



**T.C.
YALOVA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MEVCUT BİR ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ İÇİN SERA GAZI
ENVANTERİ HAZIRLANMASI VE DÜŞÜK KARBONLU ÜRETİM
STRATEJİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERVE ÇAKMAK ARI

DANIŞMAN: PROF. DR. SİBEL BAŞAKÇILARDAN KABAKCI

**YALOVA
TEMMUZ 2023**



T.C.
YALOVA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MEVCUT BİR ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ İÇİN SERA GAZI ENVANTERİ
HAZIRLANMASI VE DÜŞÜK KARBONLU ÜRETİM STRATEJİLERİNİN
GELİŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERVE ÇAKMAK ARI
205103003

DANIŞMAN: PROF. DR. SİBEL BAŞAKÇILARDAN KABAKCI

YALOVA
TEMMUZ 2023

ETİK BEYAN

Yalova Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım “MEVCUT BİR ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ İÇİN SERA GAZI ENVANTERİ HAZIRLANMASI VE DÜŞÜK KARBONLU ÜRETİM STRATEJİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ” başlıklı bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksinin tespiti halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Merve ÇAKMAK ARI



ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca benden yardımlarını esirgemeyen, akademik anlamda bana her zaman destek olan ve doğru yolu gösteren sayın danışman hocam Prof. Dr. Sibel BAŞAKÇILARDAN KABAKCI' ya teşekkür ederim. Çalışmadaki verilerin temini konusunda desteklerini esirgemeyen Çevre Mühendisi Zeynep KARAKUZU' ya teşekkür ederim. Her zaman yanımda oldukları ve benden desteklerini hiçbir zaman esirgemedikleri için sevgili aileme teşekkür ederim. Son olarak sevgili eşim Emrah ARI' ya tezimin her aşamasında verdiği destekten dolayı teşekkür ederim.

Temmuz – 2023

Merve ÇAKMAK ARI





İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	i
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
ÖZET	xv
ABSTRACT	xvii
1. GİRİŞ	1
2. KÜRESEL ISINMA ve İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ.....	3
2.2. Sera Gazları.....	5
2.2.1. Karbondioksit (CO ₂).....	5
2.2.2. Metan (CH ₄).....	6
2.2.3. Nitrozoksit (N ₂ O).....	6
2.2.4. Kloroflorokarbon (CFC).....	6
2.2.5. Perflorokarbonlar (PFC), kükürt hekza florür (SF ₆), hidroflorokarbonlar (HFC)	6
2.3. Küresel Isınma Potansiyeli (GWP)	7
2.3.4. Karbondioksit eşdeğeri (CO ₂ eşd).....	7
2.4. Sektörlere Göre Küresel Sera Gazı Salınımları.....	7
2.4.1. Türkiye’de iklim değişikliğine neden olan sera gazlarının dağılımı.....	9
3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELENİN TARİHÇESİ	12
3.1. BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS).....	12
3.2. Paris İklim Anlaşması.....	16
3.3. Avrupa Yeşil Mutabakatı.....	18
3.4. Döngüsel ve Yeşil Ekonomi	20
3.4.1. Döngüsel ekonomi nedir?.....	20
3.4.2. Yeşil ekonomi nedir?	22
4. SERA GAZI ENVANTERİ OLUŞTURMA ve İLGİLİ STANDARTLAR	25
4.1. ISO 14064 Standardı	25
4.1.1. ISO 14064-1:	25
4.1.2. ISO 14064-2:	26
4.1.3. ISO 14064-3:	26

5. MATERYAL ve YÖNTEM.....	27
5.1. Çalışma Alanı	27
5.1.1. Baz yılı	28
5.2. Çalışma Esasları.....	28
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	35
6.1. 2019-2020-2021 Yıllarına Ait Emisyonlar.....	35
6.2. Sera Gazı Emisyonlarını Düşürmek için OSB İçinde Yapılabilecek Aksiyonlar	41
6.2.1. Elektrikli araçlara geçiş.....	41
6.2.2. Binalarda enerji verimliliği	43
6.2.3. Doğalgazın endüstride verimli kullanılması	43
6.2.4. OSB sınırları içinde ağaçlandırma çalışmaları.....	43
6.2.5. OSB genelinde Güneş enerjisi santrali (GES) çalışmaları.....	44
KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ	50



SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

SİMGELER

CO	: Karbonmonoksit
CO ₂	: Karbondioksit
CO ₂ e	: Karbondioksit eşdeğeri
CH ₄	: Metan
CFC	: Kloroflorokarbon
d	: Yoğunluk
Gg	: Gigagram
HCFCs	: Hidrokloroflorokarbonlar
HFC	: Hidroflorokarbonlar
J	: Jolule
kg	: Kilogram
km	: kilometre
kWh	: Kilovatsaat
lt	: Litre
m	: Kütle
mWh	: Megavatsaat
m ³	: Metreküp
N ₂ O	: Diazotmonoksit
Nox	: Nitrojenoksit
PFC	: Perflorokarbon
SF ₆	: Kükürt Hekza Florür
Sm ³	: Standart metreküp
TJ	: Terajoule
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
V	: Hacim
°C	: Santigrat Derece

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CDM	: Temiz Kalkınma Mekanizması
CER	: Certified Emission Reductions (Emisyon Azaltım Kredisi)
COP	: Conference of Parties (Taraflar konferansı)
EEP	: Eko Endüstriyel Park
EF	: Emisyon Faktörü
ETS	: Emisyon Ticaret Sistemi
FV	: Faaliyet Verisi
GES	: Güneş Enerji Santrali
GHG	: Greenhouse Gas (Sera Gazı)
GWP	: Global Warming Potential (Küresel Isınma Potansiyeli)
HNO ₃	: Nitrik Asit
ISO	: International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Örgütü)

IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)
IPPU	: Endüstriyel Prosesler ve Ürün Kullanımı
KIP	: Küresel Isınma Potansiyeli
KP	: Kyoto Protokolü
KVTÜ	: Kaynak Verimliliği ve Temiz Üretim
LED	: Light Emitting Diode
LULUCF	: Land use, land-use change, and forestry
NKD	: Net Kalorifik Değer
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı)
OF	: Oksidasyon Faktörü
OSB	: Organize Sanayi Bölgesi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UNDP	: United Nations Development Programme
UNEP	: United Nations Environment Programme
UNFCCC	: United Nations Framework Convention on Climate Change
WBCSD	: World Business Council for Sustainable Development
WMO	: Dünya Meteoroloji Örgütü
WRI	: World Resources Institute (Dünya Kaynakları Enstitüsü)



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Atmosfer karışımını oluşturan gazların hacimsel yüzdeleri [2].....	3
Tablo 2.2. Sera gazları ve küresel ısınma potansiyelleri [11].	7
Tablo 2.3. Sera gazı kaynağı ve kategorileri [16].....	9
Tablo 5.4. Sera Gazı Protokolünde belirtilen emisyon raporlama kapsamları [43].....	29
Tablo 5.5. Doğalgazın yakılmasını içeren kapsam, alt kapsam ve doğalgazın yanmasıyla oluşacak sera gazları.....	30
Tablo 5.6. Yakıtların net kalorifik değerleri (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 1, Table 1.2).....	31
Tablo 5.7. Doğalgaza ait emisyon faktörleri (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 2, Stationary Combustion, Table 2.3).....	31
Tablo 5.8. CO ₂ eşdeğeri olarak sera gazı küresel ısınma potansiyelleri (IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change)	32
Tablo 5.9. Elektrik tüketimini içeren kapsam, alt kapsam ve elektrik tüketimi nedeniyle dolaylı oluşacak sera gazları	32
Tablo 5.10. Birleşik marj emisyon faktörü [44].	33
Tablo 5.11. Motorinin net kalorifik değerleri (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Chapter 1, Table 1.2)	33
Tablo 5.12. Motorine ait emisyon faktörleri (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Chapter 3, Table 3.2.1 ve Table 3.2.2).....	34
Tablo 6.13. OSB'nin 2019, 2020, 2021 yıllarına ait tüketim verileri.....	35
Tablo 6.14. 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait km-kWh cinsinden tüketim verileri.....	41
Tablo 6.14. (Devam) 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait km-kWh cinsinden tüketim verileri	42
Tablo 6.15. 2019-2020-2021 yıllarına ait km-kWh cinsinden tüketim verileri	43



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Sera etkisinin şematik gösterimi [3].	4
Şekil 2.2. 1940 -2021 yılları arası dünya çapında yıllık karbondioksit (CO ₂) emisyonları [6].	5
Şekil 2.3. Sera gazları sektörel dağılım [14].	8
Şekil 2.4. Sektörlere göre sera gazı emisyonları 1990-2021 [12].	10
Şekil 3.5. İklim Değişikliği Müzakerelerinin Tarihsel Süreci [17].	12
Şekil 3.6. Ek I, Ek II ve Ek B Ülkeleri [20].	14
Şekil 3.7. Türkiye toplam sera gazı azaltım taahhüdü [26].	18
Şekil 3.8. Avrupa Yeşil Mutabakatı [29].	20
Şekil 3.9. 9R Modeli [31].	20
Şekil 3.10. Döngüsel ekonomi modeli yapısı [33].	21
Şekil 3.11. Doğrusal ekonomi süreci [37].	22
Şekil 5.12. OSB alanı imar planı	27
Şekil 5.13. ISO 14064-1 Sera Gazı Emisyonlarının ve Uzaklaştırmalarının Kuruluş Seviyesinde Hesaplanmasına ve Rapor Edilmesine Dair Kılavuz Standardı [43].	29
Şekil 6.14. 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait toplam doğalgaz, elektrik ve motorin kaynaklı CO _{2e} emisyonu.	35
Şekil 6.15. 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait doğalgaz ve elektrik kaynaklı CO _{2e} emisyonu.	36
Şekil 6.16. 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait motorin kaynaklı CO _{2e} emisyonu	36
Şekil 6.17. IPCC Tier 1 yaklaşımı ile 2019 yılı emisyon miktarlarının dağılım yüzdeleri.	37
Şekil 6.18. 2019 yılına ait doğalgaz kaynaklı doğrudan emisyonlara aylık emisyon katkıları	37
Şekil 6.19. IPCC Tier 1 yaklaşımı ile 2020 yılı emisyon miktarlarının dağılım yüzdeleri.	38
Şekil 6.20. 2020 yılına ait elektrik kaynaklı dolaylı emisyonlara aylık emisyon katkıları	39
Şekil 6.21. IPCC Tier 1 yaklaşımı ile 2021 yılı emisyon miktarlarının dağılım yüzdeleri.	39
Şekil 6.22. 2021 yılına ait doğalgaz kaynaklı doğrudan emisyonlara aylık emisyon katkıları	40
Şekil 6.23. 2021 yılına ait ithal elektrik kaynaklı dolaylı emisyonlara aylık emisyon katkıları	41
Şekil 6.24. GES kurulum sahası	44



MEVCUT BİR ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ İÇİN SERA GAZI ENVANTERİ HAZIRLANMASI VE DÜŞÜK-KARBONLU ÜRETİM STRATEJİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

ÖZET

Türkiye’de 2023 yılı itibariyle toplam 354 Organize Sanayi Bölgesi (OSB) vardır. Türkiye’nin sanayi üretiminin %45’ini gerçekleştiren OSB’lerin büyük bir kısmı enerji-yoğun çalışmaktadır. Bu enerjinin hemen hemen tamamı fosil kaynakların kullanımıyla elde edilen merkezi elektrik üretiminden karşılanmaktadır. Bu yoğun enerji kullanımından kaynaklı olarak sera gazı emisyonu oluşmaktadır. Dünya genelinde sera gazı emisyonları bakımından büyük bir paya sahip olan sanayi sektöründeki sera gazı emisyonları gerek enerji kullanımı için yakılan fosil yakıtlardan gerekse kimyasal reaksiyonlardan meydana gelmektedir.

Bu tez çalışmasında önce yeşil organize sanayi bölgelerinin önemine değinilmiş, daha sonra örnek bir çalışma olarak Kütahya 30 Ağustos Organize Sanayi Bölgesinin sınırları içinde tüketilen doğalgaz, elektrik ve motorin nedeniyle oluşan sera gazı emisyonu hesaplanmış ve azaltım faaliyetlerine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bazı yılları olarak 2019, 2020 ve 2021 yılları alınmıştır. “ISO 14064-1 Sera Gazı Emisyonlarının ve Uzaklaştırmalarının Kuruluş Seviyesinde Hesaplanmasına ve Rapor Edilmesine Dair Kılavuz ve Özellikler Standardı” ve “ISO 14067 Ürün Karbon Ayak İzi Hesaplama Standardı” kapsamında işletmelerin yıl bazında kayıt altında tuttukları veriler kullanılarak atmosfere salınan sera gazları miktarları hesaplanmıştır.

Doğalgaz kaynaklı doğrudan emisyon 2019 yılında 105394,84 tCO₂e olarak hesaplanmışken 2020’de bu emisyon azalmış, 2021’de tekrar 2019’u yakalamıştır. İthal elektrik kaynaklı dolaylı emisyon ise 2019 yılında 64269,12 tCO₂e olurken, 2020 ve 2021’de elektrik kaynaklı emisyon miktarı artmıştır. Motorin kaynaklı doğrudan emisyon, miktar açısından doğalgaz ve elektrik kaynaklı emisyonlardan oldukça düşüktür. Fakat motorin kaynaklı emisyon da 2019 yılında 74,11 tCO₂e olurken, 2020’de %75,5 oranında azalmış ve 2021’de 29,49 tCO₂e değerine ulaşmıştır. Gerek elektrik gerekse doğalgaz tüketimi nedeniyle oluşan sera gazının büyük bir kısmı karo-seramik imalatı faaliyet alanında çalışan bir kuruluştan ve kağıt-oluklu mukavva imalatı faaliyet alanında çalışan bir kuruluştan kaynaklanmaktadır.

Organize sanayi bölgelerinde farklı faaliyet alanına giren çok sayıda kuruluş bulunur. Yapılan çalışma, bu bölgelerde mutlaka sera gazı emisyonlarının izlenmesi gerektiğini ve hangi kaynak nedeniyle sera gazı emisyonlarının oluştuğunun tespit edilmesi gerektiğini, aksi halde önerilecek azaltım metodlarının çok etkin olamayacağını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Karbon Salınımı, Emisyon Azaltma, Sera Gazı Envanteri, Yeşil OSB



PREPARING GREENHOUSE GAS INVENTORY AND DEVELOPMENT OF LOW-CARBON PRODUCTION STRATEGIES FOR AN EXISTING ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE

ABSTRACT

As of 2023, there are a total of 354 Organized Industrial Zones (OIZs) in Turkey. Most of the OIZs, which account for 45% of Turkey's industrial production, are energy-intensive. Almost all of this energy is met from the central electricity production obtained by the use of fossil resources. Greenhouse gas emissions occur due to this intensive use of energy. Greenhouse gas emissions in the industrial sector, which has a large share in terms of greenhouse gas emissions worldwide, occur both from fossil fuels burned for energy use and from chemical reactions.

In this thesis, firstly, the importance of green organized industrial zones was mentioned, and then, as an exemplary study, greenhouse gas emissions caused by natural gas, electricity and diesel fuel consumed within the borders of Kütahya 30 August Organized Industrial Zone were calculated and studies were carried out for mitigation activities. The base years are 2019, 2020 and 2021. Within the scope of “ISO 14064-1 Guideline and Specifications Standard for Calculation and Reporting of Greenhouse Gas Emissions and Removal at the Establishment Level” and “ISO 14067 Product Carbon Footprint Calculation Standard”, the amount of greenhouse gases released to the atmosphere was calculated by using the data recorded by the enterprises on a yearly basis.

While the direct emission from natural gas was calculated as 105394.84 tCO₂e in 2019, this emission decreased in 2020 and reached its 2019 value again in 2021. Indirect emissions from imported electricity were 64269.12 tCO₂e in 2019, while electricity-related emissions increased in 2020 and 2021. Direct emissions from diesel are considerably lower than those from natural gas and electricity in terms of quantity. However, while the emission from diesel fuel was 74.11 tCO₂e in 2019, it decreased by 75.5% in 2020 and reached 29.49 tCO₂e in 2021. A large part of the greenhouse gas generated due to both electricity and natural gas consumption originates from an organization operating in the field of tile-ceramic manufacturing and an organization operating in the field of paper-corrugated cardboard manufacturing.

There are many organizations in different fields of activity in organized industrial zones. The study has shown that greenhouse gas emissions must be monitored in these regions and it is necessary to determine the source of greenhouse gas emissions, otherwise the proposed reduction methods will not be very effective.

Keywords: Climate Change, Carbon Emission, Emission Reduction, Greenhouse Gas Inventory, Green OIZ

1. GİRİŞ

21. yüzyılda ülkelerin gelişmişlik düzeyini gösteren en önemli göstergelerden biri sanayi üretimidir. Günümüzde sanayi ve şehir ilişkisi artık farklı bir boyutta değerlendirilmektedir. Sanayi alanları sadece bölgesel dengesizlik ve şehir dışında bulunan bir alan değil aksine şehir ile iç içe ve aynı zamanda eğitim, sağlık ve birçok alanda faaliyet gösteren bölgeler haline gelmiştir. Sanayi üretiminin olumsuz etkilerinin azaltılması ve aynı zamanda da toplum yararına üretim algısının oluşturduğu en önemli adım “Organize Sanayi Bölgeleri” (OSB) dir. OSB’ler ile ilgili mevzuat 4562 sayılı Kanun 15.04.2000 tarihli ve 24021 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girerek oluşturulmuştur. Bu kanunda OSB’ler ile ilgili olarak; “Sanayinin uygun görülen alanlarda yapılanmasını sağlamak, çarpık sanayileşme ve çevre sorunlarını önlemek, kentleşmeyi yönlendirmek, kaynakları rasyonel kullanmak, bilgi ve bilişim teknolojilerinden yararlanmak, sanayi türlerinin belirli bir plan dâhilinde yerleştirilmesi ve geliştirilmesi amacıyla, sınırları tasdik edilmiş arazi parçalarının imar planlarındaki oranlar dâhilinde gerekli ortak kullanım alanları, hizmet ve destek alanları ve teknoloji geliştirme bölgeleri ile donatılıp planlı bir şekilde ve belirli sistemler dâhilinde sanayi için tahsis edilmesiyle oluşturulan ve bu kanun hükümlerine göre kurulan, planlanan ve işletilen, kaynak kullanımında verimliliği hedefleyen mal ve hizmet üretim bölgeleri” olarak tanımlanmıştır [1]. Oluşturulan bu OSB’lerin genel amaçları;

- Disiplin genel yargısı altında OSB’lerin oluşturulması,
- Şehirlerin planlı bir şekilde gelişmesine imkan sağlaması,
- Birbirini bütünleyici ve birbirinin yan ürününü teşvik eden sanayicilerin bir arada ve bir program kapsamında üretim faaliyetlerini geliştirerek, üretimde verimliliği ve kar artışını sağlamak,
- Az gelişen bölgelerde de sanayinin gelişmesini sağlamak,
- Tarım alanlarının sanayide kullanılmasının disipline edilmesi,
- Temiz, ucuz, güvenilir bir altyapı ve ortak sosyal tesisler kurulması,
- Ortak arıtma tesisleri ile çevre kirliliğinin önüne geçilmesi,
- Bölgelerin devletin gözetiminde ve kendi organlarınca yönetiminin sağlanması olarak belirlenmiştir [1].

Organize sanayi bölgeleri konusunda dünyada örneğini ilk olarak gördüğümüz İngiltere’de yer alan Trafford Park’ dır. Bunu takip eden ABD, Kanada, Danimarka ve Çin gibi ülkelerde OSB çalışmaları hızla gelişerek bugün örneklerini gördüğümüz Teknoparklara, Eko Endüstriyel Parklara (EEP) ve Yeşil OSB’lere dönüşmeye başlamıştır. Ülkemizde ise OSB çalışması 1962 yılında Bursa’da pilot bir bölgede kurulmuştur. Ülkemizdeki OSB’lerin kuruluş amaçları arasında yabancı yatırımın ülkeye çekilmesi, planlı sanayileşme amaçları yer almaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda şu an ülkemizde kuruluş onayı verilen 354 OSB’nin 264’ünde üretim gerçekleştirilirken 90 adedinde ise kamulaştırma ve inşaat işleri devam etmektedir [1].

Sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda OSB’lerin dönüşümü üzerinde durulmaktadır. OSB’lerin daha çevreci, enerji verimliliği ve çevreci teknolojiler kullanan mekanizmalar haline gelmesi hedeflenmektedir. Bu bağlamda Türkiye 2019 yılında “Avrupa Yeşil Mutabakatı” ile 2050 yılında karbon-nötr bir “Avrupa Kıtası” olma hedefini ortaya koymuştur.

Tez kapsamında çalışmaların yürütüldüğü Kütahya il idari sınırları içinde yer alan 30 Ağustos Organize Sanayi Bölgesi toplamda 36 parsel ve 1.944.080,69 m² sanayi alanına sahiptir. OSB genelinde bir kısım üretim faaliyetlerine devam ederken bir kısım firma ise inşaat aşamasındadır. OSB genelinde yer alan firmaların;

%23’ü makine imalatı,

%18’i seramik -beton,

%18’i kâğıt üretim – mukavva,

%18’i seramik – beton, alanlarında faaliyet gösterirken bunun yanı sıra OSB sınırları içinde müdürlük binası, geri dönüşüm, ihracat, ahşap palet imalatı, levha üretimi gibi alanlarda üretim yapan firmalar mevcuttur. Toplamda OSB genelinde 2232 kişi istihdam edilmektedir. 1500 m² alana kurulu idari bina yer almaktadır. İdari binada 22 personel ve 5 hizmet aracı ile OSB genelindeki firmalara hizmet sağlamaktadır. Bu tez kapsamında bu OSB sınırları içerisinde kapsam-1 ve kapsam-2’ye giren elektrik, doğalgaz, motorin kaynaklı emisyon miktarları hesaplanarak azaltım için yapılacak uygulamalara yer verilmiştir.

2. KÜRESEL ISINMA ve İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

İklim sistemi; kara yüzeyleri, atmosfer, okyanuslar ve diğer canlıları içinde barındıran etkileşimli bir sistemdir. Bu sistemin, zaman içerisinde, gerek kendi iç dinamiklerinin etkisiyle veya dış etmenlerdeki değişikliklerle zaman içerisinde değişim göstermesi “İklim Değişikliği” olarak tanımlanmaktadır.

Dış katmanlardaki değişiklikler (dış zorlanmalar), güneşle ilgili değişkenlikler ve volkanik patlamalar gibi doğal olayları ve insan kaynaklı değişiklikleri kapsamaktadır. Tüm bunlardan yola çıkarak iklimi değiştiren üç temel başlık vardır bunlar;

Gelen güneş radyasyonundaki değişiklikler,

Güneş radyasyonunun yansıtılan kısmındaki değişiklikler,

Yerküreden uzaya tekrar gönderilen uzun dalga boyundaki radyasyondaki değişimler.

İklim değişikliğinin bir diğer ölçüsü de arazi kullanımındaki değişiklikler, fosil yakıtların kullanımı, ormansızlaştırma, sanayi süreçleri gibi insan etkileriyle atmosfere salınan sera gazı birikimindeki artışın doğal sera etkisini tetiklemesi sonucunda yerkürenin ortalama yüzey sıcaklıklarındaki artışı ve iklimde oluşan değişikliklerdir.

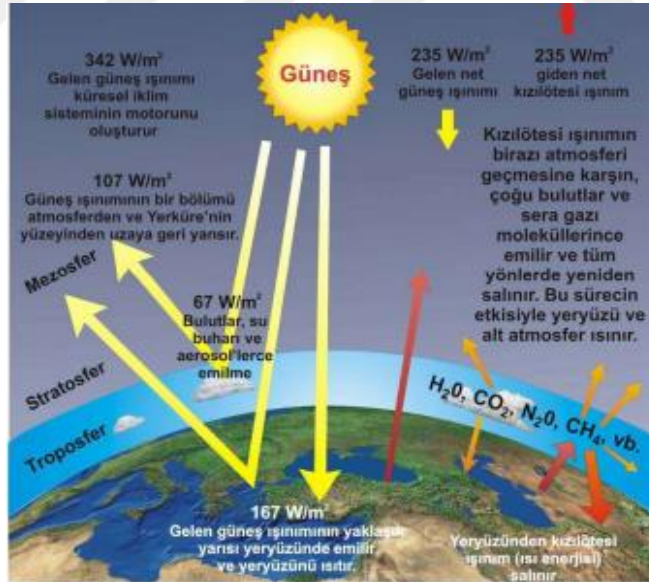
2.1. Sera Etkisi

Küresel iklim değişikliği olarak adlandırılan tanımın daha net ve iyi anlaşılabilmesi için atmosfer bileşiminin detaylı incelenmesi gerekmektedir. Tablo 2.1’de atmosfer karışımını oluşturan gazların hacimsel yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 2.1. Atmosfer karışımını oluşturan gazların hacimsel yüzdeleri [2].

Değişken olmayan gazlar			Değişken Gazlar		
Gaz	Sembol	%	Gaz	Sembol	%
Azot	N ₂	78.08	Su Buharı	H ₂ O	0-4
Oksijen	O ₂	20.95	Karbondioksit	CO ₂	0.036
Argon	Ar	0.93	Metan	CH ₄	0.00017
Neon	Ne	0.0018	Ozon	O ₃	0.000004
Helyum	He	0.0005	Karbonmonoksit	CO	0.00002
Hidrojen	H ₂	0.00005	Kükürtdioksit	SO ₂	0.000001
Xenon	Xe	0.000009	Azotdioksit	NO ₂	0.000001
			Diazotmonoksit	N ₂ O	0.00003
			Kloroflorokarbonlar	CFC	0.00000002
			Partiküller (toz, kum v.b)		0.00001

Atmosferin doğal bileşimini doğal ve insan kaynaklı etmenler değiştirebilmektedir. Güneş dünyaya devamlı olarak enerji göndermekte buna karşılık dünya da devamlı olarak kızılötesi radyasyon yayınlamaktadır. Bunun sonucunda güneş radyasyonunun absorblanma miktarı ile dünyanın yayınlamış olduğu kızılötesi radyasyonun eşit olduğu bir denge durumu meydana gelir. Bu durum “ radyatif denge” olarak adlandırılmaktadır. Meydana gelen denge durumunun oluşturduğu sıcaklık ta “radyatif denge sıcaklığı” olarak adlandırılmaktadır. Belirtilen sıcaklık noktasında, adeta bir siyah cisim özelliği taşıyan yeryüzeyi, absorbladığı güneş radyasyonu ile yayınladığı kızılötesi radyasyon miktarının birbirine eşit om eşit olmasından kaynaklı sıcaklık değişmemektedir. Dünya ortalama sıcaklık değeri 15°C iken radyatif denge sıcaklığı ise -18°C ’dir. Aradaki bu farkın nedeni dünya atmosferinin kızılötesi radyasyonu absorblaması ve yayınlamasındaki davranış farklılığından meydana gelmektedir. Atmosfer farklı dalga boylarındaki radyasyonu absorblayabilirken, bazı radyasyonlara karşı tamamen geçirgen de davranabilmektedir. Bu özelliği ile “seçici absorblayıcı” olarak tanımlanmaktadır. Şekil 2.1’de sera etkisi şematik gösterimi verilmiştir. Bu tanımı dünya atmosferinin doğal bir sera etkisi özelliğini ortaya koymaktadır [2].



Şekil 2.1.Sera etkisinin şematik gösterimi [3].

Dünya, üzerine düşen güneş ışınlarının yanında, dünyadan yansıyan güneş ışınlarıyla da ısınır. Dünyadan yansıyan ışınlar karbondioksit, metan ve su buharı atmosferde bulunan gazlar tarafından tutulur. Güneş ışınlarının bu gazlar tarafından tutulmasına sera etkisi olarak adlandırılmaktadır.

Atmosferde bu gazların miktarının artması da yerkürenin ısınmasını büyük ölçüde artırır. Yerkürenin sıcaklık dengesindeki en önemli süreç olan doğal sera etkisi, atmosferin yüksek enerjili kısa dalga boylu güneş ışınımını geçirme ve düşük enerjili uzun dalga boylu yer ışınlamını tutma eğiliminde olması sebebiyle oluşur [4].

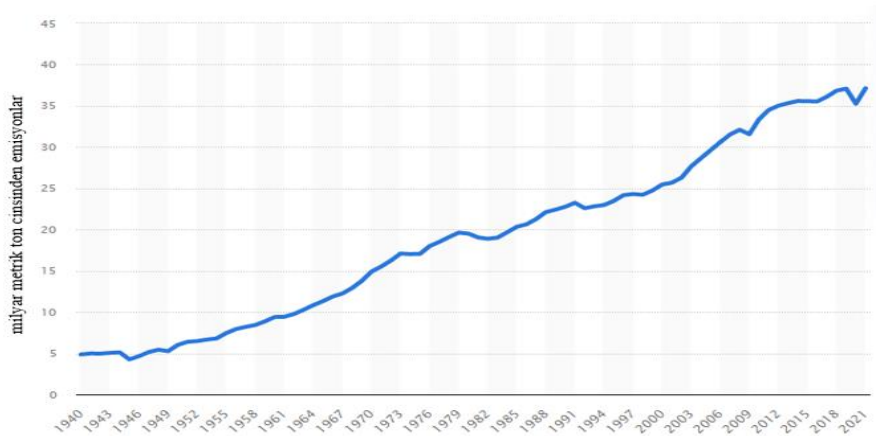
2.2. Sera Gazları

Sera gazları, Dünya'nın yüzeyi, atmosferi ve bulutları tarafından yayılan kızılötesi radyasyon spektrumu dahilinde belirli dalga boylarındaki radyasyonu hem absorbe eden hem de yayan, atmosferin doğal ve antropojenik gaz halindeki bileşenleridir. Bu özellikleri sebebi ile, sera etkisine neden olurlar. Kyoto Protokolünde yer alan kararlar arasında 6 sera gazının kontrol altında tutulması hedeflenmektedir. Bu gazlar; karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), nitrozoksit (N_2O), kloroflorokarbon (CFC), perflorokarbonlar (PFC), kükürt hekza florür (SF_6) olarak sıralanmaktadır.

2.2.1. Karbondioksit (CO_2)

Sera etkisi yaratan gazların başında saydam bir gaz olan CO_2 gelir [5]. Büyük ölçüde fosil yakıtların (petrol ve türevleri, kömürlerin, doğalgazın) kullanılmasıyla atmosfere karışmaktadır.

Atmosfere karışan CO_2 'nin %80-85'i fosil yakıtlardan, %15-20'si de canlıların solunumundan ve mikroskobik canlıların organik maddeleri ayrıştırmasından oluşmaktadır. 1940 -2021 yılları arası dünya çapında yıllık karbondioksit (CO_2) emisyonlarının değişimi Şekil 2.2'de verilmiştir.



Şekil 2.2. 1940 -2021 yılları arası dünya çapında yıllık karbondioksit (CO_2) emisyonları [6].

2.2.2. Metan (CH₄)

Sera etkisinin %20'sini oluşturan metan gazı CO₂'e göre 20 kat daha ısı tutucudur. Metan gazı salınımı kaynakları arasında fosil yakıtlarının kullanımı, büyük baş hayvan yetiştiriciliği, atıkların gömülmesi gibi insan faaliyetleri yer almaktadır. IPCC raporlarında atmosfere karışan metan gazı miktarının yarısından fazlasının insan faaliyetleri kaynaklı olduğunu ifade etmektedir [7].

2.2.3. Nitrozoksit (N₂O)

Azot oksitler içinde önemli bir yere sahip olan N₂O sera etkisinin %15'ini oluşturmaktadır. Yüksek ısı tutma potansiyeline sahip olmasının yanında atmosferde 120 yıl kalabilmektedir [8]. N₂O'nun insan faaliyetleri sonucunda üretilmesinde en büyük pay tarım arazilerinde sentetik ve doğal gübre kullanımı oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra ulaştırmada kullanılan fosil yakıtların yakılması, nitrik asit (HNO₃) üretimi, atık su arıtımı, atıkların ve biyokütlenin kontrolsüz yakılması takip etmektedir. Bu durumlardan kaynaklı olarak atmosferdeki N₂O konsantrasyonu 1750'den beri %16 oranında artmıştır. Stratosferde güneş ışığının fotolitik davranışının (güneş enerjisi ile elementin atomlarına ayrılması) sonucu olarak N₂O atmosferden eksilmektedir [9].

2.2.4. Kloroflorokarbon (CFC)

Kloroflorokarbon gazı, günlük hayatta kullanılan boya ve kozmetik ürünlerinde bulunmaktadır ve atmosfere yayılır. CFC, ozon ile reaksiyona girerek ozon tabakasını deler. Klorofloro karbon küresel ısınmanın başlıca sebepleri olarak sıralanmaktadır. Bu sebeple AB topluluğuna üye ülkelerde CFC gazlarının kullanımı yasaklanmıştır.

2.2.5. Perflorokarbonlar (PFC), kükürt hekza florür (SF₆), hidroflorokarbonlar (HFC)

1930'larda keşfi yapılan bu gazlar soğutucu ve buzdolabı üretiminde kullanılmıştır. PFC'ler elektronik sektöründe plazma temizliğinde kullanılmaktadır. Sülfür hekzaflorür, esas olarak yalıtıcı bir gaz olarak yüksek gerilim altında ve magnezyum ve alüminyum üretiminde kullanılır. HFC'ler nispeten kısa ömürlü olmalarına karşılık PFC'ler ve SF₆, binlerce yıl atmosferde kalabilirler [10].

2.3. Küresel Isınma Potansiyeli (GWP)

Belirli bir zaman diliminde, farklı sera gazlarının eş değer karbondioksit cinsinden kütleyle bağlı ısıma kuvvet etkisini tanımlamaktadır. Özellikle atmosferdeki miktarı ve yaşam süresi bakıldığında, bu sera gazları arasında CO₂ ön plandadır [4]. Bunun nedeni ise sera gazları arasında ısı tutma özelliği en fazla olan gaz CO₂'dir.

Hükümetler arası iklim değişikliği paneli (IPCC), sera gazlarının sera etkilerini karşılaştırmak için GWP'ni yayınlamıştır. Yüksek ısı tutma kapasitesine sahip olduğu ve tek bir değer üzerinden ifade edilebilmesi için GWP'de referans gazı olarak CO₂ kullanılmaktadır. Tablo 2.2'de IPCC raporunda yer alan sera gazları ve küresel ısınma potansiyelleri verilmiştir.

Tablo 2.2. Sera gazları ve küresel ısınma potansiyelleri [11].

Bileşik	ppmv	2011'deki konsantrasyon	atmosferik ömür	GWP
CO ₂	280	390	değişken	1
CH ₄	0,715	1,803	12	25
N ₂ O	0,27	0.324	114	298
CHF ₃	0	0,000024	270	14800
CF ₃ CH ₂ F	0	0,000062	14	1430
CH ₃ CHF ₂	0	0,0000064	1,4	124
CF ₂	0,00004	0,000079	50000	7,39
C ₂ F ₆	0	0,0000041	10	12200
SF ₆	0	0,0000073	3200	22800

2.3.4. Karbondioksit eşdeğeri (CO₂eşd)

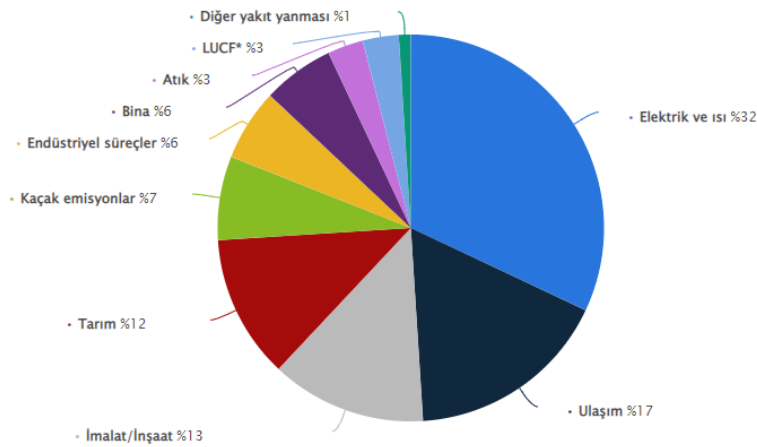
Bir sera gazının ısıma kuvvetinin karbondioksit ile kıyaslanması için ifade edilen birimdir. Karbondioksit eş değeri (CO₂eşd), verilen sera gazının kütlesi ve onun küresel ısınmaya etki potansiyelinin çarpımı olarak tanımlanır. En fazla ısıyı tutma kabiliyeti karbondioksitin olduğu için hepsi CO₂eşd cinsinden ifade edilmiştir.

2.4. Sektörlere Göre Küresel Sera Gazı Salınımları

Küresel bazda sera gazı emisyonları, 2020 yılında toplam sera gazı emisyonu bir önceki yıla göre %3,1 oranında artarak 523,9 milyon ton (Mt) CO₂eşd olarak hesaplanmıştır [10]. Elektrik ve ısı sektörü, 2019' daki emisyonların %32'sini oluşturarak küresel sera gazı emisyonlarına en büyük katkıyı yapan sektör olarak yer almıştır.

Enerji kaynaklı karbon salımlarını fosil yakıtların enerji üretiminde, ulaşımda, enerji yoğun endüstri sektörlerinde ve binalarda kullanımı artırmaktadır. Şekil 2.3 incelendiğinde elektrik ve ısı sektörü ile ulaşım sektörü birlikte sera gazı emisyonlarının % 50'sini oluşturduğu görülmektedir. İmalat/ inşaat % 13 ve onu takiben tarım sektörü ise %12'lik pay ile yerini almaktadır [13]. Tüm sektörler için artışın temel nedenleri nüfus artışı, büyüyen ekonomi ve enerji talebinde artıştan kaynaklanmaktadır. Çoğu ülkede olduğu gibi, Türkiye'de de enerji sistemi büyük ölçüde yakıt yakmaya dayalıdır. Özellikle son yıllarda atık sektöründen kaynaklanan emisyonlardaki artış, esas olarak metan geri kazanım sürecindeki artıştan kaynaklanmaktadır. Endüstriyel proses ve ürün kullanım sektöründen kaynaklanan emisyonlar, toplam emisyonların %6'lık payına sahiptir Tarım sektörü, enterik fermentasyon, gübre yönetimi, pirinç yetiştirme, tarım toprakları, tarımsal kalıntıların tarlada yakılması ve üre uygulamaları ile 2020 yılında, Türkiye'deki toplam emisyonların %12'sini tarım sektörü oluşturmuştur. Arazi kullanımında ise arazi kullanım değişikliğinde genel olarak çıkarımlar bölgedeki yangınlar ve kuraklıklardan etkilenmesi yönündedir. Bu da genel dağılım içerisinde %3 oranında bir etkiye sahiptir.

2020 yılı için toplam atık emisyonları, toplam sera gazı emisyonlarının %3,1'idir. Gaz kaynaklı emisyonlar dikkate alındığında, en önemli sera gazı, toplamın %86,1'ini oluşturan CH₄tür ve 1990'dan 2020'ye %47,2'lik bir artış göstermektedir.



Şekil 2.3. Sera gazları sektörel dağılım [14].

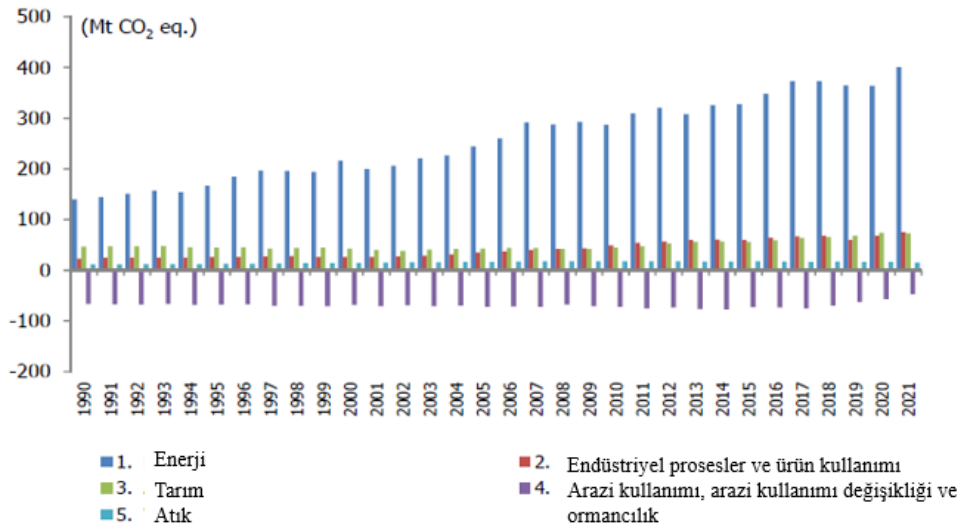
2.4.1. Türkiye’de iklim değişikliğine neden olan sera gazlarının dağılımı

Türkiye Sanayi Stratejisi Eylem Planı’nda iklim değişikliğine neden olan sanayi kaynaklı sera gazı emisyonlarının kontrol altında tutulması, izlenmesi ve raporlanması, Türkiye’nin hidrolik, rüzgar, jeotermal, güneş, biokütle gibi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına öncelik sağlanarak, enerji kaynaklarının çevresel bazda etkilerinin dikkate alınarak değerlendirilmesi için kullanılabilir olan mevcut enerji potansiyellerinin saptanması ve potansiyellerden faydalanma yöntemlerinin belirlenmesi, üretim-proses süreçleri içinde emisyon oluşumunu minimuma indiren üretim tekniklerini esas alan tesis sayısının artırılması amaçlanmaktadır. Ayrıca Türkiye Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi’nde ise yılda 1000 Ton Eşdeğer Petrol (TEP) üzerinde enerji tüketen tüm sanayi kuruluşlarında enerji yöneticisi atanması ile ilgili süreçlerin tamamlanması ile bu sistemin etkin çalışmasının sağlanması amaçlanmaktadır [15]. UNFCCC de yayınlanan Türkiye sera gazı kaynak sektörleri ve kategorileri Tablo 2.3’te verilmiştir. Çoğu ülkede olduğu gibi, Türkiye’de de enerji sistemi büyük ölçüde yakıt yakmaya dayalıdır. Yakıtlardan kaynaklanan kaçak emisyonlar, CO₂ taşıma ve depolama gibi süreçler emisyonu sebep olmaktadır.

Tablo 2.3. Sera gazı kaynağı ve kategorileri [16].

CO ₂										
emisyon kaynakları	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Enerji	129817	204494	271648	330859	347363	369398	360087	350282	352005	385662
Endüstriyel proses ve ürün kullanımı	21312	24804	43889	53259	57290	60052	60713	51120	59261	65735
Tarım	460	617	645	811	1 295	1 450	1 257	1 288	1 657	1 302
Atık	26.6	21.0	11.2	1.1	1.8	1.5	1.2	2.4	3.6	3.6
CH ₄										
emisyon kaynakları	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Enerji	311	361	491	296	420	356	383	470	435	494
Endüstriyel proses ve ürün kullanımı	0.3	0.4	0.4	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7
Tarım	1 005	878	951	1 214	1 219	1 353	1 456	1 503	1 560	1 573
Atık	384	507	623	601	584	564	577	555	560	493
N ₂ O										
emisyon kaynakları	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Enerji	6.5	8.5	13.3	12.5	13.1	13.8	12.6	11.9	12.4	15.0
Endüstriyel proses ve ürün kullanımı	3.6	2.8	5.5	4.9	4.1	3.9	6.1	6.8	6.7	6.8
Tarım	69	66	67	84	91	94	93	98	109	106
Atık	4.9	5.5	6.3	7.1	7.1	7.3	7.4	7.5	7.7	7.9

CO₂ ve NO_x emisyonlarını en aza indirebilmek için; ulaştırma sektöründe alternatif yakıt kullanımı, yeni nesil teknolojik motorların ve çevre dostu ulaşım araçlarının kullanımının yaygınlaştırılması, akıllı ulaşım sistemi uygulamalarının artırılması, kentlerde kullanılan toplu taşıma araçlarında alternatif yakıt kullanımı ve temiz araç teknolojilerinin yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır. Aşağıda Şekil 2.4'te 1990-2021 tarihleri arasında sektörlere göre sera gazı emisyonlarını vermektedir. 1990'dan 2021'e kadar olan süreçte arazi kullanımı, arazi kullanımı değişikliği ve ormancılık (LULUCF) sektörü %29,1 düşüş trendine sahipken, enerji %188, endüstriyel prosesler ve ürün kullanımı (IPPU) %229, atık %33 ve tarım %57 artış trendine sahiptir. Artan sektörlerin başlıca nedenleri arasında ise nüfus artışı, büyüyen ekonomi ve artan enerji talebi olarak sıralanabilir. Şekil 2.4 incelendiğinde arazi kullanım ve değişikliğinin kaldırıldığı görülmektedir. Bunun ana nedenleri, sürdürülebilir orman yönetimindeki gelişmelerdir. Bozuk ormanların rehabilitasyonu, ormanlık alanlarda yeniden ağaçlandırma ve orman arazisinde bataklıkların verimli ormanlara dönüştürülmesi, koruma faaliyetleri, yıllık tarım alanlarından çok yıllık tarım alanlarına dönüştürülmesi şeklinde sıralanabilir. Fakat 2021 yılına doğru artışın olduğu görülmektedir. Bunun sebebi ise LULUCF emisyonları, kuraklık orman yangınları ile ilişkilidir. Yoğun hasat politikaları, ormansızlaştırma, sulak alanlara (su basmış arazi) ve yerleşim yerlerine dönüşümlerde bu sebeplere örnek gösterilmektedir.



Şekil 2.4. Sektörlere göre sera gazı emisyonları 1990-2021 [12].

2020-2021 yılları arasında ise enerji için %9,8 ve IPPU %10,6 oranında artış yönünde bir eğilim olduğu görülürken, tarım %1,5, atık %9,9 ve LULUCF %17,2 oranında azalma eğilimi gösteren sektörler arasındadır.

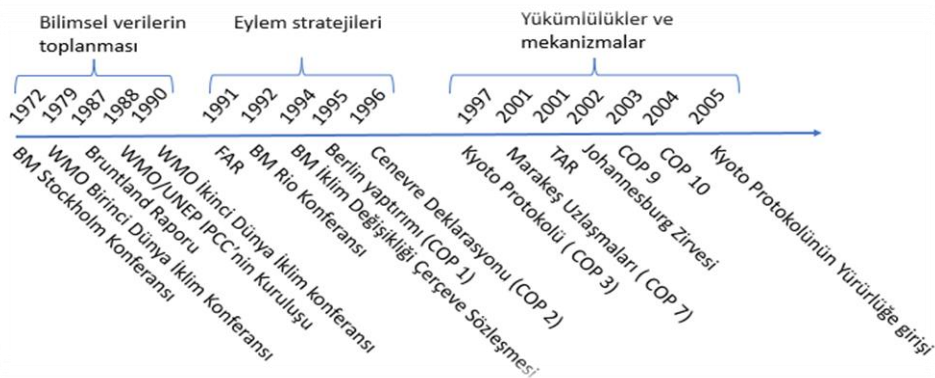


3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELENİN TARİHÇESİ

Küresel iklim değişikliğinin önlenmesi amacıyla uluslararası alanda teknik ve bilimsel gelişmeler ile birlikte yasal bir çerçeve etrafında 25 yıllık zaman diliminde önemli değişimler meydana gelmiştir. Atmosferdeki CO₂ oranındaki değişime bağlı olarak iklimin farklılık göstereceği olasılığını ilk kez Nobel ödül sahibi S. Arrhenius ortaya koymuştur. Fakat ilk önemli adımın atılması için 1979 yılına kadar beklenilmiştir. Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) öncülüğünde 1979 yılında düzenlenen İklim konferansında durumun ehemmiyeti ve önemi tüm ülkelere bildirilmiştir. 1988 yılında Toronto'da yapılan toplantılar ile dikkatleri üzerine alan iklim değişikliği konusunda siyasal seçeneklerin de geliştirilmesi için bir araya gelinmiştir.

1989 Kasım ayında, Hollanda'da "Atmosferik ve İklimsel Değişiklik" başlıklı bakanlar konferansı düzenlendi. Konferansta CO₂ salımlarının %20 oranında azaltılmasını desteklemelerine karşın azaltılması için hedef belirlenememiştir.

WMO önderliğinde Cenevre'de 1990 tarihinde düzenlenen İkinci Dünya İklim Konferansı'nda iklim değişikliği konu başlıklı Bakanlar Deklarasyonu yapılmıştır. Deklarasyon aralarında Türkiye de dahil olmak üzere 137 ülke tarafından onaylamıştır. İklim değişikliği ile ilgili önemli adımların atılması için bu deklarasyon tarihsel bir boyutta öneme sahiptir. İklim değişikliği olgusunun dünya gündemindeki gelişimi Şekil 3.5'te özet olarak verilmiştir.



Şekil 3.5. İklim Değişikliği Müzakerelerinin Tarihsel Süreci [17].

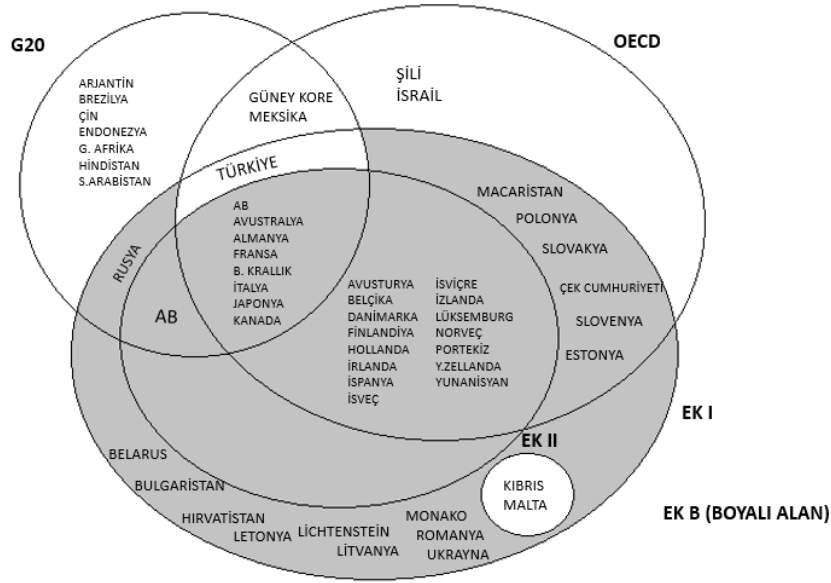
3.1. BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)

3-14 Haziran 1992 yılında toplanan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda (Rio Dünya Zirvesi) United Nations Framework Convention on

Climate Change-Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) imzaya açılmıştır. Çerçeve sözleşme temelde; atmosfer bünyesindeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerinde tehlikeli görülen insan kaynaklı etkiyi önleyerek durdurmayı hedeflemek, ekosistemin iklim değişikliğine doğal bir biçimde uyum sağlamasına, gıda üretiminin zarar görmeden ve ekonomik kalkınmanın sürdürülebilir bir boyutta devam etmesine izin vermeyi amaçlamaktadır. Sözleşmenin temel ilkeleri;

- İklim sisteminin eşitlik ilkesinde ortak fakat farklı sorumluluklara uygun olarak korunması,
- İklim değişikliğinden etkilenecek olan gelişmekte olan ülkelerin ihtiyaçlarının ve özel şartlarının göz önünde tutulması,
- İklim değişikliği etkilerine karşı tedbir alınması ve aynı zamanda alınacak bu tedbirlerin etkin maliyetli ve küresel bazda fayda sağlayacak şekilde olması,
- Sürdürülebilir kalkınma politikasının desteklenmesi, uygulanabilir politika ve önlemlerin ulusal kalkınma programlarına eklenmesidir.

Sözleşmede tarihsel yükümlülükleri bulunan ülkeler ve OECD'ye üye ülkeler, gelişmişlik düzeylerine göre EK-I, EK-II ve EK dışı ülkeler olmak üzere sınıflandırılmışlardır. Sözleşmede Ek-I'den farklı olarak, Ek-II ülkelerinin, emisyon azaltım faaliyetleri bulunan gelişmekte olan ülkelere finansal alanda destek verme, onların gelişmelerine yardımcı olma ve teknoloji transferi gibi sorumluluk yüklemiştir [18]. OECD üyesi olarak Türkiye, BMİDÇS 1992 yılında kabul edilmiştir. Bunun yanında gelişmiş ülkelerle sözleşmenin (BMİDÇS) hem EK-I (tarihsel sorumluluk) tarafında , hem de EK-II (maddi sorumluluk) tarafında yer almıştır [15]. İklim değişikliği hakkında karar vermek için bilimsel çalışmalar ne kadar yol gösterici olsa da bu tür kararlarda politik kararlar belirleyicidir. Bu noktada hükümetlerin “tehlike” tanımı ve anlayışında farklılıklar olabilmektedir. Örneğin; iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden çok fazla etkilenen ülkeler ile bundan daha az oranda etkilenen ülkelerin yaklaşımları farklı derecede olacaktır. Bununla birlikte tüm ülkeleri etkileyen ve küresel bir güvenlik sorunu haline gelen bu sorunun karşısında durma ihtiyacı, uluslararası toplumu ortak bir karara varabileceği “ taraflar konferansı” gerçekleştirilmiştir. Konferansta tüm taraflar söz sahibidir ve yılda bir kez gerçekleştirilmektedir (COP) [19]. Aşağıda Şekil 3.6'da Ek I, Ek II ve Ek B Ülkeleri gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Ek I, Ek II ve Ek B Ülkeleri [20].

"Kyoto Protokolü", Aralık 1997'de Kyoto'da düzenlenen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin (COP3) Üçüncü Taraflar Konferansı'nda (COP3) kabul edilmiş ve 16 Şubat 2005'te yürürlüğe girmiştir. Kyoto Protokolü, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin etkisini artırmayı hedeflemektedir. Çerçeve sözleşmeden temel farkı, yasal olarak bağlayıcı olmasıdır. Protokolün kapsamı ve uygulaması 7. Taraflar Konferansı'nda (COP7) gerçekleştirildi. Protokol, gelişmiş ülkelere ek sorumluluklar yüklemektedir. UNFCCC Ek 1 ülkeleri, Protokol'ün Ek B yönünü oluşturan emisyonlarını kontrollü bir şekilde azaltmak veya artırmakla yükümlüdür. Protokol, 2008-2012 ilk taahhüt döneminde Ek B ülkelerinden kaynaklanan toplam sera gazı emisyonlarını 1990 seviyelerinin %5 altına düşürmeyi hedeflemektedir. Protokolün ikinci taahhüt dönemi ise 2013-2020 yılları arasındır. İkinci taahhüt döneminde EK-B listesinde bulunan ülkelerin emisyonlarını 2020 yılında 1990 yılına göre en az %18 oranında azaltması hedeflenmiştir. Japonya, ABD, Rusya ve Yeni Zelanda ikinci taahhüt döneminde bulunmamışlardır.

EK-B ülkeleri dışındaki diğer Protokol'e taraf ülkeler EK-Dışı ülkeler olarak adlandırılmaktadır ve sera gazı emisyonlarının azaltımı için herhangi bir yükümlülükleri bulunmamaktadır. Türkiye, Protokole kabul edildiğinde BMİDÇS taraf olmadığı için EK-B listesine eklenmemiştir.

Kyoto protokolü'nün 2020 yılında sona erecek olması ve bu protokolde alınan hiçbir kararın taraf ülkelerce tam olarak yerine getirilmemiş olması nedeniyle zamanla yeni bir anlaşmaya ihtiyaç duyulmuş ve 2020'den sonraki süreç için Paris Anlaşması kabul edilmiştir [15].

Taraf ülkelerin emisyon azaltım yükümlülüklerini yerine getirmelerini kolaylaştırmak amacıyla Kyoto protokolünde ülkelerin kullanabilecekleri esneklik mekanizmalarını ortaya koymuştur. Bunlar proje bazlı olarak "temiz kalkınma mekanizması ve ortak yürütme" ile piyasa bazlı "emisyon ticareti"dir.

Temiz Kalkınma Mekanizmasına (CDM) göre "Kyoto Protokolü"nün Ek-B listesinde yer alan Ek-1 ülkeleri sera gazı emisyon azaltım hedeflerine sahip olup, sera gazı emisyon azaltımını gerçekleştirebileceklerdir. Bu proje aracılığıyla Ek-1 ülkeleri, azaltılan emisyon miktarına dayalı olarak Sertifikalı Emisyon Azaltma Kredisi (CER) alacak ve bu miktarı kendi emisyon azaltma hedeflerinden azaltacaktır [21]. Proje sahibi ülke, daha yeni teknolojiler alacak ve doğrudan yabancı yatırım sağlayacak az gelişmiş ülkelerde yatırım maliyetleri daha düşük olduğu için maliyet avantajı elde edecektir. Protokol kapsamında gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında en öne çıkan işbirliği alanlarından biri olan Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM), içerdiği proje sayısına bakımından emisyonu azaltma potansiyeli en yüksek olan ve en popüler ve gelişmiş esneklik mekanizmasıdır [22].

Emisyon ticaret sistemi, enerji üretimi ve sanayi bölgelerinde belirlenen tavan değer çerçevesinde sınırlandırılarak her tesise kota belirlenmektedir. Bu kotanın altında olan karbon emisyonuna neden olan tesisler bu aradaki farkı ihtiyacı olan işletmeler yani bu kotanın üzerinde karbon emisyonuna neden olan işletmeye satabilmektedir. Bu karbon değeri ise piyasanın koşullarına göre belirlenmektedir. Belirlenen karbon kotasını sağlamayan tesisler için de para cezası uygulanması belirlenmiştir. Avrupa'daki firmaların, küresel bazda rakiplerinin karşılayamadığı yeşil maliyetlere katlanırken, küresel piyasada daha az rekabet çekeceği olası sonuçlar arasında öngörülmektedir. Bu sebeple Avrupa Birliği'nin, karbon gümrük vergisi mekanizmasıyla bu kaybı ortadan kaldırmaya ve karbon kaçağını da önlemeye çalışacağı bilinmektedir. Bununla birlikte Avrupa Birliği şirketlerine uygulanan yeşil standartlara uymayan diğer ülke şirketlerinin kazanacağı haksız rekabetinin önüne geçilerek Avrupalı şirketlerin gücünün korunması amaçlanmaktadır.

Hem karbon kaçağı probleminin önüne geçilmek hem de AB'nin küresel sera gazı azaltım hedefinin ticaret yapan firmalarca kabul edilmesini zorunlu tutmak amacıyla tasarlanmıştır.

Avrupa Birliği'nin karbon yoğun sektörlerden yapacağı ithalata getireceği sınırda karbon vergisi uygulamasının Türkiye – AB ticari ilişkisini büyük oranda etkileyecektir. Bu vergi uygulaması düşük emisyon sahibi ülkeleri, yüksek emisyon sahibi ülkelere karşı daha avantajlı hale getirecektir.

Sonuç olarak, ülkemizde üretilen ve AB'ye ihraç edilen ürünlerin üretim süreçlerinde karbon emisyonu, çevre dostu teknolojilerin kullanımı, karbon ayak izinin ölçümü, izlenebilirliği ve sürdürülebilirliği konularında açıklanacak kural ve uygulamalara göre revizyonlara ihtiyaç duyulacaktır.

- Elektrik ve ısı üretimi (CO₂)
- Demir çelik, petrol rafinerileri, alüminyum, metal, çimento, kireç, cam, seramik, kâğıt hamuru, kâğıt, karton sektörü bunun yanı sıra asit ve organik kimyasalların üretimi dahil enerji yoğun endüstri sektörleri (CO₂)
- Ticari havacılık (CO₂)
- Nitrik asit, asidik asit ve glikozidik asit ve glikoz üretimi (N₂O)
- Alüminyum üretimi (Perflorokarbonlar, PFC'ler)

Belirtilen sektörlerdeki şirketler için AB ETS'ye katılım zorunlu tutulmuştur. Fakat bu zorunluluk belirtilen sektörlerde yer alan şirketlerin sera gazı emisyonu ve sahip oldukları yakma tesisleri bakımından belirli bir kapasitenin üzerinde olmasını gerektirmektedir. Havacılık sektörü önemli bir kirletici kaynağı olarak görüldüğü için ve bu sektörden kaynaklı 2050 yılına gelindiğinde sera gazı emisyonlarının en az %300 (2005 yılına göre) oranında artacağı öngörüldüğü için 2012 yılından beri AB içindeki havaalanları arasında bütün havayolları ETS' nin bir parçası halindedir. AB, havacılık sektöründen kaynaklı emisyonlarını içeren küresel bir çerçeve belirlemesi için Avrupa Birliği dışındaki havaalanlarını ya da bu havaalanlarından gerçekleştirilen uluslararası uçuşlarını ETS sistemine henüz dahil etmemiştir.

3.2. Paris İklim Anlaşması

Paris'te 2015 Aralık ayında gerçekleşen 21. taraflar konferansında; 2020'de işlerlik kazanacak olan yeni anlaşmanın müzakerelerine başlanmış ve nihayetinde "Paris

Anlaşması” ortaya çıkmıştır. 21. taraflar konferansının sonucunun önemli olan maddeleri;

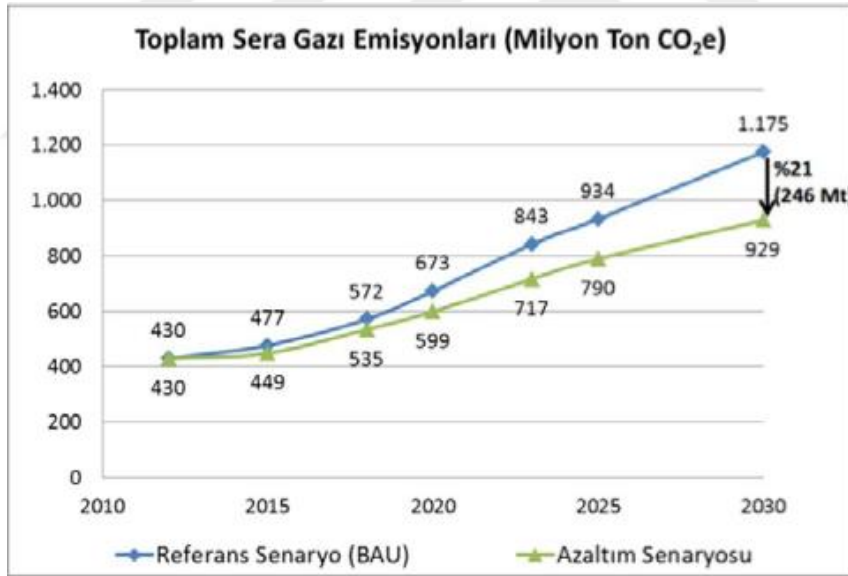
- Madde 2/1a’da BMİDÇS’ ne taraf olan 197 ülkenin tamamının küresel iklim değişikliğini 2100 yılına kadar sanayi öncesi döneme nazaran 2 °C’nin altında ve 1.5°C ile sınırlanması hedefi belirlenmiştir [23]. 1.5°C hedefi yasal olarak bağlayıcı olmasa da çoğu araştırmacı için bu oranın nasıl belirlenebildiği noktasında verilen en net cevap “bilimsel gerçeklik” olmuştur. Dönemin BM Genel Sekreteri Ban Ki-Mun “Bir zamanlar inanılmaz olan şey, şimdi aşılabilir duruma geldi” diyerek bu sorunun geldiği boyutu yeni yapılan araştırmalar ile desteklemektedir. Örneğin, araştırmalar neticesinde ısı artışı 2°C ile sınırlı tutulsa dahi Pasifik Okyanusu ülkelerinin deniz seviyesindeki yükselikten etkileneceği ve sular altında kalacağı öngörülmektedir [24].
- 4. Maddede “Anlaşmaya taraf olan her ülke iklim değişikliği ile mücadelede ulusal katkı beyanını (Ulusal Düzeyde Belirlenmiş Niyet Edilen Katkı/Intended Nationally Determined Contributions/INDC) hazırlayacak, iletecek ve devam ettirecektir. Taraflar, bu katkıların amaçlarına ulaşmasına yönelik ulusal azaltım tedbirlerini uygulamaya alacaklardır. Ülkelerin bir sonraki ulusal azaltım katkı hedefleri daha önce sundukları hedef beyanlardan daha fazla ilerlemeyi hedefleyecektir [25].”

Emisyon azaltımı konusunda tüm tarafların sorumluluk alması onaylanmıştır. Fakat bu azaltım hedeflerinde gelişmiş ülkelerin daha fazla azaltım taahhüdü alması ve somut bir şekilde azaltım yapması beklenmiştir. Gelişmekte olan ülkelere ise “ortak fakat farklılaştırılmış yükümlülük” ilkesi ile mevcut durumdaki kapasiteleriyle azaltım yapması hedeflenmektedir. Öncelikli olarak gelişmiş ülkelerin 2050 yılı sonrası için sıfır emisyon sağlayacak konuma gelmeleri beklenmektedir. Yerkürenin sanayi devriminden bu zamana kadar 1°C sıcaklık artışı, hedefi 2°C daha altına ve hatta 1.5 °C seviyelerinde tutulmasına karar verilmesine yönlendirmiştir.

Anlaşma neticesinde gelişmiş ülkeler, geliştirmekte olan ülkelere “düşük-karbonlu ve iklime dirençli” kalkınmayı sağlayacak dönüşümü uygulayabilmesi için ihtiyacı olan iklim finansmanını, gerekli teknoloji ve kapasite geliştirme desteğini karşılamaları sağlamaları beklenmektedir. Bu anlaşmayla 2020 yılına kadar gelişmiş ülkeler geliştirmekte olan ülkelere 100 milyar \$ finansman sağlamaları ve bunun yanında 2025 yılı sonrasında bu rakamında taban olarak değerlendirilip daha fazla finansman sağlaması gerektiği belirlenmiştir.

Emisyon azaltımında ülkelerin belirlemiş olduğu hedefler, geliştirdikleri politikalar ve bu hedefi sağlama konusundaki ilerleme durumu şeffaf ve doğrulanabilir bir yöntemle yapılmalıdır. Kontrollerinin sağlanması için gerekli kararlar alınmıştır. Hesaplamalar ve yeni bulgular göz önünde tutularak, ülkelerin her beş yılda düzenli bir şekilde azaltım sorumluluğu alması beklenmektedir.

Anlaşma aynı zamanda iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı uyum sağlanması için önemli ölçüde vurgu yapmaktadır. Özellikle bu olumsuz etkilerde büyük pay alacak olan az gelişmiş ülkelerin desteklenmesi konusunda taahhütlere yer vermektedir. Anlaşmanın uzun dönemdeki hedefi küresel ortalama sıcaklık artışının 1,5°C altında tutulabilmesi için küresel ölçekte çalışmaların devamlılığını ve işlevselliğini artırmaktır. Anlaşma kapsamında Türkiye, 2030 yılı ile birlikte belirtilen senaryoda öngörülen 1175 milyon ton CO₂ eşdeğeri (CO₂e) sera gazı emisyonlarını %21 oranında azaltmayı 929 milyon ton CO₂e emisyonu hedeflediğini belirtmiştir. Şekil 3.7’de Türkiye toplam sera gazı azaltım taahhüdü hedefi verilmiştir.



Şekil 3.7. Türkiye toplam sera gazı azaltım taahhüdü [26].

3.3. Avrupa Yeşil Mutabakatı

Avrupa Yeşil Mutabakatı, 2019 yılında Avrupa komisyonu (AK) tarafından ortaya konulan ve Avrupa Birliği'nin (AB) uzun zamandır beklediği bir iklim planıdır. Mutabakat Avrupa'nın 2050 yılına kadar karbon nötr olmayı ve bu hedef doğrultusunda Avrupa Kıtasında iklim nötr olmayı amaçlamaktadır.

Böylesine geniş ve kapsamlı bir hedefle uyumlu olarak, İttifak'ın üye devletler ve bölgeler arasında daha tutarlı bir risk- fırsat dengesi elde etmesi gerekmektedir [27]. Mutabakat sadece stratejik büyümeyi ve insanların refah seviyelerini iyileştirmek için değil; doğal yaşam alanlarının diğer canlıların korunması ve ekonomik refahın sağlanmasını da hedeflemiştir. Bu çerçevede AB, 2050 yılına kadar iklim açısından nötr olmayı; çevresel kirliliği azaltarak insan hayatını, hayvanları ve bitkileri korumayı; şirketlerin temiz ürün ve yeni nesil teknolojiler yardımıyla bulunmayı, adil olarak bütünleyici geçişin sağlanmasını hedeflemektedir [28].

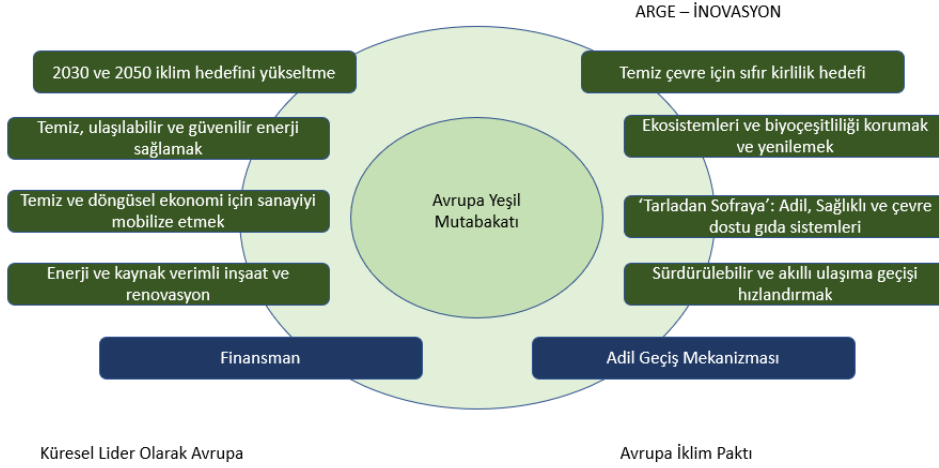
Ülkemizde ise ilk olarak Ticaret Bakanlığı tarafından 2021 yılında Yeşil Mutabakat Eylem Planı yayımlanmıştır. Bu eylem planı 9 ana başlıkta, toplam 32 hedef ve 81 eylemi kapsamaktadır. OSB'ler konusunda eylem planı, sanayide yeşil dönüşümün desteklenmesi için ilk olarak Organize Sanayi Bölgelerinin “yeşil üretimi” benimsemesi ve Yeşil OSB kavramının oluşturulması gerektiği belirtilmiştir. Bunu sağlamak için de yapılması gerekenler olarak;

OSB'lerde faaliyet gösteren işletmelerin enerji verimliliği konusunda bilinçlendirilmesi ve enerji verimliliği uygulamalarının gerçekleştirilmesi,

- OSB'lerde yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması,
- OSB'lerde geri dönüşüm faaliyetlerinin artırılması,
- OSB'lerde su başta olmak üzere kaynak yönetimin sağlanması,

Yeşil Endüstri Bölgesi Sertifikasyon Sistemi ve Yeşil OSB oluşturulması, planlanmıştır. Yeşil OSB uygulamaları kapsamında yapılan çalışmalardan biri de sera gazı envanterinin çıkarılmasıdır.

AB, 2030 ve 2050 iklim hedeflerini artırmak için yapılacak en önemli uygulamalardan birinin yeni bir “iklim kanunu” olduğunu belirtmiştir ve AB bu doğrultuda ilk İklim Kanunu 9 Temmuz 2021 tarihinde AB Resmî Gazetesi'nde yayımlanmıştır. İklim Kanunu neticesinde kanunlaşan hedefleri yakalamak amacıyla Avrupa Komisyonu 14 Temmuz 2021 tarihinde yasal düzenlemeleri kapsayan “Fit for 55” yeşil paketini taraf ülkeleri ile paylaşmıştır. AB'nin 2030 sera gazı azaltım hedefinin en az %55 olarak belirttiği bu paket yeni iklim değişikliği strateji dokümanı, karbon kaçağı ile mücadele planları, sınırda karbon düzenlemeleri ile etkili önlemlerin yer aldığı etkili yöntemleri de içermektedir. Aşağıda Şekil 3.8'de Avrupa Yeşil Mutabakatı süreci gösterilmiştir.

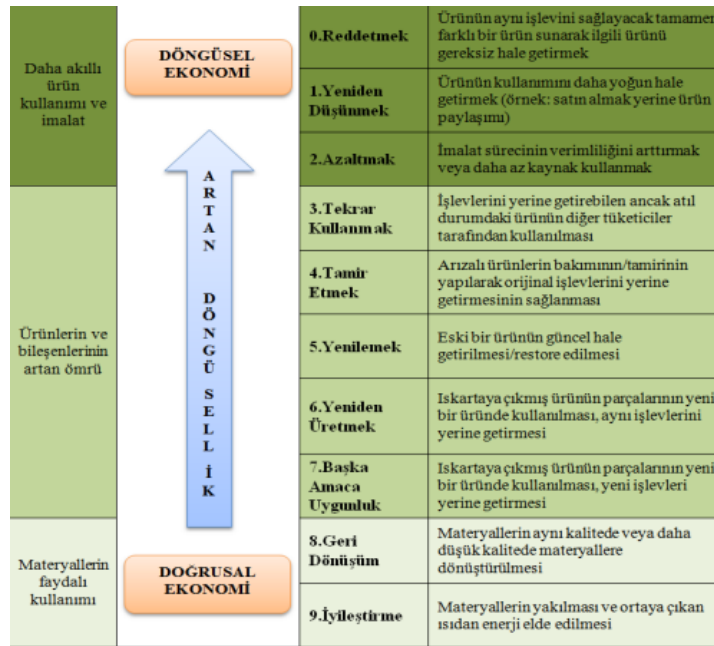


Şekil 3.8. Avrupa Yeşil Mutabakatı [29].

3.4. Dögüsel ve Yeşil Ekonomi

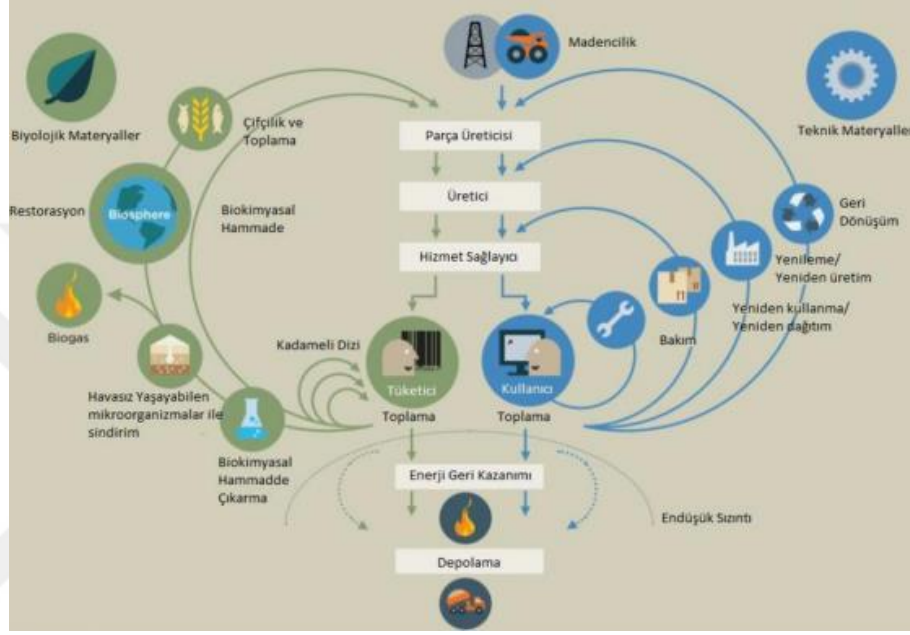
3.4.1. Dögüsel ekonomi nedir?

Dögüsel ekonomi, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması ana temelinde yeniden kullanarak, geri dönüştürerek sürdürülebilir kalkınmayı ve yenilemeye dayalı bir ekonomik sistem sağlamayı amaçlamaktadır. Bugünün ve gelecek nesillerin yararına çevresel kalite, ekonomik refah ve sosyal eşitlik üretmeyi ve sürdürülebilir kalkınma üretmeyi hedeflemektedir[30]. Şekil 3.9’da verilen 9R modeli ile doğrusal ekonomi modelinden dögüsel ekonomi modeline geçişte artan dögüsellik verilmiştir.



Şekil 3.9. 9R Modeli [31].

Döngüsel ekonomi dönüştürülen malzemelerin insanlar ve diğer yaşam biçimleri için zararlı olmaması gerektiğini desteklemektedir. Atık miktarının düşürülmesini sağlayarak kaynakların tükenmesi ve doğanın bozulması engellenebilir. Döngüsel ekonomi modeli, kapalı döngüyü temelde tutan yeni iş modelleriyle tüketici talebini karşılık veren, ihtiyaç duyulan yeni ürün sayısını azaltmaya yardımcı olan bir sistemdir [32].



Şekil 3.10. Döngüsel ekonomi modeli yapısı [33].

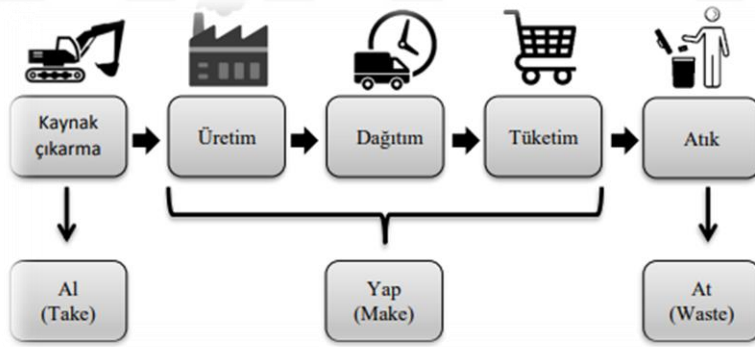
Şekil 3.10’da görüldüğü üzere, döngüsel ekonomi modelinde malzeme döngülerinde bulunan kaynaklar iki sınıfta değerlendirilmektedir. Bunlar; biyolojik materyaller ve teknik materyallerdir. Biyolojik materyaller, zehirli olmadığı için ayrıştıkları biyosfere tekrar güvenli bir şekilde geri gönderilebilmektedir. Gıda veya ahşap ürünleri biyolojik bu sınıftaki materyallere örnek olarak verilebilir. Teknik materyaller ise biyolojik olarak parçalanamayan ve sonlu kaynaklara dayanan metal, polimerler ve alaşımlar olarak örnek gösterilebilir.

Döngüsel ekonomi kavramı için önemli olan atığın en aza indirilmesi ve hızlı bir şekilde (atığın bir kaynak haline gelmesi) ortadan kaldırılmasıdır. Bu sebeple, bir ürünün biyolojik ve teknik materyalleri “bir malzeme döngüsüne sığacak şekilde tasarlanarak, sökme ve yeniden işlem için tasarlanmaya uygun” biçimdedir. Köklü bir dönüşüm ile döngüsel ekonomi kavramının uygulanması üretim zincirleri ve tüketim kalıplarını, yeni bir endüstriyel tarza taşıyacaktır.

Döngüsel ekonominin başarılı bir şekilde uygulanması, refahın kaynak tüketimiyle olan ilişkisini keserek kaynak pazarlarından bağımsız olarak esnek büyümeye izin verecektir. Döngüsel ekonomiye geçişte böylece ekonomik büyümenin yeni beklenti ve hedeflerini karşılayacaktır. Döngüsel bir ekonomideki sistemik değişim işlerin üretilme ve tüketilme şeklini değiştirir daha çok endüstriyel düzeydedir [34].

Günümüzde ise ekonomik yaklaşım olarak benimsenen doğrusal (lineer) ekonomi yaklaşımı, “al-yap-at” sistemine dayanmaktadır. Doğrusal ekonomi sürecinde hammadde üretilir, işlenerek nihai ürün haline dönüştürülür ve tüketilir sonra atık haline gelmektedir. Kaynakların verimli kullanımının aksine daha çok tüketime dayalı herhangi bir sistem, tüm değer zinciri boyunca önemli kayıplara neden olmaktadır [35]. Bu sebeple doğrusal ekonomi, doğal kaynaklarımızın üretim süreçleriyle atığa dönüştüğü tek yönlü bir mekanizma olarak adlandırılmaktadır [36].

Doğrusal ekonomik modelin işleyişi Şekil 3.11’de gösterilmektedir. Doğal kaynaklar çıkartılıp çeşitli proseslerden geçirilip işlenerek nihai ürün haline dönüştürülmektedir. Bu bitmiş ürün çeşitli dağıtım vasıtalarıyla tüketicilere ulaştırılıp kullanıldıktan sonra atık halini almaktadır.



Şekil 3.11. Doğrusal ekonomi süreci [37].

3.4.2. Yeşil ekonomi nedir?

Yeşil ekonomi, teknoloji ve finans arasındaki bağlantı, son zamanlarda ekonomi ve politika konularını analiz etmek için popüler bir konu haline geldi. Finansal teknoloji, yalnızca yenilikçi finansal araçlar yoluyla yeşil ve sürdürülebilir projeleri finanse etmek için yeni özel sermaye havuzlarından yararlanma fırsatı sağlamakla kalmaz, aynı zamanda gönüllü sürdürülebilirlik davranış kurallarının benimsenmesi yoluyla temiz teknolojilere de destek sağlamaktadır [38].

Çok tartışılan daha dayanıklı ve yeşil bir ekonomiye geçiş, büyük kamu ve özel yatırımları gerektirmektedir [39]. Paris Anlaşması'nın temel amacının iklim değişikliğini azaltmak için emisyon seviyesini kontrol etmek olduğu göz önüne alındığında birçok gelişmekte olan ülke, kendilerine yılda milyarlarca dolar sağlamak için varlıklı ülkelerin desteğine güvenmekte. Uyum ve etki azaltma önlemlerini tamamlama planlarını yerine getirmektedir [40].

Çevresel faydaların ve ekonomik verimliliğin çoğunlukla birbiriyle çeliştiği konusunda nihai olarak mutabık kalınmıştır ve bu uyumsuzluğun tek makul çözümü sürdürülebilir yeşil ekonomik büyümeyi sağlamaktır [41]. Bununla birlikte, gelişmekte olan ülkelerin, yalnızca azaltım ve uyum finansmanı yoluyla emisyon azaltma hedeflerini karşılamaları pek olası değildir. Bu nedenle, gelişmekte olan ülkelerin karbon azaltma hedeflerine ulaşabilmeleri için yeşil tahviller ve FinTech gibi yenilikçi ve sürdürülebilir finansal kanalların araştırılması gerekmektedir [42]. Yeşil ekonomi, başarılı sürdürülebilir ekonomik hedefler sağlayabilir ve düşük karbonlu ve verimli kaynaklara dönüşümü hızlandırabilir.

Yeşil OSB'ler, toplumun ihtiyaçlarını karşılamak için kurulan ve gelecek kuşakların da ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için gerekli çevresel faktörlerin zarar oranı minimum seviyede tutarak faaliyetlerini sürdürebilmesidir. Bunun biz insanlığa geri dönüşümü ise gelecek kuşaklara yaşanılabilir bir dünya bırakmaktır.

Yeşil Sanayi politikası, sürdürülebilir politika ve sürdürülebilir büyüme için sanayiye bir yol haritası çizmektedir. Bu doğrultuda verimli kaynak kullanımı, verimli üretim metotları, üretim proseslerinde çevreye olan zararı minimum seviyede tutan, iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarını azaltmayı hedefleyen, geri dönüşüm uygulamalarını kullanan ve yenilebilir enerji kullanımını destekleyen sanayi profilidir. Bu hususta sürdürülebilirliğin ve yeşil OSB dönüşümünde en önemli nokta Enerji Verimliliğidir. Verimliliğin sağlanabilmesi için de sürdürülebilir bakış açısı gereklidir. Bunu sağlamak noktasında; teknolojiden yararlanmak, süreç kontrolleri, çalışma şartlarının iyileştirilmesi ve ciddi ölçüde önem arz eden atık yönetiminin iyileştirilmesi başta gelmektedir. Son zamanlarda OSB'lerin şehir dışına çıkarılması kararı, tekstil tebliğinin çıkarılması, eko-tasarım, eko-etiket kavramlarının mevzuata girmesi sürdürülebilir sanayi tarafında alınan çok önemli kararlar olmuştur.

Türkiye Yeşil OSB projesi kapsamında kaynak verimliliği ve temiz üretim (KVTÜ), endüstriyel simbiyoz (ES), yeşil altyapı (YA) gibi projeler ön planda tutularak OSB'ler için fayda sağlanmasını hedeflemektedir. Yeşil OSB projesi kapsamında OSB'lerin sürdürülebilirlik potansiyellerinin tespiti ve uygulanabilirlik açısından genel bir çerçeve mekanizma oluşturabilmek için ilk etapta 4 OSB belirlenmiştir ve bunlar;

- Ankara Sanayi Odası 1. OSB (ASO-1)
- Bursa OSB
- İzmir Atatürk OSB
- Adana Hacı Sabancı OSB'dir.

Bu OSB'ler doğrultusunda 18 farklı OSB için neler yapılacağı saptanmış ve bir yeşil OSB sertifikasyon sistemi hazırlanarak çalışmalara başlanılmıştır.

4. SERA GAZI ENVANTERİ OLUŞTURMA ve İLGİLİ STANDARTLAR

Sera Gazı Envanteri, sınırlı bir bölge özelinde atmosfere salınan dolaylı ve doğrudan sera gazı miktarının uluslararası standartlara uygun bir şekilde rapor edilerek belirlenmesidir. Hazırlanan envanter dolaylı ve doğrudan sera gazı kaynakları ile birlikte sera gazı yutaklarını da kapsar. Sera gazı envanteri tanımı, sera gazı kaynaklarını, miktarlarını ve bu gazlar atmosfere salındığı zaman dilimini içermektedir. Bu envanter “Küresel Isınma Potansiyeli” kullanılarak diğer sera gazlarını da karbon eşdeğeri olarak hesaplar. BMİDÇS’ ni imzalayan ülkeler sera gazı emisyonlarını hesaplamakla yükümlüdürler. Türkiye’de ise sera gazı envanteri hesaplama çalışmaları da hızla oluşmaya başlamaktadır. Bu hızlı oluşumdaki en önemli etken ise oluşabilecek risklerin minimize edilmesi, liderlik, çevresel ve sosyal sorumluluk olarak sıralanabilir.

Sera gazı envanteri hazırlanmasında en yaygın kullanılan Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) tarafından hazırlanan “ISO 14064” Sera Gazı Emisyonları, Hesaplama ve Raporlama standardına göre hesaplanır. Bu standart sera gazı envanteri hesaplanması ve doğrulanmasına ilişkin uluslararası düzeyde kabul görmüş prensiplere dayanmaktadır.

4.1. ISO 14064 Standardı

Sera gazı izleme raporlama ve doğrulama standartları olarak yayınlanan uluslararası ilk standarttır ISO 14064 sera gazı standartları olarak tanımlanmaktadır.

Ülkemizde şu anda uygulanan sera gazı izleme ve raporlama yönetmelik ve tebliğlerinden bazı farklılıklar içerse de kullanım amacı tesislerden istediği sera gazı izleme sisteminin kurulması ve raporlanmasına dair kılavuzluk yapan standart olarak tanımlanmaktadır [43].

4.1.1. ISO 14064-1:

ISO 14064-1 Standardı ülkemizde uygulanan izleme ve raporlama mevzuatının tersine herhangi bir kademeye dayanmayan bir izleme ve raporlama sistemidir. Tesis sınırları ülkemizdeki mevzuatta belirtilmiş olup ISO 14064-1 standardında tesis sınırları belirlenmesi esnektir.

Ülkemizdeki sera gazı izleme ve raporlama mevzuat sistemi tesislerin sadece CO₂, N₂O ve PFC sera gazlarının izlenmesini ve raporlanmasını içerirken ISO 14064-1 standardı ise tüm sera gazlarının izlenmesi ve raporlanmasını istemektedir. Ülkemizdeki sera gazı izleme ve raporlama mevzuatı tesislerin direk emisyonlarının izlenmesi ve raporlanmasını kapsarken ISO 14064-1 standardı doğrudan emisyonları ile birlikte kaçak sera gazı emisyonları, enerji kullanımından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının da izlenmesi ve raporlanmasını istemektedir [43].

4.1.2. ISO 14064-2:

Bu standart tanımını sera gazı emisyonlarını azaltan projelerin raporlanmasını ve hesaplanmasını kapsamaktadır. ISO 14064-2 standardı dünyada sera gazı azaltma ile ilgili projelerin kısıtlı olması sebebiyle kullanılan bir sera gazı standardıdır [43].

4.1.3. ISO 14064-3:

ISO 14064-3 standardı ISO 14064-1 veya ISO 14064-2 standardına göre sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik projelerin doğrulanması ve geçerli kılınmasına yönelik rehberlik eden bir standarttır [43]. Geleceğe dair yani sonraki dönemler için iklim değişikliği uyum stratejileri ve tahminlerini yapılırken kesinlikle mevcuttaki sera gazı emisyon envanterlerinin oluşturulması gerekmektedir ve buna dikkat edilmelidir. İklim Değişikliğine uyum stratejileri temelinde sera gazı envanteri yer almaktadır. Sera Gazı Envanteri uluslararası standartlara göre hesaplanmalı ve raporlanmalıdır. Sera gazı envanterinin hazırlanmasının sağladığı yararlar;

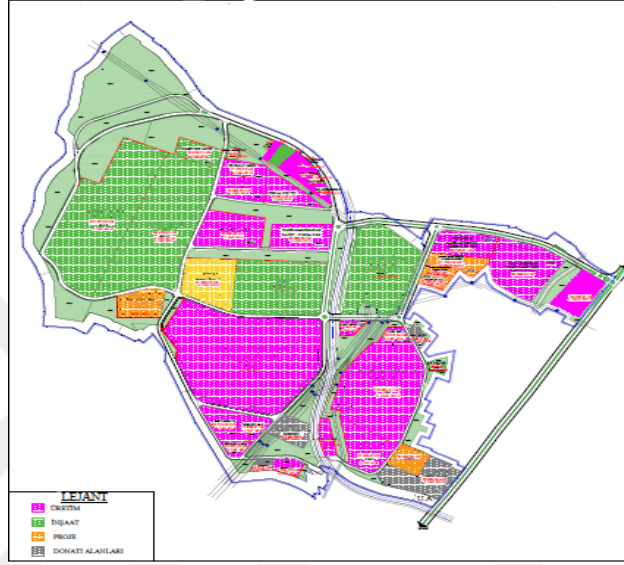
- Farklı sektörlerin sebep olduğu emisyonların analiz edilmesi ve saptanması
- Şehirlerden kaynaklanacak emisyonlar için azaltım uygulamalarının belirlenmesi ve gerçekçi hedeflerin belirlenmesi.
- Sektör bazlı eylemlerin ve politikaların oluşturulması.
- Sera gazı envanteri hesaplanmış bölgeye gelecek olan yatırımcılara uygun yatırım ortamı hazırlanması ve çevre politikalarına uyumunun sağlanması.

Bu çalışmada ise sera gazı emisyon envanteri azaltım hedeflerine ulaşmak için 2019-2020-2021 yılları belirlenmiştir. Çalışma yılları belirlendikten sonra alt başlıklarda açıklanan yöntemlerle kaynaklar ve göstergeler seçilmiş bu göstergeler doğrultusunda uygun hesaplama yöntemleri rakamsal verilere dökülmüş ve hesaplamalar yapılmıştır.

5. MATERİYAL ve YÖNTEM

5.1. Çalışma Alanı

Bu çalışma, Kütahya ili idari sınırları içerisinde yer alan organize sanayi bölgesinde yapılmıştır. Toplam 1.944.080,69 m² alanda yer almaktadır. Şekil 5.12’de OSB alanı imar planı verilmiştir.



Şekil 5.12. OSB alanı imar planı

Toplamda OSB genelinde 2232 kişi istihdam edilmektedir. OSB’de 1500 m² alana kurulu idari bina yer almaktadır. OSB idaresi, 22 personel ve 5 hizmet aracıyla OSB genelindeki firmalara hizmet sağlamaktadır. OSB sınırları içinde farklı alanlarda faaliyet gösteren 35 adet firma vardır. Bu firmaların %23’ü makine imalatı, %18 ‘i seramik-beton, %18’i kâğıt üretim-mukavva ve %18’i seramik-beton gibi alanlarda hizmet vermektedir.

OSB genelinde sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği uygulama çalışmaları desteklenmektedir. OSB içindeki seramik ve kâğıt sektöründe faaliyet gösteren firmalar yıllık bazda sera gazı envanter raporu hazırlamaktadırlar. OSB, ISO 50001 belgesi ve ISO 90001 belgelerini almıştır. OSB genelinde personel bilincini artırmak amacıyla belirli periyotlarda eğitimler düzenlenmektedir. Kütahya ili sınırları içerisinde klasik OSB kültüründen uzak yeşil OSB olma yolunda faaliyetlerine devam etmektedir.

5.1.1. Baz yılı

Çalışmada 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait veriler kullanılmıştır. 2020 yılının COVID-19 pandemi dönemine denk gelmesi nedeniyle 3 yıllık verinin ayrı ayrı kullanılması ve sonuçların birbirleriyle karşılaştırılması uygun görülmüştür.

5.2. Çalışma Esasları

Bu tez çalışmasında emisyon hesaplamalarının sağlam veriler üzerinde yapılması ve detaylandırılması için OSB idari yetkilileri ile ortak çalışılmıştır. OSB idari biriminden 2019-2020-2021 yıllarını kapsayan ısınma amaçlı kullanılan doğal gaz/kömür, aydınlanma ve diğer kullanımlar için elektrik ayrıca OSB'ye ait araçların mazot tüketim verileri tedarik edilmiştir. Doğalgaz kaynaklı emisyon hesaplamaları için; OSB yetkilileri tarafından doğalgaz tüketimine ilişkin yoğunluk (kg/sm^3) bilgisi tedarikçi firmadan doğrulanmıştır. OSB sınırları içerisinde faaliyet gösteren firma sayıları ve hangi sektörlerde üretim gösterdikleri firma NACE kodları bilgisi ile derleme yapılmıştır. Tüm bu veriler elde edildikten sonra excelde hesaplamalar yapılmıştır.

OSB'nin sınırı çalışma alanının sınırı olarak belirlenmiştir. OSB alanı dikkate alındığında bu sınırlar dahilinde veya OSB tarafından kontrol edilen kaynaklardan gelen emisyonlara doğrudan sera gazı emisyonları denir. Örneğin; OSB'ye ait olan veya kontrolünde olan kazanlar, fırınlar veya araçlarda yakıtların yanmasından kaynaklı emisyonlar doğrudan sera gazı emisyonlarını oluşturmaktadır.

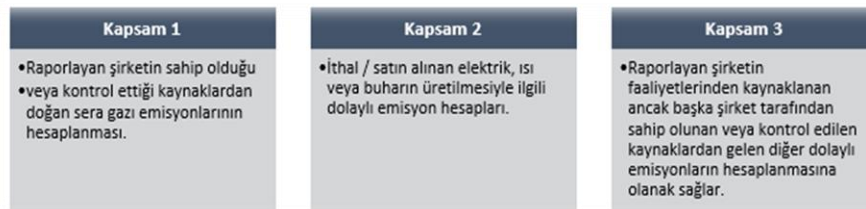
Dolaylı sera gazı emisyonları ise, OSB'nin faaliyetleri sonucu olan fakat başka şirkete ait olduğu veya kontrol altındaki kaynaklardan meydana gelen emisyonlar olarak adlandırılmaktadır. Örnek olarak satın alınan elektrik verilebilir. Diğer bir dolaylı sera gazı emisyonu, OSB'nin faaliyetlerinin bir sonucudur. Fakat OSB'ye ait olmayan veya OSB'ye ait olmayan ya da kontrolünde olmayan kaynaklardan oluşmaktadır. Atık üretilmesi, ürün veya hizmetlerin kullanımı, atık bertarafı, satın alınan malzemelerin kullanımı, çalışanların iş seyahatleri dolaylı sera gazı emisyonlarına örnek verilebilir. Mevcut çalışmada kullanılan emisyon kapsamı ve kaynakları Tablo 5.4'te verilmiştir.

Tablo 5.4. Sera Gazı Protokolünde belirtilen emisyon raporlama kapsamları [43].

Kapsam		Emisyon Kaynakları
1	Doğrudan	Tesis sınırları içinde yakıt yakma
		Proses
		Tesis içi ulaşım araçları
		Isıtma, soğutma ve havalandırma faaliyetleri
2	Dolaylı	Tesiste kullanmak üzere satın alınan elektrik

Doğrudan ve dolaylı emisyon başlıkları altında emisyon hesaplamaları için kapsamlar oluşturulmuştur. Sera gazı emisyonlarının ve uzaklaştırmalarının kuruluş seviyesinde hesaplanmasına ve rapor edilmesine dair kılavuz standardında belirtilen kapsamların karşılaştırmaları Şekil 5.13'te verilmiştir. Kapsam.1; hesaplama yapılan OSB'nin yakıt tüketimi ve OSB'ye ait araçlardan kaynaklı doğrudan sera gazı emisyonlarını oluşturur. Bu sebeple de doğrudan karbon ayak izi olarak değerlendirilir. Kapsam-2; ısıtma ve soğutmadan, elektrik, buhar, kaynaklı dolaylı sera gazı emisyonlarını içermektedir. Proses atıkları, satın alınan mal ve hizmetler, vb. bu kapsama dahil edilmektedir. Kapsam-3; kapsam-2'ye dahil edilmeyen dolaylı sera gazı emisyonlarından oluşmaktadır. Bu sera gazı protokolünde emisyon kaynaklarını doğrudan veya dolaylı olarak sınıflandırarak raporlama kapsamları oluşturulmuştur.

OSB alanına geliş -gidişten kaynaklı emisyonları ve personellerin iş seyahatlerinden kaynaklanan emisyonları, kuruluş tarafınca üretilen fakat farklı bir kuruluş tarafından bertarafı sağlanan atıklar gibi örnekler kapsam-3 kapsamında olup bu çalışmada kapsam-3 değerlendirmeye alınmamıştır. Buna göre OSB'nin kullandığı doğal gaz ve OSB'ye ait araçların (OSB sınırları içinde) kullandığı yakıt nedeniyle oluşan emisyonlar kapsam-1 kategorisinde değerlendirilirken, satın alınan elektrik tüketimiyle oluşan emisyonlar kapsam-2 altında hesaplanmıştır. ISO 14064 standartları göz önüne alınarak yapılan sera gazı envanterinde, hesaplamada kullanılacak faaliyet verilerinin yeterli ve güvenilir olması göz önüne alınmıştır.



Şekil 5.13. ISO 14064-1 Sera Gazı Emisyonlarının ve Uzaklaştırmalarının Kuruluş Seviyesinde Hesaplanmasına ve Rapor Edilmesine Dair Kılavuz Standardı [43].

Hesaplamalar için Hükümetler arası İklim Değişikliği Panelinin 2006’da yayınladığı “IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories” isimli rehberleri kullanılmıştır.

Sera gazı emisyonlarının hesaplanması için gereken her bir parametre farklı kalitedeki verilerle belirlenir. Farklı kalitedeki verilerin kullanıldığı her bir metot katman ya da kademe veya daha bilinen adıyla Tier olarak adlandırılır. Tier 1, IPCC’nin rehberlerinde bulunan tablolardaki genelleştirilmiş verilerin kullanıldığı metottur. Dolayısıyla en basit yöntemdir. Fakat genelleştirilmiş veriler kullanıldığı için hata payı ve belirsizlik yüksektir. Tier 2 metodu, ülkeye özgü emisyon faktörlerinin yanı sıra emisyonu neden olan faaliyete özgü verileri kullanır. Diğer bir ifadeyle, tablolastırılmış (ya da genelleştirilmiş) veriler yerine ölçülmüş değerler ya da ülkenin kendi belirlediği emisyon faktörleri kullanılır. Tier 3 metodu faaliyete özgü izlenen ve kontrol edilebilen verileri kullanır. Örneğin yakıt için ölçülebilen yakıt karakteristikleri (karbon içeriği, moleküler ağırlık gibi) ve ölçülebilen yakıt miktarı (akış ölçerlerle, sensörlerle ölçüm) kullanılarak kütleli CO₂ emisyonları hesaplanır. Tier 3 metodu daha ayrıntılı ve ölçüme dayalı veriler kullanıldığı için hata payı ve belirsizliği en düşük metottur. Mevcut çalışmada OSB’den gelen veri akışı kısıtlı olduğu için IPCC Tier 1 metodu ve ISO 14064 standartları baz alınarak (hesaplama temelli yöntemle) sera gazı emisyon değerleri hesaplanmıştır. Dolayısıyla çalışmada, OSB sınırları içinde tüketilen doğalgaz, motorin ve elektrik esas alınmış ve IPCC kılavuzunda verilen emisyon faktörleri kullanılmıştır.

Doğalgaz kullanımı nedeniyle oluşan sera gazı envanterinin hesaplanması;

OSB sınırları içinde tüketilen doğalgazın hangi kapsamda değerlendirileceği ve hangi sera gazlarından sorumlu olduğu Tablo 5.5’te verilmiştir.

Tablo 5.5. Doğalgazın yakılmasını içeren kapsam, alt kapsam ve doğalgazın yanmasıyla oluşacak sera gazları

	Kapsam	Alt Kapsam	Sera Gazları		
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Doğalgaz	Kapsam 1	Kapsam 1.1. Sabit Yanma	+	+	+
	Doğrudan Emisyon				

İlk olarak OSB içindeki firmaların 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait aylık doğalgaz kullanımları temin edilmiştir. Bu veriler excele işlenerek yıllık doğalgaz miktarı (sm³) bulunmuştur. Doğalgaz tedarikçisini yapan firmaların doğruladığı yoğunluk (0,72 kg/sm³) kullanılarak doğalgaz miktarı hesaplanmıştır. Yakıtın ısı değeri için IPCC'nin 2006 'da yayınladığı rehber kullanılmıştır (Tablo 5.6). Tier-1 metodu baz alınarak doğalgazın yanması sonucu oluşan sera gazlarının emisyon miktarını hesaplamak için eşitlik 5.1 kullanılmıştır.

Tablo 5.6. Yakıtların net kalorifik değerleri (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 1, Table 1.2)

Yakıt	Net Kalorifik Değer (TJ/ Gg)
Doğalgaz	48

$$SG \text{ Emisyonu} = FV \times EF \times OF \quad (5.1)$$

SG Emisyonu: Sera gazı emisyonu (kg CO₂, kg CH₄, kg N₂O)

FV: Faaliyet verisi (TJ cinsinden tüketilen doğalgaz miktarı)

EF: Emisyon faktörü (birim enerji başına emisyon miktarı) (kgCO₂/TJ, kgCH₄/TJ, kgN₂O /TJ)

OF: Oksidasyon veya yükseltgenme faktörü (tam yanma olması durumunda 1 olarak kabul edilmektedir)

Tablo 5.7'de IPCC tablolarında bulunan imalat sanayi alanında sabit yanmaya dair genelleştirilmiş emisyon faktörleri verilmiştir.

Tablo 5.7. Doğalgaza ait emisyon faktörleri (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 2, Stationary Combustion, Table 2.3)

Yakıt	CO ₂ (kg/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Doğalgaz	56100	1	0,1

Sera gazı emisyonlarının hesaplanması için Denklem 5.2, Denklem 5.3 ve Denklem 5.4 kullanılmıştır.

$$\text{SG Emisyonu (kgCO}_2\text{)} = \text{Doğalgaz (TJ)} \times \text{Doğalgaz EF} \left(\frac{\text{kgCO}_2}{\text{TJ}} \right) \times \text{OF} \quad (5.2)$$

$$\text{SG Emisyonu (kgCH}_4\text{)} = \text{Doğalgaz (TJ)} \times \text{Doğalgaz EF} \left(\frac{\text{kgCH}_4}{\text{TJ}} \right) \times \text{OF} \quad (5.3)$$

$$\text{SG Emisyonu (kgN}_2\text{O)} = \text{Doğalgaz (TJ)} \times \text{Doğalgaz EF} \left(\frac{\text{kgN}_2\text{O}}{\text{TJ}} \right) \times \text{OF} \quad (5.4)$$

Yakıtın toplam eşdeğer CO₂ miktarını hesaplamak için CH₄ ve N₂O emisyonları bu gazların küresel ısınma potansiyelleriyle çarpılmalıdır. IPCC'nin 5. Değerlendirme raporunda belirtilen ve 100 yıllık zaman dilimi esas alınarak hesaplanmış küresel ısınma potansiyelleri Tablo 5.8'de verilmiştir.

Tablo 5.8. CO₂ eşdeğeri olarak sera gazı küresel ısınma potansiyelleri (IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*)

Yakıt	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Doğalgaz	1	28	265

Elektrik tüketimi nedeniyle oluşan dolaylı sera gazı emisyonu hesabı:

OSB genelinde tüketilen elektriğin kaydı tutulmaktadır. Tablo 5.9'da elektrik tüketiminin hangi sera gazlarına yol açacağı, ana emisyon kategorisi ve alt kategorisi belirtilmiştir.

Tablo 5.9. Elektrik tüketimini içeren kapsam, alt kapsam ve elektrik tüketimi nedeniyle dolaylı oluşacak sera gazları

	Kapsam	Alt Kapsam	Sera Gazları		
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Doğalgaz	Kapsam 2 İthal Enerji	Kapsam 2.1. İthal Elektrik	+	+	+

OSB'de yer alan fabrikaların elektrik tüketiminden kaynaklanan CO₂ emisyonunu hesaplamak için Tablo 5.10'da verilen birleşik marj emisyon faktörü ile tüketim miktarı çarpılmıştır.

Sera gazı salım azaltımlarının hesaplama aşamalarında Türkiye ulusal elektrik şebekesi emisyon faktörü, her bir projenin ayrı ayrı emisyon faktörü ile hesaplanmaması, farklı rakamların oluşmaması ulusal ve uluslararası mekanizmalarda ve raporlamalarda doğrulama süreçlerinin daha uzun ve karmaşık olarak yürütülmesine imkan vermemek adına aynı döneme ait marj emisyon faktörleri kullanılmaktadır [44]. Raporlama süreçlerinin doğruluğunun sağlanması ve karışıklığa neden olmaması için ortak bir değer belirlenip hesaplamalar bu doğrultuda yapılmaktadır.

Tablo 5.10. Birleşik marj emisyon faktörü [44].

Faktör Türü	Değeri (tCO ₂ eşd/MWh)	Kaynak
Birleşik marj emisyon faktörü (2019)	0,7258	T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı TÜRKİYE Ulusal Elektrik Şebekesi Emisyon Faktörü Bilgi Formu

Elektrik tüketimi kaynaklı emisyon hesaplamaları için Denklem (5.6) kullanılmıştır.

$$(tCO_2 \text{ eşd}) = F \cdot V \text{ (MWh)} \times EF \left(tCO_2 \frac{\text{eşd}}{\text{MWh}} \right) \quad (5.6)$$

Satın alınan elektriğe ait kayıp-kaçak nedenli dolaylı emisyon kapsam 4 altında incelenmektedir. Bu çalışmada kayıp-kaçak nedenli dolaylı emisyon değerlendirilmeye alınmamıştır.

Motorin tüketimi nedeniyle oluşan dolaylı sera gazı emisyonu hesabı;

Motorin tüketimi OSB yetkililerinden temin edilmiştir. Bu veriler excele işlenmiştir. ortamında işlenerek sonuçlara ulaşılmıştır. Motorinin yakıt olarak kullanılması mobil yanma alt kategorisiyle doğrudan emisyonu neden olan bir faaliyet olup, sera gazı olarak CO₂, CH₄ ve N₂O oluşur.

Motorin kullanımına dair emisyon hesaplamaları Denklem (5.1) kullanılarak yapılmıştır. Tablo 5.11’de kullanılan motorine ait net kalorifik değer görülmektedir. Bu değer, IPCC kılavuzunun 1. bölümünden alınmıştır.

Tablo 5.11. Motorinin net kalorifik değerleri (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Chapter 1, Table 1.2)

Yakıt	Net Kalorifik Değer (TJ/ Gg)
Motorin	43

Motorinin yoğunluğu (0,83 kg/L) yine IPCC'nin verilerinden alınmıştır [45]. Motorinin mobil yanması sonucu oluşan sera gazlarına ait emisyon faktörleri Tablo 5.12'de verilmiştir.

Tablo 5.12. Motorine ait emisyon faktörleri (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Chapter 3, Table 3.2.1 ve Table 3.2.2)

Yakıt	CO ₂ (kg/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O(kg/TJ)
Motorin	74100	3,9	3,9

Bulunan sonuçların CO₂ eşdeğeri olarak ifade edilebilmesi için Tablo 5.8.'de yer alan küresel ısınma potansiyelleri ile her bir emisyon çarpılmıştır.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

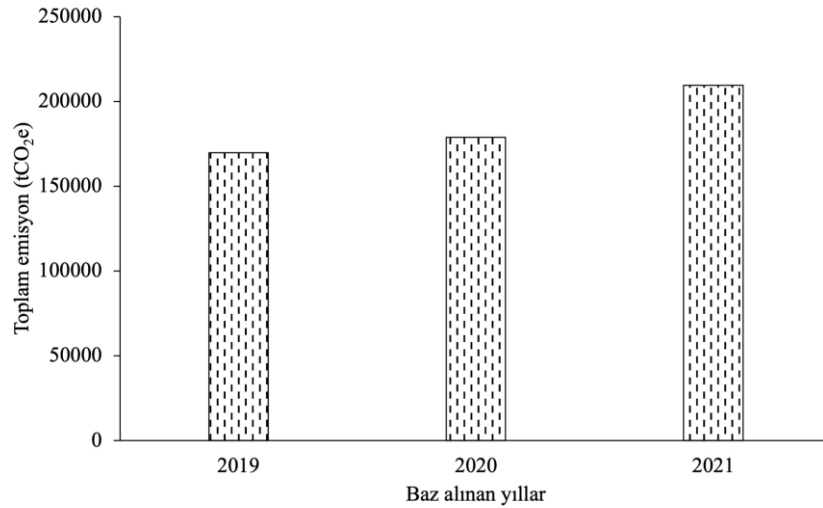
6.1. 2019-2020-2021 Yıllarına Ait Emisyonlar

OSB sınırları içinde tüketilen yıllık doğalgaz, elektrik, motorin Tablo 6.13'de verilmiştir.

Tablo 6.13. OSB'nin 2019, 2020, 2021 yıllarına ait tüketim verileri

Yıl	Doğalgaz (m ³)	Elektrik (MWh)	Motorin (L)
2019	54307657,88	88549,35	27931
2020	40713773,27	137421,74	6836
2021	54002568,71	144236,36	11116

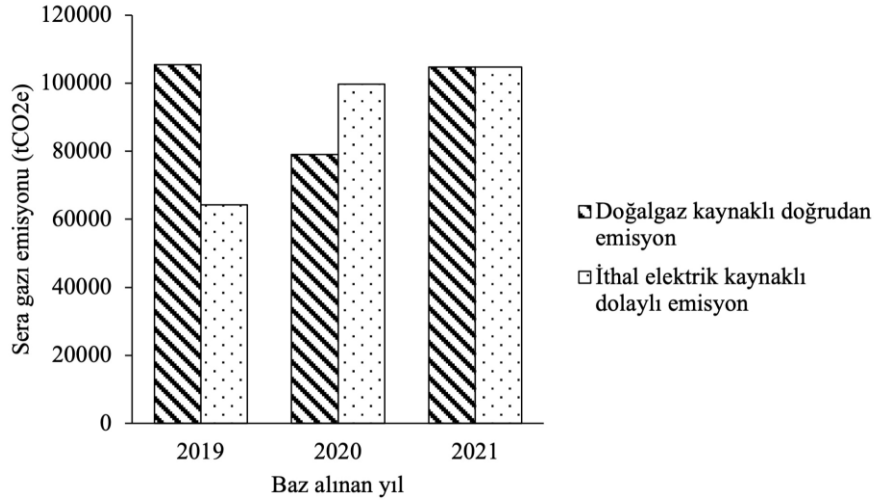
OSB'nin 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait toplam emisyon miktarları Şekil 6.14.'de verilmiştir.



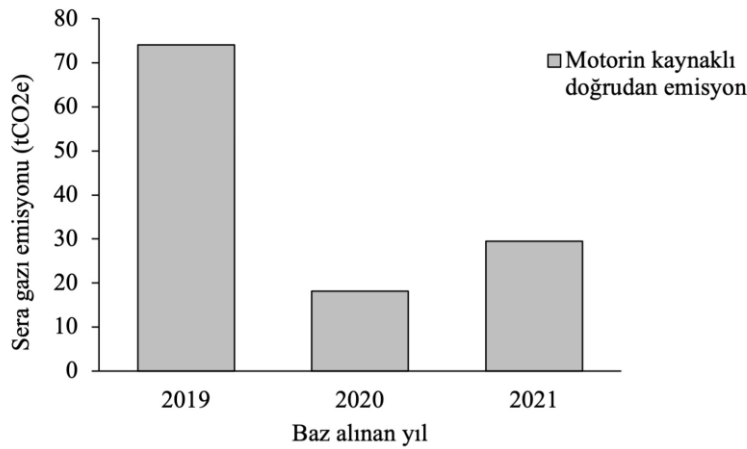
Şekil 6.14. 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait toplam doğalgaz, elektrik ve motorin kaynaklı CO₂e emisyonu

2019, 2020 ve 2021 yıllarında OSB sınırları içinde toplam emisyona katkı yapan doğalgaz, elektrik ve motorine ait emisyon karşılaştırmaları Şekil 6.15 ve Şekil 6.16'da verilmiştir. Doğalgaz kaynaklı doğrudan emisyon 2019 yılında 105394,84 t CO₂e olarak hesaplanmışken 2020'de bu emisyon azalmış, 2021'de tekrar 2019'u yakalamıştır. İthal elektrik kaynaklı dolaylı emisyon ise 2019 yılında 64269,12 tCO₂e olurken, 2020 ve 2021'de elektrik kaynaklı emisyon miktarı artmıştır. Diğer bir ifadeyle elektrik talebi artmıştır. Motorin kaynaklı doğrudan emisyon, miktar açısından doğalgaz ve elektrik kaynaklı emisyonlardan oldukça düşüktür.

Fakat motorin kaynaklı emisyon da 2019 yılında 74,11 tCO₂e olurken, 2020’de %75,5 oranında azalmış ve 2021’de 29,49 tCO₂e değerine ulaşmıştır. Doğrudan emisyonların 2020’de düşmesinin en büyük nedeni Covid-19 nedeniyle yaşanan kapanmalardır.

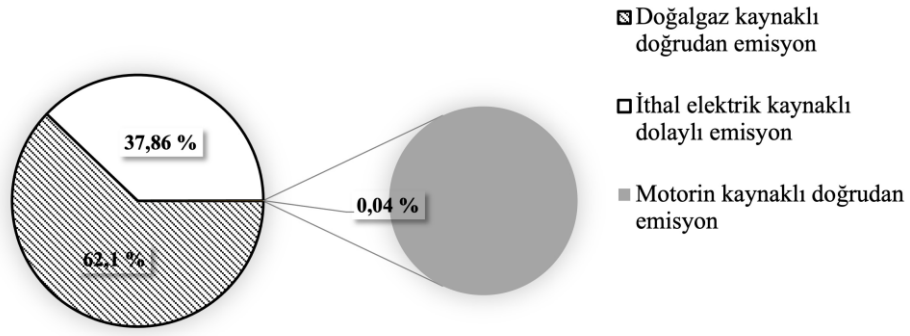


Şekil 6.15. 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait doğalgaz ve elektrik kaynaklı CO₂e emisyonu



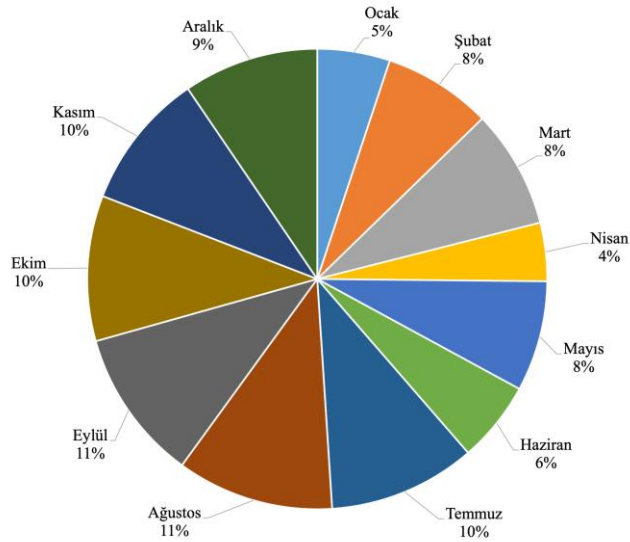
Şekil 6.16. 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait motorin kaynaklı CO₂e emisyonu

2019 yılında OSB’nin sınırları içinde tüketilen doğalgaz, elektrik ve motorine ait toplam sera gazı emisyonu 169738,076 tCO₂e’dir. Doğalgaz, elektrik ve motorinin bu emisyonu katkıları Şekil 6.17’de verilmiştir. 2019 yılındaki toplam emisyonların %62,14’ü Kapsam 1 altında değerlendirilen ve doğrudan emisyonu neden olan doğalgazın ve motorinin yanmasına aittir. Toplam emisyonların %37,86’sı Kapsam 2 altında değerlendirilen ve satın alınan elektriğin dolaylı emisyonuna aittir.



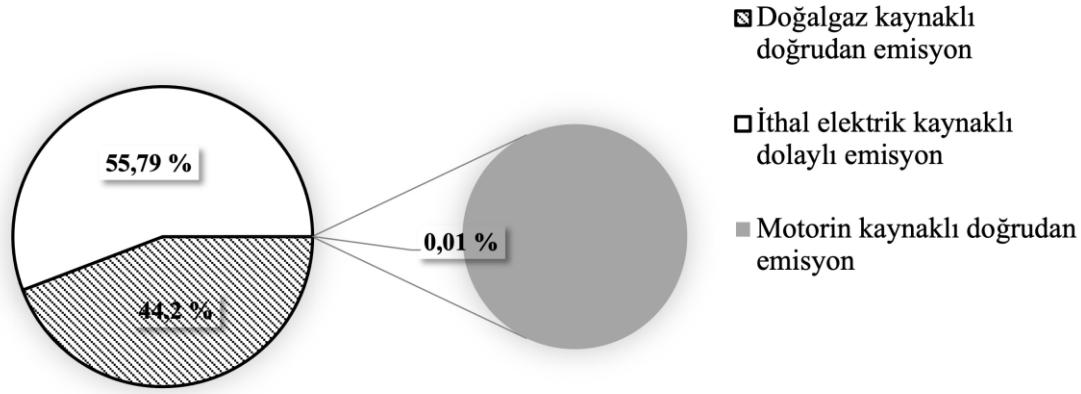
Şekil 6.17. IPCC Tier 1 yaklaşımı ile 2019 yılı emisyon miktarlarının dağılım yüzdeleri

2019 yılına ait toplam emisyonu en büyük katkıyı doğalgaz tüketimi yapmıştır. 2019 yılının aylık doğalgaz verileri ve aylık sera gazı üretimleri incelendiğinde her ayın birbirine yakın katkı yaptığı görülmektedir (Şekil 6.18). 2019 yılındaki doğalgaz kaynaklı toplam emisyonların %11'i ayrı ayrı Ağustos ve Eylül aylarında, %10'u ayrı ayrı Temmuz, Ekim ve Kasım aylarında olmuştur. Doğalgaz kullanımları firma bazında incelendiğinde ise doğalgaz tüketimi nedeniyle en fazla sera gazı salınımını (>%90) karo ve seramik imalatı faaliyet alanına giren firma yapmıştır. Kağıt ve oluklu mukavva faaliyet alanına giren diğer bir firma da sera gazı salınımında ikincidir.



Şekil 6.18. 2019 yılına ait doğalgaz kaynaklı doğrudan emisyonlara aylık emisyon katkıları

2020 yılına ait toplam sera gazı emisyonu 178772,038 tCO₂e'dir. 2020 yılı Covid-19 etkisinde geçmesine rağmen toplam emisyonlarda 2019 yılına kıyasla %5,32'lik artış olmuştur. Fakat 2019 yılından farklı olarak, 2020 yılında toplam emisyona en fazla katkıyı dolaylı emisyonu neden olan ithal elektrik yapmıştır (Şekil 6.19).

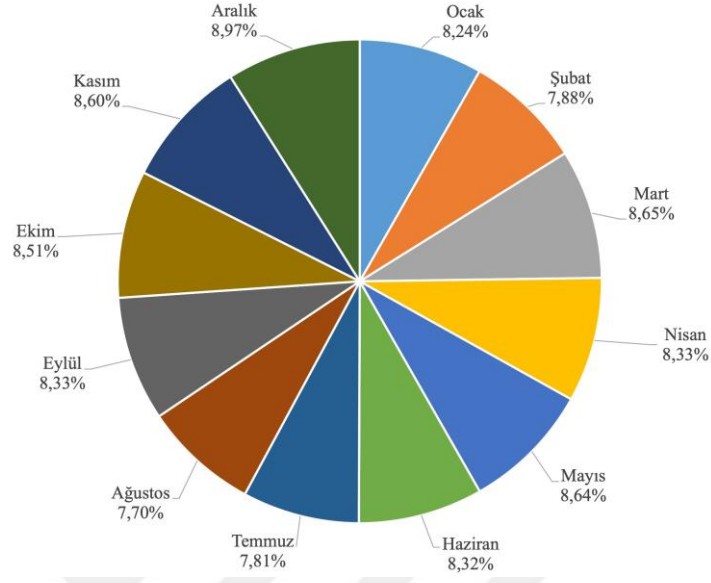


Şekil 6.19. IPCC Tier 1 yaklaşımı ile 2020 yılı emisyon miktarlarının dağılım yüzdeleri

2020 yılı doğalgaz ve elektrik tüketim verileri daha dikkatli incelendiğinde doğalgaz tüketiminin 2019 yılına kıyasla %25 azaldığı, elektrik tüketiminin 2019 yılına kıyasla %55,19 oranında arttığı görülmüştür. Bu artışın nedenlerinden bir tanesi 2020 yılında OSB bünyesine doğalgaz tüketimi fazla olmayan fakat elektrik tüketimi olan 8 firmanın katılmış olmasıdır. Bu artışın diğer bir nedeni de elektrik talebinin firma bazında da artmış olmasıdır.

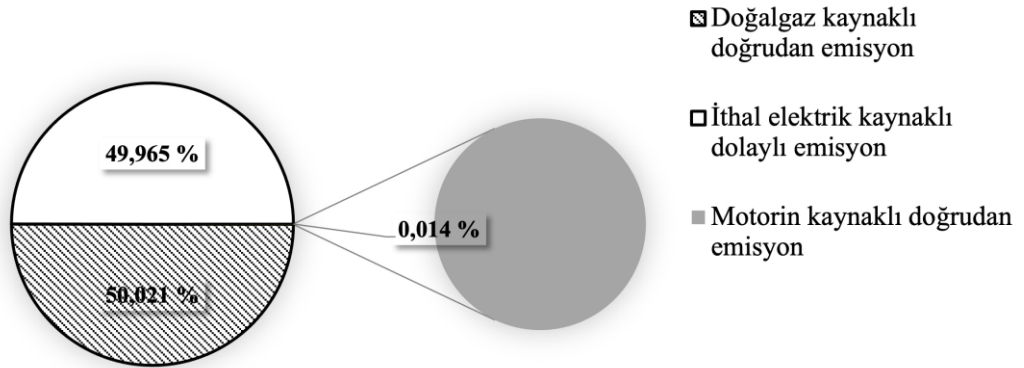
2020 yılı emisyonlarına en fazla katkı elektrik tüketiminden gelmiştir. Elektrik tüketimi ve oluşan sera gazları aylık bazda incelendiğinde, 2020 yılı içinde her ay birbirine yakın yüzdelere toplam sera gazı miktarına katkı yapıldığı görülmüştür. Şekil 6.20'de görüldüğü üzere, 2020 toplam elektrik tüketimi nedeniyle dolaylı oluşan sera gazlarının %8,97'si Aralık ayında (tüm aylar içinde en yüksek yüzdeliğe sahip), %7,70'i Ağustos ayında (tüm aylar içinde en düşük yüzdeliğe sahip) oluşmuştur. Firma bazında bakıldığında da elektrik tüketimi nedeniyle en yüksek dolaylı sera gazı emisyonunu oluşturan birinci firma karo ve seramik imalatı faaliyet alanına giren ve

doğalgaz tüketiminde de en fazla katkıyı yapan firmadır. Onu takip eden ise kağıt ve oluklu mukavva faaliyet alanına giren kuruluştur.



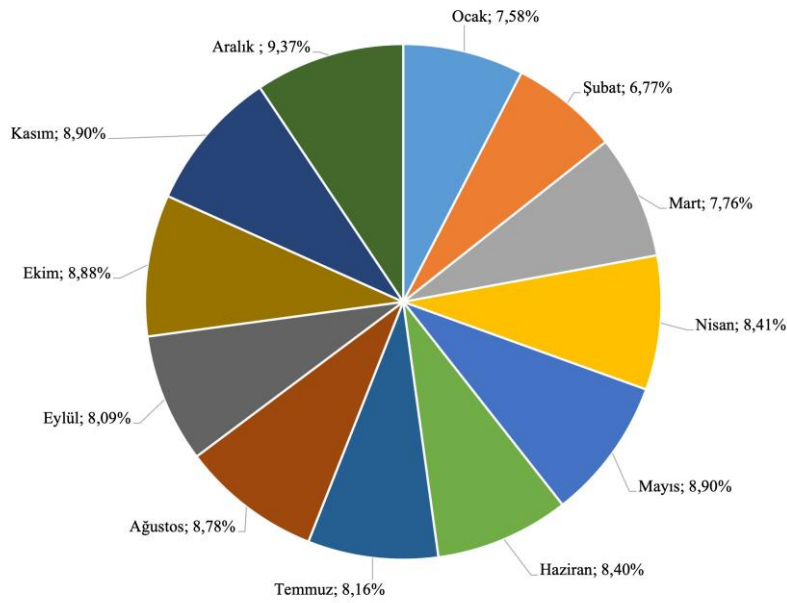
Şekil 6.20. 2020 yılına ait elektrik kaynaklı dolaylı emisyonlara aylık emisyon katkıları

2021 yılına ait toplam sera gazı emisyonu 209519 tCO₂e'dir. 2019 ve 2020'den farklı olarak, toplam sera gazı emisyonlarının yaklaşık %50'si elektrik kaynaklı dolaylı emisyon, diğer %'0'si ise doğalgaz kaynaklı doğrudan emisyondur (Şekil 6.21). 2021 yılında motorin kaynaklı doğrudan emisyon oldukça düşüktür (tüm emisyonların %0,014'ü).



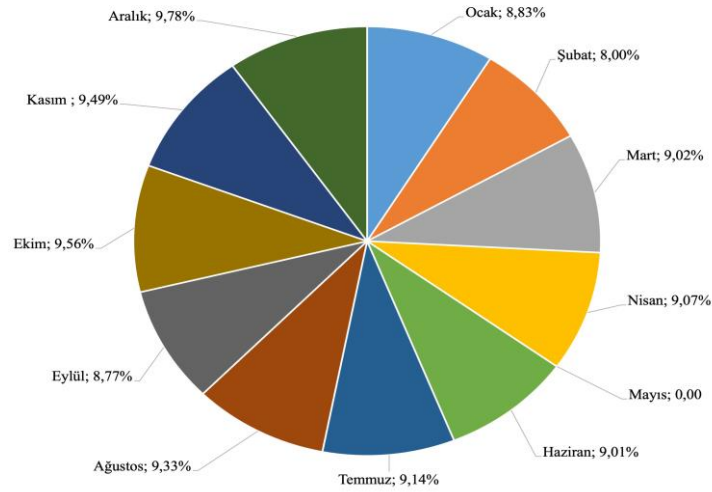
Şekil 6.21. IPCC Tier 1 yaklaşımı ile 2021 yılı emisyon miktarlarının dağılım yüzdeleri

2021 yılında doğalgaz nedeniyle oluşan doğrudan emisyonların aylık dağılımı Şekil 6.22’de verilmiştir. 2021 yılının toplam doğalgaz emisyonlarının % 9,37’si Aralık ayında oluşmuştur. Ay bazında doğalgaza bağlı en düşük emisyon Şubat ayında (% 6,77) olmuştur. Firma bazında yine en fazla doğal gaz kullanımı seramik faaliyeti yapan kuruluş tarafından olmuştur. Bu firmanın doğalgaz nedeniyle oluşan sera gazlarına aylık katkısı %95-98 arasındadır. Takip eden kuruluş ise kağıt ve oluklu mukavva üretimi yapan firmadır. Bu kuruluşun doğalgaz nedeniyle oluşan sera gazlarına aylık katkısı %1,8-1,5 arasındadır.



Şekil 6.22. 2021 yılına ait doğalgaz kaynaklı doğrudan emisyonlara aylık emisyon katkıları

Şekil 6.23’te 2021 yılına ait ithal elektrik kaynaklı dolaylı emisyonların ay bazında değişimi görülmektedir. 2021 yılında elektrik tüketimi nedeniyle oluşan toplam emisyonların %9,78’i Aralık ayında görülmüştür.



Şekil 6.23. 2021 yılına ait ithal elektrik kaynaklı dolaylı emisyonlara aylık emisyon katkıları

6.2. Sera Gazı Emisyonlarını Düşürmek için OSB İçinde Yapılabilecek Aksiyonlar

6.2.1. Elektrikli araçlara geçiş

OSB müdürlüğüne ait olan traktör, pikap ve otomobillerin elektrikli araç dönüşümüyle ne kadarlık bir emisyon kazancı sağlanacağı hesaplanmıştır. Elektrikli araçlar sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlayabilir. Fakat bu azaltım, elektrikli araçlara güç sağlayacak enerjinin kaynağına da bağlıdır. Tablo 6.14'te 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait her bir farklı aracın yol aldığı kilometre başına CO₂ emisyonları ve farklı araçlardan kaynaklanan sera gazı emisyonları verilmiştir. Her bir aracın aynı km ve traktörün aynı çalışma süresinde motorin tüketiminin yerine elektrik tüketimi (kWh) hesaplanmıştır.

Tablo 6.14. 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait km-kWh cinsinden tüketim verileri

Araçlar	2019 yılı tüketim verileri			Elektrik kaynaklı emisyon(tCO ₂ eşd)
	Motorin tüketim (L)	Menzil(km)	Tüketim(kWh)	
Ford F150				
Pikap	6982,75	50599	13402	9,72
otomobil (2 adet)	6982,75	116379	40732	29,56
Traktör	6982,75		11056	8,02
Toplam				
(kWh)			65190	47,3

Tablo 6.15. (Devam) 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait km-kWh cinsinden tüketim verileri

2020 yılı tüketim verileri				
Araçlar	Motorin tüketim (L)	Menzil(km)	Tüketim(kWh)	Elektrik kaynaklı emisyon(tCO ₂ eşd)
Ford F150				
Pikap	1709	12384	3280	2,38
Otomobil (2 adet)	1709	4984	9969	7,23
Traktör	1709		2705	1,96
Toplam (kWh)			15954	11,6
2021 yılı tüketim verileri				
Araçlar	Motorin tüketim (L)	Menzil(km)	Tüketim(kWh)	Elektrik kaynaklı emisyon(tCO ₂ eşd)
Ford F150				
Pikap	27781	20135	5331	3,86
Otomobil (2 adet)	27781	92600	16205	11,76
Traktör	27781		4398	3,19
Toplam (kWh)			25934	18,8

*Traktör kullanımı pikap ve otomobiller gibi tüketimi km üzerinden değil çalışma saati üzerinden hesaplanmıştır.

OSB genelinde yapılan çalışmada ZY marka elektrikli prototip traktörün batarya kapasitesinin 95 kWh ve 10 saatlik çalışma süresine (firmanın bu model için verdiği batarya kapasitesinin çalışma süresi) sahip olacağı belirlenmiştir [46], saatte 9,5 kWh saatlik tüketim yapacağı, elektrikli pikabın da 100km mesafede 26,48 kWh tüketim yapacağı bulunmuştur. Otomobilin ise 100km’de ortalama 15-20 kWh saatlik tüketim yaparak çalışacağı öngörülerek hesaplama yapılmıştır. Bununla birlikte OSB’den alınan motorin kullanımları da 100km’de otomobil ve pikap için sırasıyla 6 L-13,8 L’ dir, traktör için ise yapacağı iş ve markaların tüketimi değişiklik göstermektedir. Bu tez çalışmasında ortalama saat bazlı tüketim olarak saatlik 4 L motorin kullanımı baz alınmıştır. OSB genelinde kullanılan araçların değişimiyle gerçekleştirilecek azaltımlar Tablo 6.15’de verilmiştir. Elektrikli araçlara geçildiğinde motorin kaynaklı doğrudan sera gazı emisyonuna göre sırasıyla 2019 yılında %37, 2020 yılında %37 ve 2021 yılında ise %49 oranında bir azaltım elde edilecektir.

Tablo 6.16. 2019-2020-2021 yıllarına ait km-kWh cinsinden tüketim verileri

Yıl	Elektrikli araç kullanımı ile oluşan (tCO ₂ eşd) emisyon	Motorin kullanımı kaynaklı emisyon miktarları(tCO ₂ eşd)	Yüzde (%) değişim
2019	47,135	75,17	37%
2020	11,579	18,40	37%
2021	18,823	36,81	49%

6.2.2. Binalarda enerji verimliliği

Elektrik tüketiminden kaynaklanan karbon salımını azaltmak için bir diğer yöntem ise binalarda enerjinin etkin kullanımının sağlanmasıdır. Enerji etütleri yapılarak bu yönde bir kazanım sağlanmış olacaktır. Sanayide kullanılan verimsiz elektrik motorlarının enerji verimliliği yüksek olan motorlarla değiştirilmesi, binalarda kullanılan aydınlatmaların LED lambalarla değiştirilmesi halinde % 80 oranında elektrik enerjisi tasarrufu sağlanacaktır.

6.2.3. Doğalgazın endüstride verimli kullanılması

Doğalgazın verimli kullanılması sadece sera gazı azaltımı için değil dışa bağımlılığımızı azaltmak için de önemlidir. Doğalgazın verimli kullanılması için öncelikle doğalgazı en fazla tüketen endüstrilerin yanma şartlarını kontrol edip, tam yanmanın sağlanması için hava menfezleri temiz havayı yeterli miktarda yanma odasına vermelidir. Baca çıkışlarının ve bacanın iç cidarlarının belirli aralıklarla kontrol edilmesi sağlanmalıdır. Ayrıca baca gazı analizleri yapılarak yanmanın verimi kontrol edilmelidir. Isı kayıpları en aza indirilmelidir.

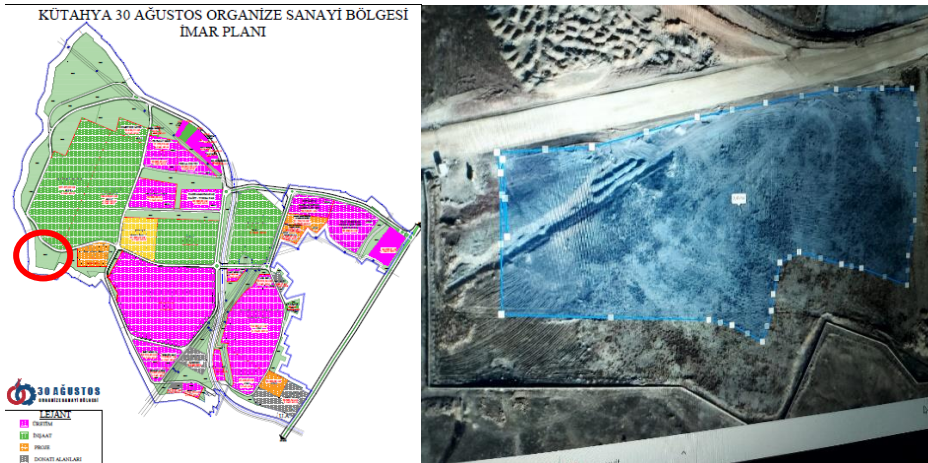
6.2.4. OSB sınırları içinde ağaçlandırma çalışmaları

Karbondioksiti atmosferden yutarak depolayan doğal ya da insan yapımı sistemlere karbon yutağı adı verilmektedir. En yaygın olarak bilinen yutak türleri ise ormanlardır. Ayrıca, toprak, turba, perma frost (sürekli donmuş) toprak tabakaları, okyanus suyu ve derin okyanuslardaki karbonat çökeltileri bir diğer yutak türlerindendir. Karbonun belirli bir zaman aralığında atmosfere salınmasını engelleyen ve karbonun atmosferden çıkarılması süreci karbon tutma olarak tanımlanmaktadır [47]. 2020 yılı verilerinde işlenmiş odun ürünlerinde (kereste, yonga levha vb.) 11 milyon ton CO₂ eşdeğeri tutum sağlanmıştır.

Buradan çıkarımla AKAKDO (Arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık) sektörü toplam olarak 2020 yılında 57 milyon ton CO₂ eşdeğeri tutum yapmıştır. Bu miktar AKAKDO sektörünün ülke emisyonunu ormanlar ve odun ürünleri sayesinde tutularak, toplam ulusal emisyonun 524 milyon tondan 467 milyon ton CO₂eşd' ye düşürmüştür. 2020 yılındaki tutum göstergeleri ise 1990 yılı verilerine kıyasla %3'lük bir artış göstermiştir [48]. Çalışma genelinde karbon emisyonlarının azaltılması doğrultusunda OSB alanı içerisinde ağaçlandırma çalışmaları yapılarak karbon yutakları oluşturulması hedeflenmiştir. Bu çerçevede neticesinde OSB alanında 5000 adet çam türü iğne yapraklı ağaçlandırma çalışması yapılarak karbon salınım azaltılması hedeflenmiştir. Ağaçlar fotosentez yaparak havadaki CO₂'i alır ve yaşamları için gereken besini oluşturur. Her ağacın cinsine ve yaşına göre emisyon tutma miktarı farklılık göstermektedir. Fakat bu farklılığın tespiti için özel ve kapsamlı bir çalışma gereklidir. Ortalama değerlerde bugün bir ağaç başına yıllık emisyon azaltımı 11 kg CO₂ karşılık gelmektedir [49]. OSB sınırları içerisinde yer alan 20 dönümlük boş arazide ağaçlandırma çalışması yapılarak karbon yutağı oluşturulabilir. Verilen 20 dönümlük boş arazi üzerinde 2900 adet çam ağacı dikilebilmektedir. Bu da yıllık 31900 kg CO₂ azaltımına denk gelmektedir.

6.2.5. OSB genelinde Güneş enerjisi santrali (GES) çalışmaları

OSB alanı içerisinde bulunan 20 dönümlük arazi üzerine GES kurulumu yapılarak elektrik ihtiyacının bir bölümünün karşılanması öngörülmüştür. Bu sayede elektrik kaynaklı karbon salınımlarında azaltım amaçlanmıştır. Şekil 6.24'te kurulum yapılması öngörülen alan verilmiştir.



Şekil 6.24. GES kurulum sahası

GES hesaplamaları PVsyst (Sürüm 7.2.8) kullanılarak (şebekeye bağlı, gölgelemesiz, eğim/azimut: 25/3°) yapılmıştır. PV modülü için CW Enerji'nin CWT450-144PM-166 seçilmiştir. Birim gücü 450 Wp ve PV modül sayısı 4448 birimdir. Toplam panel yüzeyi 9682 m²'dir. Huawei Technologies markalı ve modeli SUN2000-100KTL-M1-400Vac olan 16 adet invertör seçilmiştir (toplam güç: 1600 kWac). Simülasyon sonucuna göre 3144 MWh/yıl güneş enerjisi üretileceği hesaplanmıştır. 20 dönümlük bir arazi üzerinde kurulacak olan GES ile 2283 tCO_{2e} karbon emisyon azaltımı yapılacağı hesaplanmıştır. Bununla birlikte OSB içerisinde yer alan boş arazilerin değerlendirilmesi ve OSB genelinde firmalar ile görüşülüp çatı tipi GES kurulması emisyon azaltımını arttıracaktır.

Kütahya 30 Ağustos OSB alanında sera gazı salınımları, sera gazı hesaplama yöntemleri ve azaltım önerileri bulunduran tez çalışmasında; iklim değişikliğinin tarihsel sürecinden ve ulusal alanda yapılan çalışmalardan bahsedilmiş olup ardından sera gazları ve sera gazı hesaplama yöntemlerine ilişkin temel bilgiler verilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda sera gazı hesaplamalarının yapılacağı OSB alanı hakkında genel bilgiler verilmiş olup, bu alan içerisinde yer alan fabrikalar genelinde sera gazı envanteri hazırlanmıştır. Sera gazı azaltım çalışmaları kapsamında ilk olarak sera gazına neden olan kaynaklar belirlenmiştir. Ardından bu kaynaklar neticesinde sistematik bir çalışma hazırlanarak ne kadar sera gazı emisyonu elimine edildiğine dair hesaplama yapılarak öngörü sunulmuştur. Yapılan çalışmalar ve hesaplamalar neticesinde temel olarak karbon ayak izinin, yani sera gazlarının atmosfere salınmasında insan faaliyetleri oldukça etkilidir ve sonuç olarak, insanlık ve doğal dünya, iklim değişikliğinin sebep olduğu büyük tehditlerle karşı karşıya kalacaktır [50]. Bu bağlamda OSB'lerin yeşil dönüşümlerinin desteklenmesi ve hızlı aksiyonlar alıp ülke genelinde tüm OSB'lerde bu dönüşümün yapılması ve tüm sürdürülebilirlik sorunlarının çözümüne destek olunmalıdır.

Bu çalışma ile 30 Ağustos OSB sınırları içindeki faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı miktarı IPCC ve ISO 14064 standardı gereğince hesaplanmış, sera gazı oluşumuna katkı yapan faaliyetler ve firmalar tespit edilmiş ve OSB genelinde sera gazı azaltımına katkı yapabilecek unsurlar/projeler belirlenmiştir. OSB genelinde çalışmaların desteklenebilmesi için toplumsal bilinçlendirme çalışmaları yapılmalı ve bu doğrultuda projeler geliştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Sanayinin üretim üssü sanayi bölgeleri, <https://www.sanayi.gov.tr/sanayi-bolgeleri/organize-sanayi-bolgeleri-hizmetleri>, (Erişim Tarihi: 07.02.2023).
- [2] Doç. Dr. Kasım Koçak, İ.T.Ü. Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, “İklim Değişiminde İnsan Faktörü”, (Erişim Tarihi: 23.03.2021),
- [3] M. Türkeş, “Sera Gazları, Kuvvetlenen Sera Etkisi ve Küresel İklim değişikliği”, *İktisad ve Toplum*, Temmuz, 2021.
- [4] M. Türkeş, “Klimatoloji ve Meteoroloji”. 1. Baskı, Kriter Yayınevi – Yayın No. 63., 2010
- [5] Y. Muslu, “Ekoloji”, *Ekoloji ve Çevre Sorunları*, 1, Aktif Yayın Evi, Aktif Yayınevi, İstanbul, 2018, pp 223, 255-260.
- [6] 1940'tan 2022'ye kadar dünya çapında yıllık karbondioksit (CO₂) emisyonları, <https://www.statista.com/statistics/276629/global-co2-emissions/>, (Erişim Tarihi: 23.02.2022)
- [7] M. A Pekin., “Ulaştırma Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonları”, İstanbul Teknik Üniversitesi, 223124, 2006.
- [8] L. TOPÇU, “Toplu Taşımacılık Sistemlerinin Sera Gazı Emisyonlarına Etkisi”, İstanbul Teknik Üniversitesi ,2008,
- [9] Baird, C. (1999). Environmental Chemistry Part IV: “The Greenhouse Effect and Global Warming”, 2010, 173-213.
- [10] Türkiye’de Soğutma ve İklimlendirme Sektörlerinde Florlu Gaz Alternatiflerinin Kullanım Çalıştayı, 01.05.2019,
- [11] Ulusal sera gazı envanterleri için 2006 IPCC Yönergeleri, <https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html> (Erişim Tarihi: 08.06.2023)
- [12] Sektörlere göre sera gazı emisyonları 1990-2021, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/>, 29 Mart 2023,
- [13] Sektörlere göre küresel sera gazı emisyon payları 2020, <https://www.statista.com/statistics/241756/proportion-of-energy-inglobal-greenhouse-gas-emissions/#statisticContainer> (Erişim Tarihi: 08.06.2023)
- [14] 2020 yılında dünya çapında sera gazı emisyonlarının sektörlere göre dağılımı, <https://www.statista.com/statistics/241756/proportion-of-energy-in-global-greenhouse-gas-emissions/> (Erişim Tarihi: 08.06.2023)
- [15] Enerji Tüketim Bildirimleri, Ölçme ve Değerlendirme, <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-verimliliği-olcme-degerlendirme>, (Erişim Tarihi: 07.04.2022)

- [16] Turkish greenhouse gas inventory 1990-2021, Türkiye, “*National Inventory Report for submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change*”, 2022.
- [17] UNFCCC, UNDP, ÇOB, “*İklim Değişikliğini Anlamak, Yeni Başlayanlar İçin Birleşmiş Milletler Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü*”, 2004.
- [18] DSİ Genel Müdürlüğü, Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, İklim Değişikliği Birimi, “*İklim Değişikliği Birimi, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü ve Türkiye*, 2016.
- [19] M. Ulueren, “*Küresel Isınma Bm İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü*”, Sayı:3 2016.
- [20] K. Demirbolat, Çevre ve Orman Bakanlığı“*UNFCC ve Kyoto Protokolü Gereklikleri*”, 04.05.2021.
- [21] G.Binboğa,“*Sürdürülebilirlik Kapsamında Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları ve Türkiye’nin Durumunun İncelenmesi*”, 2017.
- [22] [https://recturkey.files.wordpress.com/2016/11/adanzye iklim degisikligi basuc urehberi.pdf](https://recturkey.files.wordpress.com/2016/11/adanzye_iklim_degisikligi_basuc_urehberi.pdf), “*A’dan Z’ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi*”, Bölgesel çevre merkezi ve almanya federal cumhuriyeti büyükelçiliği, 2015.
- [23] UNFCCC,<https://unfccc.int/topics/land-use/workstreams/redd/what-isredd?>, 2015.
- [24] Welch, C. (2015). Paris İklim Zirvesi’nde Tarihsel Anlaşma. <http://www.nationalgeographic.com.tr/makale/kesfet/paris-iklim-zirvesinde-tarihsel-anlasma/2683> (Erişim Tarihi: 13.10.2022)
- [25] Plans and Policiens To be implemented for this INDC, [https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Turkey/1/The INDC of TURKEY v.15.19.30.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Turkey/1/The%20INDC%20of%20TURKEY%20v.15.19.30.pdf)
- [26] Republic Of Turkey, Intended Nationally Determined Contribution, [https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Turkey/1/The INDC of TURKEY v.15.19.30.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Turkey/1/The%20INDC%20of%20TURKEY%20v.15.19.30.pdf)
- [27] M. Catuti, Kustova, I. & Egenhofer, C. “*Delivering the European Green Deal for southeast Europe. Brussels*”, *Research Report*, CEPS, 2020.
- [28] European Commission. (2019a). What is the European Green Deal. European Commission https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/859152/What_is_the_European_Green_Deal_en.pdf (Erişim Tarihi: 20.07.2022).
- [29] Avrupa Komisyonu (2021b). The European Green Deal, European Commission, https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_en.pdf.

- [30] V. Yılmaz, “Sürdürülebilir Kalkınma ve Döngüsel Ekonominin Bibliyometriği”, *Enderun Dergisi*, 3(2) ,pp:60-72, 2019.
- [31] Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E. and Hanemaaijer, A., “Circular economy: Measuring innovation in the product chain”, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2017.
- [32] M. Berndtsson, "Circular Economy and Sustainable Development", Master Thesis in Uppsala University, Published at Department of Earth Science, İsveç, 2015.
- [33] H. Önder, “Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışında Yeni Bir Kavram: Döngüsel Ekonomi”, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt No:57, pp:196-204, 2018.
- [34] O. Persson, “What Is Circular Economy? – The Discourse of Circular Economy in the Swedish Public Sector”, Master thesis in Sustainable Development, Uppsala University, 2015.
- [35] MacArthur, Ellen, “Towards the Circular Economy, Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition”, Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK, 2013.
- [36] E. S. Veral, “An Evaluation on the Circular Economy Model and the Loops Design in the Context of Waste Management”, *European Journal of Science and Technology*, Cilt No:15, pp.18- 27, 2019.
- [37] F.KILIÇ, “Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışına Yönelik Döngüsel Ekonomi Modeli”, 3. *Sosyal Ekonomi Dergisi*, Cilt No:55, pp: 2538-2556, 2020.
- [38] N. Metawa, E.Dogan, “Analyzing The Nexus Of Green Economy, Clean And Financial Technology”, *Economic Analysis and Policy dergisi*, Cilt No:76, pp.385-396, 2021.
- [39] Cheng, C., Ren, X., Dong, K., Dong, X. & Wang, Z, “How does technological innovation mitigate CO₂ emissions in OECD countries?” Heterogeneous analysis using panel quantile regression. *Journal of Environmental Management*, 280, 1-11, 2021.
- [40] S. Knuth, “Breakthroughs or a green economy Financialization and clean energy transition Energy”, *Enerji Araştırması ve Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt:41, 2018.
- [41] PanW. et al. “Assessing the green economy in China: An improved framework”, *Temiz Üretim Dergisi*, Cilt No: 209, pp.680-691, Şubat 2019.
- [42] J. Pickering, “Acting on climate finance pledges Inter-agency dynamics and relationships with aid in contributor states”, *Dünya Gelişimi Dergisi*, Cilt No:68, pp.148-162, Nisan 2015.
- [43] www.ictsert.com.tr/iso-14064-sera-gazi-standartlari-nedir-nelerdir(Erişim Tarihi: 05.06.2022).

- [44] <https://enerji.gov.tr/duyuru-detay?id=195/> Türkiye Ulusal Elektrik Şebekesi Emisyon Faktörü Bilgi Formu. (Erişim Tarihi: 12.07.2022).
- [45] P. Shermanau, “Africa Regional Workshop on the Building of Sustainable National Greenhouse Gas Inventory Management Systems, and the Use of the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”, 2016.
- [46] ZY Teknolojileri, <https://www.zyelektrikli.com/teknolojimiz> (Erişim tarihi: 05.04.2023).
- [47] Karbon Yutağı, <https://cevresehgostergeler.csb.gov.tr/yutak-alanlar-ve-karbon-tutumlari-85723>, (Erişim tarihi: 18.04.2023).
- [48] Yutak Alanlar ve Karbon Tutumları, <https://cevresehgostergeler.csb.gov.tr/yutak-alanlar-ve-karbon-tutumlari-i-85723>, (Erişim Tarihi: 13.02.2023).
- [49] Karbon Ayak İzi, <https://www.qsi.com.tr/hizmetler/iso-14064-1-karbon-ayak-izi-dogrulama/> (Erişim Tarihi: 14.02.2022).
- [50] R. Sreng, ve M. Gümrükçüoğlu, *Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüsü 2015*, “Karbon Ayak izi Çalışması” ,*SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt No: 21(5), pp:1–1, 2017.

ÖZGEÇMİŞ

İlk ve orta öğrenimini İstanbul’da tamamladı. 2013 yılında girdiği Yalova Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü’nden 2017 yılında mezun oldu. 2018 -2021 yılları arasında Proje Mühendisi olarak göreve yaptı. 2021 yılında Yalova Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim dalı’ nda Yüksek Lisans eğitimine başladı.

