TEKSTİL SEKTÖRÜNDE KARBON AYAK İZİ HESAPLAMASI VE ANALİZİ

Gözde COŞGUN

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKSTİL SEKTÖRÜNDE KARBON AYAK İZİ HESAPLAMASI VE ANALİZİ

Gözde COŞGUN
0009-0005-3483-0963

Prof. Dr. Akın Burak ETEMOĞLU
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2023
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TEKSTİL SEKTÖRÜNDE KARBON AYAK İZİ
HESAPLAMASI VE ANALİZİ

Gözde COŞGUN

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Akın Burak ETEMOĞLU

CDP (Carbon Disclosure Project), Birleşmiş Milletler Küresel İlkeler Sözleşmesi (UNGC), Dünya Kaynakları Enstitüsü (WRI) ve Dünya Çapında Doğa Fonu (WWF) arasında bir iş birliği olan Bilimsel Tabanlı Hedefler Örgütü (SBTi), düşük karbonlu bir ekonomiye geçişte şirketlerin rekabet avantajını artırmak için şirketlerin bilimsel tabanlı hedefler belirlemesini amaçlar. Bilimsel tabanlı hedefler belirlemek ve bunlara ulaşmak yoluyla şirketler, iş esnekliğini ve rekabet gücünü artırmak, böylece yeniliği teşvik etmek ve iş uygulamalarını dönüştürmek, güvenilirlik ve itibar oluşturmak ve kamu politikasındaki değişiklikleri etkilemek ve bunlara hazırlanmak gibi faydalar elde edebilir. ISO 14064-1 Standardında tanımlandığı gibi, doğrudan sera gazı emisyonları, sahip olunan veya kontrol edilen kaynaklardan gelen doğrudan emisyonlardır. Enerji dolaylı sera gazı emisyonları, satın alınan enerjinin üretiminden kaynaklanan dolaylı emisyonlardır. Bu tür hedeflerin, sıcaklık artışının 1,5°C ile sınırlamaya yönelik daha büyük çabalar teşvik edilerek, 2°C'nin çok altında bir iklim stabilizasyon yolu ile tutarlı olması gerekmektedir.

Bu çalışmada Bursa Organize Sanayi Bölgesinde tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir firmadan karbon ayak izi hesaplaması ve analizi çalışması yapılmıştır. Temel yıl 2019 olarak baz alınarak gerçekleştirilen çalışmada Doğrudan Sera Gazı Emisyonları, Satın Alınan Enerji Dolaylı Sera Gazı Emisyonları, Nakliye ve Ulaşım Dolaylı Sera Gazı Emisyonları, Ham Madde ve Malzeme Kullanımı Dolaylı Sera Gazı Emisyonları, Ürünlerin Yaşam Sonu Dolaylı Sera Gazı Emisyonları ve Diğer Dolaylı Sera Gazı Emisyonları ile ilgili hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda temel yıl seçilen 2019 yılı için toplam emisyon miktarı 44.719,73-ton CO2e olarak bulunmuştur.

Bilimsel Tabanlı Hedefler Örgütü'nün mutlak azalım metodolojisine uygun bir emisyon azalım hedefi belirlemek için kapsam 1 ve 2 emisyonlarında yıllık mutlak lineer minimum %4,2 azalım gerçekleştirmek gereklidir. Yani, ilk sene 2019 yılına göre %4,2, ikinci sene temel yıla göre %8,4, 5. senede temel yıla göre %21 ve 10. Sene temel yıla göre %42 olarak azalım gerçekleştirmek gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Karbon ayak izi, tekstil, ISO 14064-1 standardı, tier yaklaşımı, sera gazı
2023, viii + 68 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

CARBON FOOTPRINT CALCULATION AND ANALYSIS
IN THE TEXTILE INDUSTRY

Gözde COŞGUN

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Akın Burak ETEMOĞLU

The Science Based Targets initiative (SBTi), a collaboration between the CDP (Carbon Disclosure Project), the United Nations Global Compact (UNGC), the World Resources Institute (WRI) and the World Wide Fund for Nature (WWF), aims to set science-based goals for companies to increase their advantages of competing in the transition to a low-carbon economy. By setting and reaching science-based goals, companies can get benefits such as increasing business flexibility and competitiveness, thereby encouraging innovation and transforming business practices, establishing credibility and reputation, and influencing and preparing for changes in public policy. As defined in Standard ISO 14064-1, direct greenhouse gas (GHG) emissions are direct emissions from owned or controlled sources. Energy content and indirect GHG emissions are from the production of purchased power plants. Such goals need to be consistent with a climate stabilization method well below 2°C, supporting greater efforts to limit temperature rise to 1.5°C.

In this study, a carbon footprint calculation and analysis was carried out from a company, operating in the textile sector in Bursa Organized Industrial Zone. Of the base year 2019, calculations related to gas emissions have been made on Direct GHG Emissions, Indirect GHG Emissions from Purchased Energy, Indirect GHG Emissions from Shipping and Transportaion, Indirect GHG Emissions from Raw Material and Usage of Material, End-of-Life Indirect GHG Emissions and Other Indirect GHG Emissions. As a result of the calculations, the total emission amount for the base year of 2019 is 44.719,73-ton CO2e.

In order to set an emission reduction goal in accordance with the absolute reduction methodology of the Scientific Based Targets initiative (SBTi), it is necessary to achieve an annual absolute linear minimum of 4.2% reduction in scope 1 and 2 emissions. By way of explanation, a decrease of 4.2% in the first year, 8.4% in the second year ,21% in the 5th year and 42% in the 10th year compared to the base year is required.

Key words: Carbon footprint, textile, standard ISO 14064-1, tiered approach, greenhouse gas

2023, viii + 68 pages.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, bilgi ve tecrübesi ile destek olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Akın Burak ETEMOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Eğitimimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan ve destekleyen aileme sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Gözde COŞGUN
20/06/2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
ŞEKİLLER DİZİNİ vii
ÇİZELGELER DİZİNİ viii
1. GİRİŞ 1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI 6
2.1. ISO 14060 Sera Gazı Standardı Tanımı ve Faydaları 6
2.2. Tanımlar 8
2.3. Prensipler 11
2.4. Sera Gazı Kategorileri 11
2.5. Önemli Dolaylı Sera Gazı Emisyonlarını Belirleme Süreci 16
2.5.1. Dolaylı emisyonların önemini değerlendirmek için kullanılan kriterler 16
2.6. Sera Gazı Envanter Sınırları (Sistem Sınırları) 17
2.6.1. Kuruluş sınırları 17
2.6.2. Faaliyet sınırları – ISO 14064-1:2018'e göre 19
2.7. Sera Gazı Emisyonlarının Miktarlarının Belirlenmesi 21
2.7.1. Sera gazı kaynaklarının belirlenmesi 21
2.7.2. Veri toplanması 21
2.7.3. Veri toplama kriteri 22
2.7.4. Veri toplama 22
2.7.5. Temel yıl belirleme 23
2.8. Emisyon Faktörlerinin Belirlenmesi 24
2.8.1. 2006 IPCC GUIDELINES for national greenhouse gas inventories 26
2.8.2. Defra, UK 27
2.8.3. GHG protocol tools 27
2.9. Strateji ve Karbon Azalım Prosedürü 28
2.10. Kaynak Araştırması 31
3. MATERYAL ve YÖNTEM 34
4. BULGULAR 39
4.1. Sabit Yanma Kaynaklı Doğrudan Emisyonlar 40
4.1.1. Doğalgaz 40
4.1.2. Sabit yanma motorin 41
4.2. Hareketli Yanma Kaynaklı Doğrudan Emisyonlar 42
4.2.1. Hareketli yanma motorin 42
4.3. Antropojenik Faaliyetlerden Kaynaklı Sızıntı Emisyonları 43
4.3.1. Refrigerant ve yangın söndürme gaz kaçakları 43
4.4. Enerji Dolaylı Emisyonlar 44
4.4.1. Elektrik 44
4.5. Dolaylı Emisyonlar 45
4.5.1. Nakliye dolaylı emisyonlar 45

4.5.2. Kuruluş tarafından kullanılan ürünlerden kaynaklanan dolaylı sera gazı emisyonları 48
4.6. Diğer Dolaylı Emisyonlar 53
4.6.1. Elektriğin iletilmesi ve dağıtılması 53
5. TARTIŞMA ve SONUÇ 55
5.1. Emisyon Analizleri 57
5.1.1. Kategori 1: Doğrudan sera gazı emisyonları 57
5.1.2. Kategori 2: Enerji dolaylı sera gazı emisyonları 58
5.1.3. Kategori 3: Nakliye dolaylı sera gazı emisyonları 58
5.1.4. Kategori 4: Kullanılan ürünlerden kaynaklı dolaylı sera gazı emisyonları 59
5.1.5. Kategori 6: Diğer kategorilere girmeyen dolaylı sera gazı emisyonları 60
5.2. Emisyon Azalım Hedefi 60
5.2.1. Kapsam 1 ve 2 (kategori 1 ve 2) senaryosu 60
5.2.2. Kapsam 3 (kategori 3, 4, 5 ve 6) senaryosu 63
KAYNAKLAR 65
ÖZGEÇMİŞ 68

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
CH_4	Metan
CO_2	Karbondioksit
CO2 e	Karbon dioksit eş değeri
H_2O	Su Buharı
HFC	Hidroflorokarbonlar
kg	Kilogram
km	Kilometre
kWh	Kilowatt Saat
L	Litre
m3	Metre küp
N_2O	Diazot Monoksit (Nitröz Oksit)
NO2	Azot dioksit
PFC	Perflorokarbonlar
SF6	Kükürt Hekza Florür
TJ	Terajoule
ton CO2e	Ton Karbondioksit Eşdeğeri

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AB	Avrupa Birliği
BM	Birleşmiş Milletler
BSI	British Standard Institution
CDP	Karbon Saydamlık Projesi (Carbon Disclosure Project)
DF	Dönüşüm Faktörü
DEFRA	İngiltere Çevre, Gıda ve Köy İşleri Bakanlığı (Department for Environment Food and Rural Affairs)
EF	Emisyon Faktörü
EGD	European Green Deal (Yeşil Mutabakat)
GHG	Sera gazları (Greenhouse gases)
GHG Protocol	Sera Gazı Protokolü (GHG Protokolü)
GRI	Küresel Raporlama Girişimi (Global Reporting Initiative)
GWP	Küresel Isınma Potansiyeli (Global warming potential)
IPCC	Birleşmiş Milletler Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
I-REC	Uluslararası Yeşil Enerji Sertifikası
KIP	Küresel ısınmaya etki potansiyeli (GWP)
NKD (TJ/Gg)	Net kalorifik değer (TJ/Gg)
SBTi	Bilimsel Tabanlı Hedefler Örgütü
SSE	Sürdürülebilir Borsalar Girişimi (Sustainable Stock Exchanges Initiative)
UNGC	BM Küresel İlkeler Sözleşmesi (UN Global Compact)
UNFCCC	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
YF	Yükseltgenme Faktörü
WRI	Dünya Kaynakları Enstitüsü
WWF	Dünya Çapında Doğa Fonu

ŞEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa
Şekil 1.1.	Birleşmiş Milletler tarafından belirlenen 17 tane sürdürülebilir kalkınma hedefi…….	4
Şekil 2.1.	ISO 14060 sera gazı standartları ailesi arasındaki ilişki...…….	7
Şekil 2.2.	ISO 14064-1 2006 ve GHG Protocol'e göre kapsam1-2-3…...….	12
Şekil 2.3.	Kategori 1 doğrudan sera gazı emisyonları örnekleri …….....	13
Şekil 2.4.	Kategori 2 enerji dolaylı karbon ayak izi CO2 eşdeğeri örnekleri..	13
Şekil 2.5.	Önemli sera gazı emisyonlarını belirleme çizelgesi…….	17
Şekil 2.6.	Karbon ayak izi sistem sınırları...… .....…….	17
Şekil 2.7.	Bir şirketin kuruluş ve faaliyet sınırları örnek gösterimi...…….	20
Şekil 2.8.	Sera gazı emisyonlarının belirlenme adımları…… .....….	21
Şekil 2.9.	DEFRA, UK site görüntüsü...……. .....…….	27
Şekil 2.10.	Greenhouse Gas Protocol site görüntüsü...……. .....…….	28
Şekil 2.11.	Giyim sektöründeki değer zinciri kategorileri...……. .....…….	30
Şekil 2.12.	Sıfır karbon hedefi...……. .....…….	30
Şekil 3.1.	Firmanın proses akış şeması...……. .....…….	35
Şekil 4.1.	Sera gazı envanter raporu...…….....	39
Şekil 5.1.	Doğrudan sera gazı emisyon sonuçları...……. .....…….	57
Şekil 5.2.	Enerji dolayı sera gazı emisyon sonuçları...……. .....…….	58
Şekil 5.3.	Nakliye dolaylı sera gazı emisyon sonuçları...……. .....…….	58
Şekil 5.4.	Kullanılan ürünlerden kaynaklı dolaylı sera gazı emisyon sonuçları	59
Şekil 5.5.	Diğer kategorilere girmeyen dolaylı sera gazı emisyon sonuçları....	60
Şekil 5.6.	Firmanın kapsam 1 ve 2 emisyon azalım senaryosu.....	62
Şekil 5.7.	Firmanın kapsam 3 emisyon azalım senaryosu.	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Sera gazlarının küresel ısınmaya etki potansiyelleri ……..…. 9
Çizelge 2.2. Sabit yanma emisyon faktörleri - IPCC 2006, Vol.2, Ch.2. 24
Çizelge 2.3. Farklı yoğunluk değerine sahip doğalgaz emisyon değerleri…. 25
Çizelge 2.4. IPCC 2006, doğalgaz için EF verisi kullanarak örnek hesaplama. 26
Çizelge 2.5. IPCC küresel ısınma potansiyelleri……. ….....…….. 26
Çizelge 3.1. Sera gazı envanter listesi……...... 37
Çizelge 3.1. Sera gazı envanter listesi (devam) ……. .....……... 38
Çizelge 4.1. Sabit yanma-doğalgaz kaynaklı emisyonlar…… ..……. 40
Çizelge 4.2. Sabit yanma-motorin kaynaklı emisyonlar ……. 41
Çizelge 4.3. Hareketli yanma-motorin, benzin kaynaklı emisyonlar……. 42
Çizelge 4.4. Soğutucu gazlar-sızıntı kaynaklı emisyonlar.....……. 43
Çizelge 4.5. Yangın söndürme-sızıntı kaynaklı emisyonlar .....……. 44
Çizelge 4.6. Elektrik tüketimi kaynaklı emisyonlar.....……. 44
Çizelge 4.7. Well-to-tank – yakıtlar kaynaklı emisyonlar .....……. 45
Çizelge 4.8. Ham maddelerin nakliyesi kaynaklı emisyonlar.....……. 45
Çizelge 4.9. Ürünlerin nakliyesi kaynaklı emisyonlar.....……. 46
Çizelge 4.10. Personel servisi hizmeti kaynaklı emisyonlar.....……. 46
Çizelge 4.11. İş seyahatleri kaynaklı emisyonlar.....……. 47
Çizelge 4.12. Atıkların nakliyesi kaynaklı emisyonlar.....……. 47
Çizelge 4.13. Sermaye malları nakliyesi kaynaklı emisyonlar .....……. 48
Çizelge 4.14. Hammadde-iplik kullanımı kaynaklı emisyonlar.....……. 49
Çizelge 4.15. Hammadde-kimyasal ve yağ kullanımı kaynaklı emisyonlar ……. 50
Çizelge 4.16. Su temini kaynaklı emisyonlar .....……. 50
Çizelge 4.17. Atık kaynaklı emisyonlar..... 51
Çizelge 4.18. Sermaye malları alım kaynaklı emisyonlar..... 52
Çizelge 4.19. Depo hizmeti kaynaklı emisyonlar 52
Çizelge 4.20. Suyun arıtılmasından kaynaklı emisyonlar..... 53
Çizelge 4.21. Elektrik iletimi ve dağıtımı kaynaklı emisyonlar..... 53
Çizelge 5.1. Sera gazı sonuçları 55
Çizelge 5.2. Firmanın 5 ve 10 yıllık kapsam 1 ve 2 hedefleri 61
Çizelge 5.3. Firmanın kapsam 3 emisyonlarının yüzdesel dağılımı 63
Çizelge 5.4. Firmanın 5 ve 10 yıllık kapsam 3 hedefleri…… ……. 64

1. GİRİŞ

Sürdürülebilir kalkınma kavramı, 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından hazırlanan Brundtland Raporu'nda ortaya konulmuştur. Bu rapor, kalkınmanın gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılayabilme yeteneğiyle birlikte bugünkü gereksinimleri karşılamayı amaçlayan bir yaklaşım olarak sürdürülebilir kalkınma kavramını tanımlamıştır. Bu tanım, kaynakların sınırlı olduğu ve çevresel etkilerin arttığı bir dünyada kalkınmanın sürdürülebilirlik prensiplerine dayanması gerektiğini vurgulamaktadır.

Günümüzde, şirketlerin başarısı sadece mal ve hizmet üretimi ve finansal performansla sınırlı kalmamaktadır. Aynı zamanda, çevre ve insan odaklı sorumluluklarını yerine getirerek iyi kurumsal vatandaşlık yapmaları da beklenmektedir. Bu nedenle, sürdürülebilirlik kavramı son zamanlarda şirketlerin ve yatırımcıların öncelikli konuları arasında yer almaktadır. Bu dönüşüm sürecinde, şirketler sürdürülebilirlik ilkelerine uygun iş yapma ve yatırım yapma konusunda daha bilinçli ve sorumluluk sahibi hale gelmektedirler.

Son yıllarda, kurumsal sürdürülebilirlik, kurumsal sosyal sorumluluk ve sorumlu yatırım gibi kavramlar, hükümetler, iş dünyası, sivil toplum kuruluşları ve akademisyenler arasında büyük bir ilgi ve önem kazanmıştır. Bu dönemde karşı karşıya olduğumuz küresel ısınma, biyoçeşitlilik kaybı, hızla tükenen ve kirlenen kaynaklar, açlık, yoksulluk, ayrımcılık, insan hakları ihlalleri ve yolsuzluk gibi büyük sorunlar, insanlığı yeni bir düzen arayışına itmektedir.

Bu bağlamda, kurumsal sürdürülebilirlik, şirketlerin ekonomik faaliyetlerini çevresel ve sosyal etkileri göz önünde bulundurarak sürdürme ve geliştirme amacını taşır. Kurumsal sosyal sorumluluk ise şirketlerin toplum ve çevreyle olan etkileşimlerini pozitif yönde şekillendirme amacını taşır. Sorumlu yatırım ise finansal getirinin yanı sıra sosyal ve çevresel faktörleri de dikkate alan yatırım anlayışını ifade eder. Bu kavramlar, iş dünyasının sadece kâr odaklı olmaktan çıkarak daha geniş bir perspektife sahip olmasını ve toplumsal ve çevresel sorumluluklarını yerine getirmesini hedeflemektedir.

Bu dönüşüm sürecinde, iş çevreleri, sivil toplum kuruluşları, hükümetler ve akademisyenler arasındaki iş birliği ve bilgi paylaşımı büyük önem taşımaktadır. Yeni bir düzen ve daha sürdürülebilir bir gelecek için tüm paydaşların ortak çabaları ve taahhütleri gerekmektedir.

Sürdürülebilirlik, şirketlerin uzun vadeli değer yaratma hedefi doğrultusunda ekonomik, çevresel ve sosyal faktörleri kurumsal yönetim ilkeleriyle birlikte faaliyetlerinde ve karar mekanizmalarında dikkate almaları ve bu faktörlerle ilişkili riskleri etkin bir şekilde yönetmeleri anlamına gelir. Bu bağlamda, sürdürülebilir kalkınma için finansal perspektifin yanı sıra sosyal ve çevresel göstergelerin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir, bu da uzun vadeli yaklaşımların zorunlu hale gelmesini sağlar. Bu bağlamda, karbon ayak izi gibi çevresel göstergeler de sürdürülebilir kalkınmanın önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

Şirket değerlendirme kriterlerine ekonomik performans ile birlikte sosyal ve çevresel performansları da dahil edilmektedir. Şirketlerin ekonomik, çevresel ve sosyal gelişimlerden kaynaklanan fırsatlar ve risklerle başarılı bir şekilde başa çıkma becerileri, yatırımcılar tarafından şirket seçimlerinde önemli bir ölçüt olarak kabul edilmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma kavramı, ilk olarak 1972 yılında İsveç'in Stokholm şehrinde gerçekleşen Birleşmiş Milletler Stokholm Konferansı sırasında ortaya çıkmıştır. Bu konferansta, gelişmiş ülkelerin küresel kalkınmanın çevresel sonuçlarına ilişkin kaygıları ile gelişmekte olan ülkelerin kendi ekonomik kalkınmaları için duydukları ihtiyaçlar arasında bir denge bulma çabası ortaya konulmuştur.

1987 yılında Birleşmiş Milletler tarafından yayınlanan ve Brundtland Raporu olarak da bilinen "Bizim Ortak Geleceğimiz" adlı raporda, sürdürülebilirlik kavramı ilk kez tanımlanmıştır. Bu raporda, sürdürülebilirlik "Gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılamaya devam ederken bugünün gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden kalkınma" olarak ifade edilmiştir.

1992 yılında, Birleşmiş Milletler'in Rio de Janeiro'da düzenlediği "Dünya Zirvesi" adlı etkinlikte, "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC)" kabul edildi. Bu sözleşme, katılımcı ülkelerin insan kaynaklı etkileri azaltmak amacıyla atmosferdeki sera gazlarının belirli bir seviyede stabilizasyonunu hedeflemekteydi. Bugün itibarıyla, bu sözleşmeyi 197 ülke imzalamış durumdadır.

1997 yılında Japonya'nın Kyoto şehrinde imzalanan Kyoto Protokolü, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin bir parçasıdır. Bu protokole taraf olan ülkeler, karbondioksit ve diğer beş sera gazı salınımını azaltma konusunda belirli taahhütlerde bulunmaktadır. Protokol, Rusya'nın 2005 yılında katılımıyla birlikte yürürlüğe girmiştir.

1997 yılında, ABD'deki Çevresel Sorumlu Ekonomiler Koalisyonu ve Tellus Enstitüsü tarafından Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın desteklediği Küresel Raporlama Girişimi (Global Reporting Initiative - GRI), Sürdürülebilirlik Raporlaması Rehberi'ni yayınlamıştır. GRI, organizasyonların daha sürdürülebilir hale gelmelerini ve sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunmalarını teşvik etmek amacıyla sürdürülebilirlik raporlaması konusunda çalışmalar yürütmektedir.

2000 yılında Birleşmiş Milletler Küresel İlkeler Sözleşmesi (UN Global Compact – UNGC), dünya liderlerinin desteğiyle dünyanın farklı bölgelerinden binlerce şirketin, uluslararası çalışma ve sivil toplum örgütlerinin katılımıyla ortak bir küresel kalkınma kültürünün yayılmasını hedeflemektedir. UNGC, ortak bir vizyon, amaç ve değerler doğrultusunda 10 evrensel prensibin uygulanmasını teşvik etmek için çaba sarf etmektedir.

2009 yılında kurulan Sürdürülebilir Borsalar Girişimi (Sustainable Stock Exchanges Initiative - SSE), borsaların yatırımcılar, düzenleyiciler ve şirketlerle işbirliği yaparak çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim konularında kurumsal şeffaflığın ve performansın artırılmasına ve sürdürülebilir yatırımların gelişmesine katkı sağlamayı amaçlayan bir BM destekli girişimdir.

2012 yılında, Borsa İstanbul'un da dahil olduğu beş borsa, piyasalarında sürdürülebilirlik farkındalığını artırmak amacıyla yaptıkları gönüllü taahhüt ile SSE farklı bir boyut kazanmıştır.

2015 yılında Birleşmiş Milletler tarafından kabul edilen, dünya liderleri tarafından desteklenen 17 sürdürülebilir kalkınma hedefi belirlenmiş oldu, bu kalkınma hedefleri Şekil 1.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Birleşmiş Milletler tarafından belirlenen 17 tane sürdürülebilir kalkınma hedefi

2016 yılında kabul edilen Paris Antlaşması, bugüne kadar en pratik uygulanabilirlik gösteren iklim değişikliği planlarından biridir ve 184 ülke tarafından onaylanmış bir belgedir. Antlaşma, ortalama küresel sıcaklık artışını 2°C'de sabitleyerek ve mümkünse 1,5°C'nin altında tutmayı hedeflemektedir.

Yapılan bilimsel araştırmalar, IPCC tarafından ortaya konulan sonuçlara göre, karbon ayak izimizi azaltarak ortalama küresel ısınma miktarını 1,5°C'nin altında tutmanın önemli faydaları bulunmaktadır. Bu şekilde, iklim değişikliğinin insanlık ve gezegen üzerindeki yıkıcı etkilerini azaltabilir, su sıkıntısı ve kuraklık sorunlarının önüne geçebilir, deniz yaşamının önemli bir parçası olan mercan resiflerinin yok olmasını engelleyebilir ve özellikle küçük ada ülkelerini etkileyen deniz seviyesi yükselmesini önleyebiliriz.

2019 yılında Avrupa Komisyonu tarafından kabul edilen 2019 European Green Deal (Yeşil Mutabakat), AB'nin 2050'ye kadar net sera gazı emisyonlarını sıfırlama hedefini benimsemektedir. Bu anlaşma, Avrupa'nın çevresel sürdürülebilirliğe yönelik taahhütlerini vurgulamakta ve yeşil ekonomiye geçişi teşvik etmektedir

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. ISO 14060 Sera Gazı Standardı Tanımı ve Faydaları

ISO 14060 Sera Gazı Standardı, kuruluşların sera gazı emisyonlarını ölçmeleri, nicelemeleri ve raporlamaları için kapsamlı bir çerçevedir. Bu standart, çevresel performanslarını iyileştirmek ve karbon ayak izlerini azaltmak isteyen işletmeler için giderek daha önemli hale gelen, karbon emisyonlarını yönetmek ve azaltmak için yapılandırılmış bir yaklaşım sağlamaktadır.

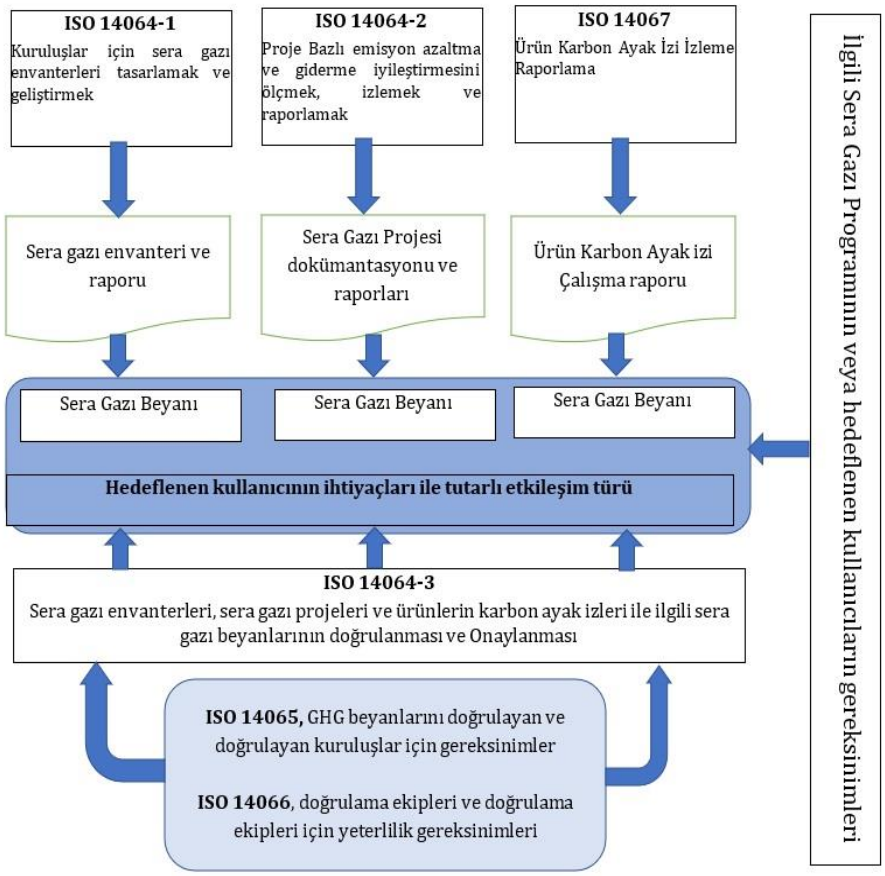
ISO 14060 Sera Gazı Standardı, kuruluşların sera gazı emisyonlarını ölçmeleri, miktarlarını belirlemeleri ve raporlamaları için bir çerçeve sağlayan, dünya çapında tanınan bir standarttır. Bu standardın amacı, kuruluşların karbon ayak izlerini yönetmelerine ve çevresel etkilerini azaltmalarına yardımcı olmaktır. Standardın üç ana bileşeni vardır: envanter, niceleme ve raporlama. Envanter bileşeni, kuruluşların doğrudan ve dolaylı emisyonlar dahil olmak üzere tüm kaynaklardan sera gazı emisyonlarını belirlemesini ve ölçmesini gerektirir. Ölçüm bileşeni, sera gazı emisyonlarının toplam miktarının hesaplanmasını ve kuruluşun karbon ayak izinin belirlenmesini içerir. Son olarak raporlama bileşeni, kuruluşların sera gazı emisyonlarını müşteriler, yatırımcılar ve düzenleyici kurumlar dahil olmak üzere paydaşlara raporlamasını gerektirir. Diğer sera gazı standartları ve girişimleriyle karşılaştırıldığında, ISO 14060 Sera Gazı Standardı, karbon emisyonlarını yönetme konusundaki kapsamlı yaklaşımıyla benzersizdir. Emisyon ticareti veya karbon denkleştirme gibi diğer girişimler sera gazı yönetiminin belirli bir yönüne odaklanabilirken, ISO 14060 standardı, sera gazı yönetiminin tüm yönlerini kapsayan bütüncül bir yaklaşım sağlar.

ISO 14060 Sera Gazı Standardının uygulanması kuruluşlara çeşitli faydalar sağlar. İlk olarak, kuruluşlar karbon ayak izlerini yöneterek çevresel performanslarını iyileştirebilir ve çevre üzerindeki etkilerini azaltabilir. Bu, enerji ve ulaşım sektörleri gibi yüksek düzeyde sera gazı emisyonları ile tanınan sektörlerdeki kuruluşlar için özellikle önemli olabilir. İkinci olarak, ISO 14060 standardının uygulanması, bir kuruluşun paydaşlar nezdindeki güvenilirliğini ve itibarını artırabilir. Kuruluşlar, karbon ayak izlerini azaltma taahhüdünü göstererek, çevre sorunları hakkında giderek daha fazla endişe

duyan müşteriler, yatırımcılar ve diğer paydaşlar arasında güven inşa edebilir. Son olarak, ISO 14060 standardının uygulanması, artan verimlilik ve azaltılmış atık yoluyla maliyet tasarrufuna yol açabilir. Kuruluşlar, sera gazı emisyonlarının azaltılabileceği alanları belirleyerek, karbon ayak izlerini azaltmak için önlemler alabilir ve bu da maliyet tasarrufu sağlayabilir.

ISO 14060 Sera Gazı Standardını uygularken kuruluşların bilmesi gereken çeşitli zorluklar ve hususlar da vardır. Birincisi, standardın uygulanması, özellikle karmaşık operasyonlara sahip büyük kuruluşlar için önemli ölçüde zaman ve finansal kaynak gerektirebilir. İkinci olarak, veri yönetimi ve takibi, özellikle farklı ülkelerde birden çok tesise veya operasyona sahip kuruluşlar için zor olabilir. Verilerin doğru, tutarlı ve güncel olmasını sağlamak zaman alıcı ve kaynak yoğun olabilir.

Şekil 2.1.'de ISO 14060 sera gazı standardı çeşitleri arasındaki ilişki gösterilmektedir.



Şekil 2.1. ISO 14060 sera gazı standartları ailesi arasındaki ilişki

2.2. Tanımlar

Sera gazı; Dünya, atmosfer ve bulutlar ile birlikte kızılötesi ışıma spektrumunda belli dalga boylarında emilen ve yayılan, hem doğal hem de insan kaynaklı olan gaz bileşenlerine sera gazı denir. Sera gazları, karbon dioksit (CO2), metan (CH4), azot oksitleri (NO2), hidroflorokarbonlar (HFC'ler), perflorokarbonlar (PFC'ler) ve sülfür hekzaflorür (SF6) gibi gazlardan oluşur.

Sera gazı kaynağı; Sera gazlarının atmosfere salındığı fiziksel bir birim veya işlem olarak ifade edilir.

Sera gazı yutağı; Atmosferden herhangi bir sera gazını uzaklaştıran fiziksel birim veya süreç olarak tanımlanır.

Sera gazı emisyonu veya uzaklaştırma faktörü; Sera gazlarının salınımı veya uzaklaştırılmasıyla ilgili faaliyet verilerine dayanan bir faktördür.

Sera gazı envanteri; Bir şirkete ait sera gazı kaynakları, sera gazı absorpsiyon bölgeleri, sera gazı emisyonları ve sera gazı uzaklaştırmalarıyla ilgili bilgileri içeren kayıtlardır.

Sera gazı raporu; Hedeflenen kullanıcılara bir kuruluşun veya projenin sera gazıyla ilgili bilgilerini iletmek amacıyla hazırlanan bağımsız bir rapordur.

Küresel ısınmaya etki potansiyeli (KIP) – GWP; Belirli bir zaman diliminde, belirli bir sera gazının karbondioksit eşdeğerindeki kütle bazlı ışınım potansiyelini ifade eden bir faktördür. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), küresel ısınmaya etki potansiyellerini belirlemek için 5. Değerlendirme Raporu'nu temel almaktadır.

Çizelge 2.1.'de bazı sera gazlarının küresel ısınmaya etki potansiyellerine yer verilmiştir.

Çizelge 2.1. Sera gazlarının küresel ısınmaya etki potansiyelleri

Gaz	Kimyasal formülü	Küresel ısınmaya etki potansiyeli (Kaynak [6])
Karbon dioksit	CO_2	1
Metan	CH_4	21
Azot oksit	N_2O	310
Hidroflorokarbonlar (HFC)		
HFC-23	CHF_3	11700
HFC-32	CH_2F_3	650
HFC-41	CH_3F	150
HFC-43-10mee	$C_5H_2F_{10}$	1300
HFC-125	C_2HF_5	2800
HFC-134	$C_2H_2F_4(CHF_2CHF_2)$	1000
HFC-134a	$C_2H_2F_4(CH_2FCF_3)$	1300
HFC-143	$C_2H_3F_3(CHF_2CH_2F)$	300
HFC-143a	$C_2H_3F_3(CF_3CH_3)$	3800
HFC-152a	$C_2H_4F_2(CH_3CHF_2)$	140
HFC-227ea	C_3HF_7	2900
HFC-236fa	$C_3H_2F_6$	6300
HFC-245ca	$C_3H_3F_5$	560

Karbon dioksit eş değeri – CO2 e; Karbondioksit ile karşılaştırıldığında, bir sera gazının ışıma etkisinin ölçüldüğü bir birimdir. Sera gazının karbondioksit eşdeğeri, gazın kütlesi ile küresel ısınmaya etki potansiyelinin çarpımıyla hesaplanır.

Sera gazı faaliyet verileri; Sera gazı emisyonuyla ilişkili faaliyetlerin miktarını nicel olarak ölçen bir birimdir. Sera gazı emisyonu faaliyet verilerine örnek olarak, tüketilen enerji, yakıt veya elektrik miktarı, üretilen malzeme, sağlanan hizmet veya etkilenen arazi alanı gösterilebilir.

Birincil veri (primary data); Doğrudan bir ölçümden veya doğrudan ölçümlere dayalı bir hesaplamadan elde edilen bir işlemin veya bir faaliyetin sayısal değeridir. Birincil veriler, GHG emisyon faktörlerini veya GHG uzaklaştırma faktörlerini ve / veya GHG aktivite verilerini içerebilir.

Kuruluşa özgü veri (site-spesific data); organizasyonel sınırlar içinden elde edilen birincil verilerdir. Kuruluşa özgü verilerin tümü birincil verilerdir, ancak tüm birincil veriler kuruluşa özgü veriler değildir.

İkincil veri (secondary data); Birincil veriler dışındaki kaynaklardan elde edilen verilerdir. Bu tür kaynaklar, veri tabanlarını ve yetkili makamlarca doğrulanmış yayınlanmış literatürü içerebilir. Örnek: Gabi Veri Tabanı.

Temel yıl; Gelecekte sera gazı emisyonlarının, uzaklaştırmalarının ve diğer sera gazı ile ilgili verilerin karşılaştırılması için belirlenen geçmiş bir referans döneme "temel yıl" denir. Temel yıl emisyonları veya uzaklaştırmaları, belirli bir zaman dilimine (bir yıl) veya birkaç zaman diliminin ortalamasına bağlı olarak hesaplanabilir.

Güdümlü faaliyet; Bir kuruluş tarafından doğrudan veya dolaylı sera gazı emisyonlarını azaltmak, önlemek veya sera gazı uzaklaştırmalarını artırmak amacıyla organize edilmemiş özel bir faaliyet veya girişim olarak tanımlanan bir sera gazı projesidir.

Belirsizlik; Belirlenen bir miktarla ilişkilendirilebilen ve değerlerin dağılımını gösteren hesaplamaların sonucuyla ilgili bir parametre olarak adlandırılır.

Onaylama beyanı/doğrulama beyanı; Sorumlu tarafın, sera gazı beyanıyla ilgili açıklamalara güvence veren ve hedef kullanıcılara sunulan resmi yazılı bildirimdir.

Doğrulama; Sera gazı beyanının değerlendirilmesi için kabul edilen doğrulama kriterlerine uygun olarak gerçekleştirilen, sistematik, bağımsız ve belgelenmiş bir süreçtir.

Doğrulayıcı; Doğrulama sürecini gerçekleştiren ve raporlayan, yetkili ve bağımsız kişi veya kişilere doğrulayıcı denir.

2.3. Prensipler

Sera gazı bilgilerinin doğru ve gerçekçi olmasını sağlamak için prensiplerin uygulanması önemlidir. Bu prensipler, bu standardın temelini oluşturur ve standardın uygulanmasında rehberlik sağlar.

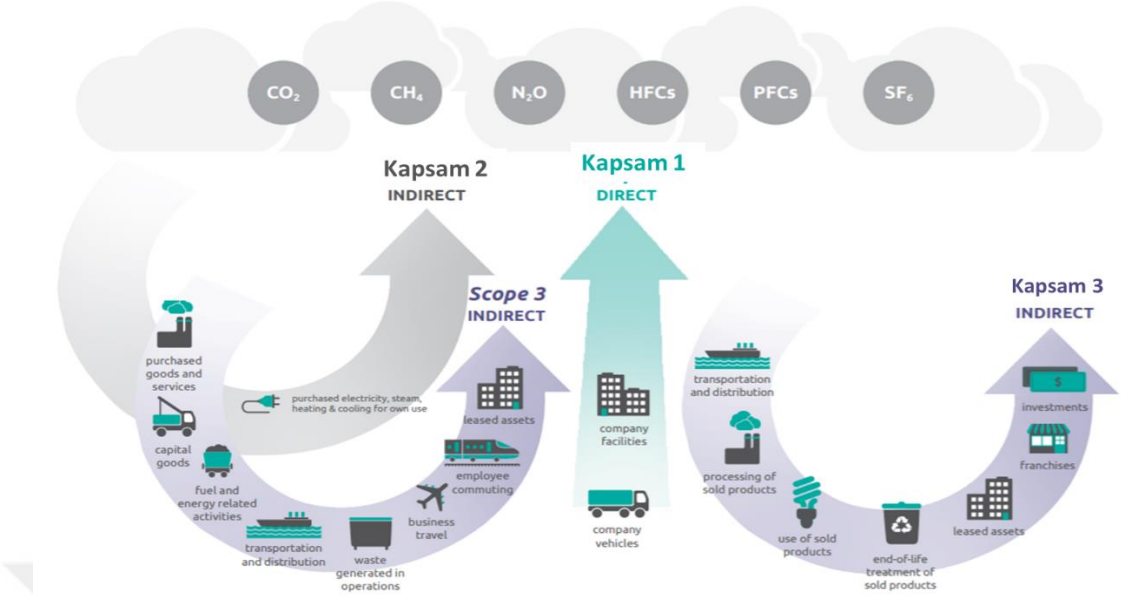
- Bütünlük: İlgili sera gazı emisyonları ve uzaklaştırmalarının tamamını içerir.
- Uygunluk: Hedeflenen kullanıcı gereksinimlerine uygun sera gazı kaynakları, sera gazı yutakları, sera gazı rezervuarları, veriler ve yöntemler seçilir.
- Doğruluk: Sistematik olan belirsizlikler ve hatalar mümkün olduğunca azaltılır.
- Tutarlılık: Sera gazı bilgilerinin anlamlı bir şekilde karşılaştırılmasına olanak sağlar.
- Şeffaflık: Hedef kullanıcının güvenli bir şekilde karar vermesini sağlamak için yeterli ve uygun şekilde sera gazı bilgileri açıklanır.

2.4. Sera Gazı Kategorileri

ISO 14064-1 2006'e göre; GHG Protokolü'ne göre, bir şirketin doğrudan sera gazı emisyonu - kapsam 1, şirketin sahip olduğu veya kontrol ettiği sera gazı kaynaklarından kaynaklanan sera gazı emisyonunu ifade eder.
GHG Protokolü'ne göre, enerji dolaylı sera gazı emisyonu - kapsam 2, bir kuruluşun dışarıdan tedarik ederek kullandığı elektrik, ısı veya buharın üretimi sırasında oluşan sera gazı emisyonunu ifade eder.

GHG Protokolü'ne göre, diğer dolaylı sera gazı emisyonu - kapsam 3, bir kuruluşun faaliyetlerinin sonucunda, diğer kuruluşların sahip olduğu veya kontrol ettiği sera gazı kaynaklarından ortaya çıkan sera gazı emisyonunu ifade eder.

Şekil 2.2.'de ISO 14064-1 2006 ve GHG Protocol'e göre kapsam 1-2-3 emisyon faktörleri gösterilmiştir.



Şekil 2.2. ISO 14064-1 2006 ve GHG Protocol'e göre kapsam1-2-3

ISO 14064-1 2018'e göre; kategori 1 doğrudan sera gazı emisyonu; bir kuruluşun sahip olduğu veya kontrol ettiği sera gazı kaynaklarından salınan sera gazı emisyonudur. Doğrudan sera gazı emisyonları ve uzaklaştırılmaları, kuruluş sınırları içindeki ve kuruluşun sahip olduğu veya kontrol ettiği sera gazı kaynaklarından veya yutaklardan meydana gelir. Bu kaynaklar sabit (ör. Isıtıcılar, elektrik jeneratörleri, endüstriyel işlem) veya mobil (ör. Araçlar) olabilir.

- Isıtıcılar, gaz türbinleri, kazanlar gibi sabit (sabit) ekipmanlarda yanan her türlü yakıtın (fosil veya biyokütle) yanmasının sonucu olan sabit yanmadan doğrudan emisyonlar.
- Motorlu taşıtlar, kamyonlar, gemiler, uçaklar, lokomotif, forkliftler gibi nakliye ekipmanlarında yanan yakıtın sonucu olan mobil yanmadan doğrudan emisyonlar.
- Doğrudan proses emisyonları ve endüstriyel proseslerden kaynaklanan emisyonlar.

Kuruluş sınırlar dahilinde olmayan araçlardaki yolculuklardan kaynaklanan emisyonlar, iş seyahatleri, çalışanların işe gidip gelmeleri, müşteri veya ziyaretçilerin ulaşımından, kiralanan varlıklardan vb. kaynaklanan emisyonlar "dolaylı emisyonlar" olarak rapor edilmelidir.

Şekil 2.3.'de kategori 1 doğrudan sera gazı emisyonları örnekleri gösterilmiştir.

Kapsam1 | Doğrudan Sera Gazı Emisyonları					
Emisyon Kapsamı	Emisyon Kaynağı	Tüketim Miktarı	Birim	Emisyon Faktörü	Karbon Ayakizi CO2 Eşdeğeri
Sabit Yanma (Sayaç 1)	Doğal Gaz	1000000	kWh	0.2021 kgCO2/kWh	202.16 ton
Sabit Yanma (Kojen)	Linyit	1000	kg	1.2069 kgCO2/kg	1.21 ton
Sabit Yanma (YT2)	Doğal Gaz	10000	kWh	0.2021 kgCO2/kWh	2.03 ton
Sabit Yanma (Jeneratör)	Motorin	1000	kg	3.1967 kgCO2/kg	3.2 ton
Sabit Yanma (YT1)	Doğal Gaz	1000	kWh	0.2021 kgCO2/kWh	0.21 ton
Hareketli Yanma(On Road) (Taşıtmatik)	Motorin	1000	kg	3.2354 kgCO2/kg	3.24 ton
Hareketli Yanma(On Road) (Taşıtmatik)	LPG	1000	kg	3.0692 kgCO2/kg	3.07 ton
Hareketli Yanma(On Road) (Taşıtmatik)	Benzin - Katalitik Oksidasyon	1000	kg	3.1949 kgCO2/kg	3.2 ton
Hareketli Yanma(On Road) (Firma içi araçlar)	Motorin	1000	kg	3.2354 kgCO2/kg	3.24 ton
Hareketli Yanma(Off Road) (Traktör)	Motorin	1000	kg	3.5171 kgCO2/kg	3.52 ton
Hareketli Yanma(Off Road) (Forklift)	Motorin	1000	kg	3.5171 kgCO2/kg	3.52 ton
Soğutucu Gazlar (Chiller)	Kyoto protokol - standart, HFC-134a	1.5	kg	1430 kgCO2/kg	2.15 ton
Soğutucu Gazlar (Müdür Odası)	Kyoto protokol - standart, HFC-23	0.01	kg	14800 kgCO2/kg	0.15 ton
Proses Emisyonları	Proses Emisyonu	2	kg	388 kgCO2/kg	0.78 ton
					Toplam: 231.68 ton

Şekil 2.3. Kategori 1 doğrudan sera gazı emisyonları örnekleri

Kategori 2: Satın alınan enerjiden dolaylı sera gazı emisyonları; bir kuruluş tarafından dışarıdan tedarik edilerek tüketilen elektrik, ısı veya buharın üretilmesi sırasında oluşan sera gazı emisyonudur.

Bu kategori yalnızca satın alınan elektrik, ısı, buhar, soğutma ve basınçlı hava gibi nihai enerji üretimi ile ilişkili yakıt yanmasından kaynaklanan sera gazı emisyonlarını içerir. Yakıtla ilişkili tüm kaynak yönlü (upstream) emisyonlarını (beşikten tesis kapısına), hariç tutar. Şekil 2.4.'de kategori 2 enerji dolaylı karbon ayak izi CO2 eşdeğeri örnekleri gösterilmiştir.

Kapsam2 | Enerji Dolaylı Sera Gazı Emisyonları					
Emisyon Kapsamı	Emisyon Kaynağı	Tüketim Miktarı	Birim	Emisyon Faktörü	Karbon Ayakizi CO2 Eşdeğeri
Elektrik (Sayaç 1)	Firma'ya Özel	10000	kWh	0.418 kgCO2/kWh	4.18 ton
Elektrik (Sayaç 2)	Elektrik (Türkiye)	25000	kWh	0.5822 kgCO2/kWh	14.56 ton
					Toplam: 18.74 ton

Şekil 2.4. Kategori 2 enerji dolaylı karbon ayak izi CO2 eşdeğeri örnekleri

Kategori 3: Nakliye dolaylı sera gazı emisyonları; enerji dolaylı sera gazı emisyonundan başka, bir kuruluşun faaliyetlerinin bir sonucu olarak başka kuruluşların sahip olduğu veya kontrol ettiği sera gazı kaynaklarından ortaya çıkan sera gazı emisyonudur.
Bu kaynaklar hareketlidir ve çoğunlukla nakliye ekipmanında yanan yakıt kaynaklıdır.

İlgili ise, kategori ayrıca aşağıdakilerle ilişkili emisyonları da içerir:

- soğutma gazı sızıntıları (örn. soğutulmuş nakliye, klima);
- yakıt üretimi ve yakıt nakliyesi / dağıtımından kaynaklanan emisyonları;
- ulaşım ekipmanının yapımı (araç ve altyapı).

Raporlayan kuruluş filoyu kiraladığında (kiracı olarak):

- Finansal kontrol yaklaşımı seçilirse, filo emisyonları dolaylı emisyon olarak rapor edilir.
- Operasyonel kontrol yaklaşımı seçilirse, filo emisyonları doğrudan emisyon olarak rapor edilir.
- Kuruluş tarafından ödenen navlun hizmetlerinden kaynaklanan tedarik zincirinden oluşan emisyonlar;
- Tedarik zinciri tarafı ve ürünlerin müşteriye nakliyesi esnasındaki emisyonlar
- Personel servisleri, iş seyahatleri, ziyaretçiler

Kategori 4: satın alınan hammadde ve malzemelerden kaynaklanan dolaylı sera gazı emisyonları; bir kuruluş tarafından satın alınan mallardan dolaylı sera gazı emisyonlarıdır.

- Sera gazı emisyonları, kuruluş tarafından kullanılan mallarla ilişkili kurumsal sınırların dışında bulunan kaynaklardan meydana gelir. Bu kaynaklar sabit veya hareketli olabilir ve raporlama yapan kuruluş tarafından satın alınan tüm mal türleriyle ilişkilendirilir.

Emisyonlar çoğunlukla "beşikten tedarikçiye çıktı kapısı" yaklaşımında aşağıdaki aşamadan kaynaklanmaktadır:

- Hammaddelerin doğadan çıkarılması;
- Tedarikçiler arasında hammaddelerin / ürünlerin taşınması;

- Hammaddelerin üretimi ve işlenmesi.
- Kuruluş tarafından satın alınan ulaşım ve hizmetlerden kaynaklanan dolaylı sera gazı emisyonları gibi diğer kategoriler / alt kategorilerle iki kez sayılmamasına dikkat edilmelidir.

Sermaye mallarından kaynaklanan emisyonlar;

- Kuruluş tarafından satın alınan sermaye mallardan kaynaklanan emisyonlardır. Bu, kuruluş tarafından bir ürün üretmek, hizmet sağlamak veya mal satmak, depolamak ve teslim etmek için kullanılan malları içerir. Genellikle, sermaye malları daha uzun bir ömre sahiptir ve ne dönüştürülür ne de başka bir kuruluşa veya tüketiciye satılır.
- Sermaye mallarının örnekleri arasında teçhizat, makineler, binalar, tesisler ve araçlar bulunur. Finansal muhasebe, sermaye ekipmanı, sabit varlıklar veya tesis, mülk ve ekipman olarak kabul edilir.

Satın alınan hizmetlerden kaynaklanan emisyonlar;

- Atık bertarafı ve atık su arıtımı (atık taşıma esnasında oluşan emisyonlar bu kategoride veya ulaşım kategorisinde değerlendirilebilir.
- Temizlik ve tamirat hizmetleri.
- Dışarıya kiralanan varlıklar.

Kategori 5: kuruluşun ürettiği ürünlerin kullanımıyla ilişkili dolaylı sera gazı emisyonları; kuruluşun veya şirketin ürünlerinin müşteri veya son tüketici kullanımıyla ilişkili sera gazı emisyonları olup, kuruluşun üretim sürecinden sonra ortaya çıkan ürünlerin yaşam aşamalarında kuruluş tarafından satılan ürünlerden kaynaklanır.
Çoğu durumda, kuruluş, ürünün yaşam aşamaları boyunca kesin olarak nasıl kullanıldığını bilmez ve bu nedenle, her yaşam aşaması için makul senaryolar tanımlamalıdır. Senaryolar raporda net bir şekilde açıklanmalıdır. Ürünlerin yaşam sonu bertaraf veya geri dönüşüm aşamaları bu kategoride değerlendirilmektedir.

Kategori 6: diğer dolaylı sera gazı emisyonları; Bu kategorinin amacı, başka herhangi bir kategoride rapor edilemeyen herhangi bir kuruma özgü emisyonu (veya ortadan kaldırmayı) yakalamaktır.
Sonuç olarak, bu belirli kategorinin içeriğini tanımlamak kuruluşun sorumluluğundadır.

2.5. Önemli Dolaylı Sera Gazı Emisyonlarını Belirleme Süreci

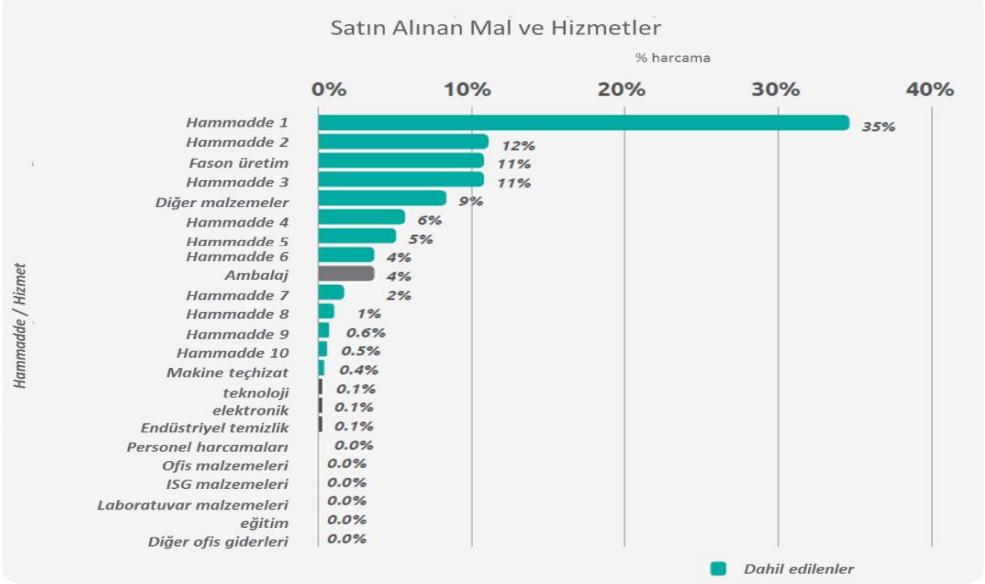
Kuruluş, önemli dolaylı emisyonları hesaplamalı ve raporlamalıdır. Önemli dolaylı emisyonların hariç tutulması gerekçelendirilmelidir.

Önem değerlendirme kriterleri arasında emisyonların büyüklüğü / hacmi, kaynaklar üzerindeki etki seviyesi, veriye erişim ve ilgili verilerin doğruluk seviyesi (organizasyon ve izlemenin karmaşıklığı) yer alabilir.

Bir risk değerlendirmesi veya diğer prosedürler (örn. müşteri gereksinimleri, düzenleyici gereklilikler, ilgili tarafların endişeleri, operasyon ölçeği vb.) kullanılabilir.

2.5.1. Dolaylı emisyonların önemini değerlendirmek için kullanılan kriterler

- Büyüklük: Niceliksel olarak önemli olduğu varsayılan dolaylı emisyonlar
- Etki seviyesi: Kuruluşun emisyonları izleme ve azaltma kabiliyetine sahip olma derecesi (örneğin enerji verimliliği, eko-tasarım, müşteri katılımı, iş tanımları)
- Risk veya fırsat: Kuruluşun riske maruz kalmasına katkıda bulunan dolaylı emisyonlar veya iş fırsatları
- Sektöre özel rehberlik: Sektöre özel kılavuzda sağlandığı üzere, sektörü tarafından önemli kabul edilen sera gazı emisyonları
- Dış kaynak kullanımı: Genellikle temel iş faaliyetleri olan dış kaynaklı faaliyetlerden kaynaklanan dolaylı emisyonlar
- Çalışan bağlılığı: Çalışanları enerji kullanımını azaltmaya motive edebilecek veya iklim değişikliği konusunda ekip ruhunu birleştirebilecek dolaylı emisyonlar (örneğin enerji tasarrufu teşvikleri, araba paylaşımı, dahili karbon fiyatlandırması gibi)



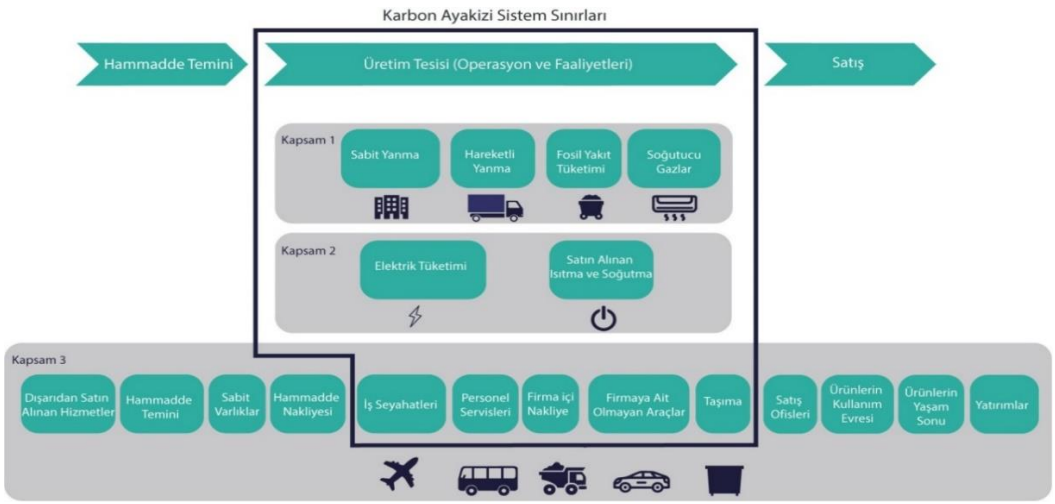
Şekil 2.5. Önemli sera gazı emisyonlarını belirleme çizelgesi

Şekil 2.5.'de önemli sera gazı emisyonlarını belirleme çizelgesine örnek gösterilmiştir.

2.6. Sera Gazı Envanter Sınırları (Sistem Sınırları)

2.6.1. Kuruluş sınırları

Bir kuruluş, bir tesisten veya birden fazla tesisten oluşabilir. Tesis düzeyinde, sera gazı emisyon ve uzaklaştırmaları, birden fazla sera gazı kaynağından kaynaklanabilir. Şekil 2.6.'da karbon ayak izi sistem sınırlarına örnek gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Karbon ayak izi sistem sınırları

Kuruluş, aşağıdaki yaklaşımlardan biri ile tesis seviyesindeki sera gazı emisyonlarını ve uzaklaştırmalarını birleştirmelidir:

Kontrol: Kuruluş, finansal veya operasyonel kontrole sahip olduğu tesislerden tüm sera gazı emisyonlarını ve / veya uzaklaştırmaları hesaba katar.

Eşit paylaşım: kuruluş, sera gazı emisyonlarının ve / veya ilgili tesislerden uzaklaştırılmalarının bir kısmını hesaba katar.

Raporlayan şirket tüm faaliyetlerine tamamen sahipse, kuruluş sınırları hangi yaklaşım kullanılırsa kullanılsın aynı olacaktır.

Ortak operasyonları olan şirketler için kuruluş sınırları ve ortaya çıkan emisyonlar, kullanılan yaklaşıma bağlı olarak farklılık gösterebilir.

Hem tamamen sahip olunan hem de ortak operasyonlarda, yaklaşım seçimi, kuruluş sınırları belirlendiğinde emisyonların kategorize edilme şeklini değiştirebilir.

- Eşit paylaşım yaklaşımı

Eşit paylaşım yaklaşımı kapsamında, bir şirket faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını faaliyetteki özkaynak payına göre hesaplar.

Eşit paylaşım yaklaşımı, bir şirketin bir faaliyetten kaynaklanan riskler ve ödüller için sahip olduğu hakların kapsamı olan ekonomik çıkarı yansıtır.

Tipik olarak, bir operasyondaki ekonomik risklerin ve ödüllerin payı, şirketin o operasyondaki sahiplik yüzdesi ile eşittir.

Bu nedenle sera gazı envanteri hazırlayan personelin, her bir müşterek faaliyet için uygun eşit pay yüzdesinin uygulanmasını sağlamak için şirketin muhasebe veya hukuk personeline danışması gerekebilir.

- Kontrol yaklaşımı

Kontrol yaklaşımı bir şirketin kontrolünde olan ve sahip olduğu operasyonlardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarının tamamını oluşturmaktadır.

Pay sahibi olduğu ancak kontrolü olmayan faaliyetlerden kaynaklanan GHG emisyonlarını hesaba katmaz. Sera gazı emisyonlarını konsolide etmek için kontrol yaklaşımını kullanan şirketler operasyonel (idari) kontrol veya mali (finansal) kontrol kriterleri arasında seçim yapmalıdır.

2.6.2. Faaliyet sınırları – ISO 14064-1:2018'e göre

Bir şirket, sahip olduğu veya kontrol ettiği operasyonlara dayanarak kuruluş sınırlarını belirledikten sonra faaliyet sınırlarını belirler. Bu, faaliyetlerine bağlı emisyonların tanımlanması, doğrudan ve dolaylı emisyonlar olarak sınıflandırılması ve dolaylı emisyonlar için hesaplama ve raporlama kapsamının seçilmesini içerir.

Doğrudan sera gazı emisyonları; şirketin sahip olduğu veya kontrol ettiği kaynaklardan doğrudan sera gazı emisyonları meydana gelir. Örneğin, sahip olunan veya kontrol edilen kazanlar, fırınlar, araçlar vb. yanmaya bağlı olarak oluşan emisyonlar ile sahip olunan veya kontrol edilen proses ekipmanında kimyasal üretimden kaynaklanan emisyonlar bu kapsamdadır. Kuruluş, doğrudan sera gazı emisyonlarını CO2, CH4, N2O, NF3, SF6 ve diğer uygun sera gazı grupları (HFC'ler, PFC'ler vb.) için ayrı ayrı ton CO2 eşdeğeri cinsinden hesaplamalıdır.

- Sabit Yanma: Fosil yakıtların yanması, fırınlar
- Mobil Yanma – Kentsel: Müdür-Personel araçları, firma içi nakliye
- Mobil Yanma – Kırsal: İş makinaları
- Sızıntı Emisyonları: Soğutucu gaz kaçakları, kömür madenlerinden kaynaklanan metan emisyonları
- Proses Emisyonları: Asetilen tüketimi, çimento, alüminyum veya sera gazı çıkan herhangi kimyasal reaksiyonlar
- Biyokütle yanması kaynaklı sera gazı emisyonları ayrı olarak hesaplanmalı ve raporlanmalıdır.

Dolaylı sera gazı emisyonları; kuruluş, sera gazı envanterine hangi dolaylı emisyonların dahil edileceğini belirlemek için bir prosedür belirlemelidir. Bu prosedürün bir parçası olarak kuruluş, sera gazı envanterinin amaçlanan kullanımını dikkate alarak dolaylı emisyonların önemi için kendi önceden belirlenmiş kriterlerini tanımlamalı ve açıklamalıdır.

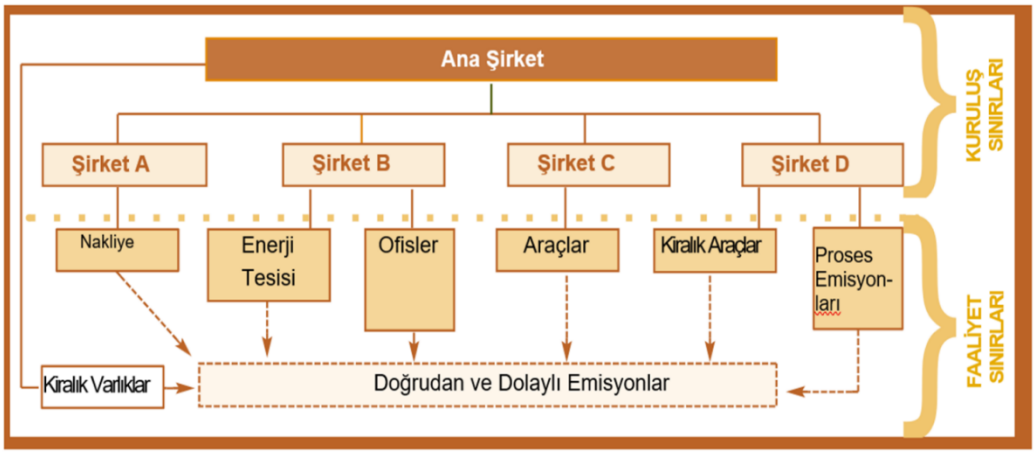
Kullanım amacı ne olursa olsun, büyük miktarlarda dolaylı emisyonları hariç tutmak veya uygunluk yükümlülüklerinden kaçınmak için kriterler kullanılmamalıdır.

Kuruluş, bu kriterleri kullanarak, öncelikli olanları seçmek için dolaylı sera gazı emisyonlarını belirleyecek ve değerlendirecektir. Kuruluş, bu öncelikli emisyonları hesaplamalı ve raporlamalıdır. Önemli dolaylı emisyonların hariç tutulması açıklanmak zorundadır. Önceliklendirme kriterleri arasında emisyonların büyüklüğü / hacmi, kaynaklar / yutaklar üzerindeki etki seviyesi, faaliyet verisine erişim ve ilgili verilerin doğruluk seviyesi (organizasyon ve izlemenin karmaşıklığı) yer alabilir. Bir risk değerlendirmesi veya diğer prosedürler (örnek olarak müşteri gereksinimleri, düzenleyici gereklilikler, ilgili tarafların endişeleri, operasyonun ölçeği, vb.) kullanılabilir.

Dolaylı sera gazı emisyonları kategorileri:

- Enerji dolaylı sera gazı emisyonu
- Nakliye dolaylı sera gazı emisyonu
- Satın alınan hammadde ve malzeme kaynaklanan dolaylı sera gazı emisyonları
- Kuruluşun ürünlerinin müşteri tarafından kullanımıyla ilişkili dolaylı sera gazı emisyonları
- Diğer dolaylı sera gazı emisyonları

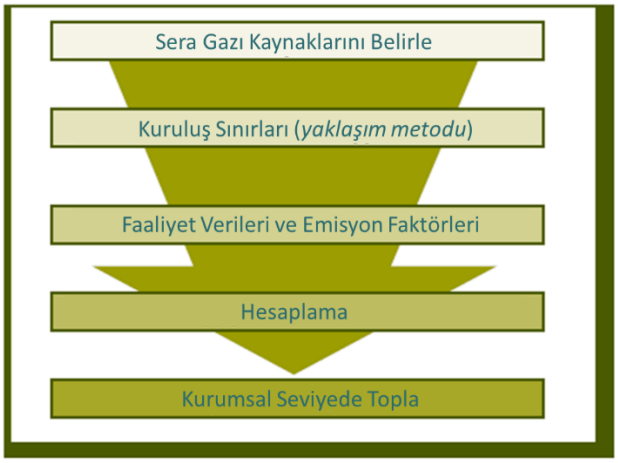
Şekil 2.7.'de bir şirketin kuruluş ve faaliyet sınırları örnek gösterimi verilmiştir.



Şekil 2.7. Bir şirketin kuruluş ve faaliyet sınırları örnek gösterimi

2.7. Sera Gazı Emisyonlarının Miktarlarının Belirlenmesi

Sera gazı emisyonlarının miktarlarının belirlenmesi için adımlar Şekil 2.8.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.8. Sera gazı emisyonlarının belirlenme adımları

2.7.1. Sera gazı kaynaklarının belirlenmesi

Kuruluş, raporlama sınırları dahilindeki tüm ilgili sera gazı kaynaklarını ve yutaklarını tanımlamalı ve raporlamalıdır. Tüm sera gazı kaynakları belirlenmeli ve dahil edilmelidir.

Kaynakların ve yutakların belirlenmesi prosedürü, kuruluş sınırları belirleme yaklaşımı (eşit pay, finansal kontrol veya operasyonel kontrol) ile uyumlu olmak zorundadır.

Kuruluş, sera gazı emisyonlarına ilgili ve katkısı olmayan sera gazı kaynaklarını veya yutaklarını hariç tutabilir. Kuruluş, Sera gazı kaynaklarının veya yutaklarının neden hariç tutulduğunu tanımlamalı ve açıklamalıdır.

2.7.2. Veri toplanması

Faaliyet verileri aşağıdaki örnekler gibi olabilirler;

- Kütle, hacim, enerji veya finansal değer gibi faaliyet verileri
- Kalorifik değerler: net veya brüt, genellikle daha yüksek doğrulukta yanma ve birincil ve sahaya özgü aktivite veri hesaplamaları için girdi olarak kullanılır

- Genellikle tCO2e / aktivite verisi miktarı olarak ifade edilen emisyon faktörü olabilir; örneğin 0,2022 kg CO2 eq / kWh elektrik
- Genellikle daha yüksek doğruluk ve birincil ve sahaya özgü emisyon faktörü hesaplamaları için kullanılan, genellikle karbon içeriği olarak ifade edilen ürün kompozisyonu
- Oksidasyon faktörleri
- Dönüştürme faktörleri

2.7.3. Veri toplama kriteri

Kuruluş, genellikle daha yüksek kalitede olarak nitelendirilen sahaya özgü faaliyet verilerini geliştirmek için birincil faaliyet verilerini kullanmalıdır.
Sahaya özgü veriler mevcut olmadığında, literatürden veya bilinen veri tabanlarından (ikincil veriler) kullanılmalıdır.
Kuruluş, sera gazı emisyonlarının izlenmesi ve raporlanması için veri toplama prosedürü oluşturmalı, raporlamalı, uygulamalı ve sürdürmelidir.
Veri toplama için yazılı prosedürler en azından aşağıdaki unsurları kapsamalıdır:

- Birincil veri kaynaklarının tanımlanması;
- Emisyonları belirlemek için kullanılan formüller ve veriler dahil olmak üzere, her bir spesifik veri toplama aktivitesiyle ilgili işlem adımları;
- Kullanılan ilgili elektronik veri işleme ve depolama sistemlerinin yanı sıra, Manuel girdi dahil, bu tür sistemler ve diğer girdiler arasındaki etkileşim;
- Veri akışı faaliyetlerinin çıktılarının kaydedilme şeklinin açıklaması.

2.7.4. Veri toplama

Kuruluş, seçilen kuruluş sınırları belirleme yaklaşımına (eşit pay, finansal veya operasyonel kontrol) göre sera gazı emisyonlarını hesaplayacaktır.
Sera gazı emisyonlarının hesaplandığı dönem raporlanmalıdır. Genellikle 1 Ocak ile 31 Aralık dönemi dikkate alınır.
Kuruluş, uygun KIP (Küresel Isınma Potansiyel)'leri kullanarak her bir sera gazının miktarını ton CO2e'ye çevirmelidir.
En güncel IPCC'nin KIP'leri kullanılmalıdır. Kullanılamıyor ise sebebi belirtilmelidir.

2.7.5. Temel yıl belirleme

Kuruluş, kıyaslama yapabilmek için veya sera gazı programı gerekliliklerini veya sera gazı envanterinin diğer amaçlanan kullanımlarını karşılamak için geçmiş bir temel yıl belirlemelidir. Temel yıl emisyonları, belirli bir döneme (ör. kuruluşun faaliyetinin bir özelliği olduğu bir yıl veya bir yılın bir parçası) veya birkaç dönemden (ör. Birkaç yıl) ortalaması alınarak hesaplanabilir.

Eğer geçmiş yıl sera gazı emisyonları hakkında yeterli veri mevcut değilse, kuruluş ilk sera gazı envanter dönemini temel yıl olarak kullanabilir.

Temel yılı oluştururken kuruluş:

- Kuruluşun mevcut raporlama sınırını temsil eden verileri, tipik olarak tek yıllık verileri, birbirini izleyen çok yıllık ortalamayı kullanarak temel yıl sera gazı emisyonlarını hesaplamalı;
- Doğrulanabilir sera gazı emisyonlarının verilerinin mevcut olduğu bir temel yıl seçmeli,
- Temel yıl seçimini sebebini açıklamalıdır.

Kuruluş temel yılını değiştirebilir, ancak temel yıldaki herhangi bir değişikliği sera gazı raporunda açıklamalıdır.

Temel yılın yeniden hesaplanması, temel yıl sera gazı envanterinin temsil edilebilirliğini sağlamak için kuruluş, aşağıdakilerden kaynaklanan temel yıl emisyonlarındaki önemli kümülatif değişiklikleri hesaba katmak için bir temel yıl incelemesi ve yeniden hesaplama prosedürü geliştirebilir:

- Raporlama veya kuruluş sınırlarda yapısal bir değişiklik (şirketlerin birleşmesi, devralma veya elden çıkarma)
- Hesaplama metodolojilerinde veya emisyon faktörlerinde bir değişiklik
- Toplu olarak önemli olan bir hatanın veya bir dizi kümülatif hatanın keşfi.
- Kuruluş, tesislerin kapatılması veya açılması dahil olmak üzere, tesis üretim seviyelerindeki değişiklikleri hesaba katmak için temel yıl sera gazı envanterini yeniden hesaplamamalıdır.
- Kuruluş, sonraki sera gazı envanterlerinde temel yıl yeniden hesaplamalarını raporlamalıdır.

2.8. Emisyon Faktörlerinin Belirlenmesi

Emisyon Faktörleri Veri Tabanları:

- 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- DEFRA, UK
- GHG Protocol Tools

Emisyon faktörleri için metotlar belirlenirken tier yaklaşımı kullanılabilir. Tier, bir metodolojik karmaşıklık düzeyini temsil eder. Genellikle üç Tier yaklaşımı kullanılmaktadır. Tier 1, temel yöntemdir; Tier 2 orta düzey ve Tier 3, karmaşıklık ve veri gereksinimleri açısından en kompleks olanıdır.

Tier 2 ve 3 bazen daha yüksek tier yöntemleri olarak adlandırılır ve genellikle daha doğru kabul edilir.

Ancak, Tier 2 ve 3 düzeyinde emisyon faktörü hesaplamak maliyetli ve de zaman gerektirmektedir.

Emisyon faktörleri için metotlar – Tier 1

Sabit yanma emisyon faktörleri örnekleri Çizelge 2.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Sabit yanma emisyon faktörleri - IPCC 2006, Vol.2, Ch.2

TABLE 2.3
DEFAULT EMISSION FACTORS FOR STATIONARY COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRIES AND CONSTRUCTION
(kg of greenhouse gas per TJ on a Net Calorific Basis)

Fuel		CO_2			CH_4			N_2O		
		Default Emission Factor	Lower	Upper	Default Emission Factor	Lower	Upper	Default Emission Factor	Lower	Upper
Crude Oil		73 300	71 100	75 500	r 3	1	10	0.6	0.2	2
Orimulsion		r 77 000	69 300	85 400	r 3	1	10	0.6	0.2	2
Natural Gas Liquids		r 64 200	58 300	70 400	r 3	1	10	0.6	0.2	2
Gasoline	Motor Gasoline	r 69 300	67 500	73 000	r 3	1	10	0.6	0.2	2
	Aviation Gasoline	r 70 000	67 500	73 000	r 3	1	10	0.6	0.2	2
	Jet Gasoline	r 70 000	67 500	73 000	r 3	1	10	0.6	0.2	2
Jet Kerosene		71 500	69 700	74 400	r 3	1	10	0.6	0.2	2
Other Kerosene		71 900	70 800	73 700	r 3	1	10	0.6	0.2	2
Shale Oil		73 300	67 800	79 200	r 3	1	10	0.6	0.2	2
Gas/Diesel Oil		74 100	72 600	74 800	r 3	1	10	0.6	0.2	2
Residual Fuel Oil		77 400	75 500	78 800	r 3	1	10	0.6	0.2	2

Emisyon faktörleri için metotlar – Tier 2

Ülke özelinde emisyon faktörleri

İyi uygulama, mevcut en ayrıştırılmış, teknolojiye özgü ve ülkeye özgü emisyon faktörlerini, özellikle de farklı sabit yanma kaynaklarında doğrudan ölçümlerden türetilenleri kullanmaktır.

Tier 2 yaklaşımını kullanırken, iki olası emisyon faktörü türü mevcuttur:

• Ulusal emisyon faktörleri: Bu emisyon faktörleri, yerel hava kalitesi için NOx, CO ve NMVOC'ler gibi dolaylı sera gazlarının emisyonlarını halihazırda ölçen ulusal programlar tarafından geliştirilebilir,

• Bölgesel emisyon faktörleri olabilir.

Emisyon faktörleri için metotlar – Tier 3

Teknoloji ve firma özelinde emisyon faktörleri

CO2 olmayan sera gazlarının emisyonlarının doğası gereği, Tier 3 için teknolojiye özgü emisyon faktörlerine ihtiyaç vardır.

Örneğin yanma kaynaklı emisyonlardan CO2 yakıtın karbon içeriğine ve yanma verimine bağlı iken, CH4 ve N2O emisyonları her teknolojide farklılık göstermektedir.

Örneğin, doğalgaz sıcaklık, içerik, yoğunluk ve kalorifik değerine; kömür ise nem, karbon içeriği ve de kalorifik değerine göre farklı CO2 emisyonu oluşturabilir.

Örnekleme yöntemleri ile yakıtların tesis bünyesinde spesifik emisyon faktörleri hesaplanabilir. Farklı yoğunluk değerine sahip doğalgaz emisyon değerleri Çizelge 2.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.3. Farklı yoğunluk değerine sahip doğalgaz emisyon değerleri

Ay	Metan (CH4)	Etan (C2H6)	Propan (C3H8)	i-Bütan (C4H10)	n-Bütan (C4H10)	i-Pentan (C5H12)	n-Pentan (C5H12)	Hekzan (C6H14)	N2	CO2	Yoğunluk (kg/Stdm 3)	Doğalgaz (Stdm3)	NKD(Kcal /Stdm3)
Mol Ağırlık	16,0425	30,0690	44,0956	58,1222	58,1222	72,1488	72,1488	86,1754	28,0134	44,0095			
1	94,735026	2,416319	0,778474	0,135535	0,164739	0,033374	0,025358	0,011181	1,445490	0,254503	0,721523	10.000.000,00	8349,8546
2	94,855232	2,368265	0,749300	0,128919	0,154565	0,031174	0,023565	0,010787	1,430913	0,247281	0,720323	10.000.000,00	8308,3863
3	95,240655	2,242968	0,700946	0,114509	0,137768	0,028286	0,021457	0,009400	1,286204	0,217807	0,717207	10.000.000,00	8301,0750
4	95,414503	2,164990	0,689452	0,114668	0,133171	0,027113	0,025939	0,008758	1,221265	0,200142	0,715774	10.000.000,00	8299,1172
5	95,350297	2,163720	0,685077	0,111483	0,127373	0,041897	0,017427	0,006787	1,294480	0,201460	0,715580	10.000.000,00	8287,1551
6	94,763417	2,459203	0,771341	0,135274	0,165161	0,035668	0,027394	0,011965	1,405623	0,224955	0,721319	10.000.000,00	8326,9751
7	94,482502	2,736217	0,826961	0,148543	0,183403	0,054690	0,045317	0,013737	1,275687	0,232943	0,724043	10.000.000,00	8371,7666
8	95,007420	2,416226	0,741665	0,125435	0,145093	0,034490	0,026074	0,010713	1,281377	0,211506	0,719239	10.000.000,00	8325,2903
9	95,209397	2,303977	0,725548	0,124319	0,142890	0,033610	0,026252	0,010068	1,209094	0,214845	0,718081	10.000.000,00	8321,3375
10	94,818852	2,427949	0,746298	0,130029	0,156684	0,035914	0,028079	0,011567	1,390215	0,254413	0,720838	10.000.000,00	8317,8022
11	94,277432	2,750003	0,826706	0,145365	0,180771	0,060387	0,037219	0,015932	1,488032	0,218152	0,725313	10.000.000,00	8359,5879
12	94,977574	2,418443	0,727350	0,123677	0,138246	0,041037	0,025677	0,010637	1,342220	0,195140	0,719207	10.000.000,00	8318,1922

2.8.1. 2006 IPCC GUIDELINES for national greenhouse gas inventories

IPCC Rehberi, çeşitli broşürlerden oluşur. Bu broşürler, ulusal envanterin oluşturulabilmesi için verilerin nasıl aşamalı olarak toplanması gerektiği, bu verilerin nasıl değerlendirileceği ve elde edilen sonuçların nasıl raporlanması gerektiği konusunda bilgiler içerir.

Ayrıca, raporlama için kullanılacak tabloları içeren ve hesaplamaların nasıl yapılması gerektiğini gösteren bir çalışma kitabı bulunur. Ayrıca, ülkelerin kendi altyapılarına erişemediği veriler için kullanılabilecek ortalama değerlerin yer aldığı referans kitapları da bulunur. Sera gazı envanter hesaplamaları için IPCC, aşağıdaki başlıkları kullanmıştır: enerji, endüstriyel işlemler, çözücüler ve diğer ürün kullanımları, tarım, yeryüzü coğrafyası ve orman kullanımı, atıklar, genel rehberlik ve raporlama.

Karbon Ayak izi miktarı (CO2e) = (Tüketim Miktarı) x (Emisyon Faktörü) (2.1)

IPCC 2006'dan alınan emisyon faktörleriyle doğalgaz tüketimi için Çizelge 2.4.'de örnek bir hesaplama yapılmıştır. Ayrıca Çizelge 2.5'te IPCC'den alınan küresel ısınma potansiyellerinden örnekler verilmiştir.

Çizelge 2.4. IPCC 2006, doğalgaz için EF verisi kullanarak örnek hesaplama

Hesaplama Yöntemi	Faaliyet Verisi Yöntemi (Stok Değişimi veya Sürekli Ölçüm)	Faaliyet Verisi (ton)	EF CO2 (ton CO2/TJ)	EF CH4 (ton CH4/TJ)	EF NO2 (ton NO2/TJ)	NKD (TJ/Gg)	YF/DF	Ton CO2	ton CH4	ton N20
Tier 1	Sürekli	700000	56,1	0,001	0,0001	48,41556294	1	1901279,2	33,89089	3,389089

DEFAULT EMISSION FACTORS FOR STATIONARY COMBUSTION IN MANUFACTURING INDUSTRIES AND CONSTRUCTION
(kg of greenhouse gas per TJ on a Net Calorific Basis)

Fuel	CO_2			CH_4			N_2O		
	Default Emission Factor	Lower	Upper	Default Emission Factor	Lower	Upper	Default Emission Factor	Lower	Upper
Natural Gas	56 100	54 300	58 300	r 1	0.3	3	0.1	0.03	0.3

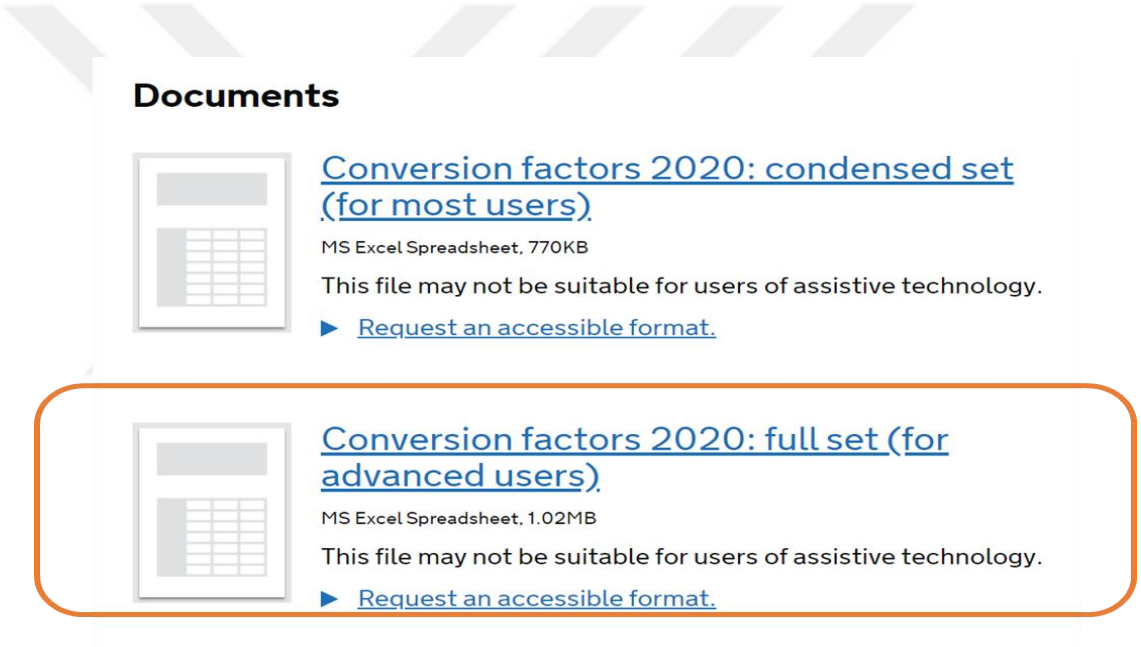
Çizelge 2.5. IPCC küresel ısınma potansiyelleri

Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP values for 100-year time horizon		
		Second Assessment Report (SAR)	Fourth Assessment Report (AR4)	Fifth Assessment Report (AR5)
Carbon dioxide	CO_2	1	1	1
Methane	CH_4	21	25	28
Nitrous oxide	N_2O	310	298	265

2.8.2. Defra, UK

İngiltere Çevre, Gıda ve Köy İşleri Bakanlığı (DEFRA), çevrenin korunması ve sürdürülebilirlik sağlanması amacıyla faaliyet gösteren bir kuruluştur. Özellikle küresel ısınma ve sera gazı emisyonu konularında sürdürülebilirlik çalışmaları yürütmektedir.

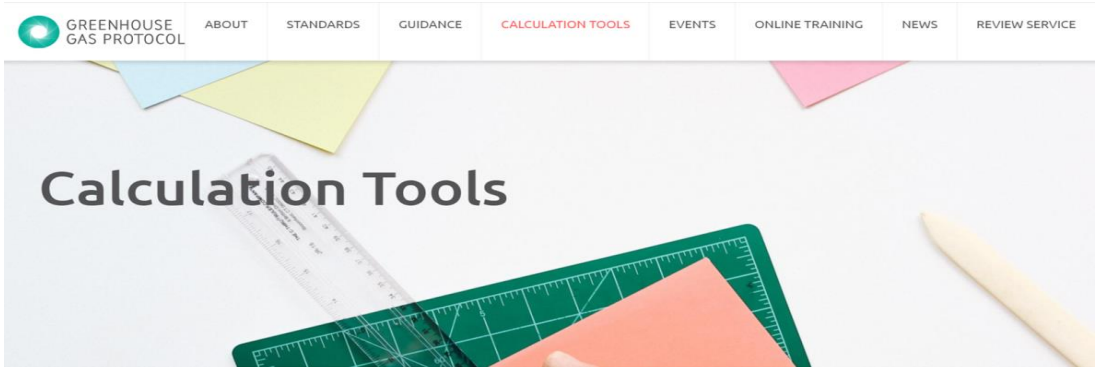
Şekil 2.9.'da Defra, UK'den alınan site görüntüsüne yer verilmiştir. Bu çalışmaları gerçekleştirmek için her yıl düzenli olarak karbon emisyon katsayılarıyla ilgili geniş bir alanda, emisyon gazları, ulaşım araçları, gıda tüketimi ve enerji tüketimi gibi faktörlerin yayınlandığı bir internet sitesi sunmaktadır. Ücretsiz erişilebilen ve emisyon faktörlerini bulabileceğimiz bir kaynaktır. Yıllık güncellemeler düzenli olarak yayınlanmaktadır.



Şekil 2.9. DEFRA, UK site görüntüsü

2.8.3. GHG protocol tools

GHG Emissions Calculation Tool, şirketlerin sera gazı (GHG) emisyonlarını GHG Protokolüne dayalı olarak tahmin etmelerine yardımcı olan, Greenhouse Gas Protocol ve WRI'dan ücretsiz, Excel tabanlı bir araçtır. Şekil 2.10.'da Greenhouse Gas Protocol site görüntüsüne yer verilmiştir.



Şekil 2.10. Greenhouse Gas Protocol site görüntüsü

2.9. Strateji ve Karbon Azalım Prosedürü

CDP (Carbon Disclosure Project), Birleşmiş Milletler Küresel İlkeler Sözleşmesi (UNGC), Dünya Kaynakları Enstitüsü (WRI) ve Dünya Çapında Doğa Fonu (WWF) arasında bir işbirliği olan Bilimsel Tabanlı Hedefler Örgütü (SBTi), düşük karbonlu bir ekonomiye geçişte şirketlerin rekabet avantajını artırmak için şirketlerin bilimsel tabanlı hedefler belirlemesini amaçlar. Bilimsel tabanlı hedefler belirlemek ve bunlara ulaşmak yoluyla şirketler, iş esnekliğini ve rekabet gücünü artırmak, böylece yeniliği teşvik etmek ve iş uygulamalarını dönüştürmek, güvenilirlik ve itibar oluşturmak ve kamu politikasındaki değişiklikleri etkilemek ve bunlara hazırlanmak gibi faydalar elde edebilir. Strateji ve Karbon Azalım Prosedürü dokümanında SBTi'a göre planlar detaylı olarak sunulmaktadır.

ISO 14064-1 Standardında tanımlanan doğrudan sera gazı emisyonları, sahip olunan veya kontrol edilen kaynaklardan gelen doğrudan emisyonlardır. Enerji dolaylı sera gazı emisyonları, satın alınan enerjinin üretiminden kaynaklanan dolaylı emisyonlardır. Bu tür hedeflerin, sıcaklık artışının 1,5°C ile sınırlamaya yönelik daha büyük çabalar teşvik edilerek, 2°C'nin çok altında bir iklim stabilizasyon yolu ile tutarlı olması gerekmektedir. Genel olarak, toplam emisyonların doğrudan ve enerji dolaylı kısmı, bitmiş ürün ve malzeme tedarikçileri için markalara ve perakendecilere göre daha yüksektir.

Giyim ve ayakkabı şirketlerinin doğrudan ve enerji dolaylı sera gazı emisyonu hedeflerini belirlemek için üç yöntemi vardır;

- Mutlak Azalım: Küresel sıcaklık artışını 1,5°C'nin (yıllık minimum yüzde 4,2 doğrusal azalma) oldukça altında tutmak için mutlak emisyonları aynı yüzdeyle azalımı.
- Fiziksel Yoğunluk: Bir şirketin portföyünü temsil eden bir birim (örneğin, bir tişört üreticisi için üretilen tişört başına) ile fiziksel üretim çıktısı başına emisyon yoğunluğunun azaltılmasıdır. Bu, mutlak emisyon azaltma terimlerine çevrildiğinde, mutlak azalım yaklaşımıyla uyumludur.
- Ekonomik Yoğunluk: Bir şirketin portföyünü temsil eden bir birim (örneğin, gelir veya katma değer) ile ekonomik değer başına emisyon yoğunluğunun azaltılmasıdır. Bu birim, mutlak emisyon azaltma terimlerine çevrildiğinde, mutlak azalım yaklaşımıyla uyumludur.

Dolaylı sera gazı emisyonu hedeflerini belirlemek için mevcut dört yöntem vardır ve bunlar bir veya daha fazla dolaylı sera gazı emisyonu kategorisinde kullanılabilir;

- Mutlak Azalım: Kapsam 3 hedefleri için minimum hedef 2°C iken, şirketler 2°C'nin (yıllık minimum yüzde 2,5 doğrusal azalım) veya 1,5°C'lik bir yörüngeye (yıllık minimum yüzde 4,2 doğrusal azalım) yönelik daha fazla çaba göstermeye teşvik edilir.
- Fiziksel Yoğunluk: Bir şirketin portföyünü temsil eden ve mutlak emisyon azaltma terimlerine çevrildiğinde, mutlak azalım yaklaşımıyla uyumlu olan bir birim ile fiziksel üretim çıktısı başına emisyon yoğunluğunun azaltılmasıdır. Alternatif olarak, şirketler, temel yıl düzeyinde mutlak emisyonların üst sınırına ulaşmak için fiziksel yoğunlukta azalma sağlayabilir ve yıllık doğrusal terimlerle minimum yüzde 2 oranında bir fiziksel yoğunluk azalması sağlayabilir.
- Ekonomik Yoğunluk: Katma değer başına emisyon yoğunluğunu yılda en az ortalama yüzde 7 azaltılmasıdır.
- Tedarikçi Etkileşimi: Şirketin hedefinin onay için Bilimsel Tabanlı Hedefler Örgütü'ne sunulduğu tarihten itibaren beş yıl içinde kendi bilimsel tabanlı hedefleriyle belirli bir tedarikçi yüzdesine (harcama veya sera gazı

emisyonlarının yüzdesi olarak) sahip olmanın taahhüt edilmesidir. Şekil 2.11'de giyim sektörünün değer zinciri kategorileri belirtilmiştir.



Şekil 2.11. Giyim sektöründeki değer zinciri kategorileri

Karbon Sıfırlama ise basitçe ifade etmek gerekirse, karbon dengeleme olarak tanımlanabilen, kaçınılmaz olan karbon ayak izimizi dengelemek için tasarlanmış sistemlerdir. Yani temelde bunlar, sizin veya işletmenizin sera gazı emisyonlarını azaltmak için gerçekleştirilen programlara yatırım yaparak kazanabileceğiniz "Karbon Kredileridir". Şekil 2.12'de karbon nötr şirket olabilmek için yapılması gerekenler gösterilmiştir. Alternatif kaynaklar kullanılarak, enerji verimliliği sağlanarak ve yenilenebilir enerji kullanılarak azaltılan fakat sıfırlanamayan emisyonlar, karbon sıfırlama yapılarak karbon nötr şirket haline gelinebilir.



Şekil 2.12. Sıfır karbon hedefi

2.10. Kaynak Araştırması

Ülkemizde tekstil endüstrisi üretim ve ihracat açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenle, Türkiye'deki tekstil sektörü yüksek hacimli üretim ve bununla bağlantılı olarak yüksek enerji tüketimine sebep olmaktadır. Doğalgaz, elektrik ve fosil yakıtların kullanımıyla tekstil endüstrisi sera gazlarını atmosfere salmaktadır. Bu bağlamda, enerjinin verimli kullanımının önemi artmakta ve son yıllarda çevreyi kirletmeyi azaltan teknolojilere olan ilgi artmaktadır. Karbondioksit en yaygın sera gazı olsada, metan gazı da önemli bir sera etkisi yaratmaktadır (Steinfeld ve Wassenaar, 2007). Gelişmekte olan ülkelerde, insan faaliyetlerinin atmosferdeki metan miktarını yaklaşık %70 oranında artırdığı bilinmektedir (IPCC, 2006; Greenpeace, 1998).

Karbon ayak izi kavramı, 1996 yılında ekolojik ayak izi kavramının ortaya çıkmasıyla başlamıştır (Wackernagel ve Rees, 1996). Bir ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca doğrudan ve dolaylı sera gazı emisyonlarının tüm faaliyetler sonucu ortaya çıktığı şeklinde ifade edilebilir (Carbon Trust 2007; IPCC 2006; IPCC 2007). Bu kavram, hammaddelerin üretimi, ürünün imalatı, kullanımı ve atık haline dönüşümüyle ilgili sera gazı salımlarını kapsar. Üretim sürecindeki tüm aşamaların sonucunda birim ürün başına eşdeğer karbondioksit miktarı olarak da tanımlanabilir (Patel, 2006).

Son yıllarda karbon ayak iziyle ilgili birçok çalışma, farklı ülkelerde farklı ürün grupları üzerinde gerçekleştirilmiştir. ABD'de yapılan bir araştırmada (Kirchain vd., 2015), polyesterden yapılmış bir tişört için karbon ayak izi değeri 7,1 kg-CO2e/tişört olarak hesaplanmıştır, bu da yaklaşık olarak 35 kg CO2e/ kg-tişört değerine eşittir. İran'daki tekstil endüstrisinde gerçekleştirilen bir çalışmada (Hasanbeigi vd., 2012), yünlü örgü kumaşlar için enerji ayak izi değeri 73 ile 132 kWh/kg-kumaş arasında hesaplanmıştır.

Çin'de yapılan bir araştırmada (Yan vd., 2016), saf yün ve yün-polyester karışımından üretilen kumaşların karbon ayak izleri sırasıyla 14 kg-CO2e/ kg-kumaş ve 13,5 kg-CO2e/kg-kumaş olarak hesaplanmıştır. Aynı çalışmada, iplik boyama işlemi dikkate alındığında bu değerlerin %70,8 oranında artacağı belirtilmektedir. Bu durumda, yün-polyester karışık kumaşlar için söz konusu değer 23,1 kg-CO2e/kg-kumaş olacaktır. Ayrıca, düz örgü tekniği kullanılarak yapılan kumaş örme işlemi 40,7 kg-CO2e/kg-

kumaş değerine yol açarak %76,2'lik bir artışa neden olacaktır. Yün ve polyester elyaf üretiminden kaynaklanan karbon ayak izleri bu değerlere dahil edilmemiştir.

Son yıllarda, tekstil endüstrisinde yüksek enerji tüketimi nedeniyle, ürünlerin yeniden kullanımı ve geri dönüşümü gibi alternatifler bilim camiasında artan ilgi görmektedir. Mc Dougall vd. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, daha önceki iki farklı çalışmaya (Lowe, 1981; Ogilvie, 1992) atıfta bulunularak, kullanılmamış yünden yapılan bir dokuma ürününün, geri dönüştürülmüş yünden üretilenlere göre iki kat daha fazla karbon ayak izi oluşturacağı sonucuna varılmıştır. Woolridge vd. (2006) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise İngiltere'de yaygın olan giysilerin geri dönüşümüyle elde edilen tekstil ürünleri ile kullanılmamış hammaddeyle üretilen tekstil ürünlerinin enerji tüketimleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca, enerji verimliliğini artırmaya yönelik teknolojik gelişmelere ilişkin araştırmalar da son yıllarda ilgi çekmektedir. Dhayaneswaran ve Ashokkumar (2013) tarafından örnek olarak sunulan bir çalışmada, bir tekstil fabrikasında ekipman teknolojisi ve proses optimizasyonunun enerji tasarrufu üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Günümüzde tekstil sektörü, hazır giyim, otomotiv, ev tekstili, dekorasyon ve ambalaj gibi çeşitli sektörlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle, tekstil ürünlerinin üretimi atmosfere çeşitli emisyonların salınmasına neden olmaktadır. Bu emisyonlar, sera gazı oluşumuna katkıda bulunan gazları içermektedir. Sera gazlarının etkisini ölçmek için en güncel metodoloji, "karbon ayak izi" hesaplamalarıdır. Doğan (2019) tarafından yapılan çalışma kapsamında, kumaş boyama, iplik boyama, baskı ve konfeksiyon proseslerinin bulunduğu bir tekstil ürünleri üretim alanında, her bir birim için karbon ayak izi hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, her bir kilogram ürün için kumaş boyama faaliyetinden atmosfere salınan karbon ayak izi miktarı 4,61 kg CO2e/kg ürün ve iplik boyama faaliyetinden 2,22 kg CO2e/kg ürün olarak belirlenmiştir. Baskı bölümü ve konfeksiyon bölümündeki faaliyetler için ise sırasıyla atmosfere salınan karbon ayak izi miktarı 3,31 kg CO2e/kg ürün ve 7,25 kg CO2e/kg ürün olarak tespit edilmiştir

Tekstil endüstrisi, su ve enerji tüketimi yüksek olan bir sektördür. Bu nedenle, endüstri atık su ve hava emisyonları gibi çevresel etkilere neden olmaktadır. Bu etkilerin önlenmesi veya kontrol altına alınması için su ve karbon ayak izlerinin bilinmesi gerekmektedir. Su ve karbon ayak izi değerlendirmeleri, performans değerlendirmeleri, kaynak kullanımı ve çevresel emisyonların azaltılması için stratejiler geliştirilmesinde önemli bir araçtır. Dal (2020) tarafından yapılan çalışmada, entegre bir tekstil tesisinde dokuma-örme, kumaş boyama ve terbiye gibi üretim proseslerine göre su ve karbon ayak izi değerleri hesaplanmıştır. Su ayak izi hesaplamalarında zincir toplamı yaklaşımı kullanılmıştır. Karbon ayak izi hesaplamalarında ise Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporuna dayanarak Tier 1 (birincil kaynaklar için) ve Tier 2 (ikincil kaynaklar için) yöntemleri kullanılmıştır. Buna göre, tesisin 2015-2017 yılları arası ortalama su ayak izi değeri 118 m3/ton ürün ve ortalama karbon ayak izi değeri 7,011 kg CO2e/kg ürün olarak belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında ise tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir firmada kurumsal karbon ayak izi hesabı yapılmıştır. ISO 14064-1: 2018'e göre kategori 1 doğrudan sera gazı emisyonları, kategori 2 enerji dolaylı sera gazı emisyonları, kategori 3 nakliye dolaylı sera gazı emisyonları, kategori 4 hammadde dolaylı sera gazı emisyonları ve kategori 6 diğer dolaylı sera gazı emisyonları hesaplanmıştır. Kategori 1 ve kategori 2 için veriler "kg", "L" veya "kWh" olarak işleme alınmaktadır. Bu sebeple farklı birimlerde toplanan tüketim miktarları DEFRA'nın yoğunluk katsayıları kullanılarak hesaplanmaktadır. Kategori 3, 4, 5 ve 6 verileri "kWh", "L", "ton.km", ""km", "ton", "m3" olarak işleme alınıp ilgili emisyon faktörleri için birim dönüşümler yapılmaktadır. Elektrik için tier 2, doğalgaz için tier 3, diğer tüm hesaplar için tier 1 metodu kullanılmıştır. Farklı tier metodları kullanılarak en doğru sonuçların bulunması hedeflenmiştir. Hesaplamalar sonucunda temel yıl seçilen 2019 yılı için toplam emisyon miktarı 44.719,73-ton CO2e olarak bulunmuştur. Hesaplanan kategori bazlı emisyon miktarlarının azaltımı için öneriler yapılmıştır.

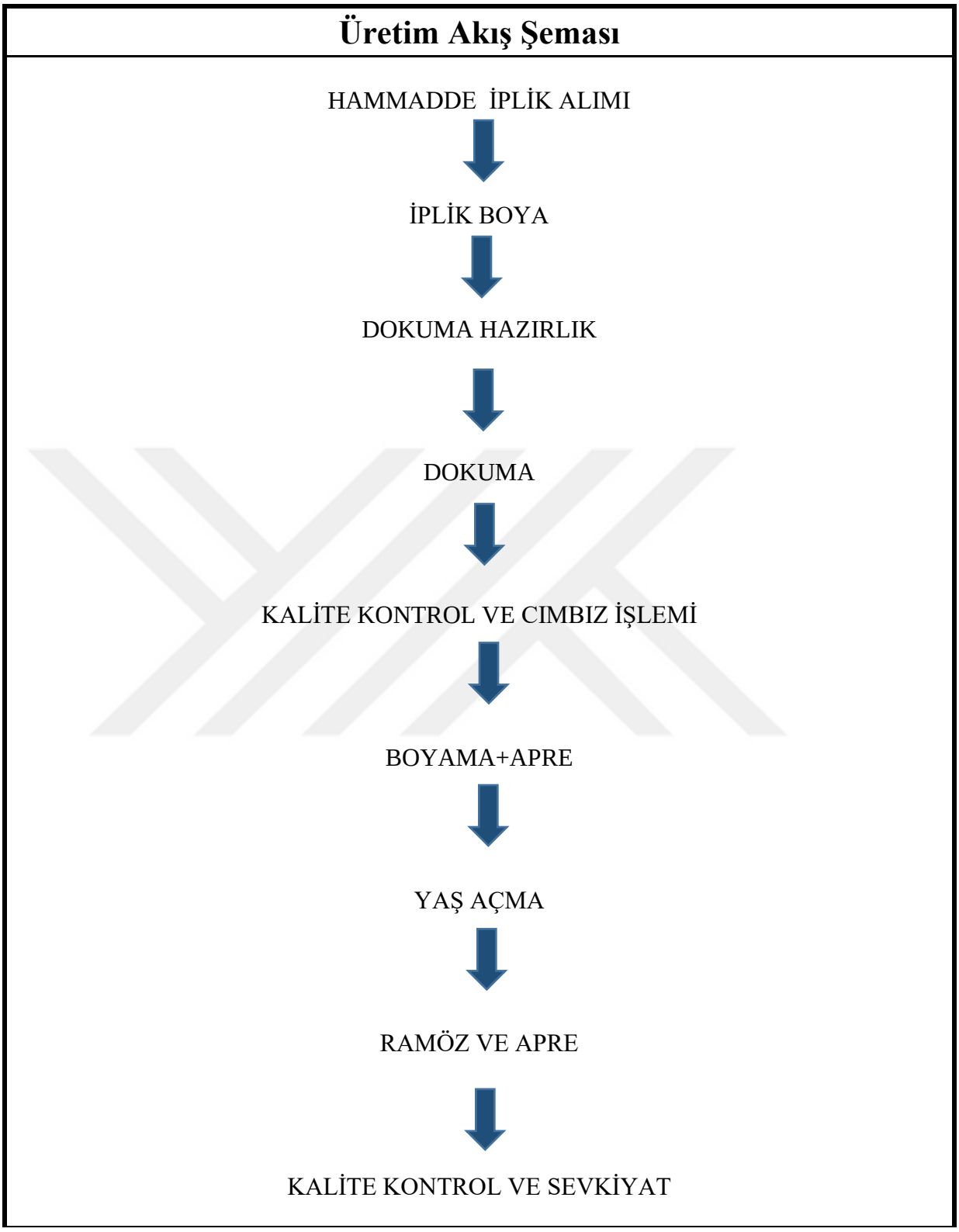
3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu tez çalışması için seçilen sanayi tesisi Bursa'da olup, dış giyim üzerine butik dokuma kumaş üretimi yapmaktadır. Kumaş üretimi için gerekli olan ham maddelerden biri olan iplik ham (ekru) veya boyalı olarak yurtiçi veya yurtdışındaki firmalardan satın alınmaktadır.

Ham (ekru) iplikler talep edilen renklere göre boyama için aktarma vb. ön hazırlıklar yapıldıktan sonra, bobin boyama makineleri ile boyama işlemi gerçekleştirilir. Boyanan iplikler, dokuma hazırlık bölümüne alınıp çözülür. Çözgüde hazırlanan iplikler dokuma tezgahlarına alınır ve kumaş kalitesine uygun tezgahlarda dokuma işlemi tamamladır. Dokuma işleminden sonra ham kalite kontrol ve sonrasında apreleme işlemi yapılır. Apreleme işleminde istenilen kumaş tuşesi sağlanır. Final kalite kontrolü tamamlanan kumaşlar müşteri isteğine göre rulolara veya tamburlara sarılıp paketlenir ve sevk edilmesi için lojistik bölümüne teslim edilir.

İkinci bir işlem olan top boyamada, iplikler bobin boya yapılmadan ham (ekru) olarak çözülür ve dokuma bölümüne iletilir. Dokunduktan sonra kumaşlara top boyama yapılarak boyama işlemi gerçekleştirilir. Yarı mamul haline gelen kumaşlara kalite kontrol işlemi uygulanır. Kalite kontrol işleminden çıkan yarı mamul kumaşlara apreleme işlemi uygulanır ve tekrar kalite kontrol bölümüne gönderilir. Final kalite kontrolü tamamlanan kumaşlar müşteri isteğine göre rulolara veya tamburlara sarılıp paketlenir ve sevk edilmesi için lojistik bölümüne teslim edilir.

Firmanın kumaş üretimiyle ilgili proses akış şeması Şekil 3.1.'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Firmanın proses akış şeması

Çalışma için temel yıl olarak 2019 yılı 1 Ocak- 31 Aralık periyodu baz alınmıştır.

BS EN ISO 14064-1: 2018: Sera gazları - Bölüm 1: Sera gazı emisyonlarının ve uzaklaştırmalarının kuruluş seviyesinde hesaplanmasına ve rapor edilmesine dair kılavuz ve özellikler dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

Kategori 1 doğrudan sera gazı emisyonları, kategori 2 enerji dolaylı sera gazı emisyonları, kategori 3 nakliye dolaylı sera gazı emisyonları, kategori 4 hammadde dolaylı sera gazı emisyonları ve kategori 6 diğer dolaylı sera gazı emisyonları hesaplanmıştır.

Kategori 1 ve Kategori 2 için veriler “kg”, “L” veya “kWh” olarak işleme alınmaktadır. Bu sebeple farklı birimlerde toplanan tüketim miktarları DEFRA’nın yoğunluk katsayıları kullanılarak hesaplanmaktadır.

Kategori 3, 4, 5 ve 6 verileri “kWh”, “L”, “ton.km”, “”km”, “ton”, “m3” olarak işleme alınıp ilgili emisyon faktörleri için birim dönüşümler yapılmaktadır.

Elektrik için Tier 2, doğalgaz ve kömür için Tier 3, diğer tüm hesaplar için Tier 1 metodu kullanılmıştır.

Hesap Formülü:
Sera Gazı Emisyon Miktarı (CO_2e) = (Tüketim Miktarı) x (Emisyon Faktörü) (3.1)

Firmanın sera gazı envanter listesi Çizelge 3.1’de belirtilmiştir. Çizelge 3.1’deki sera gazı envanter listesinde emisyon kapsamı, emisyon türü, emisyon kaynağı, faaliyet verisi referansı ve EF referansı kaynağı belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Sera gazı envanter listesi

Emisyon Kapsamı	Emisyon Türü	Emisyon Kaynağı	Faaliyet Verisi Referansı	EF Referansı Kaynağı	
Doğrudan Sera Gazı Emisyonları	Sabit Yanma	Doğalgaz	Faturalar	IPCC,2006	CO2, CH4, N2O
	Sabit Yanma-Jeneratör	Motorin	Teorik Hesap	IPCC,2006	CO2, CH4, N2O
	Sabit Yanma-Yangın Pompası	Motorin	Teorik Hesap	IPCC,2007	CO2, CH4, N2O
	Hareketli Yanma – On Road	Benzin	On-Road Araçlar - Taşıtmatik Takip	IPCC, 2006	CO2, CH4, N2O
	Hareketli Yanma – On Road	Motorin	On-Road Araçlar - Taşıtmatik Takip	IPCC, 2006	CO2, CH4, N2O
	Hareketli Yanma – Off Road	Motorin	Off Road Araçlar- Faturalar	IPCC, 2006	CO2, CH4, N2O
	Sızıntı Emisyonları	Soğutucu Gaz Kaçakları	Soğutucu Gazlar Takip	Defra 2021	CO2 eq
	Sızıntı Emisyonları	YSC	Yangın Söndürme Cihazları Envanter	IPCC 5th AR ve DEFRA 2020	CO2 eq
Satın Alınan Enerji Dolaylı Sera Gazı Emisyonları	Satın Alınan Elektrik		Faturalar	https://unfccc.int/documents/223579	CO2 eq

Çizelge 3.1. Sera gazı envanter listesi (devam)

Nakliye ve Ulaşım Dolaylı Sera Gazı Emisyonları	WTT-Tüm Yakıtlar	Faturalar	Defra 2021	CO2 eq
	Ham Maddelerin Nakliyesi Kaynaklı Emisyonlar	Hammadde Taşıma	Defra 2021	CO2 eq
	Ürünlerin Nakliyesi Kaynaklı Emisyonlar	Ürün Nakliyesi	Defra 2021	CO2 eq
	İş Seyahatleri	İş Seyahatleri	Defra 2021	CO2 eq
	Sermaye Malları Nakliyesi Dolaylı Emisyonlar	Satın Alınan Mal ve Hizmetler	Defra 2021	CO2 eq
	Çalışan İşe Gidiş-Geliş Dolaylı Emisyonlar	Personel Servisi	International Council on Clean Trans.	CO2 eq
Ham Madde ve Malzeme Kullanımı Dolaylı Sera Gazı Emisyonları	Ham Madde Emisyonları	Satın Alınan Mal ve Hizmetler	SimaPro Ecoinvent 3.7.1 ve Satın Alınan Mal ve Hizmetler	CO2 eq
	Suyun Temini Dolaylı Emisyonlar	Faturalar	Defra 2021	CO2 eq
	Sermaye Malları Dolaylı Emisyonlar	Satın Alınan Mal ve Hizmetler	SimaPro Ecoinvent 3.7.1	CO2 eq
	Depo Hizmeti	Faturalar	IEA Turkey 2018	CO2 eq
	Atıklar Dolaylı Emisyonlar	Atıklar	Defra, 2021 ve IPCC, 2006	CO2 eq
	Atıkların Nakliyesi Dolaylı Emisyonlar	Atıklar	Defra 2021	CO2 eq
	Suyun Arıtılması Dolaylı Emisyonlar	Faturalar	Defra 2021	CO2 eq
Diğer Dolaylı Sera Gazı Emisyonları	Elektrik İletim&Dağıtımı Dolaylı Emisyonlar	Faturalar	Defra 2021	CO2 eq

4. BULGULAR

Bu bölünde tez çalışması ile elde edilen bulguların özet hali sera gazı envanter raporu olarak Şekil 4.1.'de gösterilmiştir. Temel yıl olarak seçilen 2019 yılı için yapılan çalışmanı amacı, kapsamı, organizasyon sınırları, kategori bazlı emisyon miktarları ve toplam emisyon miktarı belirtilmiştir.

Toplam emisyon değeri 44.719,73-ton CO2 olarak bulunmuş olup, toplam çalışan sayısı olan 329 oranladığımızda çalışan sayısına göre karbon ayak izi yoğunluğu 135,93-ton CO2 olarak bulunmuştur.

Kategori bazlı detaylı emisyon analizleri ise bölüm devamında ayrı ayrı incelenmiş, analiz ve yorumlamaları yapılmıştır.

Amaç:	Organizasyon bünyesinde açığa çıkan sera gazı emisyonlarının toplam karbondioksit eşdeğeri şeklinde hesaplanması.		
Kapsam:	-Doğrudan Sera Gazı Emisyonları -Satın Alınan Enerji Dolaylı Sera Gazı Emisyonları -Nakliye ve Ulaşım Dolaylı Sera Gazı Emisyonları -Ham Madde ve Malzeme Kullanımı Dolaylı Sera Gazı Emisyonları -Ürünlerin Yaşam Sonu Dolaylı Sera Gazı Emisyonları -Diğer Dolaylı Sera Gazı Emisyonları	Organizasyon Sınırları:	Operasyonel Kontrol Yaklaşımı
		Raporlama Sınırları:	Organizasyon sınırları içerisinde rapor edilen doğrudan sera gazı emisyonları ve organizasyonun faaliyetlerinin sonucu olarak önemli dolaylı sera gazı emisyonları.

Sistem Sınırı:	Kontrol Yaklaşımı	Temel Yıl:	2019
Endüstri:	Tekstil	Rapor Yılı:	2019
Rapor yılına ait ciro (TL):	-	Rapor Periyodu:	1 Ocak – 31 Aralık 2019
Veri Girişi:	Yıllık	Rapor Sıklığı:	1
Çalışan Sayısı:	Bursa Fabrika-1 : 316 Bursa Fabrika-2 : 4 İstanbul Ofis : 9		
İş günü sayısı:	-	Alan (m^2):	Bursa Fabrika-1 : 21.461 m^2 Bursa Fabrika-2 : 29.912 m^2 İstanbul Ofis : 800 m^2
Küresel Isınma Potansiyelleri	IPCC 5th AR: CO: 1 ; CH4: 28 ; N2O: 265		

Karbon Ayakizi Sonuç Bilgisi	
Kategori 1: Doğrudan sera gazı emisyonları	3474,41-ton CO_2e
Kategori 2: Enerji dolaylı sera gazı emisyonları	3876,15 -ton CO_2e
Kategori 3: Nakliye dolaylı sera gazı emisyonları	1575,21-ton CO_2e
Kategori 4: Hammadde dolaylı sera gazı emisyonları	34657,26-ton CO_2e
Kategori 6: Diğer dolaylı sera gazı emisyonları	1136,70-ton CO_2e
Toplam Emisyon:	44719,73-ton CO_2e
Karbon Ayakizi Yoğunluğu – çalışan sayısı:	135,93-ton CO_2e

Şekil 4.1. Sera gazı envanter raporu

4.1. Sabit Yanma Kaynaklı Doğrudan Emisyonlar

4.1.1. Doğalgaz

Doğalgaz, belirtilen lokasyonlar için tedarikçi firmadan tedarik edilmektedir. Firmanın kullandığı toplam doğalgaz miktarı tedarikçi tarafından firmaya aylık olarak fatura edilmektedir. Veriler firmanın enerji yönetim biriminden alınıp, faaliyet verileri (m3) doğalgaz yoğunluk değerleriyle çarpılarak ton biriminde hesaplamaya dahil edildi.

Bursa fabrika-1 ve Bursa fabrika-2 lokasyonundaki yoğunluk değeri OSB'den alınmıştır. Fakat İstanbul ofisi için yoğunluk değerine ulaşılamamıştır. Bu sebeple doğalgaz yoğunluk değeri "Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik'ten alınarak hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.1. Sabit yanma-doğalgaz kaynaklı emisyonlar

Lokasyon	Faaliyet Verisi (ton)	NKD (TJ/Gg)	Faaliyet Verisi (TJ)	EF CO2 (ton CO2/TJ)	EF CH4 (ton CH4/TJ)	EF N2O (ton NO2/TJ)	YF/DF	ton CO2	ton CH4	ton N20	ton CO2e
Bursa Fabrika-1	1.211,88	48,00	58,17	56,10	0,0010	0,0001	1,00	3.263,35	0,06	0,01	3.266,52
Bursa Fabrika-2	12,27	48,00	0,59	56,10	0,0010	0,0001	1,00	33,05	0,00	0,00	33,09
İstanbul Ofis	2,08	48,00	0,10	56,10	0,0010	0,0001	1,00	5,59	0,00	0,00	5,60
Toplam								**3.301,99**	**0,06**	**0,01**	**3.305,20**

Çizelge 4.1'de sabit yanma doğalgaz kaynaklı emisyonların CO2e değeri hesaplanmıştır. Doğalgaz faaliyet verisi ton olarak verilen değerler önce TJ'a çevrilip daha sonra IPCC,2006'dan alınan CO2, CH4, N2O emisyon faktörleri ile çarpılıp toplamları alınarak toplam emisyon değerleri hesaplanmıştır.
Bursa fabrika-1 lokasyonu CO2 kaynaklı emisyon değerleri için aşağıdaki gibi detaylı hesaplama yapılmış olup, diğer hesaplamalar özet halde tablolarda gösterilmiştir;

Faaliyet verisi (ton), Net kalorifik değer (NKD) (TJ/Gg) ile çarpılıp, 1000'e bölünerek faaliyet verisi TJ olarak bulunur.

[Faaliyet verisi (ton) x NKD (TJ/Gg) / 1000] = Faaliyet Verisi (TJ) (4.1)
[(1211,88 x 48,00) / 1000] = 58,17 TJ olarak hesaplanmıştır.

Daha sonra TJ birimine çevrilen faaliyet verisi, IPCC,2006'dan alınan emisyon faktörü ve YF/DF oranı ile çarpılarak ton CO2 değeri hesaplanmaktadır. YF/DF oranı, yanma oranını göstermekte olup, hesaplarda tam yanma kabulü yapıldığından tüm hesaplamalar için 1 olarak kabul edilmiştir.

[Faaliyet verisi (TJ) x EF CO2(ton CO2/TJ) x (YF/DF)] = ton CO2 (4.2)

58,17 x 56,10 x 1,00 = 3.263,35 ton CO2 olarak hesaplanmıştır.

CH4 ve N2O için benzer emisyon hesapları yapılıp, CO2 karşılığı toplam toplam emisyon değerleri her lokasyon için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Çizelge 4.1'de görüldüğü üzere Bursa fabrika-1 lokasyonu için doğalgaz kaynaklı emisyon toplamı 3.266,52 ton CO2e, Bursa fabrika-2 lokasyonu için doğalgaz kaynaklı emisyon toplamı 33,09 ton CO2e, İstanbul ofis lokasyonu içinse doğalgaz kaynaklı emisyon toplamı 5,60 ton CO2e olarak bulunmuştur. Doğalgaz kaynaklı toplam emisyon değeri 3.305,20 ton CO2 e olarak hesaplanıştır.

4.1.2. Sabit yanma motorin

Lokasyonlarda sabit noktalardaki motorin kaynaklı tüketimleri kapsar. Sadece Bursa fabrika-1 lokasyonundaki jeneratör ve yangın pompası kaynaklı emisyon bu kapsama girmektedir. Rapor yılı envanter çalışmasında yangın pompası ve jeneratör motorin tüketimleri teorik olarak hesaplanmıştır. Veriler firmanın Makine-Enerji biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.2. Sabit yanma-motorin kaynaklı emisyonlar

Kaynak	Kaynak Akışı	Faaliyet Verisi (L)	Faaliyet Verisi (ton)	NKD (TJ/Gg)	EF CO2 (ton CO2/TJ)	EF CH4 (ton CH4/TJ)	EF NO2 (ton N2O/TJ)	YF/DF	tCO2	ton CH4	ton N20	ton CO2e
Motorin	Jeneratör	538,80	0,46	43	74,10	0,00300	0,00060	1,00	1,45	0,00	0,00	1,46
	Yangın Pompası	758,00	0,64	43	74,10	0,00300	0,00060	1,00	2,04	0,00	0,00	2,05
	Toplam											**3,51**

Çizelge 4.2'de sabit yanma motorin kaynaklı emisyonların CO2e değeri hesaplanmıştır. Bursa fabrika-1 lokasyonunda için jenetatör için kullanılan motorin kaynaklı emisyon

toplamı 1,46 ton CO2e, yangın pompası için kullanılan motorin kaynaklı emisyon toplamı 2,05 ton CO2e olmak üzere motorin kaynaklı emisyon toplamı 3,51 ton CO2e olarak bulunmuştur.

4.2. Hareketli Yanma Kaynaklı Doğrudan Emisyonlar

4.2.1. Hareketli yanma motorin

Müdür-personel araçlarının motorin tüketimleri akaryakıt istasyonu faturalarından elde edilir. Rapor yılı envanter çalışmasında yer alan fatura dökümleri firmanın muhasebe biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.3. Hareketli yanma-motorin, benzin kaynaklı emisyonlar

On - Road												
Kaynak Akışı	Faaliyet Verisi (L)	Yoğunluk (kg/lt)	Faaliyet Verisi (ton)	NKD (TJ/Gg)	EF CO2 (ton CO2/TJ)	EF CH4 (ton CH4/TJ)	EF NO2 (ton NO2/TJ)	YF/DF	tCO2	ton CH4	ton N20	ton CO2e
Motorin	9.792,00	0,84617	8,2857	43	74,1	0,0039	0,0039	1	26,401	0,001	0,001	26,81
Benzin	4682	0,744165	3,484	44,3	69,3	0,033	0,0032	1	10,696	0,005	0,000	10,97
Toplam												37,778
Off-Road												
Kaynak Akışı	Faaliyet Verisi (lt)	Yoğunluk (kg/lt)	Faaliyet Verisi (ton)	NKD(TJ/Gg)	EF CO2 (ton CO2/TJ)	EF CH4 (ton CH4/TJ)	EF NO2 (ton NO2/TJ)	YF/DF	tCO2	ton CH4	ton N20	ton CO2e
Motorin	203,20	0,84617	0,171942	43	74,1	0,00415	0,0286	1	0,548	0,00003	0,000211	0,605
Toplam												0,605

Çizelge 4.3'de hareketli yanma motorin kaynaklı emisyonların CO2e değeri hesaplanmıştır. Tüm lokasyonlar için hareketli yanma on road motorin kaynaklı emisyon miktarı 26,81 ton CO2e olarak bulunmuş olup, hareketli yanma on road benzin kaynaklı emisyon miktarı 10,97 ton CO2e olarak bulunmuştur.

Böylece hareketli yanma on road kaynaklı toplam emisyon miktarı 37,78 ton CO2e olarak hesaplanmıştır.

Hareketli yanma off road motorin kaynaklı emisyon miktarı ise 0,605 ton CO2e olarak hesaplanmıştır.

4.3. Antropojenik Faaliyetlerden Kaynaklı Sızıntı Emisyonları

4.3.1. Refrigerant ve yangın söndürme gaz kaçakları

Gaz kaçakları ve sızıntıdan kaynaklı bakım veya dolum yapılmış ise bu değerler kullanılır. Klimalar, hava kurutucular, buzdolapları, su sebilleri ve yangın söndürme sistemi için ayrı ayrı veri listesi tutulur. Faaliyet verisine, kaçak ve dolum miktarları ile ulaşılır.

Çizelge 4.4. Soğutucu gazlar-sızıntı kaynaklı emisyonlar

Cihaz Tipi (Bursa-Fabrika)	Soğutucu Gaz Kapasitesi, kg	Sera Gazı	Dolum Miktarı, kg	Sızıntı Miktarı	Faaliyet Verisi (kg)	EF GWP, kg CO2 eq	ton CO2 eq	EF Referansı
Klima	111,38	R 410A	-	1,00%	1,11380	2088	2,3256	Defra, 2021
Klima	4,00	R 22	-	1,00%	0,04000	1760	0,0704	IPCC AR5
Buzdolabı	0,03	R600A	-	0,10%	0,00003	3	0,0000	Defra, 2021
Su Sebili	2,089	R 134 A	-	0,10%	0,00209	1300	0,0027	IPCC AR5
Chiller	15,90	R 407C		2,00%	0,31800	1774	0,5641	Defra, 2021
Tüp	11,00	R407		1,00%	0,11000	10540	1,1594	IPCC AR5. Defra 2021
Toplam					**1,58**		**4,12**	
Cihaz Tipi (İstanbul-Ofis)	**Soğutucu Gaz Kapasitesi, kg**	**Sera Gazı**	**Dolum Miktarı, kg**	**Sızıntı Miktarı**	**Faaliyet Verisi (kg)**	**EF GWP, kg CO2 eq**	**ton CO2 eq**	**EF Referansı**
Klima	81,09	R 410A	-	1,00%	0,81090	2088	1,69316	Defra, 2021
Klima	3,10	R 22	-	1,00%	0,03100	1760	0,05456	IPCC AR5
Derin Dondurucu	0,75	R600A	-	2,00%	0,01500	3	0,00005	Defra, 2021
Su Sebili	0,03	R 134 A	-	0,10%	0,00003	1300	0,00004	IPCC AR5
Toplam					**0,86**		**1,75**	

Çizelge 4.4'de soğutucu gazlar sızıntı kaynaklı emisyonların CO2e değeri hesaplanmıştır. Bursa fabrika lokasyonları için soğutucu gazla sızıntı kaynaklı emisyon miktarı 4,12 ton CO2e olarak bulunmuş olup, İstanbul ofis lokasyonu için soğutucu gazla sızıntı kaynaklı emisyon miktarı 1,75 ton CO2e olarak bulunmuştur.

Sadece CO2 içeren yangın söndürme tüpleri, CO2 bazlı yangın söndürme sistemi, FM200 (HFC227ea) bazlı yangın söndürme sistemi ve varsa diğer sera gazı emisyonuna sebep olan gaz içeren sistemler hesaplamalara dahil edilir. Veriler firmanın makine-enerji biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.5. Yangın söndürme-sızıntı kaynaklı emisyonlar

Sera Gazı Kaynağı (Bursa)	Sera Gazı	Kapasite, kg	Dolum yapılan Miktar, kg	Sızıntı Miktarı	Faaliyet Verisi (kg)	EF GWP, kg CO2 eq/kg	ton CO2 eq	EF Referansı
CO2 Bazlı Yangın Söndürme Cihazları	CO2	106,00	115	%4	119,24	1	0,12	IPCC 5th AR
NAF P4 Bazlı Yangın Söndürme Cihazları	HFC	42	36	%4	37,68	3220	121,33	IPCC 5th AR
Toplam							**121,45**	
Sera Gazı Kaynağı (İstanbul)	**Sera Gazı**	**Kapasite, kg**	**Dolum yapılan Miktar, kg**	**Sızıntı Miktarı**	**Faaliyet Verisi (kg)**	**EF GWP, kg CO2 eq/kg**	**ton CO2 eq**	**EF Referansı**
CO2 Bazlı Yangın Söndürme Cihazları	CO2	35,00	0	%4	1,4	1	0,0014	IPCC 5th AR
Toplam							**0,0014**	

Çizelge 4.5'de yangın söndürme sızıntı kaynaklı emisyonların CO2e değeri hesaplanmıştır. Bursa lokasyonları için yangın söndürme sızıntı kaynaklı emisyon miktarı 121,45 ton CO2e olarak bulunmuş olup, İstanbul lokasyonu için yangın söndürme sızıntı kaynaklı emisyon miktarı 0,0014 ton CO2e olarak hesaplanmıştır.

4.4. Enerji Dolaylı Emisyonlar

4.4.1. Elektrik

Tüm yıl boyunca satın alınan elektrik, sayaçlar vasıtası ile kaydedilir. Faaliyet verileri kWh biriminde hesaplamaya dahil edilir. Hesaplamaya yerleşkedeki tüm sayaç verileri dahil edilir. Veriler firmanın makine-enerji biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.6. Elektrik tüketimi kaynaklı emisyonlar

Kaynak	Faaliyet Verisi (kwh)	EF GWP, kg CO2 eq/kwh	ton CO2 eq	EF Referans
Bursa Fabrika-1	8.350.313,76	0,457566201	3.820,82	https://unfccc.int/documents/223579
İstanbul Ofis	36.505,94	0,457566201	16,70	https://unfccc.int/documents/223580
Bursa Fabrika-2	84.406,32	0,457566201	38,62	https://unfccc.int/documents/223581
Toplam	**8.471.226,02**		**3.876,15**	

Çizelge 4.6'da görüldüğü üzere kWh olarak toplanan faaliyet verileri, elektrik (Türkiye): 0,4576 kg CO2e/kWh emisyon faktörü ile çarpılarak tüm lokasyonlar için elektrik tükettimi kaynaklı emisyon miktarı 3.876,15 ton CO2e olarak hesaplanmıştır.

4.5. Dolaylı Emisyonlar

4.5.1. Nakliye dolaylı emisyonlar

- Well-to-tank – Yakıtlar

Doğal gaz, motorin ve benzin tüketimleri için kuyudan tanka hesaplamaları yapılır. Hesaplama için gerekli veriler firmanın makine-enerji biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.7. Well-to-tank – yakıtlar kaynaklı emisyonlar

Kaynak	Faaliyet Verisi Birim	Faaliyet Verisi	EF Faktörü Birimi	EF Faktörü	ton CO2e	EF Faktörü Referansı
Doğal gaz	ton	1.226,23	kg CO2e/ton	434,42892	532,71	Defra, 2021
Motorin	L	11.292,00	kg CO2e/L	0,60986	6,89	Defra, 2021
Benzin	L	4682	kg CO2e/L	0,61328	2,87	Defra, 2021
Toplam					**542,47**	

Çizelge 4.7.'de well to tank yakıtlar kaynaklı emisyonların CO2e değeri hesaplanmıştır. Well to tank yakıtlar kaynaklı emisyon miktarı 542,47 ton CO2e olarak hesaplanmıştır.

- Ham maddelerin Nakliyesi

Firmada üretim için satın alınan tüm ham maddelerin taşınması dolaylı emisyonları envanter hesabına dahil edilir. Gerekli veriler; ham madde ağırlıkları, taşınma yöntemi ve mesafe bilgileri firmanın satın alma biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.8. Ham maddelerin nakliyesi kaynaklı emisyonlar

Kaynak	Faaliyet Verisi, ton.km	EF, kg CO2e/ton.km	ton CO2e	EF referans
Ham madde (kara yolu)	2.555.621,43	0,20780	531,06	Defra, 2021
Ham madde (deniz yolu)	3.625.609,28	0,01614	58,52	Defra, 2022
Toplam			**589,58**	

Çizelge 4.8.'de hammaddelerin nakliyesi kaynaklı emisyonların CO2e değeri hesaplanmıştır. Hammaddelerin nakliyesi kaynaklı emisyon miktarı 589,58 ton CO2e olarak hesaplanmıştır.

- Ürünlerin Nakliyesi

Firmanın üretimi sonucu oluşan mamul ürünlerin taşınması dolaylı emisyonları envanter hesabına dahil edilir. Gerekli veriler; ürünlerin ağırlıkları, taşınma yöntemi ve mesafe bilgileri firmanın lojistik biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.9. Ürünlerin nakliyesi kaynaklı emisyonlar

Kaynak	Faaliyet Verisi, ton.km	EF, kg CO2e/ton.km	ton CO2e	EF referans
Ürünler (kara yolu)	1.084.375,68	0,20780	225,33	Defra,2021
Ürünler (deniz yolu)	40.349,60	0,016142	0,65	Defra,2021
Ürünler (hava yolu)	97.510,44	1,0189	99,35	Defra,2021
Toplam			**325,34**	

Çizelge 4.9.'da ürünlerin nakliyesi kaynaklı emisyonların CO2e değeri hesaplanmıştır. Ürünlerin nakliyesi kaynaklı emisyon miktarı 325,34 ton CO2e olarak hesaplanmıştır.

- Personel Servisi Hizmeti

Personel servisi hizmeti için hesaplama, hesap yılında personel servislerinde kat edilen mesafe ile hesaplanır. Servis güzergâh km verileri firmanın muhasebe biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.10. Personel servisi hizmeti kaynaklı emisyonlar

Servis Güzargahı (km)	EF Faktörü (kgCO2e /km)	kgCO2e	ton CO2e	EF Faktörü Referansı
432.275,00	0,209	90.345,48	90,35	https://theicct.org/sites/default/files/publications/EU-LCV-CO2-2030_ICCTupdate_20190123.pdf
Toplam			**90,35**	

Çizelge 4.10.'da personel servisi hizmeti kaynaklı emisyonların CO2e değeri hesaplanmıştır. Personel servisi hizmeti kaynaklı emisyon miktarı 90,35 ton CO2e olarak hesaplanmıştır.

- İş Seyahatleri

İş seyahatleri kapsamında uçuş hizmeti dolaylı emisyonları hesaplanır. Acenteden elde edilen doküman ile parkurlar arası mesafe km cinsinden bulunarak envantere dahil edilir. Veriler firmanın muhasebe biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.11. İş seyahatleri kaynaklı emisyonlar

Faaliyet Verisi, km	EF Faktörü (kgCO2e/km)	EF Faktörü Referansı	kgCO2e	ton CO2e
Denizyolu				
13.560,98	0,112862	Defra, 2021, Business travel-sea, Ferry, average passenger, E20	1.530,52	1,53
Havayolu				
147.333,29	0,15353	Defra, 2021, Business travel- air, Short-haul, to/from UK, Average passenger, F24	22.620,08	22,62
Toplam				**24,15**

Çizelge 4.11.'de hesaplanan iş seyahatleri kaynaklı emisyon miktarı 24,15 ton CO2e olarak bulunmuştur.

- Atıkların Nakliyesi

Firmanın faaliyetleri sonucu oluşan atıkların işleme tesislerine nakliyesi hizmeti envantere dahil edilir. Gerekli veriler; atıkların ağırlığı ve işleme tesislerinin mesafeleri firmadan alınan atık beyan formları vasıtası ile hesaplamada kullanılır. Veriler firmanın yönetim sistemleri biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edildi.

Çizelge 4.12. Atıkların nakliyesi kaynaklı emisyonlar

Faaliyet verisi (ton.km)	EF (kgCO2e/ton.km)	EF Faktörü Referansı	kgCO2e	ton CO2e
1.567,33	0,60635	Defra, 2021	950,35	0,95
Toplam				**0,95**

Çizelge 4.12.'de hesaplanan atıkların kaynaklı emisyon miktarı 0,95 ton CO2e olarak bulunmuştur.

- Sermaye Malları Nakliyesi

Önceliklendirme analizi ile rapor yılında firma tarafından satın alınmış sermaye mallarının firmaya ulaşana kadar olan nakliye emisyonları envantere dahil edilir. Hesaplama yılında satın alınan sermaye malları ağırlığı ve tesislere gelene kadar nakliye türü ve kat edilen km üzerinden hesaplamaya dahil edilir. Satın alınan makineler için ağırlık ve nakliye bilgisine tam olarak ulaşılamadığından kabuller yapılarak hesaplamaya dahil edilir. Veriler firmanın satın alma biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.13. Sermaye malları nakliyesi kaynaklı emisyonlar

Kaynak	Faaliyet Verisi, ton.km	EF, kg CO2e/ton.km	ton CO2e	EF referans
Sermaye malları (kara yolu)	16.000,00	0,2078	3,32	Defra,2021
Toplam			**3,32**	

Çizelge 4.13.'de hesaplanan sermaye malları nakliyesi kaynaklı emisyon miktarı 3,32 ton CO2e olarak bulunmuştur.

4.5.2. Kuruluş tarafından kullanılan ürünlerden kaynaklanan dolaylı sera gazı emisyonları

- Ham Maddeler

Firmada kullanılan ham maddelerin kuyudan-tanka yaklaşımı ile firmaya gelene kadar oluşturduğu emisyonlar, envantere dahil edilir. Ham maddelerin envantere dahil edilmesi önceliklendirme analizi ile belirlenir. Gerekli veriler; ham maddelerin türü ve ağırlığı bilgisi firmadan temin edilir. Veriler firmanın satın alma biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.14.'de hammadde iplik kullanımı kaynaklı emisyonlar hesaplanmıştır. Firmanın kumaş üretiminde kullandığı hammadde türüne göre ayrı ayrı emisyon faktörleri kullanılmış olup, iplik prosesinden kaynaklı emisyon miktarları ayrıca hesaplanmıştır.

Yapılan hesaplamaya göre hammadde iplik kullanımı kaynaklı emisyon miktarı 31.749,05 ton CO2e, iplik proses kaynaklı 2.113,00 ton CO2e olmak üzere toplam 33.862,05 ton CO2e olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Hammadde-iplik kullanımı kaynaklı emisyonlar

Ham madde türü	Ham madde miktarı (kg)	Ham madde EF	EF Birimi	ton CO2 eq	İplik Process EF	EF Birimi	ton CO2 eq
İplik							
Pamuk	35.064,68	4,04984	kg CO2e/kg	142,0062	0,99	kg CO2e/kg	34,85
Polyester	874.773	4,18869	kg CO2e/kg	3.664,16	0,99	kg CO2e/kg	869,47
Viskon	584.412	3,15481	kg CO2e/kg	1.843,71	0,99	kg CO2e/kg	580,87
Keten	3	1,36625	kg CO2e/kg	0,00391	0,99	kg CO2e/kg	0,00
Yün	598.887	43,37561	kg CO2e/kg	25.977,10	0,99	kg CO2e/kg	595,25
Akrilik	31.930	3,71535	kg CO2e/kg	118,63	0,99	kg CO2e/kg	31,74
İpek	4	2,62605	kg CO2e/kg	0,0095	0,99	kg CO2e/kg	0,0036
Kesik Elyaf	820	4,18869	kg CO2e/kg	3,43	0,99	kg CO2e/kg	0,82
Toplam				**31.749,05**			**2.113,00**

Çizelge 4.15.'de hammadde kimyasal ve yağ kullanımı kaynaklı emisyonlar hesaplanmıştır. Firmanın kumaş üretiminde kullandığı hammadde türüne göre ayrı ayrı emisyon faktörleri kullanılarak hesaplama yapılmıştır. Yapılan hesaplamaya göre hammadde kimyasal ve yağ kullanımı kaynaklı emisyon miktarı toplamı 420,32 ton CO2e olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Hammadde-kimyasal ve yağ kullanımı kaynaklı emisyonlar

Ham madde türü	Ham madde miktarı (kg)	Ham madde EF	EF Birimi	ton CO2 eq
Kimyasal & Yağ				
Cerriopal 7587	720,00	1,8700000	kg CO2/kg	1,35
Cerriopal HO/E	31.000,00	1,8700000	kg CO2/kg	57,97
Cerriopal HEN	840,00	3,0300000	kg CO2/kg	2,55
Cerriopal RWD	2.280,00	0,8700000	kg CO2/kg	1,98
Cerriolube PSN LIQ TR	150,00	2,4400000	kg CO2/kg	0,37
Disperdente FR	2.115,00	1,8700000	kg CO2/kg	3,96
Farbolan	150,00	1,9400000	kg CO2/kg	0,29
Boya	165.150,50	1,8910250	kg CO2/kg	312,30
Sodyum Sülfat	47.500,00	0,6330000	kg CO2/kg	30,07
Imerol JW	2.035,00	2,4400000	kg CO2/kg	4,97
Hidrosülfit	1.200,00	3,7700000	kg CO2/kg	4,52
Toplam				**420,32**

- Su Temini

Satın alınan suyun temin edilmesi dolaylı emisyonları envantere dahil edilir. Satın alınan su tüketimini gösteren fatura veya tedarikçi firmadan alınan tüketim verileri hesaplama için kullanılır. Veriler firmanın makine-enerji biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.16. Su temini kaynaklı emisyonlar

Kaynak	Faaliyet Verisi (m^3)	EF GWP, kg CO2 eq/m^3	ton CO2 eq	EF Referans
Su (Bursa Fabrika-1)	322.171,00	0,149	48,003479	Defra, 2021, Water supply, E18
Su (Bursa Fabrika-2)	408,00	0,149	0,060792	Defra, 2021, Water supply, E18
Toplam	**322.579,00**		**48,06**	

Çizelge 4.16.'da su temini bulunan iki lokasyon için su temini kaynaklı emisyonlar hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamaya göre su temini kaynaklı emisyon miktarı toplamı 48,06 ton CO2e olarak bulunmuştur.

- Atıklar

Firmanın faaliyetleri sonucu oluşturduğu katı ve sıvı atıklar işlenen yönteme göre envanter hesaplamasına dahil edilir. Gerekli veriler; atık türü, bertaraf yöntemi ve atık miktarını gösteren liste firmanın yönetim sistemleri biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.17.'de atık kaynaklı emisyonlar hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamaya göre atık kaynaklı emisyon miktarı toplamı 1,43 ton CO2e olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.17. Atık kaynaklı emisyonlar

Atık Türü	Faaliyet Verisi (kg)	EF Faktörü (kgCO2e/ton)	kgCO2e	ton CO2e	EF Faktörü Referansı
Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernikler	100	21,294	2,13	0,00	Defra, 2021
Tehlikeli maddeler içeren atık baskı tonerleri	15	21,294	0,32	0,00	Defra, 2021
Kağıt Karton Ambalaj	32320	21,294	688,21	0,69	Defra, 2021
Plastik Ambalaj	7550	21,294	160,77	0,16	Defra, 2021
Ahşap Ambalaj	9010	21,294	191,86	0,19	Defra, 2021
Metalik Ambalaj	2032	21,294	43,27	0,04	Defra, 2021
Tehlikeli maddelerin kalıtılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	5889	21,294	125,40	0,13	Defra, 2021
Tehlikeli maddelerin kalıtılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	685	21,294	14,59	0,01	Defra, 2021
Tehlikeli maddelerin kalıtılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	853	21,294	18,16	0,02	Defra, 2021
Tehlikeli maddelerin kalıtılarını içeren ya da tehlikeli maddelerle kontamine olmuş ambalajlar	2040	21,294	43,44	0,04	Defra, 2021
Tehlikeli maddelerle kirlenmiş emiciler, filtre malzemeleri, temizleme bezleri, koruyucu giysiler	600	21,294	12,78	0,01	Defra, 2021
Yağ filtreleri	75	21,294	1,60	0,00	Defra, 2021
Tehlikeli maddeler içeren organik atıklar	1790	21,294	38,12	0,04	Defra, 2021
Alüminyum	10	21,294	0,21	0,00	Defra, 2021
17 04 10 dışındaki kablolar	8	21,294	0,17	0,00	Defra, 2021
Enfeksiyonu önlemek amacı ile toplanmaları ve bertarafı özel işleme tabi olan atıklar	7	21,294	0,15	0,00	Defra, 2021
Floresan lambalar ve diğer cıva içeren atıklar	55	21,294	1,17	0,00	Defra, 2021
Metaller	4020	21,294	85,60	0,09	Defra, 2021
Toplam				**1,43**	

- Sermaye Malları

Önceliklendirme analizi ile rapor yılında firma tarafından satın alınmış sermaye mallarının dolaylı emisyonları envantere dahil edilir. Sermaye malları kuyudan-tanka yaklaşımı ile firmaya gelene kadar oluşturduğu emisyonlar envantere dahil edilir.
Veriler firmanın muhasebe biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.18. Sermaye malları alım kaynaklı emisyonlar

Satın Alınan Ekipman	Kompozisyon	Satın Alınan Miktar	Birim	KG	Material EF, kgCO2/kg	Process EF kgcCO2/kg	tCO2e
Dokuma Tezgahı	Metal	34	Adet	1.600,00	1,67	2,00	199,92
Ramöz Makinesi	Metal	1	Adet	1.600,00	1,67	2,00	5,88
Bobin Kurutma Makinesi	Metal	1	Adet	1.600,00	1,67	2,00	5,88
Bobin Haşıl Makinesi	Metal	1	Adet	1.600,00	1,67	2,00	5,88
Kuru Temizleme Makinesi	Metal	1	Adet	1.600,00	1,67	2,00	5,88
Konik Çözgü Makinesi	Metal	1	Adet	1.600,00	1,67	2,00	5,88
Bobinli Döner Çağlık Makinesi	Metal	1	Adet	1.600,00	1,67	2,00	5,88
Silindir Kaplama Makinesi	Metal	1	Adet	1.600,00	1,67	2,00	5,88
Toplam							**241,08**

Çizelge 4.18.'de sermaye malları kaynaklı emisyonlar hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken emisyon faktörü SimaPro Ecoinvent 3.7.1 programından alınmıştır. Yapılan hesaplamaya göre sermaye malları alım kaynaklı emisyon miktarı toplamı 241,08 ton CO2e olarak bulunmuştur.

- Depo Hizmeti

Firmanın almış olduğu depo hizmeti kaynaklı emisyonlar Çizelge 4.19.'da hesaplanmıştır. Faaliyet verileri firmanın muhasebe biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir. Yapılan hesaplamaya göre depo hizmetinden kaynaklı emisyon miktarı toplamı 0,85 ton CO2e olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.19. Depo hizmeti kaynaklı emisyonlar

Kaynak	Faaliyet Verisi (kwh)	EF GWP, kg CO2 eq/kwh	ton CO2 eq	EF Referans
Depo	1.854,67	0,457566201	0,85	https://unfccc.int/documents/223579
Toplam	**1.854,67**		**0,85**	

- Suyun Arıtılması

Satın alınan suyun arıtılması dolaylı emisyonları envantere dahil edilir. Satın alınan su tüketimini gösteren fatura veya tedarikçi firmadan alınan tüketim verileri hesaplama için kullanılır. Veriler firmanın muhasebe biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.20. Suyun arıtılmasından kaynaklı emisyonlar

Kaynak	Faaliyet Verisi (m^3)	EF GWP, kg CO_2 eq/m^3	ton CO_2 eq	EF Referans
Atık Su (Bursa Fabrika-1)	303.021,00	0,272	82,421712	Defra, 2021, Water treatment, E17
Atık Su (Bursa Fabrika-2)	367,20	0,272	0,0998784	Defra, 2021, Water treatment, E17
Toplam	303.388,20		**82,52**	

Çizelge 4.20.'de suyun arıtılmasından kaynaklı emisyonlar hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamaya göre suyun arıtılmasından kaynaklı emisyon miktarı toplamı 82,52 ton CO2e olarak bulunmuştur.

4.6. Diğer Dolaylı Emisyonlar

4.6.1. Elektriğin iletilmesi ve dağıtılması

Satın alınan elektriğin üretilmesi süreci kuyudan-tanka yaklaşımı ile envantere dahil edilir. Satın alınan elektriğin iletilmesi ve dağıtılması süreçlerinde oluşan kaçak emisyonları hesaplaması envantere dahil edilir. Gerekli veriler halihazırda enerji hesaplaması için firmadan edinilen elektrik tüketimlerini gösteren faturalardan elde edilmiştir. Kullanılan veriler firmanın makine-enerji biriminden alınıp, hesaplamaya dahil edilmiştir.

Çizelge 4.21. Elektrik iletimi ve dağıtımı kaynaklı emisyonlar

Faaliyet	Hesaplanan Durumlar	Faaliyet Verisi, kWh	EF Faktörü (kgCO2e /kWh)	ton CO2e	EF Faktörü Referansı
Elektik Tüketimi	İletim ve Dağıtım	8.471.226,02	0,0188	159,17	Defra, 2021, Transmission and distribution
	WTT-Üretim		0,1027	869,62	Defra, 2021, WTT- UK & overseas elec
	WTT-İletim ve Dağıtım		0,0127	107,91	Defra, 2021, WTT- UK & overseas elec
Toplam				**1.136,70**	

Çizelge 4.21.’de elektrik iletimi ve dağıtımı kaynaklı emisyonlar hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamaya göre elektrik iletimi ve dağıtımı kaynaklı emisyon miktarı toplamı 1.136,70 ton CO2e olarak bulunmuştur.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Çizelge 5.1. Sera gazı sonuçları

SERA GAZI SONUÇLARI, 2019							Kategori	tCO2eq
Kategori	Emisyon Türü	Emisyon Kaynağı	ton CO_2	ton CH_4	ton N_2O	ton CO_2 eq		
1.1 Sabit Yanma Kaynaklı Doğrudan Emisyonlar	Sabit Yanma	Doğal gaz	3.263,349	0,058	0,006	3.266,520	1	3.474,41
1.1 Sabit Yanma Kaynaklı Doğrudan Emisyonlar	Sabit Yanma	Doğal gaz	33,053	0,001	0,000	33,085		
1.1 Sabit Yanma Kaynaklı Doğrudan Emisyonlar	Sabit Yanma	Doğal gaz	5,591	0,000	0,000	5,597		
1.1 Sabit Yanma Kaynaklı Doğrudan Emisyonlar	Sabit Yanma-Jeneratör	Motorin	1,453	0,00	0,00	1,46		
1.1 Sabit Yanma Kaynaklı Doğrudan Emisyonlar	Sabit Yanma- Yangın Pompası	Motorin	2,044	0,00	0,00	2,05		
1.2 Hareketli Yanma Kaynaklı Doğrudan Emisyonlar	Hareketli Yanma - On Road	Motorin	26,401	0,001	0,001	26,81		
1.2 Hareketli Yanma Kaynaklı Doğrudan Emisyonlar	Hareketli Yanma - On Road	Benzin	10,696	0,005	0,000	10,970		
1.2 Hareketli Yanma Kaynaklı Doğrudan Emisyonlar	Hareketli Yanma - Off Road	Motorin	0,548	0,000	0,000	0,605		
1.4 Antropojenik Sistemlerden Kaynaklı Sızıntı Emisyonları	Sızıntı Emisyonları	Soğutucu Gaz Kaçakları				4,12		
1.4 Antropojenik Sistemlerden Kaynaklı Sızıntı Emisyonları	Sızıntı Emisyonları	Soğutucu Gaz Kaçakları				1,75		
1.4 Antropojenik Sistemlerden Kaynaklı Sızıntı Emisyonları	Sızıntı Emisyonları	Yangın Söndürme Sistemi Gaz Kaçakları				121,45		
1.4 Antropojenik Sistemlerden Kaynaklı Sızıntı Emisyonları	Sızıntı Emisyonları	Yangın Söndürme Sistemi Gaz Kaçakları				0,0014		
2.1 Satın Alınan Elektrik Dolaylı Emisyonlar	Satın Alınan Elektrik					3.820,82	2	3.876,15
2.1 Satın Alınan Elektrik Dolaylı Emisyonlar	Satın Alınan Elektrik					38,62		
2.1 Satın Alınan Elektrik Dolaylı Emisyonlar	Satın Alınan Elektrik					16,70		
	WTT-Tüm Yakıtlar					542,47	3	1.575,21
3.1 Ham Maddelerin Taşınması ve Dağıtımı Dolaylı Emisyonlar	Ham Maddelerin Nakliyesi Kaynaklı Emisyonlar					589,58		
3.1 Sermaye Mallarının Taşınması ve Dağıtımı Dolaylı Emisyonlar	Sermaye Mallarının Nakliyesi Kaynaklı Emisyonlar					3,32		
3.2 Ürünlerin Taşınması ve Dağıtımı Dolaylı Emisyonlar	Ürünlerin Nakliyesi Kaynaklı Emisyonlar					325,34		
3.3 Çalışanların İşe Gidiş-Geliş Dolaylı Emisyonlar	Çalışan İşe Gidiş-Geliş Dolaylı Emisyonları					90,35		
3.5 İş Seyahatleri Kaynaklı Emisyonlar	İş Seyahati					24,15		
4.1 Satın Alınan Malzemeler Kaynaklı Dolaylı Emisyonlar	Ham Madde Emisyonları					34.282,37	4	34.657,26
4.1 Satın Alınan Malzemeler Kaynaklı Dolaylı Emisyonlar	Suyun Temini Dolaylı Emisyonlar					48,06		
4.2 Satın Alınan Sermaye Malları Kaynaklı Emisyonlar	Sermaye Malları Dolaylı Emisyonlar					241,08		
4.2. Sermaye Varlıklarından Kaynaklı Dolaylı Emisyonlar	Depo Hizmeti					0,85		
4.3 Katı ve Sıvı Atıkların Bertarafı Kaynaklı Dolaylı Emisyonlar	Suyun Arıtılması Dolaylı Emisyonlar					82,52		
4.3 Katı ve Sıvı Atıkların Bertarafı Kaynaklı Dolaylı Emisyonlar	Atıklar Dolaylı Emisyonlar					1,43		
4.3 Katı ve Sıvı Atıkların Bertarafı Kaynaklı Dolaylı Emisyonlar	Atıkların Nakliyesi Dolaylı Emisyonlar					0,95		
6 Diğer Kategorilere Girmeyen Dolaylı Emisyonlar	Elektrik İletim &Dağıtımı					1.136,70	6	1.136,70
Genel Toplam						**44.719,73**		**44.719,73**

Çizelge 5.1.'de firmanın sera gazı sonuçları kategoriler halinde gruplanmıştır. Yapılan hesaplamaya göre temel yıl olarak seçilen 2019 yılı için toplam emisyon miktarı 44.719,73 ton CO2e olarak hesaplanmıştır.

CDP (Carbon Disclosure Project), Birleşmiş Milletler Küresel İlkeler Sözleşmesi (UNGC), Dünya Kaynakları Enstitüsü (WRI) ve Dünya Çapında Doğa Fonu (WWF) arasında bir iş birliği olan Bilimsel Tabanlı Hedefler Örgütü (SBTi), düşük karbonlu bir ekonomiye geçişte şirketlerin rekabet avantajını artırmak için şirketlerin bilimsel tabanlı hedefler belirlemesini amaçlar. Bilimsel tabanlı hedefler belirlemek ve bunlara ulaşmak yoluyla şirketler, iş esnekliğini ve rekabet gücünü artırmak, böylece yeniliği teşvik etmek ve iş uygulamalarını dönüştürmek, güvenilirlik ve itibar oluşturmak ve kamu politikasındaki değişiklikleri etkilemek ve bunlara hazırlanmak gibi faydalar elde edebilir.

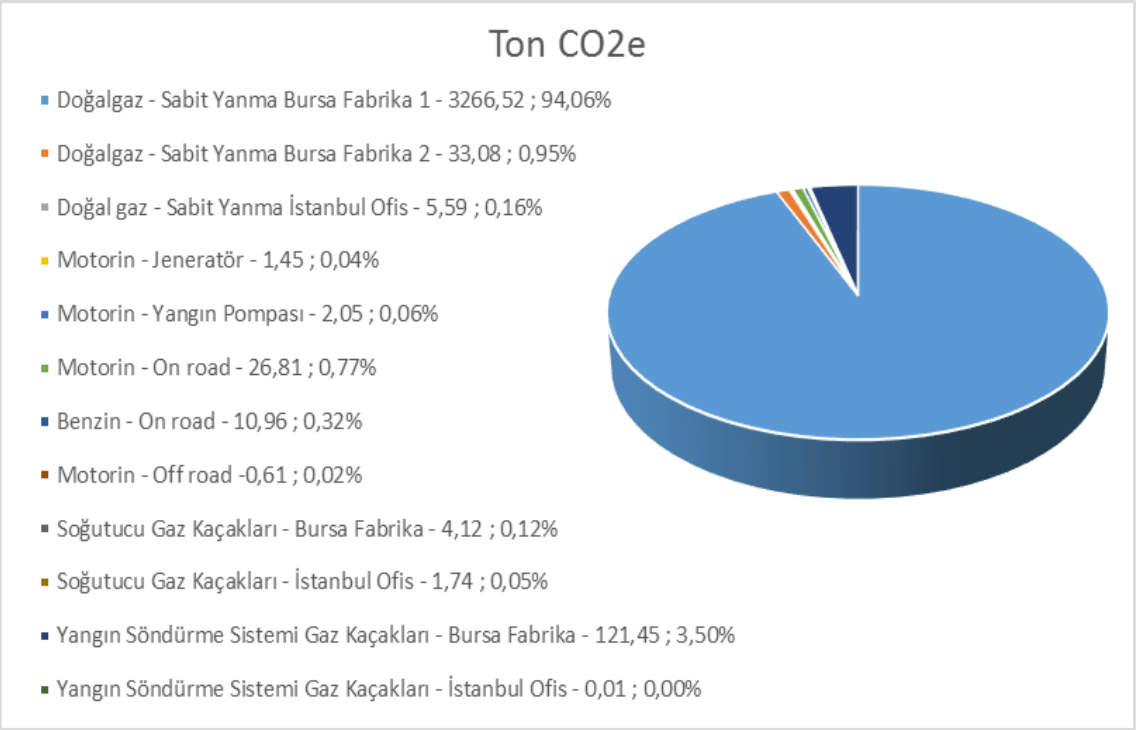
ISO 14064-1 Standardında tanımlandığı gibi, doğrudan sera gazı emisyonları, sahip olunan veya kontrol edilen kaynaklardan gelen doğrudan emisyonlardır. Enerji dolaylı sera gazı emisyonları, satın alınan enerjinin üretiminden kaynaklanan dolaylı emisyonlardır. Bu tür hedeflerin, sıcaklık artışının 1,5°C ile sınırlamaya yönelik daha büyük çabalar teşvik edilerek, 2°C'nin çok altında bir iklim stabilizasyon yolu ile tutarlı olması gerekmektedir.

Bölüm devamında emisyon analizi yapılmış ve kategori bazında emisyon miktarları detaylı incelenmiştir. Sera gazı emisyonlarının azaltımına yönelik 5 ve 10 senelik hedeflerin belirlenmiştir.

5.1. Emisyon Analizleri

5.1.1. Kategori 1: Doğrudan sera gazı emisyonları

Şekil 5.1.'de görüldüğü üzere firmanın kapsam 1 emisyonlarının %94,06'sı sabit yanma doğalgaz, %3,50'si yangın söndürme cihazları sızıntısından kaynaklıdır. Bununla birlikte, diğer kategorilerin %1'in altında olduğu görülmektedir.

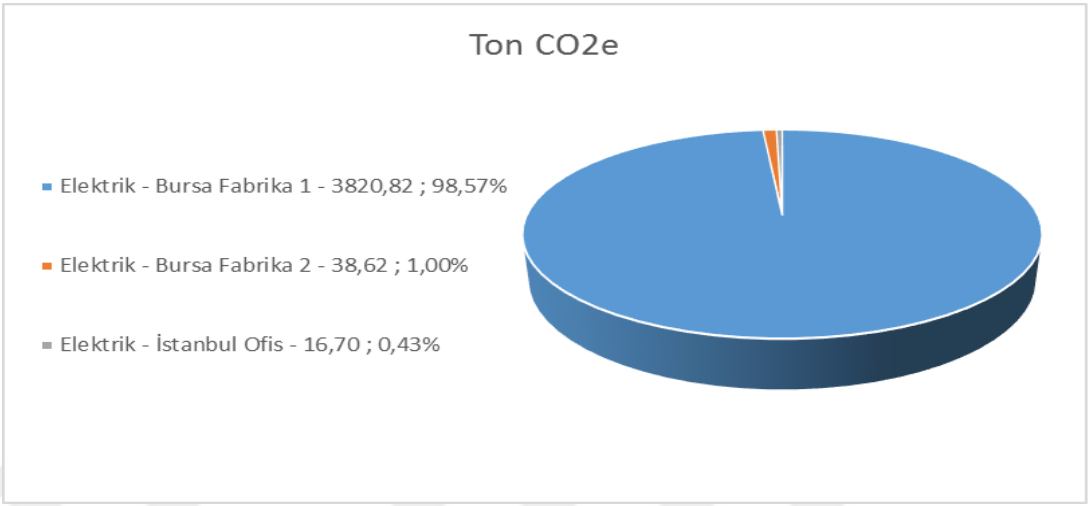


Şekil 5.1. Doğrudan sera gazı emisyon sonuçları

Kapsam 1 emisyon toplamı, genel emisyon toplamı ile kıyaslandığında, kapsam 1 emisyonlarının toplam emisyon miktarının %7,77'sini oluşturduğu görülmektedir.

Kapsam 1 de en önemli emisyon kaynağının doğalgaz kullanımı olduğu analiz edilmiş olup, doğalgaz kullanımı azaltılır veya doğalgaz yerine yenilenebilir enerji kullanımı arttırılabilirse kapsam 1 emisyonları azaltılabilir.

5.1.2. Kategori 2: Enerji dolaylı sera gazı emisyonları

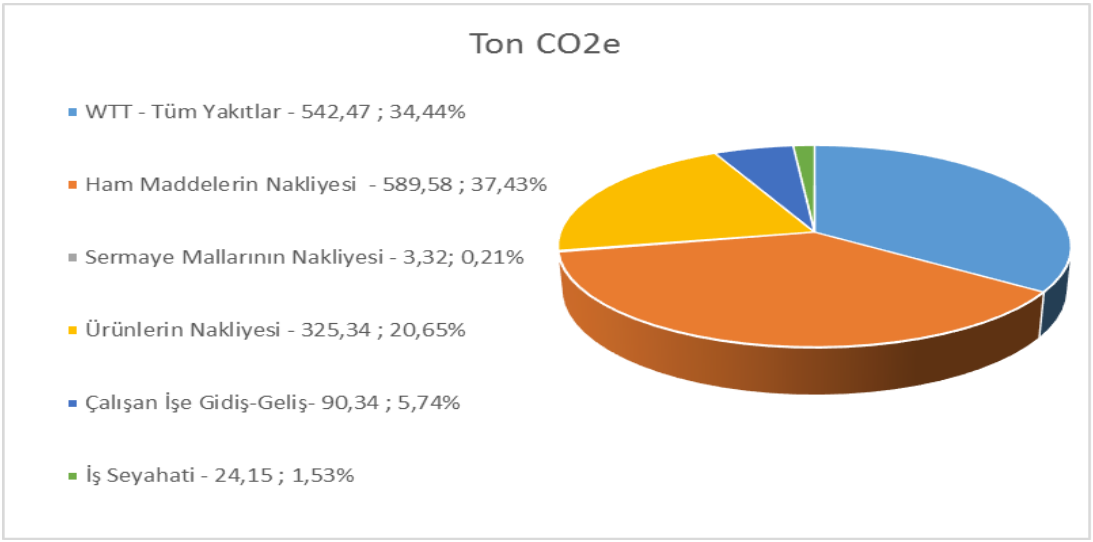


Şekil 5.2. Enerji dolayı sera gazı emisyon sonuçları

Kapsam 2 emisyon toplamı, genel emisyon toplamı ile kıyaslandığında, kapsam 2 emisyonlarının toplam emisyon miktarının %8,67'sini oluşturduğu görülmektedir.

Şekil 5.2.'de görüldüğü üzere firmanın kapsam 2 emisyonlarının %100'ü satın aldığı elektrikten kaynaklıdır. Bu elektrik tüketiminin %98,57'si fabrikaya aittir.

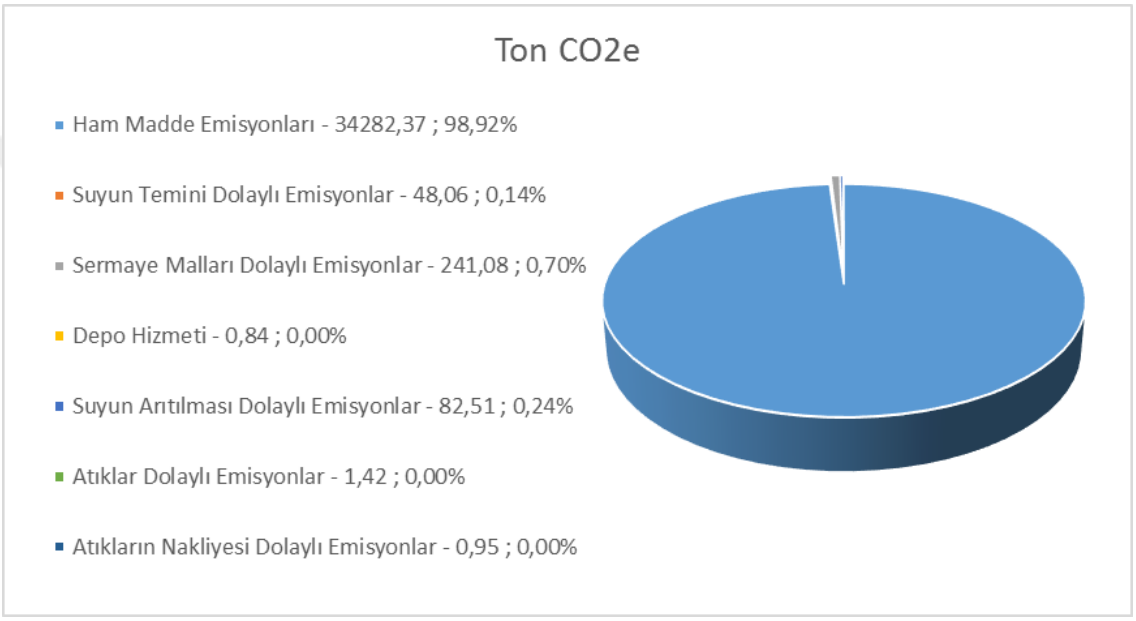
5.1.3. Kategori 3: Nakliye dolaylı sera gazı emisyonları



Şekil 5.3. Nakliye dolaylı sera gazı emisyon sonuçları

Şekil 5.3.'de görüldüğü üzere firmanın kapsam 3 nakliye dolaylı emisyonlarının %34,44'ü well-to-tank tüm yakıtlar kaynaklıdır. Hammaddelerin nakliyesi kaynaklı emisyonlar %37,43 olarak, ürünlerin nakliyesi ise %20,65 olarak görülmektedir. Bununla birlikte, iş seyahatleri, sermaye malları nakliyesi ve çalışan işe gidiş-geliş kaynaklı emisyonları sırasıyla %1,53, %0,21 ve %5,74 olarak görülmektedir.

5.1.4. Kategori 4: Kullanılan ürünlerden kaynaklı dolaylı sera gazı emisyonları

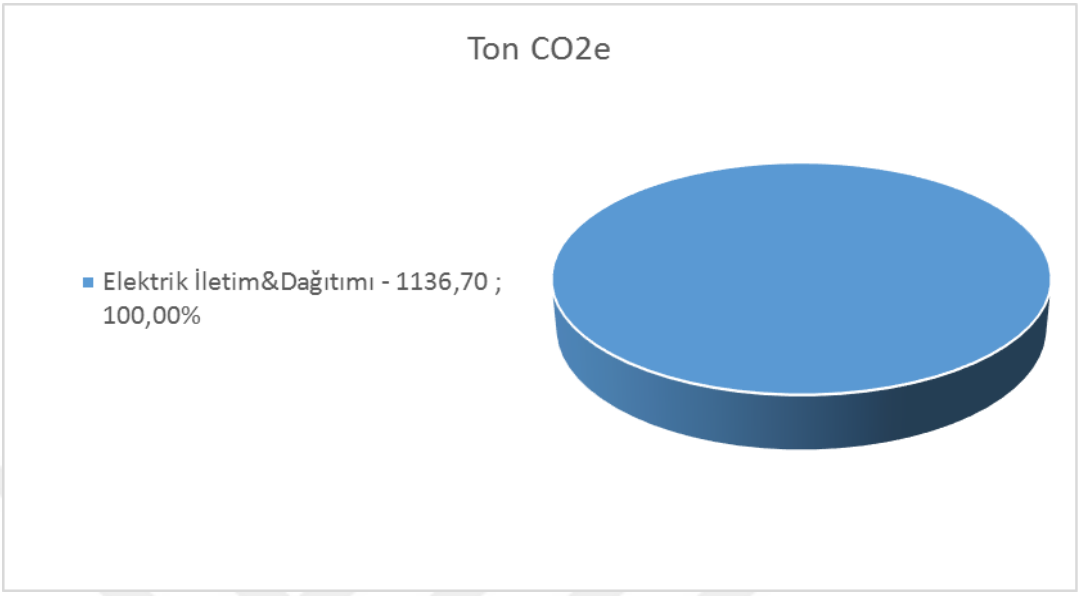


Şekil 5.4. Kullanılan ürünlerden kaynaklı dolaylı sera gazı emisyon sonuçları

Şekil 5.4'te görüldüğü üzere firmanın kapsam 3 kullanılan ürünlerden kaynaklı emisyonlarının %98,92'si hammadde emisyonlarından, %0,70'i sermaye malları dolaylı emisyonlarından kaynaklıdır.

Bununla birlikte, diğer kategorilerin %1'in altında olduğu görülmektedir.

5.1.5. Kategori 6: Diğer kategorilere girmeyen dolaylı sera gazı emisyonları



Şekil 5.5. Diğer kategorilere girmeyen dolaylı sera gazı emisyon sonuçları

Şekil 5.5.'te görüldüğü üzere firmanın diğer kategorilere girmeyen dolaylı emisyonlarının %100'ü satın alınan elektriğin iletim ve dağıtım kayıplarından kaynaklıdır.

5.2. Emisyon Azalım Hedefi

5.2.1. Kapsam 1 ve 2 (kategori 1 ve 2) senaryosu

Bilimsel Tabanlı Hedefler Örgütü'nün mutlak azalım metodolojisine uygun bir emisyon azalım hedefi belirlemek için kapsam 1 ve 2 emisyonlarında yıllık mutlak lineer minimum %4,2 azalım gerçekleştirmek gereklidir. Yani, ilk sene 2019 yılına göre %4,2, ikinci sene temel yıla göre %8,4, 5. senede temel yıla göre %21 ve 10. Sene temel yıla göre %42 olarak azalım gerçekleştirmek gereklidir.

Bu metodoloji uygunluğunda, Çizelge 5.2'de görüldüğü üzere firmanın 2019 temel yılına göre 2029 yılına kadar kapsam 1 ve 2 emisyonlarını 7350,56 tCO2e seviyesinden 4263,32 tCO2e seviyesine getirmelidir. Gerçekleştirilen senaryo çalışmasında kapsam 1 değerlerinin sabit kalacağı kabul edilmiştir.

Çizelge 5.2. Firmanın 5 ve 10 yıllık kapsam 1 ve 2 hedefleri

		Yıl	Kapsam 1	Kapsam 2	Kapsam 1-2	Kapsam 3
SBTi Hedefleri 5 ve 10 yıllık	Temel Yıl	2019	3474,41	3876,15	7350,56	37369,17
		2020	3474,41	3567,42	7041,84	36434,95
		2021	3474,41	3258,70	6733,11	35500,72
		2022	3474,41	2949,98	6424,39	34566,49
		2023	3474,41	2641,25	6115,67	33632,26
	5. Yıl	2024	3474,41	2332,53	5806,94	32698,03
		2025	3474,41	2023,81	5498,22	31763,80
		2026	3474,41	1715,08	5189,50	30829,57
		2027	3474,41	1406,36	4880,77	29895,34
		2028	3474,41	1097,64	4572,05	28961,11
	10.yıl	2029	3474,41	788,91	4263,32	28026,88

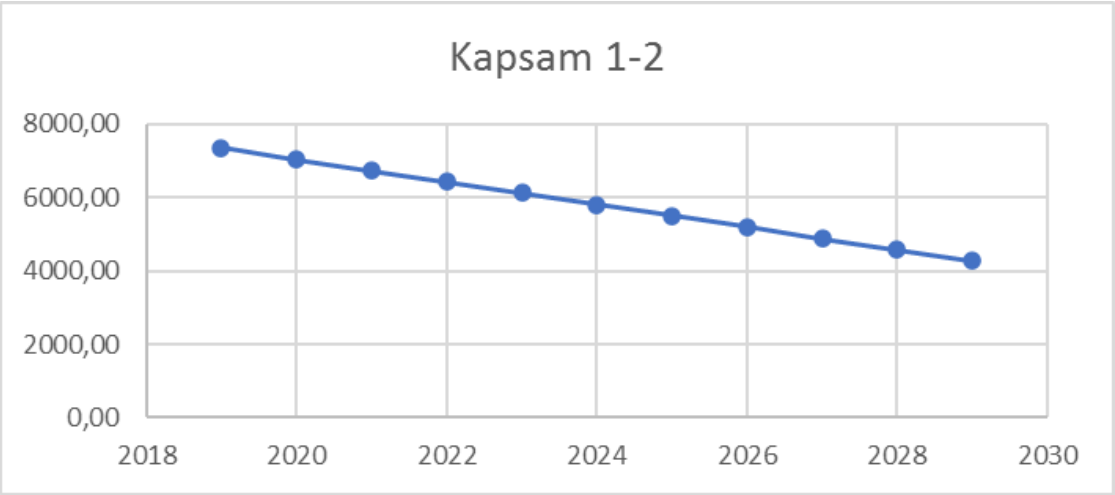
Bu hedefe ulaşabilmek için, enerji etüdü yaptırılıp mevcut potansiyelin gözlemlenmesi tavsiye edilir. Sonrasında ise, mevcut potansiyel üzerinden enerji verimliliği düşük olan cihazlar, yüksek verimliliği sahip olanlar ile değiştirilebilir. Bu değişim sonucunda karbon ayak izi azalacağından dolayı hedefin gerçekleşme oranı da artacaktır.

Emisyon azalım amacıyla firmanın doğalgaz kullanım oranları analiz edildiğinde yaklaşık %50 Ram Makineleri, %45 Buhar kazanı, %5 de diğer makineler olarak analiz edilmiştir.

Ram makinelerinde kullanılan doğalgaz miktarının azalımı, proses değişiklikleri ile veya ram makinelerinde kumaş nem ölçer ve baca nem ölçer gibi cihazlar kullanarak sağlanacak enerji verimlilik projeleri ile sağlanabilir.

Buhar kazanı için ise kazan bakım ve yalıtımlarının düzenli yapılarak kontrol edilmesi, baca gazı miktarlarının analiz ederek optimum hava/yakıt ayarının sağlanması, ekonomizer kullanımı, otomatik blöf sistemlerinin kullanımı, flaş buhar geri kazanım projeleri ile doğalgaz tüketiminden tasarruf sağlanabilir.

Ayrıca buhar kazanında doğalgaz yerine yenilenebilir enerji kullanımı örneğin; %100 yenilenebilir enerji kapsamında kabul edilen biyokütle yakıtların kullanımı sağlanabilirse kapsam 1 emisyonları azaltılabilir.



Şekil 5.6. Firmanın kapsam 1 ve 2 emisyon azalım senaryosu

Bir başka karbon ayak izi azalım çalışması ise yenilenebilir enerji kullanımını arttırmaktır. Elektrik kullanımı kaynaklı emisyon değerlerini azaltmak için firmalar kısa vadede I-REC sertifikası satın alarak kullanılan elektriğin yenilenebilir kaynaklı olduğunu sertifikalandırabilir. Uzun vadede IREC sertifikasına olan taleplerin artmasından dolayı, satın almak günümüz şartlarından daha zor hale gelebilir. Bu yüzden firmaların yenilenebilir enerji yatırımı yapması tavsiye edilir.

Şekil 5.6'da görüldüğü üzere, 2029 yılında toplam Kapsam 1-2 emisyonunun "4263,32 ton CO2e" olması için, 2029 yılında neredeyse elektriğin tamamının yenilenebilir kaynaklı olması gerekecektir. I-REC ile bilimsel tabanlı emisyon azalım hedefi konuluyor ise, daha az I-REC ile hedefe ulaşılsa bile, hedef yılda elektriğin en az %80'inin yenilenebilir enerji sertifikalı olması gerekmektedir.

Öncelikle firmanın kendi bünyesinde güneş enerji santraline yatırım yapıp, kalan kısmı için I-REC sertifikası kullanması tavsiye edilmektedir. Bu düşüncenin eyleme geçirilmesi sonucunda karbon ayak izinde azalım gerçekleşecektir.

5.2.2. Kapsam 3 (kategori 3, 4, 5 ve 6) senaryosu

Bilimsel Tabanlı Hedefler Örgütü'nün kriterlerine göre kapsam 3 emisyonu, toplam emisyonun %40'ından fazla ise şirketler kapsam 3 emisyonlarının en az %67'sini kapsayacak, yıllık minimum %2,5 mutlak azalım hedefi koymalıdır.

Çizelge 5.3'de görüldüğü üzere, firmanın kapsam 3 emisyonu (37.369,17 tCO2e), toplam emisyonunun (44.719,73 tCO2e) %83,56'sına tekabül etmektedir. Dolayısı ile kapsam 3 emisyonun en az %67'sini kapsayacak bir hedef belirlemelidir.

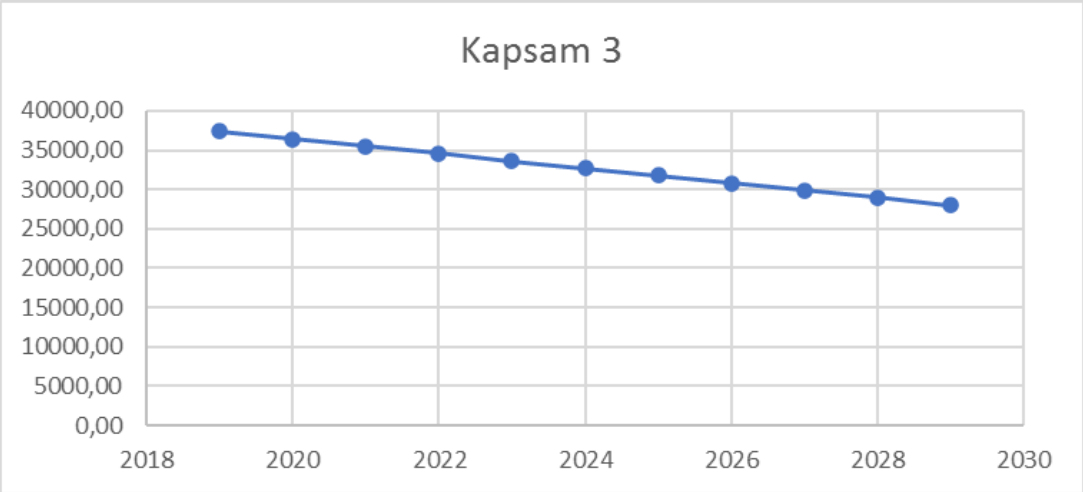
Çizelge 5.3. Firmanın kapsam 3 emisyonlarının yüzdesel dağılımı

Kapsam 3 Emisyonları	Miktar (tCO2e)	Yüzdesel Dağılımı
WTT-Tüm Yakıtlar	542,47	1,45%
Ham Maddelerin Nakliyesi Kaynaklı Emisyonlar	589,58	1,58%
Sermaye Mallarının Nakliyesi Kaynaklı Emisyonlar	3,32	0,01%
Ürünlerin Nakliyesi Kaynaklı Emisyonlar	325,34	0,87%
Çalışan İşe Gidiş-Geliş Dolaylı Emisyonları	90,35	0,24%
İş Seyahati	24,15	0,06%
Ham Madde Emisyonları	34.282,37	**91,74%**
Suyun Temini Dolaylı Emisyonlar	48,06	0,13%
Sermaye Malları Dolaylı Emisyonlar	241,08	0,65%
Depo Hizmeti	0,85	0,00%
Suyun Arıtılması Dolaylı Emisyonlar	82,52	0,22%
Atıklar Dolaylı Emisyonlar	1,43	0,00%
Atıkların Nakliyesi Dolaylı Emisyonlar	0,95	0,00%
Elektrik İletimi & dağıtımından kaynaklı emisyonlar	1.136,70	3,04%

Çizelge 5.3'de görüldüğü üzere firmanın hammadde kullanımından kaynaklı dolaylı emisyonu 34.282,37 tCO2e'dir. Bu değer kapsam 3 emisyonunun %91,74'üne tekabül etmektedir. Dolayısı ile firmanın hammadde kullanımından kaynaklı dolaylı emisyonu üzerinden bir hedef belirlemesi, Bilimsel Tabanlı Hedefler Örgütü'nün belirlediği kritere uyum sağlamaktadır.

Çizelge 5.4. Firmanın 5 ve 10 yıllık kapsam 3 hedefleri

		Yıl	Kapsam 3 (tCO2e)
SBTi Hedefleri 5 ve 10 yıllık	Temel Yıl	2019	37369,17
		2020	36434,95
		2021	35500,72
		2022	34566,49
		2023	33632,26
	5. Yıl	2024	32698,03
		2025	31763,80
		2026	30829,57
		2027	29895,34
		2028	28961,11
	10.yıl	2029	28026,88



Şekil 5.7. Firmanın kapsam 3 emisyon azalım senaryosu

Hammadde kullanımından kaynaklı dolaylı emisyonlar kategorisinde, emisyon yoğunluğunun ortalama %95'ten fazlası satın alınan ipliklerden kaynaklı olduğu görülmektedir. Firma 2029 yılına kadar satın alınan yün, polyester ve viskon iplikler yerine recycle hammaddeye geçme planı yaparak Bilimsel Tabanlı Hedefler Örgütü'nün kriterlerine uygun emisyon azalım hedefi gerçekleştirebilir.

KAYNAKLAR

AB'nin Sürdürülebilir Tekstil Stratejisi. (2021). https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12822-EU-strategy-for-sustainable-textiles_en

Apparel and Footwear Sector: Science-Based Targets Guidance. (2018). https://sciencebasedtargets.org/resources/legacy/2019/06/SBT_App_Guide_final_0718.pdf

Anonim, (2020). Karbon Ayakizi. https://www.semtrio.com/blog/ayak-izi-nedir

Anonim, (2020). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı. https://www.semtrio.com/cop24-birlesmis-milletler-iklim-degisikligi-konferansi-

Atabey, T. (2013). *Karbon Ayak İzinin Hesaplanması: Diyarbakır Örneği.* (Yüksek Lisans Tezi),. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Elazığ.

Bekiroğlu, O. (2011). Sürdürülebilir Kalkınmanın Yeni Kuralı: Karbon Ayak İzi. *II. Elektrik Tesisatı Ulusal Kongresi.* 24 – 27 Kasım 2011, İzmir.

Bıyık, Y. (2018). *Isparta İlinde Karayolu Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması*. (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.

Climate Action Tracker, (2018). Temperatures: Addressing Global Warming. https://climateactiontracker.org/global/temperatures/

Coşkun, S., Doğan, N. A. (2021). Tekstil Endüstrisinde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25, syf. 28-35

CO2 Emission Standards For Passenger Cars And Light-Commercial Vehicles In The European Union. (2019). https://theicct.org/sites/default/files/publications/EU-LCV-CO2-2030_ICCTupdate_20190123.pdf

Dal, A. (2020). *Entegre Bir Tekstil Baskı-Boyama İşletmesinde Su ve Karbon Ayakizlerinin Belirlenmesi.* (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.

DEFRA, UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting (2019). https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2019

DEFRA, UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting (2020). https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2020

DEFRA, UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting. (2021). https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2021

DEFRA, UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting. (2022). https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022

Dindar, G. (2021). *Otomotiv Yan Sanayide Karbon Ayakizinin Hesaplanması.* (Yüksek Lisans Tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.

Dixit, S. (2015). Study of Carbon *Footprint of Some Industrial Areas of Indore City*, Madhya Pradesh, India.

Doğan, N. A. (2019). *Kumaş Boyama, İplik Boyama, Baskı ve Konfeksiyon Faaliyetlerinin Karbon Ayak izi Hesabı*. (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.

GHG, (2017). Greenhouse Gas Protocol, World Resources Institute. https://ghgprotocol.org/calculation-tools-

GHGP, (2014). Greenhouse Gas Protocol. Global Warming Potential Values. https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf -

IPCC Climate Change, (2013). The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the Fifth Assessment Report of the IPCC. http://www.climatechange2013.org-

IPCC/TEAP Special Report: Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System, Volume 9, Fire Protection https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/sroc/sroc09.pdf-

IPCC, (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Chapter 1 https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduction.pdf-

IPCC, (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Chapter 2 https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf-

IPCC, (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Chapter 3 http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_3_Ch3_Uncertainties.pdf-

IPCC, (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 3 Chapter 7 https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/3_Volume3/V3_7_Ch7_ODS_Substitutes.pdf

IPCC, (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 5 Chapter 5 https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_5_Ch5_IOB.pdf

Keskin, S., Erdil, M., Sennaroğlu B.. (2017). Bir Tekstil Fabrikasının Kumaş Üretiminde Enerji ve Karbon Ayak İzlerinin Belirlenmesi. *Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi,* Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü , 1-3 Kasım 2017-Antalya.

SBTi (Science Based Targets Initiative). (2018). Value Change in the Value Chain: Best Practices in Scope 3 Greenhouse Gas Management. https://sciencebasedtargets.org/wp-content/uploads/2018/12/SBT_Value_Chain_Report-1.pdf

Türkiye Yeşil Mütabakat İklim Eylem Planı. (2021). https://ticaret.gov.tr/data/60f1200013b876eb28421b23/MUTABAKAT%20YE%C5%9E%C4%B0L.pdf

Zhan, X., Hu, Z., Wu, G. (2018). Greenhouse Gas Emission and Mitigation in Municipal Wastewater Treatment Plants. *IWA Publishing,* London, UK, pg. 41.