



**T.C.  
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE KARBON AYAK İZİ  
HESAPLAMALARI VE TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Sevilay SANDALLAR**

**DANIŞMAN**

**Dr. Öğr. Üyesi Özlem GÜLLÜ**

**AKSARAY, 2024**

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 212301009 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi Sevilay SANDALLAR tarafından hazırlanan “**MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE KARBON AYAK İZİ HESAPLAMALARI VE TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALARI**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Özlem GÜLLÜ**

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

**Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ebru KOÇAK**

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

**Üye: Dr. Öğr. Üyesi Fatma KUNT**

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Tez Savunma Tarihi: 09.02.2024

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Mehmet Ali HINIS  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **DOĞRULUK BEYANI**

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı dűşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden olduğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinalliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

**Sevilay SANDALLAR**

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamı destekleyen, tezimin hazırlanmasında yardımlarını, fikirlerini ve sabrını esirgemeyen değerli yol gstericim Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nden danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Özlem GÜLLÜ'ye içten teşekkürlerimi borç bilirim.

Ayrıca tüm yaşamımda her türlü desteklerini esirgemeyen aileme ve arkadaşım Gülay ÖNCAR ŞENTÜRK'e sonsuz Őükran ve teşekkürlerimi sunarım.

Sevilay SANDALLAR

AKSARAY, 2024

## İÇİNDEKİLER

<b>TEŞEKKÜR</b> .....	i
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	ii
<b>ÖZET</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	vi
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	vii
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	viii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	2
<b>3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ</b> .....	5
3.1 İklim Değişikliği, Küresel Isınma ve Sera Etkisi .....	5
3.1.1 Atmosferde sera etkisi yapan gazlar .....	6
3.1.2 İklim değişikliğinin nedenleri ve olumsuz sonuçları .....	11
3.2 İklim Değişikliği ile İlgili Uluslararası Yasal Yönetmelik ve Düzenlemeler .	12
3.2.1 Stockholm- BM insan çevresi konferansı .....	12
3.2.2 IUCN: Dünya koruma stratejisi (1980) .....	13
3.2.3 Dünya çevre ve kalkınma komisyonu: Brundtland raporu-ortak geleceğimiz .....	14
3.2.4 Birleşmiş milletler insani geliştirme raporu .....	15
3.2.5 Rio birleşmiş milletler konferansı (Unced) .....	15
3.2.6 Kyoto protokolü .....	16
3.2.7 New york bm bin yıl zirvesi: bin yıl kalkınma hedefleri .....	16
3.2.8 Johannesburg bm sürdürülebilir kalkınma dünya zirvesi .....	16
3.2.9 Rio +20 bm sürdürülebilir kalkınma zirvesi .....	17
3.2.10 BM sürdürülebilir kalkınma hedefleri (2030'a kadar) .....	17
3.2.11 Paris iklim antlaşması .....	18
3.3 Madencilik Sektörü ve İklim Değişikliği .....	20
<b>4. TÜRKİYE'DE İKLİM POLİTİKALARI</b> .....	23
<b>5. KARBON AYAK İZİ</b> .....	27
5.1 Karbon Ayak İzi Kavramı .....	27
5.1.1 Karbon ayak izi azaltım yöntemleri .....	27
5.2 Karbon Ayak İzi Standartları .....	28
5.3 Karbon Ayak İzinin Raporlanması .....	31
5.3.1 MRV (izleme, raporlama ve doğrulama)-ulusal mevzuat .....	32
5.3.2 Sınırdaki karbon düzenleme mekanizması .....	36
5.4 Türkiye'de Karbon Ayak İzi Uygulamaları .....	37
5.5 Madencilikte Karbon Ayak İzi .....	41
<b>6. MADENCİLİKTE KURUMSAL KARBON AYAK İZİ HESAPLAMA ÖRNEĞİ</b> .....	44
6.1 Çalışma Alanı .....	44
6.1.1 Maden ocağı faaliyeti .....	44
6.1.2 Kırma-eleme tesisi faaliyeti .....	46
6.2 Hesaplama Adımları .....	48
6.2.1 Metodoloji .....	48
6.2.2 Hesaplama kategorileri .....	50
<b>7. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA</b> .....	66
<b>8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b> .....	69

<b>KAYNAKLAR</b> .....	70
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	74



## YÜKSEK LİSANS TEZİ

# MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE KARBON AYAK İZİ HESAPLAMALARI VE TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALARI

Sevilay SANDALLAR

Aksaray Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Özlem GÜLLÜ

### ÖZET

İklim değişikliği; doğrudan veya dolaylı olarak insan faaliyetleri sonucunda küresel atmosferin bileşimini bozan değişikliklerdir. Gelişen sanayileşmeden kaynaklanan sera gazları küresel ısınma ve iklim değişikliği problemlerini meydana getirmektedir. Sera gazlarının başında karbon dioksit (CO<sub>2</sub>), su buharı (H<sub>2</sub>O), metan (CH<sub>4</sub>), diazot oksit (N<sub>2</sub>O), hidroflorür karbonlar (HFCs), perfloro karbonlar (PFCs), sülfürhekza florid (SF<sub>6</sub>), ozon (O<sub>3</sub>) gelmektedir. Günümüzde en önemli çevre sorunu olan küresel iklim değişikliği ve karbon emisyon salınımları arasındaki ilişki yapılan bilimsel çalışmalarla ortaya konulmaktadır. Kurumsal karbon ayak izi birim karbondioksit cinsinden ölçülen ve üretilen sera gazı miktarı açısından insan faaliyetlerinin çevreye verdiği zararın ölçüsü olarak değerlendirilmektedir. Karbon ayak izi hesaplamaları için öncelikle emisyon kaynakları belirlenerek bunların sera gazı emisyonlarına dönüştürülmesi gerekir ki hesaplamalar yapılırken, doğrudan (enerji tüketimi, ulaşım vb.) ve dolaylı (ürün ve hizmetlerin tedarik zinciri boyunca) olarak belirlenen bu emisyonlar birim başına CO<sub>2</sub> eşdeğerine dönüştürülerek ISO 14064-1 standardına uygun olarak hesaplamaya dahil edilmektedir. İklim değişiklikleri, sera gazı etkisine sebep olduğu için yaşamımıza olan etkilerini ölçebilmek, hesaplamaları yapmak, iklim değişikliği kaynaklı riskleri tespit etmek, önlemleri almak ve korumak amacı ile kurumsal karbon ayak izi takibi ve değerlendirilmesi günümüzde daha fazla önem kazanmıştır. Çalışma kapsamında GHG Protokolü, ISO 14064 ve IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) klavuzları rehberliğinde hesaplama bazlı metodoloji ile ilerlenerek madencilik sektöründeki emisyon kaynakları ve karbon ayak izi hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en çok karbon emisyonu salınımını % 28 oranında doğrudan emisyon kaynaklı olarak gerçekleştirilmektedir (Şekil 6.7). Bunun yanı sıra % 57'lik kısmı önemli dolaylı emisyonlar, % 15'lik kısmı da enerji dolaylı emisyonlardan oluşmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** İklim Değişikliği, Karbon Ayak İzi Hesaplamaları, Sera Gazları.

**Ocak, 2024; 74 sayfa**

## M. Sc. THESIS

# CARBON FOOTPRINT CALCULATIONS IN THE MINING INDUSTRY AND ITS APPLICATIONS IN TURKEY

Sevilay SANDALLAR

Aksaray University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Environmental Engineering

Supervisor: Asist. Prof. Dr. Özlem GÜLLÜ

## ABSTRACT

Climate change is the changes in the composition of the global atmosphere as a direct or indirect result of human activities. Greenhouse gases resulting from developing industrialization cause global warming and climate change problems. The main greenhouse gases are carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), water vapor (H<sub>2</sub>O), methane (CH<sub>4</sub>), diazot uoxide (N<sub>2</sub>O), hydrofluoride carbons (HFCs), perfluoro carbons (PFCs), sulfurhexa fluoride (SF<sub>6</sub>), ozone (O<sub>3</sub>). The relationship between global climate change, which is the most important environmental problem today, and carbon emission emissions is revealed by scientific studies. Corporate carbon footprint is considered as a measure of the damage caused by human activities to the environment in terms of the amount of greenhouse gases produced and measured in units of carbon dioxide. For carbon footprint calculations, emission sources must first be identified and converted into greenhouse gas emissions, and these emissions, which are determined directly (energy consumption, transportation, etc.) and indirectly (along the supply chain of products and services), are converted into CO<sub>2</sub> equivalents per unit and included in the calculation in accordance with the ISO 14064-1 standard. Since climate changes cause greenhouse gas effects, corporate carbon footprint monitoring and evaluation has become more important today in order to measure their effects on our lives, make calculations, detect risks caused by climate change, take precautions and protect them. Within the scope of the study, emission sources and carbon footprint calculations in the mining sector were carried out using a calculation-based methodology under the guidance of GHG Protocol, ISO 14064 and IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) guidelines. According to the results obtained, the most carbon emissions are caused by direct emissions, with 28% (Figure 6.7). In addition, 57% consists of significant indirect emissions and 15% consists of energy indirect emissions.

**Keywords:** Climate Change, Carbon Footprint Calculations, Greenhouse Gases.

**January 2024; 74 pages**

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Sera Etkisi.....	5
Şekil 3.3. Atmosferdeki yıllık ortalama CH <sub>4</sub> artışı.....	8
Şekil 3.4. Atmosferdeki yıllık ortalama NO <sub>2</sub> artışı.....	9
Şekil 3.5. Uluslararası tarihsel çerçeve.....	12
Şekil 3.6. Paris Anlaşması Cumhurbaşkanlığı Kararı.....	19
Şekil 3.7. Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamı.....	20
Şekil 4.1. Birleşmiş milletler iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi (UNFCCC).....	24
Şekil 4.2. Doğrudan ilgili uluslararası antlaşmalar.....	24
Şekil 4.3. 2022 İnsani gelişme raporu sonuçları.....	26
Şekil 5.2. ISO Standartları.....	29
Şekil 5.3. Sera Gazı Protokol Standartları kategorileri kapsamında sera gazı emisyonları (GHG Prokotölü).....	31
Şekil 5.6. Sektörel sera gazı emisyonları.....	38
Şekil 5.7. Emisyon ticaret sistemi (ETS).....	40
Şekil 5.8. Kalsinasyon Prosesi.....	42
Şekil 5.9. Karbon ayak izi hesaplama formülü.....	42
Şekil 6.1. Maden ocağı iş akım şeması.....	45
Şekil 6.2. Maden ocağı faaliyet alanı.....	46
Şekil 6.3. Kırma eleme tesisi iş akım şeması.....	47
Şekil 6.4. Kırma-eleme tesisi faaliyet alanı.....	47
Şekil 6.5. Hesaplama adımları.....	48
Şekil 7.1. 2022 Yılı kategoriye göre sera gazı emisyonu dağılımı.....	67
Şekil 7.2. Doğrudan emisyonların faaliyetlere göre dağılımı.....	67
Şekil 7.3. Doğrudan ve enerji dolaylı emisyonların dağılımı.....	68

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadele politikasında uluslararası adımlar.....	23
Çizelge 5.1. Sera gazı emisyonlarının izlenmesi hakkında yönetmelik EK-1 faaliyetleri.....	34
Çizelge 5.2. SKDM kapsamı ürün gruplarında ülkemiz 2022 ihracatı.....	41
Çizelge 6.1. Doğrudan emisyonlar.....	51
Çizelge 6.2. Motorin yoğunluk değeri.....	52
Çizelge 6.3. Alt ısı değer ve emisyon faktörleri.....	52
Çizelge 6.4. Hareketli yanma kaynaklı emisyonlar.....	53
Çizelge 6.5. Antropojenik sistemlerdeki sera gazlarının sızması/kaçak oluşumu kaynaklı doğrudan emisyonlar.....	54
Çizelge 6.6. İthal edilen elektrikten kaynaklanan dolaylı emisyonlar.....	55
Çizelge 6.7. Ulaşımdan kaynaklanan dolaylı sera gazı emisyonları.....	56
Çizelge 6.8. 3.1-Ürün (kuruluşa gelen) taşımacılığı veya dağıtımından kaynaklanan emisyonlar.....	57
Çizelge 6.9. 3.2-Ürün (kuruluştan giden) taşımacılığı veya dağıtımından kaynaklanan emisyonlar.....	58
Çizelge 6.10. Kategori 4 Emisyonlar.....	61
Çizelge 6.11. Kategori 4.1-Ürünün İmalatı İle İlişkili Olan Satın Alınan Hammadde/Mamul/Yarı Mamul vb. Kaynaklı Emisyonlar.....	61
Çizelge 6.12. Kategori 4.3-Katı ve sıvı atıkların bertarafı kaynaklı emisyonlar.....	62
Çizelge 6.13. Kategori 5 emisyonları.....	63
Çizelge 6.14. Ürünün kullanım ömrünü tamamlamasından sonraki emisyonlar (arıtma, bertaraf, geri kazanım, vb.).....	64
Çizelge 7.1. Sera gazı emisyonları sonuç çizelgesi.....	66

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>BM</b>	Birleşmiş Milletler
<b>BMİDÇS</b>	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
<b>CH<sub>4</sub></b>	Metan
<b>CO<sub>2</sub>e</b>	Karbondioksit eşdeğeri
<b>COP 3</b>	Taraflar Konferansı
<b>EF</b>	Emisyon faktörü
<b>ETS</b>	Emisyon Ticaret Sistemi
<b>g</b>	Gram
<b>GHG</b>	Sera Gazı Emisyonu
<b>GJ</b>	Gigajoule
<b>GWP</b>	Küresel Isınma Potansiyelleri
<b>IPCC</b>	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
<b>INDC</b>	Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı
<b>IUCN</b>	Dünya Koruma Stratejisi
<b>Kg</b>	Kilogram
<b>Km</b>	Kilometre
<b>Kwh</b>	Kilowatt-hour
<b>m</b>	Metre
<b>N<sub>2</sub>O</b>	Diazot monooksit
<b>OECD</b>	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
<b>PM</b>	Partikül Madde
<b>SKDM</b>	Sınırdaki Karbon Düzenleme
<b>TJ</b>	Terajoule
<b>UNDP</b>	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
<b>UNEP</b>	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
<b>UNESCO</b>	Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal Konseyi
<b>WMO</b>	Dünya Meteoroloji Örgütü

## 1. GİRİŞ

Nüfus artışları, ekonomik büyümeler ve bu büyümelere bağlı olarak sanayi alanındaki gelişmeler çevre konusunda olumsuzluklar yaratmaktadır. Küresel boyutlara erişen çevre sorunları, öncelikli olarak iklim değişikliği, hava ve su kirliliği, tarım alanlarının kaybı, biyolojik çeşitlilik kaybı, ormansızlaşmadır. Çevre sorunları zamanla artarak daha çok etkisini göstermiştir. Nüfus artışı ile birlikte doğru orantılı olarak artarak dünyanın doğal denge bozulmuş, yerel ve küresel anlamda olumsuzluklar doğurmuştur. Bu olumsuz sonuçlardan en büyüğü ve en önemlisi küresel ısınma yani iklim değişikliğidir (Dikmen, 2017).

İklim değişikliği yerkürenin yüzey sıcaklıklarındaki artışı ve buna bağlı olarak iklimsel özelliklerinde meydana gelen değişiklikleri tanımlamaktadır ki bu artış ve değişikliklerin sebebi günümüzde artan fosil yakıtların kullanımı, arazi kullanımındaki değişiklikler, ormanlık alanların yok edilmesi ve endüstriyel faaliyetler gibi antropojenik etkilerle atmosfere salınan sera gazlarının (H<sub>2</sub>O (su buharı), CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC, SF<sub>6</sub>) konsantrasyonlarındaki hızlı artış olarak belirtilebilir (URL-1).

Dünyada sera gazı salımı sebebiyle küresel ısınmadaki artış yaşanabilir bir gezegeni yok etmektedir. Bu sebeple tün insanlığın özellikle üretim sanayi sektörünün karbon ayak izi konusunda aksiyon alması gerekmektedir. Karbon ayak izinin sebep olduğu yoğun sektörler fosil yakıt sebebiyle enerji sektörü, demir çelik, mineral maden sanayi vb. sektörlerdir (Dikmen, 2017).

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Son yıllarda yaşanan iklim krizleri ve sera gazı gazları karbon salınımlarını arttırdığı için karbon ayak izi hesaplamalarını yapmak ve gerekli önlemleri alıp azaltmak önemli hale gelmiştir. 2023 yılında Öncar Şentürk vd. tarafından yapılan “Tarımda Karbon Ayak İzi ve İklim Değişikliğine Etkisi” başlıklı çalışmada tarımsal sektördeki sera gazı emisyonları ve karbon ayak izi dağılımı incelenmiştir. Çalışmada tarım alanlarının karbon yutağı olabileceği işlevi ve zirai su tüketiminin karbon emisyonlarına göre potansiyel etkisinin modellenerek karbon ayak izi belirlenmiştir. Çalışma sonucunda tarımsal faaliyetlerden kaynaklı karbon ayak izi hesaplamalarına; tarım arazisi, bitki örtüsünün karbon yutağı işlevi ve su kıtlığı karbon ayak izinin dâhil edilmesi gerekliliği ortaya konmuştur (Öncar Şentürk vd., 2023).

2018 yılında Bıyık ve Civelekoğlu “Ulaşım Sektöründen Kaynaklı Karbon Ayak İzi Değişiminin İncelenmesi” başlıklı çalışmalarında hava kalitesinin bozulmasının ve iklim değişikliğinin sebebi olan emisyonların bir kısmının araçlarda fosil yakıtların yanması sonucu oluşan doğrudan ve dolaylı olarak etki eden CO<sub>2</sub> emisyonlarının değişimleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda yıllara göre büyüyen artışın toplam yakıt tüketiminin ve araç sayısının artışına bağlı olarak arttığı ve azaltım yöntemleri olarak iyi teknolojiye sahip araç ve düşük emisyonlu yakıt kullanımı, toplu taşımanın yaygınlaştırılması, uçak yerine CO<sub>2</sub> emisyon değerini azalacağı için otobüs kullanımının tercih edilmesinin olumlu etkiler göstereceği ifade edilmiştir (Bıyık ve Civelekoğlu, 2018).

2023 yılında Çolak ve Türkmen “Kurumsal Karbon Ayak İzi Analizi: Bir Kimya Fabrikası için Örnek Hesaplama” başlıklı çalışmalarında kimya fabrikası faaliyetleri içerisinde en çok sera gazı kaynağı olan lokasyonları belirleyerek iklim değişikliğine olan etkinin azaltılabilmesi için öneriler ve önlemler belirlenmiştir (Çolak ve Türkmen, 2023).

2016 yılında Hindistan’da Kushal Tibrewal tarafından hazırlanan tez çalışmasında Hindistan’ın dünyanın en büyük üçüncü sera gazı yayıcısı olduğu ve bu nedenle küresel ısınmaya katkısını azaltmak için bazı ciddi azaltma eylemlerinde bulunması gerektiği belirtilmektedir. Yapılan çalışma ile bölgedeki madencilik endüstrilerinde

karbon ayak izinin kullanımını vurgulamak amacıyla, Hindistan'daki iki madende CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> ve CH<sub>4</sub> emisyonlarını 'CO<sub>2</sub> eşdeğeri' olarak tahmin etmek için karbon ayak izinin uygulanmasına ilişkin bir vaka çalışması sunmaktadır. Çalışmada tahminler yapılırken karşılaşılan çeşitli sorunlara ışık tutmakta ve bu emisyonların tahminini ve kontrolünü iyileştirmek için geleneksel yakıt bazlı enerji yerine güneş enerjisinin kullanılması ve yakıtın verimli bir şekilde yakılarak daha az emisyon salınması için maden makinelerinin düzenli bakımının yapılması gibi önlemler önermiştir. Farklı madenlerin karşılaştırılmasının kolay olması için ise madenlerde karbon ayak izinin tek tip bir şekilde gerçekleştirilmesine yönelik bir metodoloji önermektedir. Ayrıca, Hindistan çalışma koşullarında madenlerde kullanılan HEMM için emisyon faktörünü tahmin etmek için bir metodoloji önerilmiştir.

Li vd, 2022 yılında yapmış oldukları çalışmada madencilik süreci için karbon emisyonu hesaplama modeli ve yöntemi araştırması yaparak madencilik karbon emisyon sınırını tanımlamışlardır. Çalışma kapsamında madencilik süreci boyunca toplam karbon emisyonu miktarını ve her bir madencilik bağlantısının karbon emisyonunu içeren kömür madenciliği karbon emisyonu hesaplama modeli (B-R modeli) oluşturulmuştur. Çalışma alanı olarak Çin'in Shandong Eyaleti'nde yer alan Tengzhou Şehrindeki Jinda Kömür Madeni seçilen çalışmada madenin, madencilik sürecindeki karbon emisyonlarına ilişkin ilgili veriler toplanmış ve bu madencilik alanının madencilik sürecindeki karbon emisyonlarını elde etmek için B modeli kullanılmıştır. B-R modelinin uygulanabilirliği, uluslararası yetkili karbon emisyonu IPCC hesaplama yöntemine ve Çin Kömür Üretim İşletmeleri Sera Gazı Emisyonları Muhasebe Metodolojisi ve Raporlama Kılavuzuna göre doğrulanmıştır. Sonuç olarak B-R modelinin uygulanabilir olduğunu ve en büyük karbon emisyonu miktarının kömür kırma bağlantısından ve kömür nakliyesinden kaynaklandığını göstermekte ve bu da diğer kömür madenlerinin karbon emisyonlarını hesaplaması için bir temel oluşturduğunu belirtmişlerdir.

2022 yılı Temmuz ayında Avustralya Hükümeti'nin "Estimating Emissions And Energy from Coal Mining Guideline" başlıklı raporunda Kömür madenciliği şirketlerinin, NGER Yasası (National Greenhouse and Energy Reporting Act, 2007) NGER Yönetmelikleri (National Greenhouse and Energy Regulations, 2008) ve NGER Ölçüm Belirlemesi (National Greenhouse and Energy Reporting

(Measurement) Determination, 2008)'nden oluşan NGER mevzuatı kapsamında raporlama (National Greenhouse and Energy Reporting) yükümlülükleri bulunduğunu belirtilmiştir. Rapor kapsamında belirlenmiş büyük bir tesisin işletilmesinden kaynaklanan net sera gazı emisyonlarının tesis için geçerli olan sınırı aşmamasının sağlanması amacıyla kayıtlı şirketlere ve sorumlu yayıcılara kömür madenlerinden kaynaklanan emisyonları (kaçak emisyonlar dahil) tahmin etmek ve raporlamak, kömür madenlerinden kaynaklanan enerji üretimini ve enerji tüketimini tahmin etmek ve raporlamak konularında yardım amaçlanmıştır.

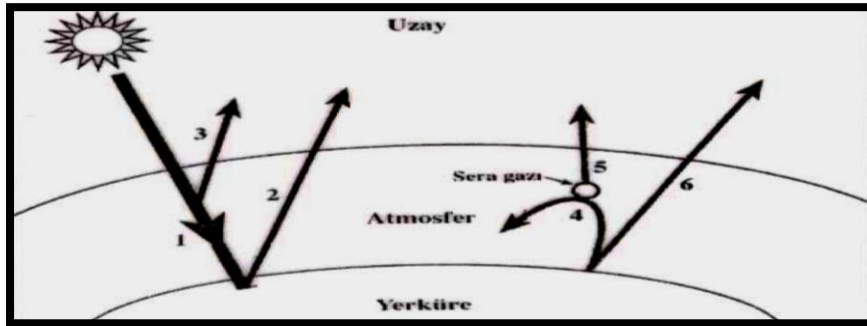
2016 yılında Lukas Rüttinger, adelphi Vigya Sharma, University of Queensland tarafından hazırlanan raporda madencilik sektörünün çevre için oluşturduğu riskleri ele almak ve sürdürülebilir ve kapsayıcı kalkınmaya katkıda bulunmak için dış politika yapımcılarına dört tavsiyede bulunulmuştur. Rapor kapsamında; iklimle dayanıklı kritik mineral politikaları ve arz güvenliği stratejiler, maden çıkarma sektöründe sosyal ve çevresel standartların iyileştirilmesi, sorumlu madencilik konusunda ulusal ve bölgesel diyalogların desteklenmesi ve madencilik faaliyetlerini iklim diplomasisi için bir konu olarak proaktif bir şekilde kullanmak başlıklarında öneriler yer almakta olup Alman Dış İşleri Bakanlığı'nın destekleriyle yayınlanmıştır (Rüttinger, 2016).

2022 yılında Eti Bakır tarafından hazırlanan Karbon ve Su Ayak İzi Raporu'nda, Eti Bakır ve bağlı 9 tesisin operasyonlarında cevherden katodik bakıra kadar geçen süreçte bakır üretiminden kaynaklanan sera gazı emisyonları ve su tüketimlerine ait ayrıntılı ve kapsamlı bir döküm sunulmuştur. Rapor kapsamında, tesislerin faaliyetleri ölçümlenerek, dünyadaki diğer sanayi şirketlerinde olduğu gibi Kapsam-1 ve Kapsam-2 dikkate alınırken alınmış Kapsam-3 hesap dışı bırakılmıştır. Raporun Dünya Kaynakları Enstitüsü'nün Sera Gazı Protokolü'ne uygun bir şekilde hazırlandığı belirtilmiştir. Raporda Türkiye için sera gazı emisyonlarına ilişkin 2021 yılı verileri kullanılmıştır. Buna göre; ülke genelinde elektrik üretiminden kaynaklanan toplam CO<sub>2</sub> emisyonu 141 milyon ton olarak açıklanırken aynı yıl, T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), toplam ulusal elektrik üretimini 334.723,1 GWh olarak bildirmiştir. Bu iki veri kullanılarak birim elektrik üretimi başına düşen CO<sub>2</sub> emisyonu 0,421 kg CO<sub>2</sub>/kWh olarak hesaplanmıştır.

### 3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

#### 3.1 İklim Değişikliği, Küresel Isınma ve Sera Etkisi

Günümüzün en önemli ve en büyük sorunlarından biri olan iklim değişikliği; doğal çevre, ekonomi, teknoloji, ziraat, gıda, içilebilir su, temiz hava ve sağlık gibi yaşam alanlarını negatif yönde etkilemektedir. Literatürde doğrudan veya dolaylı olarak antropojenik etkilerle iklimde meydana gelen farklılıklar iklim değişikliği olarak tanımlanmaktadır (Öncar Şentürk vd., 2023). İklim değişikliğinin ana nedeni 1800'lerden günümüze, kömür, petrol gibi fosil yakıtların yakılması nedeniyle insan faaliyetleri olmuştur. Özellikle fosil yakıtların yakılması sonucunda, güneşin sıcaklığını tutan ve atmosferin ısısını artıran sera gazı emisyonları üretilmektedir. Enerji sistemleri için fosil yakıtlardan yenilenebilir kaynaklara geçilirse emisyonları azaltılmış olacaktır (Türkeş, 2008). Fosil yakıtların tüketiminin artması, kontrolsüz nüfus artışı, sanayi alanındaki gelişmeler, ormanların yok olması ve insan faaliyetleri sonucunda sera gazı oluşumunda artışlar gözlenmektedir. Böylece küresel ısınma hızlandırmış ve iklim değişikliği gündeme gelmiştir. Söz konusu çevre sorunları hızla dünyayı etkileyecek, sıcaklıkta artış ve yağış biçimlerinde değişiklikler olmaktadır (Dikmen, 2017). Güneşten gelen yeryüzüne gelen radyasyon dalgaları, belli bir oranda atmosfer tarafından uzaya yansıtılırken, bir kısmı da yeryüzü tarafından absorbe edilir. Yine yeryüzüne ulaşarak tekrar yansıyan dalgaların bir kısmı da tekrar atmosfer tarafından absorbe edilmektedir. Atmosferde yer alan gazların güneş ışınlarına karşı çok geçirgen, yeryüzünden yansıyan dalgalara karşı ise, biriken sera gazları nedeniyle daha az geçirgenlik göstermesi sonucunda, atmosferin yer yüzeyine daha yakın bölgelerinde sıcaklığın daha fazla olması atmosferin sera etkisi olarak tanımlanmaktadır (Öztürk, 2002).



Şekil 3.1. Sera Etkisi.

Şekil 3.1’de şematik olarak gösterilen sera etkisinin oluşum mekanizması incelendiğinde şekilde verilen numaraların açıklamaları aşağıdaki gibi yapılabilir:

- Güneşten yer yüzeyine gelen ışınların %5’inin yeryüzü tarafından tutulması sebebiyle oluşan enerji yeryüzünün ısınmasına neden olur.
- %5’i yeryüzü tarafından absorbe edilen enerji belli bir oranda bir kısmı atmosfere tekrar yansıtılır.
- Güneşten kaynaklanan enerjinin bir kısmı ise yeryüzüne ulaşmadan atmosferden tekrar uzaya gönderilir.
- Gelen ışınlar sebebiyle sıcaklığı artan yeryüzünden belli bir miktar enerji uzun dalgalı ışınlar şeklinde atmosfere gönderilir. Atmosfere gönderilen bu enerjinin bir miktarı atmosfer içerisindeki sera gazları tarafından absorbe edilir. Absorbe edilen bu enerji, nedeniyle atmosferin alt kısımlarında sıcaklık artışı meydana gelir.
- Atmosferdeki sera gazları tarafından tutulan enerjinin de bir miktarı tekrar uzaya geri gönderilir.
- Yeryüzüne ulaşan ve yansıtılan enerjinin bir kısmı ise hiç atmosfere dönmeden direk uzaya gönderilir (Öztürk, 2002).

Sera etkisinin bir sonucu olarak dünyamızın karşı karşıya kaldığı çevre problemlerinden bir tanesi olan küresel ısınma ise, güneşten yeryüzüne ulaşan atmosfere yansıtılan ışıklardan enerji yüklü olan kızılötesi ışınlarının uzaya tekrar dönmesi sera gazları tarafından engellenmesiyle oluşmaktadır. Sera etkisinin artmasına en fazla Karbondioksit (CO<sub>2</sub>), Metan (CH<sub>4</sub>), Diazotoksit (N<sub>2</sub>O), Ozon (O<sub>3</sub>), Karbon monoksit (CO) ve Halokarbonlar (CFC gibi) gazları neden olmaktadır. Bu sera gazlarının yanında su buharı da sera etkisinin artmasına neden olana gazlardan bir tanesidir (Akın, 2006). Antropojenik etkilerden kaynaklanan gazların metodolojisi belirlenemediği için ozon ve su buharı hesaplamalara dâhil edilememektedir. Atmosferdeki sera gazları salınımlarını tanımlamak için literatürde Karbondioksit eşdeğeri (CO<sub>2</sub> eşd.) ifadesi kullanılmaktadır.

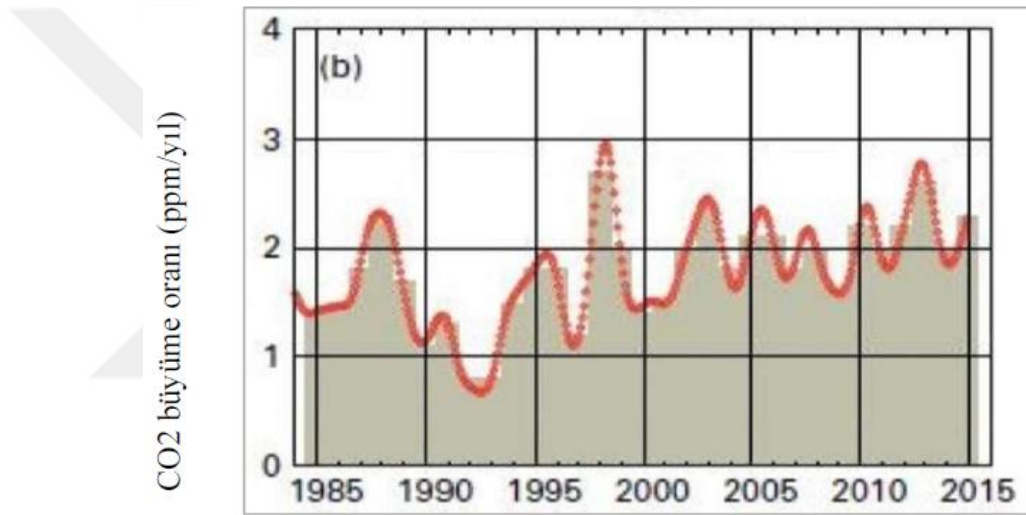
### **3.1.1 Atmosferde sera etkisi yapan gazlar**

CO<sub>2</sub>; su buharından sonra atmosferde en fazla yer alan sera gazıdır. Atmosferde bulunan karbondioksitin en büyük nedeni fosil yakıtlardır. Fosil yakıtların kullanımının artmasıyla birlikte atmosfere verilen CO<sub>2</sub> miktarı da artmaktadır. CO<sub>2</sub>

suda çözülmüş olarak ise maden suyunda bulunmaktadır. CO<sub>2</sub>'in atmosferdeki ortalama oranı %0,03-0,04 oranında iken bu oran egzoz gazında %13'lere ulaşmaktadır (Arıcı, 2018).

CO<sub>2</sub> oluşumunu etkileyen diğer faktörler; orman yangınları, volkanik patlamalar, çözünen kireç taşları, ölen canlıların çürümesi, su yüzeyindeki hareketlerdir (URL-2).

Şekil 3.2'de Atmosferdeki 1985-2015 yılları arasındaki yıllık ortalama CO<sub>2</sub> artışı gösterilmiştir. 1985 itibariyle CO<sub>2</sub> miktarı artmıştır. 1992-1994 yılları arasında artış hızı düşmüş, 1997-1999 yılları arasında en yüksek noktaya ulaşmıştır (Arıcı, 2018).



Şekil 3.2. Atmosferdeki yıllık ortalama CO<sub>2</sub> artışı (Arıcı, 2018).

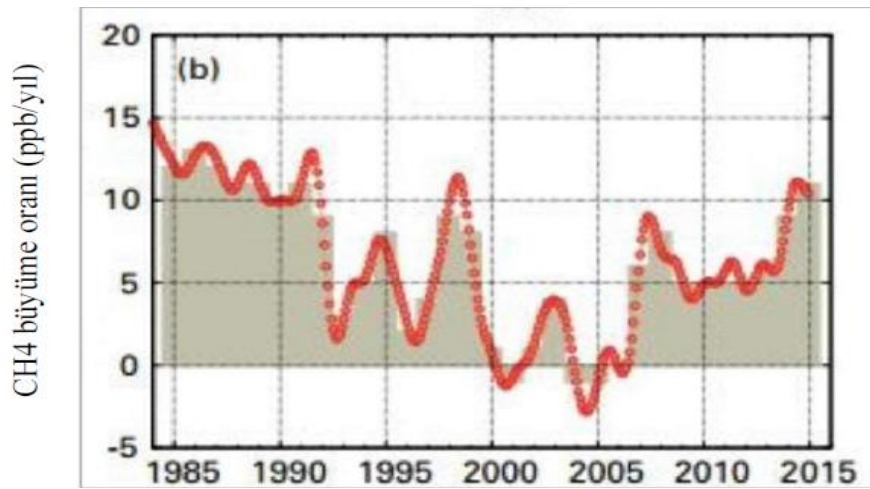
Dünya çapında 1990-2010 yılları arasındaki sera gazı emisyon miktarları incelendiğinde en hızlı artış Çin, Güney Kore, Hindistan ve Türkiye tarafından gerçekleştirilmiştir. ayrıca Rusya Almanya ve İngiltere artış göstermeyerek emisyon miktarlarını azaltmıştır (Arıcı, 2018). Metan; havadan hafif, kokusuz ve renksiz bir gaz olarak atmosferdeki ömrü yaklaşık 10 yıldır. Atmosferde CO<sub>2</sub>'den daha az bulunmaktadır ve CO<sub>2</sub> gazı ile kıyaslandığında 20 kat daha fazla ısı tutuma özelliğine sahiptir (Arıcı, 2018). Metan doğalgazın %95 ini oluşturmaktadır ve küresel ısınmanın yaklaşık dörtte birinin sebebi diyebilmekteyiz (URL-3).

Atmosferdeki metan gazı oranı kömür ve doğal gaz üretimi, biyo-kütle bozunması, bataklıklar, zirai faaliyetler, büyükbaş hayvancılık faaliyetleri ile birlikte artmaktadır.

2016 yılındaki atmosferdeki metan oranı, antropojenik kaynaklara bağlı olarak sanayi devrimi öncesindeki dönem ile kıyaslandığında %257 katına ulaşmıştır (Arıcı, 2018).

Metan salınımlarının %40'ı doğal kaynaklı, %60 insan kaynaklıdır (antropojeniktir). Antropojenik salımların %21'ine tarımsal faaliyetlerden kaynaklı olmaktadır ve %80'lik oranını hayvancılık %20'lik oranı pirinç üretimi sağlamaktadır. İnsan faaliyetleri sonucu artması enerji üretiminden kaynaklı olmaktadır. Fosil yakıtların çıkarılması, depolanması, farklı bir enerji türüne dönüşmesi ve dağıtılması süreçlerinde metan salınımı olmaktadır (URL-3).

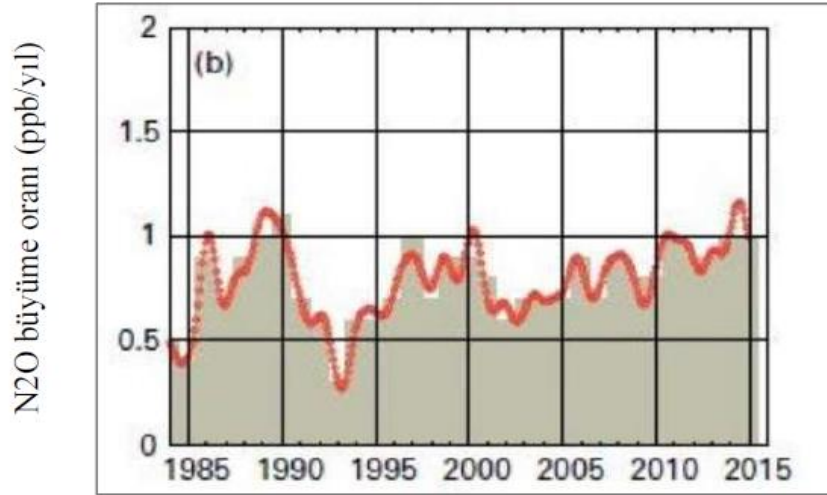
Şekil 3.3'te Atmosferdeki 1985-2015 yılları arasındaki yıllık ortalama CH<sub>4</sub> artışı gösterilmiştir. 1985 itibariyle CH<sub>4</sub> miktarı artmıştır. 1990-2006 yılları arasında artış hızı durmuş, 2007 yılından günümüze kadar artmaya devam etmiştir. Bu artışın sebebi antropojenik kaynaklardan salınan CH<sub>4</sub> emisyonlarının artmasıdır (Arıcı, 2018). Nitrozoksit (N<sub>2</sub>O), emisyonları diğer sera gazlarına göre daha az olan, küresel ısınma potansiyeli yüksek olan gazdır. NO<sub>2</sub>'nin atmosferde kalış süresi 114 yıldır ve CO<sub>2</sub> küresel ısınma potansiyelinin 298 katıdır (Arı, 2013). Nitrozoksit (N<sub>2</sub>O); tarım faaliyetleri, sulak alanlar, orman ve çöp deponi sahaları, fosil yakıtların tüketimi ve nitrik asit ve naylon üretimi yapan endüstriyel proseslerden kaynaklı oluşmaktadır (Arıcı, 2018). Ayrıca gübre, tavuk gübresi, arıtma çamuru faaliyetleri ve sulama veya yağışla da ortaya çıkmaktadır (Arı, 2013).



Şekil 3.3. Atmosferdeki yıllık ortalama CH<sub>4</sub> artışı (Arıcı, 2018).

Şekil 3.4'te verilen atmosferdeki 1985-2015 yılları arasındaki yıllık ortalama N<sub>2</sub>O artışı incelendiğinde 1985-1989 yılları arasında itibariyle N<sub>2</sub>O miktarı arttığı görülmektedir.

1990-1993 yılları arasında artış hızı düşmüş, 1994 yılı itibariyle artmaya devam etmiştir. 1994 yılından sonra meydana gelen bu artış, artan gübre tüketimi ile ısınma ve enerji elde etmek amacıyla kullanılan kömürden kaynaklanmaktadır (Arıcı, 2018).



Şekil 3.4. Atmosferdeki yıllık ortalama NO<sub>2</sub> artışı (Arıcı, 2018).

Ozon (O<sub>3</sub>); Atmosferin ozon tabakasını oluşturan bu gaz tabakası, güneşten yeryüzüne gelen ultraviyole ışınlarının fazlasını atmosferde absorbe etmektedir (Akın, 2006).

Ozonun ömrü Diğer sera gazlarına göre daha kısa olması dolayısıyla atmosferde düzenli bir dağılım gösterememektedir. Ozon doğrudan insan etkilerine bağlı olarak atmosfere verilmemekte ve insan faaliyetleri sonucu oluşan diğer emisyonların (Azot oksitler, hidrokarbonlar, karbonmonoksit vb.) kimyasal değişimleri neticesinde meydana gelmektedir (Aksay vd., 2005).

Karbonmonoksit (CO); Zehirli bir gazdır ve en çok insan faaliyetleri sonucu oluşmaktadır (Akın, 2006). Yakıtların eksik yanması sonucu ortaya çıkan CO ömrü kısadır ve atmosferdeki prosesler sonucunda CO<sub>2</sub> formuna dönüşür (Pekin, 2006).

Halokarbonlar (CFC), parfüm sanayinde sprelerde, soğutucularda kullanılmaktadır. Son yıllarda kullanımı oldukça fazlaşan sprey ve soğutuculardaki bu gazlar ozon

tabakası içerisindeki O<sub>3</sub>'ü oksijene dönüşmesine neden olarak bu tabakanın kalınlığının azalmasına neden olmaktadır (Akın, 2006).

Birçok ülkede kullanımı yasaklanmıştır. Sera etkisinin yaklaşık %10-25 karşılamaktadır. Atmosferik ısınmaya etkisi fazladır. 1987 yılında imzalanan Montreal protokolünde CFC'lerin üretiminin azaltılması ve bir süre sonra kaldırılmasına ve ikame başka çözümler bulunmasına karar verilmiştir. Ancak bu konuda dünya genelinde başarılı olunamamıştır (Aksay vd., 2005).

Hidroflorokarbonlar ağırlıklı olarak endüstriyel faaliyetler sonucu oluşmakta olup bu endüstrilerin başında alüminyum eritme, yarı iletkenlerin üretimi, elektrik güç santralleri ve magnezyum döküm sektörleri gelmektedir. Atmosfer ömürleri çok uzundur ve kızılötesi ışınları tutabilmektedirler. Böylece iklime etkileri büyüktür (Arıcı, 2018). Atmosferdeki sera gazı miktarı arttıkça o kadar fazla ısı hapsedilmektedir. Sera gazı etkisi, normal şartlar altında gezegeni uygun sıcaklıkta tutmaktadır. Ancak insan etkileri atmosferdeki sera gazlarının miktarını arttırmaktadır, bu da sera gazı etkisini daha güçlendirerek, yeryüzünün sıcaklığını arttırmakta ve iklimleri değiştirmektedir (URL-1).

Sera gazı emisyonları etkisiyle son 100 yıl içinde yerkürede 0,5°C'lik bir ısı artışı meydana gelmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda önümüzdeki on yıl içinde bu artışın 0,5°-1°C'yi bulacağı tahmin edilmektedir. İklim modelleme çalışmalarına göre; bu emisyonlar azaltılmadığı takdirde, gelecek yüzyılda dünyanın 1,4 ila 5,8°C'lik bir ısı artışı ile karşı karşıya kalacağı öngörülmektedir. İklimde meydana gelmesi tahmin edilen bu ısı değişimi sonucunda özellikle bölgesel ve küresel ölçekte yağış miktarı ve su akışlarında değişiklikler ile aşırı hidrolojik faaliyetlerin ortaya çıkması muhtemeldir. İklimdeki bu olumsuz varyasyonlar, sadece hidrolojik etkilerle değil ekonomik ve sosyal açıdan da olumsuz etkilere de sebep olacaktır. Yerel yönetimler açısından altyapı (yapı, ulaşım, enerji ve su) çalışmaları da iklim farklılığından olumsuz etkilenmekte ve özellikle şehirleşmenin fazla olduğu bölgelerde sorunlar yaşanabilecektir. Sera gazları atmosferdeki oran/etki yönünden değerlendirilecek olursa CO<sub>2</sub> atmosferde çok yüksek orana sahip olmasına karşın en az küresel ısınma potansiyeli gösterirken, en az atmosfer salınımı olan SF<sub>6</sub> ise en çok küresel ısınmaya neden olan gazların başında gelmektedir. Dolayısıyla küresel ısınma üzerinde her sera gazının farklı etki göstermesi mümkündür (Öncar Şentürk

vd., 2023). İklim değışikliği ile birlikte artık birçok canlı türü için artık yaşanılmaz hale gelecektir. Ekosistemin bozulması doğanın ve canlı yaşamının tehdit altında olduğunu göstermektedir.

### 3.1.2 İklim değışikliğinin nedenleri ve olumsuz sonuçları

Maruz kaldığımız çevre problemleri; hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği ve gürültü kirliliği, asit yağmurları, kuraklık, açlık, sanayileşmeden kaynaklı atıklar, nükleer enerji kullanımından kaynaklı riskler, kentleşmeden kaynaklı hastalıklar, ozon tabakasının incilmesi ve iklim değışikliğidir. Bu çevre sorunları insanların oluşturduğu etkiler ve yapay çevrede oluşan olumsuzluklardır (İğci ve Çobanoğlu, 2019).

İklim değışikliği yaşamı tehdit eden en önemli risklerden biridir. Dünya genelinde bu konuya duyarsız kalınmamış ve bu krizin önüne geçebilmek adına çalışmalar başlatılmıştır. İklim değışikliğinin nedenlerini ve sonuçlarını genel olarak şu şekilde sıralanabilir;

#### Nedenleri

- Antropojenik faktörler,
- Atmosferde var olan sera gazı ve partikül miktarlarında olabilecek artışlar,
- Ozon tabakasının kalınlığında meydana gelen incelme,
- Antropojenik etkiler sebebiyle çevre tahribatı,
- Yerkabuğundaki plaka hareketleri,
- Güneş aktivitelerinde ve Yerküre-Güneş arasında meydana gelen astronomik değışiklikler

#### Sonuçları

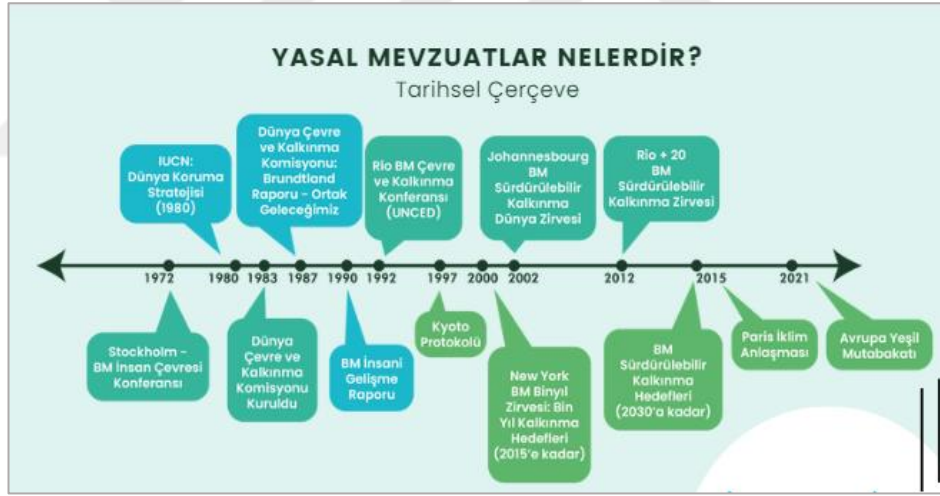
- Kullanılabilir temiz su kaynaklarının miktarında azalma,
- Ormanlık alanlarda oluşan yangınları
- Kuraklık ve çölleşme ile ekolojik etkileri
- Buzulların erimesi ve buna bağlı olarak ani seller
- Hastalık tehditleri

- Karalarda, tatlı sularda ve denizlerde yaşayan canlıların zarar görmesi
- Okyanus ve deniz suyu sıcaklıklarında artış ve asitleşme

### 3.2 İklim Değişikliği ile İlgili Uluslararası Yasal Yönetmelik ve Düzenlemeler

Sürdürülebilir kalkınma stratejileri izleyen ülkeler çevresel ve iklim değişikliği risklerini ortadan kaldırmak amaçlı bu konularda çalışmalar yapmış ve uzun vadeli ortak stratejiler geliştirmişlerdir (İğci ve Çobanoğlu, 2019).

Sera etkisi ve iklim iklimlendirme çözümleri, dünya genelindeki çevre bilimcileri, meteorologlar ve çeşitli bilim alanlarında kapsamlı olarak araştırılmakta ve izlenmektedir. Bu konularla ilgili çözümler genellikle sera emisyon emisyonlarını artırmaya yönelik birleştirmede ve uluslararası düzeyde çeşitli anlaşmalarla desteklenmektedir. Yapılan çalışmalar Şekil 3.5'te gösterilmiştir ve sırayla açıklanmıştır.



Şekil 3.5. Uluslararası tarihsel çerçeve.

#### 3.2.1 Stockholm- BM insan çevresi konferansı

BM İnsan Çevresi Konferansında (Stockholm Konferansı), 1972 yılında 5-16 Haziran tarihleri arasında, Stockholm'de gerçekleştirilmiştir. Sosyo-ekonomik ve gelişme düzeyleri açısından farklılık gösteren ülkelerin bu konferans için bir araya gelmesi sonucu "çevre" konusu için BM İnsan Çevresi Bildirisi kabul edilmiştir (URL-4).

Bu konferans BM'nin çevre konusunda uluslararası kapsamda gerçekleştirmiş olduğu ilk büyük konferanstır ve uluslararası çevre politikasının gelişimine önemli katkılar sağlamıştır. Bu konferansa 114 hükümetten delegasyonlar katıldı. Konferansta uluslararası çevre hukukunu vizyonu oluşmuştur. Konferansta kirlilik, çevre eğitimi, doğal kaynak yönetimi, sürdürülebilir kalkınma ve uluslararası kuruluşlar gibi başlıklarda 109 maddede belirtilen özel tavsiyeleri içeren bir eylem planı özelliği taşıyan "Çevresel Eylem Çerçevesi" hazırlanmıştır (Asan, 2022).

### **3.2.2 IUCN: Dünya koruma stratejisi (1980)**

IUCN: Dünya Koruma Stratejisi; 1948'de Fransa'da kabul edilen doğal hayatın sürdürülebilir kullanımını sağlamak konusunda toplumları bilinçlendirmek için kurulmuş ve 160'dan fazla ülkeden 1400'ün üzerinde devlet kuruluşu ile sivil toplum örgütlerinin katıldığı bir çevre örgütü özelliği taşımaktadır (Yıldız ve Aydın, 2023).

Kurum ve kuruluşların katılımıyla oluşan birlik; 6 teknik komisyon, 8 bölgesel ofis, 5 bölgesel komite ve 60 ulusal komiteyi kadrosunda barındırmaktadır. Türlerin korunması komisyonu; Korunan alanlar komisyonu; Çevre hukuku komisyonu; Doğa koruma ve eğitim komisyonu; Ekosistem yönetimi komisyonu; Çevre ekonomisi ve sosyal politika komisyonu olmak üzere belirlenen bu teknik komisyonlarda Türk bilim insanlarının da yer aldığı dünyadaki farklı bölgelerden yaklaşık 15000 bilim insanı ve uzman görev almaktadır (URL-5).

IUCN'in; doğal yaşamı, bütünlüğünü ve çeşitliliğini korumak, doğal kaynakların sürdürülebilirliğini sağlamak, iklim değişikiminin olumsuz etkilerini önlenmek, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması, doğal afetlerin olumsuz etkilerini minimize etmek, biyo-teknoloji, yeşil ekonomi, eko-turizm, nesli tehlike altında bulunan türlerin izlenmesi, doğal kaynak yönetimi ve sürdürülebilirlik açısından stratejik dokümanların hazırlanmasında uluslararası kuruluşlara (BM bünyesindeki örgütler vb.) teknik destek vermek ve toplumları bilinçlendirmek için faaliyet göstermek gibi görevleri bulunmaktadır (URL-6).

IUCN akademik çevreler ile sivil toplum kuruluşları da üye olabildiği devlet ve resmi olmayan kuruluşları da birleştiren bir birliktir. Türkiye'den bu kuruluşa Tarım ve Orman Bakanlığı, TEMA Vakfı, Türkiye Tabiatını Koruma Derneği (TTKD),

Doğal Hayatı Koruma Vakfı (WWF Turkey), Doğa Derneği (DD), Kaz Dağı ve Madra Dağı Belediyeler Birliği (KMBB) ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü gibi kurumlar üye olmuştur (Yıldız ve Aydın, 2023). IUCN tarafından belirlenen hedeflere erişmek için Ramsar Sözleşmesi, Nesli Tükenmekte Olan Türlerde Uluslararası Ticaret Sözleşmesi, Dünya Mirası Sözleşmesi ve Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi gibi büyük çevre sözleşmelerinin ve uluslararası anlaşmaların oluşturulmasında ve geliştirilmesinde örgüt etkili olmuştur.

IUCN'nın organları kongre, konsey, Ulusal ve bölgesel komiteler ve komisyonlardır. Kongre: IUCN'in dört yılda bir düzenlen en önemli organıdır. Tarihi ve gerçekleştirileceği yer Konsey tarafından karara bağlanan kongrede, IUCN'in genel politikaları belirlenmekte, mali raporlar değerlendirilmekte ve hükûmetlerle ulusal/uluslararası kuruluşlara IUCN'in faaliyetleri çerçevesinde önerilerde bulunmaktadır. Konsey: Örgütün IUCN Başkanı, Muhasip, Komisyon Başkanları ve Bölgesel Konsey üyelerinden oluşan icra kanadıdır. Zhang Xinheng (Çin) 6-15 Eylül 2012 tarihlerinde Jeju/Güney Kore'de 4. IUCN Kongresinde yapılan seçimlerde IUCN Başkanı seçilmiştir. Konsey'in görevleri; Genel Direktör'ü tayin etmek, Kongre kararları çerçevesinde politikaları yönlendirmek, UCN hedeflerine göre bildirimler yayınlamak, Kongre'ye ve üyelere süreçlerle ilgili raporlama yapmak, diğer yılın programını yapmak, Komisyonların faaliyetlerini gözlemlemektir (URL-7). Ayrıca 2012 yılında gerçekleştirilen Kongre sırasında Dr. Nilüfer ORAL Batı Avrupa temsilcisi ünvanıyla Konsey üyeliğine seçilmiş 2016 yılında gerçekleştirilen son Kongre'ye kadar görevini başarı ile yürütmüştür. Ülkemiz, IUCN'e Devlet Temsilcisi statüsü ile 1 Ocak 1993 senesinde üye olmuştur (URL-5).

Ulusal ve bölgesel komiteler: sadece IUCN üyelerinin katılımına yönelik komitelerdir. Komisyonlar; kongre tarafından kurularak faaliyete ilişkin raporlar sunmaktadır (URL-6).

### **3.2.3 Dünya çevre ve kalkınma komisyonu: Brundtland raporu-ortak geleceğimiz**

Komisyon, 1983 yılında Norveç Başbakanı Gro Harlem Brundtland başkanlığında Birleşmiş Milletler tarafından kurulmuş bir komisyondur (Nemli, 1998).

Brundtland Raporu olarak da bilinen Ortak Geleceğimiz, 1987 yılında Norveç Başbakanı Gro Harlem Brundtland başkanlığında, 20 ayrı ülkeden katılımcıların bulunduğu Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nca (The World Commission on Environment and Development-WCED) hazırlanarak 1987 yılında Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'na sunulmuştur. Gittikçe büyüyen çevresel sorunları ile birlikte çevresel büyüme ve ekonomik kalkınma arasında bağlantı kurulması ve "sürdürülebilir" olması konularının işlenmiştir (Bozlağan, 2005). Bu raporun en önemli özelliklerinden biri yeryüzünde çevre ve gelecek endişesini paylaşan bütün ilgili kişi ve kuruluşların görüşlerini bir araya getirmiş olmasıdır (Nemli, 1998). Böylece Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun çalışmaları ile birlikte 1992 Dünya Zirvesi'nin toplanması ve Gündem 21'in ve Rio Deklarasyonu'nun kabul edilmesi ve Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu'nun kurulması için temel oluşturulmuştur.

#### **3.2.4 Birleşmiş milletler insani geliştirme raporu**

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), yıllık İnsani Gelişme Raporunda 191 ülkenin İnsani Gelişme Endeksini (İGE) derlemektedir. Ülkeler arasında ve zaman içinde karşılaştırılabilir bir insani gelişme ölçüsü değerlendirmesi yapabilmek amacıyla sağlık, eğitim ve geliri dikkate alınmaktadır. İnsani gelişme raporuna göre ülkeler 3 ana kategoride değerlendirilmektedir. Bunlar yüksek gelişme, orta gelişme ve düşük gelişmedir. 1990 yılında yayımlanan ilk rapordan bu yana Türkiye orta gelişme kategorisinde yer almaktadır (Koçak ve Uçan, 2018).

#### **3.2.5 Rio birleşmiş milletler konferansı (Unced)**

1992 yılında 3-14 Haziran tarihleri arasında, Rio de Janerio'da düzenlenen BM Çevre ve Kalkınma Konferansı (Rio Konferansı), ulusların çevreye duyarlı yönetim şekillerini benimsemelerine yönelik ilkelerin kabul edilmesi açısından önemli bir girişim özelliği taşımaktadır. Bildiri ile Orman İlkeleri de kabul edilmiş olup Konferans sırasında, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ile BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi de imzaya sunulmuştur. Rio Konferansı'nda alınan kararlar sonucunda hazırlanan BM Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi ise, 1994 yılında imzaya sunulmuştur (URL-4).

### **3.2.6 Kyoto protokolü**

1997 yılında kabul edilerek 2005'te yürürlüğe giren Kyoto Protokolü, iklim değişikliği ile mücadele sürecinde atılacak adımların netleştirilmesi için yapılan ilk girişimdir ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi içerisinde imzalanmıştır. Protokole imza atan ülkeler, karbon dioksit ve sera etkisine neden olan gazların salımını azaltmaya veya karbon ticareti yoluyla haklarını arttırma yoluna gitmişlerdir. Protokole göre ülkeler, atmosfere bıraktıkları karbon miktarını 1990 yılındaki oranlara düşüreceklerdir. Kyoto Protokolüne 2009 yılında dâhil olan Türkiye, protokolün kabul edildiği 1997 yılında henüz BMİDÇS'ne taraf olmadığı için sayısallaştırılmış sera gazı emisyon azaltım veya sınırlama yükümlülüklerinin tanımlandığı Protokol'ün Ek listesine dahil edilmemiştir. Bu nedenle ülkemizin, Kyoto Protokolü kapsamında sayısallaştırılmış sera gazı emisyon azaltım veya sınırlama taahhüdü bulunmamaktadır (URL-7).

### **3.2.7 New York bin yıl zirvesi: bin yıl kalkınma hedefleri**

Eylül 2000'de Birleşmiş Milletler'in New York Binyıl Zirvesi'nde, Birleşmiş Milletler'e üye bulunan 192 ülkenin 2015'e kadar uygulaması gereken; yoksulluğun ve açlığın azaltılması, herkesin temel eğitim alması, kadınların güçlendirilmesi ve toplumsal cinsiyet eşitliğinin sağlanması, çocuk ölüm oranının düşürülmesi, ana-çocuk sağlığının iyileştirilmesi, HIV/AIDS, sıtma ve diğer hastalıklara çözüm bulunması ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması başlıklı sekiz hedef belirlenmiştir. Binyıl Bildirgesi, 21. yüzyılın uluslararası ilişkileri ile ilgili zorunlu olan özgürlük, eşitlik, dayanışma, hoşgörü, doğaya saygı, ortak sorumluluk temel değerlerine yer vermiştir (Akyıldız, 2011).

### **3.2.8 Johannesburg bin sürdürülebilir kalkınma dünya zirvesi**

Rio Konferansı sonrasında ortak hedeflerin ve gündemlerin benimsenmesi sürecinde, Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'ndan on yıl sonra 26 Ağustos-4 Eylül 2002 tarihleri arasında Johannesburg'ta Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi (Rio+10) düzenlenmiş ve çevrenin korunmasıyla sosyal ve ekonomik gelişmenin koordineli bir şekilde yürütülerek sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması konuları değerlendirilmiş ve Johannesburg Zirvesi sonunda Uygulama Planı ve

Siyasi Bildirisi ortaya çıkmıştır. Ek olarak Su, Enerji, Sağlık, Tarım ve Biyolojik Çeşitlilik konularının da görüldüğü oturumlar düzenlenmiştir (URL-8).

### **3.2.9 Rio +20 bm sürdürülebilir kalkınma zirvesi**

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı (Rio+20 Zirvesi) 20-22 Haziran 2012 tarihlerinde Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde gerçekleştirilmiştir. Zirveye, 40.000'den fazla kişi katılmıştır. Ülkemiz adına kamu kurumları, üniversiteler, özel sektörden temsilcilerinin de yer aldığı yaklaşık 200 kişilik Türk Heyeti katılmıştır. Rio+20 Zirvesi'nde "yeşil büyüme" hedefi için uzlaşma amaçlanmıştır (URL-8).

Bu konferansta yeşil ekonomi ve sürdürülebilir kalkınmanın kurumsal çerçevesinin gözden geçirilmesi ve iyileştirilmesi, BM Çevre Programı'nın (UNEP) güçlendirilmesi, yeşil ekonomi, okyanuslar, adaletsizlik, yoksullukla mücadele ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri gibi temel konular gündeme getirilmiştir. Zirve sonuçları

- Sürdürülebilir Kalkınma: 2013'e kadar tüm ülkeleri dâhil edecek şekilde sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin BM'ye sunulması beklenmektedir.
- Fosil Yakıt: Fosil yakıt artık desteklenmeyecek ve 2020'ye kadar sınırlanacaktır.
- Okyanuslar: 2025'e kadar ülkeler okyanus ve deniz kirlenmesini önlemede gerekli önemi verecek ve destek sağlayacaktır.
- Ormanlar: Ormanlar konusunda sonuca varılmamıştır.
- Kurumsal Yapı: UNEP'in kurumsal yapısının iyileştirilmesi konusunda sonuca varılmamıştır.
- Yeşil ekonomi: Ülkelerin kendi inisiyatifine bırakılmıştır. İhtiyaç sahibi ülkelere finansal destek ihtiyacı için talep edilen 30 Milyar Dolar fon üzerinde de anlaşma sağlanamamaktadır (URL-9).

### **3.2.10 BM sürdürülebilir kalkınma hedefleri (2030'a kadar)**

Birleşmiş Milletlerin (BM) 25 Eylül 2015 tarihinde New York'ta düzenlenen Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde 2030 yılına kadar ulaşılması gereken Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarını belirlenmiştir. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları 17 amaç ve 169 hedeften oluşmaktadır (URL-10).

UNESCO'nun katılımıyla kürese ve sürdürülebilir kalkınma gündemini oluşturarak “İnsanlar tarafında insanlar için” bir gündem oluşturulması amaçlanmıştır. Aşırı yoksulluğu sonlandırmak, eşitsizlik ve adaletsizlik ile mücadele, çevre korunması, iklim krizine karşı önlem alınması ve barışın sağlanması gibi ana hedefler belirlenmiştir (URL-11).

### **3.2.11 Paris iklim antlaşması**

Paris Antlaşması, Aralık 2015 yılında 21. BM İklim Değişikliği Konferansı'nda (COP21) onaylanmış ve Paris İklim Antlaşması Nisan 2016'da 191 ülke tarafından imzalanmıştır.

5 Ekim 2016 itibarıyla sera gazı emisyonlarının %55'ini oluşturan en az 55 tarafın anlaşmayı kabul etmesi koşulu sağlanarak, 4 Kasım 2016'da anlaşma yürürlüğe girmiştir. Türkiye ise 5 Ekim 2021 tarihinde antlaşmaya taraf olan 192. ülke olmuştur (URL-12).

Paris İklim Anlaşması, öncelikli olarak sürdürülebilir kalkınma ve yoksulluğun ortadan kaldırılması amacıyla Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin uygulamalarını geliştirmeyi hedeflemektedir. Ortalama yüzey ısısındaki artışı 1,5 derecenin altında tutarak maksimum 2 derece ile sınırlandırmayı, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı uyum sağlamayı ve direnci artırmayı, düşük sera gazı emisyonu sağlayarak kalkınmayı gerçekleştirmeyi ve verilen süre sonunda sera gazı emisyonlarının sıfırlanması için ülkelerin ortak çalışmasını desteklemektedir (URL-13).

2053 net sıfır taahhüdüne göre, Türkiye'nin net sıfır hedefine ulaşması için toplam sera gazı emisyonunu yüzde 80 oranında azaltması gerekmektedir.

### **3.2.12 Avrupa yeşil mutabakatı**

Avrupa Yeşil Mutabakatı: AB'nin 2050'ye kadar net sera gazı emisyonlarının sıfırlanması ve ekonomik büyümenin kaynak kullanımına bağlılığının sonlanması gibi temel hedefleri içeren yeni büyüme stratejisidir. 11 Aralık 2019 tarihinde Avrupa Komisyonu tarafından Avrupa Yeşil Mutabakatı yayımlanmıştır.

Avrupa Yeşil Mutabakatı, Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan AB'nin 2050'ye kadar net sera gazı emisyonlarının sıfırlanması ve ekonomik büyümenin kaynak kullanımına bağlılığının sonlanması amaçlanmıştır. İnsan sağlığının ve doğal ekosistemin korunması, kaynakların sürdürülebilir şekilde kullanımı; yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, enerji sistemleri, döngüsel ekonomi ve sürdürülebilir binalar belgenin önemli parametreleridir (Üstün, 2021).



**Şekil 3.6.** Paris Anlaşması Cumhurbaşkanlığı Kararı (Resmi Gazete, 2021).

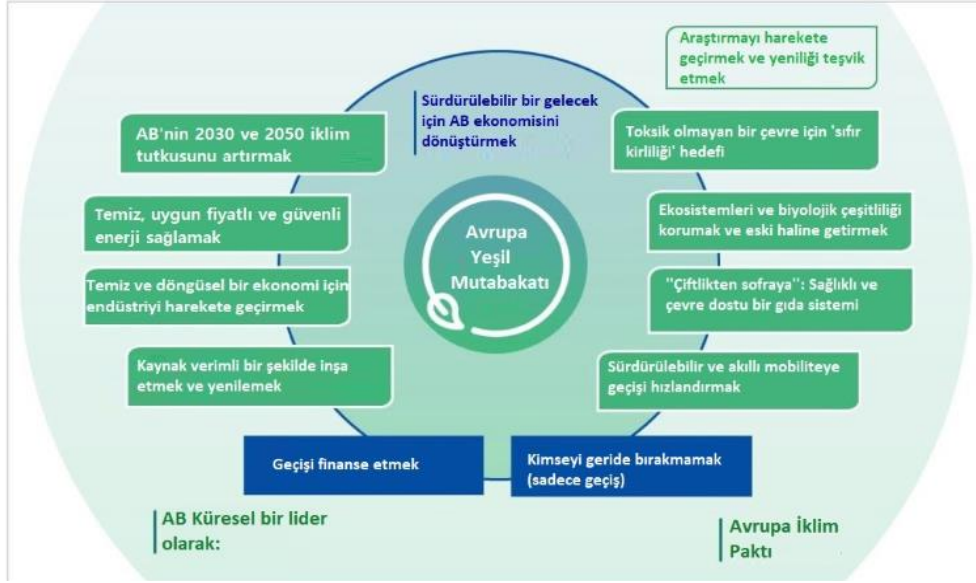
Şekil 3.7'de Avrupa Yeşil Mutabakatına Uyum çerçevesindeki araştırma başlıkları verilmiş olup iklim değişikliği, çevre ve biyo-çeşitlilik, temiz ve döngüsel ekonomi, temiz, erişilebilir ve güvenli enerji arzı, yeşil ve sürdürülebilir tarım: tarladan sofraya sürdürülebilir tarım, sürdürülebilir ulaşımdır. Türkiye'de dokuz ana alan altında 32 hedef ve 81 eylemden oluşan Yeşil Mutabakatı eylem planı, Ticaret Bakanlığı tarafından 2021 yılında hazırlanmıştır (Ecer vd., 2021).

Avrupa Yeşil Mutabakatı hedefleri

- 2050 yılına kadar net sıfır sera gazı emisyon değerinin sağlanması,
- Ekonomik büyüme ile kaynak kullanımının ayrıştırılması,
- Kimsenin ve hiçbir yerin arkada bırakılmamasıdır.

AYM eylem planı ile karbon salımlarının sıfırlanması, enerji sektörünün karbondan arındırılması, çevre dostu teknolojilerin kullanılması, kaynak kullanımına bağlılığın sona ermesi hedeflenmektedir.

AYM'de belirlenen "temiz, ekonomik ve güvenli enerji" sağlama hedefi gereğince planlanan hedefler Şekil 3.7'de gösterilmiştir (Yılmaz, 2022).



Şekil 3.7. Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamaları (Avrupa Komisyonu, 2019).

### 3.3 Madencilik Sektörü ve İklim Değişikliği

Yer kabuğunda ve su kaynaklarında ekonomik ve ticarî değere sahip -petrol, doğal gaz, jeotermal ve su kaynakları dışında kalan- her türlü doğal materyal maden olarak tanımlanmaktadır (Resmi Gazete, 1985).

Madencilik, toplumların hammadde ihtiyaçlarını karşılayan bir üretim alanı olduğu için kullandığımız bütün eşyalarda, yaşadığımız evlerde ve yürüdüğümüz yollarda madenlerden faydalandığımızı görmekteyiz. Ülkemiz maden açısından oldukça zengin olup ülkemizde çıkarılan madenler arasında bakır, bor, boksit, demir, krom, kükürt, manganez, cıva, tuz, taşkömürü, linyit, asbest sayılabilir.

Madencilik faaliyetleri sonucunda emisyon açığa çıkarak hava kirliliği çevre ve insan sağlığı için önemli ve büyük bir risk olmaktadır. Dünya’da her yıl yaklaşık yedi milyon insan hava kirliliğinden kaynaklı hastalık nedeniyle ölmekte ve % 90’ının önemli derecede kirletici bulunan hava soluduğu ortaya çıkmaktadır. (Değirmenci ve Yavuz, 2021).

Havada belirli bir süre boyunca askıda kalabilen 75 µm boyutundan daha küçük partiküller toz olarak tanımlanmaktadır. Tozlar, farklı organik ve inorganik maddelerden; delme, patlatma, kırma, eleme, öğütme, parçalanma, taşınma, aşınma ve yanma gibi faaliyetler sonucu meydana gelen, tane boyutu 1 µm ila 100 µm arasında değişebilen boyutta ve yerçekiminin etkisiyle yavaş yavaş çökme özelliğine

sahip maddelerdir. Hava içinde askıda bulunan katı ve sıvı partiküller (aerosoller) ise PM (partikül madde) olarak tanımlanmaktadır. Partikül maddelerin kaynakları madencilik, şantiyeler, filtresiz bacalar, yollar, çimento fabrikaları, enerji üretim tesisleri ve yangınlardır (Duran vd., 2021).

Hava kirliliğine neden olan önemli bileşenlerin başında PM'ler gelmektedir. Özellikle de açık ocak madenciliğinde karşımıza çıkmaktadır. Bu da gösteriyor ki hava kalitesinin bozulmasında madencilik sektörünün etkisi büyüktür. Madencilik sektöründe çalışanlar bu toz ve partikül maddelerin (PM) olumsuz etkilerine fazlasıyla maruz kalmaktadırlar. Toz partikülleri rüzgâr aracılığıyla zemine veya suya karışabilmektedir. Bu toz partikülleri bitki örtüsünün ve ormanların zarar görmesine, asit yağmurlarının oluşmasına, göl ve akarsu yataklarının doğasını bozarak asidik hale gelmesine neden olmaktadır (Duran vd., 2021).

Madencilik faaliyetleri sonucu açığa çıkan PM miktarı;

- Maden sahasındaki meteorolojik faktörlere (rüzgâr hızı ve yönü, hava nemi, sıcaklık vb.),
- Madencilik faaliyeti sırasında kullanılan ekipmanın özelliklerine (kepçe/kova kapasitesi, kamyon seyir hızı, çalışma periyodu vb.)
- Madenden çıkarılan malzemenin fiziksel özelliklerine (nem ve silt içeriği) bağlı olarak değişmektedir (Duran vd., 2021).

Madencilik faaliyetlerinin iklim değişikliği ile ilişkisi;

- Üretimde kullanılan enerji kaynaklı emisyonlar
- Malzemelerin üretimi sırasında oluşan emisyonlar
- Araç yakıtından kaynaklanan emisyonlar
- Patlatma esnasında ortaya çıkan gazlar ve buna bağlı olarak yer altında bulunan sera gazı açığa çıkması (metan (CH<sub>4</sub>), karbondioksit (CO<sub>2</sub>) gibi)

Madencilik ile iklim değişikliği ilişkisi genel olarak, fosil yakıtların yanması sonucu açığa çıkan gazların sebep olduğu olumsuzluklar gibi görünse de, madencilik faaliyetleri sonucu ortaya çıkan sera gazlarından ve iklim değişikliğinin getirdiği

olumsuz sonuçlarından madencilik sektörü de olumsuz etkilenmektedir (Dikmen, 2017).

İklim değişikliğinin madencilik sektörüne olası etkileri;

- Maden işletmelerinin altyapısına zarar verebilir
- Tedarik ve ulaşımda sorunlar meydana gelebilir
- İşçi sağlığı ve iş güvenliği şartlarında zorluklar meydana gelebilir
- Artan sıcaklıklar kullanılan kaynakların fiyatlarını arttırabilir
- Artan sıcaklıklar ve yağışlar işletme koşullarını doğrudan etkileyebilir
- Madenlerin bulunduğu yöre halkındaki kaygıları daha fazla arttırabilir

Endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan toz salınımları (emisyonlar), ilk olarak 3 Temmuz 2009 tarihinde 27277 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (SKHKKY) dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Maden faaliyetlerinde kütleli debi hesaplamaları yapılırken patlatma, sökme, yükleme, boşaltma, nakliye vb. durumlarında oluşan toz emisyon faktörlerinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi, kontrollü ve kontrolsüz durumlara göre yapılmaktadır. 6 Haziran 2008 tarihinde 26898 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY)’nde PM10 örnekleme ve ölçümünün yapılması ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Ayrıca 05 Kasım 2013 tarihinde 28812 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tozla Mücadele Yönetmeliği’nin yürürlüğe girmesi ile birlikte 20/6/2012 tarihinde yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamına işletmelerdeki personelin maruz kaldıkları tozların sınır değerleri belirlenmiştir (Duran vd., 2021).

#### 4. TÜRKİYE’DE İKLİM POLİTİKALARI

Türkiye iklimle mücadele konusunda bir takım çalışmalara taraf olmuş ve kendi iklim politikasını oluşturmak adına çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmalar Çizelge 4.1’de gösterilmiştir ve aşağıda detaylandırılmıştır.

**Çizelge 4.1.** Türkiye’nin iklim değişikliği ile mücadele politikasında uluslararası adımlar.

Ekim-Kasım 2001	Marakeş COP7 Konferansında Türkiye’nin özel şartları resmen tanındı ve Türkiye sözleşmenin Ek-1 listesinde kalarak Ek-2 listesinden çıktı.
Mayıs 2004	Türkiye Sözleşmeye taraf oldu.
Ocak 2007	Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi Sözleşme Sekretaryasına sunuldu.
Ağustos 2009	Türkiye Kyoto Protokolü’ne taraf oldu.
Mayıs 2010	Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi/İDES (2010-2020) YPK tarafından onaylandı.
Temmuz 2011	İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı (İDEP)(2011-2023)uygulamaya konuldu.
Kasım 2011	Türkiye’nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2011-2023) uygulamaya konuldu.
Haziran 2013	Türkiye İklim Değişikliği Beşinci Ulusal Bildirimi (iki, üç, dört ve beşinci bildirimler tek bir başlık altında toplanarak) Sözleşme Sekretaryasına sunuldu.
Ekim 2015	Türkiye INDC Raporu’nu Sözleşme Sekretaryasına resmen iletti.
Ocak 2016	Birinci ve İkinci İki Yıllık Rapor Sözleşme Sekretaryasına sunuldu.
Mart 2016	Türkiye İklim Değişikliği Altıncı Ulusal Bildirimi Sözleşme Sekretaryasına sunuldu.
Ocak 2018	Üçüncü İki Yıllık Rapor Sözleşme Sekretaryasına sunuldu.
Mayıs 2018	Türkiye Sözleşme’nin Ek-1 listesinden çıkmayı Sözleşme Sekretaryasına resmen iletti.
Ekim 2021	Türkiye Paris Anlaşmasını imzaladı.
Temmuz 2021	Ticaret Bakanlığı yeşil mutabakat eylem planı yayımlamıştır.

1992 yılında Birleşmiş Milletler Konferansı “Earth Summit” adı ile Rio de Janeiro kentinde yapılmıştır. Bu konferansta “United Nations Framework Convention on Climate Change (Birleşmiş Milletler iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi)” UNFCCC’nin kabul edilmiştir (Şekil 4.1).

Bu sözleşmeyi 197 ülke imzalamıştır. Sözleşmenin amacı iklim üzerindeki antropojenik etkisine engel olmak, atmosferde serbest haldeki sera gazlarının mümkün olduğunca azaltmak ve engellemek, ekosistemin iklim değişikliğine doğal bir şekilde uyum sağlaması, tarım üretiminin zarar görmemesi ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir şekilde sürmesidir. Şekil 4.2’de de görüleceği üzere UNFCCC sözleşmesi 1994 yılında yürürlüğe girmiştir ve her yıl

tarafının konferansı anlamını taşıyan COP konferansları yapılmaktadır (URL-14).



Şekil 4.1. Birleşmiş milletler iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi (UNFCCC).

Birleşmiş Milletlerin iklim değişikliği konularında yaptığı çalışmalarını UNEP (Birleşmiş Milletler Çevresel Programı) ve WMO: (Dünya Meteoroloji Örgütü) desteklemektedir. IPCC: Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli 1998’de UNEP ve WMO tarafından kurulmuş ve bugün yapılan tüm Karbon Ayak izi çalışmalarının temelinde yer alan Sera Gazı Emisyon Faktörleri veri tabanını yayınlamışlardır (URL-15).

Doğrudan İlgili Uluslararası Antlaşmalar		
<b>BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kabul 1992 (Rio de Janerio)</li><li>• <b>Yürürlük 1994</b></li><li>• Amaç: Atmosfere salınan sera gazlarının miktarını sınırlamak ve iklim sistemindeki olumsuz etkileri önlemek</li></ul>	<b>Kyoto Protokolü</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kabul 1997 (Kyoto)</li><li>• Sera gazları % 55 oranında salım yapan ülkelerin onaylama şartı.</li><li>• <b>Yürürlük 2005</b></li><li>• Amaç: Sanayileşmişler emisyon oranlarını (1990 baz) 2008- 2012 arasında % 5 oranında azaltmayı taahhüt etmeleri.</li></ul>	<b>Paris Anlaşması</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kabul 12 Aralık 2015 (Paris, COP21)</li><li>• İmzaya açılış 22 Nisan 2016.</li><li>• Anlaşma, küresel sera gazı emisyonlarının %55’ini oluşturan en az 55 tarafın anlaşmayı onaylaması şartı.</li><li>• <b>Yürürlük 4 Kasım 2016.</b></li><li>• Amaç:Endüstri Öncesi Dönem’e göre 2° C’nin oldukça altında tutulmasını ve iklim değişikliğinin etki ve risklerini önemli ölçüde düşürebileceğini dikkate alarak sıcaklık artışının 1,5° C’de sınırlandırılması yönünde çaba harcanması.</li></ul>

Şekil 4.2. Doğrudan ilgili uluslararası antlaşmalar.

12 Aralık 2015’de alınan kararlarla sonuçlandırılan ve 4 Kasım 2016 tarihinde de yürürlüğe giren Paris Anlaşması; sera gazı emisyonlarının düşürülmesi, iklim değişikliğine uyum, ekonomi, teknolojik gelişim ve transferleri, kapasite artırımı, şeffaf olma ve gözden geçirme konularında uygulanabilirliğine yönelik kararların görüşüldüğü müzakereler sonucunda 2020 yılı sonuna kadar netleşmesi planlanmıştır. Paris Anlaşması’nın öne çıkan maddelerinden biri olan küresel ısı artışının 2°C’nin altında tutulması ve mümkünse 1,5°C ile

sınırlandırılması maddesi kapsamında, Paris İklim Zirvesi öncesinde ülkelerin küresel sıcaklık artışına neden olan sera gazı emisyonlarını düşürmeyi taahhüt ettikleri ulusal katkı beyanlarını BMİDÇS Sekreteryasına göndermeleri ile süreç sürdürülmektedir (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2022). Anlaşma, taraf ülkelere emisyon azaltımı için sorumluluklar yüklemekte, ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre farklılaşmakta ve gelişmiş ülkelerin emisyonları daha fazla azaltması taahhüt altına almaktadır. Böylece 2050 yılına ulaşıldığında gelişmiş ülkelerin sıfır emisyon düzeyine ulaşması beklenmektedir. 2015 yılında Paris'te COP21'in gerçekleşmesi esnasında anlaşmaya varılan ve uluslararası bir iklim antlaşması olan Paris Anlaşması, iklim konusunda Kyoto Protokol'ünden sonra gelen en önemli antlaşma özelliğini taşımaktadır. 2021 yılında Türkiye de anlaşmaya taraf olarak üretilen zararlı sera gazlarının miktarını azaltmak, rüzgâr ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kullanımını artırmak, küresel sıcaklık artışını 2°C'nin altında tutmak gibi hedefler belirlenmiştir (Öncar Şentürk vd, 2023). 2021 yılı Temmuz ayında yayınlanan Yeşil Mutabakat Eylem Planı'nda ise iklim değişikliği ile mücadele, AB sınırda karbon düzenlemesi yeşil finansman, yeşil ve döngüsel bir ekonomi, temiz, ekonomik ve güvenli enerji arzı, sürdürülebilir tarım, sürdürülebilir akıllı ulaşım gibi alanlarda adımlar atılacağı belirtilmiştir. Aynı zamanda 2021 yılında çevre etiketi ve atık yönetimi konularında firmaların bilgilendirilmesi, atıklarının yeniden kullanımının sağlanması için farkındalık yaratma ve kullanıcının bu konularda bilgilendirilmesi amaçlanmıştır. 22.12.2022'de gerçekleştirilen COP Zirvelerinin amacı, iklim lehine verilen taahhütleri ve yeni taahhütleri müzakere ederek sözleşmeyi geliştirmektir. 2022 yılında gerçekleştirilen İklim Şûrası'nda belirtildiği üzere Ülkemizin 2053 net sıfır emisyon ve yeşil kalkınma hedefleri temel alınarak tüm kurum ve kuruluşların katılımıyla kısa, orta ve uzun vadeli stratejik hedefler belirlenecek, iklim konusunda bir mevzuat geliştirilecek ve geliştirilen bu mevzuata katkı sağlanacak, sera gazı emisyonlarının düşürülmesi ve iklim değişikliğine uyum konularında temel politikalarla öncelikli eylem planı oluşturulacaktır (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2022).

“Taraflar Konferansı'nın (Conference of the Parties)”(İklim Değişikliği Konferansı) her yıl farklı bir ülkede gerçekleştirilmektedir. 28. Taraflar Konferansı, 30.11.2023-12.12.2023 tarihleri arasında Dubai'de gerçekleştirilmiştir. Türkiye, BM Kalkınma Programı (UNDP) "Belirsiz Zamanlar, Huzursuz Yaşamlar: Dönüşen Dünyada

Geleceğimizi Şekillendirmek" başlıklı 2022 İnsani Gelişme Raporu'na göre, Birleşmiş Milletler (BM) İnsani Gelişme Endeksi raporunda "çok yüksek insani gelişme" kategorisine üç kez girmiş ve 191 ülke içinde 48. olmuştur. Bu rapora göre uzun ve sağlıklı yaşam, bilgiye erişim ve insana yakışır yaşam standartları olmak üzere 3 standart değerlendirmeye alınmıştır. Türkiye'nin 1990 ile 2021 yılları arasında insani gelişim endeksinin bu üç standardına göre gelişim gösterdiği kayda geçmiştir. Türkiye'de 1990 ve 2021 yılları arasında yaşam süresi 8,3 yıl, ortalama öğrenim süresi 4,2 yıl ve öğrenim süresi 9,3 yıl artması ve kişi başına düşen gayrisafi milli hâsılanın (GSMH) yaklaşık yüzde 139 artış göstermesi olumlu etkiler olarak gözlenirken Kovid-19 salgını, Rusya- Ukrayna Savaşı ve yaşanan diğer küresel krizler nedeniyle özellikle son 2 yılda insani gelişme endeksi tüm dünyada gerileme göstermiştir. Bu gerilemenin son 32 yıl baz alındığında ilk kez insani gelişme endeksinde üst üste gerçekleşen bir süreç olduğu görülmektedir. Böylece insani gelişme, 2016 yılı düzeyine gerilemiş ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri doğrultusundaki gelişme negatif yönde ilerlemiştir. Bu gerilemenin evrensel boyutta olduğu raporda belirtilmiştir. Şekil 4.3'te verilen 2022 insani gelişme endeksi sıralamasında ilk sıraları İsviçre, Norveç, İzlanda, Hong Kong (Çin), Avustralya, Danimarka, İsveç, İrlanda, Almanya ve Hollanda alırken İngiltere 18'inci, Japonya 19'uncu, ABD 21'inci, Çin ise 79'uncu sırada yer almıştır (URL- 16). Yapılan bu sözleşmelerle küresel ısınmayı azaltabilmek için atmosferik sera gazlarının azaltımına yönelik çalışmalar amaçlanmıştır. Ana başlıklar olarak azaltım, adaptasyon, veri değerlendirmesi, teknoloji transferi emisyon azaltımı belirlenmiştir. Azaltım çalışmaları içerisinde bir ürünün/hizmetin elde edildiği ham maddesinden bertarafına kadar olan tüm aşamaları kapsayan döngü sonucunda oluşturduğu CO<sub>2</sub> miktarı belirlenecektir.



Şekil 4.3. 2022 İnsani gelişme raporu sonuçları.

## 5. KARBON AYAK İZİ

### 5.1 Karbon Ayak İzi Kavramı

Karbon ayak izi, birim karbondioksit cinsinden ölçülen ve antropojenik faaliyetler sonucu üretilen sera gazı miktarının çevreye verdiği zararın ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Bir kuruluş, etkinlik, ürün veya kişi tarafından üretilen sera gazı emisyonlarının tamamı olarak da tanımlanabilen karbon ayak izi, kişi ve kuruluşların faaliyetleri, enerji tüketimi ve ulaşım gibi etkinlikleri sonucunda doğrudan ya da dolaylı atmosfere salınan sera gazı miktarını karbondioksit eşdeğeri cinsinden ifade etmek için kullanılmaktadır.

Kurumsal karbon ayak izi, kurumsal düzeyde karbon ayak izi, kurumların üretim, hizmet, işleme gibi bütün faaliyetleri sonucunda atmosfere salınan ve iklim değişikliğine sebep olan sera gazlarının CO<sub>2</sub> eşdeğer cinsinden ifade edilmesidir (Çolak ve Türkmen, 2023).

#### 5.1.1 Karbon ayak izi azaltım yöntemleri

Karbon ayak izini azaltmak amacıyla aşağıdaki yöntemler uygulanabilmektedir (Şekil 5.1).

- Enerji tasarruflu ekipmanların kullanılması
- Ev ve iş yerlerine yalıtım yapılması
- Atık azaltımı ve geri dönüşüm
- Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanımı
- Seyahatlerin azaltılması
- Kişisel araç kullanımını azaltmak (URL-17)

Kurumsal karbon ayak izini neden hesaplamalıyız?

- Emisyon kaynaklarının belirlenerek ve emisyonların kaynaktan azaltılmasını sağlamak.
- İklim değişikliği sebebiyle oluşan Çevresel, finansal ve mevzuat risklerinin tespit edilerek önlem alınmasını sağlamak.
- Sürdürülebilir ürün ve hizmetleri belirlemek.

- Sektörde çevre konusunda «Yeşil İmaj» ile lider olmak ve bu sayede gelen müşteri taleplerini karşılamak.
- Belirlenen riskler doğrultusunda geleceğe yönelik önlemleri alabilmek için kurumsal ayak izi hesaplamaları mutlaka yapılmalıdır.



Şekil 5.1. Kişi başı ortalama karbondioksit salımı (ton).

## 5.2 Karbon Ayak İzi Standartları

Karbon ayak izi ISO Standartları ve GHG protokolüne yapılmaktadır. Karbon ayak izi bireysel, kurumsal ve ürün olmak üzere 3 farklı kategoride incelenebilir.

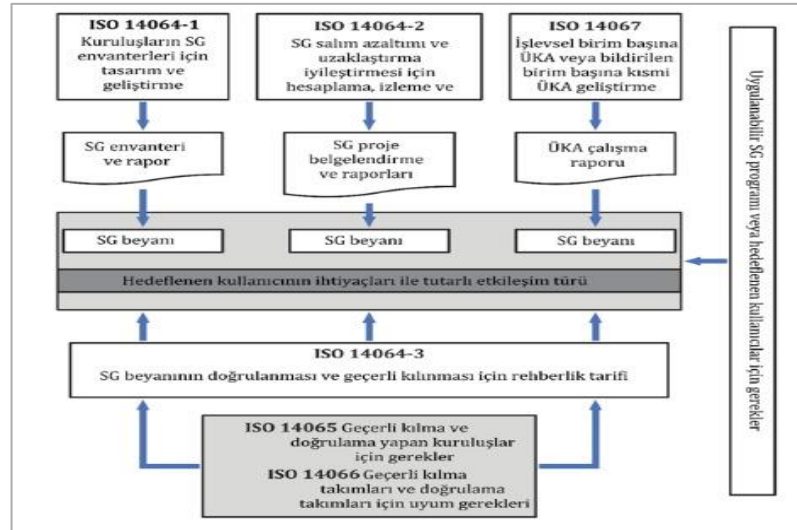
Bireysel Karbon Ayak İzi: Bireysel karbon ayak izi hesaplamaları yapılırken değerlendirilmede 2 aşama kullanılmaktadır:

Birincil Karbon Ayak İzi: Evlerde ve araçlarda fosil yakıtlardan tüketimi (elektrik tüketimi, araç yakıt tüketimi vb.) sonucu oluşan CO2 emisyon miktarının ölçüsüdür (Kızıltan ve Doğan, 2021).

İkincil Karbon Ayak İzi: Kullanılan ürün/hizmetlerden dolayı yollarla oluşan CO2 emisyon miktarının ölçüsüdür. İkincil Karbon Ayak izi ürün ve hizmetlerin üretiminde oluşmaktadır ve bütün yaşam döngüsünü kapsar. Hesaplamalar ISO 14064-1 ve GHG Protokol gibi uluslararası standartlara uygun şekilde yapılmaktadır (Kızıltan ve Doğan, 2021) . Hesaplamalar ISO 14064-1 uluslararası standartlarına uygun olarak yapılmaktadır.

Kurumsal Karbon Ayak İzi: Kurumsal karbon ayak izi hesaplamaları ise doğrudan veya dolaylı olabilmektedir. Doğrudan Karbon Ayak İzi: İşletmelerin üretim süreçlerinde kullandıkları araçlardan kaynaklı fosil yakıtlardan (kömür, doğalgaz vb.) oluşan emisyonların ölçüsüdür. Dolaylı Karbon Ayak İzi: İşletmeler tarafından kullanılan elektrik enerjisinden kaynaklanan emisyonlar veya başka bir işletmeden tedarik edilen buhar, soğutma veya sıcak suya bağlı emisyonların ölçüsüdür. Diğer Dolaylı Karbon Ayak İzi: İşletmelerin alt işveren faaliyetleri dâhil, kiralık araçlarda kullanılan yakıtlara, çalışanlarının iş seyahatlerinde deniz, hava ve kara ulaşımlarına bağlı kullandıkları tüm emisyonlarının ölçüsüdür (Kızıltan ve Doğan, 2021). Hesaplamalar ISO 14064-1 ve GHG Protokol gibi uluslararası standartlara uygun olarak yapılmaktadır (Şekil 5.2).

Ürün karbon Ayak İzi: Ürün karbon ayak izi ise ürünü temel alan bir hesaplama olup ürünün tüm yaşam döngüsü içerisinde (üretim, dağıtım, kullanım ve bertaraf/geri dönüşüm süreçleri esnasında) doğrudan ve dolaylı olarak sebep olduğu karbon emisyonlarının CO<sub>2</sub>eq cinsinden hesaplanması esasına dayanmaktadır. Ürün karbon ayak izi hesabı sırasında kapsam ve sınırların belirlenmesi adına yaygın olarak beşikten mezara ve beşikten kapıya yaklaşımı kullanılmaktadır. Hesaplamalar ISO 14067, PAS 2050 ve GHG Protokol gibi uluslararası standartlara uygun olarak yapılmaktadır (Şekil 5.2).



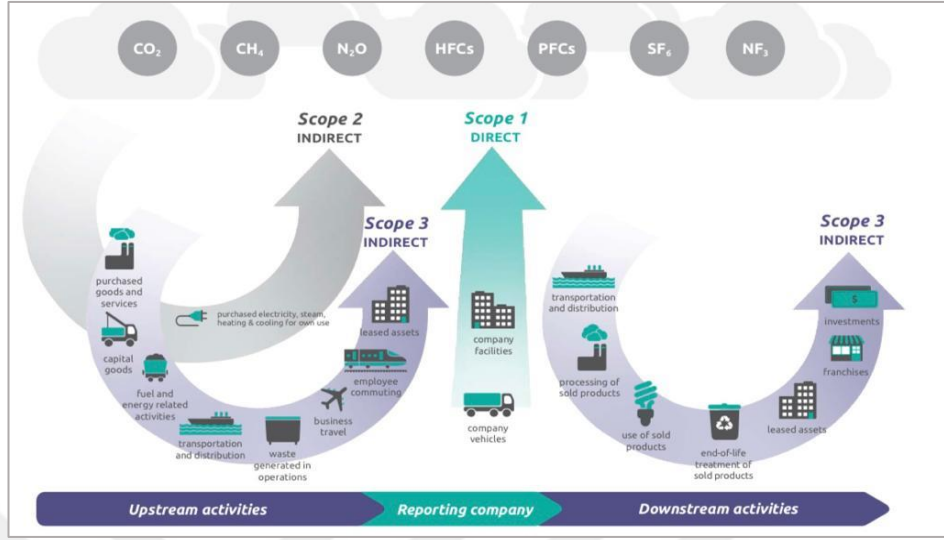
Şekil 5.2. ISO Standartları.

Avrupa yeşil mutabakatı ve sürdürülebilirlik raporları sebebiyle her firma kendi kurumsal ve ürün karbon ayak izi hesaplamalarını yapmak zorundadırlar. Kurumsal

karbon ayak izi hesaplamaları ISO 14064 standartları ve GHG protokolüne göre yapılmaktadır. ISO 14064 standardına göre, şirketlerin ilgili sera gazı emisyon miktarları ve emisyon salımı yapan faaliyetleri belirlenir, sınıflandırılır, hesaplanır, izlenir, raporlanır ve doğrulanır. ISO 14064, sera gazı emisyonları ve sera gazı projelerinin yönetimiyle ilgili standartları içeren uluslararası standarttır. Bu standartla, sera gazı emisyonlarının hesaplanması, raporlanması, doğrulanması ve belgelendirilmesi süreçleri tamamlanmış olur. Standardın amacı firmaların sera gazı emisyonlarını izlemeleri ve azaltmaları için yol göstermektir (URL-18).

ISO 14064 serisi standartlar 3 standarttan oluşur. Bunlar; Bir şirketin sera gazı emisyonlarının hesaplanmasının, yani kurumsal karbon ayak izinin (CCF) oluşturulmasının ve azaltılmasının temeli olan ISO 14064-1 standardı, bir şirket içindeki sera gazı envanterlerinin planlanması, geliştirilmesi ve raporlanması için ilkeler ve gereklilikler hakkında bilgi verir. ISO 14064-1'in içeriği Sera Gazı Protokolü'ne (GHG Protokolü) dayanmaktadır. ISO 14064-2 standardı, sera gazlarının giderilmesini veya emisyonların azaltılmasını proje düzeyinde kaydetmek için kullanılabilir bir kılavuz özelliğindedir. ISO 14064-3 standardı ise, CO<sub>2</sub> hesaplaması ve doğrulanması için temel oluşturarak gerçekleştirilen başarılı doğrulamadan sonra emisyonları dengelemek için ilgili ihtiyaçların karşılandığını onaylama konusunda temel alınan bir standarttır. İşletmeler, üç özelliği dikkate alarak emisyon miktarlarını kaydedebilir. Böylece sera gazı projelerinin uygulanması ve geliştirilmesi kolaylaştırılmış olacaktır. GHG Protokolü (Sera Gazı Protokolü), özellikle 2020 yılından sonra iklim değişikliği ile mücadelede daha kapsayıcı ve güncel anlaşmaların benimsenmesi için bir temel rolü oynamaktadır. Protokol sınırlarında, karbon emisyonları 3 kapsam altında değerlendirilir. Kapsam 1 Bir şirketin sahip olduğu/kontrol ettiği kaynaklardan oluşan kazan, fırın ve diğer ekipmanlardan kaynaklanan emisyonlar ile kimyasal işlemlerden kaynaklanan emisyonlar gibi doğrudan emisyonları kapsar. Kapsam 2 Bir şirketin ithal ettiği/satın aldığı ve kullandığı enerjiyi üretirken dolaylı olarak sebep olduğu emisyonlardır. Satın alınan elektrik, buhar veya ısıdan kaynaklanan emisyonlar örnek verilebilir. Kapsam 3'te ise şirketin kendisi tarafından üretilmeyen, Kapsam 1 ve 2 dışında kalan ve değer zincirinde meydana gelen diğer tüm dolaylı emisyonları içerir (Şekil 5.3). Örnek olarak ise çelik veya plastik gibi ham maddelerin üretiminden kaynaklanan

emisyonlar, mal ve hizmetlerin taşınmasından kaynaklanan emisyonlar, ürünlerin kullanımı kaynaklı emisyonlar sayılabilir (WRI ve WBCSD, 2013).



**Şekil 5.3.** Sera Gazı Protokol Standartları kategorileri kapsamında sera gazı emisyonları (GHG Prokotelü).

### 5.3 Karbon Ayak İzinin Raporlanması

İklim değışiklikleri, sera gazı etkisine sebep olduğu için yaşamımıza olan etkilerini ölçebilmek, hesaplamaları yapmak, iklim değışikliği kaynaklı riskleri tespit etmek, önlemleri almak ve korumak amacı ile kurumsal karbon ayak izi takibi ve değerlendirilmesi günümüzde daha fazla önem kazanmıştır.

Kurumsal karbon ayak izi birim CO<sub>2</sub> cinsinden ölçülen ve üretilen sera gazı miktarı açısından antropojenik etkilerin çevreye verdiği zararın ölçüsü olarak değerlendirilmektedir. Karbon ayak izi hesaplamaları için öncelikle emisyon kaynakları belirlenerek bunların sera gazı emisyonlarına dönüştürülmesi gerekir.

Karbon ayak izi hesaplamaları yapılırken, doğrudan (enerji tüketimi, ulaşım vb.) ve dolaylı (ürün ve hizmetlerin tedarik zinciri boyunca) olarak belirlenen bu emisyonlar birim başına CO<sub>2</sub> eşdeğerine dönüştürülerek ISO 14064-1 standardına uygun olarak hesaplamaya dâhil edilir. Mevzuat yükümlülükleri, kurumsal etiket, müşteri talepleri ve istekleri için karbon ayak izinin hesaplaması, raporlanması ve sunulması büyük öneme sahiptir (Çolak ve Türkmen, 2023).

### **5.3.1 MRV (izleme, raporlama ve doğrulama)-ulusal mevzuat**

Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik 25.04.2012 Tarih ve 28274 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikle; EK-1’deki faaliyet kategorileri listesinde yer alan faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının izlenmesi, raporlanması ve doğrulanması iş ve işlemleri ile doğrulayıcı kuruluşların ve işletmelerin mükellefiyetlerinin belirlenmesine dair usul ve esaslar belirlenmiş ve yönetmelikte yer alan EK-1’deki listede sera gazı emisyonlarının izlenmesi, raporlanması ve doğrulanması işlemlerini gerçekleştirilmesi gereken faaliyetler yer almaktadır.

Yönetmelikte de belirtildiği üzere işletmeler, izleme planını sera gazı emisyonlarının ilk izlenmeye başladığı tarihten en az 6 ay önce onaylanmak üzere Bakanlığa göndermekle yükümlüdürler. Sera gazı emisyon izleme planının uygun bulunması durumunda Bakanlık tarafından onaylanmaktadır.

EK-1’deki listede yer alan faaliyetleri gerçekleştiren işletmeler, her yıl 30 Nisan tarihine kadar bir önceki yılın 1 Ocak-31 Aralık tarihleri arasında izlenen sera gazı emisyonlarını Bakanlıkça onaylanan izleme planı çerçevesinde hazırladıkları raporlarını Bakanlığa iletmek zorundadırlar.

Raporun Bakanlığa gönderilmeden önce Bakanlıkça yetkilendirilmiş doğrulayıcı kuruluşlar tarafından doğrulanması gerekmektedir (T.C. Resmi Gazete, 2014).

Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik 31 Mayıs 2017 tarihli ve 30082 sayılı Resmi Gazete’de revize edilerek yayımlanmıştır. Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik’te belirtilen izleme ve raporlama yükümlülükleri için "Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ” 22 Temmuz 2014 tarihli ve 29068 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Bu tebliğ, 05.02.2021 tarihli ve 31386 sayılı Resmî Gazete’de revize edilerek yayımlanmıştır. Bu mevzuatın yürürlüğe girmesinin ardından "Sera Gazı Emisyonlarının Doğrulanması ve Doğrulayıcı Kuruluşların Yetkilendirilmesi Tebliği" 02.04.2015 tarihli ve 29314 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. 02.12.2017 tarihinde de 02.04.2015 tarihli bu tebliğ yürürlükten

kaldırılmış ve 30258 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanan "Sera Gazı Emisyonlarının Doğrulanması ve Doğrulayıcı Kuruluşların Akreditasyonu Tebliği" yürürlüğe girmiştir.

Bu tebliğ, 21.06.2022 tarihli ve 31873 sayılı Resmî Gazete'de revize edilerek yayımlanmıştır. Mevzuat kapsamında, yönetmeliğin Ek-1'inde yer alan faaliyetleri gerçekleştiren tesisler, her yıl düzenli olarak izleme, raporlama ve doğrulama yükümlülüklerine tabidir. Bu tebliğ kapsamında hazırlanacak olan İzleme Planları Çevre Bilgi Sistemi aracılığı ile Bakanlığa gönderilmektedir (URL-19).

Yönetmeliğin Ek-1 faaliyetleri aşağıda gösterilmiştir (Çizelge 5.1). Çizelgede ulusal mevzuatta 9 kapsamda faaliyetler ile ilgili sektörler belirtilmektedir.

**Çizelge 5.1.** Sera gazı emisyonlarının izlenmesi hakkında yönetmelik EK-1 faaliyetleri.

<b>YÖNETMELİK EK-1 FAALİYETLERİ</b>					
<b>KOŞULSUZ</b>		<b>KOŞULLU</b>			
Karbondiyoksit (CO <sub>2</sub> ) Emisyonu	PETROL RAFİNASYONU	<b>GÜNLÜK KAPASİTEYE GÖRE</b>			<b>ANMA ISIL GÜCÜ 20 MW VE ÜZERİ TESİSLERDE</b>
	KOK ÜRETİMİ	PİK DEMİR VE ÇELİK	2.5 TON+	Kapasitesi 2,5 ton/ saat ve üzeri, sürekli döküm de dâhil olmak üzere, pik demir ve çelik üretimi (birincil ve ikincil ergitme)	Yakıtların Yakılması. (Tehlikeli Veya Evsel Atıkların Yakılması Hariç)
	METAL CEVHERİ (SÜLFÜR CEVHERİ DÂHİL) KAVRULMASI, SİNTERLENMESİ VEYA PELETLENMESİ	KLİNKER	500 TON+ – 50 TON	Günlük kapasitesi 500 ton ve üzeri döner fırınlarda veya günlük kapasitesi 50 tonu aşan diğer ocaklarda klinker üretimi	Demir İçeren Metallerin (Demirli Alaşımlar Dâhil) Üretimi Veya İşlenmesi İşleme; Haddeleme, Yeniden Isıtma, Tav Fırınları, Metal İşleme, Dökümhaneler, Kaplama Ve Dekapajı Da İhtiva Eder
	ODUNDAN VEYA DİĞER LIFLI MALZEMELERDEN SELÜLOZ ÜRETİMİ	KİREÇ	50 TON+	Günlük kapasitesi 50 ton ve üzeri döner fırınlarda veya diğer ocaklarda kireç üretimi veya dolomitin veya magnezitin kalsinasyonu	İkincil Alüminyum Üretimi
	AMONYAK ÜRETİMİ	CAM	20 TON+	Günlük ergitme kapasitesi 20 ton ve üzeri cam elyafı da dâhil olmak üzere cam üretimi	Yakma Üniteleri Kullanılarak Alaşımların Üretimi, Rafine Edilmesi, Dökümhane Dökümü, Vb. Dâhil Olmak Üzere Demir Dışı Metallerin Üretimi Veya İşletilmesi
	SODA KÜLÜ (NA <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) VE SODYUM BİKARBONAT (NAHCO <sub>3</sub> ) ÜRETİMİ	SERAMİK ÜRÜNLERİ	75 TON+	Günlük üretim kapasitesi 75 ton ve üzeri, özellikle çatı kiremitleri, tuğlalar, refrakter tuğlalar, karolar, taş ürünler veya porselen olmak üzere, pişirme ile seramik ürünlerin üretimi	Alçı Taşının Kurutulması, Kalsinasyonu Veya Alçı Panoların Ve Diğer Alçı Taşı Ürünlerinin Üretimi

**Çizelge 5.1 (devam).** Sera gazı emisyonlarının izlenmesi hakkında yönetmelik EK-1 faaliyetleri.

Nitröz Oksit (N <sub>2</sub> O) Emisyonu	BİRİNCİL ALÜMİNYUM ÜRETİMİ	MİNERAL ELYAF YALITIM MALZEMESİ	20 TON+	Günlük ergitme kapasitesi 20 ton ve üzeri, cam, taş veya çürük kullanılarak mineral elyaf yalıtım malzemesi üretimi	Petrol, Katran, Kramik Ve Damıtma Kalıntıları Gibi Organik Maddelerin Karbonizasyonunu Da İçeren Karbon Siyahı Üretimi
	NİTRİK ASİT ÜRETİMİ	KÂĞIT, MUKAVVA, KARTON	20 TON+	Günlük üretim kapasitesi 20 ton ve üzeri, kâğıt, mukavva veya karton üretimi	
	ADİPİK ASİT ÜRETİMİ	BÜYÜK HACİMLİ ORGANİK KİMYASAL MADDELER	100 TON+	Günlük üretim kapasitesi 100 ton ve üzeri kramik, reforming, kısmî veya tam yükseltgenme veya benzeri işlemler ile büyük hacimli organik kimyasal maddelerin üretimi	
	GLİOKSAL VE GLİOKSİLİK ASİT ÜRETİMİ	HİDROJEN (H <sub>2</sub> ) VE SENTEZ GAZI	25 TON+	Günlük üretim kapasitesi 25 ton ve üzeri, reforming veya kısmî yükseltgenme ile hidrojen (H <sub>2</sub> ) ve sentez gazının üretimi	

Bu yönetmeliğe “göre izleme, raporlama tebliği oluşturularak mevzuat kapsamında belirlenen sektörlerin emisyon ticaret sistemine hazırlıklı olması amacıyla 2015 yılından itibaren proses emisyonlarının hesaplanması zorunlu hale gelmiştir.

### **5.3.2 Sınırdaki karbon düzenleme mekanizması**

Ticaret Bakanlığı, Avrupa Yeşil Mutabakatı ve dünyadaki diğer gelişmelerin takibi konularında büyük görev almaktadır. Yapılan çalışmalarla Türkiye'nin Avrupa Yeşil Mutabakatı'na adaptasyonu için bir proje hazırlanmış ve bir eylem planı oluşturulmuş ve 2021/15 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi 16 Temmuz 2021 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanmıştır (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2022).

Bu Eylem Planında belirlenen başlıklar

1. Sınırdaki karbon düzenlemeleri,
2. Yeşil ve dögüsel bir ekonomi,
3. Yeşil finansman,
4. Temiz, ekonomik ve güvenli enerji arzı,
5. Sürdürülebilir tarım,
6. Sürdürülebilir akıllı ulaşım,
7. İklim değışikliği ile mücadele,
8. Diploması,
9. Avrupa Yeşil Mutabakatı bilgilendirme ve bilinçlendirme faaliyetleri.

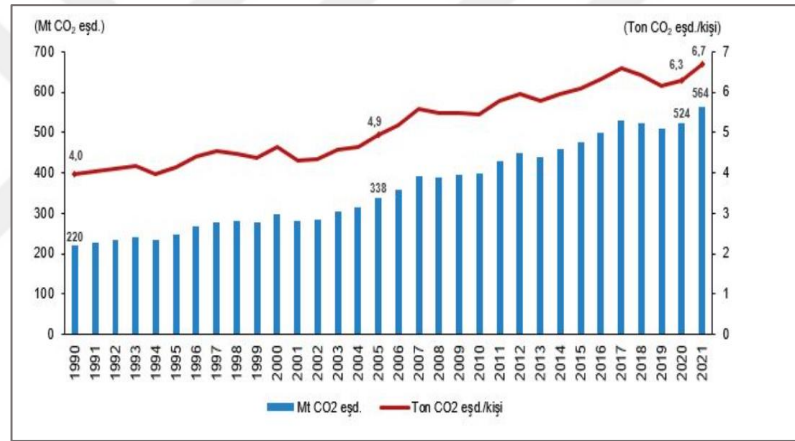
Bu başlıklar altında belirlenen 32 hedefe ulaşmak için 81 eyleme yer verilen Yeşil Mutabakat Eylem Planı 2022 yılı Faaliyet Raporunda, eylem planı kapsamında oluşturulan başlıklarda bulunan gelişmeler ve yeşil dönüşüm sağlanabilmesi için gerekli olan ilave alanlar için ilgili kurum ve kuruluşların yıllara göre yürüttüğü çalışmalar bulunmaktadır (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2022).

Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması; karbon ayak izi hesaplamasının önemli olduğu Avrupa'ya ihracat yapan belli sektörlerin 2023 Ekim ayı itibariyle vergi yükümlülüğü getirmeyen hesaplama ve raporlama yükümlülüğü başlamış olup, 2026 yılı itibariyle vergilendirme yükümlülüğü olacaktır.

## 5.4 Türkiye’de Karbon Ayak İzi Uygulamaları

17 Mayıs 2014 tarihli Resmi Gazete’de Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. 2015 yılı itibariyle bu yönetmelik kapsamında bazı sektörlerin sera gazı emisyonları tesis seviyesinde izlenmektedir. Bu sektörler elektrik üretimi, çimento, demir-çelik, rafineri, seramik, kireç, kâğıt, kimya ve cam sektörleridir (URL-20).

2019 yılında toplam sera gazı emisyonu 506.1 milyon ton (Mt) CO<sub>2</sub> eşdeğeri (eşd.) olarak hesaplanmıştır. 2018 yılında 522 Mt CO<sub>2</sub> eşd. olarak ölçülen bu değerde 2019 yılında %3.1 azalma gözlenmiştir. Kişi başı sera gazı emisyonuna incelendiğinde 1990 yılında 4, 2018 yılında 6.4 ve 2019 yılında ise 6.1 ton CO<sub>2</sub> eşd. olarak tespit edilmiştir ve Şekil 5.4’te gösterilmiştir (Öncar Şentürk vd., 2023).



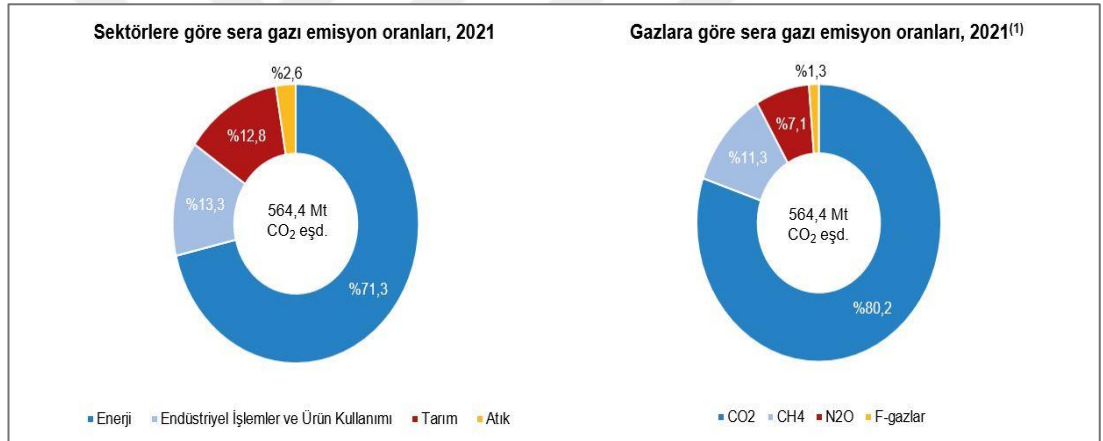
Şekil 5.4. Toplam ve kişi başı sera gazı emisyonu, 1990-2021.

	(Milyon ton CO <sub>2</sub> eşd.)											
	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	1990-2021 değişim (%)	2020-2021 değişim (%)
Toplam emisyon	219,5	298,9	398,8	475,0	501,1	528,6	523,1	508,7	524,0	564,4	157,1	7,7
Enerji	139,5	216,0	287,9	342,0	361,7	382,4	373,4	365,6	366,6	402,5	188,4	9,8
Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı	22,9	26,2	49,1	59,7	63,8	66,6	67,7	59,0	68,0	75,1	228,7	10,6
Tarım	46,1	42,3	44,4	56,1	58,9	63,3	65,3	68,0	73,2	72,1	56,5	-1,5
Atık	11,1	14,3	17,4	17,1	16,7	16,3	16,6	16,1	16,3	14,7	32,6	-9,9

Tablodaki rakamlar, yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir.

Şekil 5.5. Sektörlere göre sera gazı emisyonları, 1990-2021.

Enerji sektörü emisyonları incelendiğinde ise 2021 yılında, 1990 yılına göre %188,4 bir önceki yıla göre ise %9,8 artarak 402,5 Mt CO<sub>2</sub> eşd. olarak hesaplanmıştır. Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı emisyonları 1990 yılına göre %228,7 ve bir önceki yıla göre %10,6 artarak 75,1 Mt CO<sub>2</sub> eşd. olarak hesaplanmıştır ve Şekil 5.5'te gösterilmiştir. Tarım sektörü emisyonlarında da değişiklikler gözlenmiş olup emisyon miktarları 2021 yılında, 1990 yılına göre %56,5 artmakla beraber bir önceki yıla göre %1,5 azalarak 72,1 Mt CO<sub>2</sub> eşd. olarak hesaplanmıştır. Atık sektörü emisyonları ise 1990 yılına göre %32,6 artmakla beraber bir önceki yıla göre %9,9 azalarak 14,7 Mt CO<sub>2</sub> eşd. olarak hesaplanmıştır. Sera gaz istatistikleri incelendiğinde toplam sera gazı emisyonlarında 2021 yılında CO<sub>2</sub> eşd. olarak en büyük payı %71,3 ile enerji kaynaklı emisyonlar almış ve %13,3 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, %12,8 ile tarım ve %2,6 ile atık sektörü takip etmiştir ve Şekil 5.6'da gösterilmiştir (URL-21).



**Şekil 5.6.** Sektörel sera gazı emisyonları.

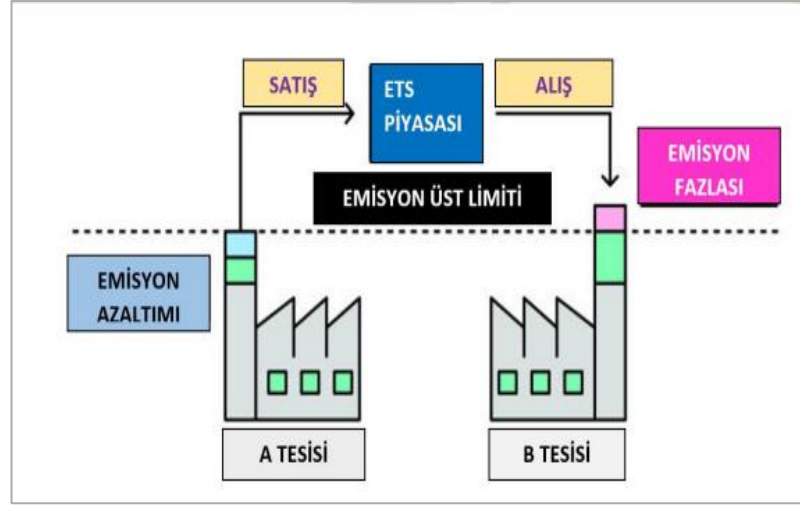
Emisyon Ticaret Sistemi (ETS): 7-8 Haziran 2022 tarihlerinde Ankara'da İklim Değişikliği Başkanlığı personeli ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı personeline AB Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) ile ilgili eğitim organize edilmiştir. Bu eğitim ile ETS Türkiye versiyonunun iyileştirilmesi, veri noktalarının belirlenmesi, AB Mevzuatı ve uygulamaları konularında grandfathering yöntemi uyarlanması amaçlanmıştır (URL-22).

2021 yılında Cumhurbaşkanımızın 2053 net sıfır emisyon vizyonunu ve yeşil kalkınma devrimi hedeflerini açıklamıştır. 2021 yılı Ekim ayında Paris Anlaşması'na taraf olunması ile birlikte emisyonu düşürmek daha önemli hale gelmiştir. Böylece yeşil yeni teknolojilerin kullanımı ve düşük karbonlu üretim için yatırım yapan

işletmeler önem kazanmıştır. Karbon fiyatlama çalışmaları 2013 yılında Dünya Bankası ile yürütülen “Karbon Piyasalarına Hazırlık Ortaklığı Projesi- Partnership of Market Readiness (PMR)” ile başlatılmıştır. Projenin hazırlanması 7 yıl sürmüştür. Bu proje ile birlikte değerlendirmeler yapılarak Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) oluşturulmasına karar verilmiştir. Türkiye'nin ilk İklim şurası 21-25 şubat 2022 tarihlerinde Konya'da gerçekleştirilmiştir. Burada kurulan yedi komisyondan biri olan “Yeşil Finansman ve Karbon Fiyatlama” ana komisyonu altında “Karbon Fiyatlandırma ve Emisyon Ticaret Sistemi” de değerlendirilmiştir. Alınan görüş ve değerlendirmeler sonucunda Türkiye'de bir ETS'nin kurulmasına ve 2024 yılında uygulamaya geçilmesine karar verilmiştir. ETS'nin etkin bir biçimde kullanılabilmesi için PMR projesinin yanı sıra, Dünya Bankası ile 01.04.2022 tarihinde “Karbon Piyasası Uygulama Ortaklığı-PMI” projesi de uygulamaya geçirilmiştir. Dünya Bankası ekibi ile toplantılar yapılarak ETS'nin kurulması ve uygulanabilmesi için düzenlemeler yapılmış, ihtiyaçların belirtildiği Boşluk Analizi Raporu (Gap Analysis Report) tüm kamu, özel sektör katılımcıları ve kurumlarla toplantılar yapılarak çıkartılmıştır.

17 Mayıs 2022 tarihinde “Karbon Piyasaları Uygulama Ortaklığı (PMI) Teklif Hazırlama Süreci Kamu Sektörü Paydaş Toplantısı” ve 20 Mayıs 2022 tarihinde “Karbon Piyasaları Uygulama Ortaklığı (PMI) Teklif Hazırlama Süreci zel Sektör Paydaş Toplantısı” 100'den fazla katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. ETS için ihtiyaç duyulan teknik ve yasal süreçlerin yer aldığı teklif raporunun da Haziran ayında Dünya Bankası'na teslim edilmiştir. Yerli ve yabancı uzmanlarla ETS alışmaları hem yasal hem teknik açıdan başlatılmıştır ve şekil 5.7'de gösterilmiştir (URL-23).

Sınırdaki Karbon Düzenlemeleri: Avrupa Birliği'nin, Avrupa Yeşil Mutabakatı ile belirlediği hedeflere ulaşılması için Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) ile yeşil dönüşümün maliyetini dengede tutmak ve iklim değişikliği konusunda önemin artırılması hedeflenmektedir. AB için Emisyon Ticaret Sistemine (ETS) 2005 yılı itibariyle uygulanmaktadır. Bu Emisyon Ticaret Sistemine (ETS) eşdeğer bir karbon fiyatlandırmasının, SKDM kapsamına giren rnlerin AB'ye ithalatında da uygulanması beklenmektedir (URL-24).



**Şekil 5.7.** Emisyon ticaret sistemi (ETS).

AB, Avrupa Yeşil Mutabakatı ile belirlediği emisyon azaltım hedeflerine ulaşmak için ETS uygulamasını mevzuatlarına güncelleme getirmektedir. Emisyon Ticaret Sisteminin gerektiği şekilde kullanılması ile ETS kapsamındaki sektörlerde emisyonların azaltılması hedeflenmektedir. ETS'nin sıkılaştırılması ile birlikte karbon emisyonu yüksek, enerji-yoğun sektörlerde maliyet artışları ile karşılaşılacaktır. Bu durumda firmaların rekabetçiliğini korumak üzere AB tarafından dünyada ilk sınırda karbon düzenlemesi hayata geçirilmektedir (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2022).

Avrupa Komisyonu tarafından 14 Temmuz 2021 tarihinde sunulan SKDM teklifi için AB Kurumları tarafından 13 Aralık 2022 ayı itibariyle Avrupa Parlamentosu (AP) ve AB Konseyi arasında SKDM'nin sektörel kapsamı ve hangi sektörde hangi sera gazının ölçümünün yapılması gerektiğinin de metin içerisinde yer aldığı bir siyasi uzlaşa sağlanmıştır.

SKDM kapsamında ilk önce alüminyum, çimento, demir-çelik, gübre, elektrik sektörleri yer alırken daha sonra bu sektörlerde hidrojen, şaplı çimento, ilave alüminyum ve demir-çelik ürünleri, demir-çelikten vida, cıvata, bağlantı elemanları, aglomere edilmiş demir cevherleri, ferro-manganez, ferro-krom ve ferro-nikel, kaolin ve diğer kaolinli killer eklenmiştir (URL-25).

SKDM kapsamına giren ürünlerde AB ülkelerine 2022 yılında Türkiye tarafından gerçekleştirilen ihracat miktarı yaklaşık 13,1 milyar ABD Dolar seviyesinde iken ürünlerde Dünya'ya ihracat miktarı ise 31,8 milyar ABD Doları tutarında

gerçekleşerek 2022 yılında ürünlerde AB'ye ihracatımız Dünya'ya olan ihracat içerisinde %41,5'lik oranı oluşturmaktadır ve Çizelge 5.2'de gösterilmiştir (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2022).

**Çizelge 5.2.** SKDM kapsamı ürün gruplarında ülkemiz 2022 ihracatı.

Ürünler	AB'ye ihracat (Bin ABD Doları)	Dünya'ya ihracat (Bin ABD Doları)	AB'nin Dünya'ya ihracatta payı (%)
Demir-çelik*	8.110.929	22.070.677	36,7
Alüminyum	3.999.941	6.447.932	62,0
Gübre	502.567	1.053.577	47,7
Çimento	244.688	1.663.042	14,7
Elektrik	225.653	293.267	76,9
Liste toplamı	13.083.778	31.528.495	41,5

\*Demir cevheri dâhil  
Kaynak: TÜİK

## 5.5 Madencilikte Karbon Ayak İzi

Madenlerin hayatımızdaki yeri ve ekonomik etkisi oldukça büyüktür ancak madencilik faaliyetlerinde ortaya çıkan emisyonlar hava kirliliğine neden olmaktadır (Dikmen, 2017).

Özellikle de açık ocak madenciliğinde ortaya çıkan toz emisyonları ve partikül maddelerin uygun metodolojilerle karbon ayak izi hesaplamaları yapılabilmektedir.

Maden sektöründe karbon ayak izi hesaplaması yapılırken;

- Ocaktan madenin çıkarılması sürecindeki patlatmada kullanılan malzemeler,
- Elektrik kullanımı,
- Doğalgaz kullanımı (ısıtma ve mutfaklar için),
- Elektrik kontrol odasında gerilim dönüştürücüler,
- Merkezi iklimlendirme ve soğutma sistemi,
- Tesis içerisinde klima, buzdolabı ve su sebilleri,
- Yangın koruma sistemi,
- Acil durum jeneratörleri ve su pompaları,
- Araçlarda kullanılan yakıtlar (binek, iş makineleri) (nakliye).

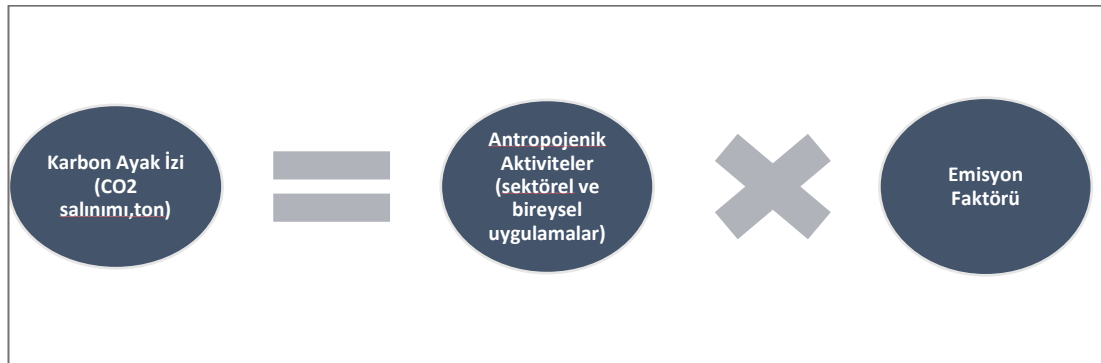
ve madenin bundan sonraki işleme sürecinde ortaya çıkan proses emisyonları hesaplamaya dahil edilir. Örneğin çimento üretimi kalsinasyon prosesi çimento ve kirecin hammaddesi kalkerdir. Çimento ya da kirecin üretim sürecinde karbon ayak izi hesaplaması yapılırken;

Madenin çıkarılma sürecinden sonraki üretim sürecinde bu karbonatlı bileşikler ısı ile tepkimeye girdiğinde bir CO<sub>2</sub> çıkışı olduğu için, faaliyete bağlı emisyon faktörlerine göre emisyon hesabı yapılmaktadır. CO<sub>2</sub> klinker üretimi sırasında kalsiyum karbonatın CaCO<sub>3</sub> yüksek fırında ısıtılması sonucu çimentonun bir bileşeni olarak ortaya çıkmaktadır ve Şekil 5.8’de gösterilmiştir.

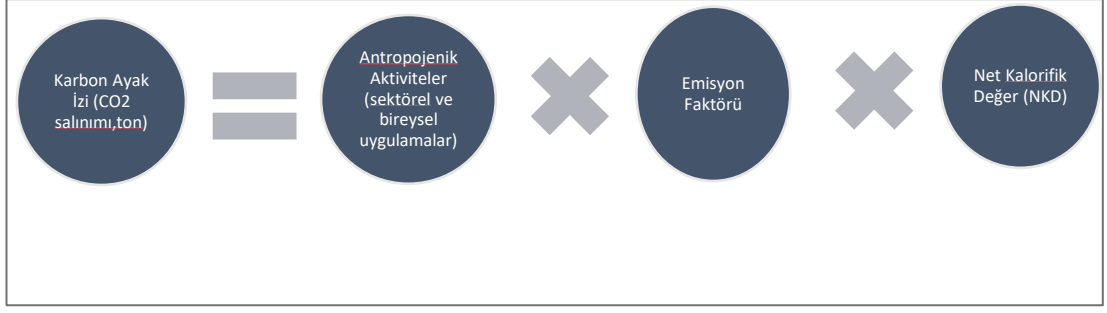


Şekil 5.8. Kalsinasyon Prosesi.

Karbon ayak izi, birim CO<sub>2</sub> olarak hesaplanan veya ölçülen, üretilen sera gazı miktarı açısından bireysel, bölgesel antropojenik etkilerin çevre üzerinde oluşturduğu kötü sonuçların tespitidir (Şekil 5.9; Şekil 5.10):



Şekil 5.9. Karbon ayak izi hesaplama formülü.



**Şekil 5.10.** Yanma faaliyetlerinde karbon ayak izi hesaplama formülü.

Bu formül ile hesaplanan CO<sub>2</sub> salınımı insan faaliyetlerinin sonucudur ve iklim değişikliği ve küresel ısınmanın ana faktörüdür. Bu salınımlar, yeryüzünün fazla ısınmasına ve doğal hayatı tehlikeye sokmasına sebep olur.

## **6. MADENCİLİKTE KURUMSAL KARBON AYAK İZİ HESAPLAMA ÖRNEĞİ**

### **6.1 Çalışma Alanı**

Örnek hesaplamaya dahil edilen faaliyet Bolu İli, Gerede İlçesinde bulunan “II. Grup Kalker Ocağı ve Kırma-Eleme Tesisi” faaliyetidir. Faaliyet için Bolu Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü’nden hava emisyonu konulu çevre izin belgesi alınmıştır. Faaliyet kapsamında hem ocak alanında hem kırma eleme tesisinde üretim faaliyetleri yılda 300 gün, günde 8 saat 1 vardiya olarak gerçekleştirilmektedir.

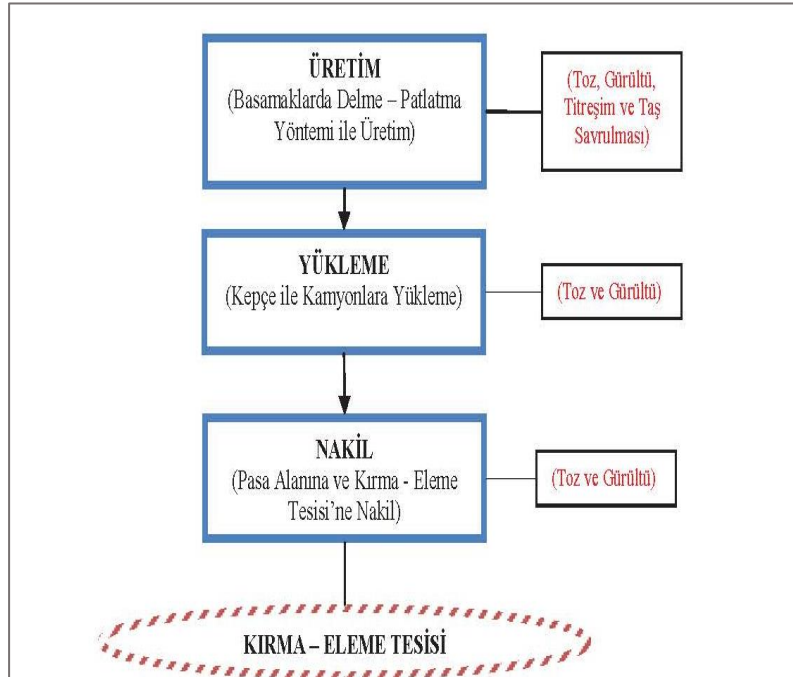
#### **6.1.1 Maden ocağı faaliyeti**

Üretim arazinin hazırlanması, delme, patlatma, yükleme ve nakliye süreçlerinden oluşmaktadır. Faaliyet alanında üretim açık işletme yöntemi ile üretimi yapılmaktadır. Öncelikle maden cevherinin yıllık üretim programı hazırlanmakta ve kalker cevherinin üzerinde ortalama kalınlığı yaklaşık 20 cm olan bitkisel toprak tabakası iş makineleri ile alınmaktadır. Bu bitkisel topraklar bitkisel toprak depolama alanında depolanmakta ve üretim faaliyetleri sona erdiğinde ocak alanı rehabilitasyon işlemlerinde kullanılmaktadır. İşletme sahasında açık işletme yöntemi ile delme-patlatma yapılarak, cevher kalınlığı da göz önünde bulundurularak basamaklar şeklinde üretim işlemleri gerçekleştirilmektedir ve Şekil 6.1’de gösterilmiştir.

Sahada bulunan kalker cevherinin kalınlığı 150 m civarında olup yer yer değişiklik göstermektedir. Sahada yer alan basamak genişliklerinin iş makinelerinin rahatlıkla hareket edebileceği genişlikte ve basamak yüksekliklerinin de kepçe bom yüksekliğini geçmeyecek şekilde olması gerekmektedir. Basamak yüksekliklerinin 10m, basamak genişliklerinin 6 m, genel şev açısının 30 derece, basamak şev açısının ise 60 derece civarında olmasına özen gösterilmektedir. Üretilen cevher iş makineleri ile kamyonlara yüklenmektedir. Üretim faaliyetleri sırasında ortaya çıkabilecek pasa malzeme, üretimi etkilemeyecek ve çevreye zarar vermeyecek şekilde, daha sonraki rehabilitasyon çalışmalarında kullanılmak üzere pasa alanında bölgenin topoğrafik yapısına uygun olarak biriktirilmektedir. Delme-patlatma ile yerinden sökülen cevher iş makinesi ile kamyonlara yüklenerek kırma-eleme tesisine gönderilmektedir.

Nakliye işlemleri sırasında toz ve gürültü emisyonlarının ortaya çıkmaktadır. Bu noktada Çevre Kanunu ve ilgili yönetmelikleri uyarınca önlemler alınmaktadır ve Şekil 6.2’de gösterilmiştir.

Üretim faaliyetleri sırasında kullanılan patlayıcılar kullanılmaktadır. Patlatma işlemleri yetkili firmalar tarafından 13:00-17:00 saatleri arasında gerçekleştirilmektedir. Patlatma işlemleri için ihtiyaç duyulan patlayıcı madde ruhsatı üretim aşamasına geçmeden önce alınmakta ve patlamalar yetkili uzmanlar tarafından gerekli emniyet önlemler alınarak yapılmaktadır. İşletme sahasında patlayıcı madde olarak ANFO olarak adlandırılan Amonyum Nitrat ve Motorin karışımından oluşan madde kullanılmaktadır. Bu patlayıcı dinamit ve gecikmeli kapsüller desteğiyle patlatılmaktadır. İşletme sahasında yapılacak delme-patlatma işlemi için öncelikle wagon-drill ile deliklerin delinmekte, ANFO hazırlanmakta ve sıkılanmaktadır. Daha sonra patlatma işlemi tamamlanmaktadır. Delikler genellikle 89 mm genişlikte ve 11 metre uzunluğunda delinmektedir. Daha sonra deliklere ANFO tatbik edilmekte ve delikler sıkılanmaktadır. Patlatmada gecikmeli kapsüller kullanılmaktadır. Patlatma işlemi ardından tüm deliklerin patlayıp patlamadığı kontrol edilmekte ve patlamayan delik varsa engeller ortadan kaldırılarak tekrar patlatılmaktadır.



Şekil 6.1. Maden ocağı iş akım şeması

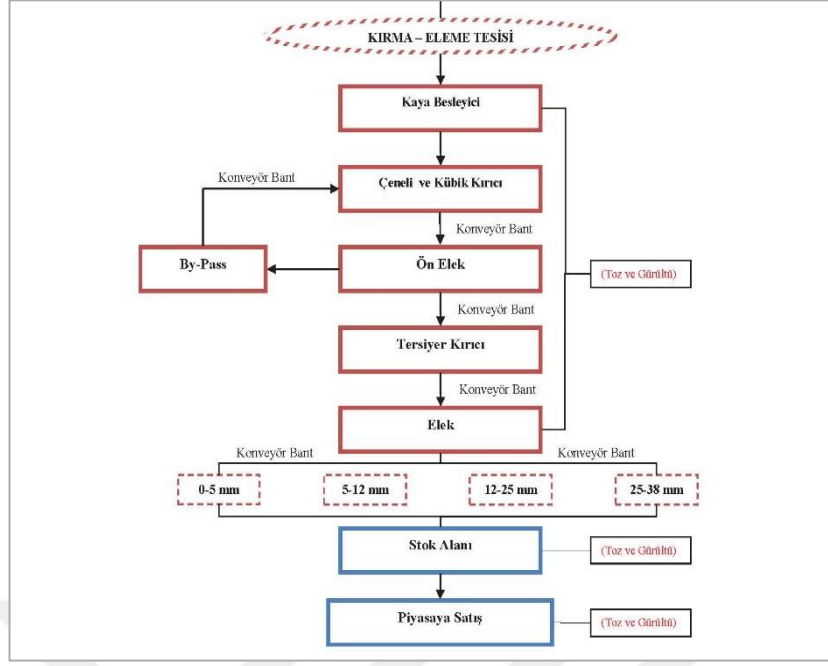


**Şekil 6.2.** Maden ocağı faaliyet alanı.

### **6.1.2 Kırma-eleme tesisi faaliyeti**

Ocak sahalarından kırma-eleme tesisine getirilen malzemeler burada kırma ve eleme işlemlerinden geçirilerek boyutlandırılmaktadır. Kırma eleme tesisi maksimum 110 cm boyutunda bir malzeme girişi kabul etmektedir. Kaya besleyici ünitesine getirilen malzeme elekten geçecek ve elek üstü doğrudan çeneli kırıcıya gönderilmektedir. Kırma-eleme tesisinde primer kırıcı ve sekonder kırıcı olmak üzere 3 kademeli kırma işlemi yapılmaktadır. İlk olarak primer kırıcıya gelen malzeme çıktıktan sonra elek ünitesine gönderilmektedir. Malzeme elek ünitesinde elendikten sonra nispeten büyük boyutlu olan elek üstü kalan kısmı buradan kübik kırıcıya gönderilmektedir. Sonrasında sekonder kırıcıda tekrar kırılan malzeme elek ünitesine gönderilerek elendikten sonra ise malzemenin nispeten büyük boyutlu olan elek üstü kalan kısmı tersiyer kırıcıya gönderilmektedir. Elekte elenen malzeme boyutlarına göre sınıflandırılmaktadır ve Şekil 6.3’de gösterilmiştir.

Kırma Eleme Tesisinde 0-5 mm, 5-12 mm, 12-25 mm ve 25-38 mm ebatlarında malzeme üretilmektedir. Kırma-eleme faaliyetleri sırasında toz ve gürültü emisyonlarının ortaya çıkabilmektedir. Elenerek boyutlarına göre ayrıştırılan malzeme stok alanına alınmaktadır. Boyutlandırılan malzeme yol yapımında kullanılmak üzere kamu kuruluşlarına ve talep doğrultusunda özel sektöre sunulmaktadır. Nakliye sırasında yollarda tonaj sınırlamasına dikkat edilerek üretilen malzeme stok alanında satışa sunulmaktadır ve Şekil 6.4’de gösterilmiştir.



Şekil 6.3. Kırma eleme tesisi iş akım şeması.



Şekil 6.4. Kırma-eleme tesisi faaliyet alanı.

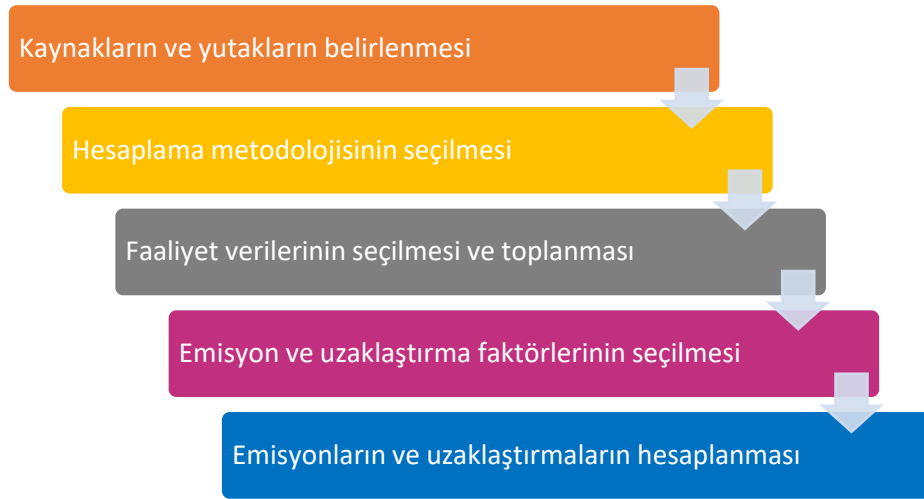
Faaliyetin sera gazı hesaplama yöntemine ilişkin bilgiler;

- Hesaplama için öncelikli olarak işletmeye ait üretim, maliyet, tedarik, ihracat gibi faaliyetlerinin sınırları belirlenir.

- Sera gazı emisyonu salan faaliyetler belirlenir ve hesaplanır, Bu hesaplama ISO 14064 Standardına göre şirket ile ilişkili doğrudan ve dolaylı olarak sera gazı emisyon lokasyonları sınıflandırılır.
- Faaliyete ilişkin veriler toplanıp bir envanter oluşturulur. Hazırlanan envanter ve belirlenen emisyon faktörleri kullanılarak karbon ayak izi hesaplaması yapılır.
- Karbon ayak izi hesaplamalarında kullanılan emisyon faktörleri ilgili kapsamlara ve aşamalara uygun şekilde faaliyet verilerine bağlı olarak değişmektedir. Bu hesaplamalar yapılırken Kyoto Protokolü kapsamındaki sera gazlarının (karbon dioksit, metan, nitroz oksit, kükürt heksaflorür, HFC'ler ve PFC'ler) hesaplanması ve raporlanması ele alınmaktadır.
- Son aşamada ise elde edilen sonuçlar değerlendirilerek iyileştirme olanakları ve öneriler belirlenir.

## 6.2 Hesaplama Adımları

Hesaplama sürecinde süreç yönetimi yapılırken önce kaynaklar belirlenecek ve uygun metodoloji seçilecektir. Faaliyet verileri toplanıp, hesaplamalar yapılacaktır. Süreç akışı Şekil 6.5'te gösterilmiştir.



Şekil 6.5. Hesaplama adımları.

### 6.2.1 Metodoloji

Hesaplama yapılırken belirsizliği en aza indirecek doğru, tutarlı ve uyarlı sonuçlar sağlayacak hesaplama metodolojisi seçilmelidir. IPCC ve GHG protokolünde belirtilen kapsamlara göre güvenli şekilde yapılacaktır.

### 6.2.1.1 IPCC metodolojisi

IPCC (Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli); Birleşmiş Milletler' in iki örgütü olan Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'nün ortaklığı ile 1988 yılında Kanada'nın Toronto kentinde kurulmuştur. Bu panel İnsan faaliyetlerinden kaynaklı iklim değişikliğinin risklerini değerlendirmek üzere kurulmuştur. 194 ülke 2011 yılı itibariyle IPCC üyesi olmuştur. Panel ilk Raporu 1990 yılında yayımlamıştır. Yaklaşık beş yılda bir düzenli rapor yayımlanmaktadır. En güncel rapor 2007 yılına ait Dördüncü değerlendirme raporudur. 2007 yılında Nobel Barış Ödülü'nü kazanmıştır (Arıcı, 2018).

1992 yılında Rio de Janeiro'da Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) imzalanmıştır. Sözleşmenin amacı iklim sistemine insan etkisi sonucu oluşan sera gazları ile oluşacak zararı düzenlemektir. Sözleşme kapsamında sera gazı emisyon envanterlerinde kıyaslamalı metodolojiler kullanılacaktır. IPCC Kılavuzlarıyla, bu amaçlara ulaşılabilecektir (Arıcı, 2018).

IPCC nin yayımladığı raporlar Değerlendirme (Assessment), Özel (Special), Metodoloji (Methodology) ve BM dışı dil çeviri (Translations in non-UN languages) olmak üzere başlıca 4 ana gruptan oluşmaktadır.

IPCC tier yaklaşımları: IPCC'ye göre emisyonların hesaplama metodları "Tier" olarak ifade edilmektedir ve Tier aşamaları; Tier 1, Tier 2 ve Tier 3 şeklinde adlandırılmıştır. Bu aşamaların belirlenmesinde faaliyet ve teknoloji detayları etkili olmaktadır. Tier 1 metodu genel olarak daha az veri kullanılan basit bir yöntem olsa da Tier 2 ve Tier 3 metodları ise daha karmaşık ve daha ayrıntılı verilere ihtiyaç duyan bir yöntemdir (Arıcı, 2018).

Tier 1 Yaklaşımı: Tier 1 yaklaşımı genellikle ulaştırma sektöründen kaynaklanan emisyon değerlerinin hesabı için kullanılmaktadır. Yakıtın yanması ile oluşan emisyonların miktarları üzerinden yapılır ve bu yöntemde yanma teknolojisi dikkate alınmaz. Hesaplamalar yapılırken kullanılan yakıt cinsi, yakıtın yanma teknolojisi, çalışma şartları, kullanılan ekipmanların yaşı ve özellikleri gibi faktörler hesaplama dahil edilmektedir (Arıcı, 2018).

Detaylı Tier Yaklaşımları (Tier 2 ve Tier 3 Yaklaşımı): Tier 1 yöntemlerinin, Tier 2 ve 3 yöntemlerinden farkı, yakıtın yakıldığı yanma teknolojisi hesaba dahil edilmeden, basit bir şekilde hesaplanmasıdır. Tier 2 yöntemiyle, uygun emisyon faktörleri kullanılarak yakıt tüketim gruplarını belirlemek amaçlanmaktadır. Tier 3 yönteminde ise yakıt tüketim miktarı dışında araçların katettikleri mesafe ve yük miktarları da hesaplama katılmaktadır (Arıcı, 2018).

### **6.2.2 Hesaplama kategorileri**

Bu tez çalışmasının yapıldığı tesis için kuruluş sistem sınırları belirlenerek, operasyonel kontrol faaliyetleri dikkate alınarak her bir aşamasında birim aktivite verileri incelenmiş ve sera gazı kaynağı olabilecek noktalar belirlenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında yapılan hesaplamalarda üretim süreci ve sera gazlarının oluşumunda etkin olan aşamalar göz önünde bulundurulmuştur. ISO 14064-1: 2018 standardına istinaden hazırlanmıştır. Kategoriler Önemlilik Değerlendirmesi çalışmaları yapılarak, önemlilik seviyeleri tanımlanarak risk değerlendirme ile Nitel değerlendirme yapılarak Dolaylı emisyonların dahil edilip/edilmemesi belirlenmiştir.

ISO 14064-1 Sera Gazı Kategorileri;

Kategori 1: Doğrudan Sera gazı emisyonları

Kategori 2: İthal Edeilen enerjiden Kaynaklanan Dolaylı Sera Gazı Emisyonları

Kategori 3: Ulaşım kaynaklı Dolaylı sera gazı emisyonları

Kategori 4: Kuruluşun kullandığı ürünlerden kaynaklanan Dolaylı sera gazı emisyonları

Kategori 5: Kuruluştaki ürünlerin kullanımıyla ilişkili Dolaylı sera gazı emisyonları

Kategori 6: Diğer kaynaklardan Dolaylı sera gazı emisyonları

Faaliyet sırasında yapılan tüketimler bu kategorilere göre açıklanmıştır.

#### **6.2.2.1 Kategori 1: doğrudan emisyonlar**

Doğrudan sera gazı emisyonu ve uzaklaştırılmaları, organizasyon sınırları içindeki ve kuruluşun sahip olduğu veya kontrol ettiği sera gazı kaynaklarından veya yutaklardan meydana gelmektedirler. Bu kaynaklar sabit veya mobil

olabilmektedirler. Isıtıcılar ve elektrik jeneratörleri örnek verilebilmektedir. Kategori 1 kapsamında hesaplamalara dâhil edilen süreçler Çizelge 6.1’de detaylandırılmıştır.

**Çizelge 6.1. Doğrudan emisyonlar.**

EMİSYONLAR		NOTLAR
<b>1</b>	<b>Kategori 1:</b> Doğrudan sera gazı emisyonları ve uzaklaştırmaları (CO <sub>2</sub> e)	
<b>1.1</b>	Sabit yakma kaynaklı doğrudan emisyonlar	Sabit yakma olarak firma doğalgaz, jeneratör vb. kullanımı bulunmamaktadır.
<b>1.2</b>	Hareketli yakma kaynaklı doğrudan emisyonlar	Araçlar hesaplama dahil edilmiştir
<b>1.3</b>	Endüstriyel süreçlerden kaynaklanan doğrudan proses emisyonları ve uzaklaştırmaları	Proses emisyonları bulunmamaktadır
<b>1.4</b>	Antropojenik sistemlerdeki sera gazlarının sızması/kaçak oluşumu kaynaklı doğrudan emisyonlar	Klimalar, yangın tüpü, soğutucu kaynaklar incelenerek firma özelinde kapsamda yer alan kaynaklar hesaplama dahil edilmiştir
<b>1.5</b>	Arazi kullanımı, arazi kullanımındaki değişiklik ve ormancılık (LULUCF) faaliyetlerinden kaynaklanan doğrudan emisyonlar ve uzaklaştırmalar	Arazi değişikliği bulunmamaktadır.

Kategori 1.1: sabit yakma kaynaklı doğrudan emisyonlar: Isıtıcılar, gaz tribünleri gibi sabit ekipmanlarda yakılan her türlü yakıtın yanması sonucu oluşan sabit yanmadan oluşan doğrudan emisyonlardır. Sabit yakma kaynaklı doğrudan emisyonlar kapsamında üretim sürecinde kullanılan doğalgaz, jeneratör vb tespit edilerek hesaplama dahil edilmektedir. Örnek çalışması yapılan işletmede sabit yakma olarak firma doğalgaz, jeneratör vb. kullanımı bulunmamaktadır.

Kategori 1.2: hareketli yakma sonucu toplam sera gazı emisyonu: Bu kategoride yer alan emisyonlar, motorlu taşıtlar, kamyonlar, gemiler, uçaklar, lokomotif gibi ulaşım ekipmanlarında yanan yakıt sonucu oluşan mobil yanma kaynaklı doğrudan emisyonlardır. Hareketli yakma kaynaklı doğrudan emisyonlar kapsamında

kullanılan araçlar tespit edilerek hesaplama dahil edilmektedir (Çizelge 6.3). Bir de şirket araçları için dışarıdan anlaşmalı kullanımlar vardır. Bu tüketim miktarları faturalarla kayıt altına alınmaktadır. Motorin tüketimleri lt olarak kayıt altına alınmaktadır, yoğunlukla çarpılıp kg'a dönüştürülmektedir ve Çizelge 6.2'de gösterilmiştir

**Çizelge 6.2.** Motorin yoğunluk değeri.

Yakıt	Yoğunluk (kg/lt)	Referans
Motorin	0,830	Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik-Ek 2

Lt biriminden kaydedilen motorin kg çevrilir akabinde kg cinsinden motorin verisi 43 TJ/Gg'e ile çarpılarak TJ e çevirmektedir. Daha sonra jeneratör, forklift ve iş makineler, araçlar için emisyon faktörleri ile çarpılarak toplam CO<sub>2</sub> miktarları bulunmaktadır ve Küresel Isınma Potansiyelleri ile çarpılarak CO<sub>2</sub>'e miktarları hesaplanır. Yakıt cinsine göre; oksidasyon faktörü ile net kalorifik değerler (NKD) belirlenir ve tüketim miktarıyla çarpılarak TJ cinsinden faaliyet verisi bulunur. Oksidasyon faktörü 1 olarak kabul edilmiştir. Hesaplamalarda kullanılan net kalorifik değerler, emisyon faktörleri ve kaynakları Çizelge 6.3'te verilmiştir.

**Çizelge 6.3.** Alt ısı değer ve emisyon faktörleri.

Yakıt / Malzeme	Kapsam	Alt Isıl Değer				Emisyon Faktörleri (kg CO <sub>2</sub> /TJ)		
		Değer	Birim	Değer	Birim	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Motorin	Doğrudan-Hareketli Yanma (on-road)	0,830	kg/lt	43,0	TJ/Gg	74.100	3,9	3,9
Benzin	Doğrudan-Hareketli Yanma (on-road)	0,735	kg/lt	44,3	TJ/Gg	69.300	25,0	8,0
Motorin	Doğrudan-Hareketli Yanma (off-road)	0,830	kg/lt	43,0	TJ/Gg	74.100	4,15	28,6

Firmanın kullandığı araçlar ve iş makineleri için tüketmiş olduğu yakıt miktarları üzerinden yıllık olarak Çizelge 6.4'te belirtilmiştir.

**Çizelge 6.4.** Hareketli yanma kaynaklı emisyonlar.

İş Makinaları / off-road	Şirket araçları / on-road	Emisyon kaynağı		Emisyonlar															
		Yakıt türü		FV		NKD		EF			YF		GWP (CH <sub>4</sub> )	GWP (N <sub>2</sub> O)	CO <sub>2</sub> e				
		Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim	Değer (ton)	Değer (ton)	Değer (ton)			
Motorin	Motorin	16,6	ton	43	Tj/Gg	74100	kg CO <sub>2</sub> /Tj	4,15	kg CH <sub>4</sub> /Tj	28,6	kg N <sub>2</sub> O/Tj	1	1	52,89	0,00	0,00	27,9	273	53,73
141,282	43	74100	4,15	28,6	1	450,17	0,03	0,17	27,9	273	498,30								

Kategori 1.3: endüstriyel süreçlerden kaynaklanan doğrudan proses emisyonları: Proses emisyonları, Çimento ve kireç üretimi, kimyasal üretimi, petrol rafinasyonu gibi faaliyetler kaynaklı oluşan emisyonlardır. Örnek çalışması yapılan işletmede bu emisyonlar oluşmamaktadır.

Kategori 1.4: soğutucu gazlar sonucu oluşan toplam sera gazı emisyonu: Ekipmanlardan, tarımsal süreçlerden (çürüme, gübre), düzenli atık depolama sahalarından, kompost tesislerden, atıksu arıtma tesislerinden kaynaklı oluşmaktadır. Örnek çalışması yapılan işletmede sadece ekipman kaynaklı kaçak emisyon bulunmaktadır. Bu ekipman olarak klima gazları yer almaktadır. Yangın tüpü olarak kuru kimyevi toz (KKT)tüpü kullanıldığı için sera gazı kapsamına dahil değildir.

Kategori 1.4 hesaplanırken; kg biriminden kaydedilen faaliyet verisi emisyon faktörleri ile ( 100 yıllık GWP) çarpılmaktadır.

Kaçak gazı miktarı için bakım yapılmayan yıllarda soğutucu gaz kapasitesi baz alınarak, soğutucular için %1, chiller için %2 ve yangın tüpleri için % 4 olarak kaçak olduğu kabul edilmiştir ve Çizelge 6.5’de gösterilmiştir.

**Çizelge 6.5.** Antropojenik sistemlerdeki sera gazlarının sızması/kaçak oluşumu kaynaklı doğrudan emisyonlar.

Emisyon kaynağı	Sera gazı	FV		EF		Emisyon		GWP	tCO <sub>2</sub> e
		Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim		
<b>KLİMA-SIZINTI</b>	<b>R410</b>	0,009	ton	0,01		0,000	ton	1924	0,164

Kategori 1.5: Arazi kullanımı, arazi kullanımındaki değişiklik ve ormancılık (LULUCF) faaliyetlerinden kaynaklanan doğrudan emisyonlar ve uzaklaştırmalar: Arazi kullanımı bir kategoriden diğerine değiştiğinde (örneğin, ormanı ekin arazisine dönüştürmek) veya bir arazi kullanım kategorisi içinde (örneğin, doğal bir ormanı yönetilen bir ormana dönüştürmek, işlemsiz olana kadar dönüştürme), karbon stokunda bir değişiklik meydana gelebilir. Rezervuarlarda karbon stoğu arttığında uzaklaştırma gerçekleşir.

Emisyonlar, bir azalma olduğunda ve N<sub>2</sub>O yayıldığında meydana gelir. Örnek çalışması yapılan işletmede arazi değişikliği yoktur.

#### **6.2.2.2 Kategori 2 enerji dolaylı emisyonlar**

Bu kategoride yer alan emisyonlar, sadece elektrik, ısı buhar, soğutma ve basınçlı hava gibi nihai enerji ve kamu hizmetlerinin üretimi ile ilgili yakıtların yanmasından kaynaklanan sera gazı emisyonlarıdır. Örnek çalışması yapılan işletmede enerji dolaylı olarak elektrik tüketimi hesaba dahil edilmiştir.

Elektrik Tüketimi Kaynaklı Sera Gazı Hesabı Tesiste enerji sarfiyatları ile takip edilebilmektedir. 2022 yılına ait aylık faturalardan gidilerek yıllık tüketime istinaden hesaplaması aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

Tier 1 metoduna göre elektrik tüketimi kaynaklı sera gazı emisyon hesabı;

$$E = FV * EF \text{ formülüyle yapılır.} \quad [1]$$

E: Faaliyetin yıllık emisyon miktarı (tCO<sub>2</sub>)

FV: Faaliyete ait yıllık tüketimin yıllık üretime oranı

EF: Faaliyet verisinin emisyon faktörü değeri (tCO<sub>2</sub>/ton, tCO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup>)

Verilere göre FV= 700.429,52 kwh/yıl dır. (Çizelge 6.6)

İletim hattından bağlı elektrik tüketim noktaları ve dağıtım hattından bağlı elektrik tüketim noktaları için birim elektrik tüketimi başına salınan sadece CO<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> eşleniği cinsinden toplam sera gazı emisyonlarının miktarı Elektrik tüketim noktası emisyon faktörleri ile ifade edilmektedir. Elektrik tüketimi emisyon faktörü 0,44 Değeri (tCO<sub>2</sub>-eşd./MWh) olarak alınmıştır (URL-26).

**Çizelge 6.6.** İthal edilen elektrikten kaynaklanan dolaylı emisyonlar.

Emisyon kaynağı	FV		EF						Emisyonlar					
	Değer	Birim	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	GWP		
			Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim	Değer (ton)	Değer (ton)	Değer (ton)	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> e
İthal edilen elektriğin üretimi kaynaklı dolaylı emisyonlar ar-konum bazlı	700.429,00	kwh	440.000,00	kg/Gwh	0	kg/Gwh	0	kg/Gwh	310,99	-	-	27,9	273	310,99

### 6.2.2.3 Kategori 3 ulaşımdan kaynaklanan dolaylı sera gazı emisyonları

Bu emisyonlar, hareketli kaynaklar oluşmakta olup, genellikle ulaşım ekipmanında yakıtın yanması sürecinde ortaya çıkmaktadır. Kategori 3-6 ile ilişkili dolaylı emisyonlara ait emisyon/dönüşüm faktörleri için Defra 2022 Conversion Excel Files'de yer alan değerler kullanılmaktadır (URL-27).

Kategori 3 kapsamında hesaplamalara dahil edilen süreçler Çizelge 6.7'de detaylandırılmıştır.

Kategori 3.1: kuruluş tarafından ödenen navlun hizmetlerinden kaynaklanan emisyonlar olan, malların yukarı yönde taşınması ve dağıtımından kaynaklanan emisyonlar: Kuruluşa gelen mal taşımacılığı veya dağıtımından kaynaklanan emisyonlardır. Miktar belirleme metodolojileri için seçenekler: Görevler, tedarikçiden kuruluşa en son nakliye faaliyetini veya tedarik zinciri boyunca tüm

nakliye faaliyetlerini içerebilir. Ürün/Hammadde/Mamul/Yarı Mamul ve hizmet süreci için lojistik verileri tüketilen yakıt miktarı bilinmiyorsa, mesafe hesabı yapılarak hesaplama yapılmaktadır.

**Çizelge 6.7.** Ulaşımdan kaynaklanan dolaylı sera gazı emisyonları.

EMİSYONLAR		NOTLAR
	<b>Kategori 3:</b> Ulaşım kaynaklı dolaylı sera gazı emisyonları (CO <sub>2</sub> e)	
3.1	Kuruluş tarafından ödenen navlun hizmetlerinden kaynaklanan emisyonlar olan, malların yukarı yönde taşınması ve dağıtımından kaynaklanan emisyonlar. (Ürün (kuruluşa gelen) taşımacılığı veya dağıtımından kaynaklanan emisyonlar)	Örnek Çalışmada gelen hammadde, ürün olarak tedarikçiden alınan patlayıcı lojistik süreci dâhil edilmiştir
3.2	Ürün (kuruluştan giden) taşımacılığı veya dağıtımından kaynaklanan emisyonlar.	Atık bertarafı için lojistik süreçler ve ürün ( kalker) ilk müşteriye gidene kadarki süreç hesaplamaya dahil edilmiştir.
3.3	Çalışanların evlerinden işyerlerine taşınmasıyla ilgili emisyonlar da dâhil olmak üzere, çalışanların işe gidip gelmelerinden kaynaklanan emisyonlar (Personelin işe giriş gelişleri kaynaklı emisyonlar)	Bu emisyon bulunmamaktadır.
3.4	Müşterilerin ve ziyaretçilerin raporlama yapan şirketin tesisine yaptığı seyahatlerle ilişkili emisyonlar dâhil olmak üzere müşteri ve ziyaretçi taşımacılığından kaynaklanan emisyonlar. (Müşteriler ve ziyaretçilerin ulaşımı kaynaklı emisyonlar)	-
3.5	Mobil yanma kaynaklarında yanan yakıt nedeniyle iş seyahatlerinden kaynaklanan emisyonlar.( İş seyahatleri kaynaklı emisyonlar)	Operasyonel kontrol şirkete ait olduğun, şirket araçları kullanılarak seyahat yapıldığı için Kategori 1 emisyonlarına dâhil edilmiştir. 2022 yılında konaklama yapılmamıştır.

Fabrikaya/Müşteriye mesafeleri belirlenerek Defra üzerinden emisyon faktörleri hesaplanarak kg CO<sub>2</sub>'e değeri hesaplanmaktadır. İngiltere'nin şirket raporlamasına yönelik sera gazı dönüşüm faktörlerine ilişkin ilgili yıla ait klavuzlardan yararlanılmıştır (URL-27). Yapılan örnek çalışmada kuruluşa gelen taşımacılığı ve dağıtımından kaynaklanan emisyonlar için en büyük kısmını ürün üretimi dediğimiz hammadde çıkarılması için gerekli olan patlayıcı malzemelerin getirilmesi sürecinde ulaşım mesafeleri alınarak hesaplamalar dahil edilmiştir. Hesaplamalar Çizelge 6.8'de gösterilmiştir.

Kategori 3.2: mal (kuruluştan giden) taşımacılığı veya dağıtımından kaynaklanan emisyonlar: Malların alt nakliyesi ve dağıtımından kaynaklanan emisyonlar, tedarik zinciri boyunca ilk alıcılardan veya diğer alıcılardan kaynaklanan nakliye hizmetlerinden kaynaklanan emisyonlardır, ancak kuruluş tarafından ödenmez.

**Çizelge 6.8.** 3.1-Ürün (kuruluşa gelen) taşımacılığı veya dağıtımından kaynaklanan emisyonlar.

Emisyon kaynağı	Araç tipi	FV		EF			Emisyonlar			GW P								
				CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O									
Hizmet alımı ile gerçekleştirilen ürünlerin sevkiyatı (yarım yük)	3.5- 33 ton olan mafsallı ağır yük taşıtı	3480	km	0,80322	kg/km		kg/km		kg/km	2,79521	ton		ton		ton	27,9	273	2,80
Ürünlerin taşınmasında kullanılan yakıtın beşikten yakıt tankına kadarki yaşam döngüsü aşamaları (taşıma aracının tesise ürün bırakması amacıyla tüketilen motorin için) (yarım yük)	3.5- 33 ton olan mafsallı ağır yük taşıtı	3480	km	0,20757	kg/km		kg/km		kg/km	0,72234	ton		ton		ton	27,9	273	0,72

Kuruluş, yalnızca kuruluştan ilk alıcıya gerçekleştirilen taşımacılık faaliyetlerinden veya tedarik zincirindeki tüm taşımacılık faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını dâhil edebilir. Yapılan örnek çalışmada kuruluştan giden taşımacılığı ve dağıtımından kaynaklanan emisyonlar için çıktımız olan ürün kalker ve atık malzemelerin tesisten gönderilmesi sürecinde ulaşım mesafeleri alınarak hesaplamalar dâhil edilmiştir. Hesaplamalar Çizelge 6.9'da gösterilmiştir.

Fabrikaya/Müşteriye mesafeleri belirlenerek Defra üzerinden emisyon faktörleri hesaplanarak kg CO<sub>2</sub>'e değeri hesaplanmaktadır. İngiltere'nin şirket raporlamasına yönelik sera gazı dönüşüm faktörlerine ilişkin ilgili yıla ait klavuzlardan yararlanılmıştır (URL-27).

**Çizelge 6.9. 3.2-Ürün (kuruluştan giden) taşımacılığı veya dağıtımından kaynaklanan emisyonlar.**

Emisyon kaynağı	Araç tipi	FV		EF						Emisyonlar						GWP		
				CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> e
		Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim			
Atıkların tesise taşınması - tehlikeli atıklar (yarım yük)	3.5- 33 ton olan mafsallı ağır yük taşıtı	696	km	0,80322	kg/km	-	kg/km	-	kg/km	0,55904	ton	-	ton	-	ton	28	273	0,56
Atık taşıma aracının tesise atık almak üzere gelmesi (yüksüz)	3.5- 33 ton olan mafsallı ağır yük taşıtı	696	km	0,64531	kg/km	-	kg/km	-	kg/km	0,44914	ton	-	ton	-	ton	28	273	0,45
Atıkların taşınmasında kullanılan yakıtın beşikten yakıt tankına kadarki yaşam döngüsü aşamaları (Atık taşıma aracının tesise atık almak üzere gelmesi amacıyla tüketilen motorin için) (yarım yük)	3.5- 33 ton olan mafsallı ağır yük taşıtı	696	km	0,20757	kg/km	-	kg/km	-	kg/km	0,14447	ton	-	ton	-	ton	28	273	0,14
Atıkların taşınmasında kullanılan yakıtın beşikten yakıt tankına kadarki yaşam döngüsü aşamaları (Atık taşıma aracının tesisten aldığı atıkları çimento tesisine taşınması amacıyla tükettiği motorin için) (yüksüz)	3.5- 33 ton olan mafsallı ağır yük taşıtı	696	km	0,15568	kg/km	-	kg/km	-	kg/km	0,10835	ton	-	ton	-	ton	28	273	0,11

**Çizelge 6.9 (devam). 3.2-Ürün (kuruluştan giden) taşımacılığı veya dağıtımından kaynaklanan emisyonlar.**

Ürünün tesise taşınması - tehlikeli atıklar (yarım yük)	3.5- 33 ton olan mafsallı ağır yük taşıtı	513845,6	km	0,80322	kg/km	-	kg/km	-	kg/km	412,73106	ton	-	ton	-	ton	28	273	412,73
Ürün taşıma aracının tesise ürün almak üzere gelmesi (yüksüz)	3.5- 33 ton olan mafsallı ağır yük taşıtı	513845,6	km	0,64531	kg/km	-	kg/km	-	kg/km	331,58970	ton	-	ton	-	ton	28	273	331,59
Ürünün taşınmasında kullanılan yakıtın beşikten yakıt tankına kadarki yaşam döngüsü aşamaları (Atık taşıma aracının tesise atık almak üzere gelmesi amacıyla tüketilen motorin için) (yarım yük)	3.5- 33 ton olan mafsallı ağır yük taşıtı	513845,6	km	0,20757	kg/km	-	kg/km	-	kg/km	106,65893	ton	-	ton	-	ton	28	273	106,66
Ürünün taşınmasında kullanılan yakıtın beşikten yakıt tankına kadarki yaşam döngüsü aşamaları (Atık taşıma aracının tesisten aldığı atıkları çimento tesisine taşınması amacıyla tükettiği motorin için) (yüksüz)	3.5- 33 ton olan mafsallı ağır yük taşıtı	513845,6	km	0,15568	kg/km	-	kg/km	-	kg/km	79,99548	ton	-	ton	-	ton	28	273	80,00

Kategori 3.3: çalışanların servis hizmetleri ile ilgili ulaşımdan kaynaklanan dolaylı sera gazı emisyonları: Çalışanların evlerinden işyerlerine taşınmasıyla ilgili emisyonlar da dâhil olmak üzere, çalışanların işe gidip gelmelerinden kaynaklanan emisyonlardır. Evden çalışma, çalışanın evdeki enerji tüketiminin bir kısmından ısıtma veya soğutma için daha fazla enerji kullanımına neden olabilir ve bu nedenle bu alt kategoride değerlendirilebilir. Örnek çalışması yapılan işletmede çalışanlar şantiyede konaklamaktadır, bu yüzden hesaplamalara dahil edilmemiştir.

Kategori 3.4: müşteri ve ziyaretçi seyahatleri ile ilgili ulaşımdan kaynaklanan dolaylı sera gazı emisyonları: Müşterilerin ve ziyaretçilerin raporlama yapan şirketin tesisine yaptığı seyahatlerle ilişkili emisyonlar dâhil olmak üzere müşteri ve ziyaretçi taşımacılığında kaynaklanan emisyonlardır. Örnek çalışması yapılan işletmede 2022 yılında faaliyet sahasına müşteri ziyareti gerçekleştirilmemiştir.

Kategori 3.5: iş seyahatleri nedeni ile yakma faaliyetlerinden kaynaklanan dolaylı sera gazı emisyonları: Mobil yanma kaynaklarında yanan yakıt nedeniyle iş seyahatlerinden kaynaklanan emisyonlardır. Otel konaklamaları, iş seyahatiyle bağlantılı olduğunda, yani bir konferansa katılırken veya diğer iş amaçlarıyla uçuş bağlantıları için konaklama süresi dâhil edilebilir. Bu tür veriler mevcutsa ve önemliyse, yolculuk sırasında oluşan dolaylı emisyonlar da dâhil edilmelidir. Örnek çalışması yapılan işletmede operasyonel kontrol şirkete ait olduğun, şirket araçları kullanılarak seyahat yapıldığı için Kategori 1 emisyonlarına dahil edilmiştir. 2022 yılında konaklama yapılmamıştır.

#### **6.2.2.4 Kategori 4: kuruluş tarafından kullanılan ürünler kaynaklı dolaylı sera gazı emisyonları**

Kurumsal sınırların dışında bulunan kaynaklardan kuruluş tarafından kullanılan hizmetlerden kaynaklanan dolaylı sera gazı emisyonları meydana gelmektedir. Sabit veya hareketli olabilen bu kaynaklar raporlama yapan kuruluş tarafından dikkate alınmalıdır. Emisyonlar çoğunlukla

- Hammaddelerin çıkarımı, zirai faaliyetler;
- Hammaddelerin veya ürünlerin tedarikçiler arasında taşınımı;
- Hammaddelerin üretimi ve işlenmesi aşamalarından kaynaklanmaktadır (ISO 14064-1).

Kategori 4 kapsamında hesaplamalara dahil edilen süreçler Çizelge 6.10’da detaylandırılmıştır.

**Çizelge 6.10.** Kategori 4 Emisyonlar.

EMİSYONLAR		NOTLAR
	<b>Kategori 4:</b> Kuruluş tarafından kullanılan ürünler kaynaklı dolaylı sera gazı emisyonları (CO <sub>2</sub> e)	
4.1	Ürünün imalatı ile ilişkili olan satın alınan hammadde/mamul/yarı mamul vb. kaynaklı emisyonlar	Örnek Çalışmada gelen ürün olarak tedarikçiden alınan patlayıcı dâhil edilmiştir
4.2	Sermaye niteliğindeki varlıklardan (taşınır & taşınmaz) kaynaklanan emisyonlar	İlgili yıla ait demirbaş sermaye varlığı alımı olmamıştır.
4.3	Katı ve sıvı atıkların bertarafı kaynaklı emisyonlar	Motat Beyanı dikkate alınarak hesaplamaya dâhil edilmiştir
4.4	Kiralanan ekipmanların (kuruluş tarafından) kullanımı kaynaklı emisyonlar	Çalışma örneğinde kiralanan ekipman bulunmamaktadır
4.5	Danışmanlık, temizlik, bakım, kurye, bankacılık vb. hizmet alımları kaynaklı emisyonlar	Önemlilik değerlendirmesinde veri temini, bilgi güvenilirliği ve hesaplanabilirliği olmaması sebebiyle hesaplamalara dahil edilmemiştir

Kategori 4.1: ürünün imalatı ile ilişkili olan satın alınan hammadde/mamul/yarı mamul vb. kaynaklı emisyonlar: “Ürünün imalatı ile ilişkili olan satın alınan hammadde/mamul/yarı mamul vb. kaynaklı emisyonlar” kapsamında üretim sürecinde satın alınan hammadde/mamul/yarı mamul maddeler tespit edilerek hesaplamaya dahil edilmektedir. Örnek çalışması yapılan işletmede önemlilik değerlendirmesinde üretim ile alakalı olan ürün olan patlayıcı faturalardan tespit edilerek hesaplamalara dahil edilmiştir ve karbon ayak izi hesaplaması yapılmıştır. EF değeri Ecoinvent veri tabanı kullanılarak alınmıştır Çizelge 6.11’de gösterilmiştir.

**Çizelge 6.11.** Kategori 4.1-Ürünün İmalatı İle İlişkili Olan Satın Alınan Hammadde/Mamul/Yarı Mamul vb. Kaynaklı Emisyonlar.

Satın alma kalemi	FV		EF		Emisyonlar	CO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> e
	Değer	Birim	CO <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub>		
			Değer	Birim	Değer		
<b>ÜRETİM İLE ALAKALI -ÜRÜN KULLANIMI</b>							
<b>HAM MADDE/ YARI MAMUL/MAMUL</b>							
PATLAYICI	64,80	ton	2,9625	kgCO <sub>2</sub> e/ton	0,19	0,19	0,19

Kategori 4.2: sermaye niteliğindeki varlıklardan (taşınır&taşınmaz) kaynaklanan emisyonlar: “Sermaye niteliğindeki varlıklardan (taşınır & taşınmaz) kaynaklanan emisyonlar” kapsamında demirbaşlar tespit edilerek hesaplamaya dahil edilmektedir. Örnek çalışması yapılan işletmede ilgili yıla ait alım olmadığı için demirbaş sermaye varlığı hesaplamaya dahil edilmemiştir.

Kategori 4.3: katı ve sıvı atıkların bertarafı kaynaklı emisyonlar: “Katı ve sıvı atıkların bertarafı kaynaklı emisyonlar” kapsamında üretim sürecinde oluşan katı ve sıvı atıklar tespit edilerek hesaplamaya dahil edilmektedir. Örnek çalışması yapılan işletmede 2022 yılında oluşan ve lisanslı atık firmalarına gönderilen (Motat’a kayıtlı) atıkların 2022 yılı atık beyan formu dikkate alınarak hesaplamaları yapılmıştır ve Çizelge 6.12’de gösterilmiştir. İngiltere’nin şirket raporlamasına yönelik sera gazı dönüşüm faktörlerine ilişkin ilgili yıla ait klavuzlardan yararlanılmıştır (URL-27).

Kategori 4.4: kiralanan ekipmanların (kuruluş tarafından) kullanımı kaynaklı emisyonlar: “Kiralanan ekipmanların (kuruluş tarafından) kullanımı kaynaklı emisyonlar” kapsamında üretim sürecinde kiralanan ekipmanlar tespit edilerek hesaplamaya dahil edilmektedir. Örnek çalışması yapılan işletmede dışarıdan araç kiralananmış, şirkete ait araçlar kullanılmıştır bu yüzden hesaplamaya dahil edilmemiştir.

**Çizelge 6.12.** Kategori 4.3-Katı ve sıvı atıkların bertarafı kaynaklı emisyonlar.

Atık türü	Atık işleme yöntemi	FV		EF						Emisyonlar			GW P	C O <sub>2</sub> e				
		Değer	Birim	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O						
				Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim				Değer	Birim	Değer	Birim	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	BERTA	280,00	kg	21,280	kg CO <sub>2</sub> e/to	0	kg CO <sub>2</sub> e/to	0	kg CO <sub>2</sub> e/ton	0,0060	ton	0	ton	0	ton	28	273	0,01
Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtremalzemeleri (başka şekilde tanımlanmamış ise yağ filtreleri), temizleme bezleri, koruyucu giysiler	BERTARAF	280,00	kg	21,280	kg CO <sub>2</sub> e/ton tehlikeli atık	0	kg CO <sub>2</sub> e/ton tehlikeli atık	0	kg CO <sub>2</sub> e/ton	0,0060	ton	0	ton	0	ton	28	273	0,01
Yağ filtreleri	BERTARAF	250,00	kg	21,280	kg CO <sub>2</sub> e/ton tehlikeli atık	0	kg CO <sub>2</sub> e/ton tehlikeli atık	0	kg CO <sub>2</sub> e/ton	0,0053	ton	0	ton	0	ton	28	273	0,01

Kategori 4.5: danışmanlık, temizlik, bakım, kurye, bankacılık vb. hizmet alımları kaynaklı emisyonlar: “Danışmanlık, temizlik, bakım, kurye, bankacılık vb. hizmet alımları kaynaklı emisyonlar” kapsamında hizmet alımları hesaplamaya dahil edilmektedir. Örnek çalışması yapılan işletmede önemlilik değerlendirmesinde veri temini, bilgi güvenilirliği ve hesaplanabilirliği olmaması sebebiyle hesaplamalara dahil edilmemiştir.

### 6.2.2.5 Kategori 5: ürünlerin üretim sonrası kullanımı kaynaklı dolaylı sera gazı emisyonları

Kuruluştaki ürünlerin kullanımına bağlı olarak sera gazı emisyonları veya azaltmalar, kuruluşun üretim aşamasında oluşan süreçte kuruluş tarafından piyasaya sürülen ürünler kaynaklıdır. Bu emisyonlar veya azaltmalar, çok çeşitli hizmetleri ve ilgili süreçleri kapsayabilir. Genellikle kuruluş, ürünün yaşam evreleri süresince ne olacağını bilemez ve bu nedenle her yaşam aşaması için geçerli senaryolar tanımlanmalıdır. Kategori 5 kapsamında hesaplamalara dâhil edilen süreçler Çizelge 6.13’te detaylandırılmıştır.

**Çizelge 6.13. Kategori 5 emisyonları.**

EMİSYONLAR		NOTLAR
	<b>Kategori 5:</b> Ürünlerin üretim sonrası kullanımı kaynaklı dolaylı sera gazı emisyonları	
5.1	Ürünün kullanımı kaynaklı emisyonlar ve uzaklaştırmalar	Örnek Çalışmada çıktı olan ürün kalkerdir. Senaryo olarak düşünüldüğünde Kalker kireç, çimento endüstrisi gibi birçok süreçte kullanılmaktadır. Kalker, katkı ile (kil vb.) bir araya gelerek pişirildiğinde karbonatlı bileşik olan Klinkeri oluşturmaktadır. Çimento sürecinde Klinker ısı ile tepkimeye girdiğinde Proses emisyonlarına sebep olmaktadır. Bu senaryoda kalker (%70)ile %30 u kadar kil düşünerek klinker miktarı üzerinden yaklaşık bir hesaplama yapılabilir. Fakat bu süreçte ısıl işlemde ne kadar yakıt kullanıldığı bilinmediğinden hesaplamaya dâhil edilmemiştir
5.2	Kiraya verilen ekipmanların (kuruluşa ait) kullanımı kaynaklı emisyonlar kaynaklı emisyonlar	İlgili yıla ait kurulun kiraya verilen ekipmanı bulunmamaktadır
5.3	Ürünün kullanım ömrünü tamamlamasından sonraki emisyonlar (arıtma, bertaraf, geri kazanım, vb.)	Ürünün Kullanım ömrünü tamamlaması sonrası sürecinde senaryoya istinaden inşaat moloz yığını olduğu varsayılarak end of life hesabı yapılmıştır.
5.4	Yatırımlar kaynaklı emisyonlar	Çalışma örneğinde ilgili yılda bir yatırım bulunmamaktadır

Kategori 5.1: ürünün kullanımı kaynaklı emisyonlar ve uzaklaştırmalar: Satılan tüm ilgili ürünlerden beklenen toplam ömür boyu emisyonları içerir. Bu kategoriden kaynaklanan emisyonların yaşam alaması senaryolarıyla çok yakından ilgilidir. Örnek Çalışmada çıktı olan ürün kalkerdir. Senaryo olarak düşünüldüğünde Kalker kireç, çimento endüstrisi gibi birçok süreçte kullanılmaktadır. Kalker, katkı ile (kil vb.) bir araya gelerek pişirildiğinde karbonatlı bileşik olan Klinkeri oluşturmaktadır.

Çimento sürecinde Klinker ısı ile tepkimeye girdiğinde Proses emisyonlarına sebep olmaktadır. Bu senaryoda kalker (%70) ile %30 u kadar kil düşünerek klinker miktarı üzerinden yaklaşık bir hesaplama yapılabilir. Fakat bu süreçte ısıl işlemde ne kadar yakıt kullanıldığı bilinmediğinden hesaplama dahil edilmemiştir.

Kategori 5.2: kiraya verilen ekipmanların (kuruluşa ait) kullanımı kaynaklı emisyonlar kaynaklı emisyonlar: Kiralanan araçlardan kaynaklanan emisyonlar, raporlama yapan kuruluşa ait olan ve raporlama yılı boyunca diğer kuruluşlara kiralanan varlıkların kullanımından kaynaklı oluşan emisyonlardır. Örnek çalışması yapılan işletmenin 2022 yılına ait kiraya verilen ekipmanı bulunmadığı için hesaplamalara dahil edilmemiştir.

**Çizelge 6.14.** Ürünün kullanım ömrünü tamamlamasından sonraki emisyonlar (arıtma, bertaraf, geri kazanım, vb.).

Satın alma kalemi	FV		EF		Emisyonlar	tCO <sub>2</sub> e	tCO <sub>2</sub> e
			CO <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub>		
	Değer	Birim	Değer	Birim	Değer		
<b>ÜRÜN YAŞAM DÖNGÜSÜ AŞAMASI</b>							
<b>İnşaat-END OF LIFE</b>	3479 56,2	TON	0,985	kgCO <sub>2</sub> e /TON	342,74	342,74	342,74

Kategori 5.3: ürünün kullanım ömrünü tamamlamasından sonraki emisyonlar (arıtma, bertaraf, geri kazanım, vb.): İşletme tarafından satılan tüm ürünlerin kullanım ömrü sonu ile ilişkili emisyonları içerir. Çoğunlukla emisyon kaynakları ve yutucular katı ve sıvı atıkların bertarafı ile ilgili olanlar hesaplamaya dahil edilmektedir ve Çizelge 6.14'de gösterilmiştir. Ürünün Kullanım ömrünü tamamlaması sonrası sürecinde senaryoya istinaden inşaat moloz yığını olduğu varsayılarak end of life hesabı yapılmıştır.

Kategori 5.3: yatırımlar kaynaklı emisyonlar: Yatırım kaynaklı oluşan özel veya kamu mali kurumlarını hedef alan emisyonlardır. Emisyonlar öz sermaye borcu, yatırım borcu, proje finansmanı ve diğerleri olmak üzere 4 tür faaliyetten kaynaklanmaktadır. Örnek çalışması yapılan işletmenin 2022 yılına ait yatırımı bulunmadığı için hesaplamalara dahil edilmemiştir.



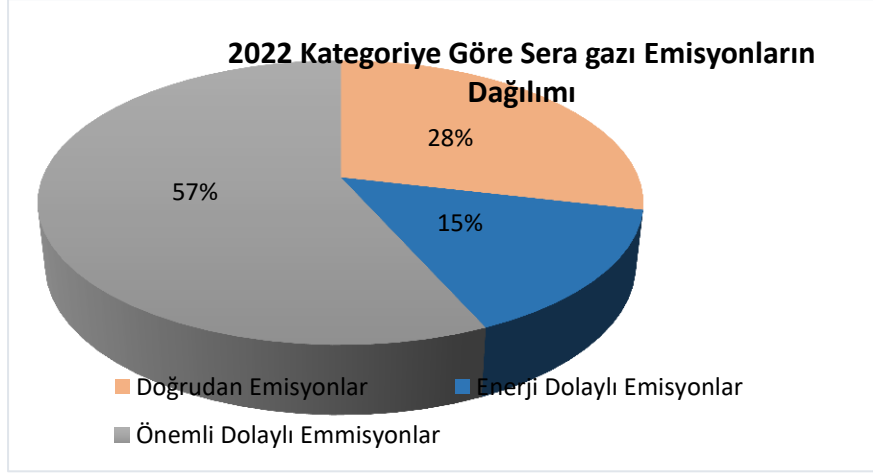
## 7. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Örnek çalışması yapılan işletmenin kurumsal karbon ayak izi hesaplaması doğrudan, enerji dolaylı ve önemlilik değerlendirmesi çalışmasına göre diğer dolaylı hesaplamalar ilgili kategori ve alt kategorilerine göre hesaplanarak sonuçları Çizelge 7.1’de gösterilmektedir.

**Çizelge 7.1.** Sera gazı emisyonları sonuç çizelgesi.

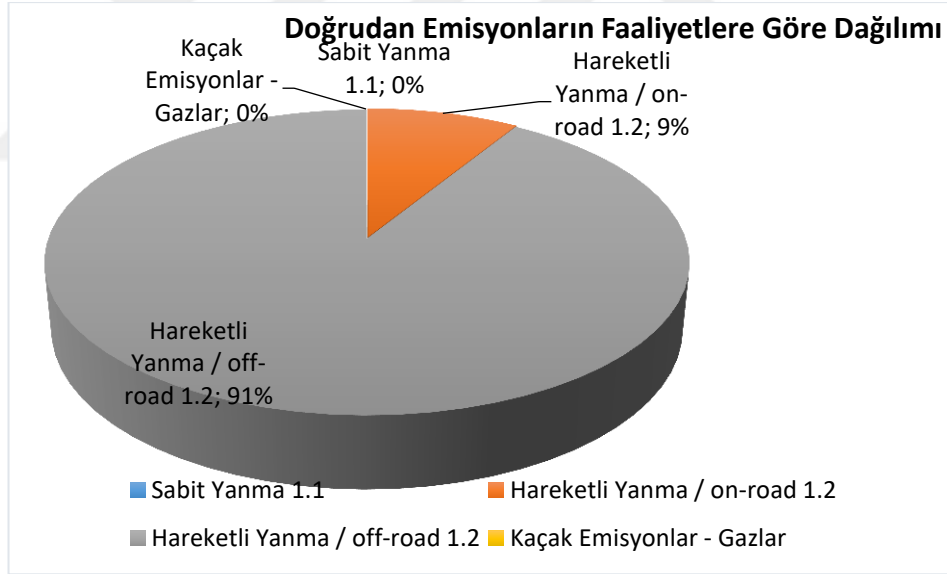
		SERA GAZI EMİSYONLARI SONUÇ ÇİZELGESİ	Raporlama yılı:	2022
			Güncelleme Tarihi:	
Kapsam	Faaliyet Kategorisi	Emisyon (kg CO <sub>2</sub> )	Toplam Emisyon (tCO <sub>2eq</sub> )	Toplam Emisyon (tCO <sub>2eq</sub> )
Doğrudan Emisyonlar	Sabit Yanma 1.1	0,00	0,00	606
	Hareketli Yanma / on-road 1.2	52,89	53,73	
	Hareketli Yanma / off-road 1.2	503,06	552,03	
	Kaçak Emisyonlar - Gazlar	0,00	0,16	
Enerji Dolaylı Emisyonlar	Tüketilen Elektrik	310,99	310,99	311
Önemli Dolaylı Emisyonlar				
Kategori 3	Ürün (kuruluşa gelen) taşımacılığı veya dağıtımından kaynaklanan emisyonlar. 3.1	3,52	3,52	936
	Ürün (kuruluştan giden) taşımacılığı veya dağıtımından kaynaklanan emisyonlar. 3.2	932,24	932,24	
Kategori 4	Ham madde /mamul	2,92	2,92	3
	Atık bertaraf	0,02	0,02	
Kategori 5	Ürün Ömür sonu geri kazanım, bertaraf	261,10	261,10	261
<b>TOPLAM</b>		<b>2.066,74</b>	<b>2.116,72</b>	<b>2.117</b>

Yapılan örnek çalışmadaki sonuçlara göre üretimde bulunan kuruluşun yanma kaynaklı bir prosesi olmadığı için karbon ayak izi miktarı ürünlerinin kullanımı sonucu salınan muhtemel karbon ayak izi miktarından oldukça azdır. Kuruluş faaliyetleri sırasında en çok karbon emisyonu salınımını % 28 oranında doğrudan emisyon kaynaklı olarak gerçekleştirilmektedir. Bunun yanı sıra % 57’lik kısmı önemli dolaylı emisyonlar, % 15’lik kısmı da enerji dolaylı emisyonlardan oluşmaktadır ve Şekil 7.1’de gösterilmiştir.



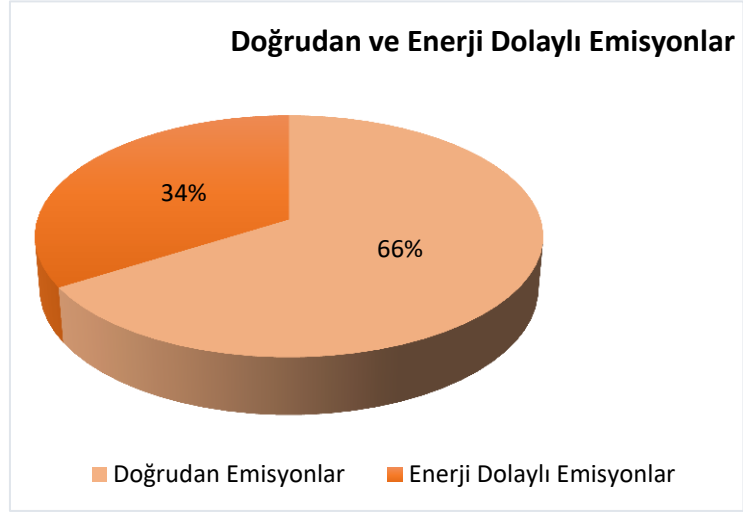
**Şekil 7.1.** 2022 Yılı kategoriye göre sera gazı emisyonu dağılımı.

%28'lik doğrudan emisyonların kategorisi içerisinde %91'lik kısmı maden ocağında patlatma faaliyeti sürecinde kullanılan iş makineleri sebebiyle hareketli yanma kaynaklı emisyonlardır. Bu emisyonları %9 oranında şirket araçları/binek araçlar takip etmektedir ve Şekil 7.2'de gösterilmiştir.



**Şekil 7.2.** Doğrudan emisyonların faaliyetlere göre dağılımı.

Doğrudan ve enerji dolaylı emisyonlar kategorisi kendi içerisinde incelendiğinde ise % 66'lık doğrudan emisyonlardan, % 34'lük kısmı ise enerji dolaylı emisyonlardan kaynaklanmaktadır ve Şekil 7.3'de gösterilmiştir.



**Şekil 7.3.** Doğrudan ve enerji dolaylı emisyonların dağılımı.

## 8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Dünyamızı olumsuz şekilde etkileyen etmenlerin azaltılması için global ölçekte bazı tedbirler gönüllük esasına göre ve/veya zorunluluk olarak alınmaktadır. Bu nedenle küresel iklim değişikliğine yol açan sera gazlarının salınımının azaltılması için üretimden tüketime ve tüketim sonrası ortaya çıkan atıkların uzaklaştırılmasına kadar her aşamada niteliksel ve niceliksel değerlendirmeler yapılmaya başlanmıştır. Bu konuda karbon ayak izi son yıllarda dünya gündemine girmiş ve önemi gün geçtikçe artmaya başlamıştır. Ortaya çıkan emisyonların yaşamımıza olan etkilerini ölçebilmek, hesaplamalarını yapmak, iklim değişikliği kaynaklı riskleri tespit etmek, önlemleri almak ve korumak amaçlı kurumsal karbon ayak izi izlenmesi ve değerlendirilmesi günümüzde önem taşır hale gelmiştir. Bu örnek çalışma ile belirsizliği en aza indirecek doğru, tutarlı ve uyarlı sonuçlar sağlayacak olan GHG Protokolü, ISO 14064 ve IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) kılavuzları rehberliğinde hesaplama bazlı metodoloji ile ilerlenerek 6 adet sera gazının (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, PFC, HFC, SF<sub>6</sub>) Karbondioksit eşdeğeri cinsinden hesaplamaları yapılarak bir maden tesisinin üretim başına salmış olduğu emisyon envanter hesabı yapılmış olacaktır. Kurumsal Karbon Ayak İzi hesabı da tamamlanarak tesisin bir yıl içerisinde ne kadar karbon salımı yaptığı görülerek hangi kapsamda azaltım hedefleri yapılacağı belirlenmiş olacaktır.

Bu tez çalışması maden sektöründe madenin çıkarılması süreci ile ilgili yapılan kurumsal karbon ayak izi çalışmasıdır. Burada doğrudan, enerji dolaylı ve diğer dolaylı emisyonların hesaplamaları yapılmıştır ve oranları % 46 ü doğrudan emisyonlar, % 26'sı enerji dolaylı emisyonlar ve %28'lik kısmı önemli dolaylı emisyonlar şeklindedir. Doğrudan emisyonların kendi içerisinde % 91'lik kısmı mobil yakma kaynaklı emisyonları oluşturmaktadır. Bu noktada emisyon sürecinde dolaylı kısımlarda kalkerin müşteriye ulaşım kısmında yani lojistik aşamasında azaltıma yönelik faaliyet çalışmaları yapılabilir. Dizel yakıt araçları yerine alternatif olarak elektrikli araçlar günümüzde tercih edilebilir. Madenin çıkarılma sürecinden bir sonraki süreci düşünülürse ve örnek verilecek olunursa kalkerin çimento üretim sürecinde kullanıldığı ele alındığında çimento üretimi proses ve yanma emisyonları ciddi oranda gerçekleştiği için CO<sub>2</sub> emisyonu salınımına sebep olan en büyük sektör faaliyetlerinden biridir.

## KAYNAKLAR

- Akın, G., 2006. Küresel ısınma, nedenleri ve sonuçları, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 46, 2, 41-43.
- Aksay, C. S., Ketenoğlu, O. ve Kurt, L., 2005. Küresel ısınma ve iklim değişikliği, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi, 1, 25, 32-34.
- Akyıldız, F., 2011. Binyıl Kalkınma Hedefleri, İnsan Hakları ve Demokrasi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2011, 14, 39-60.
- Arı, H., 2013. Yağışın Katı Atıktan Oluşan Sera Gazlarına Olan Etkisinin İncelenmesi, Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 17, 3, 12-17.
- Arıcı, R., 2018. Kağıt-Karton Geri Dönüşüm Ürünlerinin Karbon Ayak İzlerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Asan, D., 2022. 1972 Stockholm İnsan ve Çevre Konferansı, Su ve Çevre Teknolojileri Dergisi, 17, 169, 36-37.
- Australian Government, Clean Energy Regulator. 2023. Estimating Emissions and Energy from Coal Mining Guideline, Canberra, Australia.
- Avrupa Komisyonu. 2019. Komisyondan Bildirim, Avrupa Yeşil Anlaşması, Brüksel, COM (2019) 640, 1-24.
- Bıyık, Y. ve Civelekoğlu, G., 2018. Ulaşım Sektöründen Kaynaklı Karbon Ayak İzi Değişiminin İncelenmesi, Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2, 2, 157-166.
- Bozlağan, R., 2005. Sürdürülebilir Gelişme Düşüncesinin Tarihsel Arka Planı, Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi, 50, 1011-1028.
- Çolak, G. ve Türkmen, B. A., 2023. Kurumsal Karbon Ayak İzi Analizi: Bir Kimya Fabrikası İçin Örnek Hesaplama, Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 9, 1, 191-201.
- Değirmenci, T. ve Yavuz H., 2021. Emisyon Azaltım Sorumluluğu Olan BM Ülkelerinde Hava Kirliliği, Sağlık Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 16, 3, 856-872.
- Dikmen, A. Ç., 2017. Madencilik ve iklim değişikliği, ISME2017, 195-197.
- Duran, Z. Erdem, B. ve Doğan, T., 2021. Açık Maden İşletmelerinde Partikül Madde Salınımı: Literatür Araştırması, ESOGÜ Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 29, 3, 450-465.

- Ecer, K., Güner, O. ve Çetin, M., 2021. Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türkiye Ekonomisinin Uyum Politikaları, İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi, 9, 2, 125-144.
- ETİ Bakır Madencilik İşletmeleri Karbon ve Su Ayak İzi Raporu, 2022, 27-28
- European Commission, (2019). Komisyondan bildirim, Communication From The Commission To The European Parliament The European Council The council The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions, The European Green Deal, COM(2019) 640 Final, Brussels, Belgium.
- İğci, T. ve Çobanoğlu N., 2019. İklim Değişikliğinin ve İklim Değişikliğiyle İlgili Küresel Anlaşmaların Çevre Etiği Bakımından Değerlendirilmesi, Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 7, 2, 130-146.
- Kızıltan, B. ve Doğan D. U., 2021. Çimento Sektöründe Karbon Ayak İzlerinin Raporlanması Amacıyla Bir Çerçeve Önerisi, Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 18, 1, 40-58.
- Koçak E., ve Uçan O., 2018. İnsani gelişme endeksi ile büyüme ilişkisi: Pedroni eşbütünlük testi örneği, Journal of Politics, Economy and Management (JOPEM), 1, 2, 55-61.
- Li, B., Shi, Y., Hao, J., Ma, C., Pang, C. ve Yang, H., 2022. Research On A Carbon Emission Calculation Model And Method For An Underground Fully Mechanized Mining Process Energies, MDPI, 15 (8), 2871.
- Nemli, E., 1998. Sürdürülebilir Kalkınma ve İşletmelerin Rolü, Öneri Dergisi, 2, 9, 287-294.
- Öncar Şentürk, G., Gök, O. ve Koçyiğit, H., 2023. Tarımda Karbon Ayak İzi ve İklim Değişikliğine Etkisi, Artvin Çoruh Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 1, 1, 12-24 (Araştırma Makalesi).
- Öztürk, K., 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22, 1, 47-65.
- Pekin M. A., 2006. Ulaştırma Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Rüttinger, L. ve Sharma V., 2016. Climate change and mining, a foreign policy perspective, Berlin, Germany, Adelphi, 27-28.
- T.C. Resmî Gazete, Maden Kanunu, (18785), 15.06.1985, 1-2.
- T.C. Resmî Gazete, Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik, (29003), 17.05.2014, 1-5.

- T.C. Ticaret Bakanlığı, 2022. Yeşil Mutabakat Çalışma Grubu, Yıllık Faaliyet Raporu, 8-9.
- Tibrewal, K., 2016. Application of carbon footprint in mining industry, department of mining engineering, national institute of technology, Rourkela, India, 769, 008, 60-61.
- TS EN ISO 14064-1, 2019. Sera Gazları-Bölüm 1: Sera Gazı Salımlarının ve Uzaklaştırmalarının Kuruluş Seviyesinde Hesaplanmasına ve Raporlanmasına Dair Kılavuz Ve Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. 13.020.40, 22-23.
- Türkeş M., 2008. Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 1, 26-37 (Araştırma Makalesi). URL Adres: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/idec/issue/36965/450247>. Erişim tarihi: 11.12.2023.
- Yıldız, B. ve Aydın C., 2023. Türkiye’de Korunan Alanların IUCN Politikaları Kapsamında Değerlendirilmesi, Türkiye’de Arazi Yönetimi Dergisi, 5, 1, 20-30.
- Yılmaz, F., 2022. Enerji Yönetimi ve Türkiye: Avrupa Yeşil Mutabakatı Çerçevesinde Bir Değerlendirme, Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi, 8, 1, 19-37.
- WBCSD and WRI, 2011. Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard, Geneva, Washington, DC: World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute, ISBN 978-1-56973-772-9, 150-152.
- URL-1 <<https://iklim.gov.tr/sss/temel-kavramlar>>, Erişim tarihi: 01.12.2023.
- URL-2 <<https://www.semtrio.com/blog/karbon-dongusu>>, Erişim tarihi: 11.12.2023.
- URL-3 <<https://climatechange.bogazici.edu.tr/iklim>>, Erişim tarihi: 11.12.2023.
- URL-4 <<https://www.mfa.gov.tr/surdurulebilir>>, Erişim tarihi: 04.12.2023.
- URL5 <<https://www.google.com/url?sa=i&url>>, Erişim tarihi: 05.12.2023.
- URL-6 <<https://cenevrefisi-dt.mfa.gov.tr/Mission>>, Erişim tarihi: 07.12.2023.
- URL-7 <<https://www.mfa.gov.tr/kyoto-protokolu.tr.mfa>>, Erişim tarihi: 10.12.2023.
- URL-8 <<https://mpgm.csb.gov.tr/birlesmis-millet>>, Erişim tarihi: 10.12.2023.
- URL-9 <[https://bulten.ikv.org.tr/icerik\\_print.asp?>](https://bulten.ikv.org.tr/icerik_print.asp?>)>, Erişim tarihi: 10.12.2023.
- URL-10 <<https://avesis.bozok.edu.tr/sustainability>>, Erişim tarihi: 10.12.2023.

URL11 <<https://www.unesco.org.tr/2030-Hedefleri>>, Erişim tarihi: 10.12.2023.

URL-12 <<https://www.zorlu.com.tr/akillihayat2030>>, Erişim tarihi: 10.12.2023.

URL-13 <<https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa>>, Erişim tarihi: 10.12.2023.

URL-14 <<https://iklim.gov.tr/bm-iklim-degisikligi>>, Erişim tarihi: 10.12.2023.

URL15 <<https://www.tarimorman.gov.tr/Uluslararası>>, Erişim tarihi: 10.12.2023.

URL-16 <<https://tr.euronews.com/2022/09/08/turkiye>>, Erişim tarihi: 09.12.2023.

URL-17 <<https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya>>, Erişim tarihi: 09.12.2023.

URL-18 <<https://www.eurocert.com.tr/iso-14064>>, Erişim tarihi: 09.12.2023.

URL-19 <<https://carbon-turkey.org/tr/mevzuat>>, Erişim tarihi: 09.12.2023.

URL-20 <<https://cygm.csb.gov.tr/sera-gazi>>, Erişim tarihi: 09.12.2023.

URL-21 <<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p>>, Erişim tarihi: 09.12.2023.

URL-22 <<https://iklim.gov.tr/ab-emisyon-ticaret-sistem>>, Erişim tarihi: 09.12.2023.

URL-23 <<https://iklim.gov.tr/piyasa-uygulama-ortakligi>>, Erişim tarihi: 04.01.2024.

URL-24 <<https://immib.org.tr/tr/sinirda-karbon>>, Erişim tarihi: 04.01.2024.

URL-25 <<https://immib.org.tr/tr/avrupa-birligi>>, Erişim tarihi: 04.01.2024.

URL-26 <<https://enerji.gov.tr/evced-cevre-ve-iklim>>, Erişim tarihi: 04.01.2024.

URL-27 <<https://www.gov.uk/government/publication>>, Erişim tarihi: 04.01.2024.

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı ve Soyadı** : Sevilay SANDALLAR

### EĞİTİM BİLGİLERİ

**Lisans** : Cumhuriyet Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 2012

**Yüksek Lisans** : Aksaray Üniversitesi, Çevre Mühendisliği, 2023

### TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Sempozyumda Yayımlanan Bildiriler

Sandallar S. and Güllü Ö., 2023. Corporate Carbon Footprint Calculations in the Mining Sector, 15. National 3. International Environmental Engineering Congress, Ankara, Environmental Engineering Congress Proceeding Book Page 145.