climate Change, Carbon Markets, TuREEFF, TurSEFF

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLO LİSTESİ	ix
GRAFİK LİSTESİ	x
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xi
TEŞEKKÜR	xiv
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM.....	2
1. GENEL BİLGİLER	2
1.1 Küresel İklim Değişikliklerinin Tarihsel Süreci	2
1.2 Sera Etkisi Artışı ve Sera Gazları	4
1.3 Küresel İklim Değişikliğinin Etkileri.....	5
1.3.1 İklim Değişikliklerinin Türkiye'ye Yönelik Tesirleri.....	12
1.4 İklim Değişikliğinin Tarımsal Üretim Üzerindeki Etkisi	14
1.4.1 Tarımsal Üretimin İklim Değişikliğine Etkileri.....	
1.5 Küresel İklim Değişikliği Kapsamında Oluşturulan Uluslararası Yapılanmalar ve İzlenen Politikalar	25
1.5.1 Stockholm Konferansı	26
1.5.2 Dünya İklim Konferansları.....	26
1.5.3 Birleşmiş Milletler Çerçeve Anlaşması.....	27
1.5.4 Kyoto Protokolü	29
1.5.5 Paris Anlaşması	32
1.6 Karbon Ayak İzi Nedir?.....	34
1.6.1 Karbon Ayak İzi ile İlgili Uygulamalar	36
1.6.2 Karbon Ayak İzi Hesaplama Yöntemleri	37
1.6.3 Uluslararası Standartlar	38
İKİNCİ BÖLÜM	40
2. KARBON PİYASASI SİSTEMİ	40
2.1 Karbon Piyasaları.....	40
2.2 Karbon Piyasasına İlişkin Teorik Altyapı.....	42
2.3 Gönüllülük Esasına Dayanan Piyasalar ve Karbon Ticareti	43
2.4 Piyasa Mekanizması ve Karbon Vergisi	45
2.5 Karbon Piyasasında İşleyiş ve Finansal Araçlar	45
2.6 Sözleşmeye Göre Karbon Piyasaları.....	46
2.6.1 Spot Karbon Piyasası	46

2.6.2 Vadeli Karbon Piyasası	46
2.7 Karbon Piyasasında Risk Unsurları	48
2.7.1 Politik Risk.....	49
2.7.2 Kredi Riski	49
2.7.3 Operasyonel Risk	50
2.7.4 Piyasa Riski	51
2.8 Karbon Piyasasında Fiyatlandırma	52
2.8.1 İzlenen Politikalar ve Regülasyonlar	52
2.8.2 Ekonomik Durum ve Maliyetler	53
2.8.3 İklim	54
2.8.4 Farklı Karbon Piyasası Ürünlerinin İşleme Açılması	54
2.9 Türkiye'nin Karbon Piyasasındaki Durumu	55
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	56
3. BANKACILIKTA KARBON AYAK İZİ FİNANSMANI	56
3.1 Türk Bankacılık Sektöründe Karbon Ayak İzi Uygulamaları.....	56
3.1.1 Türk Bankacılık Sektöründe Karbon Kredileri ve Uygulamaları ...	58
3.1.1.1 Akbank.....	59
3.1.1.2 Garanti Bankası.....	60
3.1.1.3 Denizbank.....	62
3.1.1.4 TSKB	63
3.1.1.5 TEB	64
3.2 Karbon Ayak İzinin Azaltılmasında Dış Finansman Kaynakları	65
3.2.1 Uluslararası Kalkınma ve İmar Bankası (IBRD)	66
3.2.2 Dünya Bankası (WB)	68
3.2.3 Milletlerarası Finans Kuruluşu (IFC)	68
3.2.4 Çok Taraflı Yatırım Garanti Ajansı (MIGA)	69
3.2.5 Asya Kalkınma Bankası (ADB)	70
3.2.6 Avrupa Yatırım Bankası (EIB)	71
3.2.7 Amerika Ülkeleri Kalkınma Bankası (IADB).....	71
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	73
4. TÜRKİYE ÜZERİNE BİR DIŞ FİNANSMAN KAYNAĞI UYGULAMASI	
ÖRNEĞİ VE SONUÇLARI	73
4.1 Materyal ve Yöntem.....	73
4.1.1 Araştırmanın Önemi.....	73
4.1.2 Araştırmanın Kapsam ve Amacı	74
4.1.3 Araştırmanın Kapsam ve Amacı	74
4.1.4 Veri Seti.....	75
4.1.5 Model ve Yöntem.....	77
4.1.6 Analiz Sonuçları	78
4.1.6.1 TuREEFF proje çıktılarının analiz sonuçları	78
4.1.6.2 TurSEFF Proje çıktılarının analiz sonuçları	79
SONUÇ.....	81
KAYNAKLAR	85
EKLER.....	98

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Karbon Nötr ve Net Sıfır Hedefini Açıklayan Bankalar ve	
Hedef Tarihleri	57
Tablo 3.2. Akbank'ın Proje Finansmanı Kredilerinin Sektörel Dağılımı	59
Tablo 3.3. İklim Değişiklikleriyle Mücadele ve Uyum İçin Sergilediği	
Performans	63
Tablo 3.4. Global ve Bölgesel Ölçekteki Projelere Finansman Sağlayan	
Bazı Kuruluşlar	64
Tablo 3.5. IBRD'nin Bugüne Kadar Türkiye'deki Faaliyetlerinin Büyüklüğü	65
Tablo 4.1. Analizde Kullanılan Değişkenler, Kaynakları ve Açıklamaları.....	73
Tablo 4.2. Analizde Kullanılan Değişkenlerin Açıklamaları	75
Tablo 4.3. Tureff Proje Çıktılarının Rakamsal Değerleri	75
Tablo 4.4. Turseff Proje Çıktılarının Rakamsal Değerleri	76
Tablo 4.5. Proje Tutarı-Emisyon-Yenilenebilir Enerji-Ttasarruf İlişkisi.....	77

GRAFİK LİSTESİ

Sayfa

Grafik 3.1. Bankaların Proje Finansmanı Kredilerinin Dağılımı.....	58
Grafik 3.2. Bankaların Proje Finansmanı Kredilerinin Sektörel Dağılımı	59
Grafik 3.3. IBRD’nin Türkiye'deki Faaliyetlerinin Kompozisyonu	67
Grafik 3.4. IBRD’nin Türkiye'deki Yıllık Banka Yatırımı ve Proje Sayısı.....	68
Grafik 3.5. IFC’nin Türkiye'deki Faaliyetlerinin Kompozisyonu	68
Grafik 3.6. MİGA’nin Türkiye'deki Faaliyetlerinin Kompozisyonu	69
Grafik 3.7. MİGA’nin Türkiye'deki Sektörlere Göre Yeni İş Hacimleri.....	70
Grafik 3.8. ADB’nin Ükelere Göre Finansal İş Hacimleri	71

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADB	: Asya Kalkınma Bankası
ADEME	: Fransız Ekolojik Geçiş Ajansı - Agency of the ecological transition
AR-GE	: Araştırma ve Geliştirme
BBC	: The British Broadcasting Corporation
BBVA	: Banco Bilbao Vizcaya Argentaria
BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği ve Çerçeve Sözleşmesi
C ha-1	: Mass Per Unit Area
C3	: Tamamlayıcı Bileşen 3
C4	: Tamamlayıcı Bileşen 4
CAT	: Climate Action Tracker
CCSR	: Center For Climate System Research
CCX	: Chicago Climate Exchange
CDM	: The Clean Development Mechanism
CDP	: Carbon Disclosure Project
CER	: AB Emisyon İzni
CH₄	: Karbon Tetrahidrür - Metan
CO	: Karbon Monoksit - Kobalt
CO₂	: Karbon Dioksit
CO₂t	: Ton Cinsinden Karbon Dioksit
CTF	: Temiz Teknoloji Fonu
ÇŞB	: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
DETR	: Department of Environment, Transport and the Regions
DFC	: Amerikan Uluslararası Finansal Kalkınma Kuruluşu
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
EBRD	: Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası
ECX	: Avrupa İklim Borsası
EDF	: Avrupa Yatırım Fonu
EEX	: Avrupa Enerji Borsası
EFSE	: Güneydoğu Avrupa için Avrupa Fonu
EIB	: Avrupa Yatırım Bankası
Eq	: Eşdeğer Ağırlık
ETS	: Emisyon Ticaret Sistemi
EUA	: AB Emisyon İzni

EUAA	: European Union Aviation Allowance
EXAA	: Avusturya Enerji Borsası
FAO	: Gıda ve Tarım Organizasyonu
GES	: Güneş Enerjisi Sistemi
GGF	: Yeşil Büyüme Fonu
GmbH	: Gesellschaft Mit Beschränkter Haftung - Sınırlı Sorumlu Limited Şirket
GtCO₂	: Milyar Ton Karbondioksit
HFC	: Hidroflorokarbonlar
HFO	: Hidroflorolefinler
HSBC	: The Hong Kong and Shanghai Banking Corporation
IADB	: Amerikanlararası Kalkınma Bankası
IBRD	: Uluslararası İmar ve Kalkınma Bankası
ICE	: Kıtalararası Değişim ve İklim
IFC	: Uluslararası Finans Kuruluşu
ING	: Internationale Nederlanden Groep
IPCC	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Paneline
ISO 14064	: Sera Gazı Emisyonu Sertifikalandırması
IWCP	: Uluslararası Şarap Karbon Protokolü
KOBİ	: Küçük ve Orta Boy İşletme
KSM	: Küresel Sirkülasyon Model
kWh	: Kilowat Saat
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design
MIGA	: Çoktarafli Garanti Yatırım Ajansı
MR	: Margaret River
MRI-CGCM2	: Küresel Modelinin Yağış Projeksiyonu Çalışması
MS	: Milattan sonra
MW	: Megavat
N	: Sodyum
N₂O	: Nitröz oksi - Azot Protoksit
NO₃	: Nitrat
NOAA	: Ulusal Okyanus ve Atmosfer Kurumu
NOX	: Nitrik oksit
NYMEX	: New York Mercantile Exchange
O₂	: Oksijen
OECD	: Organisation For Economic Co-operation and Development
OIV-GHGAP	: Sera Gazı Hesaplama Protokolü
OTC	: Over The Counter - Tezgahüstü Piyasa

P	: Fosfor
PAS 2050	: İngiliz Standartları Enstitüsü Karbon Ayak İzi Heaplama Standardı
PFC	: Perflorokarbonlar
pH	: Power of Hhydrogen
Ppb	: Parts Per Billion - Milyarda
QNB	: Qatar National Bank
STB	: Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
TEB	: Türk Ekonomi Bankası
TKM	: Temiz Kalkınma Mekanizması
TSKB	: Türkiye Sınai ve Kalkınma Bankası
TuREFF	: Türkiye Konutlarda Enerji Verimliliği Finans Projesi
TurSEFF	: Türkiye Sürdürülebilir Enerji Finans Projesi
UKMO	: United Kingdom Meteorological Office
UNECE	: United Nations Economic Commission for Europe
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
UNESCO	: The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNFCCC	: United Nations Framework Convention on Climate Change
UV	: Ultraviyole
WB	: Dünya Bankası
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
WRI	: World Resources Institute
YKB	: Yapı ve Kredi Bankası

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde ve yüksek lisansım boyunca, hiç bıkmadan kıymetli bilgilerini bizlerle payşalaşan, öğrettiklerinin yanında hayata dair kattığı değerleri ve katkıyı unutmamın mümkün olmayacağı kıymetli danışman hocam; Dr.Öğr.Üyesi Erdoğan KOTİL'e, çalışmam süresince hiçbir yardımını esirgemeyen değerli hocam Prof.Dr.Fatih KONUR'a ve manevi olarak destekleri her zaman bana güç katan ailemdeki herkese en içten saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.



GİRİŞ

Gelişen ve sanayileşen dünya ile karbon gazı salınımı ve beraberinde getirdiği iklim değışiklikleri başta BM olmak üzere tüm dünya ülkelerinin birinci gündem maddesi olma yolunda ilerlemektedir.

Bu kapsamda başta gelişmiş dünya ülkeleri olmak üzere birçok sivil toplum kuruluşu ve paydaşların katılımı ile dünya ölçeğinde çalıştaylar ve konferanslar düzenlenmiştir. Tüm bu çalışmaların vücut bulmuş hali birçok ülkenin ortak mutabakatı ile alınmış olan iklim değışikliğine karşı ilk küresel çalışma olan BMİDÇS'nin ve Kyoto Protokolünün hazırlanmasıdır. Finansal piyasalar için oluşturulan kısa adı ETS olan Emisyon primlerinin alınıp satılabildiği bir sistem olan Ticaret Sistemi, Kyoto Protokolü kapsamında nicel olarak salınımlarını düşürme yükümlülüğündeki ülkelerin emisyon salınımı hedeflerini gerçekleştirmeleri için onlara destek veren bir piyasadır. Karbon salınımını engelleyecek proje ve uygulamalar için Türkiye ölçeğinde yapılmış en önemli projeler; EBRD danışmalığında yürütölen TuREEFF ve TurSEFF projeleri olmuştur.

Bu projeler kapsamında yürütölen çalışmalarda enerji tasarrufu, karbon emisyonunun önüne geçilmesi ve yenilenebilir enerji gücü projeleri ile karbon ayak izinin azaltılması kapsamında ciddi sonuçlar elde edilmiştir.

Bu çalışmada geçmiş 14 yıllık süre zarfında finance edilen projelerin çıktıları ile sağlanan enerji tasarrufu, karbon salınımı miktarı ve kurulan yenilenebilir enerji kaynakları ve çıktıları yatay kesit regresyon yöntemiyle analiz edilmiştir. Varılan sonuçların karbon ayak izinin azaltılması kapsamında sağlanan finansman desteklerinin sayısının arttıkça ve nihai tüketicinin tercih edebileceği koşullarda olması durumunda karbon ayak izini minimize edecek proje ve uygulamalara taleplerin arttığı görölmüştür. Bu kapsamda karbon emisyonunu azaltacak proje ve uygulamalar için tüm tüketici kesimlerine yönelik alternatif finansman kaynaklarının geliştirilmesi tercih edilebilir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. GENEL BİLGİLER

1.1 Küresel İklim Değişikliklerinin Tarihsel Süreci

Global düzeydeki iklimsel değişimi en basit tanımıyla, belirli bir zaman ölçeğinde iklimin değişmesi şeklinde ifade edilir (IPCC, 2007:113-119). İklim son 400.000 yıl içerisinde buzul çağları ve sıcak dönemler olmak üzere periyodik olarak değişmiştir. İklimin dünya üzerindeki insan varlığını ve konforunu da desteklemiş olan son 8.000 yıllık istikrarı, 1860 yılındaki Sanayi Devrimiyle paralel şekilde artan, antropojenik etkilerle tekrar değişmeye başlamıştır (Avrupa Çevre Ajansı, 2004). Günümüzde bahsettiğimiz iklim değişikliğine, antropojenik etkilerle ortaya çıkan sera gazı emisyonlarının sonucu olan küresel ısınmaya sebep olmuştur (Demir, 2009:38).

IPCC olarak adlandırılan BM İklim Değişikliği Paneline göre; iklim değişiklikleri, doğal iklim varyasyonlarına kıyasla belirli bir zaman diliminde ortaya çıkan ve insan kaynaklı faaliyetler sonucu küresel atmosferin bileşimini etkileyen değişikliklerin bir sonucu olarak tanımlanmıştır (Öztürk, 2002:51).

Tarihsel süreci inceleyecek olursak, günümüze kadar gelen jeolojik devre holosen devresi olarak adlandırılmakta olup 6.000 – 6.500 yıl önce ortalama küresel sıcaklık günümüz ortalamalarına yakındır (Türkeş, 2008:30). Bu iklim dönemini genel bir soğuma izlemiştir. 1200’lerde fırtına, sel, şiddetli yağış ve kuraklığın görüldüğü ılıman ve değişken bir iklim yaşanmışken, 1550’li yıllardan itibaren 300 yıl sürmüş olan küçük buz çağı yaşanmış, 1816 yılında anormal iklim koşulları insanlar ve hayvanların öldüğü bir kıtlığa neden olmuş, aynı zamanda 1.800 kişinin donarak öldüğü yazsız yıl olarak adlandırılan dönem yaşanmıştır. 1900-1940 yılları arası küresel sıcaklık ortalaması 0.5 °C artmış, devamında 25 yıl süren bir soğuma dönemi gerçekleşmiş, 1978 sonrasındaki 8 yıl ise önceki dönemlere göre daha sıcak geçmiştir (Ahrens, 1994:591). Diğer bir çalışmada, (Huang et al. 2013:97-108) belirtmektedir ki, geçmiş iklim dönemlerindeki sıcaklık değişimleri, güncel iklim durumunu ve değişen eğilimini anlamada yardımcı olur. Son 2000 yıldan günümüze iklim dönemleri; Karanlık Çağlar Soğuk Dönemi (MS. 400-600), Orta Çağ Sıcak Dönemi (MS. 900-1400), Küçük Buz Devri (MS. 1500-1850) ve 20. Yüzyıl Sıcak

Dönemi (1920'ler-günümüz) olarak ayrılmıştır.

Milyonlarca yıllık süreçte geçmiş iklimler hakkında, deniz tortulları, buz çekirdekleri gibi veri kaynakları da derlenerek edinilen bilgilere göre, soğuk buzul dönemlerinin daha sıcak dönemleri takip ettiği, değişimin iklim ve yaşamın bir parçası olduğu ortaya konulmuştur (Nikolov Petrov, 2014:1456). Buna karşın, bu uzun süreçteki iklim dönemlerinin oluşumunun güneş faaliyetleri, atmosfer okyanus etkileşimleri, volkanik patlamalar, sera gazı emisyonları, vb. gibi bir dizi faktörle ilişkili olabileceği kabul edilmekte olup Sanayi Devrimi öncesi değişimler büyük ölçüde, güneş ışığı ve volkanizma tarafından yönlendirilirken, 20. yüzyılın sonlarındaki ısınma, sera gazlarındaki hızlı artışla ilişkilidir (Huang et al., 2013:97-108).

Geçmiş iklim dönemlerindeki küresel ortalama yüzey sıcaklık verileri; ağaç halkaları, mercanlar, buz çekirdekleri ve tarihsel kayıtlar gibi kaynaklar kullanılarak geçmiş iklim süreci incelenmiş, son bin yılın ilk yüzyılları ile kıyaslandığında 20. yüzyılın olağandışı olarak ısındığı bildirilmiştir. 20. yüzyılın sonlarındaki anormal ısınma hızı ve küresel ortalama sıcaklık insan faaliyetlerinin iklim üzerindeki etkisine bağlanmaktadır (Crowley, 2000:270-277).

Küresel yüzey sıcaklığı 20. yüzyılın başından sonuna kadar $0,74 + 0,18$ °C artmıştır. IPCC, 20. yüzyılın ortalarından bu yana gözlenen sıcaklık artışının çoğunun, fosil yakıt yakma ve ormansızlaşma gibi insan faaliyetlerinden dolayı artan sera gazı konsantrasyonlarından kaynaklandığını, ayrıca güneş radyasyonu ve volkanik patlamalar gibi doğal fenomenlerdeki varyasyonların 1950'den sonra küçük bir etkisi olduğu sonucunu paylaşmış, bu sonuçlar tüm ulusal bilim akademileri dahil olmak üzere 40'tan fazla bilimsel topluluk ve büyük sanayileşmiş ülkeler tarafından onaylanmıştır (Haldar, 2011:204). Çalışmayı destekler nitelikte Giorgi (2008) de yaşadığımız iklim değişikliği döneminin öncelikli sorumlusu olarak insan faaliyetleri ve buna bağlı sera gazı konsantrasyonlarındaki artışı işaret ederek, güneş ve volkanik aktivitelerin ikincil bir rol oynadığını, sera gazı emisyonlarındaki artışın devam etmesi ile küresel iklim sistemi üzerindeki değişikliklerin insan ve ekosistemlerdeki tehdit düzeyini arttıracığını vurgulamaktadır.

1.2 Sera Etkisi Artışı ve Sera Gazları

Dünyanın atmosferi, dünyanın yüzeyini sıcak tutan doğal bir sera etkisi yaratır ve dünya üzerindeki yaşamsal faaliyetlerle atmosferdeki sera gazı bileşimi denge halindedir. Doğal sera etkisi dünya ikliminin korunmasını ve yüzey sıcaklığını insan canlı yaşamı ve ekosistemler için belirli bir seviyede tutulmasını sağlamaktayken, sera gazlarının anormal artışı küresel sıcaklık ortalamalarını yükseltmiştir (Aizebeokhai, 2009:869; Crowley, 2000:270–277).

Halдар'ın (Halдар,2011:204) belirttiği üzere sera etkisi, atmosferdeki gazlar tarafından kızılötesi radyasyonun emilerek gezegenin alt atmosferi ve yüzeyinin ısınması olup 1824'te Joseph Fourier tarafından keşfedilmiş, ilk olarak 1896'da Svante Arrhenius tarafından nicel olarak araştırılmıştır. Doğal olarak oluşan sera gazları yaklaşık 33 derece ortalama ısınma etkisine sahiptir. Başlıca sera gazları, sera etkisinin yaklaşık %36'sına neden olan su buharıdır; %9-26'sına neden olan karbondioksit (CO_2), yüzde %4-9'una neden olan metan (CH_4) ve %3-7'ye neden olan ozon O_3 'dur.

Dünya üzerindeki sıcak yüzeylerden uzun dalga boylu yer ışıınının bir kısmı madde döngüleri sonucunda atmosferde bulunan sera gazları tarafından tutulur; doğal olarak salınan sera gazları bu özelliği ile yerküredeki sıcaklık dengesini ayarlar (Türkeş vd., 2000:3).

Dünyadaki biyojeokimyasal döngüler içerisinde ve biyolojik, kimyasal ve fiziksel süreçlerle atmosferden alınıp verilerek döngüye büyük oranda katılan en önemli sera gazı CO_2 'dir. Fotosentez, biyokütle artışı, organik madde ayrışması, okyanuslar ve diğer kimyasal ve fiziksel süreçlerle döngü halindedir, anormal bir etki ile karşılaşmadığı sürece de bu denge korunur (Lindesay, 1990:340). Küresel atmosferik karbondioksit konsantrasyonu 2019 yılında $409,9 (\pm 0,3)$ ppm ile 1750 yılına kıyasla $131,6 \pm 2,9$ ppm (%47,3) artmış 1850-2019 yılları arasında son 800.000 yıla göre emsalsiz bir değişim oranı göstermiştir (IPCC, 2019). IPCC raporunda 2019 ve önceki 60 yılı değerlendirdiğimizde CO_2 atmosferik konsantrasyonu CH_4 ve N_2O artış hızının son 11-17 milyon yıl önceki doğal artışlara oranla 100 kat daha fazla olduğunu bildirmiştir (IPCC, 2019).NOAA ölçümlerine göre 2021'de yeni bir rekor artış ile 416,96 ppm olmuş, 2022 yılında bu rakam 418,90 ppm'e ulaşmıştır (NOAA, 2022). CH_4 konsantrasyonları ise günümüzde, 1750'ye kıyasla (Sanayi Devrimi öncesi) (731 ppb) 2,5 kat artış göstermiştir. NOAA

gözlemevi verilerine göre 2021 yılında 1891.2 ppb, 2022 yılında 1909.9 ppb'e ulaşmıştır (NOAA, 2022).

N₂O emisyonlarının insan kaynaklı artışının en büyük nedeni tarım toprakları olmakla beraber, tarımsal üretiminin artması ile paralel olarak emisyonlarda da artış gözlenmektedir (FAO, 2021). 1750-2019 yılları arası 62 ± 6.0 ppb artış göstermiş 2019 yılında $332.1 (\pm 0.4)$ ppb'ye ulaştığı bildirilerek 1980'den itibaren artış eğilimleri küresel olarak tarımsal faaliyetlerdeki artışa bağlanmıştır (IPCC, 2019). NOAA gözlemevinin araştırma sonuçlarına göre Sanayi Devrimi öncesi 270 ppb olan miktarın 2022 yılında 335.4 ppb'e ulaştığı bildirilmiştir (NOAA, 2022: 422-432).

Sanayi devriminden bu yana devamlı olarak artan sera gazı salınımı ile paralel olarak küresel ısınma meydana gelmiş olup 2019 yılında küresel sera gazı emisyonlarının kaynaklarındaki dağılım %34 enerji sektörü (20 GtCO₂ eq), %24 sanayi (14 GtCO₂ eq), %22 tarım ormancılık ve arazi kullanımı (13 GtCO₂ eq), %15 ulaşım (8.7 GtCO₂ eq), %6 binalar (3.3 GtCO₂ eq) olarak bildirilmiştir (IPCC, 2022:422-432).

1.3 Küresel İklim Değişikliğinin Etkileri

Sıcaklıkların artarak sera gazı emisyonlarının yükselmesiyle bunlara eşlik eden yağış, hava hareketleri ve nem gibi faktörler canlılar ve ekosistem için tehlike oluşturacak seviyede değişmekte ve bu tür aşırı koşulların ortaya çıkması küresel iklim değişikliğini oluşturmaktadır (Demir, 2009:38). İklim değişikliğinin en önemli göstergeleri aşırı hava olayları, buzulların erimesi, nehir akımları ve deniz seviyesindeki değişimlerdir (Sarıkaya, 2011:535).

21. yüzyılda yaşadığımız küresel iklim değişikliği sürecinde insan etkileri doğal değişkenlik sınırlarını zorlamakta, sanayi devriminden itibaren atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarındaki artış; küresel ısınma ile buzul miktarındaki düşüş, deniz seviyesinin yükselmesi, yağış rejimindeki değişiklikler, kuraklık, denizlerin ısınması ve asitleşmesi gibi pek çok sorunla ekosistemler üzerinde telafi edilemeyecek tahribatları da beraberinde getirmeye devam etmektedir (IPCC, 2021).

Küresel iklim sisteminin giderek ısındığı, artan sera gazı konsantrasyonları ile paralel olarak, troposfer, okyanus ve yüzey sıcaklıklarının arttığı, kar ve buzul miktarındaki düşüş ve deniz seviyesindeki yükselme gibi göstergelerle IPCC 4. Değerlendirme Raporunda kesin olarak tanımlanmıştır. Bilimsel değerlendirmeler

ile de bu gerçeklik %90-95’lik bir güven aralığında kabul görmüştür (Giorgi, 2008). Bir sonraki IPCC değerlendirme raporunun (5. Değerlendirme Raporu) da doğrulandığı 6. Değerlendirme Raporunda atmosfer okyanus ve topraktaki ısınma, biyosfer kriyosfer ve okyanuslardaki ani ve yaygın değişimlerin kaynağı olarak insan etkisine kesinlik atfedilmiştir (IPCC, 2021).

1906-2005 döneminde sıcaklık artışları doğrusal bir eğilim göstererek 0,18 °C hata payı ile 0.74 °C olarak tespit edilmiş olup, sıcaklıkların alt troposferde 1979’dan itibaren her on yılda 0,13 ile 0.22 °C dereceleri arasında arttığı, kara sıcaklıklarının ise bu süreçte okyanus sıcaklıklarının iki katı hızla arttığı gözlenmiştir. Yapılan çalışmalar genellikle 2100 yılına kadar olan dönemi ele almakla beraber, sera gazları güncel halinde sabitlense bile okyanusların yüksek termal kapasitesi ve atmosferdeki uzun ömürlü sera gazları nedeniyle yaklaşık 0,5 °C’lik bir ısınmanın 2100’den sonra bile devam edeceği öngörülmektedir (Haldar, 2011:204).

21. yüzyıl boyunca atmosferdeki sera gazı birikimleriyle doğru orantılı şekilde, yüzey sıcaklıkları ve deniz seviyesinin yükselerek kara ve buzulların azalacağı görülmektedir (IPCC, 2018). Atmosfer ısınması ile buzulun üst katmanları, okyanusların ısınmasıyla ise alt katmanların erimesinin hızlanacağı düşünülmektedir (Bates et al., 2014:6769-6789, IPCC, 2018).

İklim sistemi üzerinde önemli bir denge unsuru olan buzullar iklim değişikliğine karşı oldukça hassastır. Sıcaklık artışı ile buzul ve permafrost kayıpları gözlenmekte olup 1980-2010 arası Kuzey Kutbu buzulları %10 oranında alan kaybetmiştir. 2100’e kadar ise bu alanın %22-33 oranında azalacağı tahmin edilmektedir (Karaman Gökalp, 2010:62). Bununla beraber 2050 yılına kadar buzulların yirminci yüzyılın ortalarındaki boyutlarına kıyasla %80 daha az olabileceği ve 2100 yılının sonlarında yok olacağı senaryoları da mevcuttur (Clarke, 2007:157-170). 2050 yılından önce kuzey kutbunda en az bir kere deniz buzunun yok olacağı ve sıcaklıklar arttıkça bu olayın sıklaşacağı beklenmektedir (IPCC, 2021).

Küresel ısınmanın Antartika’nın farklı bölgelerindeki buzul üzerinde farklı etkileri vardır (Turner et al., 2017:265). Batı Antartika’daki buzulların erimesinin okyanusun ısınmasından kaynaklandığı vurgulanmaktadır (Nicolas et al., 2017). Öte yandan, modelleme ile yapılan tahminlerin aksine Doğu Antartika’daki bazı bölgelerde buzullar artmaktadır (Arrigo Thomas, 2004:471-486; Turner et al,

2016:2393, IPCC, 2018). Buzulların erimesi ve okyanusların termal genişmesi ile deniz seviyelerinde beklenen artış ile ABD'nin 25.000 km'ye yakın toprak kaybının olması ve deniz yakınlarındaki bölgelerde sel baskınları beklenmektedir (Avrupa Çevre Ajansı, 2004; Aksay vd., 2005:38; Türkeş, 2008:28).

IPCC 6. Değerlendirme Raporunda, 5. Değerlendirme Raporundan itibaren 20. yüzyılın ortalarından bu yana deniz seviyelerindeki yükselmenin hızlandığı, 1901-2018 arası dönemde küresel ortalama deniz seviyesinin 0.20 (0.15-0.25) m arttığı ve 1960'lardan itibaren giderek hızlanan bir artışla 2006-2018 arası yılda 3.7 (3.2-4.2) mm yükseldiği yüksek güven aralığıyla tespit edilmiş, 1992-2020 yılları arasındaki tahminlere göre grönland 4890 ± 460 gt buzul kaybının küresel ortalama deniz seviyesi artışına 13.5 ± 1.3 mm, aynı yıllar için Antartika 2670 ± 530 Gt buzul kaybının ise 7.4 ± 1.5 mm katkı koymuş olabileceği bildirilmiştir.

1995-2014 ortalamalarına kıyasla 2050 yılına kadar küresel ortalama deniz seviyesinin 0.18 (0.15-0.23) m daha kötü bir senaryoya göre 0,23 (0,20- 0,30)m, 2100 yılına kadar ise 0.28- 0.55m veya daha kötü bir senaryoda 0.63- 1.01m artacağı öngörülmektedir (IPCC, 2021).

21. yüzyılın başlarından itibaren (2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 yılları dikkate alındığında) yağış genliği tüm modellerde azalmış, azalma oranı ise 2080'e doğru gidildikçe küçülmüştür (Bui Maloney, 2019:6965). Yağış genliğinin doğrudan sera gazı konsantrasyonlarındaki değişikliklerden etkilendiği varsayılmaktadır. Hidrolojik döngü için farklı modellerde benzer sonuç veren çalışmalara literatürde rastlanmaktadır (Yang et al., 2003; Bui and Maloney, 2019: 6965).

Ukrayna'nın Rivne kentinde yapılan yerel etkilerin incelendiği bir çalışmaya göre 1945-2017 zaman aralığındaki veriler incelenmiş, 1990-2015 döneminde 1992'den itibaren tutarlı olarak maksimum sıcaklık ve yağış sıklığının anormal derecede arttığı ve yağış dağılımının tekrardan belirlendiği tespit edilmiş, su ekosistemlerindeki değişikliklerin çalışılması gerektiği işaret edilmiştir (Kuryluk et al., 2018). Tüm modellere göre Amerika ve Orta Asyanın kuzey bölgelerinde, ortalama sıcaklık artışının ise %40 üzerinde olacağı tahmin edilmektedir (Türkeş, 2008:35).

Deniz ve okyanus yüzeylerinde artan sıcaklık nedeniyle oluşan buharlaşmayla birlikte, havadaki nem ve yağışların arttığı bilinmekte olup yeryüzündeki tüm kıtalara düşen yağış oranında son 100 yılda %1 oranında, orta ve

yukarı enlemlerde %5-10 oranında, yoğun yağış sıklığında ise %2-4 oranında artış gözlenmiştir. Subtropikal bölgelerdeki karalarda ise yağış miktarının %3 azaldığı, özellikle Kuzey ve Batı Afrika ve Akdeniz bölgelerindeki yağışlarda azalma yaşanmış, Özellikle az yağış alan Asya ve Afrika gibi bölgelerde kuraklık ve sıcaklığın şiddeti artmıştır. Değişen iklim koşulları ile aşırı hidrolojik olaylar, kuraklık, seller ortaya çıkmıştır (Karaman Gökarp, 2010:61).

İklim değişikliğinin hidrolojik döngüde değişikliklere yol açtığı ve su buharının 1980 sonrası arttığı, yüzey sıcaklığı arttıkça kara yağışlarında artış olacağı yüksek güvenle bildirilmiştir. Su döngüsündeki değişikliklerin daha hızlı görülmesi beklenmekte, kuraklıkların sıklığı ve şiddeti, kuraklık görülen arazi alanı ve aşırı hidrolojik olay sayısında artış beklenmektedir. İklimin ısınması ile okyanus üzerinde buharlaşmanın karada evapotranspirasyonun artması nemin atmosfere taşınmasını hızlandıracağı, 1 °C'lik ısınma ile atmosferdeki nem kapasitesinin % 7 artacağı ve buna bağlı olarak daha şiddetli sel olayları beklendiği bildirilmiştir (IPCC, 2021).

Yeraltı sularının beslenmesi de yağış rejimlerindeki değişikliklerden etkilenir. Yine iklim değişikliğine bağlı denizdeki su seviyesinin yükselmesi, sahil şeridinden önemli miktarda su depolayabilen akiferlerde tuzlu su girişi ile tatlı su kirliliğine ve toprak kaybına neden olacaktır (Şen, 2005). İklim değişikliğine bağlı kuraklık ve sel gibi olaylar da su kirliliğine neden olmaktadır; kuraklık nedeniyle nehir ve göllerin su miktarlarının azalması ve suların ısınmasından dolayı oksijen miktarının düşmesi ile kirleticilere karşı hassaslaşır, sel baskınları ise temiz su kaynaklarına kirleticileri taşır (Karaman Gökarp, 2010:63). Bu tür sonuçlar, su zengini olarak kabul edilen birçok ülkenin su fakiri ülkeler kategorisine geçiş yapmasına yol açabilir (Boyacı Kartal, 2019:8).

Orta Doğu ve Afrika'nın büyük bir bölümünde yer alan 19 ülkenin, ya su kıtlığı veya su stresi problemi olan ülke olarak sınıflandırıldığı görülmektedir. Beklentilere göre 2050 yılında dünyanın nüfus büyüklüğünü 9.8 milyara ulaşmasıyla birlikte, 60 ülkede su kıtlığı yaşanması öngörülmektedir (Dündar, 2007:157). 2070'li yıllarda, Akdeniz bölgesinde akarsuların enerji üretme kapasitelerinin %20 ile %50 arasında azalması beklenirken, Kuzey ve Doğu Avrupa bölgelerinde ise %15 ila %30 civarında artması tahmin edilmektedir (Küçükkılavuz, 2009:134).

Bunlara ek olarak, İklim değişikliğiyle ekosistemlerin coğrafi dağılımı ve kompozisyonunun değişmesi bununla beraber adaptasyon sorunu yaşayacak olan pek çok türün yok olacağı öngörülmektedir (Avrupa Çevre Ajansı, 2004; Demir,

2009:47; Green et al., 2007:36).

Biyotik ve abiyotik faktörler arasındaki çeşitlilik ve dinamik süreçler birbirleriyle etkileşim halindedir. Biyolojik çeşitlilik genetik çeşitliliği ve ekosistem çeşitliliğini içerir (Çepel Ergun, 2002). İklim değişikliği toprak, su, hava ve madde döngülerini canlıların habitatlarını besin ağları ve birbirleriyle olan etkileşimlerini doğrudan etkilemekte ve türlerin coğrafi kompozisyonlarını değiştirmektedir. 2050 yılına gelindiğinde bütün türlerin %15–37 oranında neslinin tükenmesi beklenmektedir (Demir, 2009:46).

Fenoloji bir ekosistem içindeki organizmaların ve çevresel süreçlerin senkronizasyonudur (Edwards and Richardson, 2004:881). İklim değişikliği, dünyadaki türlerin fenolojisini etkilemektedir (Visser and Both, 2005). Sıcaklık düzeyleri bazı hassas ekosistemlerde tepkiye yol açar. Örneğin 1 °C'lik artış mercanların yaygın beyazlaşmasına yol açarken, 2,7 °C'lik artış buzul örtüsünün erimesini tetikleyen bir eşiktir (Dunn Falavin, 2002; Hertsgaard, 2001). Daha önceki yıllarda iklim değişikliği ile türlerin yokoluş hızının normal değerlere göre %100–1000 arttığı kaydedilmiştir (Bakkenes et al., 2002:390-407). 2 derecelik bir sıcaklık artışı ile türler için uygun iklim alanlarının %35'i ve yerel türlerin %14'ünün kaybının beklendiği 2-3 derecelik artış ile kalan tür fraksiyonlarının %83'e uygun iklim alanlarının %50'ye düşeceği, 3-4 derecelik sıcaklık artışında ise kalan tür fraksiyonlarının %78, uygun iklim alanlarının ise %46'ya gerileyeceği %95 güven aralığı ile bildirilmiştir.

3-4 derecelik sıcaklık artışı bitki türleri fraksiyonunda %53, omurgalılarda %50 gerilemeye neden olur. Bitki türleri için 2 derece küresel sıcaklık artışı altında tür fraksiyonlarının %18 uygun iklim alanlarının ise %34 azalacağı tespit edilmiştir (Nunez et al., 2019:361).

Su ekosistemlerinde olumsuz etkilerin daha hızlı ortaya çıktığı bilinmektedir. Soğuk okyanus sularında daha fazla CO₂ depolanmakta, okyanus sularının ısınmasıyla CO₂ absorbe edici ekolojik işlevi bozulmakta ve beraberinde sucul ekosistem olumsuz etkilenmektedir (Massom Stammerjohn, 2010:156).

Buzul kayıplarından ilk olarak üreticiler etkilenmektedir (Arrigo Thomas, 2004:471-486; Massom Stammerjohn, 2010:173). Deniz canlıları için besin ağının temelini oluşturan planktonların yüzey sularındaki ısınmadan etkilenmesiyle değişim gösteren biyokütle ve büyüme sürelerindeki değişim çoğu canlıda olduğu gibi balık populasyonlarını doğrudan etkilemektedir. Bazı planktonların ise besin

zinciri üzerinden insanlarda bile zehirli etkiye sebep olduğu, zararlı deniz yosunlarının gelişmesine sebep olduğu bilinmektedir (Edwards et al., 2001:39). Yapılan çalışmalarda yüzey sularının ısınması ile somon balıklarının üretkenliğinde azalma kaydedilmiş, 1993 yılında balıkların serin sulara göçü nedeniyle 120 bin deniz kuşunun aç kaldığı, (Edwards et al., 2001:39; Green et al., 2007:36) yine bazı deniz kuşu türlerinin üreme ve göç programlarında değişiklikler gözlemlendiği bildirilmiştir (Barbraud Weimerskirch, 2006:6248-6251). Sıcak ve ılıman suda yaşayan türlerin çoğunun karasal ekosistemdekinden çok daha hızlı bir şekilde her on yıllık süreçte kuzeye doğru hemen hemen 250 km göç ettiği ve sıcak suda yaşayabilen subtropikal türlerin Kuzeydoğu Atlantik bölgesinin daha ılıman alanlarına doğru yoğunlaştığı, buna karşılık kuzey kutbu alt bölgelerinde tür çeşitliliğinin hızla azaldığı gözlenmiştir (Edwards et al., 2001:39).

Diğer bir örnekte, dünya üzerindeki en hızlı ısınma bölgelerinden biri olan Antartika Yarımadasında sıcaklıkların artması ile hayvan davranışlarının değiştiği gözlenmiştir (Edwards and Richardson, 2004:881), İmparator penguenler, Antartika kirili ve kutup ayılarının tehdit altında olduğu bulgulanmıştır (Forcada and Trathan, 2009:1618-1630; Quentin and Ross, 1991:51). 2002 yılında yapılan bir çalışmada kutup ayılarındaki vücut ağırlığının azaldığı gözlenmiştir (Çepel ve Ergun, 2002).

Bitki türlerinin zenginliğinde meydana gelen azalmaysa, karasal ekosistemlerin büyük çoğunluğunda biyolojik çeşitliliği sınırlandırarak ekosistemi etkiler. Dünya çapındaki floranın önemli bir kısmının bu yüzyıl içinde neslinin tükeneceği tahmin edilmektedir (Thuiller et al., 2005:8245-8250; Thomas et al., 2004:471-486; Lippmann et al., 2019:1338).

Orman yangınları gibi doğadaki bozulmalar, toprak kompozisyonundaki ve besin içeriğindeki değişiklikler gibi biyotik ve abiyotik faktörler üzerindeki iklim etkisi, bitki türlerinin dağılımını ve mevcudiyetini etkiler (Avrupa Çevre Ajansı, 2004). Ayrıca, bitki türleri dağılımında ve bölgesel olarak yaşama koşulları birbiriyle benzerlik gösteren bitki kompozisyonunda meydana gelen değişikliklerinde iklim düzeni üzerinde sonuçları vardır; yüksek enlemlerde, radyasyon oranları ile radyasyon dengesinde önemli ölçüde etkiye sebep olan nedenlerden birisi olarak çalı tundra cinsi bitki türlerinin ağaçlar ile yer değiştirmesi gösterilebilir (Avrupa Çevre Ajansı, 2004).

Sıcaklık artışları ile ilişkili olarak bir çok bitki türünün kuzeye bölgesine istikametine doğru ilerlediği (Parmesan Yohe, 2003), Norveç, Hollanda ve İngiltere gibi ülkelerin iç kısımları ve Kuzeybatı Avrupa alanlarında, sıcaklığı seven (termofilik) bitki cinsleri, artmış ve bu bitki türlerinin oranının Hollanda’da %60 oranına çıktığı gözlenmiştir (Bakkenes et al., 2002:390-407). 2050 yılından sonra Cezayir, Fransa ve İspanya, gibi bir çok ülkede tür çeşitliliğinin %80 oranında azalması öngörülmektedir (Bakkenes et al., 2002:390-407). Sıcaklıkların artması ile tür dağılımının ılıman bölgelerde kuzeye veya yüksek rakımlara kayacağı tahmin edilmekte, bu bağlamda çoğu tür, iklim değişikliğinin hızı karşısında adapte olamama ve nesillerinin tükenmesi sorunuyla karşı karşıya kalmaktadır (Hughes et al., 2000:56-61; Clarke, 2007:157-170).

Özellikle dağlardaki türler iklim değişikliğine %60 daha duyarlıdır (Lippmann et al., 2019:1326– 1338). Bu nedenle yok olma tehlikesi buradaki türler için daha yıkıcıdır (Bakkenes et al., 2002:390-407). Aşağı kısımlarda yaşayan türler küresel ısınmanın etkisi ile yukarılara göç edecek ve rekabete neden olacaktır. Hem artan sıcaklık ile değişen koşullar hem rekabet baskısının, dağ vejetasyonlarında önemli düşüşe neden olması beklenmektedir (Green et al., 2007:36; Avrupa Çevre Ajansı, 2004). Ormanlar da iklim değişikliğinden etkilenen önemli ekosistemlerdir. Tropikal ormanların azalması ile burada yaşayan ve başka alanlarda yayılım gösterme koşullarını sağlayamayan türlerin de yok olacağı öngörülmektedir (Green et al., 2007:36).

Ekosistemlerdeki bitki türlerinin varlığı sıcaklık, yağış ve atmosferdeki CO₂ konsantrasyonundan etkilenir. İklim değişikliğinin etkisiyle bu faktörlerdeki değişimlerle yerli türlerin yerini yüksek sıcaklık ve kuraklığa dayanıklı türlere bırakması olasıdır (Bakkenes et al., 2002:390-407; Clarke, 2007:157-170). Aynı zamanda bitkilerin farklı yaşamsal evrelerinde çevresel koşullarda meydana gelebilecek ekolojik kısıtlamalar (su yetersizliği, sıcaklık, toprak yapısındaki değişimler gibi) bölgedeki vejetasyonun değişmesine yol açacak ve türlerin varlığını tehdit edecektir (Demir, 2009:50).

İklim değişikliğinden kuş popülasyonları da etkilenmekte birçok kuş türünün nesli tehlike altına girmektedir (Aksay vd., 2005:39; Pimm, 2007:117-119). Buna karşın, çoğu kuş türünün de hayatta kalma oranının kış sıcaklığındaki artışla yükselebileceği bildirilmiştir (Pimm, 2007:117-119).

İklim değişikliğinin çevresel faktörler üzerindeki büyük etkisi ile göçlere ve

afetlere neden olacağı, bununla birlikte insan hayatı ve sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olacağı da öngörülmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) (2018) bildirdiği üzere, iklim değişikliğinin çevresel etkilerinin beraberinde, afet ve göçler sonucu ömür boyu devam edebilecek ruhsal rahatsızlıklar, UV ışınlarının etkisi ve sağlıklı gıdaya erişimde yaşanacak olan sıkıntılarla bağışıklık sisteminin zayıflaması, bununla beraber insan ve hayvan patojenleri gibi hastalık etmenlerinin artışı için uygun ortam sağlanması kaçınılmazdır. Örneğin sel baskınları ile kemirgenlerin uzaklaştırılması, daha fazla böcek üreme alanına olanak sağlamakta ve ekolojik dengede sorunlar doğurmaktadır. Benzer şekilde, su kirliliğinin önünü açması gibi durumlar leptospiroz, kampilobakter enfeksiyonları ve kriptosporidiyoz vakalarının artışıyla sonuçlanmaktadır (Naing et al., 2019). Sivrisinek, kene vb. kaynaklı sıtma ve viral hastalıklar, kolera, deniz mahsüllerinden zehirlenme sıklığı, su kaynaklı bulaşıcı hastalıkların artışı da iklim değişikliğiyle ilişkilendirilmiştir (Rossati, 2017:7). En iyi senaryoya göre iklim değişimi 2030-2050 yılları arasında 38 bin yaşlının sıcaktan etkilenmesi ile 48 bin ishal, 60 bin sıtma, 95 bin çocuğun yetersiz beslenme sebepleri ile olmak üzere ölçülemeyen dolaylı etki hariç 250 bin ek ölüm beklenmektedir (DSÖ, 2018).

1.3.1 İklim Değişikliklerinin Türkiye'ye Yönelik Tesirleri

Ülkemiz iklim açısından çok çeşitli iklim yapısı, bir yarımada ülkesi olması topografik özellikleriyle iklim değişikliğinin etkilerini yüksek oranda hissedecek ve etkilenecek ülkelerden olup büyük sorunlarla karşılaşması öngörülmektedir (Öztürk, 2002:48).

Hadley Centre'in iklim modellerine göre önümüzdeki yüzyılda Orta Doğu'da ve Doğu Akdeniz havzasındaki yağışlar, su kaynakları ve akımlarda ciddi azalmalar beklenmektedir. Akdeniz Havzası yağışlarının 21.yüzyılın ortalarında bazı bölgelerde %30'lara kadar ama genelde %15 oranlarında azalacağı öngörülmektedir (UKMO/DETR, 1999). Yağış oranlarının yüksek oranda azalacağı alanlar arasında Türkiye'nin güney sahilleri de yer almaktadır (UKMO/DETR, 1999) Yağışların özellikle Akdeniz havzasında azalması ve kuraklık tehdidinin en çok arttığı bölgelerden biri olması nedeniyle Akdeniz havzasının dolayısıyla Türkiye'nin büyük tedbirler alması gerekecektir (Türkeş, 2008:34).

Türkiye, her yıl aldığı tahmini 653 mm yağmur miktarıyla yarı-kurak bölgeler arasındadır. Yağış miktarının 200 mm seviyesine kadar düştüğü bazı alt

bölgelerde bulunmaktadır (Dellal, 2011:376-385). Türkiye'nin sahip olduğu 24 milyon hektar tarım arazisinin yaklaşık beşte birine denk gelecek bir alanda (5 milyon hektar)sulama tarım yapılmaktadır. Türkiye'deki tarım alanlarının yağmura bağlı tarım yapılan kısmının büyüklüğü %80'dir(Dellal, 2011:376-385). IPCC 4. Değerlendirme Raporunda önümüzdeki yüzyılda ülke olarak içinde bulunduğu Akdeniz Havzası için sıcaklıklarda artış ve yağışlarda %20 oranlarında azalma ile topraktaki nem oranının azalması ve deniz seviyesinde yükselme olacağı öngörülmektedir (IPCC, 2007:113-119). Türkiye için yağışlarda azalma, aşırı hidrolojik olaylarda ise artış beklenmektedir. 2011 yılında duyarlılık simülasyonları kullanılarak yapılan bir çalışmaya göre, Türkiye etrafındaki denizlerde gözlenecek 2 °C sıcaklık artışının sel ve taşkınlarla artışa yol açacağı öngörülmektedir (Bozkurt Şen, 2011).

İklim değişikliği yağış özelliklerini, yağış miktarını, dağılımını, su kaynaklarını ve hidrolojik değişkenliği de büyük oranda etkilemektedir; su havzalarındaki günlük, mevsimlik, yıllık ve on yıllık döngülerdeki hidrolojik değişkenlik, yağışlardaki değişiklikten etkilenir (Karaman Gökalt, 2010:62). Son yıllarda daha belirgin şekilde gözlemlendiği üzere Türkiye'de sıcaklıklar artmaya devam etmektedir. 2040 yılına kadar Türkiye'deki yıllık ortalama sıcaklıklarda 2-4 °C artış beklenmektedir (Demircan et al., 2017:35).

Sıcaklıktaki artışlara bir reaksiyon olarak karların erimesinin daha erken başladığı ve beslenme kaynağı kar olan nehirlerin akımlarında erken kaymaların meydana geldiği tespit edilmiş, 21. yüzyılın son dönemlerinde yağışlarda beklenen azalmaya paralel olarak Fırat Nehri su akımlarında %30 ile %70 arasında önemli oranlarda azalmanın görülmesi beklenmektedir (Fujihara et al., 2008:33-48). Benzer şekilde Bozkurt vd (2010) çalışmalarında, Fırat ve Dicle gibi büyük nehirlerin küresel ısınma ile Doğu Anadolu bölgesindeki kar yağışlarının azalmasından etkileneceğini yüzey akışında değişikliklere neden olacağını ve ilerleyen dönemlerde Fırat ve Dicle Havza'larındaki su kaynaklarının ciddi oranda azalacağı belirtilmiştir.

Türkiye için önemli bir tarım havzası olan Çukurova bölgesi dahil Seyhan havzasını değerlendiren, A2 emisyon senaryosundan elde edilen KSM çıktıları (MRI-CGCM2 ve CCSR) ile yapılan modellemeye göre düşecek olan yağışlar ve buharlaşma çıktıları dikkate alındığında yıllık akımlarda %50-60 azalma tahmin edilmektedir (Bozkurt ve Şen, 2011).

Türkiye’de kış döneminde Ege, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz bölgelerinin giderek kuraklaştığı bildirilmiştir. Genel olarak iklim senaryoları incelendiğinde ülkemizde kuraklık ve su kaynakları üzerindeki baskının artacağı beklenmektedir (Türkeş, 2020:126-127).

1.4 İklim Değişikliğinin Tarımsal Üretim Üzerindeki Etkisi

Tarımsal üretim, küresel sıcaklık artışı ve iklim değişikliğine katkısı olan bir sektör olma beraber küresel iklim değişikliklerinden en fazla etkilenecek olan sektörlerinde başında gelmektedir. Küresel iklim değişikliği tarımsal üretimi sınırlayan bütün ekolojik faktörleri doğrudan etkilemekle beraber, iklim değişikliği kritik eşiği geçmiş ve durdurulamamaktadır. Geline nokta sera gazı salınımını ve dolayısıyla sıcaklık artışını azaltmak ve etkilerinin hafifletilmesi için çaba harcanmaktadır (Chandio et al., 2021:51657-51673; IPCC, 2021).

Küresel iklim değişikliğinin tarımsal araştırmalarla sağlanan verim artışını sınırladığı, 1961’den itibaren tarımsal faktör verimliliğini %21 oranında azalttığı ve bu azalmanın 2020 yılına kadarki süreçteki son 7 yılın verimlilik artışının kaybedilmesine denk geldiği tespit edilmiştir (Ortiz et al., 2021:306-312).

FAO verilerine göre 2020 yılında dünya üzerindeki tarım arazisi yaklaşık rakamlarla 1.6 milyar hektar ekili arazi, 3.2 milyar hektar çayır meralar olmak üzere 4.7 milyar hektar (karasal alanın yaklaşık 3’te biri) olarak bildirilmiştir (FAO, 2022). Kişi başına düşen ekilebilir arazi miktarı 1960 (Yeşil Devrim referans yılı), 2010 yılları arasında 0.45 hektardan 0.25 hektara, 2020 yılına gelindiğinde ise 0.20 hektara düşmüştür. Buna ek olarak, 2050 yılına kadar gıda talebinde %60 artış beklendiği bildirilmiştir (FAO, 2022). Buna karşın, sera gazı emisyonlarının aynı hızla arttığı bir gelecekte tuzluluk, ozon ve su kıtlığı nedeniyle 2100 yılına kadar tarımsal verimin %35 düşeceği tahmin edilmektedir(Cho, 2018; Karaman ve Gökalp, 2010:63).

Tarımsal üretimin önemli bir kısmı yağışa bağlıdır (FAO, 2022). Bu da iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkisinin ne denli büyük olacağına dair önemli verilerden biridir. 1983-2009 yılları arası artan bir eğilimle dünya toplam hasat alanının yaklaşık %75’inde kuraklık tarımsal verim kaybına neden olmuştur (Kim et al., 2019:1233-1244). Örneğin, Güney Afrika’daki üretimin %30’dan fazla düşeceği, yine Güney Asya’daki çeltik, mısır, darı gibi önemli tarımsal ürünlerde

2030 yılına kadar %10'un üzerinde kayıp beklendiği ifade edilmiştir (Padhy Pattanayak, 2020:259-261). Türkiyede uygulanan bir tahmin modeline göre buğday veriminde 2100 yılına kadar %8 ile %23 arasında azalma beklenmektedir (Eruygur Özokçu, 2016:219-255). Başka bir çalışmaya göre Türkiye'de üretilen tarla bitkilerinden, 2050 yılına kadar arpa üretiminde %2.24, buğday üretiminde %8.18, pamuk üretiminde %4.53, mısır üretiminde %9.11 ve ayçiçeği üretiminde ise %12.89 verim düşüklüğü beklenmektedir (Dellal, 2011:376-385). Çin'deki toplam çeltik üretiminin ise 2060 yılında %5 azalacağı tahmin edilmektedir (Chen et al., 2020).

İklim değişikliği sonucunda doğal ekosistemlerdeki bitki ve mikroorganizma etkileşimleri değişmekte, artan sıcaklıkların etkisiyle toprakta zararlı mikroorganizmalar üremekte, bitki patojenlerinin yayılması ve bitki hastalıkları giderek artmaktadır (Liu He, 2021). İklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik kaybı ve tür dağılımlarında değişikliğe neden olması da bitkisel üretimi etkileyecektir. Kök sebzelerin tozlaşması böceklere bağlıdır; böcek varlığı tür dağılımındaki değişikliklerin bitkisel üretimi de doğrudan etkileyeceği bilinmektedir (Cotty Garcia, 2007:109-115). Bunun beraberinde, yabancı ot ve istilacı türlerin yayılımı iklim değişikliği ile artması beklenen sorunlardandır (Cotty Garcia, 2007:109-115). İklim değişikliği ile 1960'tan itibaren mahsul zararlıları ve patojenlerin alanları 2,7 km civarında yüksek enlemlere doğru genişlemiştir (Bebber et al., 2013:985-988). Tutarlı kanıtlar iklim değişikliğinin yabancı ot büyümesini destekleyeceği düşünülmektedir. Sıcaklık ve yağışlardaki değişikliklerin katkısı ve artan CO konsantrasyonları, C3 bitki türlerinin yaklaşık %85'ini teşkil eden yabancı otların büyümesini ve istilacı türleri teşvik ederek rekabet güçlerini arttırabilir (Duan et al., 2022:422-432).

Sıcaklık ve yağışla beraber topraktaki nem oranı, su tutma kapasitesi ve verimliliği, bitkilerin kaliteli bir şekilde gelişimi için oldukça önemlidir. Değişen iklim çerçevesindeki hava koşulları topraktaki azot miktarını, pH'ı, mikrobakteriyel bileşimi, karbon içeriği ve besin elementlerini etkiler. Aşırı yağışlar, toprakta su doygunluğunu arttırarak oksijen miktarını azaltır, nem artışı ile bitkilerdeki hastalık etmenleri artar, aynı zamanda sıcaklıkların yüksek olduğu bölgelerde buharlaşmayı arttırarak kuraklığa neden olur. Ek olarak, Ozon seviyesi ve UV ışınları da iklim değişikliğinden etkilenmekte olup bitkilerdeki gelişmeyi ve genetik yapıyı etkilemektedir (Bayraç Doğan, 2016:36).

Biber üretiminde uzun süreli su baskınları, (Hasnain Sheik, 1976:89-106) ıspanak gibi suyu seven sebzelerin üretiminde ise kuraklık, kalite ve verimde düşüşe neden olmaktadır (Prasad Chakravorty, 2015:923-929).

Azot sudan sonra tahıl üretiminde en sınırlayıcı element olmakla beraber alımı topraktaki fiziksel koşullara, iklim ve bitki genetik özelliklerine bağlı olduğu için azot ihtiyacı bu koşullara göre değişmektedir (Aslam et al., 2017:71-90). Buradan hareketle, birim alanda mümkün olan en yüksek üretimi hedefleme zorunluluğundan azot kayıpları ortadan kaldırılmalı ve azot kullanım etkinliğinin iklim değişikliği ile ne ölçüde değiştiğine dikkat edilmelidir.

Fosfor (P), nükleik asidin bir bileşeni ve bitki yaşamında üreme ve gelişimi etkileyen farklı fizyolojik süreçlerin gerçekleşmesi için gereken enerjiyi sağlayan en önemli besin içeriklerinden biridir. Toprakta organik ve inorganik olarak bulunur. Mevcudiyeti ve formu topraktaki nem, sıcaklık, fizyokimyasal özellikler, pH ve bu faktörlerden etkilenen toprak biyotası, mineralizasyon gibi olaylardan etkilenir (Ijaz et al., 2017:371-386). Bu noktada, iklim değişikliğinin P kullanım etkinliğini ve topraktaki varlığını etkilediği oldukça açıktır.

Yarı kurak, arid ve kıyı topraklardaki tarımsal verimlilik iklim değişikliği ile artması beklenen toprak tuzluluğundan önemli ölçüde etkilenir. Kıyı bölgelerinde yeraltı suyunun tüketilmesi ile artan tuzlu su girişi, yeraltı suyundaki bozulmalar, sığ sulardan kaynaklanan tuzluluğun iklim koşullarından da etkilendiği tespit edilerek toprak tuzluluğunun izlenmesi için bir mekanizma ve protokoller oluşturulması önerilmiştir (Corwin, 2021:842-862).

Artan atmosferik CO₂ konsantrasyonu C3 bitki türlerinde fotosentez oranını arttırırken, C3 ve C4 bitkilerinde su kullanımını azaltır (Brown Rosenberg, 1997:171-203). CO₂ oranının atmosferde artış göstermesinin, belli başlı tarımsal ürünlerin yetiştirilmesinde olumlu etkisi olacağı beklenmektedir. C3 sınıfı olarak nitelenen ve içerisinde Pirinç ve buğday gibi bitkiler, CO₂ yoğunluğunun yüksek ve sıcaklığı düşük bir ortama ihtiyaç duyan, ışık yoğunluğunu az düzeyde kullanan ılımlı bölge bitkileri olduğundan yüksek karbondioksit miktarının üzerlerinde olumlu etkilerini görebilirler (Doğan Tüzer, 2011:30). Diğer taraftan, düşük CO₂ konsantrasyonu, yüksek sıcaklık ve kısıtlı miktarda su ihtiyacı olan dayanıklı bitkiler mevsimsel olarak görülen kuraklığa dayanıklı bitkiler, başlangıçta 4 karbonlu atomu organik molekülleri birbirine bağlayan ve yüksek düzeyde ışık şiddetini kullanma kapasitesine sahip olan bitkilerle C4 sınıfı bitkiler olarak adlandırılan mısır ve şeker

kamışı gibi bitkiler CO₂ miktarındaki artıştan olumsuz etkileneceklerdir.

İklim değişikliği ile artması beklenen sıcaklıklar polen canlılığını azaltarak çekirdek sayılarında, başlık ve çiçeklenme dönemlerinde verim düşüşüne neden olmaktadır (Stratonovitch et al., 2015:3599–3609).

Sıcaklığın 2 °C artmasıyla dünya genelindeki tahıl üretiminde %5 düşüş, 4 °C artması ile %10 oranında verim düşüşü gözlenirken, bu oran Akdeniz bölgesinde %25-35 oranındadır (IPCC, 2007:113-119). 1973-2011 yılları arasındaki yıllık veriler regresyon analizi ile değerlendirilmiş, bu yıllar arasındaki yağış rejimindeki değişimlerin tarım sektörünün GSYİH içindeki payını olumlu olarak, sıcaklıktaki değişimlerin ise olumsuz olarak etkilediği analiz edilmiştir (Başoğlu Telatar, 2013:22; Bayraç Doğan, 2016:38).

Meyve yetiştiriciliği yıllara yaygın bir tarımsal faaliyet olması sebebiyle iklim değişikliklerine karşı daha duyarlıdır. Çiçeklenme ve meyve tutumu gibi dönemlerde meyve yetiştiriciliği faaliyetleri hava koşullarından etkilenmekte, kışın soğuklanma ihtiyacı duyulmaktadır. Sıcak bölgelerde kış soğukluğunun azalması ve soğuk bölgelerde kış soğukluğunun artması gibi risklerin olmasıyla beraber genel olarak küresel ısınmanın hava sıcaklıklarını arttırması beklenir (Luedeling et al., 2011). Özellikle Avustralya'ya ait MR-Margaret River alanında, üzüm yetiştiriciliği faaliyetlerinde hava sıcaklığının artmasından dolayı soğuklanma talebinin karşılanamaması nedeniyle tomurcuklanmanın gecikmeli olarak gerçekleşeceği beklenmektedir (Webb et al., 2007:165-175). Avustralya'da 6 bölgenin ve yüksek ticari değere sahip iki çeşidin değerlendirildiği bir çalışmada 2030 yılına kadar tomurcuklanmanın 4-6, 2050 yılında 6-11 gün, Coonawarra bölgesi için en yüksek sıcaklık senaryosuna göre ise hasatın 2050 yılına kadar 45 gün erkene çekilebileceği belirtilmiştir (Webb et al., 2007:165-175; Şahin vd., 2015:149).

Diğer bir çalışmaya göre, çiçeklenme fenolojisindeki değişimlerin ve çiçeklenmenin ilkbahar geç donlarına denk gelmesi ile meyve üretimi etkilenmektedir (Zaval, et al., 2014:143-157). 2031-2060 arası dönem için ağaçlarda çiçeklenme döneminin 6-8 gün erkene kayacağı, ilkbahar mevsimindeki geç donlarına maruz kalma riskinde artış olacağı öngörülmüştür (Quamme et al, 2010:85-93; Bütüner, 2019:54).

Türkiye'de ise küresel ısınmanın etkisi ile turuncgil tarımının iç bölgelere genişleyeceği ve Akdeniz bölgesinde tropik bitkilerin yetiştirilebileceği öngörülmektedir (Çakmak, 2016:197-227). IPCC 5. Değerlendirme Raporundan

itibaren ılıman bölgelerde üzüm yetiştiriciliği, avusturalyada fındık üretimi, Nepal’de muz yetiştiriciliğinin yüksek rakımlara doğru yayılarak uygun tarım alanlarının artması öngörülürken tropikal bitkilerin de yetiştiriciliğinin artması beklenmekte olup tahıl üretim alanlarının 2041-2060 yılları arasında %10, 2021-2100 yılları arasında %31-34 azalma ve uygun ekim alanlarının değişimi öngörülmektedir (Manners et al., 2018:182-194, Kummu et al., 2018). İklim değişikliği ile mahsullerin yaşam döngülerinin kısaldığı yüksek güvenle bildirilmiştir. Bu durum ekim tarihleri ve çeşit seçimlerini etkilemiştir (Shaffril et al., 2018:683-695; Duan et al., 2022:422-432).

Son yıllarda meyve ağaçlarının meyve verme veya çiçeklenme dönemlerindeyken olumsuz hava koşullarına maruz kalarak meyve üretiminde düşüşe neden olduğu, bununla beraber tozlanmada görevli arıların da olumsuz etkilendiği gözlenmiştir (Şahin vd., 2015:148).

Aydın Nazilli ilçesi için yapılan bir çalışmada sıcaklık değerlerindeki artış ile incirin erken olgunlaştığı ve düzensiz yağış rejimleri ile erken olgunlaşan incirin hasattan önce çürüyerek verimin düşmesine neden olduğu bildirilmiştir (Aydın Kızılaslan, 2010:912-920).

Seyhan bölgesinde gelecek yıllarda sıcaklıkların %16 artması ve yağışların %20 oranında azalmasına paralel olarak bu bölgedeki domates verimlerinin %18 azalması, çiçek, meyve ve hasat dönemlerinin ileri kayması beklenmektedir (Baydar vd., 2016). Benzer şekilde, araştırmacılar herhangi bir önlemin yokluğunda Batı Bengal için 2050 yılına kadar patateste %16 verim düşüklüğü beklendiğini ve ekim tarihini değiştirerek verim kayıplarının azaltılabileceğini bildirmiştir (Luck et al., 2010:73).

Tarla bitkilerinde büyüme sezonu uzunluğunun artması tür seçimi ve münavebeyi etkilerken, gelişme periyodunun kısalmasıyla başak başına düşen tane ağırlığı ve tane sayısı ile tane yoğunluk ve dolulukları olumsuz etkilenmektedir (Chmielewski et al., 2002:69-78).

Türkiye’de üretilen bitkilerin sıcaklıkların artışı ile fenolojik dönemlerini erkene kaydardıkları ve bitkilerin fenolojik dönemlerinde daha fazla değişiklik beklendiği bildirilmiştir (Türkoğlu vd., 2014). Sıcaklık artışı vejetasyon süre ve dönemlerini aynı zamanda bitki gelişme sürelerini etkilemektedir. Türkiye’de yüzyıllık süreçte sıcaklıkların artması ile gelişme sürelerinin de ortalama 21 gün arttığını, buğday başaklanma ve hasat tarihlerinin ise 100 yıl içerisinde 40 gün erken

olacağını gösteren çalışmalar mevcuttur (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020). Tahıl ve serin mevsim bitkileri için üretimin, orta ve yüksek alanlar veya kuzeye doğru kayması beklenmektedir (Maracchi et al, 2005:117-135; Tuck et al., 2006:183-197; Olesen et al., 2007:123-143). Diğer bir açıdan, sıcaklık artışı Almanya'daki bazı bölgelerde şaraplık üzüm üreticiliğini olumlu etkileyerek bu bölgelerde verim ve kaliteyi arttırmıştır (Tıraşçı Erdoğan; Jones et al., 2005:319-343). Buradan anlaşılmaktadır ki, iklim değişikliğinin bölgelerdeki tarımsal verimliliği ve ürün desenlerini etkileyeceği açıktır.

İklim değişikliğinden bütün hayvansal üretim faaliyetlerinin de etkileneceği bilinmektedir (Koyuncu Nageye, 2020:167). Küresel ısınmanın 1.5 °C nin üzerine çıkması ile mahsul veriminde azalma, yem kalitesi, hastalık yayılımı, su varlığı ve doğurganlığın etkilenmesi ile hayvancılığın etkileneceği bildirilmiştir (IPCC, 2019).

Denizlerin de oldukça büyük etkilere maruz kalması beklenmekle beraber denizlerdeki tür kompozisyonu, su ürünlerinin hastalık ve zararlılara karşı direnci olumsuz etkilenecek pek çok deniz ürününün faaliyeti oldukça zorlaşacaktır (Green et al., 2007:36; Sağlam vd., 2008:89-94). Denizlerin ısınması pek çok yerli türün yaşama şansını zorlarken istilacı tür sorununu da beraberinde getirmektedir (Diken, 2020:295-303).

Okyanusların ısınması ile düşen okyanus oksijen seviyelerinin balıkların kütlesini 2050 yılına kadar %14-24 oranında düşüreceği (Cheung et al., 2013: 254-258) ve bazı bölgelerde ısınma ile hem deniz hem tatlısu ekosistemlerindeki balıkçılık potansiyellerinde düşüş yaşanacağı bildirilmiştir (Isaak et al., 2012: 499-524; Lam et al., 2016:8; Weiskopf et al., 2020).

Arıcılık da iklim değişikliğinden olumsuz etkilenmekte; bal arıları kolonilerin zayıflaması, hastalıkların yaygınlaşması ve ölümlere neden olmaktadır. Dünyadaki çam balının %90-92'sinin üretildiği Türkiye'nin konum itibarıyla iklim değişikliğinden büyük oranda etkilenecek bölgelerden biri olacağı düşünüldüğünde arıcılık sektörü için etkili önlemler almak gerekecektir (Akbulut, 2000:25-27). 9 arı türüyle yapılan bir çalışmada kış sıcaklığının artışıyla ağırlık ve gelişimin olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir (Fründ et al., 2013:1639-1648). İklim değişikliği ile Kafkas genotipinin varlığının olumsuz etkileneceği bildirilmiştir (Koç Karacaoğlu, 2012:28-35). Yine çiçek ve nektar dönemlerinin değişmesi arıların üremelerini ve bal verimini olumsuz etkilemektedir (Bekret vd., 2015:365-370). İklim değişikliğiyle arıların nektar ve polen gibi besin kaynakları doğrudan etkilenmekte

floradan verim alabilmek için göçer arıcılık yapılmakta, ani değişiklikler sonucu hastalık ve zararlılara karşı savunmasız kalarak zayıf koloniler sönmektedir (Şahin vd., 2015:153).

Hayvansal üretimde iklim değişikliği hayvansal ürünlerin miktarını, kalitesini ve üremeyi olumsuz etkilerken, hastalık ve zararlıların tesirinde artış ve yem üretimini de olumsuz etkilenmekte sıcaklığın yükselmesi ile et (canlı ağırlık artışı) ve süt üretimi de gerileyip, döl verimi düşmektedir (Harvell et al., 2002: 2158-2162).

Hayvanların doğrudan etkilenmesine ek olarak, su kıtlığı, fırtına, seller, deniz seviyesinin yükselmesi ve yeraltı suyunun aşırı kullanımı ile gelen tuzlulaşma ve içme suyunda tuzluluk riski, yangın riski, çayır meraların azalması ve otlatma şartlarının kötüleşmesinden de hayvancılık olumsuz etkilenmektedir. Yem ve suya ulaşımında zorluklar ve artan sıcaklık parazit ve hastalık etmenlerini arttırmakta, hayvanların bağışıklığını olumsuz etkilerken, gıda kaynaklı hastalıklar ve vektörlerin hızlı yayılımından kaynaklı hayvan sağlığı olumsuz etkilenmektedir (Baylis Githeko, 2006:35; Tirado et al., 2010:1745-1765). Yağış ve sıcaklık değişimi kene, tatarcık sineği, sivrisinek, karasinek gibi hastalık taşıyan canlıların (Tirado et al., 2010:1745-1765) ve rakiplerinin (yırtıcı ve parazitler) dağılımı ve artışı etkiler. Aynı zamanda iklim hayvanlar üzerinde yem tüketimi, üreme, fizyoloji ve davranışlarını etkileyen bir stres faktörüdür (Akyüz vd., 2010; Burger, 2010:16-23). Sıcaklıkların artması ile hayvanlarda yem tüketimi azalarak su tüketimi artar (Collier Zimbelman, 2007:76-83), yine sıcaklık artışıyla bitki dokularının odunlaşması artarak sindirilebilirliği düşmektedir (Minson, 1990:483; Koyuncu, 2017:98-106).

Sıcaklık artışları hayvancılık faaliyetlerinde su ihtiyacını etkilemektedir. Örneğin bir çalışmada sıcaklığın 2.7 °C yükselmesi ile sürüdeki su ihtiyacı %13 artmıştır (Howden Turnpenny, 1997:1103-1108). Denizlerin yükselmesi ile tatlı su akiferlerine daha fazla tuzlu su girecek, kuraklık ve su miktarının azalması ile de kimyasal ve biyolojik kirlilik ve ağır metallerin derişimi artacaktır (Karl et al., 2009:188), ortaya çıkacak su kirliliği de hayvan sağlığını olumsuz etkileyecektir (Nardone et al., 2010:57-69).

İklim değişikliği karşısında tarımsal üretime esneklik kazandıracak olan tür çeşitliliği olmasına rağmen çiftlik hayvanlarından tavuk ırklarının %33'ü, büyükbaş ırklarının %16'sı yok olma riski altında olduğu bildirilmiştir (FAO, 2007).

Meralar ve otlak hayvancılığının iklim değişikliğine daha fazla maruz kalacağı bilinmektedir. Yüksek radyasyon ve sıcaklık, sığırlarda günlük yem alımını etkilemekte ve hastalıklara direnci düşürmektedir. Kanatlı üretiminde ise yem alımı azalmakta, sıcaklık stresi yumurta üretimini düşürmekte, ölüm oranlarını arttırmaktadır (Geraert et al., 1993:643-653; Yahav et al., 1995:245-253).

Yağışlardaki artış da vektör popülasyonları ve dağılımlarını arttırarak geniş çaplı salgınlara yol açabilmektedir (Tölü Arıkan, 2019:1-7). Öte yandan, 49 milyar CO₂ eq ile toplam sera gazı emisyonlarını %10'undan fazlasını tarım sektörü oluşturmaktadır. Her geçen gün artan tarımsal sera gazı emisyonları 1960 yılından itibaren günümüze kadar 1738'den 3943 CO₂eq'l'e yükselmiştir (Tubiello, 2019: 196–205). Bu çerçevede iklimin tarımı, tarımınsa iklimi etkilediği göz önüne alınarak, bu sürecin en iyi şekilde yönetilmesinin gerekliliği kesindir.

1.4.1 Tarımsal Üretimin İklim Değişikliğine Etkileri

Tarımsal üretim sera gazı gibi iklim değişikliğinin en önemli sebeplerinden olan gazların salınımına sebep olan başlıca üretim faaliyetlerinden biridir. Dünyadaki sera gazlarının emisyonlarına %26 oranında enerji tüketiminin, %19 oranda sanayi faaliyetlerinin, %17 oranında arazi kullanımıyla ilgili değişikliklerin, %14 oranında tarımsal faaliyetlerin, %13 oranında ise ulaşım faaliyetlerinin sebep olduğu belirtilmektedir (Bayraç Doğan, 2016:37). Tarımsal faaliyetler CO₂, CH₄, N₂O, su buharı ve birçok halokarbon bileşenini de içeren sera gazları üzerinde etkili olmaktadır (Snyder et al., 2009:247-266).

Biyotik ve abiyotik faktörler ile olan etkileşimin karmaşıklığı, veri eksikliği nedeni ve arazi kullanım değişikliğinden kaynaklanan emisyonların bildirilememesi nedeniyle, tarımsal üretimin atmosferik sera gazı yoğunluğuna ve iklim değişikliğine katkısı oldukça sınırlı bir çerçevede tahmin edilmektedir (Schaufler et al., 2010:683-696). Karasal ekosistemlerin karbon tutucu işlevinin azalmasının ya da vejetasyon değişiminin iklim sera gazı konsantrasyonu üzerinde karşılıklı etkileşimlerinin olduğunu bilmekle beraber bu konuda hala öğreneceğimiz çok şey vardır (Gaillard et al., 2015:453-477).

Erozyon, toprakların bozulması, tuzlulaşma, bitki artıklarının yönetimi de tarımsal üretimden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını etkilemektedir. Etkin gübre ve su kullanımı, tarımsal faaliyetin gerçekleştiği koşullara özgü ideal koruyucu toprak işleme metotlarının tespiti ve uygulanması, münavebe ve örtü bitkilerinin

kullanımı tarımsal sera gazı emisyonlarını sınırlandıracak uygulamalardır (Oertel et al., 2016:327-352).

Tarım toprakları, karbon havuzlarının %50 ile 75'ini kaybetmiş ve ekolojik potansiyellerinin altında organik karbon içermektedir. Türkiye’de yapılan ölçüme göre 30 cm derinlikteki toplam karbon miktarlarına göre sırasıyla orman arazileri için 55.68 ton C ha⁻¹, meralar için 49.77 ton C ha⁻¹, sulak arazilerle suyun yüzeylerinde 49.71 ton C ha⁻¹, tarımsal bölgelerde 35.96 ton C ha⁻¹, suni arazilerde 16.12 ton C ha⁻¹, çorak topraklarda ise 12.78 ton C ha⁻¹ şeklinde tahmin edilmektedir (ÇEM, 2018).

Buna karşın, etkin gübre ve su kullanımı, koruyucu toprak işleme, münavebe ve örtü bitkilerinin kullanımı ve toprağı boş bırakmamakla sera gazı emisyonlarını azaltır, erozyon kontrolü, bozulmuş toprakların kazanımı, tuzlu toprakların ıslahı ve bitki artıklarının doğru yönetimi ile topraktaki C tutuculuğunun artması sağlanır. Toprağın organik karbon içeriğı ve karbon tutma işlevinin korunma ve iyileştirilmesi besin içeriğı nem ve diğer agronomik faktörlerin optimizasyonu ve topraktaki tür kompozisyonu ile ilişkilidir (Sanz et al., 2017:5-24; Wei et al., 2021).

En yüksek küresel ısınma potansiyeli olan tarımsal sera gazları tarım faaliyetinden kaynaklanan emisyonlar: CO₂, CH₄, N₂O emisyonlarıdır (Kayıkçıoğlu Okur, 2012:26). Atmosferde kalma süreleri ve ısınma potansiyelleri bakımından 100 yıllık zaman ölçeğinde CH₄, 25 CO₂ birim kütlesi, N₂O ise, 298 CO₂ birim kütlesi ile küresel ısınma potansiyeline sahip olduğu kabul edilmektedir. Bu nedenle tarımsal faaliyette CH₄ ve N₂O gazlarına kıyasla daha büyük miktarlarda CO₂ bu döngüde yer alsa da, en büyük tarımsal emisyon kaynakları CH₄ ve N₂O’dur (Kayıkçıoğlu Okur, 2012:27).

Türkiye’deki güncel sera gazı envanterinde tarımsal sera gazı emisyon miktarının 2016 yılında 56.5 Mt CO₂ olmak üzere, arazi kullanım değişikliğinin dahil edilmediğı durumda %11.4’lük bir payla sera gazlarının oluşumunda pay sahibi olduğu belirtilmektedir. 1990 ile 2016 yılları arasında tarımsal sera gazı emisyonları %33.2 oranında artmıştır. Türkiye’de tahmin edilmiş olan emisyonların %47.7’sinin enterik fermentasyon faaliyetinden, %38.2’sinin tarım kaynaklı faaliyetlerin sürdürüldüğü arazilerden, %11.2’lik kısmının gübre yönetim şeklinden, %2.3’üne denk gelen kısmın üreyle ilgili faaliyetlerden ve %0.7’sinin ise çeltik üretimi ve bununla ilgili arazilerde oluşan tarım kaynaklı atıkların yakılması sonucu oluşmaktadır. Toplam sera gazı emisyonları içerisinde CH₄ emisyonlarının %55.5’i,

N₂O emisyonlarının %77.6'sı tarımsal kaynaklı oluşmaktadır (Kayıkçıoğlu Okur, 2012:26).

CH₄ emisyonlarının ana sebebi hayvancılık sektörü ve çeltik tarımından kaynaklanmaktadır. CH₄ emisyonlarının önemli bir kaynağı çiftliklerde üretilen hayvansal gübredir. Sığır yetiştiriciliğinde merada yetiştirilen sığırların besin alımındaki fark nedeniyle hayvansal gübreden kaynaklanan emisyonlar, çiftlik hayvanlarına kıyasla yarı yarıya düşmektedir (Snyder et al., 2009). Hayvanın yaşı, yem kalitesi, besinlerin sindirilebilirliği ve hayvanların sindirim sistemindeki mikrobiyal aktiviteden etkilenen CH₄ salınımının, başlıca kaynağı büyük oranda enterik fermentasyon olmakla beraber 2000'li yılların başlarında küresel olarak 86 milyon metrik ton metan salınımına neden olduğu ve yıllık antropojenik metan emisyonlarının %35-40'ını oluşturduğu belirtilmiştir (Steinfeld et al. 2006; Koneswaran Nierenberg, 2008:578-582).

Metan emisyonu Türkiye'de 1990 yılından 2016 yılına kadar olan süreçte 22.3 Mt CO₂ eşdeğeri iken 26.9 Mt CO₂ ye çıkmıştır. 2016 yılı enterik fermentasyondan kaynaklanan sera gazı emisyonlarına büyükbaş hayvanların %79.4, koyunların %14.7, keçilerin %4.8 diğer hayvanların ise %1.1 oranında katkısı olmuştur. CH₄ emisyonlarının %10.2'si ve N₂O emisyonlarının %12.9'u gübre yönetiminden kaynaklanmaktadır (Şahin Avcıoğlu., 2016:161).

Gübre yönetimi içerisindeki CH₄ ve N₂O emisyonlarının çoğu, enterik fermentasyon durumundaki gibi büyükbaş hayvanlardan kaynaklanmaktadır (Beach et al., 2008:109-115). Gübre anaerobik koşullarda (sıvı veya çamur halde) içeriğinin ayrışması ile CH₄ emisyonlarına katkıda bulunur (Beach et al., 2008:109-115 ; Demir Cevger 2007:13-16). 2002 yılındaki bir araştırma dünya üzerindeki çiftlik hayvanlarının atık ve gübreleri yılda toplam metan emisyonlarının %5'i olduğu tahmin edilen 9.3 Gt CH₄ emisyonuna neden olmaktadır (Demir Cevger 2007:13-16). Bununla beraber üretim çiftliklerinde telef olan hayvanların emisyonlarının, üretimden kaynaklanan emisyonlara oranla daha fazla olduğu bilinmektedir (Şahin Avcıoğlu., 2016:159).

Hayvansal üretimden sonra başlıca metan emisyon kaynağı çeltik tarımıdır; anaerobik koşulların bulunduğu su altındaki çeltik tarlalarında ve toprak organik maddesinin metanojenik bakteriler tarafından ayrışması ile atmosfere önemli miktarlarda CH₄ salınır (Beach et al., 2008:109-115). Çeltik tarımında su yönetimi CH₄ emisyonlarını önemli oranda etkilemektedir (Beach et al., 2008: 109-115).

Toprak özellikleri, O₂ içeriği, organik madde, mineral N içeriği, pH, nem gibi faktörlerden etkilenen mikrobiyal aktiviteyle N₂O ve CH₄ salınımı gerçekleşir (Snyder et al., 2009). Mahsul atıkları, gübre ve toprak işleme uygulamaları CH₄ ve N₂O emisyonlarını etkiler. Toprak sıkışması ve havalandırılması nitrifikasyon ve denitrifikasyon süreçlerini etkilediği gibi toprak sıkışması ile atmosferdeki CH₄ %30 ile %90 arasında değişen oranda tutulabilir veya oksitlenebilir (Snyder et al., 2009).

Topraktan salınan N₂O en büyük tarımsal sera gazı kaynağıdır. N içerikli gübre uygulaması ve toprakta kullanılmayan N miktarı artışı, N₂O salınımının da artmasına neden olur, etkin gübre kullanımı ile azaltılmaya çalışılır (Beach et al., 2008:109-115) N₂O emisyonlarının kaynağı ise nitrifikasyon ve denitrifikasyondur (Bange, 2000:301). Bu iki olay topraktaki O₂ konsantrasyonu ve topraktaki O₂ konsantrasyonunu etkileyen toprak nemi ve su ile dolu boşluk hacminden, toprak bünyesi ve NH₄ + NO₂⁻ konsantrasyonundan etkilenir. Sıcaklık arttıkça N bileşenlerin dönüşümü hızlanır, sıcaklık düştükçe yavaşlar. Nitrifikasyon; Nitrosomonas sp. gibi bakterilerin amonyumu katabolize ederek nitrata; denitrifikasyon ise nitrat bakterilerinin (Nitrobacter sp. Nitrospira sp.) NO₃⁻'i NO₂⁻'e oksitlemesidir (Norton, 2008:173-199).

Tarımsal üretimde N₂O salınımı en çok gübre kullanımı ve toprak bozulmasından kaynaklanmaktadır. N₂O emisyonları iklim, organik karbon içeriği, toprak bünyesi, drenaj durumu, pH ve kültürel işlemlerden etkilenmektedir (Kayıkçıoğlu Okur, 2012:29). Hafif bünyeli, zayıf drenajlı nötr ya da hafif asidik topraklar ve susuz amonyak, mineral gübrelerin karıştırılarak verilmesi NO₃⁻-N varlığıyla birlikte N₂O salınımı artmaktadır. N₂O emisyonu baklagil üretiminde en fazla olmakla birlikte, sırasıyla tek yıllık diğer bitkiler, çayır meralar şeklinde devam etmektedir (Kayıkçıoğlu ve Okur, 2012:29).

Topraktan N kaybı, toprak nemi, N miktarı ve kullanılabilen NO₃⁻ ile ilişkilidir (McSwiney Robertson, 2005). Toprakta hava ile dolu gözenek boşluğu ve su miktarı N₂O emisyonları üzerinde etkilidir. Su ile dolu boşlukların %60 oranında artmasıyla N₂O ve CO₂ salınımı artar (Granli Bockman, 1994:128; Linn Doran, 1984:1267-1272).

Toprak işleme yapılan ve yapılmayan toprakların karşılaştırıldığı bir çalışmada CO₂ emisyonlarındaki değişimin %90 oranında topraktaki sulama miktarındaki değişimden kaynaklandığı, yine Kanada'daki araştırmalarda topraktaki nemle ilişkili şekilde C varlığı ve öncelikli olarak da topraktaki O₂ ile denitrifikasyon

miktarının belirlendiği bildirilmiştir (Gillam et al., 2008:133-143). Denitrifikasyon havalandırma ve nem ile ilişkili olduğundan, drenaj diğer tarımsal sera gazlarında olduğu gibi N₂O emisyonlarını da etkilemektedir (Coyne, 2008; Snyder et al., 2009:201-253). Buradan hareketle toprak işlemenin bilinçli bir şekilde yapılması gerektiğinin vurgulanması gerekmektedir. 1990 yılından 2016 yılına kadar tarım topraklarından salınan N₂O emisyonları 15.1 Mt CO₂ eşdeğerinden 21.6 mt CO₂ eşdeğerine %42.9 artış göstermiştir. Tarımsal N₂O emisyonları toplam N₂O emisyonlarının %67.5'ini oluşturur. N₂O emisyonlarının en büyük nedeni gübre uygulaması olmakla beraber çeltik tarımı, tarımsal atıkların yanması ve üre uygulaması ile de artış gösterir (ÇŞB, 2018). Bazı topraklarda azotlu gübrelerden kaynaklanan asitlik kg N başına 3.6 kg kireçle dengelenir. Bu da N₂O salınımına kıyasla küçük miktarda CO₂ salınımına neden olabilir (Snyder et al., 2009).

Tarımsal üretim yapılan toprakların pH'ını yükseltmek gerektiğinde uygulanan kireç içeriğindeki karbonatın bir kısmı CO₂ olarak ayrılır. Üre uygulaması ile de benzer şekilde yapısındaki CO₂ atmosfere karışır. Üre gübresi her 28 gram N için 12 gr C içerir. IPCC kapsam 1 metoduna göre üre uygulamasının %50 belirsizlik aralığı ile birlikte, küresel ısınma potansiyeli her 1 kg ürede 0.8 CO₂'dir (Snyder et al., 2009).

Tarımsal CO₂ emisyonlarının nedenleri toprak işleme, arazi kullanım değişikliği, yakıt, enerji ve su kullanımı, organik karbon yönetimi gibi uygulamalardır. Aynı zamanda en büyük karasal karbon tutucu olan ormanların tarım alanı olarak açılması da CO₂ emisyonlarının arttırmaktadır. Ormanlardan sonra en büyük karasal karbon dönüştürücüleri çayır meralardır. Aşırı otlatma, tahrip veya yok edilmesiyle de sera gazı emisyonları artmaktadır (Padhy Pattanayak, 2020:259-261). Tarımsal sulama hem sulamadan hem de enerji tüketiminden kaynaklanan emisyonlara neden olur. Tarımsal üretim, biyoçeşitlilik kaybı, toprak ve yeraltı sularının kirlenmesi gibi canlı yaşamı ve madde döngülerini etkilemesi muhtemel pek çok çevresel soruna neden olmaktadır. Bu kapsamda tüm sürecin doğru şekilde yönetilmesiyle ilgili küresel çapta bir işbirliğinin kaçınılmaz olduğunu söylemek mümkündür.

1.5 Küresel İklim Değişikliği Kapsamında Oluşturulan Uluslararası Yapılanmalar ve İzlenen Politikalar

Yerküre üzerinde yerel sorun ve müdahalelerin küresel boyutta karşılıkları olduğunu bilmekteyiz. Su ve çevre kirliliği, biyo çeşitlilik ve ekosistem değişikliğine

giden pek çok sorunun küresel anlamda karşılığı olduğunu bilmekle beraber, madde döngüleri, azot karbon fosfor hidrolojik döngü, canlı-çevre etkileşimleri gibi karmaşık etkileşimlerle ilgili hala öğrenecek çok şey mevcuttur.

Bu temelde, çağımızın büyük tehlikesi ve alışkın olduğumuz yaşamı değiştirme potansiyeli bulunan ve telafi edilemeyecek etkileri olan küresel iklim değişikliği için de küresel çapta çözümler gerektiği söylenebilir. Ekolojik sorunlar hükümetler tarafından verilen pek çok kararda kalkınma, ekolojik kriz ikilemi ile karşılanmakta olup gelişmekte olan ve gelişmiş olan ülkeler ekseriyetle kalkınma önceliği ile eylemde bulunmaktadır. Dünya üzerinde su-toprak gibi varlığı sınırlı olan pek çok doğal unsur da insanların yeryüzünde kurmuş olduğu medeniyetler tarafından kaynak olarak tüketilmekte olup bu kaynakların sınırlılığı ile ilgili endişeler sürdürülebilirlik kavramını ortaya çıkarmıştır (Güneş, 2019).

Çalışmalardan özetle anlaşılmaktadır ki, fosil yakıt kullanımı, madencilik ve enerji tüketimi başta olmak üzere pek çok sektör karbon emisyonuna neden olmakta atmosferik sera gazı yoğunluğunu, dolayısıyla küresel ısınma oranını arttırmaktadır. Karbon salınımı ve küresel ısınma diğer bütün çevre sorunları gibi uluslararası bir sorun olarak bütün dünyayı etkilemektedir. Bilim insanlarının bu konu hakkında uyarılarının dikkate alınarak, çevresel ve ekolojik sorunların küresel ve politik zeminde karşılık bulmasıyla birlikte uluslararası anlaşma ve organizasyonlar kurulmuştur.

1.5.1 Stockholm Konferansı

Uluslararası problem haline gelen ekolojik sorunlar ve özellikle Avrupa’da başlayan ekolojik örgütlenmeler ve çevre sorunlarının siyasal zemine taşındığı bir dönemde 5 Haziran 1972’de BM İnsani Çevre Konferansı İsveç’in Stockholm şehrinde toplanarak, BM Çevre Programı (UNEP) oluşturulmuş ve bu konferansla tüm ülkelerde çevreyle ilgili mevzuatlar ile kurumsal yapı oluşmaya başlamıştır. 5 Haziran 1972 tarihinde gerçekleştirilen Stockholm konferansının önemi ve ekoloji mücadelesi için bir milat olarak kabul edilmesi nedeniyle 5 Haziran günü dünyada her yıl Dünya Çevre Günü olarak anılmaktadır (Gupta, 2010:636-653).

1.5.2 Dünya İklim Konferansları

Küresel iklim değişikliği uluslararası alanda ilk olarak 1979 yılında Cenevre’de dünya meteoroloji örgütünün düzenlediği birinci dünya iklim konferansında tartışılmış, takip eden yıllarda 1985 Villach ve 1987 Hamburg, 1988

Toronto’da iklim konferansları düzenlenmiştir. Bu konferanslar bilim insanlarının bir araya gelip perspektif belirlediği ve daha sonra kurulacak olan IPCC’in önünü açan konferanslardı. 1985’te sera gazları temel bilim politikalarını belirlemek amacıyla danışma grubu kurulmuş ve 1988 yılında BM Çevre Programı (UNEP) ile Dünya Meteoroloji Örgütünün hazırladığı Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli resmîyete kavuşmuştur (Kaya, 2020). IPCC, bünyesinde geçmiş ve gelecekteki iklim değişikliklerinin bilimsel verilerini derleyen, iklim değişikliğine sebep olan insan kaynaklı faaliyetlerin biyosfer tabakasıyla beraber sosyal ve ekonomik yapılar üzerindeki sonuçlarını, adaptasyon ve uyum çalışmalarını değerlendiren ve sera gazı salımlarını ve iklim değişikliğini hafifletme üzerine çalışan üç çalışma grubu bulundurulur. Her grup 5 veya 6 sene de bir defa olmak üzere kapsamlı olarak teknik detaylardan oluşan özet, rapor ve karar mercindeki kişi, kurum ve kuruluşlar için özet rapor hazırlayarak düzenlenen bu üç raporun birleştiği sentez bir rapor yayınlanır (Uzmen, 2007:176; Kaya, 2020:171).

1989 yılında ilk kez devlet başkanları Hollanda’nın ev sahipliğinde, daha sonra çevre bakanları düzeyinde Nordjwick’te iklim değişikliği tartışıldı, 1990 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından temel bilimsel kaygılar ve siyasi adımların belirlendiği ikinci iklim değişikliği konferansı düzenlenerek iklim değişikliğinin devletler ve politikacıların gündemine kesin bir şekilde girdiğini söyleyebiliriz. Bu sürecin sonunda ilk defa yayınlanmış olan IPCC raporu ile iklim değişikliği konusunda ilk defa bilimsel olarak fikir birliği sağlandı.

Sera gazı konsantrasyonlarının 1990 seviyelerinde sabitlenmesi gerektiği, kaynak kullanımının ve sera gazı emisyonlarının azaltılması gerektiği, adaptasyon ve azaltım tavsiyelerinin geçtiği uluslararası düzeyde ilk rapor yayınlandı ve aynı dönemde 1989 ekoloji örgütlerinin dahil olduğu iklim eylem ağı, 1990’da ise yerel çevre girişimleri için uluslararası konsey kuruldu (Gupta, 2010:636-653).

1.5.3 Birleşmiş Milletler Çevre Anlaşması

Brezilya’nın en büyük ikinci kenti olan Rio de Janeiro’da 1992 yılında organize edilen BM Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda atmosfer için de bir bölümün olduğu “Gündem21” adlı 21. yüzyıl için bir eylem gündemi, küresel sorunların nasıl ele alınacağı ile ilgili 26 ilkenin vurgulandığı, Rio Çevre ve Kalkınma Deklerasyonu, Biyoçeşitlilik Sözleşmesi ve ormancılık ilkelerini içeren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesini yayınlamıştır (Kaya,

2020:177). İklim değişikliğine yol açan insan kaynaklı faaliyetlerin neden olduğu sera gazı emisyonlarını düşürmek amacıyla çerçeve anlaşma niteliğinde olan uluslararası BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 154 devlet tarafından imzalanmış, sekreteryaının merkezinin Bonn'da kurulmasıyla 1994 yılında yürürlüğe girmiş olup, takip eden yıllarda her yıl düzenli olarak taraflar konferansı düzenleyecek ve güncel karar alınacaktır (Page, 2007:8–15).

UNFCC, ekosistem ve gıda sistemlerini tehdit etmeden sürdürülebilir kalkınma ve iklim sistemine tehlikeli antropojenik müdahalenin önlenmesini hedeflemiş, bununla beraber prensip olarak gelişmekte olan ülkelerin ihtiyaçlarına dikkat etmek amaçlanmıştır (Bose et al., 2022). Emisyonlarının azaltımı, yardım ve teknoloji transferi, açık ve uluslararası bir ekonomik sistemin desteklenmesinin gerekliliği vurgulanmıştır. Tüm ülkelerin ortak sorumluluklarının bulunmasına karşın sözleşme, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri farklı sorumluluklar çerçevesinde ikiye ayırmaktadır (Gupta, 2010:636-653). Sözleşme organizasyon olarak müzakerelerle sürekli destek sağlanması, güncellenebilen yapıda bir çerçeve sözleşmesi olması, iklim değişikliği ile mücadelede ülkelerin politika ve stratejiler geliştirebilecek raporlama gerekliliklerinin belirlenmesi ile mevcut bütün anlaşmaların ilerisine gitmiştir. Sözleşme organları ve yetkileri ile uluslararası iklim değişikliği izleme süreçlerinin ve politikanın devamlılığı da sağlanmıştır (Bose et al., 2022).

BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin bir pasajı olan İklim Güçlendirme Eylemi (6.Madde), 6 öncelikli alana (eğitim-öğretim alanlarında halkın bilinçlendirilmesi ve bilgiye erişimi ile katılımını sağlayarak bu alanlarda uluslararası işbirliği) odaklanmış olup, halkın iklim değişiklikleriyle ilgili tam katılımı ve bilgiye erişimini sağlayacak politika araçlarının geliştirilmesini sağlamıştır (UNESCO UNFCCC, 2016:6-28). İklim Güçlendirme Eylemi diğer sözleşme ve çerçevelere perspektif de sağlamıştır.

Aarhus Sözleşmesi bu alanda halkın çevresel sorunlara müdahil olma ve karar alma süreçlerinde uluslararası işbirliği ile rol almasını ve bilgi alma özgürlüğünü gözeterek bu süreçlerin şeffaf yürütülmesini sağlayan ve yasal bağlayıcılığı olan önemli bir politika aracı olmuştur. Aarhus Sözleşmesi ile halk çevre ile ilgili mağdur sıfatı aranmaksızın hukuk yoluna başvurulabilmekle beraber, Aarhus Sözleşmesi Uyum Komitesi tavsiye ve yönlendirmelerde bulunabilmektedir (Dikmen, 2019:35-541). Bu kapsamda kirletici salınımı ve transfer kayıtları, sanayi

ulaşım ve tarımdan kaynaklanan çevresel kirliliğin yıllık raporlaştırılması ve halka açık yayınlanması gerekmektedir (UNECE, 2006).

Emisyon azaltımları ülkelerin kendi hedefleri üzerine şekillenmekte iken 1990 Avrupa Serbest Ticaret Bölgesi hedeflerinin ortaya çıkmasıyla Avrupa Komisyonu tüm ye ülkeler için ortak bir hedef benimsedi ve sözleşmenin kabul edilmesi ile gelişmekte olan ülkeler için kaynak ihtiyacı ve teknoloji transferi teşvik edildi (amur Vaizoğlu, 2007:297-306). İklim değişikliğini hafifletme noktasında ne kadar emisyon azaltımına gidilirse adaptasyon ihtiyacının o kadar az olacağından küresel emisyon azaltımı öncelik kazandı (Gupta, 2010:636-653).

İklim Değişikliği ereve Sözleşmesinde ABD'nin de ısrarları sonucu bağlayıcı bir hedef ya da zamanlama bulunmamasına karşın, 1995 yılında Berlin'de Taraflar Konferansının ereve sözleşmesindeki hedeflerin zayıflığı kabul edilerek hukuki olarak da bağlayıcılığı bulunan bir protokol imzalanmış zorunlu azaltma hedefleri belirlenmiştir. Berlin Yaptırımı/Berlin Mandası olarak anılan bu müzakerelerin sonucunda Kyoto Protokolüne giden süreç başlamış oldu (Kaya, 2020:174).

Birinci Taraflar Konferansı ile gelişmekte olan ülkelerin emisyon azaltma projelerine, gelişmiş ülkelerden yatırımcılara izin verilecek ve piyasa mekanizması oluşturularak aynı dönemde İklim değişikliği'nin Birleşmiş Milletlerin bir organı olan UNEP'ten ziyade genel kurulun gündemine alınması kararı ile sorun küresel boyutta ele alınacaktı (Gupta, 2010:636-653).

1996'da İkinci Taraflar Konferansı sonrası Cenevre Bakanlar Bildirgesi ABD dahil olmak üzere taraflarca kabul edildikten sonra, 1997 yılında Kyoto'da yapılacak olan konferanstan önce ABD tarafından Byrd-Hagel kararı oy birliği ile kabul edilerek birleşmiş milletlere çağrıda bulunuldu. Bu karara göre gelişmekte olan ülkelerin, emisyonlarını azaltma yükümlülüğü olmadığı sürece ABD ekonomisini tehdit eden bu yükümlülüklerin altına girmeyeceğini açıkladı. En büyük karbon salınımına sahip olan ülkelerden biri olan Çin de gelişmekte olan ek-2 ülkelerine dahildi (Gupta, 2010:636-653).

1.5.4 Kyoto Protokolü

1997 Aralık ayında 3. Taraflar Konferansı ve Kyoto protokolü devletlerce imzalandı fakat yürürlüğe girmesi için onaylayan ülkelerin küresel çapta toplam sera gazı emisyonlarının %55'ini oluşturmuş olması gerekiyordu. Emisyon ticareti ve

yutak alanların muhasebeleştirilmesine ilişkin belirsizlikler Rusya'nın lehine netleştirilince, Rusya'nın da dahil olması ile Kyoto protokolü yürürlüğe girdi (Kaya, 2020). Bu sırada iklim değişikliği ile ilgili bilimsel çalışmalar ve politikada iklim değişikliği vurgusu ivme kazandı ve yararlı olabilecek teknoloji ürünleri ve teknoloji transferini ele alan Teknoloji Transfer Raporu yayınlandı (Gupta, 2010:636-653).

Ekolojik sorunlar ile ilgili uluslararası politikalar 1990'lı yıllarda ivme kazanmıştır (Kaya, 2020:168). 2000'li yıllarda ise sera gazı salınımını stabilize etme hedefi 90'lı yıllara göre zayıf kaldı. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülke olarak ayrım kriterleri güçlü değildi ve gelişmiş ülkelerin gelişmekte olan ülkeler için destek sunması sözleşmede yoruma açık olduğu için gereken düzeyde sahiplenilmedi (Gupta, 2010:636-653). 1990'larda bilim insanları ve fosil yakıt destekçileri karşı karşıydılar. İklim değişikliği ile beraber sular altında kalması muhtemel pasifik ülkeleri, açlık ve kuraklık tehlikesi altındaki Afrika ve çevre örgütleri bilim insanlarını her fırsatta desteklediler (Kaya, 2020:171; Neale; 2009:207).

Kyoto protokolüne göre ek-1 tarafları 2008-2012 tarihlerini kapsayan birinci yükümlülük döneminde karbon salınım oranlarını 1990'daki seviyenin %5.2 oranında altına indirecekti. Protokol 2005'te yürürlük kazanarak faaliyete girdi (Kaya, 2020:175). Bütün bu tartışmalar ve kalkınma kaygıları sürerken 2000 yılında Yerli Halklar İklim Değişikliği Forumu, Birleşmiş Milletler ve Kyoto Protokolüyle temaslarda bulundu. İklim değişikliğinden en az sorumlu ve en çok etkilenecek olan, ormansızlaşma ve iklimle ilgili hayati kaygıları olan bir grup olarak büyük oranda insan hakları ve iklim adaletine vurgu yapmaktaydılar (Johansen, 2003).

Kyoto protokolü ile sanayileşmiş ülkelere ilk taahhüt dönemi için 1990 yılı baz alınarak azaltma yükümlülükleri getirilmiş (Maamoun, 2019:227-256), bununla beraber gelişmiş ülkelerin azaltım maliyetlerinin gelişmekte olan ülkelere yüksek olduğu göz önünde bulundurulmuş, temiz kalkınma mekanizması, ortak uygulama gibi esneklik sağlayacak mekanizmalar ve karbon ticareti sistemi oluşturulmuştur (Kim et al., 2020:15).

2001'de Amerika'nın Protokolü reddederek gözlemci olarak katıldığı 6. Taraflar Konferansında karbon ticareti ve uyum fonu gibi bazı esneklik mekanizmaları muhasebeleştirme ve prosedürleri 7. Taraflar konferansında netleştirilmek üzere görüşülmüş, karbon ticaret sistemi oluşturulmuş olup, bu sisteme göre karbon emisyon azaltımını istenilen düzeyin altında gerçekleştiren firmalar, aradaki farkı başka firmalara satabilmekteydi ve böylece karbon

emisyonları metalaştırılmış oldu (Michaelowa et al., 2019:24). Fakat bu sistemin kontrol edilebilmesinin zorluğu ve karbon ticaretinin istismara açık olması, suiistimal edilmesine sebep olmuş, bunun yanında karbon emisyonlarına odaklanması pek çok ekolojik olumsuzluğu beraberinde getirmiştir (Scneider, 2007).

2001 yılında Marakeş'te gerçekleştirilen Taraflar konferansında Türkiye geliştirmekte olan ülkeler konumunda sınıflandırılıp emisyon yükümlülükleri ortadan kaldırılınca 2004 yılında sözleşmeye taraf olmuştur (ÇŞB, 2009). Kyoto Protokolü sonrası için Kyoto protokolünden bağımsız oluşturulan Bali eylem planından sonra arzu edilen yasal bağlayıcılığın, şeffaf bir müzakere süreci ve uzlaşının kazanılamadığı Kopenhag Mutabakatı doğmuştur (Karakoç, 2018:416).

18. Taraflar Konferansı/ Doha Konferansı- Doha Geçidi 2012 sonrası için Kyoto protokolünün devamına karar verilerek Protokolün 2012-2020 taahhüt dönemi ile bütün ülkelerin dahil edilmesi için yeni bir iklim rejimine geçiş dönemini başlatmıştır (Michaelowa et al., 2019:24).

Bu konferans sonrası 8 yıllık bir çalışma planı hazırlanmış (Doha Çalışma Planı) ve ilkeler oluşturulmuştur. Bunlardan en etkili olarak göze çarpan, iklim eylemlerinde toplumsal cinsiyet yaklaşımıdır. Ekonomik yasal ve politik nüfuza erkeklere oranla daha az erişebildikleri için hem iklim değişikliğinin etkilerinden daha fazla etkilenecek grup içinde olmaları, hem karar alma mekanizmalarındaki varlığı istenilen düzeyde olmaması nedeniyle kadınların güçlendirilmesi desteklenecektir (UNESCO UNFCCC, 2016:s.6).

Diğer bir önemli ilke gençlerin ve yaşlıların kırılganlıkları dikkate alınarak bu grupların alınacak kararlarda temsiliyeti üzerinde durulmuştur. Esasen bu gruplar alınan kararlarda en az temsil edilen gruplardır. Genç, yaşlı, kadın ve yerli halklar etnik azınlıklar ve engelliler gibi dezavantajlı grupların politika oluşturma noktasında katılımları için gerekli eylemlerde bulunulması ihtiyaçlarının planlamaya dahil edilmesi gerekmektedir. İklim değişikliğinin beklenen ekonomik ve sosyal etkilerine karşı bahsedilen faktörler nedeniyle bahsi geçen en savunmasız grupların gözetilmesi gerektiği gerçekliği çalışma planı için ayrıca perspektif oluşturmuştur (WRI, 2015; UNESCO UNFCCC, 2016:s.26).

1.5.5 Paris Anlaşması

Paris'te yapılan taraflar konferansında, 2015'te taraf devletlerce kabul edilen Paris Anlaşmasıyla Kyoto'nun bitiş tarihi olan 2020 sonrası için yol haritası çizilmiştir (Binboğa, 2017:213). Paris Anlaşması bütün ülkeler tarafından kabul edilerek 1 yıl içinde yürürlüğe girmiştir. 2100 yılına kadar küresel sıcaklık artışının 4,5 dereceyi bulacağı tahmin edilmiş yeni hedef; atmosfer ısısının 2 °C, mümkün olduğu takdirde 1,5 °C ile sınırlandırılması olarak belirlenmiştir (Karakoç, 2018:418).

Niyet edilen ulusal katkılar ile ülkeler emisyon azaltımına gidecek, iklim değişikliğine karşı maddi kaynakların oluşturularak gerekli görülen kırılgan ülke ve alanlara aktarılacak, sera gazı emisyonlarının düşürülmesine öncülük edilmesinde gelişmiş ülkeler sorumluluk sahibi olacaktır. Gelişmiş ülkeler geliştirmekte olan ülkelerin emisyonlarının azaltılması ve iklim değişikliğine adaptasyon ile ilgili maddi kaynak sağlayacaktır (Binboğa, 2017:213). Paris Anlaşmasına göre ülkeler kendi eylem planlarını belirleyerek mümkün olan katkılarını düzenli olarak raporlaştıracaklardır. Ülkelerin her bir emisyon azaltım hedefi bir önceki hedeften daha büyük olma zorunluluğu haricinde hedeflerin belirlenmesinde başka bir bağlayıcılık yoktur (Karakoç, 2018:420).

Türkiye 2016 yılında imzacı olduğu bu anlaşmayı 2021 yılında meclis onayına sunarak kabul etmiş, ABD ise 2020 yılında çekilmiş, 2021 yılında tekrar kabul etmiştir. Böylece anlaşmayı kabul etmeyen 4 ülke kalmakla beraber emisyonların %98'inden fazlasına neden olan ülkelere imzalanmıştır. Fakat anlaşma için, ülkelerin belirlediği taahhütler üzerinde bir bağlayıcılığı bulunmaması, taahhütlerin sıcaklığı 2 °C sabitleme hedefini karşılamaması ve şeffaf bir kontrol sistemi bulunmaması nedeniyle başarısız olma riskinden söz edilebilir (Kaya, 2020:184).

2019'da Birleşmiş Milletler Küresel İklim Zirvesi toplanarak bazı ülkeler, 2050 yılına kadar karbon emisyonlarını sıfıra indirilmesi, yenilenebilir enerji kapasitesinin artırılması, kömür işletmelerinin durdurulması (daha sonra azaltılması olarak değişikliğe gidildi), bozulmuş ekosistemleri restore etme gibi sözler verdi. Fransa, Paris iklim anlaşmasının politikalarına aykırı politika üreten ülkelerle ticaret anlaşması yapmama kararı aldığını açıkladı. Özel sektör tarafından ise bazı şirket ve yatırımcılar sıfır karbon ekonomisine geçiş sözü, küresel bankacılık sektörünün üçte

biri Paris Anlaşmasının hedeflerine ulaşmak için çalışma sözü, bazı yatırımcı örgütleri karbonsuz yatırımlara geçileceğinin sözünü verirken, okyanusları korumak için finansal araçlar geliştirmek üzere bir örgüt kuruldu. Bazı şehirler 2050’de sıfır karbon sözü verdi ve iklim dostu ulaşımaya yönelik eylem girişimi oluşturuldu. Bu gibi pek çok taahhüt ve eylemliliğe rağmen anlaşma küresel sıcaklık artışını 1,5 °C ile sınırlamak için zayıf kalmıştır (Farand, 2019).

26. taraflar konferansı ve Paris iklim anlaşmasının 3. Toplantısı olan Glasgow taraflar konferansı ile Glasgow Paktı imzalandı. Bu paktla iklim finansmanı ve azaltım taahhütlerinin yanında kömür kullanımının azaltılması ilk defa açıkça taahhüt edildi. Fakat belirlenen ve ülkelerin razı geldiği hedefler Paris anlaşılması ile arzu edilen sıcaklık artışının sınırlandırılması için zayıftı. Nitekim Kyoto’dan Glasgow’a kadar olan süreçte katedilen yol olması gerekenden çok daha azdı. Glasgow’da 26. Taraflar Konferansı 100 ülkede eşzamanlı olmak üzere oldukça büyük bir eylemle karşılandı (BBC, 2021). Kömür, ormansızlaşma, finans, sıfır atık hedefleri ve sosyoekonomik dönüşüm (ulaşım, tarım, fosil yakıt kullanımı) gibi konular karara bağlandı. Raporda, mevcut politikalarla 2100 yılına kadar sıcaklığın 2,7 °C artacağını, 2030 için taahhütler uygulanırsa 2.4 °C artacağı, uzun vade de belirlenen hedeflere sadık kalınması durumunda 2.1 °C aratacağı ve üzerinde durulan hedeflerin eksiksiz uygulanması durumunda ise (bunun için bir denetleme mekanizması ve yol haritası bulunmuyor) 1.8 °C artacağı bildirildi (CAT, 2021).

2050’ye kadar Avrupa birliğinin net sıfır emisyon hedefine ulaşmak için sürdürülebilir ulaşım, biyoçeşitlilik, çevre kirliliği, sürdürülebilir konutlar, temiz enerji ve sürdürülebilir endüstri gibi alanlarda ekonomik eylem planlarını ve politikalarını içeren ve bu alanlara kaynak aktarılması planlanan, 2020 yılında Avrupa Yeşil Mutabakatı imzalanmıştır. Bu anlaşma ile üretimden kaynaklı emisyonların ticareti de etkileyecek olmasının yanında Avrupa Ufuk Programı kapsamında karbon emisyonlarını azaltacak belirli alanlarda pek çok proje ve araştırmaya yatırım yapılacak, tarımsal üretimde ise 2030 yılına kadar Avrupa Birliği kapsamında tarımsal üretimin %25’ini organik hale getirmek, pestisit kullanımını %50, gübre kullanımını %20, besin kaybını %50, su ürünleri üretiminde antimikrobiyal kullanımını %50, gıda israfını %50 azaltmak ve sürdürülebilir gıda etiketlemesi oluşturmak ve konu ile ilgili ar-ge için 10 milyar Euro yatırım hedeflenmektedir (European Union, 2020:2).

Bu kapsamda Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı tarafından yeşil yatırımları ülkemize çekmek ve yeşil dönüşümün desteklenmesi amacıyla 2021 yılında resmi gazete ile bir eylem planı yayınlandı. Bu plana göre temiz enerji, sürdürülebilir tarım, sürdürülebilir ulaşım, yeşil ekonomi, sınırda karbon düzenlemeleri, iklim değişikliğiyle mücadele ve diplomasi başlıkları altında; diplomatik ve AB ile işbirliği ve ticari hedefler için, karbon fiyatlandırma konusunda ülkemizin durumu ile ilgili çalışmalar yürütülecek, belgelendirme faaliyetleri araştırılacak, arazi kullanımı, çölleşme ve karbon stoklarının izlenmesi, tatlı su ve kıyılar ile ilgili su kaybı ve adaptasyon çalışmaları, Paris İklim Değişikliği Sözleşmesi kapsamında ülkemizin uluslararası finansman ihtiyacı, sürdürülebilir tarım ile ilgili ar-ge çalışmaları, deniz ulaşımı ve Akdenizin sülfürdioksit emisyon kontrol alanı ilan edilmesi ile ilgili uyum çalışmaları, sürdürülebilir ulaşım ve yeşil mutabakatla paralel birçok konuda çalışma ve araştırma faaliyetleri düzenlenecektir (STB, 2021).

Özetle, sera gazı emisyonlarının ticarete konu olmasının, sera gazı azaltımını olumlu etkilediğini, karbon emisyonlarının azaltılmasını ve karbon ayakizi gibi kavramların yaşamın akışında daha fazla yer almasını sağladığını söyleyebiliriz. Buna karşın ülkelerin verdiği taahhütlere nasıl ulaşacakları ile ilgili çoğunlukla bir yol haritası, uluslararası sözleşmelerde de bağlayıcı bir hüküm veya zorunluluk bulunmaması gibi nedenlerle yeterince başarılı olamadığı çıkarılabilir. Bunun sebebi olarak, kalkınma ve ekonomik büyüme yarışı, politik çıkarlar ve atalet gibi nedenlerin iklim krizi ile alınması gereken önlem ve eylemliliklerin önüne geçmiş olması gösterilebilir. Stockholm'den Paris anlaşmasına geline süreçte uluslararası eylemlilik, işbirliği ve politikalar ve bilim insanlarının tarafsız uğraşı ile adım atılmış, bu alanda pek çok bilimsel ilerleme de kaydedilmiştir. Bilim insanlarının bir araya geldiği ve belirli periyotlarla farklı bölgelerden gelen güncel yayınların değerlendirildiği Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli tarafından bugüne kadar yararlanılabilecek kapsamlı 6 rapor ve bazı özel raporlar yayınlamıştır.

1.6 Karbon Ayak İzi Nedir?

Dünyada günümüzdeki haliyle insan faaliyetleri ve tüketim seviyelerinin sürdürülebilmesi için 1.7 kat daha fazla dünyaya ihtiyaç vardır (San-Francisco et al., 2020:127-139). Dünya üzerinde giderek artan onarılamaz etkilerin hafifletilebilmesi için eylem ve ürünlerin ekolojik tahribatının somut şekilde hesaplanabilmesi gerektiğinden ekolojik ayak izi kavramı oluşturulmuş, devamında bunun bir parçası

olarak, daha dar bir odakla antropojenik sera etkisini ürün veya faaliyet bazında hesaplayabilmek için de karbon ayak izi kavramı ortaya çıkmıştır (Rees Wackernagel, 1996:223-248).

Ekolojik ayak izi kabaca insan faaliyetlerini sürdürebilmek için gerekli üretken arazi ölçüsü (biyokapasite) olarak açıklanmaktadır ve 2009'da güncellenmiş olan standartlar kullanılmaktadır (Lin et al., 2018:58). Bu ayak izi yaklaşımı ve hesaplama metotları bize pek çok alanda perspektif sağlamaya ve yaklaşımlarımızı gözden geçirmeye yardımcı olmuştur (Lenzen Murray, 2001:229-255).

2014 yılı verilerine göre, küresel anlamda ekolojik ayak izinin %60'ını karbon ayak izi, %19'unu ise ekim alanları oluşturmaktaydı. Aslında karbon ayak izinin bu kadar popüler hale gelmesi, gezegendeki en büyük sorunlardan olan iklim değişikliğine temel oluşturmamasından kaynaklanmaktadır (Lin et al., 2018:58).

Karbondiyoksit sera gazları içerisindeki oranı ve küresel ısınma potansiyelinin yüksekliği nedeniyle, diğer sera gazları karbon eşdeğerine çevrilerek, karbon ayak izi olarak adlandırılır (Binboğa Ünal, 2018:193). Pratikte bu şekilde kullanılmasına karşın, bunun küresel ısınma potansiyelinin ölçümünü sınırlayacağını ve bu nedenle diğer sera gazlarının ölçümü için farklı bir metot ve adlandırma kullanılması gerektiği (iklim ayak izi gibi) görüşler de öne sürülmüştür (Wiedman Minx, 2008).

Karbon ayak izi hesaplamasında fosil yakıt kullanımı veya ulaşım gibi faaliyetler nedeniyle doğrudan atmosfere salınan sera gazları birincil karbon ayak izi olarak değerlendirilirken, dolaylı veya ikincil karbon ayak izi içinse ürünlerin üretim aşamasından bozulma aşamasına kadar geçen yaşam döngüsünde ortaya çıkan karbondiyoksit emisyonları hesaplanır (Wu et al., 2022:6). Hesaplamaların sonucu birim ton veya kilogram olarak verilir (MBB, 2019:1-32).

Artan popülerliğine rağmen yakın zamana kadar karbon ayak izinin tam olarak ne olduğuna, olması gerektiğine dair ortaklaşılan sınırları çizilen net bir tanım eksikliği bulunmaktaydı. Yaygın kullanım ve ortak çerçeve iklim değişikliğine etkisi bulunan insan faaliyetleri ile ilişkili gaz emisyonunun (sera gazları) miktarı üzerinden şekillenmekte ve uluslararası standartlar geliştirilmeye devam etmektedir (Wiedman Minx, 2008). Bu gelişim sürecinde iklim değişikliğiyle mücadele yaklaşımı, adaptasyon önlemleri ve uygun politikaların belirlenmesine katkı sağlamaya devam etmektedir. Bu nedenle başlarda ne olduğu ve çerçevesi tartışılma da genel olarak karbon ayak izi güncel hali ile iklim değişikliği üzerinde ürün, birey,

aile, şirket gibi farklı düzeylerdeki etkinin CO₂ eşdeğerinden ölçülmesi olarak görülmektedir (Wu et al., 2022:6).

Belirli standartlar kullanılarak kaba bir sera etkisi tahmini yapılmakta tahmin ve metodolojiler gelişmeye devam etmektedir. Ölçek ve imkanlar dahilinde eldeki veriler, bilimsel ve teknolojik gelişmelerle karbon emisyonlarına kaba bir tahminde bulunmaktadır. Esasen teknoloji, bütçe, literatür, metodoloji ve yöntemler ne kadar zenginleşirse gerçek emisyon verilerine o kadar yaklaşılmaktadır. Karbon ayak izi, sera gazı emisyonlarını nicel olarak izlemenin yanında kaynağını istenen ölçek ve sınırlar çerçevesinde değerlendirebilmek için kullanılan en önemli parametre haline gelmiştir (Wu et al., 2022:6).

Konu üzerine özel sektör ve kamu kuruluşları da uyum ve AR-GE çalışmalarını arttırmaktadır. IPCC 2006 yılında yayınlamış olduğu kılavuzda, küresel ısınma potansiyeli dikkate alınarak sera gazlarını CO₂ eşdeğerine dönüştürülmesi için bir muhasebe mekanizması oluşturmuş (IPCC,2007:113-119), Pek çok farklı sektör, ürün ve işletme için değişik ölçeklerde karbon ayak izi hesaplaması için araştırmalar yapılmaya başlanmıştır (Larsen Hertwich 2011: 1975-1981; Dayaratne Gunawardana, 2015:87–103).

1.6.1 Karbon Ayak İzi ile İlgili Uygulamalar

Kyoto protokolü çerçevesinde, 2005 yılından beri emisyon ticareti kapsamında Temiz Kalkınma Mekanizması (TKM) yürütme kurulu tarafından sera gazı azaltım projeleri onaylanarak, sertifikalı emisyon azaltma veya karbon kredileri adıyla emisyon birimleri oluşturularak TKM hesaplarında paraya çevrilebilmekteydi (Stavins Robert, 2016). Kyoto, Esneklik Mekanizmalarının yerini alacak "salınan sera gazı oranlarının düşürülmesi için katkı sunan ve sürdürülebilir kalkınmaya destek" olan yeni bir sistemdir (Paris Agreement, 2015:7-8). Karbon vergisi ödeyen ülkelerden diğer ülkelere sınır vergisi, ticaret yasakları ve ticaret tarifelerinde değişiklik gibi uygulamalar önerilmiştir (Condon Ignaciuk, 2013: 32).

2019 yılında “Tek Kullanımlık Plastikler Direktifi” ile 2025’e kadar %25, 2030’a kadar ise en az %30 geri dönüşmüş plastik kullanım zorunluluğu getirerek yasal zemin kazandırılması henüz bir bağlayıcılık bulunmayan diğer konular için de örnek teşkil etmiştir. Benzer olarak, tekstil firmalarının da geri dönüştürülmüş malzeme kullanımına zorunluluk getirilebilir.

Glasgow Anlaşmasında kömürün kademeli azaltılacağı kararı yeni bir enerji ekonomisine dönüşü de göstermektedir (UNFCCC, 2021; Birpınar, 2022:20-36). Avrupa Yeşil Mutabakatında, sınırda karbon vergisi uygulamasının yanında eko etiketleme uygulamaları gündeme getirilmiştir (Özata Yıldız, 2021). Avrupa Yeşil Mutabakatı ile yeşil dönüşümün küresel bir boyuta ulaşması beklenmektedir. ‘Yeşil Dönüşüm’ olarak adlandırılan faaliyetlerin beraberinde ekonomik yapıyı değiştireceği ve zamanla AB boyurunun da ötesine geçerek global bir uygulamaya da dönüşecek olması ve buna uyum sağlanması uluslararası ticareti sürdürmek için zorunlu hale gelecektir (Aşıcı, 2021).

1.6.2 Karbon Ayak İzi Hesaplama Yöntemleri

IPCC 2006 kılavuzunda CO₂, CH₄, N₂O, SO₂, hidroflorokarbonlar (HFC), HFO (hidroflorolefinler), PFC (perflorokarbonlar) sera gazları olarak geçmektedir. IPCC sera gazı kaynaklarını, alt başlıkları olan farklı sektörlerle ayırarak bu sektörleri: enerji sektörü, endüstriyel süreçler ve ürünler, tarımsal faaliyetler, ormancılıkla bağlantılı olarak arazi kullanımları ve atık olarak belirlemiştir. Farklı alan ve sektörlerde yapılacak olan tahminlemeler için uygun metodolojiler önerilmiştir (IPCC, 2006).

Karbon ayak izi için genellikle atmosferde izafi olarak daha uzun süre kalan gazlara odaklanarak tahmin yürütülse de kısa ömürlü gazları ve biyofiziksel faktörleri hesaba katan yaklaşımlar da mevcuttur (Uherek et al., 2009). Ulusal, bölgesel, şirket düzeyinde ve ürün düzeyinde olmak üzere farklı tahmin ölçekleri için metodoloji standardizasyon çalışmaları vardır (Peters, 2010:245-250).

Karbon ayak izini tahmin etmek için pek çok araç vardır. Kapsamlı yaşam döngüsü analizi, çevrim içi hesap makineleri, modellemeler ve girdi-çıktı tabanlı yöntemler gibi pek çok hesap yöntemi kullanılmaktadır.

Ürünler için genelde yaşam döngüsü değerlendirmesi kullanılırken (Finkbeiner, 2009:91-94), ulusal ölçekteki çalışmalar için girdi-çıktı analizi kullanılmaktadır (Wiedman, 2009:211-222). İki yaklaşımın da avantajlarının birleştirildiği hibrit modellerin kullanımı artmıştır. Karbon ayak izi 100 yıllık bir zaman ölçeğinde hesaplanan, atmosferde uzun süre kalan sera gazlarını içermektedir (Finnveden et al., 2009:1-21). Standardizasyon ve ideal metodoloji arayışının devam etmesinin yanı sıra yaşam döngüsü değerlendirmesi yaygın olarak kabul görmüş ve akademik çalışmaların yoğunlaştığı bir yaklaşım olmuştur (Yue et al., 2020). Yaşam

döngüsü değerlendirmesi, politika belgelerinde yer alan bir yaklaşımdır (COM, 2008) ve çevresel etkileri göz önünde bulundurarak, daha detaylı çevresel analize fırsat sunmaktadır (Hill et al., 2009:2077-2082).

Kapsam 3 emisyonları ortalama bir şirketin hesaplaması için çok zor olarak algılansa da araç ve yöntemler mevcuttur (Wiedmann et al, 2009:211-222; Lenzen et al, 2007:27-42). Şirketlerin karbon ayak izlerinde çift sayım olarak bilinen bir sorun, tedarikçilerin neden olduğu emisyonların iki defa hesaplanma sorunudur. Şirketler tedarik zincirini tamamen denkleme dahil eder ve bütün tedarik zincirindeki şirketler de hesaplarını bu şekilde yaparsa çift sayıma neden olacaktır (Lenzen et al, 2007:27-42). Çift sayım sorunu için tedarik zinciri ve ürünlerden kaynaklanan sorumluluğu paylaşma pratikleri geliştirilerek uygulanan çözümler mevcuttur (Lenzen et al., 2007:27-42; Andrew Forgie, 2008:194-204). Öte yandan, standart bir metodoloji geliştirme çalışmaları devam etmektedir (Kennedy et al., 2010:4828-4837).

1.6.3 Uluslararası Standartlar

Karbon ayak izi hesaplama standartları yaşam döngüsü değerlendirmesi ile karbon ayak izi prosedürlerini yönlendirir ve 3 kademeye ayırır, farklı tarım ürünlerini ve tarımsal uygulamaları sera gazı salınımları açısından değerlendirme olanağı sağlar (Pandey Agrawal, 2014:25–47). Literatürde tarımsal karbon ayak izi vaka çalışmaları artmakla beraber çoğunun standart bir çerçeve ile uyumlu olmaması tarımda karbon ayak izinin vaka çalışmalarına bakarak değerlendirilebilmesi ve karşılaştırılabilirmeleri açısından zorlayıcı olmaktadır (Pandey Agrawal, 2014:25–47).

Karbon piyasası için finansal uygulamalar ve standartlar Uluslararası Standardizasyon Örgütü tarafından yapılmakta, ilgili çalışmaların artış göstermesi ile gelişmektedir (Pandey Agrawal, 2014:25–47). Vaka çalışmalarında, tüm dolaylı emisyonların karmaşık olması nedeniyle eklenmediği (Carbon Trust 2007; Matthews et al., 2008:5839–5842) ancak dolaylı emisyon kaynaklarının büyük payı oluşturabileceği bildirilmiştir (Matthews et al., 2008:5839–5842). Hesaplamalar arasındaki farklılıklara karşın, sera gazları raporlara 100 yıllık zaman ölçeğindeki küresel ısınma potansiyelinin CO₂ kütle eşdeğeri olarak geçmektedir (WRI/WBCSD 2004; Carbon Trust 2007; PAS, 2050) ve CO₂ eşdeğer kütlesi pratik kullanımda karbon ayak izi birimi haline gelmiştir (Global Footprint Network, 2007;

Jarvis, 2007:24).

Sera Gazı Protokolü farklı ölçek ve düzeyde sera gazı hesaplaması ve raporlaması için kılavuzlar sunar. ISO 14064 kurumların faaliyet ve organizasyonlarının karbon ayak izi ölçümleri için standart belirler (ISO, 2006b). PAS 2050 ürün ve hizmet düzeyindeki yaşam döngüsü emisyonları için standart oluşturmakla beraber, tarımsal karbon ayak izleri için de standart yöntem hazırlanmaktadır (PAS, 2050). IPCC, 2006 rehberi 2019 iyileştirmesiyle birlikte ulusal sera gazı envanterleri için kılavuzlar sunmaktadır (IPCC, 2019).

Bu standartlar yaşam döngüsü değerlendirmesi veya “beşikten mezara analizler” yaklaşımlarını kullanarak karbon ayak izi tahminleri için hesaplama çerçevesini çizer. Bütün standart ve kılavuzlar IPCC rehberindeki ürün veya faaliyetten kaynaklanan bütün sera gazlarını seçmeyi önerir. Uygun olan kapsam seçilir ve hesaplama yapılır (Pandey Agrawal, 2014:25–47). Ürün kullanımından kaynaklanan karbon ayak izinin hesaplaması için PAS 2050 standardı, tüzel firmaların faaliyetleri dolayısıyla sebep oldukları karbon ayak izinin hesaplamasında ise ISO 14064 standardı yaygın olarak kabul görmektedir (Zhang et al., 2017). Diğer yandan, şarap sektöründe yaygın olarak uluslararası şarap karbon protokolü (IWCP), sera gazı hesaplama protokolü (OIV-GHGAP), Fransız Karbon Ayak İzi (ADEME, 2010) protokolleri kullanılmaktadır (Marras et al., 2015).

İKİNCİ BÖLÜM

2. KARBON PİYASASI SİSTEMİ

2.1 Karbon Piyasaları

Karbon piyasası her yıl büyümeye devam ediyor. Son olarak, 2020'de %20 büyüyerek bir yılda 272 milyar dolarlık bir katkı sağladı (Ma, Wang Zhang, 2020). Karbon piyasalarının tarihsel ve güncel durumu, bilim adaları tarafından ekonomik ve sosyal olarak bir başarı hikayesinden öte aynı zamanda küresel düzeyde bir siyasi başarı öyküsü olarak kabul ediliyor.

Mevcut piyasa yapılanması içerisinde karbon piyasaları hemen hemen tüm endüstrileri etkilemektedir. Kısacası karbon piyasaları, sera gazı emisyonlarını maliyet etkin bir şekilde azaltmayı amaçlamaktadır. Piyasa içinde belirlenen kurallara göre emisyon ticaretini etkinleştirerek bu hedeflere ulaşır (Sdfinance, 2021).

Karbon piyasaları artık hemen hemen tüm ülkeler tarafından kabul edilmektedir. Diğer taraftan karbon piyasaları yalnızca ekonomik ve çevresel başarı elde etmekle kalmamış, aynı zamanda büyük ölçekte siyasi başarı da elde etmiştir. ABD ile AB, Çin, ABD, Rusya ve daha fazlası arasında yıllarca süren ihtilaftan sonra, gelişmekte olan ülkeler, emisyon ticaretinin rekabet avantajlarını kaybettireceğinden şikayet etseler de, yukarıda adı geçen ülkelerin hepsi Paris iklim anlaşmasını imzaladılar ve emisyonlarını azaltma sözü verdiler. Birçoğu önümüzdeki birkaç yıl içinde doğaya sıfır sera gazı salacak ve karbon nötrlüğü elde edilecektir.

Pazar, belirli ekonomik mallar için arz ve talebin organizasyonu ve yoğunlaşmasıdır. Piyasa, ticari piyasa ve sermaye piyasası olarak ikiye ayrılır. Yukarıda belirtilen piyasalar, ticaret borsaları ve borsalar şeklinde düzenlenmiştir. Aslında borsa, aynı sınıf ekonomik mallar (menkul kıymetler, döviz ve benzeri emtialar gibi) için bir arz ve talep yoğunlaşmasını temsil eder ve yasal olarak düzenlenir (Nadaroğlu, 1963). Karbon piyasaları, sermaye piyasaları içerisinde değerlendirilebilir.

Karbon piyasasının herkesçe kabul görmüş bir tanımı olmayıp farklı karbon piyasası tanımları bulunmaktadır (Tunahan, 2010:206). Yapılan bir tanımlamada karbon piyasası; emisyon kredilerinin uluslararası ve yerel düzeydeki piyasalarda alınıp satılabildiği platformdur. Başka bir tanımlamadaysa karbon piyasaları; finans piyasalarındaki gibi karbon kredileri veya emisyon izinlerinin alınıp satılabildiği piyasalar olarak tarif edilmektedir (Demireli Hepkorucu, 2010:40).

Emisyon izinlerinin alınmasını, satışını ve lisanslanması Kyoto Protokolü'nün 3. ve 17. maddelerinde düzenlenmiştir (Çelikkol Özkan, 2011:217). Anlaşmaya göre ülkeler, emisyon kredisi alıp satabilmek için kendi ülkelerinin sistemlerini kurmalı ve uluslararası düzeyde oluşturulmuş ve kabul görmüş temel standart ve uygulamalara uygun davranmayı taahhüt etmelidir (Bayrak, 2012:274).

Üçüncü tanım gereği ise; iklim değişikliğinin kötü etkilerini minimize etmek için atmosfere salınan emisyonları sınırlamak için karbon piyasaları ortaya çıkmaktadır. Bu kısıtlama, karbon kullanımı yüksek olan firmaları sınırlandırırken, aynı zamanda verimli sektörler için teşvik niteliğinde bir fiyat sunmakta, karbon altyapısına sahip ekonominin gelişmesi için elverişli bir ortam sunmaktadır (Çelikkol Özkan, 2011:217). Tunahan ve Sing'in yaptıkları tanımlamada karbon piyasası, belirli bir karbon emisyon kredisini ödeyen bir piyasadır. Buna göre, karbon piyasası dört gruba ayrılmıştır.

Emtia karbon piyasaları, projeler ve tahsis edilmiş karbon piyasalarıdır. Proje bazlı karbon piyasalarında alıcılar, karbon emisyonlarını azaltmayı amaçlayan projelerden emisyon kredisi satın alırlar. Bir ülkenin yetkilileri tarafından tahsis edilen “krediler” veya “tahsisler”, ülkeler tarafından Kyoto Protokolü kapsamındaki yükümlülüklerini yerine getirmek için alınıp satılmaktadır (Tunahan, 2010:206; Uyar Cengiz, 2011:57).

Sözleşme biçimleri açısından, karbon piyasası yabancı spot piyasalarda vadeli işlem ve opsiyon ticaretini içerir. Karbon nakit piyasası işlemleri ağırlıklı olarak AB ülkelerini kapsamaktadır (Tunahan, 2010:202).

Hacme göre karbon piyasaları, üretilen milyon tondan fazla emisyon kredilerinin ticaretini içeren toptan ve perakende satışları temsil eder (Tunahan, 2010:208). Öte yandan, karbon piyasası zorunlu ve gönüllülük esasına dayanacak şekilde işlem görmelidir. Emisyon azaltım projeleri tarafından üretilen karbon kredilerinin bağımsız denetçiler tarafından gönüllü olarak izlendiği ve doğrulandığı

bir piyasa, gönüllü bir piyasadır (Uyar Cengiz, 2011:57).

2.2 Karbon Piyasasına İlişkin Teorik Altyapı

Karbon piyasası içerisinde emisyon ticareti sistemi kurma fikrine teorik bir temel oluşturmak için çevre kirliliği ve olumsuz dışsallıklar ile mücadele perspektiflerini piyasa mekanizması içerisinde farklı açılardan incelemek gerekmektedir.

Karbonu fiyatlandırma fikri, temiz teknolojilere yatırımı teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Çeşitli kaynaklar arasında en düşük marjinal maliyetle önceden belirlenmiş emisyon hedefine ulaşma fikri Pigou¹, Coase², Dales³, Montgomery⁴, Tietenberg⁵ ve diğer iktisatçılar tarafından farklı teorik çerçeveler altında önerilmiş politika aşamasına girmeden önce farklı teorik çerçevelerde değerlendirilmiştir (Çelikkol Özkan, 2011:206).

Negatif dışsallığın maliyeti, ürün veya hizmetin nihai maliyetine yansımadağı için piyasa verimsiz hale gelir. Bu bağlamda, güvercin vergisinin temel amacı, negatif dışsallıkların marjinal özel maliyetini artırarak piyasa verimsizlikleriyle mücadele etmektir. Bu durumda, orijinal maliyet ve nihai vergi dahil maliyet, ekonomik faaliyetin genel sosyal maliyetini yansıtacaktır. Bu sosyal maliyete ek olarak, verimsiz piyasa sonuçlarını düzeltmek için olumsuz dışsallıklar da içselleştirilir. Güvercin vergileri günümüzde politika yapıcılar tarafından olumsuz dışsallıkları içselleştirme yöntemlerinden biri olarak sera gazı emisyonlarını azaltmak için kullanılmaktadır (Polat Polat, 2018:101-116).

Otoriteler tarafından çevre kirliliğine uygulanan vergiler yoluyla teşvikler veya caydırıcılar sağlamanın yanı sıra, piyasaya dayalı teknolojiler hakkında ilk araştırmalar Coase (1960) ve Dales (1968) tarafından yapılmıştır. Coase ve Dales, kirlilik azaltıcı faaliyetlerin ekonomik bir yapıya sahip olduğunu ve problemin fayda ve maliyet perspektifi kapsamında ticari faaliyetlerle çözülebileceğini vurgulamaktadırlar (Çelikkol Özkan, 2011:206).

Emisyon hakları kavramı, bir piyasa mekanizması içinde alınabilen veya satılabilen zararlı emisyonları veya Dales'in (1968) "kirlilik hakları" olarak adlandırdığı şeyi yönetmek için bir araçtır. Emisyon azaltma hedeflerine dayalı olarak emisyonlar için kabul edilebilir bir üst sınır belirler ve ardından bu üst sınırı oluşturan hakları veya ödenekleri satın alır veya satar. Bu emisyon haklarını belirler ve bir pazar yaratır. "Kirliten öder" ilkesinin (yani, maruz kalınan dışsallığın

maliyetini kirlüten öder) gerekliliğine ek olarak emisyon haklarının da belirli bir aracı rolü vardır, çünkü politika yapımcıların kirlilik miktarını belirlemesine izin verir. Bu tür bir lisanslama fikri de firmalar için cesaret vericidir (Oates, 2005:3).

Montgomery (1972), çeşitli kirlilik kaynaklarının arıtma maliyetlerinin, piyasa odaklı yöntemler ve uygulanabilir ekonomik modellerin etkin tahsisi yoluyla düşürüldüğünü teorik olarak açıklamaya çalıştı. ETS'ler iklim politikasında popüler bir araçtır ve ekonomik teori açısından en düşük maliyetle emisyon hedeflerinde belirli bir sınıra ulaşmak için en iyi araçtır. Kirlilik sertifikası işlemleri için tam rekabetçi bir piyasanın statik modelini kullanarak, çevre hedefleriyle karşı karşıya olan firmalar için bir minimum maliyet dengesinin olduğunu ilk kez göstermektedir (Çelikkol Özkan, 2011:206).

Tarihsel tahsis durumunda, kota izinleri bir sektörün (veya daha spesifik olarak, belirli bir sektördeki bir şirketin) geçmiş ve mevcut emisyon kayıtlarına göre ücretsiz olarak tahsis edilir. Tarihsel atamanın en büyük dezavantajı, geçmişte çoğu kirlütenin izinlerin tahsisinde ödüllendirilmesi ve dahası, doğası gereği istilacı ve bürokratik olmasıdır (Ağacan, 2014).

2.3 Gönüllülük Esasına Dayanan Piyasalar ve Karbon Ticareti

Karbonla beraber karbona dayalı ticaret kapsamında gönüllülük esasına dayalı karbon piyasaları kısmında Türkiye’den bahsedilmektedir. Öncelikle karbon finansmanının 2021 yılında sektörü en çok ilgilendiren konulardan biri olduğu söylenebilir. New York’ta faaliyet gösteren Xpansiv şirketi, 2021 yılı Mayıs ayında CBL’de yayınladığı ilk çeyrek raporuyla ilk çeyrekteki işlem hacimlerinin geçen yılki işlem hacmine ulaştığını duyurdu (Xpansiv, 2021). 2021 yılında akaryakıt gibi enerji yoğun faaliyetler yürüten şirketler, hedge fonlar ve bankalar yine aktif olarak gönüllü karbon piyasasına girecek ve piyasada pozisyon alacak.

Avrupa Birliği, Birleşik Krallık ve Kaliforniya eyaleti dahil olmak üzere birçok siyasi koalisyon, endüstri ve enerjide uzun süredir zorunlu karbon piyasalarını kullanıyor. Bunun nedeni, daha sonra Paris İklim Anlaşması ile netlik kazanan ve global düzeyde ısı seviyesini 2°C'nin altına getirmek için Kimberley Süreci hedefini karşılamaktır. Ancak diğer sektörel kullanıcılar ve henüz emisyon azaltım yükümlülüklerini üstlenmeyen ülkeler ise sera gazı emisyonlarını düşürmek için karbon ticareti ile ilgili gönüllü piyasaları kullanmaktadır.

Karbon ticareti kapsamında gönüllü piyasalar sayesinde kirleticiler, proje bazlı sera gazı azaltıcılardan emisyon satın almak suretiyle kendi emisyonlarının karbon seviyelerini dengeleme imkanına sahip olurlar. Şirketler, hem bireysel olarak hemde sektör çapındaki projelerin üyesi olarak gönüllü karbon piyasalarına katılabilirler.

Karbon ticaretinden zorunlu piyasalar belirli bölgelerden temin edilen karbon kredileri ile sınırlıyken, gönüllülük esasına dayanan karbon kredileri mevcut durumda daha fazla sıvı kirlilik izinleri olarak görülüyor. Likit olmasının yanı sıra çeşitli otoriteler tarafından limitinin belirlenmemiş olması da kullanıcılara satın alma ve kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Ayrıca, gönüllü karbon kredileri, yalnızca yetkililer tarafından belirlenen kullanıcı sektörler için lisanslar olmadığından değil, aynı zamanda her sektör bunları edininip kullanabildiğinden yüksek talep görmektedir.

Gönüllü karbon piyasasının kurulmasındaki amaç, sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik faaliyetlerin finansmanını kolaylaştırmaktır. Bu piyasa olduğu ilk dönemlerde, iklim değişikliğiyle mücadelede yeni yaklaşımlar geliştirmek ve uygulamada öncü olarak görülüyordu. Önümüzdeki birkaç yıl içinde, gönüllük esasına dayanan karbon piyasası, global ölçekte ek emisyon azaltımları ve tarafsız olarak doğrulanmış projeler için oluşturulan kaynaklar sayesinde iklim değişikliklerini ele alarak değerlendirmek için güçlü ve etkisi yüksek bir yapı olarak ortaya çıktı. Ayrıca gönüllü karbon piyasası, şirketlere karbon finansmanı fırsatları da sağlıyor ve bu da içsel emisyonları azaltmanın ilk adımı olarak görülüyor.

Gönüllü karbon piyasasındaki katılımcılar, alıcılar ve satıcılar ve yetkili araçlardır. Piyasada alıcıların rolü genellikle emisyon azaltma sözü veren işletmelerden oluşurken, satıcılar ise genellikle emisyon azaltım yükümlülüğünü üstlenmeyen ancak emisyon azaltımı yoluyla aldığı kirletici deşarj izinlerini satan kurum ve kuruluşlardan oluşmaktadır. Geliştirdikleri projeler bu işlem üzerinden gelir elde etmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi, deşarj izni alabilmek için çeşitli projelerin geliştirilmesi, raporlanması, ilgili kurumlara sunulması ve onaylanması gerekmektedir. Projeleri onaylayarak, yeşil üretim yoluyla kirlilik deşarj izinleri alan şirketler haklarını satabilirler. 2019'un sonunda gönüllü karbon piyasası, bir yıl boyunca günde 131 milyon banliyö aracının ortadan kaldırılmasına eşdeğer olan 608 milyon tondan fazla CO₂'yi önledi (Verra, 2021).

2.4 Piyasa Mekanizması ve Karbon Vergisi

William Nordhaus, iklim değışikliği ile başa çıkmak için teorik bir altyapı oluşturmaktan ziyade, mevcut araçların bu süreçteki etkisine vurgu yapmakta, iklim değışikliğini kontrol altına almak ve etkili stratejiler bulmak için sosyal bilimin de işin içine girmesi gerektiğine inanmaktadır (Nordhaus, 2019:30).

Nordhaus, düzenlemeye tabi olmayan bir piyasada CO₂ dışsallığı için doğru fiyatın belirlenemeyeceğine dikkat çekiyor. Nedeni piyasa dışıdır (Nordhaus, 2019:262). Uygun şekilde fiyatlandırılmış CO₂, üreticilerin ve tüketicilerin karbon yayan ürünlerin kullanımını sınırlandırmasını sağlayacaktır. Bu çerçevede Nordhaus, fiyatlandırma söz konusu olduğunda ülkelerin emisyonları sınırlamak ve karbondioksit gibi sera gazlarının fiyatını artırmak için iki mekanizma benimseyebileceğini tahmin ediyor. Bunlar karbon vergileri ve emisyon ticaret sistemleridir (Nordhaus, 2019:268).

Karbon vergisi sisteminin emisyon ticareti sistemine göre daha uygulanabilir olduğunu vurgulayan Nordhaus, aynı zamanda idari yapıları zayıf olan düşük gelirli ülkelere düşük karbon teknolojilerine geçişte teknik ve mali yardım sağlıyor. Ayrıca bu ülkelerin uyguladığı karbon vergilerinin diğer vergilerden mahsup edilmesini önermektedir (Nordhaus, 2019:290). Aslında, emisyon ticaret sistemi, vergi düzenlemesinden çok daha fazla teknolojik yenilik gerektirir. Ayrıca vergi düzenlemesi çıkar gruplarının etki ve yönlendirme alanından uzaktır (Çiçek Çiçek, 2012:114).

2.5 Karbon Piyasasında İşleyiş ve Finansal Araçlar

Özünde, karbon piyasası, bir ülke veya şirketin karbon kredileri karşılığında emisyon azaltımlarını takas ettiği bir piyasadır. Karbon piyasası, kirlilik kredileri, izinleri, hakları, kotaları ile emisyon payları veya emisyon izinleri gibi farklı piyasalarda farklı adlarla isimlendirilen finansal piyasaya uyarlanmış bir karbon payı piyasasıdır. Sera gazları gaz emisyonları için piyasalar temel ürünler olarak yazılır ve değıştirilir (Demireli Hepkorucu, 2010:40).

Spot piyasa ürünlerine ek olarak, karbon piyasasında ayrıca değeri doğrudan karbona bağlı olan türev araçlar da bulunmaktadır. Yaygın olarak emisyon izinleri veya krediler olarak bilinen enstrümanlar için bir piyasa oluşturma fikri, bu enstrümanlara dayalı sözleşmelerin işlem gördüğü türev piyasaların oluşmasının da

önünü açacak fikirlerin doğmasına neden olmuştur. Bu enstrümanlar, spot veya vadeli işlem görmelerine ve farklı ülke borsalarında işlem görmelerine göre farklı isimler olsa da genel özellikleri benzerdir (Akkaya Uzar, 2012:77).

2.6 Sözleşmeye Göre Karbon Piyasaları

2.6.1 Spot Karbon Piyasası

Finansal bir ürün olarak, karbon izinlerinin anlık işlemlerle en son piyasa fiyatından alınıp satıldığı ve anında el değiştirmenin sağlandığı bir piyasa bulunmaktadır. Spot karbon piyasası genellikle AB ülkeleri arasındaki EUA sertifikası işlemlerine dayanmaktadır. Ayrıca proje bazlı CER sertifikalarının da CDM üzerinden ticareti yapılmaktadır (Özdan, 2014:107).

EU ETS kapsamındaki EUA spot ticaret sözleşmesi; yedi borsada işlem görmektedir. Bu borsalar; Nord Pool- İskandinav Elektrik Piyasası, EEX-Avrupa Enerji Borsası, ECX-Avrupa İklim Değişimi, EXAA-Avusturya Enerji Borsası, Powernext-Fransız Elektrik Borsası, ICE-Kıtalararası Değişim ve İklim (Daskalakis Psychoyios Makelos, 2006: 7).

Bu nedenle, gerekli piyasa koşullarının ve fiyat belirleme özgürlüğünün sağlanması türev piyasası için önemli bir temel oluşturmaktadır. Ancak, ticaret ürünlerine dayalı vadeli işlem piyasasının da olgunlaşması gerekir, böylece karbon piyasası gelişmiş piyasa özellikleri gösterebilir. Genel kanı spot piyasanın gerekli gelişmeleri gösterdiği yönünde. Piyasa belirsizliği nedeniyle vadeli işlem piyasasının gelişme seviyesinin hala düşük olduğu söylenmektedir (Mizrach, 2010:29).

2.6.2 Vadeli Karbon Piyasası

Emisyon izinlerine dayalı enstrümanlar, emisyon izinlerinin düşük işlem hacimleri ve/veya gelecekteki olası fiyat oynaklığına ilişkin endişeler nedeniyle türev olarak da işlem görmektedir. Monas ve ark. çalışmaları, türev ürünlerin ticaret hacminin mevcut piyasadaki emisyon izinlerinin sayısından etkilenmediğini göstermektedir. Bunun nedeni, türev ticaretinin emisyon izinlerinin daha sonra sunulmasını gerektirmesidir. Bu nedenle, karbon piyasası henüz gelişme aşamasında olmasına rağmen, dolaşımda ticareti yapılan emisyon izinlerinin sayısı azdır, ancak emisyon izinlerine dayalı türev ürünlerin ticareti daha fazla gerçekleşebilir (Monast Anda Profeta, 2009:8).

Türevler genellikle risk yönetimi, arbitraj ve yatırım amaçlı kullanılır. Bir şirketin risk yönetimi potansiyeli, özellikle karbon piyasasının ilk birkaç yılındaki oynaklığın ışığında önemli olabilir. Geleneksel olarak, enerji endüstrisindeki şirketler, gelecekteki alımların fiyatını bir şekilde sabitlemek ve olası fiyat riskini yönetmek için sıklıkla türevleri kullanır. Karbon piyasalarına uyarlanırsa, emisyon üst sınırına sahip şirketler, uzun vadeli izin maliyetlerindeki dalgalanmaları öngörerek türev sözleşmelere izin verebilir (Monast Anda Profeta, 2009:8).

Tarafların riski yönetebilmeleri ve böylece karşılaşılabilecekleri piyasa dalgalanmalarından korunmaları için piyasada çeşitli türev araçlar mevcuttur.

- Forward Sözleşmesi: Bir varlığın gelecekte belirli bir zamanda önceden belirlenmiş bir fiyattan alınmasını veya satılmasını gerektiren OTC piyasasında işlem gören bir sözleşme. Bu sayede sözleşmenin imzalandığı tarihte belirlenen sabit bir fiyat üzerinden satın alınan emisyon izinleri, gelecek sözleşmenin imzalandığı tarihte belirli bir tarihte kullanıma açılmış olacaktır (Çelikkol ve Özkan, 2011:210).

- Vadeli işlem sözleşmeleri: Vadeli işlem sözleşmelerine benzer şekilde, gelecekte önceden belirlenmiş bir tarihte ve önceden kararlaştırılan bir fiyattan bir varlığı satılma veya satma yükümlülüğü getirirler. Aradaki fark, vadeli işlem sözleşmelerinin organize piyasalarda işlem görmesi ve sözleşme koşullarının standart olmasıdır. Vadeli işlem sözleşmesinde ilgili duruma göre; sözleşmeye konu olan varlıkları, sözleşmenin büyüklüğünü, teslim adresini ve varlıkların teslim tarihini belirtir (Çelikkol Özkan, 2011:210).

- Opsiyon: Alıcıya, opsiyonun türüne göre belirli bir süre için veya sonunda opsiyon konusu varlığı piyasa fiyatlamasından bağımsız hareket ederek değişebilen bir fiyatlamadan satınalma veya satma opsiyonu sağlayan sözleşmedir. Emisyon hakkına dayalı opsiyon sözleşmesinde, emisyon hakkını belirli bir süre veya vade sonunda, sözleşmenin imzalandığı tarihte belirlenen fiyat üzerinden alma veya satma hakkı elde edilir. Opsiyonlar, yükümlülük açısından vadeli ve vadeli işlem sözleşmelerinden farklıdır. Sözleşmenin sahibi yükümlülükler değil, verilmiş haklardır. Bu özellik nedeniyle, ilgili hakkı elde edebilmek için ödenmesi gereken bir bedel vardır. Opsiyon sözleşmeleri organize olmuş piyasalarda ve tezgahüstü olarak adlandırılan organize olmayan piyasalarda alınıp satılabilir (Çelikkol Özkan, 2011:210).

- Swap: Gelecekteki nakit hareketlerinin taraflar arasında, değiş tokuşuna dayalı bir takas anlaşmasıdır. Nakit akışının tarihi ile hesaplama yöntemi sözleşmede belirtilir. Nakit akışı hesaplamaları, faiz oranlarının, döviz kurlarının veya diğer piyasa değişkenlerinin gelecekteki değerlerinin dikkate alınmasına dayanır. Bir anlamda, vadeli sözleşmeler, takasların basit bir alt kümesi olarak görülebilir. Aradaki fark şu şekildedir: Bir forward sözleşmesi, yalnızca gelecekte belirli bir tarihte nakit akış takası sağlar. Öte yandan takaslar, birden çok tarihte gerçekleşen nakit akışlarının değişimini içerir. Genellikle tezgah üstü piyasada alınıp satılmakla birlikte, farklı para birimlerindeki emisyon izinleri, emisyon izinleri söz konusu olduğunda takas sözleşmelerine konu olabilmektedir (Çelikkol Özkan, 2011:210).

Güvenilir fiyatlandırma ve tahmin modellerine sahip birleşik karbon türevleri piyasası; politika yapıcılar, piyasa katılımcısı şirketler, yatırımcılar ve borsa komisyoncuları için etkili iş stratejileri formüle etmek, riskleri optimum seviyelere indirmek ve karbon yoğunluğunu terk etmek için tip üretimi çok önemlidir (ISDA, 2021:7-8).

Tarihsel sürecin gelişimine bakıldığında, birim karbon ürünleri ilk defa 2005 senesinde kurulmuş olan ve aynı yıl açılan ECX-Avrupa İklim Borsası'nda işlem görmeye başlamıştır. Karbon bazlı opsiyon sözleşmeleri de ilk olarak 2006'dan beri Avrupa İklim Borsası (ECX) ve Chicago İklim Borsası'nda (CCX) işlem görüyor. EUA ve CER ürünleri 17 Mart 2008 tarihinden itibaren NYMEX-New York Ticaret Borsası'nda işlem görmektedir (Özdan, 2014:109). Vadeli işlem sözleşmeleri de EUA ve CER'e göre değerlendirilmektedir (Özdan, 2014:108). Avrupa Enerji Borsası (EEX) EUA, CER, ERU ve EUAA (European Union Aviation Allowance) ürünleri spot, vadeli ve opsiyon piyasalarında işlem görmektedir (Başsüllü ve Tolunay, 2015:11).

2.7 Karbon Piyasasında Risk Unsurları

Vadeli işlem piyasasında katılımcıları yönlendiren en önemli faktörlerden biri risk faktörüdür. Riskten korunma işlevi nedeniyle bir tür sigorta sağlanır. Öte yandan, karbon piyasasının açılmasında, temel olarak düşük belirsizlik ve gelecekteki teslim tarihlerinin öngörülebilirliği gibi farklı risk faktörleri vardır.

Karbon piyasası ile ilgili riskler; iç ve dış olmak üzere iki farklı seviyede incelenmektedir. Uluslararası ve yerel deneyimler çerçevesinde dört ana kategoride düzenlenmiştir. Bunlar; politik risk, kredi riski, operasyonel risk ve piyasa riskidir.

Politik risk ve operasyonel risk harici risk grubuna, kredi riski ve piyasa riski ise dahili risk grubuna aittir (Ying et al., 2018:17).

2.7.1 Politik Risk

Finans piyasalarından bilindik bir şekilde politik risk, bir tür sistemik risktir. Bu piyasalara yönelik her politika ve düzenleme, fon arzı-fon talebi ve menkul kıymet getirilerini etkilemektedir ve dolaylı yoldan piyasada dalgalanmalara neden olmaktadır. Geleneksel menkul kıymet piyasalarındaki bu durum ile karbon piyasaları karşılaştırıldığında, karbon piyasalarının politika değişikliklerinden daha doğrudan ve derinden etkileneceği düşünülür. Çünkü karbon piyasaları bir politika çizgisinde düzenlemelere ve kısıtlamalara bağlı olarak işlemektedir. Karbon piyasası için hızlı ve doğrudan etkiler yaratan dışsal politik riskler; izinlerin tahsis kurallarını, uyum kurallarını ve emisyon azaltım projeleri ile emisyon azaltımları için onay kurallarını kapsar (Ying et al., 2018:10). Bu nedenle politikaların oluşturulmasına dair riskler emisyonların azaltılması için mevcut seçeneklerin maliyetini içeren belirsizliklerle ilgilidir. Nihayetinde politika yapıcılar süreç içerisinde değişen koşullara uyum sağlamalı ve sermayenin düşük karbonlu yatırımlara yönelmesi için gerekli teşvik ortamını hazırlamalıdır (Blyth et al., 2009:1-2).

Karbon finansmanına ilişkin politik riskler temel olarak iki yönden kaynaklanmaktadır. İlki, bu piyasalarda işleme konu olacak varlıkların arzının politikalar ve yasalar tarafından belirlenmesi nedeniyle politika sürdürülebilirliği piyasa istikrarı ve sürekliliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. İkinci olarak, proje bazlı ürünler için büyük yatırımlarda uzun geri dönüş süreleri de dikkate alındığında, herhangi bir belirsiz veya mantıksız politika sonucunda piyasa katılımcılarının beklentilerinin bozulması ve proje getirilerinin azalmasıdır. Nihayetinde zamanında ve makul politika düzenlemeleri ilgili riskin indirgenmesinde önem arz etmektedir. Ek olarak farklı karbon finansal ürünlerine ilişkin ayrı ayrı risk tahminleri yapılması gerekli olduğundan ilgili politika değişikliklerinin bu tür varlıkların değeri üzerindeki etkisini netleştirmek gerekmektedir (Ying et al., 2018:10).

2.7.2 Kredi Riski

Kredi riski sistematik olmayan içsel risklerden biridir. Temel olarak, varlık sahiplerinin bilgi asimetrisi nedeniyle itfa tarihinde anapara ve faizi ödeyememe ve kayıpla sonuçlanma olasılığını ifade eder. Bu anlamda temerrüt riski olarak da

adlandırılır. Karbon piyasası henüz geliştirme aşamasında olduğundan, hala birçok kör nokta vardır ve bilgi asimetrisinden etkilenme olasılığı daha yüksektir. Bu bağlamda, ters seçim ve ahlaki tehlike oluşma olasılığı daha yüksektir. Karbon kredisi veren ve enerji tasarrufu ve emisyon azaltımına odaklanan işletmeler için, teknik yeterlilikleri zayıf veya emisyon azaltma potansiyelleri düşükse, kredileri geri ödeyememe veya kullanım amacından sapma riski daha yüksektir. Ayrıca, veri izleme, raporlama ve doğrulama sürecinde kasıtlı gizleme ve yanlış bildirim gibi farklı ahlaki tehlike olguları da ortaya çıkabilmektedir (Ying et al., 2018:12).

Wang ve ark. çalışmalarında bir şirketin temerrüde düşme olasılığının, üretiminin karbon yoğunluğuyla pozitif olarak ilişkili olduğunu gösteriyorlar. Bu pozitif ilişkinin, firmaların karbon yoğun endüstrilerde veya ekolojik olarak bilinçli ekonomilerde yer almalarına bağlı olarak artması muhtemeldir. Temerrüt riski ile karbon yoğunluğu arasındaki ilişkinin nedenleri olarak şirketin emisyon azaltım maliyetlerini ve uyum maliyetlerini artıran düzenlemeler, paydaşların çevre koruma konusunda şirket itibarının zedelenmesine yol açan farkındalığının artması ve karbon riskinin artması yer almaktadır. Bu durumlar emisyon salınımı yapan işletmelerin finansman maliyetlerini artırmaktadır (Wang et al., 2022:3).

Kredi riski hem objektif hem de sübjektif açılardan tanımlanmalıdır. Politika değişiklikleri, doğal afetler ve diğer bariz ancak ezici güçlerin ortaya koyduğu nesnel riskler, zamanında ve kolayca belirlenir. Ancak tarafların veya veri sağlayıcıların sübjektif kötü niyetli temerrüdünden kaynaklanan kredi risklerini tespit etmek giderek zorlaşmaktadır (Ying et al., 2018:12).

2.7.3 Operasyonel Risk

Ying ve ark. Operasyonel risk olarak, piyasa manipülasyonu suçlarını ve içeriden öğrenenlerin ticaretini gösterir. Ayrıca teknik açıdan insan hatası, sistem arızası, uygun olmayan çalıştırma prosedürleri ve kontrol mekanizmaları gibi suç teşkil etmeyen durumları da içermektedir (Ying et al., 2018:12).

He ve Wang, operasyonel riski kusurlu veya başarısız işlem süreçleri ve kişilerden veya sistemlerden kaynaklanan potansiyel kayıplar açısından değerlendiriyor. Dört örnekte operasyonel riskler şunları içerir: süreç kesintisi ve yazılım ve donanım arızaları, tahsiste referans hataları, tahsiste zaman ve kaynak hataları ve karmaşık teknik yapılara güvenme (Ma et al., 2020).

Karbon finansmanı işleminin tüm yönleriyle etkileşime girdiği için

operasyonel riski tanımlamak için kapsamlı ve sistematik bir yaklaşıma ihtiyaç vardır. Operasyonel riske çeşitli faktörler katkıda bulunabilir. Bu nedenle riskin kaynağını ve derecesini belirlemek için organizasyon yapısından işlem sürecine, işlem platformu ve sisteminden personele kadar ayrı bir analiz yapılması gerekmektedir (Ying Xinhaiyan Minsiwei Lawyer, 2018:s.14).

2.7.4 Piyasa Riski

Karbon piyasasındaki piyasa riski, arz ve talep arasındaki ilişkiye göre oluşan fiyatta meydana gelebilecek anormal içsel durumu ifade eder. Dobson'a göre piyasa riskinin nedenleri, gerekli şeffaflığın sağlanamaması, tahsislerin gerçek değerinin üzerinde fiyatlandırılması, kalan lisans sayısı ve karbon bazlı türevlerin satış modelidir (Dobson, 2015:10).

Finansal piyasalarda fiyat analizi, varlık fiyatlarının makul bir aralıkta belirlenmesi için makroekonomik göstergelere ve piyasa verilerine dayanmaktadır. Makul aralığın ötesindeki anormal fiyat dalgalanmaları, piyasa riskinin önemli göstergeleridir. Benzer şekilde, karbon piyasasına uygulandığında, karbon fiyatlarında beklentilerin ötesindeki anormal dalgalanmalar, piyasanın genel istikrarını ve karbon varlıklarının değerini baltalayabilir. Gerçeğe uygun değerinin üzerindeki karbon fiyatları, işletmelerin normal amaçlarına uygun üretim yapmasını ve faaliyet göstermesini engelleyecektir. Öte yandan, makul olmayan karbon fiyatları, işletmelerin sahip olduğu karbon varlıklarını hafife alacak ve işletmelerin aslında bir karbon piyasası oluşturmanın nihai hedefi olan iklim değişikliğine yanıt olarak enerji tasarrufu, emisyon azaltımı ve karbon projelerine yatırım beklentilerini azaltacaktır. Karbon fiyatlarındaki anormal dalgalanmalar, karbon varlıklarının likiditesini önemli ölçüde azaltacak, işlem maliyetlerini artıracak, karbon fiyatlarının gerçek değerinden sapmasına ve karbon piyasası risklerinin bir kısır döngüye girmesine neden olacaktır (Ying et al., 2018: 15).

Karbon varlıkları, geleneksel finansal ürünlerden önemli ölçüde farklıdır ve fiyatları belirsizlik nedeniyle çeşitli ve rastgele dalgalanmalar gösterir. Özellikle yerel olarak işletilen karbon piyasasında ürün değerinin şeffaflığı ve görünürlüğü düşüktür (Ying et al., 2018:16).

Bu nedenle, ulusal karbon piyasası bilgi verilerinin sızması ve kötüye kullanılmasının neden olduğu genel fiyat etkisini en aza indirmek için denetim ilkeleri netleştirilmeli ve tüm piyasa katılımcılarının gerçek zamanlı ve doğru

bilgilere erişiminin sağlanmasına özen gösterilmelidir. Aynı zamanda, büyük ihraççıların piyasayı manipüle etmelerinin, aşırı kota biriktirmelerinin ve piyasa tekeli oluşturmalarının önlenmesi gerekmektedir. Yukarıdakilere ek olarak, proje bazlı ürünler için, projelerin başarıyla tamamlanmaması, gecikmesi, beklenenden düşük miktarlar veya hiç tamamlanmaması dahil olmak üzere farklı fiyatlandırma davranışları vardır. Proje süreçlerindeki farklılıklara dayalı bu risk, teslim riski olarak ifade edilmektedir (Tunahan, 2010:212).

Varlık fiyatları için bir diğer risk faktörü, spot ve vadeli piyasalar arasındaki tutarsız fiyat oluşumudur. Gelişmiş piyasalarda bir varlığın spot fiyatı ile vadeli fiyatı arasındaki ilişki doğrusaldır. Ayrıca, vade yaklaştıkça spot ve vadeli fiyatların dengelenmesi bekleniyor. Eşitliğe ulaşamama, elde tutma maliyeti modeli aracılığıyla altta yatan risk olarak temsil edilir. Baz, spot fiyat ile forward fiyat arasındaki farktır. Baz'ı etkileyen faktörlerdeki (finansman maliyetleri, sigorta primleri, depo kirası vb.) değişiklikler nedeniyle farkın artması veya azalması riskine baz risk denir (Bayramoğlu, 2020:1009).

2.8 Karbon Piyasasında Fiyatlama

Emisyon ticareti sisteminde önceden belirlenmiş kotalara tabi işletme emisyon haklarının fiyatı arz ve talebe göre piyasa tarafından oluşturulmaktadır. Diğer piyasa türlerinde olduğu gibi, arz ve talep buluştuğunda fiyatlar belirlenir. Etkin işleyen bir karbon piyasasında, emisyon izinleriyle ilgili oluşmuş piyasa denge fiyatının, en ucuz maliyetli kirlilik azaltma çözümünün marjinal maliyetine eşit olması beklenir. Doğal olarak bu tanımlama, yüksek seviyeden fiyatlanan emisyon izinlerinin, düşük marjinal azaltma maliyetleri olan firmaları fiyat farkından yararlanmaya teşvik ettiği görüşünü desteklemektedir. Bu nedenle piyasa katılımcısı firmalar, azaltım maliyetlerini piyasadaki emisyon izin fiyatları ile karşılaştırarak karar vereceklerdir (Çelikkol Özkan, 2011:211).

Piyasa koşullarında, karbon fiyatının yükselmesini veya düşmesini etkileyebilecek bir dizi faktör vardır. Ayrıca, karbon piyasasında türev sözleşmelerin karbon emisyon izinlerinin veya karbon kredilerinin fiyatına dayandığını belirtmekte fayda var.

2.8.1 İzlenen Politikalar ve Regülasyonlar

Karbon piyasalarının kurulması, siyasi iradenin bir sonucudur ve bu amaçla

oluşturulmuş yasalara uygun olarak işler. Bu nedenle belirli mevzuat, çerçeve koşullar ve prosedürlere ilişkin kararlar fiyat oluşumunda etkili olmaktadır (Güçlü, 2006:1). Örneğin, izin verilen azami emisyon hakları, piyasanın bir politika aracı olarak değerlendirilebilir ve arz yönünden fiyatları etkileyen önemli faktörlerden biridir. Şirketlere tahsis edilen emisyon hakları normalde salacaklarından daha düşükse, karbon fiyatları daha yüksek olacaktır. İşletmelere tahsis edilen emisyon haklarının normal şartlarda işletmelerin emisyon seviyesinden yüksek olması durumunda karbon fiyatı doğal olarak daha düşük olacaktır. Öte yandan, aynı durum ulusal düzeyde de geçerlidir. Ülkenin emisyon azaltım hedefi ne kadar yüksek olursa, hedefe ulaşmak için piyasa üzerindeki baskı o kadar artacak ve karbon fiyatı daha yüksek bir seviyede belirlenecektir (Saruç Karakaya, 2008:221).

Uygulama mekanizması, piyasa düzenlemesinde karbon fiyatının bir başka belirleyicisidir. Hedeflere ulaşamayan şirketler için ne tür yaptırımlar/cezalar uygulanacağı karbon talep tarafını etkileyecektir. Etkili yaptırımlar/cezalar, caydırıcı bir etki ile firmaları piyasa katılımcısı olmaya zorlayacaktır (Saruç Karakaya, 2008:222).

Piyasayı arz yönlü etkileyecek bir diğer düzenleme ise bankacılık ve kredilendirmenin dağıtım sistemine entegrasyonudur. Birikim ve borçlanma, karbon ürünü taahhütlerinin dönem sonu fiyatı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Birikim, bir taahhüt döneminden diğerine karbon ayak izini aktarma yeteneğidir. Borçlanma ise bir sonraki taahhüt dönemi için tahsis edilen ödeneğin mevcut taahhüt döneminde kullanılmasıdır (Tunahan, 2010:209). Firmaların tasarruf etme veya borçlanma imkanlarının olup olmaması dönem sonunda oluşan karbon fiyatını etkiler.

2.8.2 Ekonomik Durum ve Maliyetler

Ülke veya şirkete özgü emisyon hedeflerine ulaşmak için alım ve satım seçeneklerinin maliyeti ile emisyonları azaltmanın maliyeti karşılaştırılarak, alım ve satım maliyetlerinin artacağı netleştikten sonra karbon piyasasındaki alıcılar artacaktır. Talep arttıkça fiyatlar yükselecektir (Saruç Karakaya, 2008:221).

Diğer bir faktör ise ekonomik büyümedir. Ekonomik büyüme sağlayan enerji yoğun sektörlerle bağlı olarak emisyon seviyeleri ve karbon fiyatları etkilenecektir. Bu bağlamda enerji fiyatları da karbon fiyatlarının belirleyicisi konumundadır. Elektrik, kömür, petrol ve gaz fiyatlarının yanı sıra yenilenebilir enerji veya nükleer enerji fiyatlarındaki gelişmeler de karbon fiyatlarını etkileyebilmektedir (Saruç

Karakaya, 2008:221). Örneğin yıl içinde birkaç istisna dışında genel olarak petrol fiyatları ile EUA fiyatları arasında doğrusal bir trend ilişkisi olduğu gözlemlenmiştir (Tunahan, 2010:209). Petrol fiyatının karbon fiyatı ile pozitif korelasyonunun iki nedeni vardır: Birincisi, petrol fiyatları yükseldikçe gaz fiyatları yükselir ve buna bağlı olarak bu girdileri kullanan enerji sektörü, daha az maliyetli ancak çevreyi daha fazla kirleten bir ikame olan kömüre geçer. Bunun nedeni, sonuçta karbon fiyatında bir artışa yol açan karbon emisyonlarındaki artıştır. İkinci sebep, ETS'deki piyasa katılımcılarının sektörüdür. Örneğin sistem içinde ulaşım sektöründeki firmalar petrol fiyatlarına karşı daha duyarlı olacaktır (Tunahan, 2010:210).

Fiyatlandırma davranışı ve diğer işlevler açısından karbon piyasaları ile geleneksel enerji emtia piyasaları arasındaki benzerliklere ek olarak, iki senaryo arasında genel farklılıklar da vardır. İlk olarak, arz emisyon üst sınırı programının başında bir süre için sabitlenecek ve hedefe ulaşmak için zaman içinde istikrarlı bir şekilde azaltılacaktır. Tahsis arzı, fiyat artışları veya karbon finansal ürünlere yönelik artan talep nedeniyle artmayacaktır. İkinci durumda, buğday, mısır, doğal gaz veya petrol gibi emtiaların aksine, daha sonra satılmak üzere karbon ödeneklerini depolamanın hiçbir maliyeti yoktur. Yukarıdaki durumların her ikisi de manipülatif eylemler üretebilir. Sınırlı arz ve pazar derinliği eksikliği göz önüne alındığında, ticari faaliyetlerin pazarı etkileme olasılığı daha yüksektir. Ayrıca, depolama maliyeti olmadığı için, büyük miktarlarda mal biriktirmeme engeli de ortadan kalkar. Bu karbon fiyatlandırma koşulları, hem karbonun ve diğer emtiaların ayırt edici özelliklerini hem de piyasa düzenlemesini vurgular (Monast et al., 2009:15).

2.8.3 İklim

Ülke açısından bakıldığında, ülkenin bulunduğu iklim kuşağı ve mevsimsel hava koşulları karbon fiyatlarını etkileyen bir diğer faktördür. Kışları soğuk ve sert geçen ülkelerde, enerji kullanımından dolayı emisyon seviyeleri de yüksek olabilir. Bunun sonucunda ülkelerin veya işletmelerin belirlenen hedeflere ulaşması daha zor olacak ve karbon fiyatları yükselecektir (Saruç Karakaya, 2008:221).

2.8.4 Farklı Karbon Piyasası Ürünlerinin İşleme Açılması

ETS içindeki izin ticaretine ek olarak, proje bazlı esneklik mekanizmasının ürünlerinin ticarete uygun olup olmadığı da karbon fiyatları üzerinde etkilidir. Genel

olarak, proje bazlı kredi ürünlerinin fiyatı, izinlere göre daha düşüktür, bu da karbon fiyatlarını etkiler ve ticaret sistemi ürünlerinin fiyatını düşürür (Saruç Karakaya, 2008:221).

2.9 Türkiye'nin Karbon Piyasasındaki Durumu

Kyoto anlaşması kapsamında ülkemiz 2008-2012 ve 2013-2020 yıllarını kapsayan 1. ve 2. taahhüt dönemlerinde karbon emilimi sınırlamasıyla ilgili bir yükümlülük üstlenmemektedir. Ancak, bu yeni oluşan piyasadan faydalanmak, olası bağlayıcı gelişmelere hazırlanmak ve beliren ihtiyaçları karşılayabilmek için gönüllü karbon piyasalarıyla çalışmaya başlamıştır. Gönüllü karbon piyasasında karbon kredilerinin satış fiyatı zorunlu karbon piyasalarına göre daha düşüktür (Öker Adıgüzel, 2013).

Türkiye karbon piyasalarına girmek için ilk defa sera gazı oranlarını düşürmek için projeler yapan bir firma olan Future Camp GmbH adlı danışmanlık şirketinin projeleriyle gönüllülük esasına dayana karbon piyasasına girmiş ve karbon piyasasından yararlanmak isteyen özel sektörü teşvik etmek için kapıyı aralamıştır (Bayrak, 2012:274).

Türkiye: 2005 yılından itibaren gönüllü karbon piyasası ticareti projesine katılmaya başlamıştır ve gönüllü karbon piyasasının geliştirilmesi ve standart düzenlemesine kendini adanmıştır. Zorunlu piyasa ile karşılaştırıldığında, gönüllü karbon piyasasının oranı çok küçüktür. Türkiye'de ise gönüllü karbon piyasasına erişim daha verimli olmakta ve bu şekilde değerli bilgiler edinilmektedir. Bu bilgi ve deneyim, gelecekte zorunlu karbon piyasalarına katılım söz konusu olduğunda önemli bir katkı sağlayabilecektir.

Gönüllü Karbon Piyasasının Durumu (2015) raporuna göre, 2014 yılında Türkiye'nin gönüllü karbon dengelemesi, değeri 207 milyon \$ olan 31,7 metrik ton CO₂'ye ulaştı. Gönüllü karbon piyasasının toplam değeri, 2014'te 77 metrik ton CO₂ ve 2015'te 84,1 metrik ton CO₂'ye kıyasla 2016'da %24 düştü (Hamrik Gallot, 2017).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. BANKACILIKTA KARBON AYAK İZİ FİNANSMANI

3.1 Türk Bankacılık Sektöründe Karbon Ayak İzi Uygulamaları

Paris Anlaşması ve özellikle de Avrupa Yeşil Mutabakatını da kapsayan “Yeşil Yeni Düzen” gündemi ile Karbon ayak izinin azaltılması ve bu kapsamda gerek reel piyasanın desteklenmesi gerekse de nihai tüketicilere uygun şartlarda finansal destek sağlanması Türk Bankacılık sektöründe de gündeminde daha fazla yer almaya başlamıştır. Bankalar özellikle sürdürülebilir Bankacılık uygulamaları kapsamında çevreye zarar verecek, doğal dengeyi bozacak ve sera gazı salınımını arttırarak karbon ayak izi miktarını tetikleyecek uygulamalara direk veya dolaylı yoldan müdahale ederek etkileme şansına sahip olmuştur.

Bu kapsamda ekonomiye sürdürülebilir bir nitelik kazandırmak amacıyla Türkiye’deki Bankaların finansman ağlarını ve sürdürülebilirlik alanında finansman desteklerini uluslararası düzeydeki bankacılık ağlarıyla daha da genişlettikleri görülmektedir. Geline son durumda IFC, EBRD, EIB, DFC gibi birçok uluslararası finans kuruluşu ile beraber Bankaların enerji verimli projeler öncelikli olacak şekilde karbona dayalı ayak izini azaltacak birçok uygulamaya finansman sağladıkları görülmektedir.

Birçok bankanın sürdürülebilir bankacılık uygulamalarını Sürdürülebilirlik Komiteleri adı altında değişik yapılanma ve organizasyonlar içerisinde yürüttükleri görülmekle beraber yayınlanan raporların homojen bir yapıya sahip olmaması ve değişik parametrelere göre hazırlanması da bu konuda yapılan çalışmaların sektörel bazda değil daha çok kurumsal bazda kaldığını göstermektedir.

Diğer yandan Bankaların yayınladıkları raporların denetiminin ve sağlanan sonuçların de homojen bir değerlendirme kriter seti olmadığından henüz istenilen standartta olmadığı söylenebilir.

Türkiye bankacılık sektöründe karbon ayak izinin azaltılması, çevreye duyarlı uygulamalar ve iklim değişikliği konularını içeren ilk somut eylem planı 2009 yılında TSKB – Türkiye Sınai Kalkınma Bankası tarafından yayınlanan sürdürülebilir bankacılık raporu olmuştur. Devam eden süreçte diğer bankalarında bunun çok uzağında kalmayarak konuya hızlı bir şekilde uyum sağlayıp intibak

ettikleri görülmüştür.2010 yılında Akbank Karbon Açıklama Projesi (Carbon Disclosure Project - CDP) sürdürülebilirlik raporunu yayınlamıştır.CDP - Her sene halka açık şirketleri, karbon emisyonlarını hesaplayarak hissedarlarına ve kamuya açıklamaya davet eden, küresel ölçekte en büyük 534 yatırımcıyı temsil eden ve toplamda 64 Trilyon USD’lik bir büyüklüğü temsil eden İngiltere merkezli bir sivil toplum kuruluşudur. CDP temsil ettiği bu güçle küresel ölçekte her yıl 3 binden fazla firmanın emisyonlarını hesaplamak suretiyle iklim değişikliği ve karbon ayak izinin azaltılması için izlenecek yol haritası ve stratejiler konusunda yol gösterici olmaktadır.

Karbon ayak izinin azaltılması ve çevreye dost uygulamaların desteklenmesi kapsamında mevcut fosil yakıtların finansmanının durdurulması için Akbank, Garanti BBVA, HSBC, ING, İş Bankası, QNB Finansbank, Yapı ve Kredi Bankası ve TSKB gibi bankalar yeni kömür projelerine finansman sağlamayacaklarını açıklamışlardır.

Tablo 3.1.Karbon Nötr ve Net Sıfır Hedefini Açıklayan Bankalar ve Hedef Tarihleri

Banka Adı	Net Sıfır Hedefi	Karbon Nötr Hedefi
Akbank	2050	2025 (operasyonel salımlarda)
DenizBank	Bilgiye ulaşılamamıştır.	Bilgiye ulaşılamamıştır
Garanti BBVA	2050	Karbon nötr’dür.
HSBC	2050	2030
ICBC	Bilgiye ulaşılamamıştır.	Bilgiye ulaşılamamıştır
ING	2050	Bilgiye ulaşılamamıştır
İş Bankası	2050	2035
Şekerbank	Bilgiye ulaşılamamıştır.	Bilgiye ulaşılamamıştır
QNB Finansbank	Bilgiye ulaşılamamıştır.	Bilgiye ulaşılamamıştır
Teb	Bilgiye ulaşılamamıştır.	Bilgiye ulaşılamamıştır
Ykb	2050	Bilgiye ulaşılamamıştır
Halkbank	2050	Karbon nötr’dür
Vakıfbank	Bilgiye ulaşılamamıştır.	Karbon nötr’dür
Ziraat Bankası	Bilgiye ulaşılamamıştır.	Bilgiye ulaşılamamıştır.
Türk Eximbank	Bilgiye ulaşılamamıştır.	Bilgiye ulaşılamamıştır.
TSKB	Tarih ilan edilmesi bekleniyor.	Karbon nötr’dür.

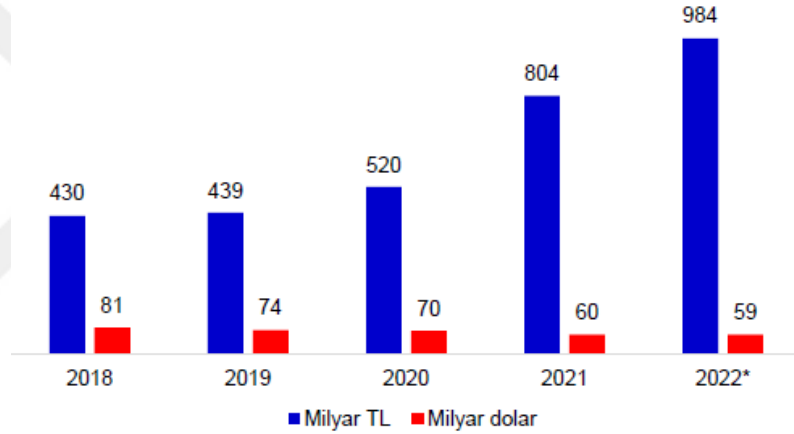
Bu doğrultuda sürdürülebilir bankacılık ilkeleri doğrultusunda karbon ayak

izin azaltılması için Türkiye’deki bankalardan net sıfır ve karbon nötr hedeflerini açıklayanlar yukarıdaki tabloda belirtilmiştir.

3.1.1 Türk Bankacılık Sektöründe Karbon Kredileri ve Uygulamaları

Bankalar tüketicilere sundukları ürün ve hizmetleri giderek artan sürdürülebilir bankacılık ilkeleri doğrultusunda geliştirmekte ve dönüştürmektedir. Sunulan ürün ve hizmetlerin çevreye dost ve uygulandığı alanda karbon ayak izini azaltacak, tüketicilere ve çevreye pozitif katkı sağlayacak nitelikte olmaları öngörülmekte ve beklenmektedir.

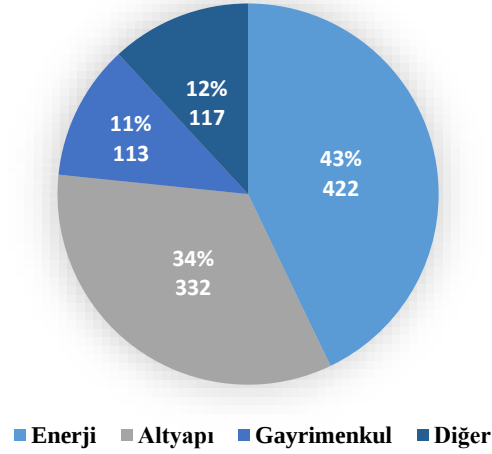
Bankaların Haziran’22 itibariyle karbon ayak izini azaltacak ve enerji verimli projelerin finansmanını sağlamaya yönelik sağladıkları toplam proje finansmanı kredilerinin dağılımı aşağıdaki gibidir.



Grafik 3.1. Bankaların Proje Finansmanı Kredilerinin Dağılımı

Kaynak : (TBB, Eylül 2022) (Erişim Tarihi: 18.07.2022)

Bankalar, içerisinde karbon ayak izini azaltacak ve enerji verimli projelerde dahil olmak üzere Haziran’22 itibariyle 984 Milyar TL ve 59 Milyar dolarlık bir proje finansmanı desteği sağlamıştır.



Grafik 3.2. Bankaların Proje Finansmanı Kredilerinin Sektörel Dağılımı

Kaynak : (TBB, Haziran 2022) (Erişim Tarihi: 18.07.2022)

Sağlanan proje finansmanı kredilerinin sektörel dağılımına bakıldığında yaklaşık yarısına denk gelen %43'lük kısmın enerji sektörüne yönelik verilen kredilerden oluştuğu görülmektedir.

Mevcut sürdürülebilir Bankacılık uygulamaları ve ilkeleri doğrultusunda Türkiye'de faaliyet gösteren bazı bankaların karbon ayak izini azaltacak, enerji tasarrufunu arttıracak ve çevreye dost uygulamalar için geliştirdikleri ve tüketicilerin hizmetine sundukları ürünler, özellikleriyle beraber aşağıda açıklanmıştır.

3.1.1.1 Akbank

Akbank 712 şubesi ile Türkiye genelinde hizmet veren özel sermayeli bankalardan birisidir. Banka düşük karbon ekonomisine geçişle beraber tüm şube ve bölgelerinde çalışmalarını sürdürmektedir. Banka 2030 yılına kadar 200 milyar TL sürdürülebilir finansman desteği sağlama hedefini korumakadır (Akbank.com, 2023). Banka sürdürülebilir Bankacılık uygulamaları kapsamında 2020 yılında 5.8 milyon ton CO₂'e, 2021 ve 2022 yıllarındaysa 3.8 milyon ton CO₂'e sera gazı emisyonunu engellemiştir (Akbank.com, 2023).

Banka çevresel ve sosyal etkisi bakımından da finansman sağladığı projeleri değerlendirerek bu anlamda çevreye negatif etkisi olacak çalışmaları finanse etmemektedir. Bu doğrultuda 2020 yılında 26 adet proje, 2021 yılında 25 adet proje ve 2022 yılında 20 adet proje bu değerlendirme sonucu çevreye verecekleri negatif etkiler sebebiyle reddedilerek finanse edilmemiştir (Akbank.com, 2023).

Yenilenebilir enerji yatırımlarına sağlanan finansman desteği 2020 yılında 1.577 milyon USD, 2021 yılında 1.321 milyon USD ve 2022 yılında 1.092 milyon USD olarak gerçekleşmiştir (Akbank.com, 2023). Akbank'ın 2022 yılı itibariyle karbon ayak izini azaltmaya yönelik yenilenebilir enerji uygulamaları için sağladığı dış finansman toplamda 846 milyon USD'dir.

Tablo 3.2. Akbank'ın Proje Finansmanı Kredilerinin Sektörel Dağılımı

Kurum	Tutar (Milyon dolar)	Pay
Uluslararası Finans Kuruluşu	248,9 Milyon	29%
Avrupa Kalkınma ve İmar Bankası	229,5Milyon	27%
Avrupa Yatırım Bankası	171,7 Milyon	20%
Asya Altyapı ve Yatırım Bankası	100 Milyon	12%
Amerikan Uluslararası Finans ve Kalkınma Kuruluşu	96 Milyon	11%
Toplam	~846 Milyon	100%

Kaynak : (Akbank, Temmuz 2023) (Erişim Tarihi: 18.07.2022)

Akbank'ın gerçek nitelikli nihai tüketicilere ve tüzel müşterilere sunduğu çevre dostu ve karbon ayak izini azaltacak kredi ürünleri aşağıda açıklanmıştır. Kurumsal ve Ticari Finansman kapsamında, düşük karbon ekonomisine geçişin hızlandırılması, çevresel ayak izinin azaltılması doğrultusunda **Mavi Finansman Ürün Paketi**, Çatılardaki GES Yatırımları için **GES Yatırım Kredisi**, Düşük Karbon Ekonomisine Geçiş kapsamında hizmete sunulan **Düşük Karbon Ekonomisi Kredisi**, Yenilenebilir enerji alanında hizmete sunulan **Yenilenebilir Enerji Kredileri** ürünlerinden faydalanabilme imkânı sunulmaktadır (Akbank.com,2023). **Kobi Ürünleri kapsamında, KOBİ Eko Dönüşüm Paketi, Kadın KOBİ, Tarım Kredileri** ürünleri tüketicilerin hizmetine sunulmaktadır.

Bireysel Ürünler kapsamında ise karbon ayak izini en aza indirecek, elektrikli ve hibrit araç alımlarına yönelik avantajlı kredi imkânları sunan ve diğer bankacılık ürünlerinden pozitif olarak ayrışan **Çevre Dostu Taşıt Kredisi** ürünü tüketicilerin kullanımına sunulmaktadır (Akbank.com, 2023).

3.1.1.2 Garanti Bankası

Garanti Bankası 824 şubesi ile Türkiye genelinde hizmet veren özel sermayeli bankalardan birisidir. Banka karbon ayak izinin azaltılması ve uluslararası standartlara uyum çerçevesinde çalışmalarını sürdürmektedir. Banka 2018-2025 yılları için toplam 150 milyar TL sürdürülebilir finansman desteği

sağlama hedefini korumaktadır.

Garanti BBVA, Uluslararası programlara sürdürülebilir bankacılık ilkeleri doğrultusunda, 2009 yılından bugüne kadar CDP İklim Değişikliği Programı'na, 2015 yılından bugüne kadar da CDP Su Programı'na düzenli olarak cevap vermekte ve raporlarını şeffaf bir şekilde halka açık olarak yayınlamaktadır. Garanti BBVA 2022 CDP İklim Değişikliği Küresel A Listesi'ne giren tek Banka olma hakkını kazanmıştır (Garanti.com, 2023).

Banka sürdürülebilir Bankacılık uygulamaları kapsamında 2020 yılında 7.2 milyon ton CO₂'e, 2021 yılında 8.4 milyon ton CO₂'e ve 2022 yılında 14.05 milyon ton CO₂'e sera gazı emisyonunu engellemiştir (Garanti.com, 2023). Yenilenebilir enerji yatırımlarına uluslararası finans kuruluşlarından sağlanan finansman desteği 2020 yılında 1.359 milyon TL, 2021 yılında 1.722 milyon TL ve 2022 yılında 1.370 milyon TL olarak gerçekleşmiştir (Garanti.com, 2023). Garanti BBVA'nın gerçek nitelikli nihai tüketicilere ve tüzel müşterilere sunduğu çevre dostu ve karbon ayak izini azaltacak kredi ürünleri aşağıda açıklanmıştır.

Yeşil Konut Kredisi ürünü ile B sınıfı ve B sınıfı üzerindeki Enerji Kimlik Belgesi ya da LEED, BREEAM gibi uluslararası alanda geçerliliği olan yeşil bina sertifikalarına sahip binalardaki konutlara uygun vade ve faiz oranları ile finansman desteği sağlanmaktadır. 2022 yıl sonu itibariyle yeşil konut kredisi ürünü ile toplam 214 milyon TL nihai tüketicilere finansman desteği sağlanmıştır (Garantibbva.com, 2023). **Çevreci Taşıt Kredisi** ürünü ile karbon salınımını minimuma indireyecek olan elektrikli ve hibrit araç alımlarını teşvik etmek amacıyla uygun vade ve faiz oranları ile finansman desteği sağlanmaktadır. 2022 sonu itibariyle **Çevreci Taşıt Kredisi** ürünü ile toplam 339 milyon TL kredi verilerek finansman desteği sağlanmıştır (Garantibbva.com, 2023). **Kurumsal Yeşil Taşıt Kredisi** ile Banka Türkiye'de bir ilke imza atarak 2021 yılında hibrit ve elektrikli araçların kurumsal firmaların filolarında yaygınlaştırılması için düşük faiz ve uygun vade koşullarıyla finansman desteği sunmaya başlamıştır. 2022 yıl sonu itibariyle Kurumsal Yeşil Taşıt Kredisi ürünü ile toplam 207 milyon TL nihai tüketicilere finansman desteği sağlanmıştır (Garantibbva.com, 2023).

Binalarda güneş enerjisi kullanımını yaygınlaştırmak için bireysel tüketicilere yönelik **Bireysel talepler ve bireysel müşteriler için GES-Çatı Güneş Enerjisi Sistemi Alışveriş Kredisi**, binalarda enerji kaçakını minimuma indirmek için bina dış cephe yalıtımlarını teşvik etmek için **Çevreci Bina Yalıtım Kredisi**,

ulaşım alanında temiz ulaşımı desteklemek ve karbon salınımını engelleyecek alternatifleri desteklemek amacıyla **Elektrikli Bisiklet Özel Alışveriş Kredis**i ve binalarda elektrikli araçlara verimli şarj imkanı sunan şarj üniteleri için **Elektrikli şarj İstasyonu Kredis**i ürünlerini sunmaktadır. Bankanın KOBİ ve çiftçilere yönelik çeşitli araç, ekipman ve ürün hizmetleri de bulunmaktadır.

3.1.1.3 Denizbank

Denizbank 649 şubesi ile Türkiye genelinde hizmet veren özel sermayeli bankalardan birisidir. Banka karbon ayak izinin azaltılması ve uluslararası standartlara uyum çerçevesindeki çalışmaları kapsamında ilk sürdürülebilirlik raporunu 2021 yılında yayınlamıştır. Banka sağladığı iç ve dış kaynakları çeşitli sektörlerde çevreye dost ve karbon ayak izini azaltacak uygulamalara yönlendirmektedir. Yenilenebilir enerji projeleri, enerji verimliliğini arttıran, tarımdaki verimlilik artışı sağlayacak iyi tarım uygulamalarının finansmanı, KOBİ, esnaf ve mikro işletmelerin finansmanına öncelik verilmektedir.

Denizbank temiz enerji ve çevreye dost uygulamaları kapsamında enerjisinin %98'ini temiz enerjiden sağlamakta, LEED Gold sertifikalı binasında hizmet vermekte ve araç filosunu karbon salınımı minimum olan çevre dostu hibrit araçlarla yenilemektedir.

Banka, içlerinde EBRD, IFC, EFSE ve GGF gibi uluslararası fon merkezlerinin bulunduğu uluslararası fon kuruluşları ve bankalardan şimdiye kadar 2 milyar dolar civarında finansman desteğı sağlamıştır. Sağladığı fonları ağırlıklı olarak tarımsal faaliyetlerin finansmanı, enerji verimliliğini arttıran faaliyet ve uygulamalar, mikro ölçekli Küçük ve Orta Boy İşletmeler, gelişmekte olan bölgelerdeki altyapı faaliyetleri, sağlık harcamaları, belediyelerin finansman ihtiyaçları ve kadının daha güçlendirilmesi alanlarında kullanmaktadır. Bu kapsamda alınan kredilerin finansmanının 150 milyon USD'lik bölümü IFC, 100 milyon USD'lik bölümü de EBRD üzerinden sağlanmıştır (Denizbank.com, 2023).

Banka yenilenebilir enerji uygulamalarının finansmanı için şimdiye kadar 1.1 milyar dolar finansman desteğı sağlamış ve enerji kredilerinden oluşan kredi portföyünün 467 milyon dolarlık kısmı aktif olarak devam etmektedir.

Coğrafi İşaretili Ürün Kredisi ile geleneksel ve doğal yönetimlerle yapılan tarım üretimleri uygun vade ve faiz oranları ile desteklenmekte, **Doğ**a **Dostu Traktör Kredis**i ile çevreye dost, daha az yakıt tüketen ve karbon emisyonu

uluslararası değerlerin altında olan yeni nesil traktör ürünleri uygun vade ve faiz oranları ile finanse edilmektedir.

3.1.1.4 Tskb

TSKB, %50.33'ü Türkiye İş Bankası Grubuna, %41.29'u Türkiye Vakıflar Bankasına ve %8.38'i halka açık olan, WB ile Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası katkısıyla altyapısı ticari olan bankaların pay sahipliğinde Türkiye'deki özel kesimin gelişim ve kalkınmasını desteklemek misyonuyla 1950 yılında İstanbul'da kurulmuş, 325 çalışanı olan İstanbul ve Ankara'da birer şubesi olan bir kalkınma bankasıdır.

TSKB, 2009 yılında yayınladığı raporla Türkiye'de ilk sürdürülebilirlik raporu yayınlayan finans kuruluşu ve Banka olmuştur. TSKB, sürdürülebilir bankacılık ve karbon ayak izinin azaltılması kapsamında faaliyet gösterdiği alanlarda finansman desteği sağlamak adına 2015 yılında; JBIC-Japon Uluslararası İşbirliği Bankası'ndan 150 milyon USD – Seragazlarının salınımlarının Türkiye'de düşürülmesi kapsamında Yenilenebilir ve Enerji Verimliliği Kredileri için JBIC “Green” TSKB Kredisi, EIB-Avrupa Yatırım Bankası 'ndan 109 milyon USD– Küçük ve Orta Boy İşletmeler ile Orta Büyüklükteki Firmalar ve inovasyon çalışmaları kapsamında Banka, IFC'den 75 milyon USD değerinde Yenilenebilir ve Enerji Verimliliği Kredileri temin etmiştir.

Banka gerçekleştirdiği bilinçlendirme çalışmaları ile hizmet binalarında 2005-2015 yıllarını kapsayan dönemde; elektrik tüketiminde %27, doğalgaz tüketiminde %47, kağıt tüketiminde %48 ve su tüketiminde %29 tasarruf sağlamıştır.

Banka, 2021-2023 arasını kapsayan yıllarda kredi çalışmaları kapsamında kredi risklerinin iklim riskleri çerçevesinde değerlendirilmesini kendi iç kredi değerlendirme mekanizmalarına entegre ederek karbon ayak izinin finansmanı konusunda pozitif davranmayı hedeflemektedir. Bankanın çalışmaları arasında Banka portföyündeki karbon yoğunluğu yüksek sektörlerde faaliyet gösteren firmaların neden oldukları sera gazı salınımlarını daha takip edere yönetebilmek için farklı ölçütlerde yeni metodolojiler geliştirmek üzerine çalışmalar yapmaktadır. TSKB'nin İklim Değişikliğiyle Mücadelede Uyum Kapsamında Sergilediği Performans Göstergeleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 3.3. İklim Değişiklikleriyle Mücadele ve Uyum İçin Sergilediği Performans

Göstergeler	2018	2019	2020
Finansman Sağlanan Adet cinsinden Yenilenebilir Enerji Proje Sayısı	279	294	330
Finansman Sağlanan MW Cinsinden Toplam Kurulu Güç Sayısı	5.261	6.069	6.594
Finansman Sağlanan Projelerin %'lik Olarak Türkiye'nin Toplam YE Kapasitesindeki Oranı	14%	14%	13%
Finansman Sağlanan Projelerin ton CO ₂ e/yıl cinsinden Emiyon Azaltmadaki Payı	9,7 milyon	11,2 milyon	12,2 milyon
Elektrik Üretiminde Sektöre Ait Risk Toplamının Banka Kredi Portföyündeki %'lik oranı	34%	36%	38%
YE Üretim Sektörünün Riskinin Toplamının Toplam Elektrik Üretim Sektörüne ait Portföydeki %'lik Payı	84%	85%	88%
YE Olmayan Toplam Elektrik Üretim Risk Bakiyesinin Toplam Kredi Büyüklüğü İçindeki Oranı	6,00%	5,40%	4,50%
Sürdürülebilirlik İçerikli Kredilerin Toplam Kredilerdeki %'lik Payı	73%	73%	74%

Kaynak : (TSKB, Temmuz 2015) (Erişim Tarihi: 10.07.2022)

3.1.1.5 Teb

1927'de Kocaeli Halk Bankası TAŞ adıyla İzmit'te faaliyetlerine başlayan, 1982 senesinde özel sermayenin satın alınmasıyla ünvanı TEB – Türk Ekonomi Bankası olan, 8.954 çalışanı ve 471 şubesi olan özel bir mevduat bankasıdır.

Bankanın enerji verimliliği politikaları kapsamında faaliyetlerinden kaynaklanan karbon ayak izini ölçmek ve izlemek önemli yer tutmaktadır. Banka sunduğu çevreye dost ürünler ile tüketicilerin finansmanına uygun vade ve faiz oranlarıyla destek sağlamaktadır. Bu kapsamda çıkarılan **Yeşil Kredi** ile Avrupa'daki en büyük atık yakma tesisiyle enerji üretim tesisinin yapılması için İstanbul Büyükşehir Belediyesine 320 milyon Euro 'Yeşil Kredi' finansman desteği sağlamıştır. Tesis, çöp yakma ve elektrik üretimi ile yılda 1 milyon tondan fazla karbondioksit salımını ortadan kaldıran çevre dostu bir yeşil kredi uygulamasıdır.

Banka kendi faaliyetleri kapsamında da karbon ayak izini azaltacak operasyonel aksiyonlarla faaliyetleri çevre dostu uygulamalara dönüştürmektedir. Bu kapsamda; çevreye negatif etkileri minimum düzeyde olan çevreci araç modelleri tercih edilmektedir. Bu uygulama ile iklim değişikliğinin ana kaynağı olan NOX gazlarının kaynağı olan dizel yakıt tüketimini 140.000 lt / ay'dan

120.000 lt / ay'a, ortalama CO₂ emisyonu da 400 ton / ay'dan 350 ton / ay'a 2 yıl gibi kısa bir sürede gerçekleştirmiştir. Banka 2017 yılında faaliyete aldığı elektrikli araç projesi ile bankacılık sektöründe örnek bir uygulama ile yılda 2.7 ton CO₂ azaltımı sağlamıştır.

Banka 2017 yılında başlattığı uygulama ile çalışan servis araçlarının takibini dönüştürerek servis araçları rota takibi, doluluk takibi, kayıtlı kullanıcı takibi, araç ve şoför bilgilerinin yazılımlarla takibi gibi hizmetleri dijital dünyaya taşımıştır. Yapılan çalışmaların sonuçları 2018 yılında sonuç vermiş ve araç doluluk oranları %59'dan %70 yükselmiş, araç güzergahları 14.350 km'den 13.790 km'ye düşmüştür. Tüm bu geliştirmeler sayesinde Banka yıllık 59 ton CO₂ tasarrufu sağlamıştır.

3.2 Karbon Ayak İzinin Azaltılmasında Dış Finansman Kaynakları

İklim değişiklikleri ve bireylerin günlük yaşam döngülerinde içerisindeki faaliyetlerinden dolayı atmosfere saldıkları sera gazlarının karbon cinsinden karşılığı karbon ayak izini oluşturmaktadır. İnsanların günlük iş aktiviteleri ile barınmak için kullandıkları yaşam alanları da dahil günlük yaşantısındaki birçok temel unsur sera gazı salınımını tetiklemekte ve atmosfere salınan karbon cinsinden sera gazı salınımını arttırmaktadır.

Ülkemizin içinde bulunduğu ekonomik dengeler giderek enerji ve özellikle de yenilenebilir enerji alanında yatırımların ve finansman kaynaklarının daha çok gündem olmasını zorunlu kılmaktadır. Türkiye enerji bakımından dışa bağımlı bir ülkedir. Dolayısıyla Ülkemiz enerji ihtiyacı ve buna bağlı olarak enerji talebi en hızlı artan ülke olarak OECD ülkeleri arasında birinci konumundadır. Ülkemizin enerji talebini karşılamak için genel olarak %74'lük oranda dışa bağımlı olması, yürüttüğü enerji politikaları ve stratejisinin çok çeşitli yapısı ve enerjide dışa bağımlılığı enerji alanında uluslararası ilişki ve bağlantıların, izlenen strateji ve politikaların önemini daha da artırmaktadır (MFA, 2023).

Ülkemizde gerek kamu gerekse de kamu-özel sektör işbirliği kapsamında bir çok uluslararası kurumdan hem yeşil yatırımlar olarak adlandırılan karbon salınımını engelleyecek faaliyetler için hemde sürdürülebilir enerji programları için dış finansman imkanları sağlanmaktadır.

Tablo 3.4. Global ve Bölgesel Ölçekteki Projelere Finansman Sağlayan Bazı Kuruluşlar

Global Ölçekte	Bölgesel Ölçekte
IBRD	EDF
WB	EIB
IFC	IADB
MIGA	ADB

Kaynak : (Türkiye’deki Yenilenebilir Enerji Projelerinde Finans Yöntemleri, Aralık 2016)

(Erişim Tarihi: 11.07.2022)

Tablo 3.4’te Proje bazlı kredi veren bazı kurumlar paylaşılmıştır. Bu kurumları finansman sağladıkları ve hitap ettikleri alana göre çok taraflı yani küresel ve Bölgesel kuruluşlar olarak sınıflandırabiliriz. Küresel kurumlara IBRD, WB, IFC ve MIGA örnek olarak gösterilebilir. EDF, EIB, IADB ve ADB ise Bölgesel kurumlara örnek gösterilebilecek önde gelen kurumlardır.

Projeler için finansman sağlayan kuruluşlar ve sundukları krediler özet bir şekilde aşağıda açıklanmıştır:

3.2.1 Uluslararası Kalkınma ve İmar Bankası (IBRD)

Avrupa’nın orta kesimindeki ülkeler ile Doğu bölgesindeki ülkelerin piyasa ekonomisine entegrasyonlarında onlara finans desteği sağlamak için oluşmuş bir yapılanmadır (ebrd.com, 2023).

Tablo 3.5. IBRD’nin Bugüne Kadar Türkiye’deki Faaliyetlerinin Büyüklüğü

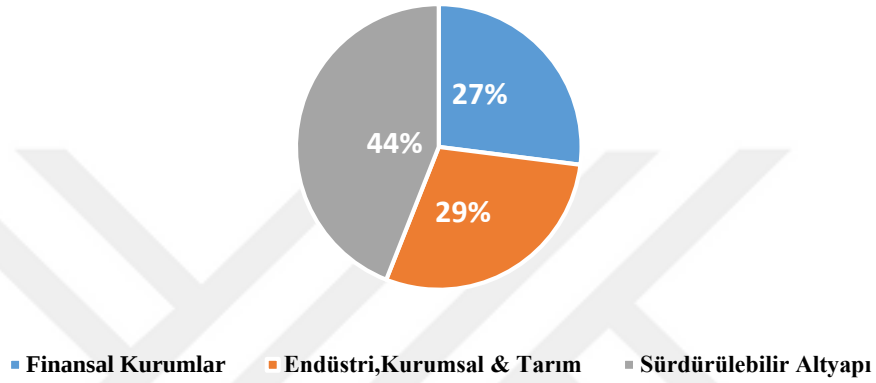
EBRD'nin Türkiye'deki Çalışma Büyüklükleri	
411 Proje Sayısı	241 Aktif Proje Sayısı
18.130 Milyon Euro Kümülatif EBRD Yatırım Büyüklüğü	7.405 Milyon Euro Mevcut EBRD Projelerinin Büyüklüğü
14.229 Milyon Euro Kümülatif EBRD Ödeme Büyüklüğü	5.613 Milyon Euro Operasyonel Varlıklar
%87 Portföydeki Özel Sektör Payı	%12 Portföyün Özkaynak Payı

Kaynak : (IBRD, Temmuz 2023) (Erişim Tarihi: 15.07.2022)

IBRD’nın bugüne kadar ülkemizde toplam 411 projede finans desteği sağladığını görmekteyiz. Toplam büyüklüğü 18.1 Milyar Euro olan finansal destek programının 14.2 Milyar Euro’luk kısmı Türkiye tarafından proje gereklilikleri

yerine getirilerek gerçekleştirilmiştir. Sağlanan toplam finansal desteğin %87'si özel sektöre sağlanan finansmandan oluşmaktadır. IBRD- Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası'nın mevcut durumdaki Türkiye yatırımlarının 241 adedi aktif durumdadır. Devam eden 241 projenin toplam büyüklüğü 7.4 Milyar Euro'dur. Sağlanan finansal desteğin %12'si özkaynaklardan oluşmaktadır.

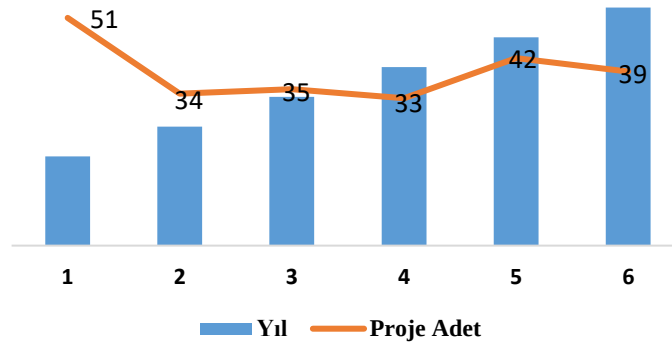
Portföy Kompozisyonu 7,405 Milyon Euro



Grafik 3.3. IBRD'nin Türkiye'deki Faaliyetlerinin Kompozisyonu

Kaynak : (IBRD, Temmuz 2023) (Erişim Tarihi: 10.07.2022)

IBRD - Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası'nın Türkiye'deki aktif ve büyüklüğü 7.4 Milyar Euro olan yatırımlarının %44'ü sürdürülebilir altyapı yatırımlarına sağlanan finansal desteklerden, %27'si işletme kurumlarına verilen finansal desteklerden, %29'u ise Sanayi, Ticaret ve Tarım Ticaretine sağlanan desteklerden oluşmaktadır.



Grafik 3.4. IBRD'nin Türkiye'deki Yıllık Banka Yatırımı ve Proje Sayısı

Kaynak : (IBRD, Temmuz 2023) (Erişim Tarihi: 10.07.2022)

IBRD - Avrupa İmar ve Kalınma Bankası'nın karbon ayak izinin azaltılması kapsamında Türkiye'deki Bankalar üzerinden sağladığı finansal destek ve büyüklüklere bakıldığında 2017-2022 yılları arasında toplam toplam 234 projeye finansal destek sağlandığı görülmektedir. Finansal destek ve taahhütlerin büyüklüğünün 2021 yılında en yüksek seviyeye ulaşarak 2 Milyar Euro seviyesinde gerçekleştiği görülmektedir.

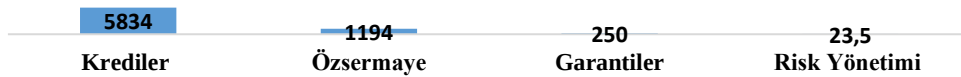
3.2.2 Dünya Bankası (WB)

Dünya Bankası, çok taraflı yapısı ile IBRD, IDA, IFC, MIGA ve ICSID'dan oluşan karma bir kurumdur. Asli görevi üyesi olan ülkelerin dış finansman ihtiyaçlarını karşılayarak borç ve dış finansman sağlaması olan bankanın; eğitimden, sağlığa, kamu idare yönetiminden, alt-yapı idaresine, doğal kaynakların finansmanından özel sektöre sağlanan finans desteklerine kadar birçok alanda finansman alternatifleri ve modelleri mevcuttur. Dünya bankasının geliştirmekte olan ülkeler ile çok taraflı kurumlara hem sıfır faizli hemde düşük faizli finansman modelleri mevcuttur. Bazı durumlarda da sağladığı finansmanı hibe etme imkânında dünya bankası uygulamaları arasındadır.

3.2.3 Milletlerarası Finans Kuruluşu (IFC)

Milletlerarası Finans Kuruluşu, Dünya Bankası üyesi geliştirmekte olan ülkelerde devlet tahhüdü aramadan ilgili ülkelerin özel sektör faaliyetlerine destek sağlayan bir kurumdur. Kurumun öncelikleri arasında yeni finansal araçlara finansman sağlayarak özel sektör yatırımlarını odak noktasına almak bulunmaktadır.

2014-2023 Yıllarında Yapılan Toplam Yatırımların Büyüklüğü



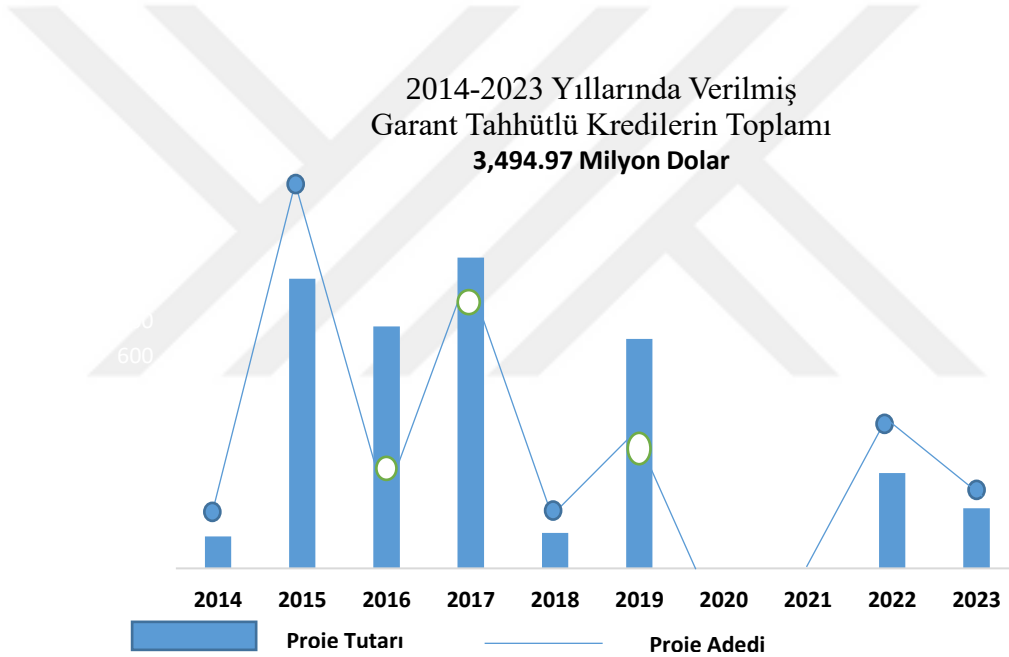
Grafik 3.5. IFC'nin Türkiye'deki Faaliyetlerinin Kompozisyonu

Kaynak : (IFC, Temmuz 2023) (Erişim Tarihi: 11.07.2022)

IFC – Uluslararası Finans Kurumunun Türkiye’deki son 8 yıllık yatırımlarının büyüklüğü 5.8 Milyar dolardır. IFC – Uluslararası Finans Kurumunun Türkiye’de sağladığı kredilerin toplam büyüklüğü 1.1 milyar dolardır. Kurumun garanti taahhütler kapsamında sağladığı finansal desteğin büyüklüğü ise 250 milyon dolardır.

3.2.4 Çok Taraflı Yatırım Garanti Ajansı (MİGA)

Kısa adı WB olan Dünya Bankasının diğer kurumlarından birisi olan MİGA ise doğrudan yabancı yatırımlarını geliştirmeye olan ülkelere yönlendirerek ilgili ülkelerin ekonomik büyüme ve kalkınmalarına katkı sağlamaktadır. IFC, IBRD ve MİGA aralarında yaptıkları proje bazlı birliktelikle fon sepeti oluşturmuşlardır (Albayrak, 2011:122).

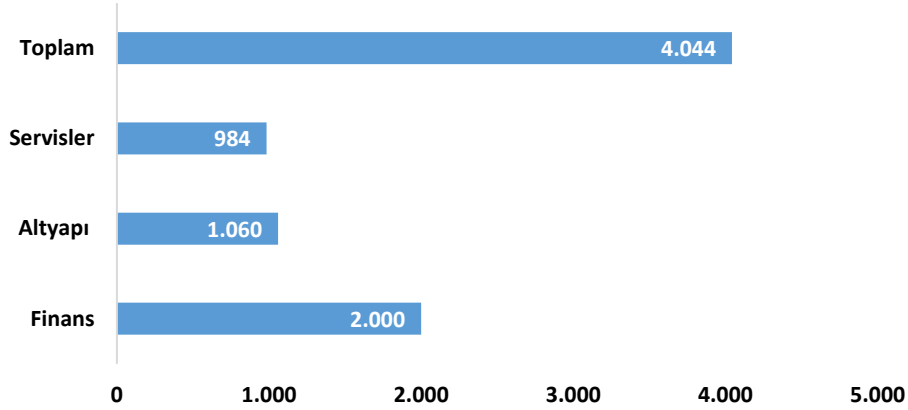


Grafik 3.6. MİGA’nın Türkiye’deki Faaliyetlerinin Kompozisyonu

Kaynak : (MİGA, Temmuz 2023) (Erişim Tarihi: 11.07.2022)

MİGA - Çok Taraflı Yatırım Garanti Ajansının 2014-2023 yılları arasında Türkiye’deki finansal destek paketinin 2020 ve 2021 yıllarında dünyayı saran COVID-19 pandemisi nedeniyle en dip seviyede gerçekleştiğini ve 2023 yılının ilk 6 aylık verilerinin bir önceki yıl olan 2022’ye göre daha yüksek seviyede bir finansal desteğin sağlanacağını göstermektedir.

2010-2023 Yıllarında Sağlanan Toplam Finansman



Grafik 3.7. MİGA'nın Türkiye'deki Sektörlere Göre Yeni İş Hacimleri

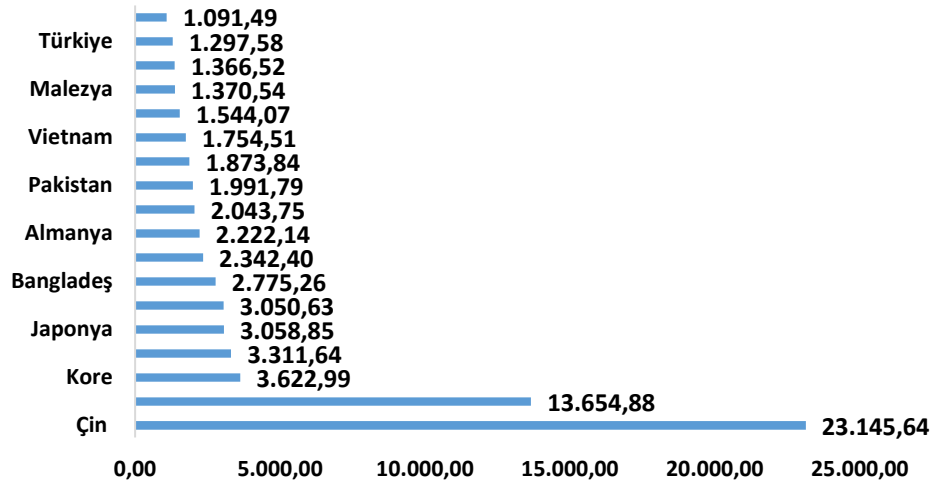
Kaynak : (MİGA, Temmuz 2023) (Erişim Tarihi: 11.07.2022)

MİGA - Çok Taraflı Yatırım Garanti Ajansının Türkiye'ye yönelik finansal destek paketlerinin ağırlıklı olarak finans sektörü üzerinden verilen krediler oluştuğunu söyleyebiliriz. MİGA - Çok Taraflı Yatırım Garanti Ajansının 2010-2023 yılları arasındaki toplam garanti taahhütlü proje desteklerinin büyüklüğü 4 milyar dolar seviyesindedir.

3.2.5 Asya Kalkınma Bankası (ADB)

Bölgesel olarak faaliyet gösteren kalkınma tabanlı bir Banka olarak; Asya Pasifik bölgesindeki gelişmemiş ülkelere danışmanlık, teknik, hibe ve kredi yardımı sağlayarak, ekonomik ve sosyal gelişimlerine katkı sağlamakta ve kalkınmalarını desteklemektedir.

Milyon USD



Grafik 3.8. ADB'nin Ülkelere Göre Finansal İş Hacimleri

Kaynak : (WB, Temmuz 2023) (Erişim Tarihi: 15.07.2022)

2018-2022 yılları arasında ADB – Asya Kalkınma Bankasının Türkiye'ye yönelik finansal destek paketlerinin toplamı 1.3 Milyon dolar civarındadır.

3.2.6 Avrupa Yatırım Bankası (EIB)

Herhangi bir kar amacı beklemeyen Avrupa Birliği üyesi ülkelerin uzun dönemli finansman ihtiyaçlarını karşılamak için kurulmuş bir bankadır. Ülkemizde de 63 yıldır faaliyette bulunan Avrupa Yatırım Bankası, finansman sağlayacağı projelerin minimum yarısının kendi öz kaynakları ile finanse edilmesini şart koşmakta ve kendisi sadece projenin fizibilite değerinin %50'sine finansman sağlamaktadır.

3.2.7 Amerika Ülkeleri Kalkınma Bankası (IADB)

Amerikan Ülkeleri Kalkınma Bankası faaliyet alanı itibarıyla Latin Amerika ülkelerine dış finansman sağlayan en önemli kurumlardan birisidir. Amerikan ülkeleri Kalkınma Bankasının finansman paketlerinde ilgili ülkelerin devlet garantisi şart koşulmaktadır. Finansman yardımı genellikle halk acentelerine ve özel projelere sağlanmaktadır.

Bu dış finansman kaynakları, ülkelerin ve projelerin karbon ayak izini azaltmaya yönelik çabalarını finanse etmekte önemli bir rol oynamaktadır. Bu kaynaklar genellikle uluslararası işbirliği ve finansal kuruluşların desteğiyle sağlanmaktadır. Özellikle Türkiye gibi sanayi devrimini tamamlayamamış ve

gelişimi devam etmekte olan ülkelerde finans piyasaları istenilen derinlik ve büyüklükte olmadığından birçok proje için dış finansman ihtiyacı doğmaktadır. Projeler için sağlanan krediler, yenilenebilir enerji alanındaki projelerin finansmanında sıklıkla kullanılan yabancı kaynak finansmanlarından birisidir.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. TÜRKİYE ÜZERİNE BİR DIŞ FİNANSMAN KAYNAĞI UYGULAMASI ÖRNEĞİ VE SONUÇLARI

4.1 Materyal ve Yöntem

4.1.1 Araştırmanın Önemi

Son dönemlerde ülkemizde ve dünya ölçeğinde yaşanan iklim değişiklikleri ve küresel ısınma gerçeği, CO₂ cinsinden sera gazı emisyonlarının giderek artması ile beraber küresel ölçekte tüm insanlığın birincil gündem maddelerinden biri olmaya başlamıştır. Özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler bazında alınan küresel çaplı önlemler ile ülkeleri karbon ayak izinin azaltılması konusunda daha istekli ve istikrarlı hareket etmeye teşvik eden karbon piyasalarının oluşumu karbon ayak izi salınımına sebep olan olumsuzlukların giderilmesi noktasında ihtiyaç duyulan finansman kaynaklarını da ana gündem maddelerinden biri haline getirmiştir.

Türkiye gibi enerjisinin yaklaşık %70'ni ithal eden ve enerji kaynağı açısından dışa bağımlı gelişmekte olan ülkelerde gerek enerji kaçağını engelleyecek gerekse de karbon ayak izine sebep olan uygulamaları azaltmak için ihtiyaç duyulacak finansman için iç finans kaynakları yetersiz kalmaktadır. Bu tarz uygulamaların hem finansmanı hem de alanında uzman teknik ekiplerce denetimi ve yapılacak uygulamaların sonuçları açısından hayati önem taşımaktadır.

Bu kapsamda Türkiye gibi birçok ülkeye yeşil ekonomi ve sürdürülebilir ekonomik faaliyetler kapsamında finansal destek sağlayan birçok küresel ve bölgesel fon kaynakları bulunmaktadır. Bu çalışmada bu fon kaynakları ana hatlarıyla incelenmiş ve faaliyet alanları ile sağladıkları fon büyüklükleri ve çalıştıkları sektörler hakkında bilgiler verilmiştir.

Bu çalışma özelinde sera gazı salınımını azaltarak veya tamamen engelleyerek karbon ayak izini azaltacak enerji verimliliği artış projeleri, yeşil enerji faaliyetlerinin geliştirilmesi, yüksek enerji yoğun ve üretim maliyetlerinin yüksek olduğu sektörlerde üretm maliyetlerinin azaltılması, rekabetin arttırılarak endüstriyel alanda rekabet gücünün artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılarak enerji bağımlılığının minimum seviyeye indirilmesi, yenilenebilir enerji, atık

yönetimi, güneş enerjisi, Jeotermal, enerji verimliliği, kaynak verimliliği ve binalarda enerji verimliliği gibi potansiyel alt projelerde hem finansman hem de teknik uzmanlık sağlayan EBRD'nin Türkiye Konut Enerji Verimliliği Finansman Tesisi (TuREEFF)'in son 10 yıldaki ve Türkiye Sürdürülebilir Enerji Finansman Programı (TurSEFF)'in son 8 yıldaki Türkiye çapında sağladıkları dış finansman ve teknik danışmanlık hizmeti karbon ayak izinin azaltılması bakımından önem taşımaktadır.

4.1.2 Araştırmanın Kapsam ve Amacı

Bu çalışmada öz olarak hedeflenen, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) tarafından sağlanan fonlarla finanse edilen Türkiye Konut Enerji Verimliliği Finansman Tesisi (TuREEFF)'in son 10 yıldaki ve Türkiye Sürdürülebilir Enerji Finansman Programı (TurSEFF)'in son 8 yıldaki çalışmalarını; finanse edilen proje adedi, sağlanan finansman tutarının büyüklüğü, elektrik tüketimine denk gelecek şekilde sağlanan enerji tasarrufu, sağlanan karbon emisyonu miktarları, sağlanan MW cinsinden yenilenebilir enerji gücü bakımından karbon ayak izini azaltmadaki etkilerini araştırmak ve çıktılarını incelemektir.

4.1.3 Literatür Taraması

Yeşil ekonomiye geçiş ile karbon tasarrufu sağlayıp sera gazı salınımını azaltacak enerji verimli ve yenilenebilir enerji alanındaki faaliyet, uygulama ve yatırımların finansmanı konusunda ilgili ulusal ve uluslararası proje ve yatırımların dış kaynaklarla finanse edilmesi konusuna dair çalışmalar akademik düzeydeki çalışmalardan ziyade kreditorlerin sürdürülebilirlik raporları ile entegre raporları ve bu konuda yapılan sunumlardan oluşmaktadır.

Durak, yenilenebilir enerji santrallerinin finansman modellerini incelemiş: proje ve sendikasyon kredi çalışmasıyla yaptığı incelemede maliyetleri yüksek olan yenilenebilir enerji alanında kurulmuş santrallerin finansmanında sendikasyon ve proje kredilerini analiz etmiştir.

Griffith-Jones vd (2011) senesinde gerçekleştirdikleri araştırmada, yenilenebilir enerji alanındaki proje ve yatırımların alternatif finans seçeneklerini açıklamıştır. Uzun vadeli fon ile emeklilik fonlarının yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında önemli olduğu sonucuna varmıştır. Bu çalışma ile green bond olarak adlandırılan yeşil tahviller, indexed bond olarak tanımlanan

indeksli tahviller ve devlet tahvilleri gibi finansman ürünlerinin yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanı için kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Ergin ve Çomak (2014) yılındaki analizlerinde, dışa bağımlı enerji ihtiyacının düşürülmesi kapsamında yenilenebilir enerji ile ilgili yatırımlar için alternatif finans modellerini araştırmışlardır. Yenilenebilir enerji ile ilgili yatırımların ülkemizde artmasını sağlayacak “Yenilenebilir Enerji Bankası” şeklinde bir yapılanmanın ve bankanın kurulmasını önermişlerdir. Bu sayede gerçek tüketicilere ve tüzel müşterilere uygun vadelerde ve uygun faiz oranlarıyla sağlanacak finansmanın hem şirketlere hemde bireylere vereceği danışmanlık hizmeti ile yenilenebilir enerji yatırımlarının yaygınlaşacağını açıklamışlardır.

4.1.4 Veri Seti

Bu çalışmanın analiz kısmında finanse edilen projelerin karbon ayak izini azaltacak uygulamalar ile enerji tasarrufu sağlamadaki, emisyon salınımını önlemedeki ve kurulu yenilenebilir enerji gücü üzerindeki etkileri ölçülmektedir. Aşağıdaki tabloda değişkenler, analize konu olan dönem ve derlendikleri kaynaklar itibariyle gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Analizde Kullanılan Değişkenler, Kaynakları ve Açıklamaları

Değişkenler	İncelenen Dönem	Kaynak
Finanse edilen proje sayısı	TuREEFF2011/2021;TurSEFF2015/2023	TuREEFF, TurSEFF
Sağlanan enerji tasarrufu miktarı	TuREEFF2011/2021;TurSEFF2015/2023	TuREEFF, TurSEFF
Sağlanan emisyon tasarrufu miktarı	TuREEFF2011/2021;TurSEFF2015/2023	TuREEFF, TurSEFF
Kurulu yenilenebilir enerji gücü	TuREEFF2011/2021;TurSEFF2015/2023	TuREEFF, TurSEFF
Proje tutarı	TuREEFF2011/2021;TurSEFF2015/2023	TuREEFF, TurSEFF
Değişken Adı	Değişken Açıklaması	Kaynak
Proje sayısı	Finanse edilen proje sayısı(Mio.Usd/Eur)	TuREEFF, TurSEFF
Tasarruf	Sağlanan enerji tasarrufu miktarı(MW)	TuREEFF, TurSEFF
Emisyon	Sağlanan emisyon tasarrufu miktarı(Co2t)	TuREEFF, TurSEFF
Yenilenebilir enerji	Kurulu yenilenebilir enerji gücü(MW)	TuREEFF, TurSEFF
Proje tutarı	Finanse edilen proje tutarı büyüklüğü	TuREEFF, TurSEFF

Veri özet tablo (gözlem sayısı, ortalama sapma, standart sapma, minimum değer, maksimum değer)

Parametre Adı	Rasat Sayısı	Ortalama Değer	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
İlkodu	81	41	23.52658	1	81
Proje sayısı	81	26.93827	58.91081	0	449
Proje tutarı	81	8.721605	13.98806	0	82.69
Tasarruf	81	12.30679	19.45629	0	128.28
Emisyon	81	13.71259	23.1077	0	110.53
Yenilenebilir enerji	81	7.515926	10.27863	0	44.24

Çalışmada kullanılan 5 farklı değişkenden;

Proje sayısının:

- Gözlem sayısı 81, ortalama değeri 26.93827, standart sapması 58.91081, minimum değeri 0, maksimum değeri 449,

Proje tutarının:

- Gözlem sayısı 81, ortalama değeri 8.721605 standart sapması 13.98806, minimum değeri 0, maksimum değeri 82.69,

Tasarrufun:

- Gözlem sayısı 81, ortalama değeri 12.30679, standart sapması 19.45629, minimum değeri 0, maksimum değeri 128.28,

Emisyonun:

- Gözlem sayısı 81, ortalama değeri 13.71259, standart sapması 23.19779, minimum değeri 0, maksimum değeri 110.53'tür.

4.1.5 Model ve Yöntem

Bu çalışmada yatay kesit regresyon veri yöntemi kullanılmıştır. Belli bir zaman diliminde çeşitli ünitelerden toplanan verilere yatay kesit denir. Örneğin belli bir dönemde illerdeki konut sayısı, araç sayısı vb. verilerde zaman sabit ama ölçülen üniteler farklı olduğundan bu tür verilere yatay kesit denir. Dolayısıyla bu çalışmada, TuREEFF'e ait 2011-2021 ve TurSEFF'e ait 2015-2023 dönemlerine ait Türkiye genelinde 81 ilde finanse edilen projelerin; sağlanan enerji tasarrufu miktarı (kWh), sağlanan karbon tasarrufu (ton CO₂) ve kurulu yenilenebilir enerji gücü (MW) verileri kullanılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan altı model üzerinden veri çıktıları analiz edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan altı modelin temeli aşağıdaki gibi olup kullanılan model deayları çalışmanın EK kısmında paylaşılmıştır.

$$Y_i = \alpha_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$$

Kullanılan modellerle; finanse edilen projelerin enerji tasarrufu sağlamadaki, emisyon salınımını önlemedeki ve kurulu yenilenebilir enerji gücü üzerindeki etkilerini ölçmek amaçlanmaktadır. Bu amaca yönelik olarak kurulan;

Model 1'de; Bağımlı değişken verilen krediler sayesinde sağlanan enerji tasarrufu, açıklayıcı değişken ise finanse edilen proje sayısıdır. **Model 2'de;** açıklayıcı değişken olarak finanse edilen projelerin tutarı kullanılarak sonuçların

sağlaması yapılmak istenmiştir. **Model 3 ve 4'te;** bağımlı değişken olarak önlenen emisyon miktarı kullanılmıştır. Açıklayıcı değişken olarak ise sırasıyla finanse edilen proje sayısı ve tutarı kullanılmıştır. **Model 5 ve 6'da;** finanse edilen projelerin yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkisi incelenmek istendiğinden bağımlı değişken kurulu yenilenebilir enerji gücü olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.2. Analizde Kullanılan Değişkenlerin Açıklamaları

Açıklama	Model 1	Model 2	Model 3
X:	Finanse edilen proje sayısını	Finanse edilen proje sayısını	Finanse edilen proje sayısını
Y:	Sağlanan enerji tasarrufu	Sağlanan enerji tasarrufu	Sağlanan enerji tasarrufu

Açıklama	Model 4	Model 5	Model 6
X:	Finanse edilen proje sayısını	Finanse edilen proje sayısını	Finanse edilen proje sayısını
Y:	Sağlanan enerji tasarrufu	Sağlanan enerji tasarrufu	Sağlanan enerji tasarrufu

4.1.6 Analiz Sonuçları

4.1.6.1 TuREEFF proje çıktılarının analiz sonuçları

Tablo 4.3. Tureeff Proje Çıktılarının Rakamsal Değerleri

Değişken Adı	Tasarruf	Emisyon
Proje sayısı	1011.4*** (11.12)	0.246*** (10.14)
Sabit	-53913.7 (-0.69)	-9.84600 (-0.47)
Gözlem sayısı	81	81
(P) anlamlılık değerleri	*p<0.05	**p<0.01 ***p<0.001

Çalışmada kullanılmış olan yatay kesit regresyon modeli ile TuREEFF'e ait 2011-2021 yıllarında Türkiye genelinde 81 ili kapsayan enerji verimliliği ve kaynak verimliliği projelerinde elden edilen çıktıların sağladığı kWh/Yıl

cinsinden enerji tasarrufu, ton CO₂/Yıl cinsinden karbon tasarrufu miktarları analiz edilmiştir. Tablo 8’de görüldüğü üzere iki modelde de p değeri 0.001’den küçük olduğu için istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu çalışmada kullanılmış olan (P) anlamlılık değerinin 0.001’den küçük olması beklenir. Dolayısıyla analiz sonuçlarında proje sayısı ile tasarruf ve emisyon miktarları arasında istatistiksel açıdan anlamlı ve tutarlı düzeyde bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Proje sayısındaki her 1 birimlik artışın enerji tasarrufu miktarında 1011.4 birimlik bir artış sağladığı, proje sayısındaki her 1 birimlik artışın karbon tasarrufu miktarında 0.246 CO₂’lik bir artış sağlandığını göstermektedir.

4.1.6.2 TurSEFF Proje çıktılarının analiz sonuçları

Finanse edilen proje sayılarının sağlanan enerji tasarrufu, önlenen emisyon miktarı ve kurulu yenilenebilir enerji gücü üzerindeki etkisi;

Tablo 4.4. Turseff Proje Çıktılarının Rakamsal Değerleri

Değişken Adı	Tasarruf	Emisyon	Yenilenebilir Enerji
Proje sayısı	0.280*** (14.27)	0,195*** (5.06)	0,0772*** (4.39)
Sabit	4.754 (3.76)	8.461 (3.41)	5.436 (4.79)
Gözlem sayısı	81	81	
(P) anlamlılık değerleri	*p<0.05	**p<0.01	***p<0.001

Aynı çalışma kapsamında TurSEFF’e ait 2015-2023 yıllarında Türkiye genelinde 81 ili kapsayan enerji verimliliği ve kaynak verimliliği projelerinde elden edilen çıktıların sağladığı kWh/Yıl cinsinden enerji tasarrufu, ton CO₂/Yıl cinsinden karbon tasarrufu ve MW cinsinden yenilenebilir güç (kurulu güç) miktarları yine yatay kesit regresyon modeli ile analiz edilmiştir. Tablo 9’da görüldüğü üzere proje sayısı ile tasarruf ve emisyon miktarları arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Bütün modellerde p değeri 0.001’den küçük olduğu için istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Proje sayısındaki her 1 birimlik artışın enerji tasarrufu miktarında 0.280 birimlik bir artış sağladığı, proje sayısındaki her 1 birimlik artışın karbon tasarrufu miktarında 0.195 CO₂'lik bir artış ve proje sayısındaki her 1 birimlik artışın kurlu güç olarak MW cinsinden yenilenebilir enerji miktarını 0.0772'lik bir artış sağlandığını göstermektedir.

Finanse edilen proje tutarlarının sağlanan enerji tasarrufu, önlenen emisyon miktarı ve kurulu yenilenebilir enerji gücü üzerindeki etkisi;

Tablo 4.5. Proje Tutarı-Emisyon -Yenilenebilir Enerji - Tasarruf İlişkisi

Değişken Adı	Tasarruf	Emisyon	Yenilenebilir Enerji
Proje tutarı	1.289*** (21.90)	1,039*** (7.14)	0,546*** (9.88)
Sabit	1.066 (1.10)	4.654 (1.95)	2.751 (3.03)
Gözlem sayısı	81	81	81
(P) anlamlılık değerleri	*p<0.05	**p<0.01	***p<0.001

Bu çalışmanın istatistiksel çıktılarında kullanılan (P) anlamlılık değerinin 0.001'den küçük olması beklenir. Dolayısıyla analiz sonuçlarında proje sayısı ile tasarruf, emisyon ve yenilenebilir enerji miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir ilişki olduğu gözlenmektedir.

Dolayısıyla analiz sonuçlarında proje sayısındaki her 1 birimlik artışın enerji tasarrufu miktarında 1.289 MW'lik artış sağladığı, proje sayısındaki her 1 birimlik artışın karbon tasarrufu miktarında 1.039 CO₂t'lik bir artış sağladığı ve proje sayısındaki her 1 birimlik artışın kurulu yenilenebilir güç miktarı üzerinde 0.546 MW gücünde bir artış sağlandığını göstermektedir.

SONUÇ

Türkiye, iklim değişikliğiyle mücadele ve karbon ayak izini azaltma çabalarını desteklemek için çeşitli dış finansman kaynaklarından faydalanmaktadır. En önemli dış finansman kaynaklarından birisi birçok projeye küresel ölçekte destek sağlayan Avrupa İmar ve Kalkınma Bankasıdır. Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası'nın Türkiye'de karbon ayak izinin azaltılması kapsamında gerek nihai gerçek tüketicilere gerekse de küçük ve orta ölçekleri firmalar olmak üzere tüzel kişiliklere güneş enerjisi, hidro enerji, rüzgar kaynaklı enerji, atıktan enerji, jeotermal enerji, kaynak verimliliği, yenilenebilir enerji verimliliği ve binalarda enerji verimliliği projelerinde sağladığı finansman ve teknik danışmanlık hizmeti ile denetim fonksiyonu hayati önem taşımaktadır.

Bu dış finansman kaynaklarının uygulandığı projelerin çıktıları, Türkiye'nin iklim dostu projeleri destekleyerek sera gazı emisyonlarını azaltmak ve çevresel sürdürülebilirliği artırma kapasitesini güçlendirmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada varılan analiz sonuçları da göstermektedir ki; iç finansman konusunda yetersiz kalan Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde sağlanan dış finansman desteği ile karbon ayak izini azaltacak, enerji verimliliğini arttıracak uygulama ve projelere destek arttıkça hayata geçirilen çevre dostu projeler artmakta, artan projeler ile sera gazı salınımının çevreye ve hayatımıza olan negatif etkileri azaltılmaktadır. Örneğin, yenilenebilir enerji projeleri sayesinde Türkiye, fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltmakta ve temiz enerji üretimini artırmaktadır. Enerji verimliliği projeleri, enerji tüketimini azaltarak kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlamaktadır. Ayrıca, yeşil altyapı projeleri ve ormancılık projeleri aracılığıyla doğal kaynakların korunması ve ekosistemlerin iyileştirilmesi sağlanmaktadır.

Gerek iç finansman gerekse de dış finansmanın ülke içine getirilmesinde bankaların rolü yadsınamaz düzeydedir. Türkiye'ye gelen yabancı fon ve kaynakların önemli bir büyüklüğünün bankalar aracılığı ile temin edildiği ve finansman sağlanan yatırım ve projelerin kredilerinin bankalar aracılığı ile verildiği dikkate alındığında bankaların yeşil ekononmiye uyum, karbon negatif uygulamaların finansmanına destek vermemesi ve çevre dostu karbon pozitif uygulamalara finansman desteğinin artmasının önemi giderek artmaktadır.

Turseeff Finansman Programı, Türkiye'nin sürdürülebilirlik alanında enerji sektöründe büyümeyi teşvik etmek ve iklim değişikliğiyle mücadelede etkili bir rol

oynama hedeflerine katkıda bulunmaktadır. Program, yenilenebilir enerji projelerinin hayata geçirilmesini kolaylaştırarak enerji dönüşümünü hızlandırmayı ve çevresel sürdürülebilirliği artırmayı amaçlamaktadır. Program Türkiye'nin sürdürülebilir enerji sektöründe büyümeyi teşvik etmek ve iklim değişikliğiyle mücadelede etkili bir rol oynama hedeflerine katkıda bulunmaktadır. Program, yenilenebilir enerji projelerinin hayata geçirilmesini kolaylaştırarak enerji dönüşümünü hızlandırmayı ve çevresel sürdürülebilirliği artırmayı amaçlamaktadır.

TuREEFF - Türkiye Konut Enerji Verimliliği Finansman Programı, Türkiye'de konutlardaki enerji verimliliğini artırmak için geliştirilen bir finansman mekanizmasıdır. Bu program, konut sahiplerine düşük maliyetli kredi imkanları sunarak enerji verimliliği önlemlerini hayata geçirmelerini teşvik etmekte ve Türkiye'nin karbon ayak izi taahhütlerine daha hızlı bir şekilde ulaşmasına katkı sağlamaktadır.

Bu projeler, hem iklim değişikliğiyle mücadelede Türkiye'nin taahhütlerini yerine getirmesine yardımcı olmakta hem de ekonomik ve sosyal faydalar sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji projeleri istihdam yaratırken, enerji verimliliği projeleri enerji maliyetlerini azaltarak ekonomik sürdürülebilirliği artırmaktadır. Aynı zamanda, çevre dostu altyapı projeleri de yaşam kalitesini ve çevresel sağlığı iyileştirmektedir. Bu çalışmadaki TuREEFF ve TurSEFF örnekleri de Türkiye'nin dış finansman kaynaklarından faydalanarak karbon ayak izini azaltma ve iklim dostu projeleri hayata geçirme potansiyelini göstermektedir.

Dış finansman kaynakları, Türkiye'nin iklim değişikliğiyle mücadeledeki çabalarını desteklerken, sürdürülebilir kalkınma ve yeşil ekonomi hedeflerine ulaşmasına yardımcı olmaktadır. Bu çalışmadaki örnekler, Türkiye'nin çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliğiyle mücadele konusundaki çabalarını desteklemek için dış finansman kaynaklarını nasıl kullandığını göstermekte, karbon ayak izini azaltma, enerji verimliliğini artırma ve doğal kaynakları sürdürülebilir bir şekilde yönetme hedeflerine katkıda bulunmaktadır.

Türkiye'deki bankalar, karbon ayak izi uygulamalarıyla kendi sera gazı emisyonlarını ölçmekte ve azaltmaya yönelik adımlar atmaktadır. Bu uygulamalar, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji yatırımları ve karbon nötr hedeflerini içermektedir. Bankalar ayrıca, sürdürülebilir projelere finansman sağlamak ve

müşterilerini de karbon azaltımı konusunda teşvik etmek için çeşitli finansman ürünleri sunmaktadır.

Türkiye'deki bankalar, kendi sera gazı emisyonlarını azaltmak için karbon ayak izi uygulamalarını benimsemekte ve müşterilerini de bu konuda teşvik etmektedir. Aynı zamanda, dış finansman kaynakları, Türkiye'nin sürdürülebilirlik projelerini desteklemek için önemli bir rol oynamaktadır. Uluslararası kuruluşlar, kalkınma bankaları ve fonlar gibi kaynaklar, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve çevresel projeler gibi alanlarda Türkiye'ye finansman sağlamaktadır.

Karbon ayak izini azaltmak için sağlanan dış finansman kaynakları, iklim değişikliğiyle mücadele ve sürdürülebilirlik projelerine destek sağlamaktadır. Bu kaynaklar, uluslararası kuruluşlar, kalkınma bankaları, fonlar ve iklim finansman mekanizmaları tarafından sağlanmaktadır. Türkiye, bu kaynakları enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, kentsel dönüşüm ve tarım sürdürülebilirliği gibi alanlarda kullanmaktadır.

Bu çalışmada; Türkiye'deki dış finansman kaynağı uygulamalarından "TuREEFF" ve "TurSEFF" projelerinin çıktıları analiz edilmeye ve sonuçları açıklanmaya çalışılmıştır. Bu projeler kapsamında enerji kaybı önlemleri kapsamında yenilenebilir enerjiyle ilgili projeler için finansman sağlanmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bu finansman programları kapsamında yapılan uygulamaların, enerji tüketimini azaltmayı, yenilenebilir enerji kaynaklarını artırmayı ve karbon salınımını düşürmeyi amaçladığı ve proje çıktılarının bu amaca hizmet ettiği görülmüştür. Sağlanan finansman desteğinin, seragazı salınımını arttıran ve karbon ayak izinin artış hızının ivlenmesine neden olacak negatif etkileri ortadan kaldırmak için alınacak aksiyonların en önemli bacağı olduğu açıktır.

Bu doğrultuda bu çalışmada konu olan TuREEFF ve TurSEFF projeleri kapsamında yürütülen hem nihai tüketici hem de tüzel faaliyetlerin ve projelerin çıktılarının olumlu sonuçları karbon ayak izinin azaltılması için aşağıdaki önerilerin büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir;

- Konut sahiplerine düşük maliyetli ve uzun vadeli kredi imkanları sağlayarak enerji verimliliği önlemlerinin uygulanmasını teşvik etmek,
- Dış finansman konusunda diğer bankalar ve finans kuruluşlarını da dahil edecek şekilde kapsamlı kamu-özel sektör işbirliği çalışmaları yapmak,

- Yapılan uygulamaların çıktılarının sonuçlarının pozitif etki oluşturacak şekilde kamuspotu ve diğer mecralarda ilan edilmesi, finansman ve teknik danışmanlık ihtiyacı olan kişi ve kurumların ilgili yerlere yönlendirilmesi,

- Teknik danışmanlık, denetim ve finansman konusunda gerek özel gerekse de kamu alanında yetkili mercilerin oluşturulması,

- Sektörel bazda uygulanan finansman modellerinin kapsamının genişletilmesi ve bu faaliyet alanlarındaki kurumların finans ve diğer koşullar bakımından desteklenmesi,

- Çeşitli paydaşlar arasında işbirliği yaparak enerji verimliliği önlemlerinin yaygınlaştırılması, yerel yönetimler, finansal kuruluşlar, sivil toplum kuruluşları, enerji sektörü ve teknik uzmanlardan oluşan bir ağ oluşturulması.

Bu çalışma kapsamında ele alınan ve sonuçları analiz edilerek açıklanmaya çalışılan TuREEFF ve TurSEFF projeleri, Türkiye’de karbon ayak izine sebep olan ve oluşan negatif etkileri ortadan kaldırmak için yapılacak proje ve uygulamalarda elde edilecek sonuçların sağlanan finansman tutarı ve finanse edilen proje sayısı ile pozitif bir ilişki içinde olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla Türkiye gibi enerji bakımından dışa bağımlı ülkelerde iç kaynakların yetersiz olduğu durumlarda karbon ayak izini azaltacak proje ve uygulamalar için sağlanan dış finansman olanakları arttıkça sera gazı salınımının ve buna paralel olarak karbon ayak izinin azalacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA 6 atıf sistemi kullanılmıştır.)

- "Carbon Market." Climate Policy Initiative, (2019), <https://www.climatepolicyinitiative.org/topic/carbon-markets/>
- "What Is a Carbon Market?" World Bank, <https://www.worldbank.org/en/programs/pricing-carbon/carbon-markets>
- Ağacan, İ. (2014). *Çevre kirliliği sorunları ile mücadelelerde Türkiye'de uygulanan çevre vergileri ve çevre vergisi bilinci* (Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya).
- Ahrens, D.C., (1994), *Meteorology Today, An Introduction to Weather, Climate an The Environment*, (5), Minneapolis/St. Paul: West Pub, Mineapolis, 591s.
- Aizebeokhai, A.P. (2009). Global warming and climate change: Realities, uncertainties and measures. *International journal of physical sciences*, 4(13), 868-879.
- Akbank. <https://www.akbank.com>. Erişim:02.07.2023. <https://www.akbank.com/tr-tr/genel/Sayfalar/akbank-surdurulebilir-finansman.aspx>
- Akbulut, S. (2000). Küresel ısınmanın böcek popülasyonları üzerine muhtemel etkileri. *Ekoloji*, 9(36), 25-27.
- Aksay, C. S., Ketenoğlu, O. ve Latif, Kurt. (2005). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 1(25), 29-42.
- Akyuz, A., Boyacı, S. ve Caylı, A. (2010). Determination of critical period for dairy cows using temperature humidity index. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(13), 1824-1827.
- Andrew, R. ve Forgie, V. (2008). A three-perspective view of greenhouse gas emission responsibilities in New Zealand. *Ecological Economics*, 68(1-2), 194-204.
- Arrigo, K. R. ve Thomas, D. N. (2004). Large scale importance of sea ice biology in the Southern Ocean. *Antarctic Science*, 16(4), 471-486.
- Aslam, M. A., Ahmed, M. ve Hayat, R. (2017). Modeling nitrogen use efficiency under changing climate. *Quantification of Climate Variability, Adaptation and Mitigation for Agricultural Sustainability*, 71-90.
- Aşıcı, A. A. (2021). Avrupa Birliği'nin Sınırdaki Karbon Uyarlaması Mekanizması ve Türkiye Ekonomisi, İstanbul Politikalar Merkezi Sabancı Üniversitesi Stiftung Mercator Girişimi, İPM-Mercator Politika Notu, (2021).
- Aydın, O. ve Kızılaslan, H., (2010), Aydın İli Nazilli İlçesindeki İncir Üretimine Küresel Isınmanın Etkileri, Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, Şanlıurfa, 912-920s.
- Bakanlığı, T. (2021). Yeşil mutabakat eylem planı. *Ankara: TC Ticaret Bakanlığı*, 22.
- Bakkenes, M., Alkemade, J. M., Ihle, F., Leemans, R. ve Latour, J. B. (2002). Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. *Global change biology*, 8(4), 390-407.
- Bange, H. W. (2000). It's not a gas. *Nature*, 408(6810), 301-302.
- Barbraud, C. ve Weimerskirch, H. (2006). Antarctic birds breed later in response to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(16), 6248-6251.
- Baçoğlu, A. ve Telatar, O. M. (2013). İklim değişikliğinin etkileri: tarım sektörü üzerine ekonometrik bir uygulama. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, 7-25.

- Başsüllü, Ç. ve Tolunay, A. (2015). Dünya genelindeki emisyon ticaret sistemleri ve karbon borsaları. *Yeşil Türkiye Ormancılar Derneği Dergisi*, (646), 9-20.
- Bates, N. R., Garley, R., Frey, K. E., Shake, K. L. ve Mathis, J. T. (2014). Sea-ice melt CO₂–carbonate chemistry in the western Arctic Ocean: meltwater contributions to air–sea CO₂ gas exchange, mixed-layer properties and rates of net community production under sea ice. *Biogeosciences*, 11(23), 6769-6789.
- Baydar, A., Özfidaner, M., Çolak, B., Kuşvuran, K., Yıldız, M., Durantekin, G. ve Ata, A. (2016). *Seyhan havzası koşullarında iklimsel değişikliklerin domates bitkisi üzerindeki etkilerinin bitki büyüme modeli ile belirlenmesi* (Vol. 13). Tagem/Tskad/13.
- Baylis, M. ve Githeko, A. K., (2006), *Infectious Diseases: preparing for the future. The Effects of Climate Change on Infectious Diseases of Animals. Foresight Office of Science and Innovation, report*, 7:35s.
- Bayraç, N. H. ve Doğan, E. (2016). Türkiye’de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkileri.
- Bayrak, M. R. (2012). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Türkiye’de Düşük Karbon Ekonomisi ve Kyoto Protokolü’nün Finansman Kaynakları/Low Carbon Economy and Financial Sources of The Kyoto Protocol for Sustainable Development In Turkey. *Journal of History Culture and Art Research*, 1(4), 266-279.
- Bayramoğlu, M. F., Abasiz, T. ve Ergün, M. (2020). Karbon Fiyatlarının Simetrik ve Asimetrik Nedensellik Testi İle Analizi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 16(4), 989-1012.
- Bbc, (2021), "COP26: Thousands march for Glasgow's biggest protest", <https://www.bbc.com/news/uk-scotland-59185007>
- Beach, R. H., DeAngelo, B. J., Rose, S., Li, C., Salas, W. ve DelGrosso, S. J. (2008). Mitigation potential and costs for global agricultural greenhouse gas emissions 1. *Agricultural Economics*, 38(2), 109-115.
- Bebber, D. P., Ramotowski, M. A. ve Gurr, S. J. (2013). Crop pests and pathogens move polewards in a warming world. *Nature climate change*, 3(11), 985-988.
- Bekret, A., Çankaya, S. ve Silici, S. (2015). The Effects of Mixture of Plant Extracts and Oils are added to Syrup on Honey Bee Colony Development and Honey Yield, *Türkiye Tarım Dergisi: Gıda Bilimi ve Teknolojisi*, (2015).
- Binboğa, G. ve Aylin, Ünal. (2018). Sürdürülebilirlik Ekseninde Manisa Celal Bayar Üniversitesi’nin Karbon Ayak İzinin Hesaplanmasına Yönelik Bir Araştırma. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (21), 187-202.
- Binboğa, G., (2017), Sürdürülebilirlik kapsamında Kyoto Protokolü esneklik mekanizmaları ve Türkiye’nin durumunun incelenmesi, *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(4):207-238s.
- Birpınar, M. E. (2022). Küresel Sorun: İklim değişikliği “gelişimi, uluslararası müzakereler ve Türkiye. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 1(1), 20-36.
- Bose, B. P., Moumita, Dahr. ve Ghosh, D. (2022). Stockholm Conference to Kyoto Protocol–A Review of Climate Change Mitigation Initiatives. *International Journal of Earth Sciences Knowledge and Applications*, 4(2), 338-350.
- Boyacı, S. ve Kartal, S. Rainwater Harvesting in Greenhouses Establishments and Use as Irrigation Water. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 5(5), 6-7
- Bozkurt, D. ve Ömer Lütfi, Şen. Değişik Model ve Senaryolara Göre İklim Değişikliğinin Fırat-Dicle Havzasına Olan Etkileri, *Türkiye İklim Değişikliği Kongresi*, (2011).

- Brown, R. A., Rosenberg, N. J. (1997). Sensitivity of crop yield and water use to change in a range of climatic factors and CO₂ concentrations: a simulation study applying EPIC to the central USA. *Agricultural and Forest Meteorology*, 83(3-4), 171-203.
- Bui, H. X. ve Maloney, E. D. (2019). Mechanisms for global warming impacts on Madden-Julian oscillation precipitation amplitude. *Journal of Climate*, 32(20), 6961-6975.
- Burger, L. (2010). Udderly healthy. *The Dairy Mail*, 17(4), 16-23.
- Büttner, M. (2019). *Küresel İklim Değişikliğinin Fındık ve Çay Tarımına Etkisi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Carbon Trust, (2007). "Carbon footprint measurement methodology, version 1.1.", <http://www.carbontrust.co.uk>.
- Cat, (2021). " Glasgow's one degree 2030 credibility gap: net zero's lip service to climate action", <https://climateactiontracker.org/press/Glasgows-one-degree-2030-credibility-gap-net-zeros-lip-service-to-climate-action/>
- Cemil, Tölü. ve Arıkan, K. G. (2019). Süt keçilerinde Tart-Emzir-Tart (TET) ve Elle Sağım (ES) yöntemlerinin süt verimi ve bileşenleri ölçümlerinin karşılaştırılması. *Hayvansal Üretim*, 60(1), 1-7.
- Cenk Akkaya, G. ve Uzar, C. (2012). Karbona Dayalı Finansal Gelecek Sözleşmeleri Ve Fiyat Gelişimi Üzerine Bir İnceleme. *Dumlupınar University Journal of Social Science/Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(32).
- Chandio, A. A., Gokmenoglu, K. K. ve Ahmad, F. (2021). Addressing the long-and short-run effects of climate change on major food crops production in Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(37), 51657-51673.
- Chen, C., van Groenigen, K. J., Yang, H., Hungate, B. A., Yang, B., Tian, Y. ve Zhang, W. (2020). Global warming and shifts in cropping systems together reduce China's rice production. *Global Food Security*, 24, 100359.
- Cheung, W. W., Sarmiento, J. L., Dunne, J., Frölicher, T. L., Lam, V. W., Deng Palomares, M. L. ve Pauly, D. (2013). Shrinking of fishes exacerbates impacts of global ocean changes on marine ecosystems. *Nature Climate Change*, 3(3), 254-258.
- Chmielewski, F. M., Müller, A. ve Bruns, E. (2004). Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, (1961–2000). *Agricultural and Forest Meteorology*, 121(1-2), 69-78.
- Cho, R. (2018). How climate change will alter our food. State of the Planet. *Earth Institute, Columbia University, New York*.
- Clarke, H. (2007). Conserving biodiversity in the face of climate change. *Agenda: A Journal of Policy Analysis and Reform*, 157-170.
- Com, (2008). "Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the Sustainable Consumption and Production and Sustainable Industrial Policy Action Plan", <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/com-2008-397>
- Condon, M. ve Ignaciuk, A. (2013). Border carbon adjustment and international trade: A literature review, *OECD Trade and Environment Working Papers*, OECD Publishing, (2013).
- Corwin, D. L. (2021). Climate change impacts on soil salinity in agricultural areas. *European Journal of Soil Science*, 72(2), 842-862.
- Cotty, P. J. ve Jaime-Garcia, R. (2007). Influences of climate on aflatoxin producing fungi and aflatoxin contamination. *International journal of food microbiology*, 119(1-2), 109-115.

- Coyne, M. S. (2008). Biological denitrification. *Nitrogen in agricultural systems*, 49, 201-253.
- Crowley, T. J. (2000). 2000: Causes of climate change over the past 1000 years, *Science* 289, 270-277.
- Çakmak, B. (2016). ‘Küresel İklim Değişikliği ve Tarımda Su Kullanımına Etkisi. *Küresel İklim Değişikliği ve Etkileri, Türkiye Çevre Vakfı yayını*, 197-227.
- Çamur, D. ve Vaizoglu, S. A. (2007). Çevreye ilişkin önemli toplantı ve belgeler. *TSK Korumaya Hekimlik Bülteni*, 6(4), 297-306.
- Çelikkol, H. ve Özkan, N. (2015). Karbon Piyasaları ve Türkiye Perspektifi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (31).
- Çem, (2018). “Toprak Organik Karbonu Projesi, Teknik Özet”, <https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Belgeler/yay%C4%B1nlar/yay%C4%B1nlar%202018/Karbon%20Proje%2027Eyl%C3%BCl2018.pdf>
- Çepel, N. ve Ergün, C. (2002). Küresel Isınma ve Küresel İklim Değişikliği. *TEMA Yayın*, 38.
- Çiçek, H. G. ve Çiçek, S. (2012). Karbon vergisi ile karbon ticareti izinlerinin karşılaştırılması. *İÜ Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 47, 95-119.
- ÇŞB. (2010). “Türkiye İklim Değişikliği Strateji Belgesi”.
- Daskalakis, G., Psychoyios, D. ve Markellos, R. N. (2009). Modeling CO2 emission allowance prices and derivatives: Evidence from the European trading scheme. *Journal of Banking Finance*, 33(7), 1230-1241.
- Dayaratne, S. P. ve Gunawardana, K. D. (2015). Carbon footprint reduction: a critical study of rubber production in small and medium scale enterprises in Sri Lanka. *Journal of Cleaner Production*, 103, 87-103.
- Dellal, İ., McCarl, B. A. ve Butt, T. (2011). The economic assessment of climate change on Turkish agriculture. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 12(1), 376-385.
- Demir, A. (2009). Küresel iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2), 37-54.
- Demir, P. ve Cevger, Y. (2007). Küresel Isınma ve Hayvancılık Sektörü. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 78(1), 13-16.
- Demircan, M., Gürkan, H., Eskioğlu, O., Arabacı, H. ve Coşkun, M. (2017). Climate change projections for Turkey: three models and two scenarios. *Turkish Journal of Water Science and Management*, 1(1), 22-43.
- Demireli, E. ve Hepkorucu, A. (2010). Çevre finansmanı: Kavramsal bir yaklaşımla karbon finans borsası. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 2(2), 37-48.
- Denizbank. <https://www.denizbank.com/>. Erişim : 02.07.2023. <https://www.denizbank.com/medium/document-file-7480.vsf>
- Diken, G. (2020). Antropojenik iklim değişikliğinin balıkçılık ve su ürünleri üzerine etki ve yönetim stratejilerine genel bir bakış. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(3), 295-303.
- Dikmen, A. Ç. (2019). Stratejik Çevresel Değerlendirme (SÇD) Yönetmeliği’nin Türkiye’nin çevre politikasına katkısı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (15), 535-541.
- Dlugokencky, E. ve Tans, P. (2017). Global monitoring laboratory-carbon cycle greenhouse gases. *Noaa/Gml*.
- Dobson, Rebecca: “Carbon Market Corruption Risks and Mitigation Strategies”, Transparency

International, S.11, 2015, s.1-15.

- Doğan, S. ve Tüzer, M. (2011). Küresel iklim değişikliği ve potansiyel etkileri. *CÜ İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 12(1), 21-34.
- Dunn, S. ve Flavin, C. (2007). İklim Değişikliğini Gündemin Ön Sıralarına Taşımak, dogadostlari.free.fr
- Durak, M. ve Müşavirlik, E. E. M. (2006). Yenilenebilir Enerji Santralleri (Yes) İçin Finansman Modelleri: Proje Ve Sendikasyon Kredisi. *Enermet Enerji Meteoroloji Müşavirlik ve Mümessillik Ltd Şti, Ankara*.
- Dündar, M. (2007). *Su kaynaklarının uluslararası sorun oluşturmaları* (Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Dünya Sağlık Örgütü (2018). COP24 Special Report: HealthClimate Change. <https://www.who.int/globalchange/publications/COP24-report-health-climate-change/en/>
- Ec. (2020). From Farm to Fork: Our Food, Our Health, Our Planet, Our Future. *Moving Towards a More Healthy and Sustainable EU Food System, a Corner Stone of the European Green Deal*.
- Edwards, M. ve Richardson, A. J. (2004). Impact of climate change on marine pelagic phenology and trophic mismatch. *Nature*, 430(7002), 881-884.
- Edwards, M., Reid, P. ve Planque, B. (2001). Long-term and regional variability of phytoplankton biomass in the Northeast Atlantic (1960–1995). *ICES Journal of Marine Science*, 58(1), 39-49.
- Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. ve Tanabe, K. (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories.
- Ergin, E. ve Çomak, H. (2014). İthal enerji bağımlılığının azaltılmasında yenilenebilir enerjinin finansmanı. *Bilge Adamlar Stratejik Araştırmalar Merkezi, Uluslararası Enerji ve Güvenlik Kongresi*, 173-186.
- Eruygur, H. O. ve Özokcu, S. (2016). Türkiye’de İklim Değişikliğinin Buğday Verimi Üzerine Etkileri: Bir Heterojen Panel Çalışması. *Ekonomik Yaklaşım*, 27(101).
- Fao. (2022), Land use statistics and indicators, Global, regional and country trends – (2000–2020). Faostat Analytical Brief, no. 48. Rome.
- Farand, C. (2019). The UN asked for climate plans. Major economies failed to answer. *Climate Home News*.
- Finkbeiner, M. (2009). Carbon footprinting—opportunities and threats. *The international journal of life cycle assessment*, 14, 91-94.
- Finnveden, G., Hauschild, M. Z., Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R., Hellweg, S. ve Suh, S. (2009). Recent developments in life cycle assessment. *Journal of environmental management*, 91(1), 1-21.
- Forcada, J. ve Trathan, P. N. (2009). Penguin responses to climate change in the Southern Ocean. *Global Change Biology*, 15(7), 1618-1630.
- Fründ, J., Zieger, S. L. ve Tschardtke, T. (2013). Response diversity of wild bees to overwintering temperatures. *Oecologia*, 173, 1639-1648.
- Fujihara, Y., Tanaka, K., Watanabe, T., Nagano, T. ve Kojiri, T. (2008). Assessing the impacts of climate change on the water resources of the Seyhan River Basin in Turkey: Use of dynamically downscaled data for hydrologic simulations. *Journal of Hydrology*, 353(1-2), 33-48.

- Gaillard, M. J., Kleinen, T., Samuelsson, P., Nielsen, A. B., Bergh, J., Kaplan, J. ve Wramneby, A. (2015). Causes of regional change—Land cover. *Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin*, 453-477.
- Garanti BBVA. <https://www.garantibbva.com>. Erişim: 02.07.2023. <https://www.garantibbvainvestorrelations.com/tr/images/pdf/Cevresel-Performans-Gostergeleri.pdf>
- Geraert, P. A., Guillaumin, S. ve Leclercq, B. (1993). Are genetically lean broilers more resistant to hot climate?. *British Poultry Science*, 34(4), 643-653.
- Giorgi, F. (2008). Climate Change: Key Conclusions from the IPCC Fourth assessment report (IPCC-AR4). In *International Seminar on Nuclear War and Planetary Emergencies—38th Session* (pp. 101-101).
- Gillam, K. M., Zebarth, B. J. ve Burton, D. L. (2008). Nitrous oxide emissions from denitrification and the partitioning of gaseous losses as affected by nitrate and carbon addition and soil aeration. *Canadian Journal of Soil Science*, 88(2), 133-143.
- Granli, T. ve Bøckman, O. C. (1994). Norwegian Journal of Agricultural Sciences: nitrous oxide from agriculture.
- Green, R. E., Harley, M., Miles, L., Scharlemann, J., Watkinson, A. ve Watts, O. (2007). Global climate change and biodiversity. *Global climate change and biodiversity*.
- Griffith-Jones, S., Ocampo, J. A. ve Spratt, S. (2012). Financing renewable energy in developing countries: mechanisms and responsibilities.
- Großbritannien Department of the Environment. (1999). *Climate Change and Its Impacts: Stabilisation of CO₂ in the Atmosphere*. Meteorological Office.
- Gupta, J. (2010). A history of international climate change policy. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(5), 636-653.
- Güçlü, B. S. (2006). Emisyon Ticaret Sistemi Karbon Piyasası. *Metallurji Dergisi*, 142(2).
- Güneş, V. (2019). *Çevreci tüketim davranışının belirleyicilerinin görece etkilerinin incelenmesi* (Doktora Tezi). Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Haldar, I. (2011). *Global warming: The causes and consequences*. Readworthy.
- Hamrik, K. ve Gallant, M., (2017), *Unlocking Potential State of the Voluntary Carbon Markets 2017*, Ecosystem Marketplace.
- Harvell, C. D., Mitchell, C. E., Ward, J. R., Altizer, S., Dobson, A. P., Ostfeld, R. S., Samuel, M. D. (2002). Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science*, 296(5576), 2158-2162.
- Hasnain, S. ve Sheikh, K. H. (1976). Effects of flooding and drainage on the growth of *Capsicum annuum* L. *Biologia*.
- Hertsgaard, M. (2001). *Yeryüzü gezgini: çevresel geleceğimizin peşinde dünya turu*. Tema Vakfı.
- Hill, J., Polasky, S., Nelson, E., Tilman, D., Huo, H., Ludwig, L. ve Bonta, D. (2009). Climate change and health costs of air emissions from biofuels and gasoline. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(6), 2077-2082.
- Howden, S. M. ve Turnpenny, J. (1997, December). Modelling heat stress and water loss of beef cattle in subtropical Queensland under current climates and climate change. In *Modsim '97 International Congress on Modelling and Simulation, Proceedings, 8–11 December, University of Tasmania, Hobart* (pp. 1103-1108). Modelling and Simulation Society of Australia, Canberra, Australia.

- Huang, B., Yu, K. ve Chen, T. (2014). Recent progress on specific climatic stages and driving forces over last 2000 years. *Marine Geology Quaternary Geology*, 33(1), 97-108.
- Hughes, L. (2000). Biological consequences of global warming: is the signal already apparent?. *Trends in ecology evolution*, 15(2), 56-61.
- Ijaz, W., Ahmed, M., Asim, M. ve Aslam, M. (2017). Models to study phosphorous dynamics under changing climate. *Quantification of climate variability, adaptation and mitigation for agricultural sustainability*, 371-386.
- Ipcc, (2007), The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I To The Fourth Assessment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996(2007):113-119s.
- Ipcc, (2019), Climate change and land: IPCC Special Report On Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, And Greenhouse Gas Fluxes İn Terrestrial Ecosystems, Cambridge: Cambridge University Press, (2019).
- Ipcc, (2019), Refinement to the (2006) IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. ve Federici, S., Eds.; IPCC: Geneva, Switzerland, (2019).
- Ipcc, (2021), Technical Summary, In Climate Change (2021): The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, ve C. Péan
- Isaak, D. J., Wollrab, S., Horan, D. ve Chandler, G. (2012). Climate change effects on stream and river temperatures across the northwest US from 1980–2009 and implications for salmonid fishes. *Climatic change*, 113, 499-524.
- Isda: Role of Derivatives in Carbon Markets, (2021), (Çevrimiçi) <https://www.isda.org/a/soigE/Role-of-Derivatives-in-Carbon-Markets.pdf>
- Jarvis, P. (2007). Never mind the footprint, get the mass right. *Nature*, 446(7131), 24-24.
- Johansen, B. E. (2003). *Indigenous peoples and environmental issues: an encyclopedia* (No. 305.803 J6I5). London, UK: Greenwood Press.
- Jones, G. V., White, M. A., Cooper, O. R. ve Storchmann, K. (2005). Climate change and global wine quality. *Climatic change*, 73(3), 319-343.
- Ju-Qi, Duan., Jia-Shuang, Yuan., Xin-Wu, X.u. ve Hui, J.u. (2022). Interpretation of the IPCC AR6 report on agricultural systems. *Advances in Climate Change Research*, 18(4), 422.
- Karakoç, A.g. d. y. (2018). Birleşmiş Milletlerin İklim Değişikliğiyle Mücadeledeki Rolü Öz, ss. 407-424
- Karaman, S. ve Gökalp, Z. (2010). Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 59-66.
- Kaya, H. E. (2020). Kyoto'dan Paris'e Küresel İklim Politikaları. *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 4(10), 165-191.
- Kayıkçıoğlu, H. H. ve Okur, N. (2012). Sera Gazı Salınımlarında Tarimin Rolü. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), 25-38.
- Kennedy, C., Steinberger, J., Gasson, B., Hansen, Y., Hillman, T., Havránek, M. ve Mendez, G. V. (2010). Methodology for inventorying greenhouse gas emissions from global cities. *Energy policy*, 38(9), 4828-4837.
- Kim, W., Iizumi, T. ve Nishimori, M. (2019). Global patterns of crop production losses associated

- with droughts from 1983 to 2009. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 58(6), 1233-1244.
- Kim, Y., Tanaka, K. ve Matsuoka, S. (2020). Environmental and economic effectiveness of the Kyoto Protocol. *Plos one*, 15(7), e0236299.
- Klinsky, S., Waskow, D., Bevins, W., Northrop, E., Kutter, R., Weatherer, L. ve Joffe, P. (2014). Building climate equity. *World Resources Institute*.
- Koç, A. U. ve Karacaoğlu, M. (2012). Kafkas (A. m. caucasica), İtalyan (A. m. ligustica) Irkları ve Anadolu Arısı Ege Ekotipi (A. m. anatoliaca) ile bazı melezlerinin ege bölgesi koşullarında koloni gelişimleri. *Tralleis*, 1(1), 28-35.
- Koneswaran, G. ve Nierenberg, D. (2008). Global farm animal production and global warming: impacting and mitigating climate change. *Environmental health perspectives*, 116(5), 578-582.
- Koyuncu, M. (2017). Küresel iklim değişikliği ve hayvancılık. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 31(2), 98-106.
- Koyuncu, M. ve Nageye, F. (2020). İklim değişikliğinin sürdürülebilir hayvancılığa etkileri. *Hayvansal Üretim*, 61(2), 157-167.
- Küçükkılavuz, E. (2009). *Küresel ısınmanın su kaynakları üzerine etkileri: Türkiye örneği*. (Doktora Tezi). Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Lam, V. W., Cheung, W. W., Reygondeau, G. ve Sumaila, U. R. (2016). Projected change in global fisheries revenues under climate change. *Scientific Reports*, 6(1), 32607.
- Larsen, H. N. ve Hertwich, E. G. (2011). Analyzing the carbon footprint from public services provided by counties. *Journal of Cleaner Production*, 19(17-18), 1975-1981.
- Lenzen, M. ve Murray, S. A. (2001). A modified ecological footprint method and its application to Australia. *Ecological economics*, 37(2), 229-255.
- Lenzen, M., Murray, J., Sack, F. ve Wiedmann, T. (2007). Shared producer and consumer responsibility—Theory and practice. *Ecological economics*, 61(1), 27-42.
- Lin, D., Hanscom, L., Murthy, A., Galli, A., Evans, M., Neill, E. ve Wackernagel, M. (2018). Ecological footprint accounting for countries: updates and results of the National Footprint Accounts, 2012–2018. *Resources*, 7(3), 58.
- Lindesay, J. A. (1990). Mechanisms of climatic change: A review. *South African Journal of Science*, 86(7), 340.
- Linn, D. M. ve Doran, J. W. (1984). Effect of water-filled pore space on carbon dioxide and nitrous oxide production in tilled and nontilled soils. *Soil Science Society of America Journal*, 48(6), 1267-1272.
- Lippmann, R., Babben, S., Menger, A., Delker, C. ve Quint, M. (2019). Development of wild and cultivated plants under global warming conditions. *Current Biology*, 29(24), R1326-R1338.
- Liu, Y. ve He, F. (2021). Warming intensifies soil pathogen negative feedback on a temperate tree. *New Phytologist*, 231(6), 2297-2307.
- Luck, J., Asaduzzaman, M., Banerjee, S., Bhattacharya, I., Coughlan, K., Debnath, G. C. ve Spooner-Hart, R. (2012). *The effects of climate change on pest and diseases major food crops in the Asia Pacific region*. Asia-Pacific Network for Global Change Research.
- Luedeling, E., Girvetz, E. H., Semenov, M. A. ve Brown, P. H. (2011). Climate change affects winter chill for temperate fruit and nut trees. *PloS one*, 6(5), e20155.
- Ma, Y., Wang, L. ve Zhang, T. (2020). Research on the dynamic linkage among the carbon emission

- trading, energy and capital markets. *Journal of Cleaner Production*, 272, 122717.
- Maamoun, N. (2019). The Kyoto protocol: Empirical evidence of a hidden success. *Journal of Environmental Economics and Management*, 95, 227-256.
- Manners, R. ve Van Etten, J. (2018). Are agricultural researchers working on the right crops to enable food and nutrition security under future climates?. *Global Environmental Change*, 53, 182-194.
- Maracchi, G., Sirotenko, O. ve Bindi, M. (2005). Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe. *Climatic change*, 70(1-2), 117-135.
- Marras, S., Masia, S., Duce, P., Spano, D. ve Sirca, C. (2015). Carbon footprint assessment on a mature vineyard. *Agricultural and Forest Meteorology*, 214, 350-356.
- Massom, R. A. ve Stammerjohn, S. E. (2010). Antarctic sea ice change and variability–Physical and ecological implications, *Polar Sci.*, 4, 149–186.
- Matthews, H. S., Hendrickson, C. T. ve Weber, C. L. (2008). The importance of carbon footprint estimation boundaries.
- MBB – Mersin Büyükşehir Belediye Başkanlığı, (2019), “Mersin Büyükşehir Belediyesi Karbon Ayak İzi Raporu”, İklim Değişikliğine Karşı Çıkın Projesi, Mersin Büyükşehir Belediyesi Yayını, Mersin, 1-32s.
- McSwiney, C. P. ve Robertson, G. P. (2005). Nonlinear response of N₂O flux to incremental fertilizer addition in a continuous maize (*Zea mays* L.) cropping system. *Global Change Biology*, 11(10), 1712-1719.
- Michaelowa, A., Shishlov, I. ve Brescia, D. (2019). Evolution of international carbon markets: lessons for the Paris Agreement. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 10(6), e613.
- Minson, D.J., (1990), *Forage in Ruminant Nutrition*. Acd. Pres. SanDiego, USA, 483s.
- Mizrach, B. (2012). Integration of the global carbon markets. *Energy Economics*, 34(1), 335-349.
- Monast, J., Anda, J. ve Profeta, T. (2009). *US carbon market design: Regulating emission allowances as financial instruments*. Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions.
- Nadaroğlu, H., 1963, *Sermaye Piyasası ve Menkul Kıymetler Borsaları. Bildiriler-Tartışmalar*, 3.Ticaret ve Banka Hukuku Haftası. Banka ve Ticaret Hukuku Araştırma Enstitüsü, Türkiye İş Bankası Tesisi Hukuk Fakültesi, Cebeci-Ankara, 18 Mayıs 1963.
- Naing, C., Reid, S.a., Aye, S. n., Htet, N. h. ve Ambu, S. (2019). Risk factors for human leptospirosis following flooding: A meta-analysis of observational studies. *Plos one*, 14(5), e0217643.
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M. S. ve Bernabucci, U. (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science*, 130(1-3), 57-69.
- Neale, J. (2009). *Küresel Isınmayı Durduralım: Dünyayı Değiştirelim!* Yordam Kitap.
- Network, G. F. (2008). Ecological Footprint Glossary. Global Footprint Network, Oakland.
- Nicolas, J. P., Vogelmann, A. M., Scott, R. C., Wilson, A. B., Cadeddu, M. P., Bromwich, D. H., ... Wille, J. D. (2017). January 2016 extensive summer melt in West Antarctica favoured by strong El Niño. *Nature communications*, 8(1), 15799.
- Nikolov, T. ve Petrov, N. (2014). Main factors influencing climate change: a review. *CR Acad Bulg Sci*, 67(11).
- Nordhaus, W. (2019). Climate change: The ultimate challenge for economics. *American Economic*

Review, 109(6), 1991-2014.

- Norton, J. M. (2008). Nitrification in agricultural soils. *Nitrogen in agricultural systems*, 49, 173-199.
- Nunez, S., Arets, E., Alkemade, R., Verwer, C. ve Leemans, R. (2019). Assessing the impacts of climate change on biodiversity: is below 2° C enough? *Climatic Change*, 154, 351-365.
- Oates, W. E. (2005). What is the EU Emissions Trading System? *Revised Draft*.
- Oertel, C., Matschullat, J., Zurba, K., Zimmermann, F. ve Erasmi, S. (2016). Greenhouse gas emissions from soils—A review. *Geochemistry*, 76(3), 327-352.
- Olesen, J. E., Carter, T. R., Diaz-Ambrona, C. H., Fronzek, S., Heidmann, T., Hickler, T. ve Sykes, M. T. (2007). Uncertainties in projected impacts of climate change on European agriculture and terrestrial ecosystems based on scenarios from regional climate models. *Climatic Change*, 81, 123-143.
- Ortiz-Bobea, A., Ault, T. R., Carrillo, C. M., Chambers, R. G. ve Lobell, D. B. (2021). Anthropogenic climate change has slowed global agricultural productivity growth. *Nature Climate Change*, 11(4), 306-312.
- Öker, F. ve Adigüzel, H. (2013). Karbon Kredilerinin Uluslararası Muhasebe Standartları Kapsamında Muhasebeleştirilmesi. *Mali Cozum Dergisi/Financial Analysis*, (116).
- Özdan, S. (2014). *Kyoto Protokolü kapsamında emisyon ticareti, karbon borsaları ve Türkiye'ye yansımaları*. (Yüksek Lisans Tezi).Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Öztürk, K. (2002). Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1).
- Paas, L. (2016). *Action for Climate Empowerment: Guidelines for accelerating solutions through education, training and public awareness*.Unesco Publishing.
- Padhy, C. ve Pattanayak, K. P. (2020). Global warming and its effect on agriculture. *The Pharma Innovation Journal*, 9(6), 259-261.
- Page, E. (2007). Equity and the Kyoto Protocol. *Politics*, 27(1), 8-15.
- Pandey, D. ve Agrawal, M. (2014). Carbon footprint estimation in the agriculture sector. *Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors, Volume 1*, 25-47.
- Peters, G. P. (2010). Carbon footprints and embodied carbon at multiple scales. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(4), 245-250.
- Pimm, S. L. (2008). Biodiversity: climate change or habitat loss—which will kill more species?. *Current Biology*, 18(3), R117-R119.
- Polat, O. ve Polat, G. E. (2018). Avrupa Birliği ülkelerinde karbondioksit emisyonu ve çevre vergileri: Panel veri analizi yaklaşımı. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (639), 1101-1115.
- Prasad, Bvg. ve Chakravorty, S. (2015). Effects of climate change on vegetable cultivation-a review. *Nature Environment and Pollution Technology*, 14(4), 923.
- Quamme, H. A., Cannon, A. J., Neilsen, D., Caprio, J. M. ve Taylor, W. G. (2010). The potential impact of climate change on the occurrence of winter freeze events in six fruit crops grown in the Okanagan Valley. *Canadian Journal of Plant Science*, 90(1), 85-93.
- Quetin, L. B. ve Ross, R. M. (1991). Behavioral and physiological characteristics of the Antarctic krill, *Euphausia superba*. *American Zoologist*, 31(1), 49-63.
- ReesW, W. ve Wackernagel, M. (1996). Urban ecological footprints: why cities cannot be sustainable and why they are a key to sustainability [J]. *Environment Impact Assess Review*, 16(4), 223-248.

- Rischkowsky, B. ve Pilling, D. (2007). *The state of the world's animal genetic resources for food and agriculture*. Food Agriculture Org.
- Rossati, A. (2017). Global warming and its health impact. *The international journal of occupational and environmental medicine*. 2017; 8 (1): 7.
- Sağlam, N. E., Düzgüneş, E. ve Balık, İ. (2008). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 25(1), 89-94.
- San-Francisco, A., Sopelana, N., Fernandez, J. M., Otegi, J. R. ve Minguez, R. (2020). Analysis about the incorporation of remanufacturing concept into life cycle assessment theories. *Journal of Remanufacturing*, 10(2), 127-139.
- Sanz-Cobena, A., Lassaletta, L., Aguilera, E., Del Prado, A., Garnier, J., Billen, G. ve Smith, P. (2017). Strategies for greenhouse gas emissions mitigation in Mediterranean agriculture: A review. *Agriculture, ecosystems environment*, 238, 5-24.
- Sarikaya, M. A. (2011). Türkiye'nin günCel Buzulları. *Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sisteatik ve Bölgesel, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları*, 1.
- Saruç, N. T. ve Karakaya, E. (2008). Emisyon Ticareti ve Karbon Piyasası. *Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü*, 197-224.
- Schaufler, G., Kitzler, B., Schindlbacher, A., Skiba, U., Sutton, M. A. ve Zechmeister-Boltenstern, S. (2010). Greenhouse gas emissions from European soils under different land use: effects of soil moisture and temperature. *European Journal of Soil Science*, 61(5), 683-696.
- Schneider, L. (2007). Is the CDM fulfilling its environmental and sustainable development objectives? An evaluation of the CDM and options for improvement, Report prepared for WWF.
- Sdfinance: Carbon Markets (t.y.).
<https://www.sdfinance.undp.org/content/sdfinance/en/home/solutions/carbon-markets.html#:~:text=Overview,Overview,are%20instruments%20representing%20emission%20reductions> adresinden alınmıştır.(2021).
- Shaffril, Ham., Krauss, S. E. ve Samsuddin, S. F. (2018). A systematic review on Asian's farmers' adaptation practices towards climate change. *Science of the total Environment*, 644, 683-695.
- Snyder, C. S., Bruulsema, T. W., Jensen, T. L. ve Fixen, P. E. (2009). Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture, Ecosystems Environment*, 133(3-4), 247-266.
- Steinfeld, H. (2006). *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Food Agriculture Org..
- Stratonovitch, P. ve Semenov, M. A. (2015). Heat tolerance around flowering in wheat identified as a key trait for increased yield potential in Europe under climate change. *Journal of experimental botany*, 66(12), 3599-3609.
- Şahin, G. ve Avcioğlu, A. O. (2016). Tarımsal üretimde sera gazları ve karbon ayak izi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12(3), 157-162.
- Şahin, M., Topal, E., Özsoy, N. ve Altunoğlu, E. (2015). İklim değişikliğinin meyvecilik ve arıcılık üzerine etkileri. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2), 147-154.
- Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y. C. ve Williams, S. E. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*, 427(6970), 145-148.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M. B., Sykes, M. T. ve Prentice, I. C. (2005). Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(23), 8245-8250.

- Tirado, M. C., Clarke, R., Jaykus, L. A., McQuatters-Gollop, A. ve Frank, J. M. (2010). Climate change and food safety: A review. *Food Research International*, 43(7), 1745-1765.
- Tubiello, F. N. (2019). Greenhouse Gas Emissions Due to Agriculture, Enc. Food Security and Sustain., 1, 196–205.
- Tuck, G., Glendining, M. J., Smith, P., House, J. I. ve Wattenbach, M. (2006). The potential distribution of bioenergy crops in Europe under present and future climate. *Biomass and Bioenergy*, 30(3), 183-197.
- Tunahan, H. (2010). Küresel iklim değişikliğini azaltmanın bir yolu olarak karbon finansmanı. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (46), 199-215.
- Turner, J., Hosking, J. S., Marshall, G. J., Phillips, T. ve Bracegirdle, T. J. (2016). Antarctic sea ice increase consistent with intrinsic variability of the Amundsen Sea Low. *Climate Dynamics*, 46, 2391-2402.
- Turner, J., Orr, A., Gudmundsson, G. H., Jenkins, A., Bingham, R.g., Hillenbrand, C.d. ve Bracegirdle, T. J. (2017). Atmosphere-ocean-ice interactions in the Amundsen Sea embayment, West Antarctica. *Reviews of Geophysics*, 55(1), 235-276.
- Türkeş, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1(1), 26-37.
- Türkeş, M. (2020). İklim Değişikliğinin Tarımsal Üretim ve Gıda Güvenliğine Etkileri: Bilimsel Bir Değerlendirme. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(1), 125-149.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. (2000). Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri, Çevre Bakanlığı, *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları* (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- Türkoğlu, N., Çiçek, İ. ve Şensoy, S. (2012). Türkiye’de iklim değişikliğinin meyve ağaçları ve tarla bitkilerinin fenolojik dönemlerine etkileri. *Tücaum Uluslararası Coğrafya Sempozyumu Kitabı*, Ankara, 60-71.
- Unfccc, (2021), ‘‘COP26, Glasgow Climate Pact’’, https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cop26_auv_2f_cover_decision.pdf
- United Nations. Economic Commission for Europe. (2006). *Your right to a healthy environment: a simplified guide to the Aarhus convention on access to information, public participation in decision-making and access to justice in environment matters*.
- US Global Change Research Program. (2009). *Global climate change impacts in the United States*. Cambridge University Press.
- Uyar, S. ve Cengiz, E. (2011). Karbon (Sera Gazı) Muhasebesi Carbon (Green House Gas) Accounting. *Çözüm*, 47.
- Uzmen, R. (2007). *Küresel ısınma ve iklim değişikliği: insanlığı bekleyen büyük felâket mi?*. Bilge Kültür Sanat.
- Verra: Voluntary Carbon Markets (t.y.). (Kasım 2021) tarihinde <https://verra.org/voluntary-carbon-markets/> adresinden alınmıştır.
- Wang, Y., Wu, Z. ve Zhang, G. (2022). Firms and climate change: a review of carbon risk in corporate finance. *Carbon Neutrality*, 1(1), 6.
- Webb, L. B., Whetton, P. H. ve Barlow, E. W. R. (2007). Modelled impact of future climate change on the phenology of winegrapes in Australia. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 13(3), 165-175.
- Wei, C., Ren, S., Yang, P., Wang, Y., He, X., Xu, Z. ve Zhang, M. (2021). Effects of irrigation methods and salinity on CO2 emissions from farmland soil during growth and fallow

periods. *Science of the Total Environment*, 752, 141639.

Weiskopf, S. R., Rubenstein, M. A., Crozier, L. G., Gaichas, S., Griffis, R., Halofsky, J. E. ve Whyte, K. P. (2020). Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States. *Science of the Total Environment*, 733, 137782.

Wiedmann, T. (2009). A review of recent multi-region input–output models used for consumption-based emission and resource accounting. *Ecological economics*, 69(2), 211-222.

Wiedmann, T. ve Minx, J. (2008). A definition of ‘carbon footprint’. *Ecological economics research trends*, 1(2008), 1-11.

Xpansiv (2021). Xpansiv market CBL sets quarterly record, trading more than 25m tons of carbon and 66ml of water. <https://www.prnewswire.com/>

Yahav, S., Goldfeld, S., Plavnik, I. ve Hurwitz, S. (1995). Physiological responses of chickens and turkeys to relative humidity during exposure to high ambient temperature. *Journal of Thermal Biology*, 20(3), 245-253.

Yang, F., Kumar, A., Schlesinger, M. E. ve Wang, W. (2003). Intensity of hydrological cycles in warmer climates. *Journal of Climate*, 16(14), 2419-2423.

Yildiz, N. B. (2021). Döngüsel Ekonomi ve Çevresel Ürün Beyanı Belgesi (Epd) Circular Economy and Environmental Product Declaration Document (Epd) Ayşenur Özata (Yüksek Lisans Tezi). Düzce Üniversitesi, Düzce.

Ying, Wang, “Risk Identification and Management of Carbon Financial”, Xin, Zhang, (2018), (Çevrimiçi) Haiyan, Liu, http://www.cet.net.cn/uploads/soft/201811/1_30143345.pdf

Yue, T., Liu, H., Long, R., Chen, H., Gan, X. ve Liu, J. (2020). Research trends and hotspots related to global carbon footprint based on bibliometric analysis: (2007–2018). *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 17671-17691.

Zaval, L., Keenan, E. A., Johnson, E. J. ve Weber, E. U. (2014). How warm days increase belief in global warming. *Nature Climate Change*, 4(2), 143-147.

Zhang, D., Shen, J., Zhang, F., Li, Y. E. ve Zhang, W. (2017). Carbon footprint of grain production in China. *Scientific reports*, 7(1), 4126.

Zimbelman, R. J. C. R. B. ve Collier, R. J. (2007). Heat stress effects on cattle: What we know and what we don’t know. In *22nd annual southwest nutrition management conference*.

EKLER

EK 1

TUREEFF

Veriyle ilgili değişken ve açıklamalarını içeren tablo (descriptive)

Gözlem sayısı 81

Değişken adedi 4

Değişken Adı	Birim Tipi	Çalıştırma Formatı	Değişken Açıklaması	Değişken Birimi
İlkodu	Byte	%10.0g	İl kodu	
Proje sayısı	İnt	%10.0g	Proje sayısı	adet
Tasarruf	Uzun	%10.0g	Enerji Tasarrufu	kwh/Yıl
Emisyon	Çift	%10.0g	Karbon Tasarrufu	ton CO2/Yıl

Model 1 (proje sayısının enerji tasarrufuna etkisi)

Kaynak	SS	df	MS	Gözlem sayısı	81
Model	5,02150E+13	1	5,02150E+13	F-tes(1,79)	123,6
Artık	3,20940E+13	79	4,06250E+11	Prob>F	0.0000
				Belirleme katsayısı	0.6101
				Düzeltilmiş R kare	0.6051
Toplam	8,23090E+13	80	1,02890E+12	Kök MSE	6,40E+05

Ortalama için %95 Güven Aralığı

	Katsayı	Standart Sapma	t	P> t	Alt sınır	Üst sınır
Tasarruf Proje sayısı	1011,432	9.097.434	11,12	0.000	830,352	1192,512
Sabit	-53913,7	77755.42	-0,69	0.490	-208682	100854.6

Model 2 (proje sayısının karbon tasarrufuna etkisi)

Kaynak	SS	df	MS	Gözlem sayısı	81
Model	2977054.5	1	2977054.5	F-tes(1,79) Prob>F	102,87 0.0000
Artık	2286265.18	79	28940,0656	Belirleme katsayısı Düzeltilmiş R kare	0.5656 0.5601
Toplam	5263319.68	80	65791,496	Kök MSE	170.12

Ortalama için %95 Güven Aralığı						
Tasarruf Proje sayısı	Katsayı	Standart Sapma	t	P> t	Alt sınır	Üst sınır
Proje sayısı	.2462715	.0242812	10,14	0.000	.1979409	.2946021
Sabit	-9,84637	20,75307	-0,47	0.636	-51,15432	31,46158

EK 2

TURSEFF

Veriyle ilgili değişken ve açıklamalarını içeren tablo (descriptive)

Gözlem sayısı	81			
Değişken adedi	6			
Değişken Adı	Birim Tipi	Çalıştırma Formatı	Değişken Açıklaması	Değişken Birimi
İlkodu	Byte	%10.0g	İl kodu	
Proje sayısı	İnt	%10.0g	Proje sayısı	adet
Proje tutarı	Çift	%10.0g	Finanse edilen projelerin tutarı	milyon euro
Tasarruf	Çift	%10.0g	Enerji Tasarrufu	kwh/Yıl
Emisyon	Çift	%10.0g	Karbon Tasarrufu	ton CO2/Yıl
Yenilenebilir enerji	Çift	%10.0g	Kurulu Güç	mw

EK 3**ANALİZ SONUÇLARI****Model 1**

Kaynak	SS	df	MS	Gözlem sayısı	81
Model	21823,0891	1	21823,0891	F-tes(1,79)	203.77
Artık	8460,68131	79	107,097232	Prob>F	0.0000
Toplam	30283,7704	80	378,54713	Belirleme katsayısı	0.7206
				Düzeltilmiş R kare	0.7171
				Kök MSE	10.349

					Ortalama için %95 Güven Aralığı	
Tasarruf Proje sayısı	Katsayı	Standart Sapma	t	P> I t I	Alt sınır	Üst sınır
Sabit	.2803613	.0196403	14.27	0.0000	.2412682	.3194545
	4,75434	1,265745	3,76	0.0000	2,234938	7,273743

Model 2

Kaynak	SS	df	MS	Gözlem sayısı	81
Model	26001,2404	1	26001,2404	F-tes(1,79)	479.65
Artık	4282,52997	79	54.2092401	Prob>F	0.0000
Toplam	30283,7704	80	378,54713	Belirleme katsayısı	0.8586
				Düzeltilmiş R kare	0.8568
				Kök MSE	7,3627

					Ortalama için %95 Güven Aralığı	
Tasarruf Proje sayısı	Katsayı	Standart Sapma	t	P> I t I	Alt sınır	Üst sınır
Sabit	1,288827	.0588484	21.90	0.0000	1,171692	1,405962
	1,066149	.9657523	1,10	0.273	),8561333	2,988431

Model 3

Kaynak	SS	df	MS	Gözlem sayısı	81
Model	10551,7005	1	10551,7005	F-tes(1,79)	25,65
Artık	32499,3036	79	411,38359	Prob>F	0.0000
Toplam	43051,0042	80	538,137552	Belirleme katsayısı	0.2451
				Düzeltilmiş R kare	0.2355
				Kök MSE	20,283

**Ortalama için
%95 Güven Aralığı**

	Katsayı	Standart Sapma	t	P> I t I	Alt sınır	Üst sınır
Tasarruf Proje sayısı	.1949491	.0384932	5,06	0.0000	.1183304	.2715678
Sabit	8,461001	2,480736	3,41	0.001	3,523219	13,39878

Model 4

Kaynak	SS	df	MS	Gözlem sayısı	81
Model	16886,125	1	16886,125	F-tes(1,79)	50,98
Artık	26164,878	79	331,20100	Prob>F	0.0000
Toplam	43051,004	80	538,13755	Belirleme katsayısı	0.3922
				Düzeltilmiş R kare	0.3845
				Kök MSE	18,199

**Ortalama için
%95 Güven Aralığı**

	Katsayı	Standart Sapma	t	P> I t I	Alt sınır	Üst sınır
Tasarruf Proje sayısı	1,03386	.14546	7,14	0.000	.7491035	1,328165
Sabit	4,65403	2,387124	1,95	0.055	(- .0974162	9,405486

Model 5

Kaynak	SS	df	MS	Gözlem sayısı	81
				F-tes(1,79)	19,24
Model	1654,9821	1	1654,9821	Prob>F	0.0000
Artık	6797,0428	79	86,038516	Belirleme katsayısı	0.1958
				Düzeltilmiş R kare	0.1856
Toplam	8452,0249	80	105,65031	Kök MSE	9,2757

					Ortalama için %95 Güven Aralığı	
Tasarruf Proje sayısı	Katsayı	Standart Sapma	t	P> t	Alt sınır	Üst sınır
	.0772075,43610	.0176038	4,39	0.000	.0421675	.1122465
Sabit	3	1,134498	4,79	0.000	3,177942	7,694264

Model 6

Kaynak	SS	df	MS	Gözlem sayısı	81
				F-tes(1,79)	97,63
Model	4671,7333	1	4671,7333	Prob>F	0.0000
Artık	3780,2916	79	47,851793	Belirleme katsayısı	0.5527
				Düzeltilmiş R kare	0.5471
Toplam	8452,0249	80	105,65031	Kök MSE	6,9175

					Ortalama için %95 Güven Aralığı	
Tasarruf Proje sayısı	Katsayı	Standart Sapma	t	P> t	Alt sınır	Üst sınır
	.5463069	.05529	9,88	0.000	.04362548	.6563589
Sabit	2,751253	.9073571	3,03	0.003	.9452041	4,557302