



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



KONYA İLİ SERA GAZI EMİSYON
ENVANTERİNİN (2022-2024) ÇIKARILMASI

MUSTAFA CİHAN ÇELEBİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Aralık-2025
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Mustafa Cihan ÇELEBİ tarafından hazırlanan “Konya İli Sera Gazı Emisyon Envanterinin (2022-2024) Çıkarılması” adlı tez çalışması 30/12/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç. Dr. Ebru KOÇAK

.....

Danışman

Doç. Dr. Fatma KUNT

.....

Üye

Prof. Dr. Senar AYDIN

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../20.. gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Havvanur UÇBEYİAY
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Mustafa Cihan ÇELEBİ

Tarih: 25.11.2025

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA İLİ SERA GAZI EMİSYON ENVANTERİNİN (2022-2024) ÇIKARILMASI

Mustafa Cihan ÇELEBİ

**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman: Doç. Dr. Fatma KUNT

2025, 65 sf

Jüri

**Doç. Dr. Fatma KUNT
Prof. Dr. Senar AYDIN
Doç. Dr. Ebru KOÇAK**

İklim değişikliği; sıcak hava dalgaları, kuraklıklar, şiddetli yağışlar, şiddetli rüzgârlar ve orman yangınları gibi tehlikeler ile kentleri ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. “Karbondiyoksit (CO_2)”, “metan (CH_4)”, diazotmonoksit (N_2O) gibi başlıcalarını oluşturan sera gazlarının; fosil yakıt kullanımı, orman alanlarının ve yutak alanların tahrip edilmesi, sanayileşme, tarım ve hayvancılık gibi faaliyetler sonucunda atmosferde gözlenen artışı sebebiyle günümüzde iklim değişikliğinin küresel boyutta etkileri görülmektedir. Bu tez çalışmasında, Konya ili için 2022, 2023 ve 2024 yıllarına ait sera gazı emisyon envanteri hazırlandı. Çalışma, Küresel Protokol (GPC) Basic Plus metodolojisine göre gerçekleştirildi. Emisyon kaynakları beş ana kategori altında incelendi. Sabit enerji kaynakları (konut, ticari ve kurumsal binalar, imalat, sanayi ve inşaat), ulaşım, atık ve atıksu, endüstriyel prosesler ile tarım, orman ve hayvancılık. Sabit enerji kaynakları kapsamında konutların, ticari ve kurumsal binaların, kamusal binaların, imalat, sanayi ve inşaat sektörlerinin enerji tüketimleri analiz edildi. Ulaşım kategorisinde akaryakıt tüketimi kaynaklı sera gazı emisyonları değerlendirildi. Atık ve atıksu kategorisinde evsel atıklar, düzenli depolama sahaları ve atıksu arıtımından kaynaklanan emisyonlar hesaplandı. Endüstriyel proses kategorisinde Konya ilinde faaliyet gösteren çimento fabrikasının proses kaynaklı sera gazı emisyon miktarı hesaplandı. Tarım, orman ve hayvancılık kategorisi ise büyükbaş ve küçükbaş hayvan varlığına dayalı olarak metan salımı açısından ele alındı. Her bir kategori için ilgili yıllara ait faaliyet verileri toplandı. IPCC, DEFRA, Ulusal Envanter ve GPC rehberleri doğrultusunda uygun yaklaşımlar, parametreler, faktörler kullanılarak sera gazı emisyon hesaplamaları yapıldı. Yapılan hesaplamalar neticesinde 2022 yılında 13.879.014 tCO₂e, 2023 yılında 14.442.060 tCO₂e ve 2024 yılında ise 15.566.785 tCO₂e sera gazı emisyonu ortaya çıktı. 2022-2024 yılları arasında toplam envantere %12.16’lık bir artış olduğu görüldü. Envanterde en yüksek pay %24.8 ile ulaşım sektörüne ait olurken ikinci sırada ise %21.42 ile tarım, orman ve hayvancılık sektörü ön planı çıktı. Çıkan emisyon sonuçları 2022-2023-2024 yılları arasında karşılaştırıldı ve sektörler ile ilgili azaltım eylem planları önerildi.

Anahtar Kelimeler: Emisyon Faktörleri, Envanter, İklim Değişikliği, Konya, Sera Gazı

ABSTRACT

MS THESIS

PREPARATION OF THE GREENHOUSE GAS EMISSIONS (2022-2024) INVENTORY FOR THE PROVINCE OF KONYA

Mustafa Cihan ÇELEBİ

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY THE DEGREE OF MASTER OF
SCIENCE IN DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Fatma KUNT

2025, 65 Pages

Jury

Assoc. Prof. Dr. Fatma KUNT

Prof. Dr. Senar AYDIN

Assoc. Prof. Dr. Ebru KOÇAK

Climate change negatively impacts cities and human health through dangers such as heatwaves, droughts, heavy rainfall, strong winds, and forest fires. The increase observed in the atmosphere due to the use of fossil fuels, the destruction of forest and sink areas, industrialisation, agriculture, and livestock farming, which are the main causes of greenhouse gases such as carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), and nitrous oxide (N₂O), The increase observed in the atmosphere as a result of activities such as fossil fuel use, destruction of forest areas and sinks, industrialisation, agriculture and livestock farming has led to the global effects of climate change being seen today. In this thesis study, a greenhouse gas emissions inventory was prepared for the province of Konya for the years 2022, 2023 and 2024. The study was conducted according to the Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC) Basic Plus methodology. Emission sources were examined under five main categories: stationary energy sources (residential, commercial and institutional buildings, manufacturing, industry and construction), transport, waste and wastewater, industrial processes, and agriculture, forestry and livestock. Within the scope of stationary sources, the energy consumption of residential, commercial and institutional, public buildings, manufacturing, industry and construction sectors was analysed, and greenhouse gas emissions from fuel consumption were assessed in the transport category. In the waste and wastewater category, emissions from municipal waste (rubbish), landfill sites and wastewater treatment were calculated. In the industrial processes category, the amount of greenhouse gas emissions from processes at a cement factory operating in Konya province was calculated. The agriculture, forestry and livestock category was addressed in terms of methane emissions based on the number of large and small livestock. Activity data for the relevant years was collected for each category. Greenhouse gas emission calculations were performed using appropriate approaches, parameters, and factors in line with the IPCC, DEFRA, National Inventory, and GPC guidelines. As a result of the calculations, greenhouse gas emissions amounted to 13,879,014 tCO₂e in 2022, 14,442,060 tCO₂e in 2023, and 15,566,785 tCO₂e in 2024. A 12.16% increase was observed in the total inventory between 2022 and 2024. The transport sector accounted for the highest share of the inventory at 24.8%, followed by the agriculture, forestry and livestock sector at 21.42%. The resulting emissions were compared between 2022-2023-2024, and reduction action plans were proposed for the sectors.

Keywords: Climate Change, Emission Factors, Greenhouse Gas, Inventory, Konya

ÖNSÖZ

Şehrimin iklim değişikliği ile mücadelesinde yol haritası olması, sera gazı emisyonlarının hangi kapsamda ve ne miktarda olduğunu gösterebilmek, emisyonların kaynaklarını belirleyebilmek ve sonuçlarının verebileceği etkilere karşı dirençliliği sağlamak için eylemler sunabilmek adına böyle bir tez çalışması gerçekleştirdim.

Bu kapsam da sonuca gidebilmek için kilit bir nokta olan veri temini konusunda dirsek temasında olduğum tüm kurumların ve özellikle çalışmakta olduğum Konya Büyükşehir Belediyesi İklim Değişikliği ve Sıfır Atık Dairesi Başkanlığının büyük katkıları olmuştur.

Süreç boyunca araştırmalarımnda destek olan, sürecin tamamlanabilmesi için elinden gelen her şeyi yapan danışman hocam Doç. Dr. Fatma Kunt'a , her zaman destekçim olan annem ile eşim Meltem Çelebi'ye ve canım kızım Asel Duru Çelebi'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.

Mustafa Cihan ÇELEBİ
KONYA-2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	6
2.1. İklim Değişikliğine Genel Bir Bakış.....	6
2.1.1. İklim değişikliğinin doğal ve antropojenik etkileri.....	9
2.2. Sera Gazları.....	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1. Hesaplama Metodolojisi.....	13
3.2. Sera Gazı Emisyon Envanteri Sınırları ve Kapsamlar	16
3.3. Sera Gazı Emisyonu Hesaplama Aşamaları.....	18
3.4. Sera Gazı Emisyonu Hesaplama Sonuçları.....	22
3.4.1. Konutlardan kaynaklı sera gazı emisyonları.....	22
3.4.2. Ticari ve kurumsal binalardan kaynaklı sera gazı emisyonları.....	25
3.4.3. İmalat, sanayi ve inşaat kaynaklı sera gazı emisyonları	27
3.4.4. Ulaşım kaynaklı sera gazı emisyonları	29
3.4.5. Atık bertarafı ve atıksu arıtımı kaynaklı sera gazı emisyonları	31
3.4.6. Endüstriyel proses kaynaklı sera gazı emisyonları	34
3.4.7. Tarımsal faaliyetlerde kullanılan elektrik kaynaklı sera gazı emisyonları	35
3.4.8. Tarım, orman ve hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklı sera gazı emisyonları ...	36
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	41
4.1. Sera Gazı Emisyon Kaynaklarında Azaltım Eylemleri	44
4.1.1. Konutlardan kaynaklı sera gazı emisyon kaynaklarında azaltım eylemleri	44
4.1.2. Ticari ve kurumsal binalardan kaynaklı sera gazı emisyon kaynaklarında azaltım eylemleri	44
4.1.3. İmalat, sanayi ve inşaat kaynaklı sera gazı emisyon kaynaklarında azaltım eylemleri	45
4.1.4. Ulaşım kategorisi kaynaklı sera gazı emisyon kaynaklarında azaltım eylemleri	45
4.1.5. Endüstriyel proseslerden kaynaklı sera gazı emisyon kaynaklarında azaltım eylemleri	46
4.1.6. Tarımsal faaliyetlerde elektrik kullanımından kaynaklı sera gazı emisyon kaynaklarında azaltım eylemleri	46
4.1.7. Tarım, orman ve hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklı sera gazı emisyon kaynaklarında azaltım eylemleri	46
4.1.8. Atık bertarafı ve atıksu arıtımı kaynaklı sera gazı emisyon kaynaklarında azaltım eylemleri	47
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	48
5.1. Sonuçlar	48
5.2. Öneriler	50
KAYNAKLAR	51

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Konya İl Haritası	3
Şekil 2.1 Ulusal Olarak Belirlenmiş Toplam Sera Gazı Azaltım Katkısı	12
Şekil 3.1 GPC Emisyon Kaynakları	14
Şekil 3.2 Envantere Dahil Edilen Emisyon Kaynakları	15
Şekil 3.3 GPC Kapsamlar.	16
Şekil 3.4 Konutlardan Kaynaklı SGE Miktarı	25
Şekil 3.5 Ticari ve Kurumsal Binalardan Kaynaklı SGE Miktarı	26
Şekil 3.6 İmalat, Sanayi ve İnşaat Kaynaklı SGE Miktarı	29
Şekil 3.7 Ulaşım Kaynaklı SGE Miktarı	31
Şekil 3.8 Aıksu Arıtımından Kaynaklı SGE Miktarı	33
Şekil 3.9 Atık Bertarafı Kaynaklı SGE Miktarı	33
Şekil 3.10 Endüstriyel Proses Kaynaklı SGE Miktarı	35
Şekil 3.11 Tarımsal Faaliyetlerde Kullanılan Elektrik Kaynaklı SGE Miktarı	36
Şekil 3.12 Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılımı	36
Şekil 3.13 Enterik Fermantasyon Kaynaklı Oluşan SGE Miktarı	40
Şekil 3.14 Büyükbaş, Küçükbaş Hayvan Gübresi Kaynaklı Oluşan SGE Miktarı	40
Şekil 4.1 SGE Sektörel Toplamları	41
Şekil 4.2 Sektörlerin 3 Yıllık SGE Karşılaştırması	42
Şekil 4.3 Sektörlerin Yıllar İçinde Oransal Değişimi	42
Şekil 5.1 Konya İli Yıllara Ait Kişi Başı SGE Miktarı	48
Şekil 5.2 Konya İli Yıllara Göre Toplam SGE Miktarı	49

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1 Konya İli 2024 Yılı Yaş-Cinsiyet Nüfus Dağılımı	4
Tablo 3.1 Sera Gazı Emisyon Hesabına Dahil Edilen Kaynaklar ve Kapsamları	17
Tablo 3.2 GWP Katsayıları	19
Tablo 3.3 Net Kalorifik Değerler	19
Tablo 3.4 Emisyon Faktörleri	20
Tablo 3.5 Doğalgaz Yoğunluk ve Elektrik Kayıp Kaçak Oranları	22
Tablo 3.6 Konutlardan Kaynaklı 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonları	23
Tablo 3.7 Konutlardan Kaynaklı 2023 Yılı Sera Gazı Emisyonları	24
Tablo 3.8 Konutlardan Kaynaklı 2024 Yılı Sera Gazı Emisyonları	24
Tablo 3.9 Ticari ve Kurumsal Binalardan Kaynaklı 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonları	25
Tablo 3.10 Ticari ve Kurumsal Binalardan Kaynaklı 2023 Yılı Sera Gazı Emisyonları	26
Tablo 3.11 Ticari ve Kurumsal Binalardan Kaynaklı 2024 Yılı Sera Gazı Emisyonları	26
Tablo 3.12 İmalat, Sanayi ve İnşaat Kaynaklı 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonları	27
Tablo 3.13 İmalat, Sanayi ve İnşaat Kaynaklı 2023 Yılı Sera Gazı Emisyonları	28
Tablo 3.14 İmalat, Sanayi ve İnşaat Kaynaklı 2024 Yılı Sera Gazı Emisyonları	28
Tablo 3.15 Ulaşımdan Kaynaklı 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonları	29
Tablo 3.16 Ulaşımdan Kaynaklı 2023 Yılı Sera Gazı Emisyonları	30
Tablo 3.17 Ulaşımdan Kaynaklı 2024 Yılı Sera Gazı Emisyonları	30
Tablo 3.18 Atık Bertarafı ve Atıksu Arıtımı Kaynaklı 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonları	31
Tablo 3.19 Atık Bertarafı ve Atıksu Arıtımı Kaynaklı 2023 Yılı Sera Gazı Emisyonları	32
Tablo 3.20 Atık Bertarafı ve Atıksu Arıtımı Kaynaklı 2024 Yılı Sera Gazı Emisyonları	32
Tablo 3.21 Endüstriyel Proses Kaynaklı 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonları	34
Tablo 3.22 Endüstriyel Proses Kaynaklı 2023 Yılı Sera Gazı Emisyonları	34
Tablo 3.23 Endüstriyel Proses Kaynaklı 2024 Yılı Sera Gazı Emisyonları	34
Tablo 3.24 Tarımda Elektrik Kullanımı Kaynaklı 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonları	35
Tablo 3.25 Tarımda Elektrik Kullanımı Kaynaklı 2023 Yılı Sera Gazı Emisyonları	35
Tablo 3.26 Tarımda Elektrik Kullanımı Kaynaklı 2024 Yılı Sera Gazı Emisyonları	36
Tablo 3.27 Enterik Fermantasyon ve Gübre Kaynaklı 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonları	37
Tablo 3.28 Enterik Fermantasyon ve Gübre Kaynaklı 2023 Yılı Sera Gazı Emisyonları	38
Tablo 3.29 Enterik Fermantasyon ve Gübre Kaynaklı 2024 Yılı Sera Gazı Emisyonları	39
Tablo 4.1 Konutlardan Kaynaklı SGE Azaltım Eylemleri	44
Tablo 4.2 Ticari ve Kurumsal Binalardan Kaynaklı SGE Azaltım Eylemleri	44
Tablo 4.3 İmalat, Sanayi ve İnşaat Kaynaklı SGE Azaltım Eylemleri	45
Tablo 4.4 Ulaşımda Kategorisi Kaynaklı SGE Azaltım Eylemleri	45
Tablo 4.5 Endüstriyel Proseslerden Kaynaklı SGE Azaltım Eylemleri	46
Tablo 4.6 Tarımda Elektrik Kullanımından Kaynaklı SGE Azaltım Eylemleri	46
Tablo 4.7 Tarım,Orman ve Hayvancılık Kaynaklı SGE Azaltım Eylemleri	46
Tablo 4.8 Atık Bertarafı ve Atıksu Arıtımı Kaynaklı SGE Azaltım Eylemleri	47

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

CO₂e :	Karbondioksit eşdeğeri
GWP :	Global Warming Potential (Küresel Isınma Potansiyeli)
EF :	Emisyon Faktörü
FV:	Faaliyet Verisi
NCV :	Net Calorific Value (Net Kalorifik Değer)
CO₂ :	Karbondioksit
CH₄ :	Metan
N₂O :	Diazot monoksit (Nitroz oksit)
HFCs :	Hidroflorokarbonlar
PFCs :	Perflorokarbonlar
SF₆ :	Kükürt hekzaflorür
NF₃ :	Azot triflorür
CFC :	Kloroflorokarbonlar
HCFC :	Hidrokloroflorokarbonlar
TJ :	Terajoule
kWh :	Kilowatt-saat
MJ :	Megajoule
tCO₂e :	Ton karbondioksit eşdeğeri
NO_x :	Azot oksitler
Gg:	1000 ton
m/s:	metre/saniye
Kcal:	Kilokalori
Mm:	Milimetre
MW:	Megavat
kWh:	Kilo Watt saat
C:	Santigrat
Km:	Kilometre

KISALTMALAR

AFAD:	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
BC:	Yanlılık Düzeltmesi
BTK:	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
ÇEM:	Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
CNC:	Sayısal Kontrol
COP24:	24. Taraflar Konferansı
Corine:	Çevresel Bilginin Koordinasyonu
ÇŞİB:	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
DSİ:	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs
DSÖ:	Dünya Sağlık Örgütü
EC:	Avrupa Komisyonu
ECMWF:	Avrupa Orta Vadeli Hava Tahminleri
EİGM:	Enerji İşleri Genel Müdürlüğü

ELPS:	Acil Yıldırımdan Koruma Sistemi
EN:	Tehlikede (Endangered)
Envanis:	Envanter-İstatistik (OGM Orman varlığı envanteri ve istatistikleri)
EPDK:	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EUNIS:	Avrupa Doğa Bilgi Sistemi
EX:	Nesli Tükenmiş
GES:	Güneş Enerji Santrali
GHSL:	Global Human Settlement Layer-Küresel İnsan Yerleşmeleri Katmanı
Görbis:	Görüntü Bilgi Sistemi
HES:	Hidroelektrik Santrali
HSGM:	Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü
HWF:	Sıcak Hava Dalga Frekansı
İEP:	İşbaşı Eğitim Programı
IPCC:	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
IPCC AR6:	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli 6. Değerlendirme Raporu
İSO:	Uluslararası Standardizasyon Örgütü
IUCN:	Uluslararası Doğayı Koruma Birliği
JES:	Jeotermal santrali
KBB:	Konya Büyükşehir Belediyesi
KDV:	Katma Değer Vergisi
LC:	En az endişe verici
LED:	Işık Yayan Diyot
LİDA:	Lazer Görüntüleme Algılama ve Menzil
LPG:	Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
M.Ö.:	Milattan Önce
MEA:	Binyıl Ekosistem Değerlendirme
MGM:	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MICE:	Toplantı, teşvik, konferans, sergi amaçlı etkinlikler
MP:	Milli Park
MTA:	Maden Teknik Arama Genel Müdürlüğü
NACE:	Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiksel Sınıflandırması
NT:	Tehdit altına girebilir
ÖÇK:	Özel Çevre Koruma Bölgesi
ÖDA:	Önemli Doğa Alanı
OECD:	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı
OGM:	Orman Genel Müdürlüğü
ÖKA:	Önemli Kuş Alanı
OSB:	Organiza Sanayi Bölgesi
OSM:	Open Street Map-Açık Sokak Haritası
PCA:	Temel Bileşen Analizi
PV:	Fotovoltaik
QALY:	Kaliteye Ayarlanmış Yaşam Yılı
R95P:	Aşırı Yağışlı Günler İndisi
RCP:	Temsili Konsantrasyon Rotası
RegCM4:	Bölgesel İklim Modeli 4. Nesil
RES:	Rüzgâr Enerji Santrali
SEGE:	Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksi
SECAP:	Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı
SGK:	Sosyal Güvenlik Kurumu
SPA:	Su terapisi ve bakımı

SPEI:	Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndisi
STK:	Sivil Toplum Kuruluşu
SUMP:	Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik Planı
SYGM:	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
TA:	Tabiat Anıtı
TCDD:	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
TÇM:	Türkiye Çölleşme Risk Modeli
TEİAŞ:	Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TKA:	Tabiatı Koruma Alanı
TKDK:	Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu
TM:	Turizm Merkezi
TOB:	Tarım ve Orman Bakanlığı
TP:	Tabiat Parkı
TSE:	Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK:	Türkiye İstatistik Kurumu
UMKE:	Ulusal Medikal Kurtarma Ekibi
UNCCD:	Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi
UNSDGs:	Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri
UNWTO:	Birleşmiş Milletler Dünya Turizm Örgütü
USBS:	Ulusal Su Bilgi Sistemi
USD:	Amerikan Doları
VU:	Etkilenebilir
W98:	Şiddetli Rüzgârlı Günler İndisi
WEI:	Su Kullanım Endeksi
WWF:	Dünya Doğayı Koruma Vakfı
YAS:	Yeraltı suyu
YEKA:	Yenilenebilir Enerji Kaynakları
YHGS:	Yaban Hayatı Geliştirme Sahası

1. GİRİŞ

Son yıllarda küresel ölçekte yaşanan çevresel değişimler, iklim değişikliğini insanlığın karşı karşıya olduğu en büyük tehditlerden biri haline getirmiştir. Sanayi devriminden bu yana artan fosil yakıt kullanımı, kentleşme, ulaşım faaliyetleri ve tarımsal üretim gibi insan kaynaklı süreçler, atmosferdeki sera gazı (SG) konsantrasyonlarını ciddi şekilde artırmıştır. Bu gazlar, yeryüzünden yayılan ısıyı tutarak küresel sıcaklıkların yükselmesine neden olmakta ve iklim sistemlerinde geri dönüşü zor etkiler yaratmaktadır.

Sera gazları arasında en yaygın olanları karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), azot oksit (N_2O) ve florlu gazlardır. Bu gazların salımı, bireylerin ve kurumların karbon ayak izi olarak tanımlanan çevresel etkilerini oluşturur. Karbon ayak izi, bir kişinin, kuruluşun veya bölgenin doğrudan ve dolaylı olarak atmosfere saldırdığı toplam sera gazı miktarını ifade eder ve iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir göstergedir.

Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde, iklim değişikliği; altyapı hasarları, enerji talebindeki dalgalanmalar, gıda güvenliği sorunları ve sağlık harcamalarında artış gibi sonuçlar doğurabilmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkeler ve kuraklık riski taşıyan bölgeler, bu etkiler karşısında daha kırılgan bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, iklim değişikliğiyle mücadele yalnızca küresel düzeyde değil, yerel ve bölgesel düzeyde de ele alınması gereken bir konudur.

Bu bağlamda, karbon ayak izi kavramı, bireylerin, kurumların ve yerleşim yerlerinin iklim üzerindeki etkilerini ölçmek açısından önemli bir araçtır. Karbon ayak izi, doğrudan ve dolaylı olarak atmosfere salınan toplam sera gazı miktarının ton karbondioksit eşdeğer cinsinden karşılığıdır. Kentler, dünya nüfusunun büyük bir kısmını barındırmaları ve enerji, ulaşım, atık gibi yoğun faaliyetlere ev sahipliği yapmaları nedeniyle sera gazı emisyonlarının önemli bir kısmından sorumludur. Bu nedenle şehir ölçeğinde yapılan sera gazı envanteri çalışmaları, yerel yönetimlerin iklim politikalarını şekillendirmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Kentler, küresel sera gazı emisyonlarının büyük bir kısmından sorumlu olmaları nedeniyle iklim politikalarının merkezinde yer almaktadır. Bu bağlamda, yerel düzeyde sera gazı envanterlerinin çıkarılması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak ve etkili iklim eylem planları geliştirmek açısından kritik öneme sahiptir. GPC (Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories) Basic Plus

metodolojisi, şehirlerin emisyonlarını uluslararası standartlara uygun şekilde hesaplamalarına olanak tanımaktadır.

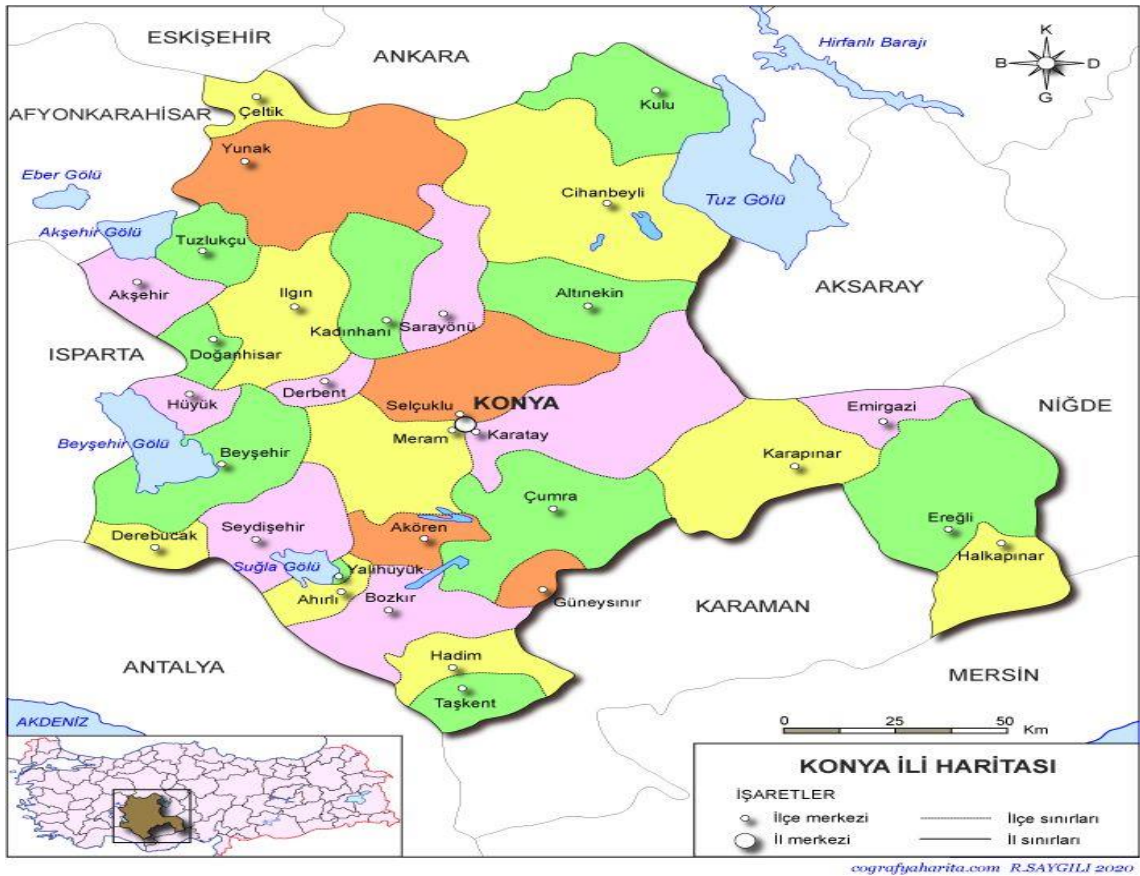
Şehirlerin bugüne kadar kullandığı envanter yöntemleri önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Bu tutarsızlık, şehirler arası karşılaştırmaları zorlaştırmakta, veri kalitesiyle ilgili soruları gündeme getirmekte ve yerel ve ulusal hükümetlerin sera gazı emisyon verilerini toplama yeteneğini sınırlamaktadır. Daha güvenilir ve anlamlı raporlama yapılabilmesi için, sera gazı hesaplamalarında daha fazla tutarlılık gerekmektedir.

Türkiye'nin en büyük yüzölçümüne sahip tarım şehri Konya, iklim değişikliğinden en çok etkilenen illerden biri olarak öne çıkmaktadır. Özellikle tarım konusunda önemli bir yere sahip olan Konya iklim değişikliği ve bilinçsiz su kullanımı sebebiyle çölleşme tehdidi altındadır. Kurak iklimin yanı sıra aşırı yeraltı suyu kullanımı ile öne çıkan tarım faaliyetleriyle, yüzey ve yeraltı su kaynakları üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Bu durum toprak verimliliğinin azalması, biyoçeşitliliğin kaybolması ve obruk gibi risklerin artması gibi sonuçlar doğurmaktadır. İklim değişikliğinin etkilerinin artmasıyla birlikte, tarımla geçimini sağlayan kesimlerin refahının azalması senaryoları, çeşitli sosyo-ekonomik katmanları etkileyen karmaşık bir sorun haline gelmeye devam edecektir. Yapılan iklim projeksiyonları ve analizler, iklim değişikliğinin Konya ili için yaratacağı tehlikeleri kuraklık, yağışlarda azalma ve sıcak hava dalgalarında artış olarak göstermektedir. Bu tehlikeler karşısında Konya ilinin tüm ilçeleri, sahip oldukları sosyo-ekonomik ve çevresel koşullara bağlı olarak farklı etkilenebilirlik ve risk düzeylerine sahiptir.

Konya, Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan tarihi ve kültürel açıdan zengin bir şehirdir. Anadolu'nun en eski yerleşim yerlerinden birisi olan Konya, tarih boyunca Hititler, Frigler, Roma ve Bizans, Büyük Selçuklu ve Anadolu Selçuklu Devletlerinin yurdu olmuştur. Uzun yıllar Anadolu Selçuklu Devletinin başkentliğini yapması sebebiyle şehrin her noktasında tarihten bir iz bulunmaktadır.

Konya ili, yaklaşık 41.000 km²'lik yüzölçümü ile ülkenin en geniş ilidir. Coğrafi koordinatları itibarıyla 36° 41' ile 39° 16' kuzey paralelleri ve 31° 14' ile 34° 26' doğu meridyenleri arasında yer almakta olan Konya, doğu-batı yönünde yaklaşık 281 km'lik bir uzunluğa sahiptir. Ortalama yükseltisi 1.016 metre olan Konya, kuzeyden Ankara, batıdan Isparta, Afyonkarahisar, Eskişehir, güneyden, İçel, Karaman, Antalya, doğudan, Niğde, Aksaray illeri ile çevrilidir.

Konya, 2024 yılı baz alındığında 2.330.024 kişi nüfusu ile Türkiye'nin toplam nüfusunun %2,7'sini oluşturmaktadır. Nüfus büyüklüğü açısından Türkiye'deki 81 il arasında 6. sırada yer almakta olup, nüfus yoğunluğu ise metrekare başına 57 kişidir. İl merkezi nüfusu ise 1.433.861 kişidir. Dünyadaki 50'den fazla ülkeden daha fazla nüfusa sahiptir. 3 adet merkez ve 28 taşra ilçesi vardır. Nüfus bakımından en büyük ilçesi merkez ilçe olan Selçuklu İlçesi, en küçük ilçesi Yalıhüyük ilçesidir. İlde yaşayan erkek sayısı 1.157.080, kadın sayısı ise 1.172.944 kişidir. Konya'nın idari yapısı içerisinde öne çıkan ana ilçeleri arasında merkez ilçeleri olan Karatay, Meram ve Selçuklu yer almaktadır. Konya il haritası şekil 1.1 de verilmiştir.



Şekil 1.1 Konya İl Haritası

Nüfus ve iklim değişikliği arasındaki ilişkiyi (Kondakcı, 2024) çalışmasında; global olarak genç nüfusun azalması, yaş ortalamalarının yükselmesi ve iklim değişikliğinin şimdi de en önemli sorunlardan olduğunu, geçmiş yıllara oranla çok büyük seviyelere çıkan doğal afet sayısının temelinde iklim değişikliğinin yer aldığını belirtmektedir. Ayrıca iklim değişikliği kaynaklı seller, sıcak hava dalgaları, kasırgalar, orman yangınları ve kuraklık gibi olaylar önemli etkiye sahip olduğunu iklim değişikliğinin, insan sağlığı ve psikolojisi üzerinde olumsuz etki yarattığını

belirtmektedir. İklim değişikliği ile her yaştaki bireyin sağlığı etkilense de giderek artan sayıdaki araştırmanın da gösterdiği gibi yaşlı bireylerin hayatlarının bir döneminde daha fazla ve orantısız bir şekilde etkilendiği görülmektedir. Hassas grupların, yaş almış bireylerin çeşitli faktörlerden kaynaklı (fizyolojik, bilişsel, sosyal, ekonomik vb. yetersizlik veya yoksunluk) iklim değişikliğine bağlı gerçekleşen olaylarda daha büyük risk altında olduğuna değinmiştir. Konya ilinin 2024 yılına ait yaş, cinsiyet kırılımlı nüfus tablosu tablo 1.1 de verilmiştir.

Tablo 1.1 Konya İli 2024 Yılı Yaş-Cinsiyet Nüfus Dağılımı (TÜİK, 2024)

31.12.2024	Toplam-Total	Toplam	2 330 024
		Erkek-	1 157 080
		Kadın-	1 172 944
0-4	Toplam-		147 337
	Erkek-		75 266
	Kadın-		72 071
5-9	Toplam		179 226
	Erkek-		91 840
	Kadın-		87 386
10-14	Toplam		182 765
	Erkek-		93 865
	Kadın-		88 900
15-19	Toplam		186 175
	Erkek-		95 270
	Kadın-		90 905
20-24	Toplam-		183 991
	Erkek-		91 602
	Kadın-		92 389
25-29	Toplam-		177 614
	Erkek-		89 477
	Kadın-		88 137
30-34	Toplam-		159 692
	Erkek-		80 163
	Kadın-		79 529
35-39	Toplam-		164 039
	Erkek-		82 853
	Kadın-		81 186
40-44	Toplam-		168 577
	Erkek-		84 758
	Kadın-		83 819
45-70	Toplam-		149 643
	Erkek-		75 128
	Kadın-		74 515

Tablo 1.1 (Devamı) Konya İli 2024 Yılı Yaş-Cinsiyet Nüfus Dağılımı (TÜİK, 2024)

70-74	Toplam-	68 229
	Erkek-	30 922
	Kadın-	37 307
75-79	Toplam-	49 399
	Erkek-	20 721
	Kadın-	28 678
80-84	Toplam-	25 688
	Erkek-	10 208
	Kadın-	15 480
85-89	Toplam-	12 641
	Erkek-	4 731
	Kadın-	7 910
90+	Toplam-	5 953
	Erkek-	2 036
	Kadın-	3 917

Bu çalışmanın temel amacı, Konya iline ait sera gazı emisyonlarının sektörler bazında belirlenmesi ve yıllar itibarıyla değişim eğilimlerinin ortaya konulmasıdır. Çalışma ile Konya ilinin mevcut emisyon profili sayısal verilerle ortaya konulmuş ve yerel ölçekte sera gazı envanteri hazırlanmıştır. Yerel ölçekte hazırlanan sera gazı envanterlerinin, iklim değişikliği ile mücadelede nasıl etkin bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektir. Yerel yönetimlerin, sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik politika ve eylem planlarını oluşturabilmesi için güvenilir ve karşılaştırılabilir verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma, Konya ili özelinde oluşturulan emisyon envanteri ile karar vericilere bilimsel bir altlık sunmayı hedeflemektedir.

Bu tez çalışması, yerel ölçekte sera gazı emisyon envanteri hazırlanmasına yönelik sınırlı sayıdaki akademik çalışmalara katkı sağlaması açısından önem taşımaktadır. Ayrıca, elde edilen sonuçlar; iklim eylem planlarının hazırlanması, sürdürülebilir şehircilik politikalarının geliştirilmesi ve Türkiye'nin ulusal ve uluslararası iklim hedefleriyle uyumlu uygulamaların hayata geçirilmesi açısından yol gösterici nitelik taşımaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

İklim değişikliğiyle mücadelede yerel düzeyde sera gazı emisyonlarının belirlenmesi ve izlenmesi, sürdürülebilir kalkınma politikalarının oluşturulmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, Konya ili özelinde hazırlanmış olan bu sera gazı emisyon envanteri çalışması, hem bölgesel çevre yönetimi hem de ulusal iklim stratejileri açısından önemli bir boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Bu bölümde, ulusal ve uluslararası düzeyde kabul görmüş raporlar, akademik yayınlar, kurum faaliyet raporları ve yerel yönetim belgeleri incelenerek çalışmanın bilimsel temeli oluşturulmuştur. Literatürdeki mevcut yaklaşımlar, veri kaynakları ve hesaplama yöntemleri analiz edilerek Konya ili için uygun bir envanter modeli geliştirilmesine olanak sağlanmıştır.

2.1. İklim Değişikliğine Genel Bir Bakış

İnsanlığın var olduğu andan itibaren birçok sorunla karşılaşmış ve çeşitli çözümler bulunmuştur. Sanayi Devrimi sonrasında fosil yakıtların endüstrilerde kullanılmasıyla, karbon salınımının artışları iklim değişikliği problemini gün yüzüne çıkarmaya başlamıştır. İklim değişikliği ülkelerin refah seviyelerine bakmaksızın doğaya salınım yapan dünya ülkelerinin tamamını etkilemektedir. Tek bir bölge veya ülkenin sorumlu olmadığı bu küresel ısınmaya, hangi sektör olursa olsun fosil yakıtların kullanılması, kullanımının daha da yaygınlaşması sera gazı miktarının her geçen gün artmasına neden olmaktadır (Mercan ve Karakaya, 2013).

Sanayi Devrimi'nden itibaren atmosferde belli oranlara sahip olan sera gazlarının miktarı ve bileşimi değişmeye başlamıştır. Üretimin artmasıyla, üretim sürecinin en temel girdilerinden biri olan enerji ihtiyacı giderek artmıştır. Artan enerji ihtiyacının kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlardan sağlanması ile iklim değişikliği çerçevesinde bu noktaya dikkat çekilmiştir. Fosil yakıtların yanması sonucu önemli miktarda karbondioksit gazı açığa çıktığı için hem atmosferdeki karbondioksit yoğunluğu artmakta hem de sera gazları içinde en büyük paya sahip olan bu gazın toplam sera gazı içindeki payı giderek artmaktadır. Bu durum ise, atmosferde sera gazlarının bileşimini ve yoğunluğunu değiştirmekte ve atmosferin ısı geçirgenliği özelliğini engelleyerek küresel ısınma sürecine olumsuz katkılar yapmaktadır. Bu bağlamda, enerji kullanımı ve küresel ısınma, dolayısıyla iklim değişikliği arasında, oldukça güçlü bir bağ olduğu aşikardır (Mercan ve Karakaya, 2013).

Fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma, arazi değişimleri gibi parametreler neticesinde meydana gelen iklimdeki değişikliklerin dünyanın çeşitli bölgelerinde ortalama sıcaklıklarda oluşan büyük değişiklikler sonucunda buzulların miktarında azalma olduğu, yağış rejimlerinde değişimler olduğu belirtilmiştir. Dünyanın oluşumunu ifade eden jeolojik tarihi boyunca iklim sisteminde milyonlarca yıldan on yıllara kadar tüm zaman dilimlerinde doğal etmenler ve antropojenik süreçlerle birçok değişiklik olmuştur (Türkeş,2008).

Jeolojik zamanlar boyunca meydana gelen iklim değişimleri; buzul ilerlemeleri, deniz seviyesi dalgalanmaları aracılığıyla yalnızca yeryüzü şekillerini değil, aynı zamanda ekosistemlerin yapısını da uzun vadeli olarak etkilemiştir. Bununla birlikte, 19. yüzyılın ortalarından itibaren iklim sistemi üzerinde etkili olan faktörler arasına insan faaliyetleri de eklenmiştir. Bu dönemle birlikte, iklimde gözlenen değişimlerin yalnızca doğal süreçlerle açıklanması yeterli olmamış, insan kaynaklı etkiler de belirleyici hale gelmiştir. Günümüzde iklim değişikliği kavramı, özellikle sera gazı salımlarını artıran insan etkinlikleri dikkate alınarak ele alınmaktadır. Bu yaklaşım doğrultusunda, iklim değişikliği; Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde, doğal iklim değişkenliğine ek olarak, insan faaliyetlerinin atmosferin bileşimini değiştirmesi sonucunda ortaya çıkan iklimsel farklılaşmalar olarak tanımlanmaktadır (Türkeş,2008).

Birleşmiş Milletlere bağlı iki kurum Dünya Meteoroloji Örgütü ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından 1988 yılında kurulan IPCC İklim değişikliği ile ilgili çalışmaların ve bulguların 1800'lü yılların ortalarında başlamış olup 20. yüzyılın ortalarında daha yaygın hale gelmeye başladığını ve bu değişikliklerin sorumlusunun %95 oranında antropojenik olduğunu söylemektedir.

Fikade (2015) çalışmasında sera etkisinin varlığının 1800' lü yılların başında Joseph Fourier tarafından savunulduğunu, ilgili kayıtların Claude Pouillet tarafından 1827 ve 1838'de daha da desteklendiğini ve 1800 lü yılların sonuna doğru John Tyndall ve Svante Arrhenius tarafından bilimsel boyutta daha kapsamlı bir şekilde ölçüldüğünü göstermektedir. Sera gazı emisyonlarının her geçen gün artıp iklim değişikliğine yol açması güncel bir mevzu gibi görünse de bilim insanları 1800'lerin başından beri sera etkisini araştırmaktadır. Fransız matematikçi ve fizikçi Jean Batiste Joseph Fourier, ısının nasıl yayıldığını araştırırken farklı materyaller kullanarak 1827 yılında atmosferi cam bir kapla karşılaştıran Fourier, gezegenin etrafındaki havanın, tıpkı cam bir çatı gibi güneş ışığını içeri aldığını fark etmiştir.

TÜSİAD' ın Ekonomi Politikaları Perspektifinden İklim Değişikliğiyle Mücadele yayınında iklim değişikliğine karşı küresel iş birliğinin ilk meyvesi Kyoto Protokolü 1995 yılında imzalanmış ve yerini 2015 tarihli Paris Anlaşması'na bırakmıştır. Paris Anlaşması'yla ülkeler 21. yüzyıl sonunda sıcaklık artışını endüstri devrimi-öncesi değerlerin en fazla 2 derece üstünde tutmak amacıyla sera gazı emisyonlarını, kendi belirledikleri bir plan çerçevesinde düşürme niyetlerini ortaya koymuşlardır. 2019 Aralık ayında AB Komisyonu Başkanı Ursula von der Leyen'in duyurduğu Avrupa Yeşil Mutabakatı (AYM, European Green Deal) ile Paris Anlaşması'nın önemi bir kat daha artmıştır. Bunun sebebi AYM'nin AB ile ticaret yapan ülkeleri anlaşmadan bağımsız olarak etkileme kanallarına sahip olmasıdır. Bir diğer ifadeyle, AYM AB ile ticarete devam etmek isteyen ülkeleri iklim değişikliğiyle mücadeleye daha aktif katılmaya, bu konuda adım atmaya zorlamaktadır (Yeldan ve ark., 2016).

Şehirler, sürdürülebilir kalkınma, iklim değişikliğinin azaltılması ve kentsel dayanıklılık gibi birbiriyle örtüşen zorlukların altını çizmektedir. İnsanların ve ekonomik faaliyetlerin yoğunlaşması; bilgi, sosyal dönüşüm, yenilikler ve yeni teknolojiler üretir. Doğru yönetilmedikleri takdirde riskleri de yoğunlaştırabilirler. Şehirler, iklim değişikliği gibi küresel bir soruna yerel ve daha içsel bir düzeyde yanıt verme konusunda eşsiz bir yeteneğe sahiptir (Hoornweg ve ark., 2020).

Enerji kaynakları dünyanın geleceğinde önemli bir rol oynayacaktır. Enerji, herhangi bir ülkenin kalkınma sürecinde ana faktör olarak adlandırılabilir. Dünya birincil enerji talebinin son yirmi yılda olduğu gibi istikrarlı bir şekilde artmaya devam etmesi beklenmektedir. Dünya nüfusunun 21. yüzyılın sonuna kadar iki katına çıkması beklenmektedir. Enerji üretimi/tüketimi ile ekonomik kalkınma/bilimsel ilerleme arasında güçlü bir pozitif korelasyon vardır.

Enerji, modern yaşamın tüm yönlerini etkilemektedir. Dünya nüfusunun katlanarak artması nedeniyle enerjiye olan talep de katlanarak artmaktadır. Dünya enerji rezervleri 2001 ve 2025 yılları arasında toplam dünya enerji tüketiminin %58 oranında artarak 2001 yılında 404 katrilyon İngiliz ısı birimi (Btu) iken 2025 yılında 640 katrilyon Btu'ya ulaşması beklenmektedir. Dünya nihai enerji tüketimi 2001 yılında %39 petrol, %23 doğal gaz (NG), %24 kömür, %6 nükleer ve %8 diğer şeklindeydi.

Enerji, refahın yaratılmasında başlıca etken ve aynı zamanda ekonomik kalkınmada önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir. Enerjinin ekonomik kalkınmadaki önemi neredeyse evrensel olarak kabul edilmiştir; tarihsel veriler enerjinin mevcudiyeti ile ekonomik faaliyet arasında güçlü bir ilişki olduğunu kanıtlamaktadır.

Geçtiğimiz yirmi yıl boyunca, çevresel bozulma riski ve gerçeği daha belirgin hale gelmiştir. Dünya nüfusunun, tüketimin, endüstriyel faaliyetlerin vb. artması nedeniyle insan faaliyetlerinin çevresel etkisi dramatik bir şekilde arttığından, çevre sorunlarına ilişkin artan kanıtlar çeşitli faktörlerin bir araya gelmesinden kaynaklanmaktadır (Balat, 2006).

Türkiye'nin enerji ihtiyacı düşünüldüğünde neredeyse enerji tüketiminin üçte birinin dönüşüm tesislerinde, %24'ü evlerde ve hizmet sektörlerinde, %23'ü sanayide ve %19'u ulaşımda kullanıldığı gözlemlenmiştir. 2017 yılından 2023'e kadar uygulamada olan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'na göre; konut ve hizmetler, teknoloji, ulaştırma, enerji, sanayi ve tarım konuları olmak üzere toplam 6 kategoride tanımlanmış 55 eylemle, 2023 yılı ile birlikte Türkiye'nin enerji tüketiminin %14 azaltılması hedef olarak konulmuştur. Enerji elde etmek için kullanılan yakıtlar petrol, kömür, odun ve doğalgazdır. Buradaki yakıtların yanması sonucu oluşan metan (CH₄), karbondioksit (CO₂) ve nitroz oksitler(N₂O) sera gazları olarak adlandırılmakta ve dünyanın ısınmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda da küresel ısınma meydana gelmektedir (Yüksel, 2023)

2.1.1. İklim değişikliğinin doğal ve antropojenik etkileri

İklim değişikliğine maruz kalan konu başlıklarına şöyle bir bakmak istediğimizde (Batan ve Toprak, 2015) çalışmasında bu değişikliklerin başlıca; kent tasarımı, meteorolojik parametler(sıcaklık, yağış vb.) deniz seviyesi, kıyı ve kırsal alanları, bitki örtüsünü, halk sağlığını, ekosistemi, sosyo-ekonomik kültürel yapı gibi birçok alan ve sektörü etkilediğini belirtmektedir.

Ayrıca “Enerjiden tarıma, sağlıktan su kaynaklarına kadar yaşam sektörlerin hemen hemen tamamını etkilemesi nedeniyle küresel iklim değişikliği bir çok farklı disiplinde bilim insanları, politikacılar ve hatta sivil toplum örgütleri tarafından en çok tartışılan ve atmosferik araştırmalar, enerji, meteoroloji, gıda, çevre, hidroloji, tarım ve su kaynakları yönetimi ile ilgili literatürde geniş yer alan en ilgi çekici konuların başında geldiği söylenebilir”(Batan ve Toprak, 2015).

İklim değişikliğinin etkilerinin geçmişine bakmaya çalıştığımızda (Demir,2009) çalışmasında geçmişten günümüze gelene dek dünya iklim koşullarında çok sayıda değişiklik olduğunu bunların bazılarının devamı olmayan ancak büyük etki uyandıran olaylar olduğunu söylemektedir. Diğer yaşanan olayların ise bambaşka hikayeleri ve süreçleri olduğunu söz konusu diğer değişikliklerin çoğunun çok uzun zamanlarda meydana geldiğini belirtmiştir.

“Tüm dünyada her geçen yıl bir öncesine kıyasla iklim koşullarında farklılıkların yaşandığı gözlemlenmektedir. Mevsim normalleri üzerindeki sıcaklık artışları, seller, buzulların hızla erimesi, yıkıcı kasırgaların görülmesi ve daha pek çok iklim değişikliğine bağlı olaylar yaşanmaktadır. Bu durum, Türkiye de içinde olmak üzere tüm dünyanın ekosistemini olumsuz bir şekilde etkilemektedir. İklim değişikliğine neden olan unsurların başında ülkelerin sera gazı salınımlarındaki artış yer almaktadır” (Gökten ve ark., 2018).

Şüphesiz iklim değişikliğinin, zengin biyolojik çeşitlilik ve ekosistemlere sahip ülkemizdeki doğal ekolojik sistemlerin bileşimini ve üretkenliğini bozacağı ve biyolojik çeşitliliği azaltacağı, bitki, hayvan ve mikroorganizmaların doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacağı kaçınılmaz bir gerçektir. İklimdeki değişikliğe ve bozulan iklim rejimlerine türlerin tepkisi farklı düzeyde ve farklı biçimde olacağından, birçok ekosistemin yapısı, bileşimi, üretkenliği ve coğrafi dağılışı bozulacaktır. Ancak, bu beklenen ekolojik değişikliklerin birçoğu, iklimdeki değişikliklerin arkasından on yıllardan yüzyıllara kadar gecikebilir. Faunanın ve floranın yaşam yerleri değiştikçe, yeni gelen türler yüzünden biyolojik çeşitlilikte yerel artışlar olabilir. Ancak artan olumsuzluklar (salgın hastalıklar ve yangınlar), biyolojik çeşitlilikte azalmaya ve istenmeyen türlerde artışlara da yol açabilir, habitatlardaki bölünmeler, iklime bağımlı türlerin göçü için yeni engeller yaratabilir. Bu durumda pek çok bitki, böcek, kuş vb türler ortadan kalkabilir, yerel popülasyonları azalabilir veya artabilir (Demir, 2009).

2.2. Sera Gazları

Sanayi Devrimi ile birlikte başlayan ve özellikle 20. yüzyıldan itibaren hız kazanan insan faaliyetleri, iklim sisteminde doğal süreçlerin belirleyiciliğini azaltmıştır. İnsan kaynaklı etkinlikler sonucunda karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), diazot monoksit (N_2O), kloroflorokarbonlar (CFC'ler) ve aerosoller gibi sera gazlarının atmosferdeki birikimi önemli ölçüde artmıştır. Bu, yeryüzüne yakın atmosfer katmanlarında ve yüzey sıcaklıklarında yapay bir artışa neden olmakta ve bu süreç küresel ısınma olarak tanımlanmaktadır (Doğan, 2005).

“Yeryüzündeki tüm yaşam biçimleri için vazgeçilmez bir ortam olan atmosfer, temel olarak birçok gazın karışımından oluşur. Atmosferdeki azot (% 78.08) ve oksijen (% 20.95) molekülleri, temiz ve kuru hava hacminin % 99'unu oluşturur. Kalan yaklaşık % 1'lik kuru hava bölümü, etkisiz bir gaz olan argon (% 0.93) ile nicelikleri çok küçük olan eser gazlardan oluşur. Atmosferdeki birikimi küçük olmakla birlikte, önemli bir sera gazı olan karbondioksit (CO_2), % 0.0377 oranı ile dördüncü sırada yer alır. Doğal sera

gazlarının en önemlileri, başta en büyük katkıyı sağlayan su buharı (H_2O) ve CO_2 olmak üzere, metan (CH_4), diazotmonoksit (N_2O) ve ozon (O_3) gazlarıdır”(Türkeş, 2008).

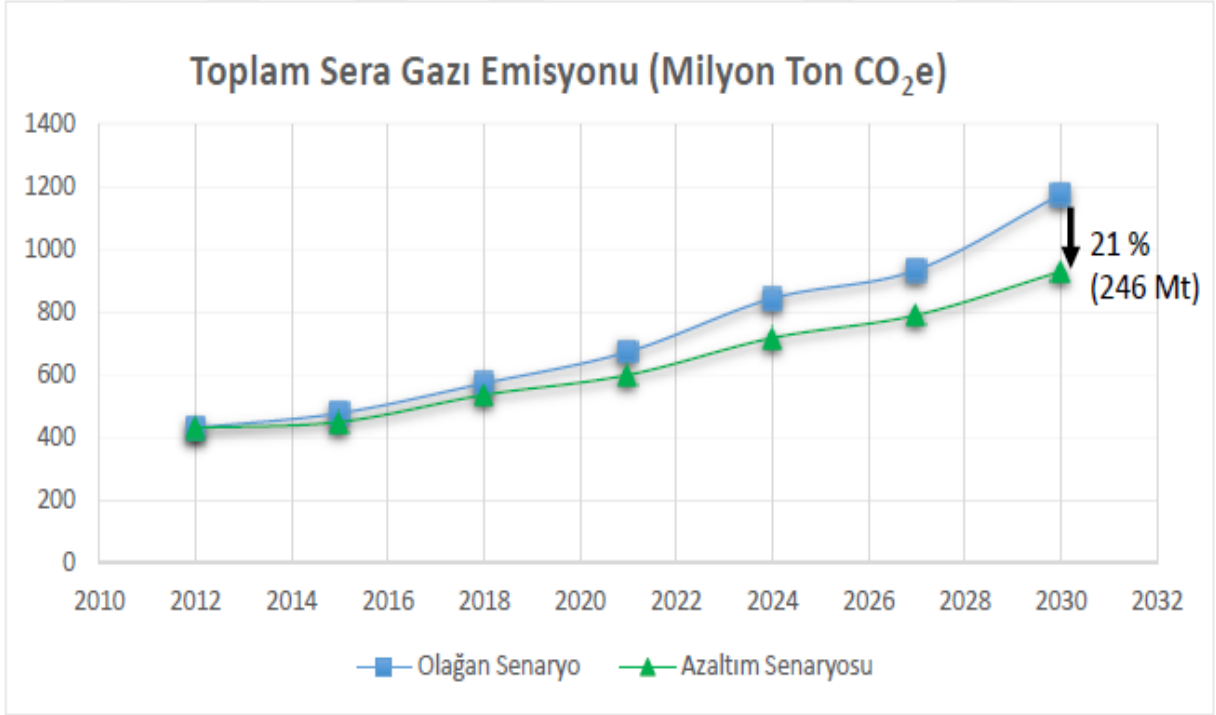
Ülkemizde benzer bir envanter çalışması 2021 yılında Bursa'nın İnegöl ilçesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada küresel protokolün sınırlarını kullanılarak 2018-2019-2020 yıllarını 3 kapsam olarak ve IPCC 2006 kılavuzlarında verilen emisyon faktörlerini kullanarak durağan ve hareketli yakma, atık, atıksu, elektrik, tarım ve hayvancılık sektörlerinde hesaplamalar yapılmıştır. 3 yıla ait envanterindeki en yüksek miktarın her yıl ulaşımdan kaynaklı emisyonlar olduğu görülmüştür (Savaş, 2021).

İstanbul'un Sancaktepe ilçesi için yapılan sera gazı emisyon envanter hesabı da benzer çalışmalar arasında yer almaktadır. İlçenin 2020 ve 2021 yıllarına ait envanter çalışması yapılmış, envanter sınırlarının GPC'ye göre belirlendiği görülmüştür. IPCC kılavuzundaki emisyon faktörleri kullanılmış, kapsam 1 ve 2 olarak hesaplamalar yapılmış ve envanterdeki en yüksek payın bu çalışmada da ulaşım sektörü olduğu görülmüştür. İki yılın karşılaştırmasında ise 2021 yılına ait sera gazı emisyon miktarının 2020 yılına oranla %3,51 arttığı görülmüştür (Yüksel, 2023).

Paris Antlaşması iklim değişikliğiyle küresel mücadele doğrultusunda emisyon azaltım, uyum, kayıp ve zarar, finansman, teknoloji transferi, kapasite geliştirme, izleme-gözden geçirme-saydamlık ve uygunluk mekanizmalarına dair temel kurallar ortaya koymuştur. 'Aşağıdan yukarıya' olarak adlandırılan bu yöntem "Ulusal Düzeyde Belirlenmiş Katkı Niyetleri" (INDCs) adıyla Paris Antlaşmasına eklenmiştir. (Yeldan ve ark. 2016).

Sera gazı azaltımı konutlar ve üçüncül sektörler (okul, hastane, otel, vb.) söz konusu olduğu durumda %50 oranla ısınma potansiyeli kaynaklı çözümler üretilmesi ile sağlanabilir. Elektrik tasarrufu sağlayan önlemlerde önem taşımaktadır. Konut ve üçüncül sektörlerde kullanılan kazanların yenilenmesi ve dizel kazanların doğalgaz ile değiştirilmesi emisyon oranını azaltmada etkili bir çözüm sunar. Dış duvar yalıtımı, çatı yalıtımı, açıklıkların sızdırmazlığının sağlanması, çift camlı pencere kullanımı, düşük enerjili ampul kullanımı gibi çözümler sıralamak mümkündür (Savaş, 2021).

Türkiye INDC kapsamında, 2030 yılında baz senaryoda öngörölmüş olan 1.175 milyon ton CO₂ eşdeğeri sera gazı salınımını %21 oranında azaltımla 929 milyon ton CO₂ eşdeğerine indirmeyi hedeflediğı beyan etmiştir (Şekil 2.1) (Savaş, 2021).



Şekil 2.1 Ulusal Olarak Belirlenmiş Toplam Sera Gazı Azaltım Katkısı

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Hesaplama Metodolojisi

Bu çalışmada Konya ilinin 2022, 2023 ve 2024 yıllarına ait sera gazı emisyon envanterleri çıkarılmıştır. Envanter çalışmaları için Greenhouse Gas Protocol (Şehirler İçin Sera Gazı Protokolü), IPCC, DEFRA ve Ulusal Envanterden faydalanılmıştır.

GHG Protokolü, sera gazı emisyon envanteri noktasında sınırları belirleme, şehirlerin emisyon miktarlarını hangi kapsamlarda hesaplayabileceğini gösterme, emisyon azaltım noktasında önlemler alıp, azaltım hedefleri konusunda bir rota oluşturabilme, referans yıl ve hedef yıl olarak sürecin nasıl izlenebilmesi gerektiği konusunda yol haritası çizibilme açısından ihtiyaç duydukları standartları ve araçları sağlamak amacıyla çalışmaktadır.

Şehirler, güvenilir verilerin mevcut olduğu tüm emisyonları kapsamayı hedeflemelidir. Veri bulunabilirliğindeki sınırlamaları ve şehirler arasındaki emisyon kaynakları farklılıklarını göz önünde bulundurmak için GPC, IPCC kılavuzlarında önerildiği gibi gösterim anahtarlarının kullanılmasını ve sera gazı emisyon kaynağı kategorilerinin hariç tutulmasını veya kısmen muhasebeleştirilmesini gerekçelendiren bir açıklamayı zorunlu kılmaktadır.

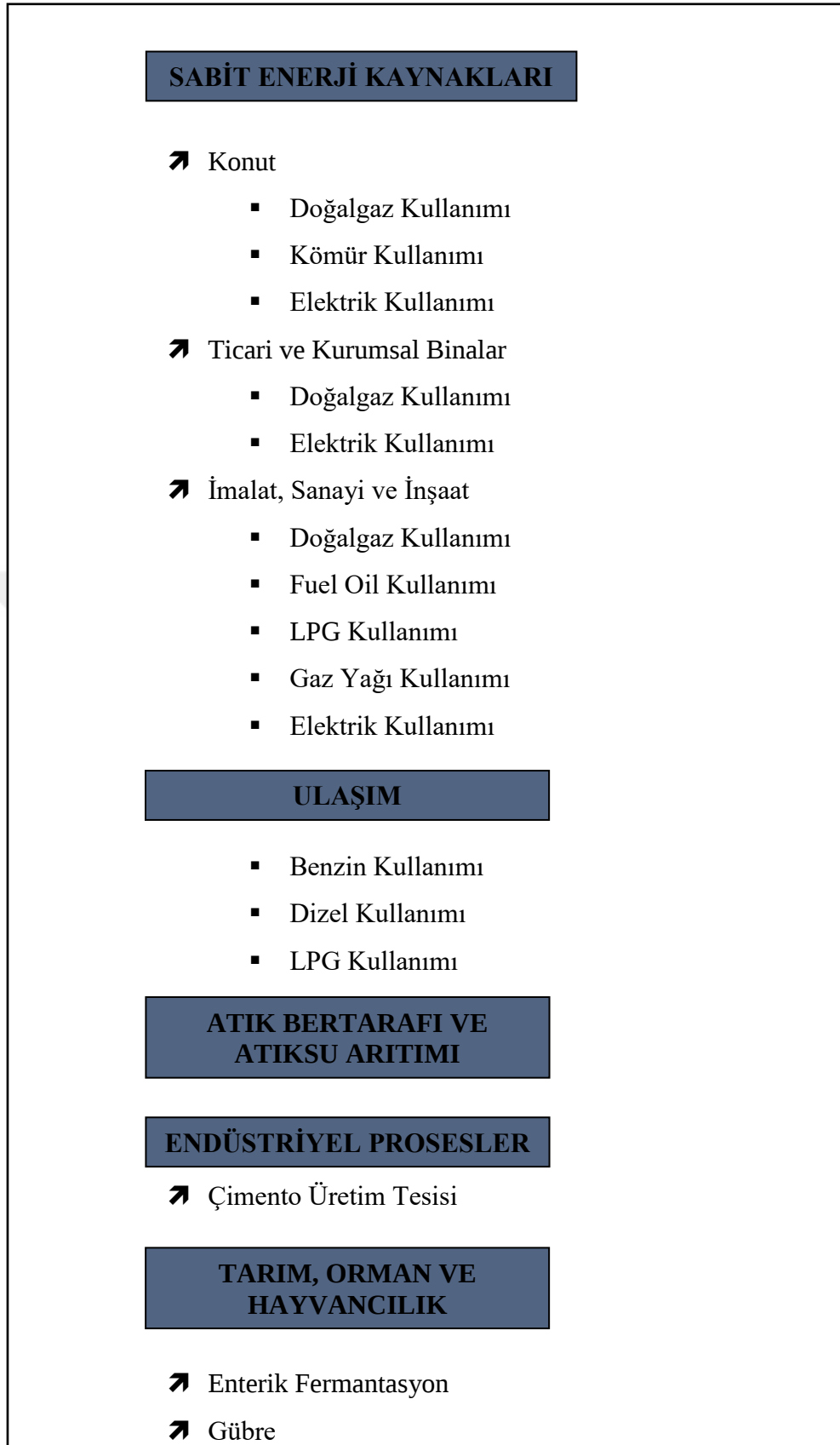
Şehir kaynaklı çerçeve, şehirlere iki raporlama seviyesi arasında seçim yapma seçeneği sunar: BASIC veya BASIC+. BASIC seviyesi, sabit enerji ve ulaşımdan kaynaklanan kapsam 1 ve kapsam 2 emisyonlarının yanı sıra atıklardan kaynaklanan kapsam 1 ve kapsam 3 emisyonlarını kapsar. BASIC+, daha zorlu veri toplama ve hesaplama süreçlerini içerir ve ayrıca IPPU ve AFOLU ile sınır ötesi ulaşımdan kaynaklanan emisyonları da kapsar. Bu nedenle, bu kaynaklar bir şehir için önemli ve ilgiliyse, şehir BASIC+'ya göre raporlama yapmayı hedeflemelidir. BASIC+'da kapsanan kaynaklar, IPCC kılavuzlarında ulusal raporlama için gerekli kaynaklarla da uyumludur (Fong ve ark., 2014).

Konya ili için yapılan bu sera gazı emisyon envanteri çalışmasında Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (Topluluk Ölçeğinde Sera Gazı Emisyon Envanterleri için Küresel Protokol) de belirtilen iki raporlama seviyesinden daha geniş kapsamlısı olan BASIC+ kategorileri baz alınmış ve hesaplama yapılmıştır.

	SABİT ENERJİ KAYNAKLARI Sabit enerji kaynakları, bir şehrin sera gazı emisyonlarına en büyük katkıda bulunanlardan biridir. Bu emisyonlar, konut, ticari ve kurumsal binalarda ve tesislerde ve imalat endüstrilerinde ve inşaatlarda yakıtın yanmasından ve ayrıca şebeke kaynaklı enerji üretmek için enerji santrallerin den kaynaklanmaktadır. Bu sektör ayrıca, tipik olarak birincil fosil yakıtların çıkarılması, dönüştürülmesi ve taşınması sırasında ortaya çıkan kaçak emisyonları da içerir.
	ULAŞIM Ulaşım, şehirler arası ve uluslararası seyahat de dahil olmak üzere karayolu, demiryolu, su ve hava yoluyla yapılan tüm yolculukları kapsar. GHG emisyonları doğrudan yakıtın yanmasıyla veya dolaylı olarak şebeke tarafından sağlanan elektriğin kullanımıyla üretilir. Ulaşım faaliyetleri için doğru veri toplamak, emisyonları hesaplamak ve bu emisyonları şehirlere tahsis etmek özellikle zorlu bir süreç olabilir. Veri kullanılabilirliği, mevcut taşıma modelleri ve envanter amaçlarındaki farklılıkları karşılamak için GPC, taşımacılıktan kaynaklanan emisyonların hesaplanmasında ek esneklik sunar.
	ATIK, ATIKSU Atık bertaraf ve atıma, aerobik veya anaerobik ayrışma veya yakma yoluyla GHG emisyonları üretir. Katı atıklardan kaynaklanan sera gazı emisyonları, atık sahası, biyolojik atıma ve yakma ve açık yanma gibi imha yolu ile hesaplanmalıdır.
	ENDÜSTRİYEL PROSESLER GHG emisyonları, enerji ile ilgili olmayan çok çeşitli endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Ana emisyon kaynakları, malzemeleri kimyasal veya fiziksel olarak dönüştüren endüstriyel süreçlerden kaynaklanan salınımlardır (örneğin, demir-çelik endüstrisindeki yüksek fırınlar ve fosil yakıtlardan üretilen ve kimyasal hammadde olarak kullanılan amonyak ve diğer kimyasal ürünler). Bu süreçler sırasında birçok farklı sera gazı üretilir. Ayrıca, endüstri ve son tüketiciler tarafından kullanılan bazı ürünler, örneğin soğutucu akışkanlar, köpükler veya aerosol kutuları, kullanım ve bertaraf sırasında salınabilecek sera gazları da içerir.
	TARIM, ORMAN VE HAYVANCILIK Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımı (AFOLU) sektöründen kaynaklanan emisyonlar, hayvancılık (enterik fermentasyon ve gübre yönetimi), arazi kullanımı ve arazi kullanım değişikliği (örneğin, tarım arazisi veya yerleşim yerleri için ormanlık arazilerin açılması) ve arazi üzerindeki toplam kaynaklar ve CO2 dışı emisyon kaynakları (örneğin, gübre kullanımı ve pirinç yetiştiriciliği) gibi çeşitli yollardan üretilmektedir. Coğrafi bölgelere göre arazi kullanımı ve tarımsal faaliyetlerin oldukça değişken olması nedeniyle, AFOLU'dan kaynaklanan sera gazı emisyonları, sera gazı muhasebesi açısından en karmaşık kategoriler arasındadır.

Şekil 3.1 GPC Emisyon Kaynakları (Fong ve ark., 2014)

Şekil 3.1, bu çalışmada kullanılan hem şehir düzeyinde hem de bölgesel raporlama için GPC'nin kapsadığı emisyon kaynaklarının sektörlerini özetlemektedir.

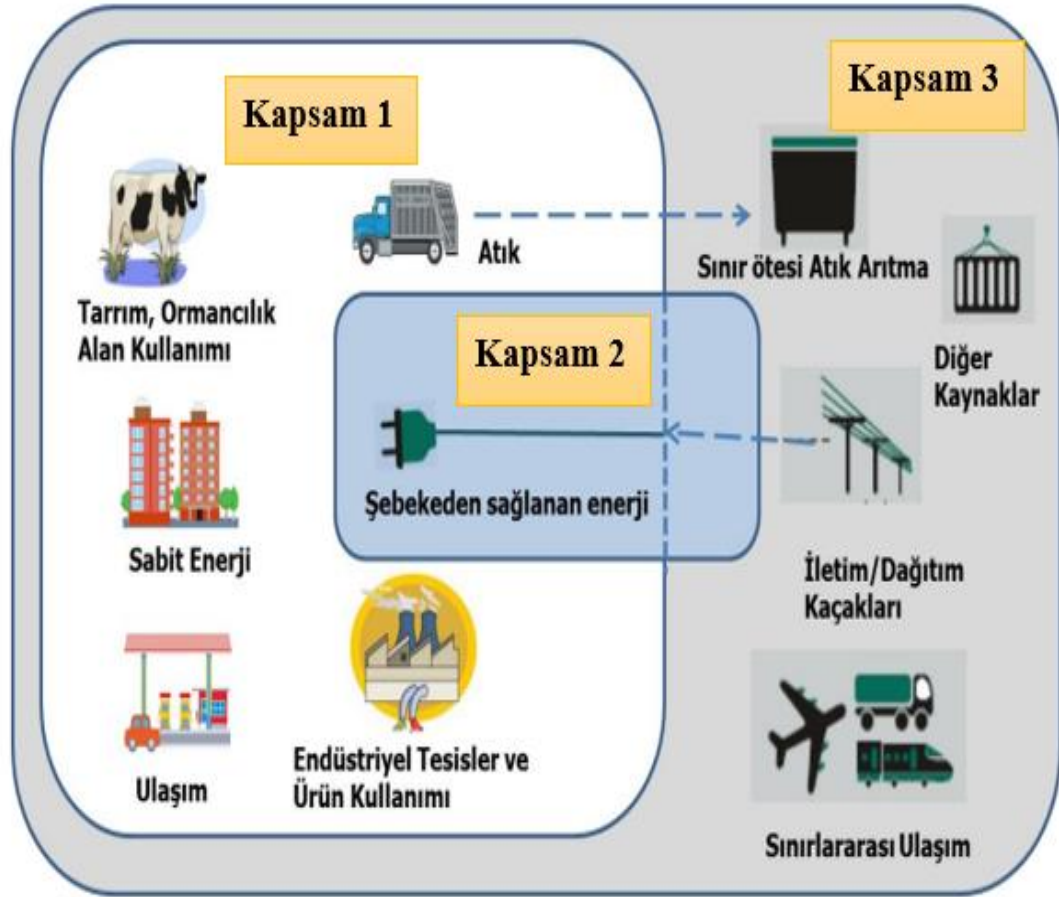


Şekil 3.2 Envantere Dahil Edilen Emisyon Kaynakları

Konya ili 2022, 2023 ve 2024 yılları için emisyon envanteri çıkarılırken şekil 3.2 de verilen emisyon kaynaklarının hesaplamaları yapılmıştır.

3.2. Sera Gazı Emisyon Envanteri Sınırları ve Kapsamlar

GPC'yi kullanmak için şehirler öncelikle bir envanter sınırı tanımlamalıdır. Bu, bir sera gazı envanterinin kapsadığı coğrafi alanı, zaman aralığını, gazları ve emisyon kaynaklarını tanımlar. Sera gazı envanteri için herhangi bir coğrafi sınır kullanılabilir. Envanterin amacına bağlı olarak, sınır bir yerel yönetimin idari sınırı, bir şehir içindeki bir bölge veya ilçe, idari bölümlerin bir kombinasyonu, bir metropol alanı veya coğrafi olarak tanımlanabilir başka bir varlık ile uyumlu olabilir.



Şekil 3.3 GPC Kapsamlar (Fong ve ark., 2014).

“Bir şehir içinde gerçekleşen faaliyetler, şehir sınırları içinde olduğu kadar şehir sınırları dışında da sera gazı emisyonları üretebilir. Bunlar arasında ayırım yapmak için GPC, emisyonları meydana geldikleri yere göre üç kategoride gruplandırır; Kapsam 1, kapsam 2 veya kapsam 3 emisyonları” (Fong ve ark., 2014). Kapsamların içerikleri şekil 3.3’de verilmiştir. Çalışmada kapsam 3 olarak sadece elektrik iletim ve dağıtımından kaynaklı kayıp kaçakları hesaba dahil edilmiştir.

- ❖ **Kapsam 1**, il sınırları içinde bulunan kaynaklardan gelen sera gazı emisyonlarını kapsar.
- ❖ **Kapsam 2**, şebekeden temin edilen elektrik, ısı, buhar ve/veya soğutma hizmetlerinin kullanımı sonucunda il sınırları içinde oluşan sera gazı emisyonlarını içerir.
- ❖ **Kapsam 3**, şehir sınırları içerisindeki faaliyetlerin bir sonucu olarak şehir sınırları dışında meydana gelen diğer tüm sera gazı emisyonlarını kapsar. Envantere dahil edilen kaynaklar ve kapsamları tablo 3.1 de verilmiştir.

Tablo 3.1 Sera Gazı Emisyon Envanteri Hesabına Dahil Edilen Kaynaklar ve Kapsamları (Fong ve ark., 2014)

Emisyon Kaynağı / Faaliyet	KAPSAM
- Doğrudan Emisyonlar > Kömür (Linyit)	KAPSAM 1
- Doğrudan Emisyonlar > Doğal Gaz (Sm3)	KAPSAM 1
- Doğrudan Emisyonlar > Fuel Oil	KAPSAM 1
- Doğrudan Emisyonlar > Gaz Yağı	KAPSAM 1
- Doğrudan Emisyonlar > Dizel	KAPSAM 1
- Doğrudan Emisyonlar > Benzin	KAPSAM 1
- Doğrudan Emisyonlar > LPG	KAPSAM 1
- İthal Edilen Enerjiden Kaynaklı Emisyonlar > Şebekeden Satın Alınan Elektrik	KAPSAM 2
- İthal Edilen Enerjiden Kaynaklı Emisyonlar > Elektrik İletim ve Dağıtım Hattı Kayıp Kaçakları	KAPSAM 3
- Doğrudan Emisyonlar > Tarım, Orman ve Hayvancılık	KAPSAM 1
- Doğrudan Emisyonlar > Atık Bertarafı ve Atıksu Arıtımı	KAPSAM 1
- Doğrudan Emisyonlar > Endüstriyel Proses	KAPSAM 1

Kentin sera gazı emisyonları hesaplanırken karbon dioksit (CO₂), metan (CH₄), nitrojen oksit (N₂O) gibi sera gazları dikkate alınmaktadır. Bunun yanı sıra, hidroflorür karbonlar (HF), perflorokarbonlar (PFC), sülfür hekzafluorid (SF₆), nitrojen triflorid (NF₃) gibi sera gazları da belirli durumlarda hesaba katılabilir. Ancak genellikle emisyonların büyük bir kısmı CO₂, CH₄ ve N₂O kaynaklıdır. Bu nedenle bu çalışmada bu üç sera gazı türü üzerinde hesaplamalar yapılmıştır.

3.3. Sera Gazı Emisyonu Hesaplama Aşamaları

Konya ili 2022, 2023 ve 2024 yılı sera gazı emisyon envanteri çıkarılırken kaynak ve metodoloji gerektiren verilerin toplanması, sera gazı envanter çalışmalarında önemli bir adımdır. Bu süreçte, çeşitli kaynaklardan gerekli verilerin toplanması ve analiz edilmesi gerekmektedir. Toplanan veriler, belirlenen emisyon faktörleri ile ilişkilendirilerek sera gazı salımlarının hesaplanmasında kullanılır.

Konya ili sera gazı emisyon envanteri oluşturulurken faaliyet verilerinin temini konusunda aşağıdaki kurumlardan faydalanılmıştır.

- ☼ TÜİK Merkezi Dağıtım Sistemi,
- ☼ Kurumların Yıllık Faaliyet Raporları,
- ☼ İl Çevre Durum Raporları,
- ☼ İl Sanayi Durum Raporları,
- ☼ Ticaret-Sanayi Odaları Sektör Raporları,
- ☼ Tarım Brifing Raporları,
- ☼ KGM Trafik ve Ulaşım İstatistikleri,
- ☼ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayımlanan Türkiye Ulusal Elektrik Şebekesi Emisyon Faktörü Bilgi Formu,
- ☼ EPDK Sektör Raporları ve EPDK Elektrik Üretim Lisans İstatistiklerinden faydalanılmıştır.

Sera gazı hesaplaması için en yaygın metodolojik yaklaşım, her bir kapsamın aktivite verilerini toplamak ve birim etkinlik başına emisyonları niceleyen uygun emisyon faktörleri ile birleştirmektir. Bu doğrultuda aktivite verileri emisyon faktörleri ile çarpılarak karbondioksit (CO₂) eşdeğeri olarak (CO₂e) hesaplama yapılmaktadır (TSKB Sürdürülebilirlik Danışmanlığı A.Ş., 2023).

Emisyon faktörleri, belirli bir aktivite veya süreç sonucunda atmosfere salınan sera gazı miktarını ifade eder. Bu faktörler, genellikle birim başına salınan gaz miktarını temsil eden sayısal değerlerdir. Bu nedenle, toplanan verilerle ilişkilendirilen emisyon faktörlerinin belirlenmesi, doğru ve güvenilir emisyon hesaplamalarının yapılabilmesi için kritik öneme sahiptir. Sera gazı olarak CO₂, CH₄ ve N₂O IPCC ve ulusal sera gazı emisyon envanterinde belirtilen emisyon faktörleri ve IPCC (AR) 6. Değerlendirme Raporunda belirtilen küresel ısınma potansiyelleri (GWP 100) da formülizasyona dahil edilerek sonuçlar CO₂eşd cinsinden hesaplanır. Küresel Isınma Potansiyel (GWP) katsayıları tablo 3.2 de verilmiştir.

Tablo 3.2 GWP Katsayıları (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006)

Gaz Tipi	KIP(Küresel Isınma Potansiyeli)	Kaynak
CO ₂	1 kg/kg	IPCC AR 6
CH ₄	27,9 kg/kg	IPCC AR6
N ₂ O	273 kg/kg	IPCC AR 6

Enerji istatistiklerinde ve diğer enerji veri derlemelerinde katı, sıvı ve gaz yakıtların üretim ve tüketimi ton veya metreküp gibi fiziksel birimlerle belirtilir. Bu verileri joule gibi yaygın enerji birimlerine dönüştürmek için kalorifik değerler gerekir. Tonları enerji birimlerine, bu durumda terajullere dönüştürmek için kalorifik değerler gerekir. Bu Kılavuzda SI birimleri veya SI birimlerinin katları (örneğin TJ/Mg) olarak ifade edilen net kalorifik değerler (NCV'ler) kullanılmaktadır(IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006). Envanterde kullanılan NKD katsayıları tablo 3.3 de verilmiştir.

Tablo 3.3 Net Kalorifik Değerler (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006)

Yakıt	NKD (Tj/Gg)
Kömür	11.9
Fuel oil	40.4
Gaz Yağı	43
Motorin(Dizel)	43
Benzin	44.8
LPG	47.3
Doğal Gaz	48

Konya ili sera gazı emisyon envanterine dahil edilen kaynakların emisyon faktörleri tablo 3.4 de verilmiştir.

Tablo 3.4 Emisyon Faktörleri (DEFRA, 2025; IPCC, 2006)

Emisyon Kaynağı	Emisyon Faktörleri			
	EF CO ₂	EF CH ₄	EF N ₂ O	Kaynak
- Doğrudan Emisyonlar > Sabit Yakma Kaynaklı Emisyonlar > Doğal Gaz (Sm3)	56100 kg/TJ	5 kg/TJ	0,1 kg/TJ	IPCC
- Doğrudan Emisyonlar > Sabit Yakma Kaynaklı Emisyonlar > Doğal Gaz (Sm3) (İmalat Sanayi ve İnşaat)	56100 kg/TJ	1 kg/TJ	0,1 kg/TJ	IPCC
- Doğrudan Emisyonlar > Sabit Yakma Kaynaklı Emisyonlar > Fuel Oil	77400 kg/TJ	3 kg/TJ	0,6 kg/TJ	IPCC
- Doğrudan Emisyonlar > Sabit Yakma Kaynaklı Emisyonlar > Gaz Yağı	71900 kg/TJ	3 kg/TJ	0,6 kg/TJ	IPCC
- Doğrudan Emisyonlar > Sabit Yakma Kaynaklı Emisyonlar > LPG	63100 kg/TJ	1 kg/TJ	0,1 kg/TJ	IPCC
- Doğrudan Emisyonlar > Sabit Yakma Kaynaklı Emisyonlar > Linyit	101000 kg/TJ	300 kg/TJ	1,5 kg/TJ	IPCC
- Doğrudan Emisyonlar > Mobil Yakma Kaynaklı Emisyonlar > Benzin	69300 kg/TJ	33 kg/TJ	3,2 kg/TJ	IPCC
- Doğrudan Emisyonlar > Mobil Yakma Kaynaklı Emisyonlar > Dizel	74100 kg/TJ	3,9 kg/TJ	3,9 kg/TJ	IPCC
- Doğrudan Emisyonlar > Mobil Yakma Kaynaklı Emisyonlar > LPG (Otogaz)	63100 kg/TJ	62 kg/TJ	0,2 kg/TJ	IPCC
- Doğrudan Emisyonlar > Enterik Fermantasyon Ve Gübre Kaynaklı Emisyonlar	(Türkiye Sera Gazı Envanter Raporu, 2023)			
- Doğrudan Emisyonlar > Atık Bertarafı (Depolama)Kaynaklı Emisyonlar	0.49724244 tCO ₂ e			DEFRA Waste Disposal H48
- Doğrudan Emisyonlar > Atık Bertarafı (Yakma)Kaynaklı Emisyonlar	0.00468568 tCO ₂ e			DEFRA Waste Disposal F48
- Doğrudan Emisyonlar > Atıksu Yönetimi Kaynaklı Emisyonlar	0.00017088 tCO ₂ e			DEFRA Water Treatment D17
İthal Edilen Elektrik Kaynaklı Emisyonlar > Satın Alınan Elektrik	0,479 kg/kW-saat			ETKB 2024

“2006 IPCC Kılavuzunda fosil yakıt kaynaklı emisyonların tahmininde üç hesaplama yöntemi bulunmaktadır. Tier 1, Tier 2, ve Tier 3 olarak adlandırılan bu yaklaşımlarda Tier seviyesi arttıkça kullanılan veri sayısı ve ayrıntı artmaktadır (IPCC, 2006). Tier 1 metodu genel olarak daha az veri içeren basit bir yöntem iken, Tier 3 metodu ise daha karmaşık olan ve uzmanlık gerektiren bir yöntemdir. Genel olarak Tier 1 ve diğer Tier yöntemleri şeklinde de bir ayırım yapmak da mümkündür. Tüm yakıt kaynaklarından gelen emisyonlar, genellikle ulusal enerji istatistiklerinden elde edilen yakılan yakıt miktarlarına ve ortalama emisyon faktörlerine dayanarak tahmin edildiği için Tier 1 yöntemi temelde “yakıt tüketimini” baz almaktadır, Tier 1 hesap metodunda yanma sonucu ortaya çıkan emisyonlar, tüketilen yakıt miktarı ve yakıt tipine bağlı emisyon faktörü kullanılarak hesaplanmaktadır”(Bıyık ve Civelekoğlu, 2020).

Sera gazı emisyon miktarları hesaplanırken tek kaynak olarak IPCC yetersiz kalabilir. Bu durumda DEFRA (Çevre, Gıda ve Kırsal İşler Bakanlığı; İngiltere) ve ulusal envanter de bulunan emisyon faktörleri de kullanılarak hesaplama işlemleri gerçekleştirilebilir. Konya ili sera gazı emisyon envanteri hesaplanırken bahsedilen bütün kaynaklardan faydalanılmıştır.

Yakıtlardan kaynaklı sera gazı emisyon miktarı hesaplanırken formüle emisyon kaynaklarının net kalorifik değerleri de ilave edilmektedir. Yanma reaksiyonunun gerçekleşmeyeceği faaliyetlerde verilerin emisyon faktörleri ile çarpılması yeterlidir. Karbondioksit, metan, azot oksit ayrı ayrı hesaplandıktan sonra GWP(küresel ısınma potansiyeli) ile çarpılarak emisyon miktarının karbondioksit eşdeğeri cinsinden karşılığı hesaplanmaktadır. Aşağıdaki denklemlerde yakıtlardan kaynaklı (enerji açığa çıkaran) ve diğer kaynakların kullanımı ile açığa çıkan emisyonun formülüzasyon formları verilmiştir.

Yakıtlardan kaynaklı;

$$SGE \text{ (ton CO}_2\text{e)} = \text{Faaliyet Verisi} \times \text{Emisyon Faktörü} \times \text{NKD} \times \text{GWP} \quad (1)$$

Diğer Kaynaklar;

$$SGE \text{ (ton CO}_2\text{e)} = \text{Faaliyet Verisi} \times \text{Emisyon Faktörü} \times \text{GWP} \quad (2)$$

Küresel ısınma potansiyeli (GWP), belirtilen bir zaman periyodunda karbondioksit harici bir gazın 1 ton faaliyet verisine karşılık açığa çıkardığı emisyonun 1 ton karbondioksite (CO₂) kıyasla ne kadar enerji tutacağını belirten bir ölçüdür. Daha büyük bir GWP, bir gazın o zaman diliminde CO₂'ye kıyasla Dünya'nın ısınmasına daha fazla katkıda bulunduğu anlamına gelir.

3.4. Sera Gazı Emisyonu Hesaplama Sonuçları

Konya ili 2022,2023,2024 yılları sera gazı emisyon envanteri çalışmasında Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories(Topluluk Ölçeğinde Sera Gazı Emisyon Envanterleri için Küresel Protokol) de belirtilen Konut, Ticari ve Kurumsal Binalar, İmalat, Sanayi ve İnşaat, Ulaşım, Endüstriyel Prosesler, Tarım, Orman ve Hayvancılık kategorilerinde hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplamalar yapılırken sadece doğalgaz da birim çevirmek için yoğunluk katsayısı kullanılmıştır.

Elektrik enerjisinden kaynaklı sera gazı emisyon hesabı yapılırken dağıtım hatlarından kaynaklı kayıp kaçak oranları da hesaba katılmıştır. Her yılın kayıp kaçak oranı farklı olup EPDK sektör raporundan temin edilmiştir (EPDK Elektrik Yıllık Sektör Raporu, 2024). İlgili katsayılar tablo 3.5 de verilmiştir.

Tablo 3.5 Doğalgaz Yoğunluk ve Elektrik Kayıp Kaçak Oranları (EPDK Elektrik Yıllık Sektör Raporu, 2022,2023,2024)

DOĞALGAZ YOĞUNLUK	0,78 kg/m ³
2024 YILI ELEKTRİK KAYIP KAÇAK ORANI	% 2,05
2023 YILI ELEKTRİK KAYIP KAÇAK ORANI	% 2,0
2022 YILI ELEKTRİK KAYIP KAÇAK ORANI	% 1,8

3.4.1. Konutlardan kaynaklı sera gazı emisyonları

Konya ili sınırları içinde bulunan konut nitelikli binalarda tüketilen yakıtlardan kaynaklı sera gazı emisyonları aşağıda verilen parametrelerin kullanılması sonucu elde edilmiştir. Doğalgaz ve elektrik tüketim verileri Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'nun hazırlamış olduğu yıllık sektör raporlarından alınmıştır. Kömür tüketim verileri ise Konya Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Sera gazı emisyon hesabı bölüm 3.3 de anlatıldığı üzere aşağıda verilen parametreler kullanılarak hesaplanmıştır. Konutlardan kaynaklı sera gazı emisyon hesaplama verileri tablo 3.6, 3.7 ve 3.8 de verilmiştir.

Tablo 3.6 Konutlardan Kaynaklı 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonları (EPDK Yıllık Sektör Raporu, 2022)

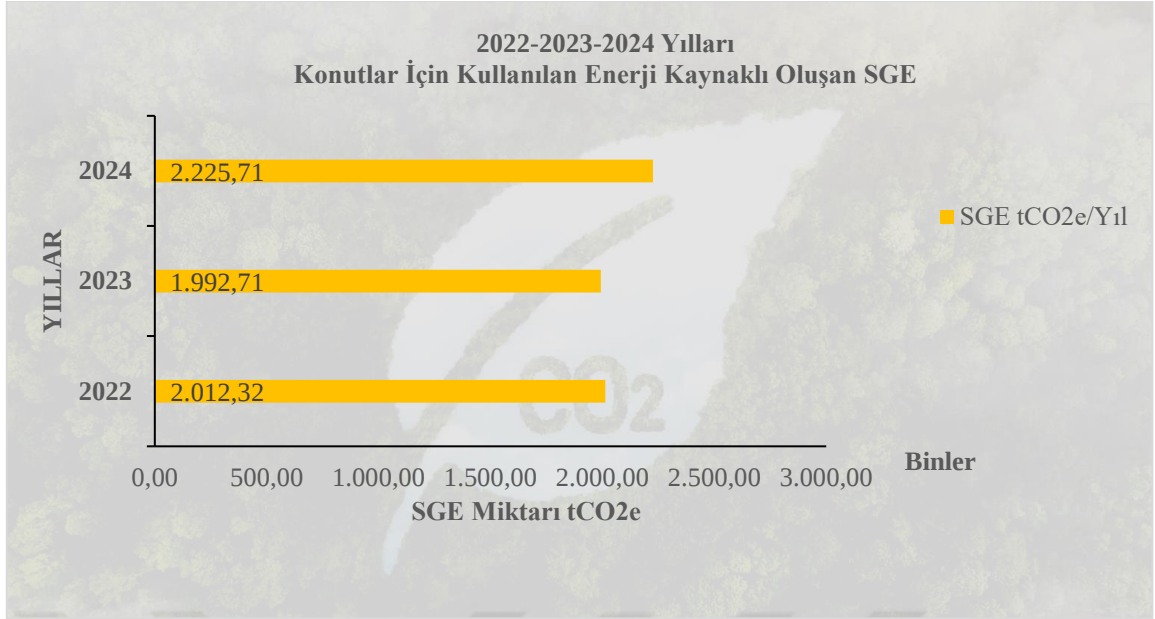
2022 YILI		
FAALİYET VERİSİ		
DOĞALGAZ (M3/YIL)	625.068.271,74	
KÖMÜR (TON/YIL)	470.015,35	
ELEKTRİK(MWh/YIL)	1.425.591,00	
Emisyon Faktörü(T/Tj)		NKD(Tj/Gg)
Doğalgaz (CO ₂)	56.1	48
Doğalgaz (CH ₄)	0.005	
Doğalgaz (N ₂ O)	0.0001	
KÖMÜR (CO ₂)	101.0	11.9
KÖMÜR(CH ₄)	0.3	
KÖMÜR(N ₂ O)	0.0015	
ELEKTRİK(tCO ₂ e/MWh)	0.479	-
Sera Gazı Emisyon Miktarı(tCO₂e/YIL)		
DOĞALGAZ	CO ₂ e	1.312.883,40
	CH ₄ -->CO ₂ e	3.264,66
	N ₂ O-->CO ₂ e	0,48
KÖMÜR	CO ₂ e	564,91
	CH ₄ -->CO ₂ e	46,81
	N ₂ O-->CO ₂ e	2,29
ELEKTRİK	(tCO ₂ e/MWh)	695.559,25
TOPLAM SGE	2.012.321,80	

Tablo 3.7 Konutlardan Kaynaklı 2023 Yılı Sera Gazı Emisyonları (EPDK Yıllık Sektör Raporu, 2023)

2023 YILI		
FAALİYET VERİSİ		
DOĞALGAZ (M3/YIL)	575.301.867,01	
KÖMÜR (TON/YIL)	242.918,00	
ELEKTRİK(MWh/YIL)	1.598.422.74	
Sera Gazı Emisyon Miktarı(tCO2e/YIL)		
DOĞALGAZ	CO2e	1.208.354,84
	CH4-->CO2e	3.004.73
	N2O-->CO2e	0,25
KÖMÜR	CO2e	291,96
	CH4-->CO2e	24,20
	N2O-->CO2e	1,18
ELEKTRİK	(tCO2e/MWh)	781.033.95
TOPLAM SGE	1.992.711,11	

Tablo 3.8 Konutlardan Kaynaklı 2024 Yılı Sera Gazı Emisyonları (EPDK Yıllık Sektör Raporu, 2024)

2024 YILI		
FAALİYET VERİSİ		
DOĞALGAZ (M3/YIL)	654.967.709,05	
KÖMÜR (TON/YIL)	220.000,00	
ELEKTRİK(MWh/YIL)	1.729.980,56	
Sera Gazı Emisyon Miktarı(tCO2e/YIL)		
DOĞALGAZ	CO2e	1.375.683,70
	CH4-->CO2e	3.420,82
	N2O-->CO2e	669,45
KÖMÜR	CO2e	264,42
	CH4-->CO2e	21,91
	N2O-->CO2e	1,07
ELEKTRİK	(tCO2e/MWh)	845.648,23
TOPLAM SGE	2.225.709,60	



Şekil 3.4 Konutlardan Kaynaklı SGE Miktarı

3.4.2. Ticari ve kurumsal binalardan kaynaklı sera gazı emisyonları

Ticari ve Kamu binalarının enerji kullanımı, (ısıtma-soğutma sistemleri, aydınlatma, elektrikli cihazlar) vb. kaynaklardan dolayı sera gazı emisyonları oluşmaktadır. Faaliyet verileri Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'nun hazırlamış olduğu yıllık sektör raporlarından alınmıştır. Sera gazı emisyon hesabı bölüm 3.3 de anlatıldığı üzere aşağıda verilen parametreler kullanılarak hesaplanmıştır. Sera gazı emisyon hesaplama verileri tablo 3.9, 3.10 ve 3.11 de verilmiştir.

Tablo 3.9 Ticari ve Kurumsal Binalardan Kaynaklı 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonları (EPDK Yıllık Sektör Raporu, 2022)

2022 YILI		
FAALİYET VERİSİ		
DOĞALGAZ (M3/YIL)	208.885.798,47	
ELEKTRİK(MWh/YIL)	1.847.703,00	
Emisyon Faktörü(T/Tj)		NKD(Tj/Gg)
Doğalgaz (CO2)	56.1	48
Doğalgaz (CH4)	0.005	
Doğalgaz (N2O)	0.0001	
ELEKTRİK(tCO2e/MWh)	0.479	-
Sera Gazı Emisyon Miktarı(tCO2e/YIL)		
DOĞALGAZ	CO2e	438.740,39
	CH4-->CO2e	1.090,985
	N2O-->CO2e	213,505
	TOPLAM	440.044,88
ELEKTRİK	(tCO2e/MWh)	901.511,66
TOPLAM SGE	1.781.601,42	

Tablo 3.10 Ticari ve Kurumsal Binalardan Kaynaklı 2023 Yılı Sera Gazı Emisyonları (EPDK Yıllık Sektör Raporu, 2023)

2023 YILI		
FAALİYET VERİSİ		
DOĞALGAZ (M3/YIL)	191.806.475,92	
ELEKTRİK(MWh/YIL)	1.965.120,14	
Sera Gazı Emisyon Miktarı(tCO2e/YIL)		
DOĞALGAZ	CO2e	402.867,25
	CH4-->CO2e	1.001,78
	N2O-->CO2e	196,05
	TOPLAM	404.065,08
ELEKTRİK	(tCO2e/MWh)	960.212,53
TOPLAM SGE	1.768.342,69	

Tablo 3.11 Ticari ve Kurumsal Binalardan Kaynaklı 2024 Yılı Sera Gazı Emisyonları (EPDK Yıllık Sektör Raporu, 2024)

2024 YILI		
FAALİYET VERİSİ		
DOĞALGAZ (M3/YIL)	209.459.346,58	
ELEKTRİK(MWh/YIL)	2.107.834,46	
Sera Gazı Emisyon Miktarı(tCO2e/YIL)		
DOĞALGAZ	CO2e	439.945,06
	CH4-->CO2e	1.093,98
	N2O-->CO2e	214,09
	TOPLAM	441.253,13
ELEKTRİK	(tCO2e/MWh)	1.030.350,59
TOPLAM SGE	1.912.856,85	



Şekil 3.5 Ticari ve Kurumsal Binalardan Kaynaklı SGE Miktarı

3.4.3. İmalat, sanayi ve inşaat kaynaklı sera gazı emisyonları

İmalat, sanayi ve inşaat sektöründe kullanılan emisyon kaynaklarının tüketim verileri EPDK'nın hazırlamış olduğu yıllık sektör raporlarından alınmıştır. Sektör raporunda yer alan “Dönüşüm/Çevrim Sektörü, Enerji Sektörü, Sanayi Sektörü ve Diğer Tüketimler” başlıklarındaki değerler toplanarak bu kısma dahil edilmiştir. Sera gazı emisyon hesabı bölüm 3.3 de anlatıldığı üzere aşağıda verilen parametreler kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama adımları tablo 3.12, 3.13 ve 3.14 de verilmiştir.

Tablo 3.12 İmalat, Sanayi ve İnşaat Kaynaklı 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonları (EPDK Yıllık Sektör Raporu, 2022)

2022 YILI		
FAALİYET VERİSİ		
DOĞALGAZ (M3/YIL)	237.361.018,15	
FUEL OİL (TON/YIL)	5.224,06	
GAZ YAĞI (TON/YIL)	257,43	
LPG (TON/YIL)	16.820,07	
ELEKTRİK(MWh/YIL)	2.404.832,00	
Emisyon Faktörü(T/Tj)		NKD(Tj/Gg)
Doğalgaz (CO ₂)	56.1	48
Doğalgaz (CH ₄)	0.001	
Doğalgaz (N ₂ O)	0.0001	
FUEL OİL (CO ₂)	77.4	40.4
FUEL OİL(CH ₄)	0.003	
FUEL OİL(N ₂ O)	0.0006	
GAZ YAĞI(CO ₂)	71.9	43
GAZ YAĞI(CH ₄)	0.003	
GAZ YAĞI(N ₂ O)	0.0006	
LPG(CO ₂)	63.1	47.3
LPG(CH ₄)	0.001	
LPG(N ₂ O)	0.0001	
ELEKTRİK(tCO ₂ e/MWh)	0.479	-
Sera Gazı Emisyon Miktarı(tCO ₂ e/YIL)		
DOĞALGAZ	CO ₂ e	498.549,28
	CH ₄ -->CO ₂ e	247,94
	N ₂ O-->CO ₂ e	242,61
FUEL OİL	CO ₂ e	16.335,00
	CH ₄ -->CO ₂ e	17,67
	N ₂ O-->CO ₂ e	34,57
GAZ YAĞI	CO ₂ e	795,00
	CH ₄ -->CO ₂ e	0,93
	N ₂ O-->CO ₂ e	1,81
LPG	CO ₂ e	50.201,00
	CH ₄ -->CO ₂ e	22,20
	N ₂ O-->CO ₂ e	21,72
ELEKTRİK	(tCO ₂ e/MWh)	1.173.340,14
TOPLAM SGE	1.739.809,87	

Tablo 3.13 İmalat, Sanayi ve İnşaat Kaynaklı 2023 Yılı Sera Gazı Emisyonları (EPDK Yıllık Sektör Raporu, 2023)

2023 YILI		
FAALİYET VERİSİ		
DOĞALGAZ (M3/YIL)	241.939.254,50	
FUEL OİL (TON/YIL)	8.158,99	
GAZ YAĞI (TON/YIL)	176,68	
LPG (TON/YIL)	18.456,08	
ELEKTRİK(MWh/YIL)	2.281.959,21	
Sera Gazı Emisyon Miktarı(tCO2e/YIL)		
DOĞALGAZ	CO2e	508.165,34
	CH4-->CO2e	9,06
	N2O-->CO2e	0,91
FUEL OİL	CO2e	25.512,00
	CH4-->CO2e	0,99
	N2O-->CO2e	0,20
GAZ YAĞI	CO2e	546,00
	CH4-->CO2e	0,64
	N2O-->CO2e	1,24
LPG	CO2e	55.084,00
	CH4-->CO2e	24,36
	N2O-->CO2e	23,83
ELEKTRİK	(tCO2e/MWh)	1.115.028,94
TOPLAM SGE	1.704.397,49	

Tablo 3.14 İmalat, Sanayi ve İnşaat Kaynaklı 2024 Yılı Sera Gazı Emisyonları (EPDK Yıllık Sektör Raporu, 2024)

2024 YILI		
FAALİYET VERİSİ		
DOĞALGAZ (M3/YIL)	267.935.548,50	
FUEL OİL (TON/YIL)	4.148,94	
GAZ YAĞI (TON/YIL)	163,78	
LPG (TON/YIL)	15.754,70	
ELEKTRİK(MWh/YIL)	3.304.560,00	
Sera Gazı Emisyon Miktarı(tCO2e/YIL)		
DOĞALGAZ	CO2e	562.767,54
	CH4-->CO2e	279,88
	N2O-->CO2e	273,86
FUEL OİL	CO2e	12.973,00
	CH4-->CO2e	14,03
	N2O-->CO2e	27,46
GAZ YAĞI	CO2e	506,00
	CH4-->CO2e	0,59
	N2O-->CO2e	1,15
LPG	CO2e	47.021,00
	CH4-->CO2e	20,79
	N2O-->CO2e	20,34
ELEKTRİK	(tCO2e/MWh)	1.615.333,37
TOPLAM SGE	2,239,239,01	



Şekil 3.6 İmalat, Sanayi ve İnşaat Kaynaklı SGE Miktarı

3.4.4. Ulaşım kaynaklı sera gazı emisyonları

Bu kategoride il genelindeki ulaşım faaliyetlerinin yakıt kullanımından kaynaklanan sera gazı emisyon miktarları hesaplanmıştır. Benzin, motorin ve LPG tüketim verileri Enerji Piyasası Düzenleme hazırlamış olduğu yıllık sektör raporlarından alınmıştır. Konya İli sınırları içinde satılan yakıtın tamamının Konya'da kullanıldığı kabul edilmiştir. Sera gazı emisyon hesabı bölüm 3.3 de anlatıldığı üzere aşağıda verilen parametreler kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.15 Ulaşımdan Kaynaklı 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonları (EPDK Yıllık Sektör Raporu, 2022)

2022		
FAALİYET VERİSİ(ton/yıl)		
BENZİN	66.465,67	
DİZEL	831.319,61	
LPG	127.818,62	
Emisyon Faktörü(T/Tj)		NKD(Tj/Gg)
BENZİN (CO2)	69.3	44.3
BENZİN(CH4)	0.033	
BENZİN(N2O)	0.0032	
DİZEL(CO2)	74.1	43
DİZEL(CH4)	0.0039	
DİZEL(N2O)	0.0039	
LPG (CO2)	63.1	47.3
LPG(CH4)	0.062	
LPG(N2O)	0.0002	
Sera Gazı Emisyon Miktarı(tCO2e/YIL)		
BENZİN	CO2e	204.048,00
	CH4-->CO2e	2.710,94
	N2O-->CO2e	2.572,25
DİZEL	CO2e	2.648.833,68
	CH4-->CO2e	3.889,60
	N2O-->CO2e	38.059,56
LPG	CO2e	381.491,00
	CH4-->CO2e	10.458,00
	N2O-->CO2e	330,00
TOPLAM SGE	3.292.393,03	

Tablo 3.16 Ulaşımından Kaynaklı 2023 Yılı Sera Gazı Emisyonları (EPDK Yıllık Sektör Raporu, 2023)

2023		
FAALİYET VERİSİ(ton/yıl)		
BENZİN	83.334,16	
DİZEL	957.526,55	
LPG	146.908,98	
Sera Gazı Emisyon Miktarı(tCO2e/YIL)		
BENZİN	CO2e	255.835,00
	CH4-->CO2e	3.398,95
	N2O-->CO2e	3.225,07
DİZEL	CO2e	3.050.966,00
	CH4-->CO2e	4.480,10
	N2O-->CO2e	43.837,58
LPG	CO2e	438.468,00
	CH4-->CO2e	12.020,00
	N2O-->CO2e	379,00
TOPLAM SGE	3.812.609,70	

Tablo 3.17 Ulaşımından Kaynaklı 2024 Yılı Sera Gazı Emisyonları (EPDK Elektrik Yıllık Sektör Raporu, 2024)

2024		
FAALİYET VERİSİ(ton/yıl)		
BENZİN	100.458,76	
DİZEL	931.206,37	
LPG	146.155,17	
Sera Gazı Emisyon Miktarı(tCO2e/YIL)		
BENZİN	CO2e	308.407,00
	CH4-->CO2e	4.097,00
	N2O-->CO2e	3.887,00
DİZEL	CO2e	2.967.102,00
	CH4-->CO2e	4.356,96
	N2O-->CO2e	42.632,00
LPG	CO2e	436.219,00
	CH4-->CO2e	11.958,00
	N2O-->CO2e	377,46
TOPLAM SGE	3.779.036,41	



Şekil 3.7 Ulaşım Kaynaklı SGE Miktarı

3.4.5. Atık bertarafı ve atıksu arıtımı kaynaklı sera gazı emisyonları

Bu kategoride il genelindeki atık bertarafı ve atıksu arıtımı faaliyetlerinden kaynaklı sera gazı emisyonları hesaplanmıştır. Konya Büyükşehir Belediyesinin işletmesinde/kontrolünde olan 4 adet katı atık bertaraf tesisi ile 26 tanesi biyolojik arıtma sistemine sahip 44 adet atıksu arıtma tesisi mevcuttur. Bu kategorideki veriler Konya Büyükşehir Belediyesi ile Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Sera gazı emisyon hesabı bölüm 3.3 de anlatıldığı üzere aşağıda verilen parametreler kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama adımları tablo 3.18, 3.19 ve 3.20’ de verilmiştir.

Tablo 3.18 Atık Bertarafı ve Atıksu Arıtımı Kaynaklı 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonları (KOSKİ Faaliyet Raporu, 2022)

TOPLAM ÇÖP MİKTARI (TON/YIL)	524.714,28
2022 YILI	
EVSEL ATIKLARIN DÜZENLİ DEPOLANMASINDAN KAYNAKLI SGE	
Faaliyet Verisi (ton/yıl)	341.064,28
EF (tCo2e/YIL)	0,49724244
Sera Gazı E. (tCO2e/Yıl)	169.591,64
TOPLAM	169.591,64
YAKMA TESİSİNDEN KAYNAKLI SGE	
Faaliyet Verisi (ton/yıl)	183.650,00
EF (tCo2e/YIL)	0,00468568
Sera Gazı E. (tCO2e/Yıl)	860,53
TOPLAM	860,53
ATIKSU KAYNAKLI SGE	
Faaliyet Verisi (m3/yıl)	94.531.988,00
EF (tCo2e/YIL)	0,00017088
Sera Gazı E. (tCO2e/Yıl)	16.153,63
TOPLAM	16.153,63

Tablo 3.19 Atık Bertarafı ve Atıksu Arıtımı Kaynaklı 2023 Yılı Sera Gazı Emisyonları (Konya İli Çevre Durum Raporu, 2023) (KOSKİ Faaliyet Raporu, 2023)

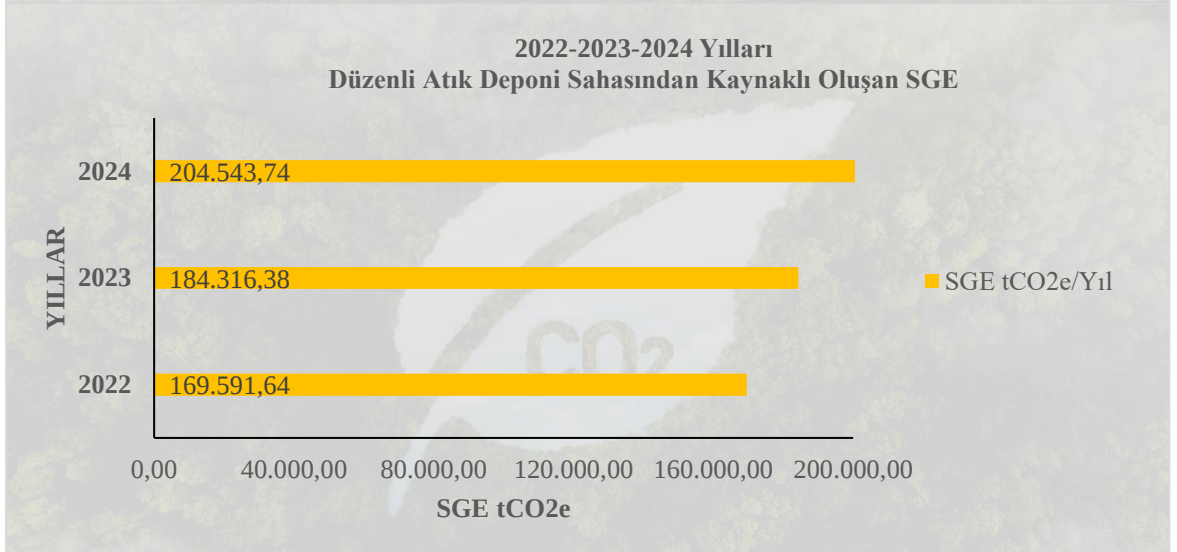
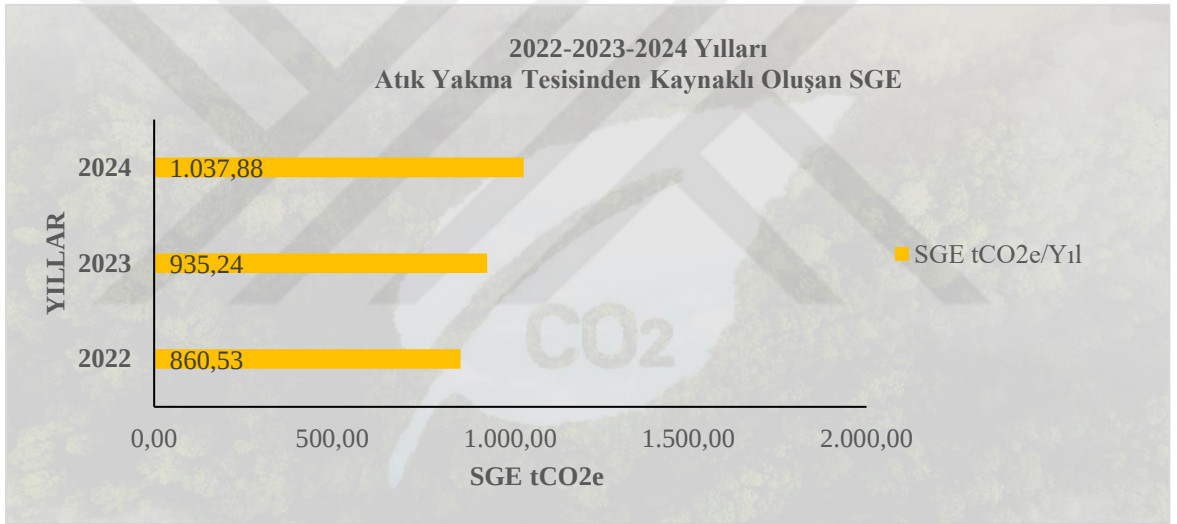
TOPLAM ÇÖP MİKTARI (TON/YIL)	570.272,44
2023 YILI	
EVSEL ATIKLARIN DÜZENLİ DEPOLANMASINDAN KAYNAKLI SGE	
Faaliyet Verisi (ton/yıl)	370.677,09
EF (tCo2e/YIL)	0,49724244
Sera Gazı E. (tCO2e/Yıl)	184.316,38
TOPLAM	184.316,38
YAKMA TESİSİNDEN KAYNAKLI SGE	
Faaliyet Verisi (ton/yıl)	199.595,35
EF (tCo2e/YIL)	0,00468568
Sera Gazı E. (tCO2e/Yıl)	935,24
TOPLAM	935,24
ATIKSU KAYNAKLI SGE	
Faaliyet Verisi (m3/yıl)	96.597.273,00
EF (tCo2e/YIL)	0,00017088
Sera Gazı E. (tCO2e/Yıl)	16.506,54

Tablo 3.20 Atık Bertarafı ve Atıksu Arıtımı Kaynaklı 2024 Yılı Sera Gazı Emisyonları (Konya İli Çevre Durum Raporu, 2024) (KOSKİ Faaliyet Raporu, 2024)

TOPLAM ÇÖP MİKTARI (TON/YIL)	632.855,64
2024 YILI	
EVSEL ATIKLARIN DÜZENLİ DEPOLANMASINDAN KAYNAKLI SGE	
Faaliyet Verisi (ton/yıl)	411.356,17
EF (tCo2e/YIL)	0,49724244
Sera Gazı E. (tCO2e/Yıl)	204.543,74
TOPLAM	204.543,74
YAKMA TESİSİNDEN KAYNAKLI SGE	
Faaliyet Verisi (ton/yıl)	221.499,47
EF (tCo2e/YIL)	0,00468568
Sera Gazı E. (tCO2e/Yıl)	1.037,88
TOPLAM	1.037,88
ATIKSU KAYNAKLI SGE	
Faaliyet Verisi (m3/yıl)	96.754.116,00
EF (tCo2e/YIL)	0,00017088
Sera Gazı E. (tCO2e/Yıl)	16.533,34
TOPLAM	16.533,34



Şekil 3.8 Aıksu Arıtımından Kaynaklı SGE Miktarı



Şekil 3.9 Atık Bertarafı Kaynaklı SGE Miktarı

3.4.6. Endüstriyel proses kaynaklı sera gazı emisyonları

Bu kategoride Konya ilinde faaliyet gösteren çimento fabrikasının prosesinden kaynaklı sera gazı emisyonları hesaplanmıştır. Faaliyet verisi fabrikanın kendisinden temin edilmiştir. Sera gazı emisyon hesabı bölüm 3.3 de anlatıldığı üzere aşağıda verilen parametreler kullanılarak hesaplanmıştır.

Çimento üretimi, üretim sırasında kireçtaşının kalsinasyon reaksiyonu nedeniyle CO₂ emisyonlarına neden olur. Çimento üretiminde, kireçtaşı çimento fırınına beslenir ve 1400-1500 °C'ye kadar ısıtılır ve kireç üretilir. Bu sıcaklıkta, kalsiyum karbonat (CaCO₃) aşağıdaki reaksiyona göre kireç (CaO) ve karbondioksit (CO₂) olarak ayrışır: Denklem 3 de verilmiştir.



Daha sonra silika içeren malzemeler kireçle birleştirilerek çimento üretimi için en önemli ara ürün olan klinker elde edilir. Klinker de bir emtia olarak ticareti yapılır. Çimento, klinker ile az miktarda alçıtaşı ve potansiyel olarak diğer malzemeler (örneğin cüruf) karıştırılarak ve öğütülerek üretilir. Tüm CO₂ emisyonları, klinker üretim aşamasında fırınlardan salınır. Hesaplama adımlarına ilişkin veriler tablo 3.21, 3.22 ve 3.23 de verilmiştir.

Tablo 3.21 Endüstriyel Proses Kaynaklı 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonları (Konya Çimento Sanayi A.Ş., 2022,2023,2024)

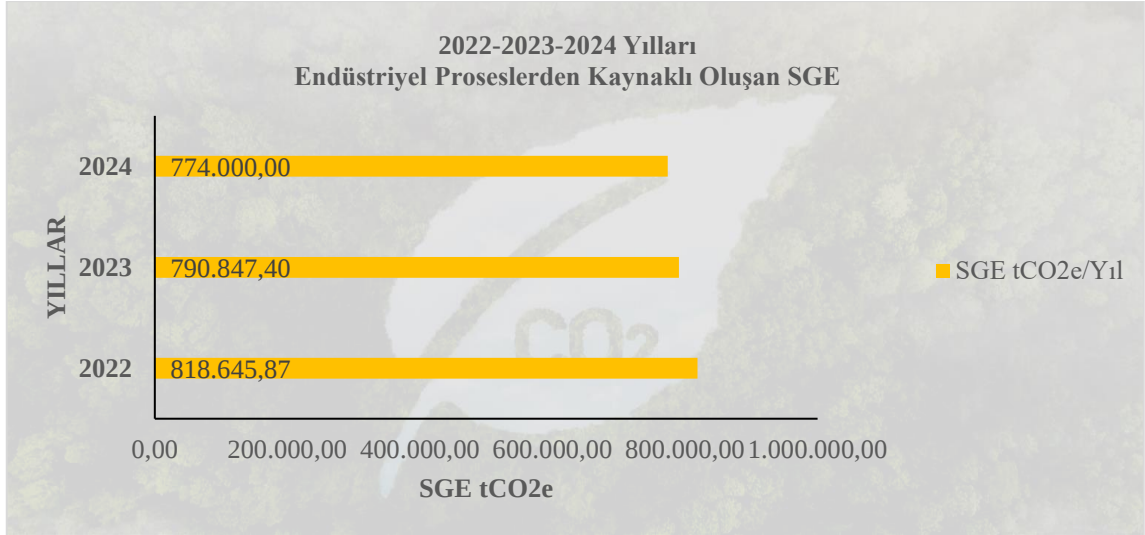
2022 YILI	
ÇİMENTO ÜRETİMİNDEN KAYNAKLI SGE	
Faaliyet Verisi (ton/yıl)	1.586.523,00
EF (tCO ₂ /tklinker)	0,516
Sera Gazı E. (tCO ₂ e/Yıl)	818.645,87
TOPLAM	818.645,87

Tablo 3.22 Endüstriyel Proses Kaynaklı 2023 Yılı Sera Gazı Emisyonları (Konya Çimento Sanayi A.Ş., 2022,2023,2024)

2023 YILI	
ÇİMENTO ÜRETİMİNDEN KAYNAKLI SGE	
Faaliyet Verisi (ton/yıl)	1.532.650,00
EF (tCO ₂ /tklinker)	0,516
Sera Gazı E. (tCO ₂ e/Yıl)	790.847,40
TOPLAM	790.847,40

Tablo 3.23 Endüstriyel Proses Kaynaklı 2024 Yılı Sera Gazı Emisyonları (Konya Çimento Sanayi A.Ş., 2022,2023,2024)

2024 YILI	
ÇİMENTO ÜRETİMİNDEN KAYNAKLI SGE	
Faaliyet Verisi (ton/yıl)	1.500.000,00
EF (tCO ₂ /tklinker)	0,516
Sera Gazı E. (tCO ₂ e/Yıl)	774.000,00
TOPLAM	774.000,00



Şekil 3.10 Endüstriyel Proses Kaynaklı SGE Miktarı

3.4.7. Tarımsal faaliyetlerde kullanılan elektrik kaynaklı sera gazı emisyonları

Bu kategoride il genelindeki tarımsal faaliyetler için kullanılan elektrik tüketiminin sebep olduğu sera gazı emisyon miktarları verilmiştir. Elektrik tüketim verileri Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'nun hazırlamış olduğu yıllık sektör raporlarından alınmıştır. Sera gazı emisyon hesabı bölüm 3.3 de anlatıldığı üzere aşağıda verilen parametreler kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama adımlarına ilişkin veriler tablo 3.24, 3.25 ve 3.26 da verilmiştir. Kayıp kaçak oranları bölüm 3.4 de verilmiştir.

Tablo 3.24 Tarımsal Faaliyetlerde Elektrik Kullanımı Kaynaklı 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonları (EPDK Yıllık Sektör Raporu, 2022)

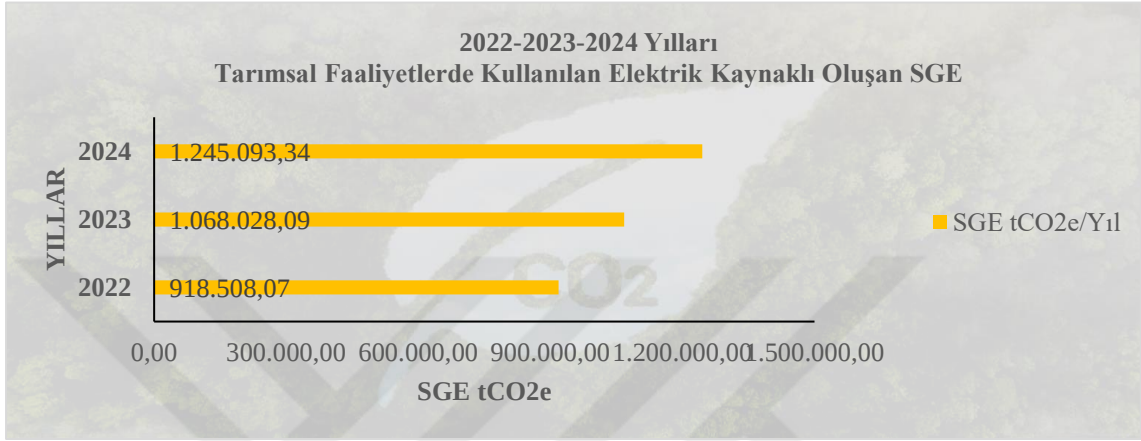
TARIMSAL FAALİYETLERDE ELEKTRİK KULLANIMINDAN KAYNAKLI SGE	
2022	
Elektrik Tüketimi (MWh/yıl)	1,879,770.00
EF (tCO ₂ e/MWh)	0.479
Sera Gazı E. (tCO ₂ e/Yıl)	900,409.83
Kayıp Kaçak Kaynaklı Emisyon	18,098.24
TOPLAM	918,508.07

Tablo 3.25 Tarımsal Faaliyetlerde Elektrik Kullanımı Kaynaklı 2023 Yılı Sera Gazı Emisyonları (EPDK Yıllık Sektör Raporu, 2023)

2023 YILI	
Elektrik Tüketimi (MWh/yıl)	2,185,769.76
EF (tCO ₂ e/MWh)	0.479
Sera Gazı E. (tCO ₂ e/Yıl)	1,046,983.72
Kayıp Kaçak Kaynaklı Emisyon	21,044.37
TOPLAM	1,068,028.09

Tablo 3.26 Tarımsal Faaliyetlerde Elektrik Kullanımı Kaynaklı 2024 Yılı Sera Gazı Emisyonları (EPDK Yıllık Sektör Raporu, 2024)

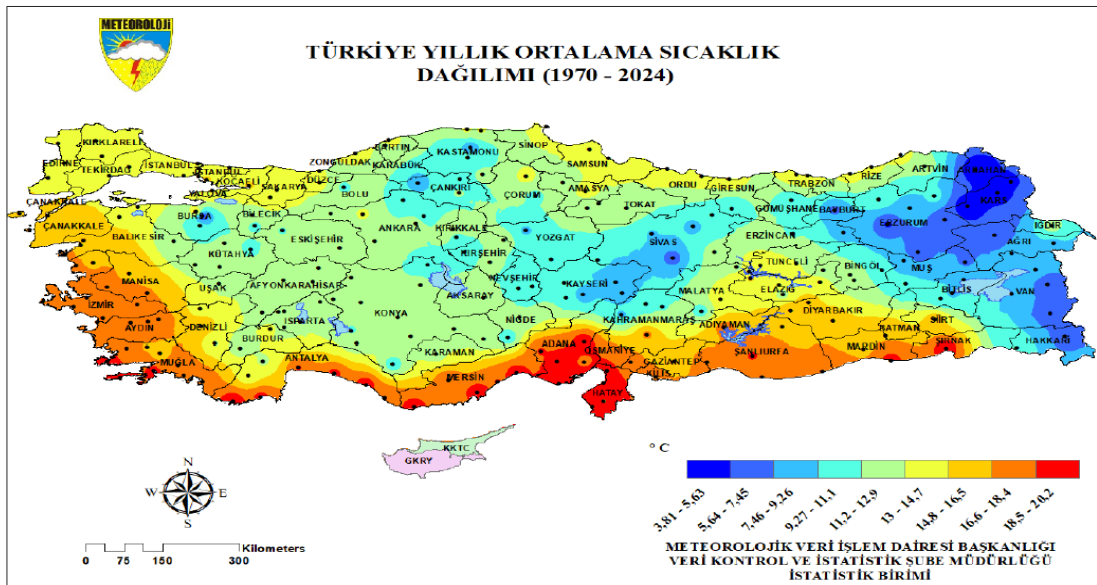
2024 YILI	
Elektrik Tüketimi (MWh/yıl)	2,548,142.14
EF (tCO ₂ e/MWh)	0.479
Sera Gazı E. (tCO ₂ e/Yıl)	1,220,560.09
Kayıp Kaçak Kaynaklı Emisyon	24,533.26
TOPLAM	1,245,093.34



Şekil 3.11 Tarımsal Faaliyetlerde Kullanılan Elektrik Kaynaklı SGE Miktarı

3.4.8. Tarım, orman ve hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklı sera gazı emisyonları

Bu kategoride büyükbaş ile küçükbaş hayvanların enterik fermentasyonundan ve gübrelerden kaynaklı sera gazı emisyon miktarları hesaplanmıştır. Bu kategoride emisyon faktörleri sıcaklık verilerine göre seçilmiştir. Konya ilinin yıllık sıcaklık ortalaması 12°C olarak alınmıştır. Sera gazı emisyon hesabı bölüm 3.3 de anlatıldığı üzere aşağıda verilen parametreler kullanılarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.12 Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılımı

Hesaplama adımlarına ilişkin veriler tablo 3.27, 3.28 ve 3.29’ da verilmiştir.

Tablo 3.27 Enterik Fermantasyon ve Gübre Kaynaklı 2022 Yılı Sera Gazı Emisyonları (Konya Tarım İstatistikleri, 2022)

2022 YILI			
ENTERİK FERMANTASYON			
BÜYÜKBAŞ HAYVANCILIK			
Faaliyet Tipi	Faaliyet Verisi (adet)	EF (KG CH ₄ /Adet/YIL)	ton CO ₂ e
Sığır (Kültür)	717,866.00	85.8	1.718.441,988
Sığır (Melez)	193,144.00	85.8	462.351,970
Sığır (Yerli)	18,935.00	85.8	45.326,982
Manda	800.00	49.8	1.111,536
KÜÇÜKBAŞ HAYVANCILIK			
Faaliyet Tipi	Faaliyet Verisi (adet)	EF (KG CH ₄ /Adet/YIL)	ton CO ₂ e
Koyun (Yerli)	2461166	5	343.332,66
Koyun (Merinos)	470157	5.73	75.162,59
Keçi (Kıl)	271466	5	37.869,51
Keçi (Tiftik)	831	5	115,92
Sera Gazı E. (tCO ₂ e /YIL)			2.683.713,15
GÜBRE			
Faaliyet Tipi	Faaliyet Verisi (adet)	EF (KG CH ₄ /Adet/YIL)	ton CO ₂ e
Sığır (Kültür)	717866	17.5	350.498,07
Sığır (Melez)	193144	13.8	74.364,30
Sığır (Yerli)	18935	10	5.282,87
Manda	800	1	22,32
Koyun (Yerli)	2461166	0.1	6.866,65
Koyun (Merinos)	470157	0.145	1.902,02
Keçi (Kıl)	271466	0.11	833,13
Keçi (Tiftik)	831	0.11	2,55
		EF KG N ₂ O-N/KG N	
Sığır (Kültür)	717,866.00	0.005	979,89
Sığır (Melez)	193,144.00	0.005	263,64
Sığır (Yerli)	18,935.00	0.005	25,85
Manda	800.00	0.005	1,09
Koyun (Yerli)	2,461,166.00	0.005	3.359,49
Koyun (Merinos)	470,157.00	0.005	641,76
Keçi (Kıl)	271,466.00	0.005	370,55
Keçi (Tiftik)	831.00	0.005	1,13
Sera Gazı E. (tCO ₂ e /YIL)			445.415,323

Tablo 3.28 Enterik Fermantasyon ve Gübre Kaynaklı 2023 Yılı Sera Gazı Emisyonları (Konya Tarım İstatistikleri, 2023)

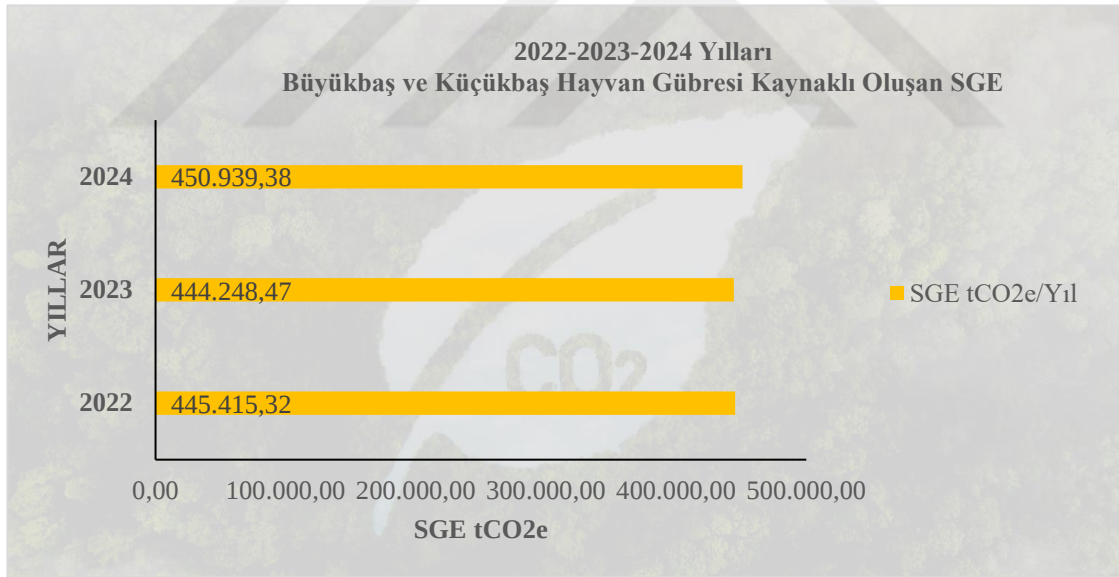
2023 YILI			
ENTERİK FERMANTASYON			
BÜYÜKBAŞ HAYVANCILIK			
Faaliyet Tipi	Faaliyet Verisi (adet)	EF (KG CH ₄ /Adet/YIL)	ton CO ₂ e
Sığır (Kültür)	717,331.00	85.8	1.717.161,29
Sığır (Melez)	192,930.00	85.8	461.839,69
Sığır (Yerli)	18,278.00	85.8	43.754,24
Manda	272.00	49.8	377,92
KÜÇÜKBAŞ HAYVANCILIK			
Faaliyet Tipi	Faaliyet Verisi (adet)	EF (KG CH ₄ /Adet/YIL)	ton CO ₂ e
Koyun (Yerli)	2338543	5	326.226,75
Koyun (Merinos)	454026	5.73	72.583,77
Keçi (Kıl)	264787	5	36.937,79
Keçi (Tiftik)	1692	5	236,03
Sera Gazı E. (tCO ₂ e /YIL)			2,659,117.49
GÜBRE			
Faaliyet Tipi	Faaliyet Verisi (adet)	EF (KG CH ₄ /Adet/YIL)	ton CO ₂ e
Sığır (Kültür)	717331	17.5	350.236,86
Sığır (Melez)	192930	13.8	74.281,91
Sığır (Yerli)	18278	10	5.099,56
Manda	272	1	7,59
Koyun (Yerli)	2338543	0.1	6.524,53
Koyun (Merinos)	454026	0.145	1.836,76
Keçi (Kıl)	264787	0.11	812,63
Keçi (Tiftik)	1692	0.11	5,19
		EF KG N ₂ O-N/KG N	
Sığır (Kültür)	717,331.00	0.005	979,16
Sığır (Melez)	192,930.00	0.005	263,35
Sığır (Yerli)	18,278.00	0.005	24,95
Manda	272.00	0.005	0,37
Koyun (Yerli)	2,338,543.00	0.005	3.192,11
Koyun (Merinos)	454,026.00	0.005	619,75
Keçi (Kıl)	264,787.00	0.005	361,43
Keçi (Tiftik)	1,692.00	0.005	979,16
Sera Gazı E. (tCO ₂ e /YIL)			444.248,469

Tablo 3.29 Enterik Fermantasyon ve Gübre Kaynaklı 2024 Yılı Sera Gazı Emisyonları (Konya Tarım İstatistikleri, 2024)

2024 YILI			
ENTERİK FERMANTASYON			
BÜYÜKBAŞ HAYVANCILIK			
Faaliyet Tipi	Faaliyet Verisi (adet)	EF (KG CH ₄ /Adet/YIL)	ton CO ₂ e
Sığır (Kültür)	716,021.00	85.8	1.714.025,39
Sığır (Melez)	210,804.00	85.8	504.626,83
Sığır (Yerli)	17,558.00	85.8	42.030,69
Manda	455.00	49.8	632,19
KÜÇÜKBAŞ HAYVANCILIK			
Faaliyet Tipi	Faaliyet Verisi (adet)	EF (KG CH ₄ /Adet/YIL)	ton CO ₂ e
Koyun (Yerli)	2,461,166.00	5	343.332,66
Koyun (Merinos)	470,157.00	5.73	75.162,59
Keçi (Kıl)	271,466.00	5	37.869,51
Keçi (Tiftik)	831.00	5	115,92
Sera Gazı E. (tCO ₂ e /YIL)			2.717.795,78
GÜBRE			
Faaliyet Tipi	Faaliyet Verisi (adet)	EF (KG CH ₄ /Adet/YIL)	ton CO ₂ e
Sığır (Kültür)	716,021.00	17.5	349.597,25
Sığır (Melez)	210,804.00	13.8	81.163,76
Sığır (Yerli)	17,558.00	10	4.898,68
Manda	455.00	1	12,69
Koyun (Yerli)	2,461,166.00	0.1	6.866,65
Koyun (Merinos)	470,157.00	0.145	1.902,02
Keçi (Kıl)	271,466.00	0.11	833,13
Keçi (Tiftik)	831.00	0.11	2,55
		EF KG N ₂ O-N/KG N	
Sığır (Kültür)	716,021.00	0.005	977,37
Sığır (Melez)	210,804.00	0.005	287,75
Sığır (Yerli)	17,558.00	0.005	23,97
Manda	455.00	0.005	0,62
Koyun (Yerli)	2,461,166.00	0.005	3.359,49
Koyun (Merinos)	470,157.00	0.005	641,76
Keçi (Kıl)	271,466.00	0.005	370,55
Keçi (Tiftik)	831.00	0.005	1,13
Sera Gazı E. (tCO ₂ e /YIL)			450.939,384



Şekil 3.13 Enterik Fermantasyon Kaynaklı Oluşan SGE Miktarı



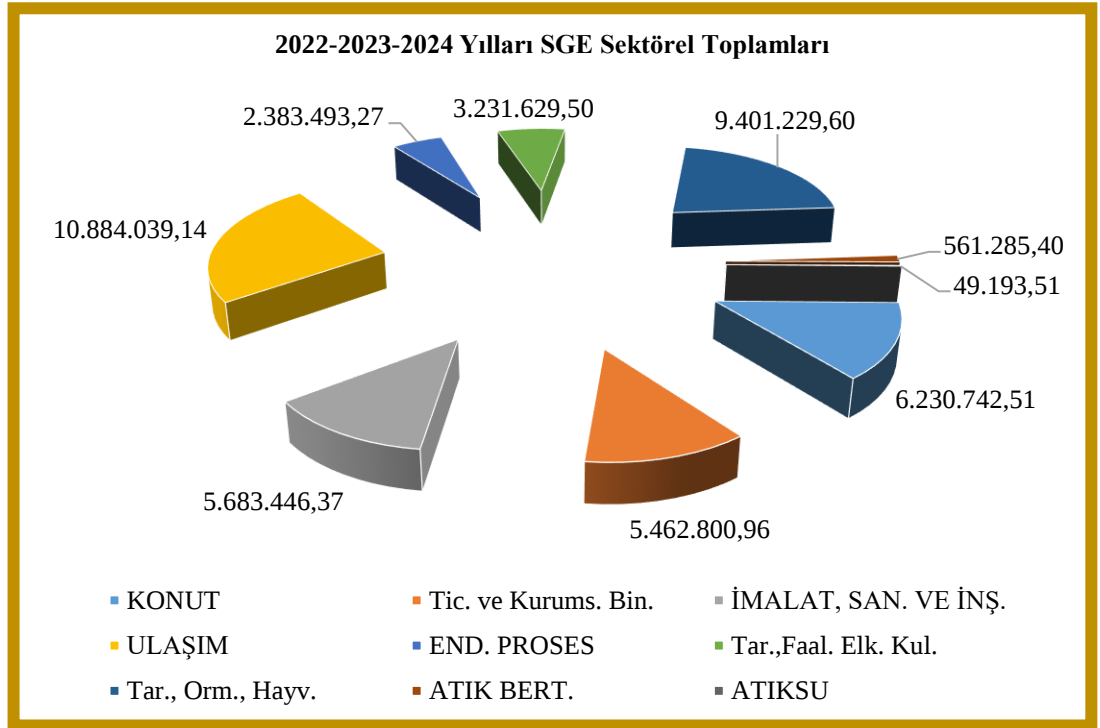
Şekil 3.14 Büyükbaş, Küçükbaş Hayvan Gübresi Kaynaklı Oluşan SGE Miktarı

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında Konya ilinin 2022, 2023 ve 2024 yıllarında gerçekleştirilen faaliyetlerden kaynaklı sera gazı emisyon envanterleri çıkarılmıştır. Envantere dahil edilecek emisyon kaynakları Greenhouse Gas Protocol (Şehirler İçin Sera Gazı Protokolü) Basic + sınıflandırmasına göre belirlenmiştir. Bu kapsamda konutların, ticari ve kurumsal binaların, imalat, sanayi ve inşaatın, ulaşımın, endüstriyel prosesin, tarımsal faaliyetlerde kullanılan elektriğin, atık bertarafının, atıksu arıtımının, küçükbaş ve büyükbaş hayvanların enterik fermantasyonları ve gübrelerinin ortaya çıkardığı sera gazı emisyon miktarı hesaplanmıştır.

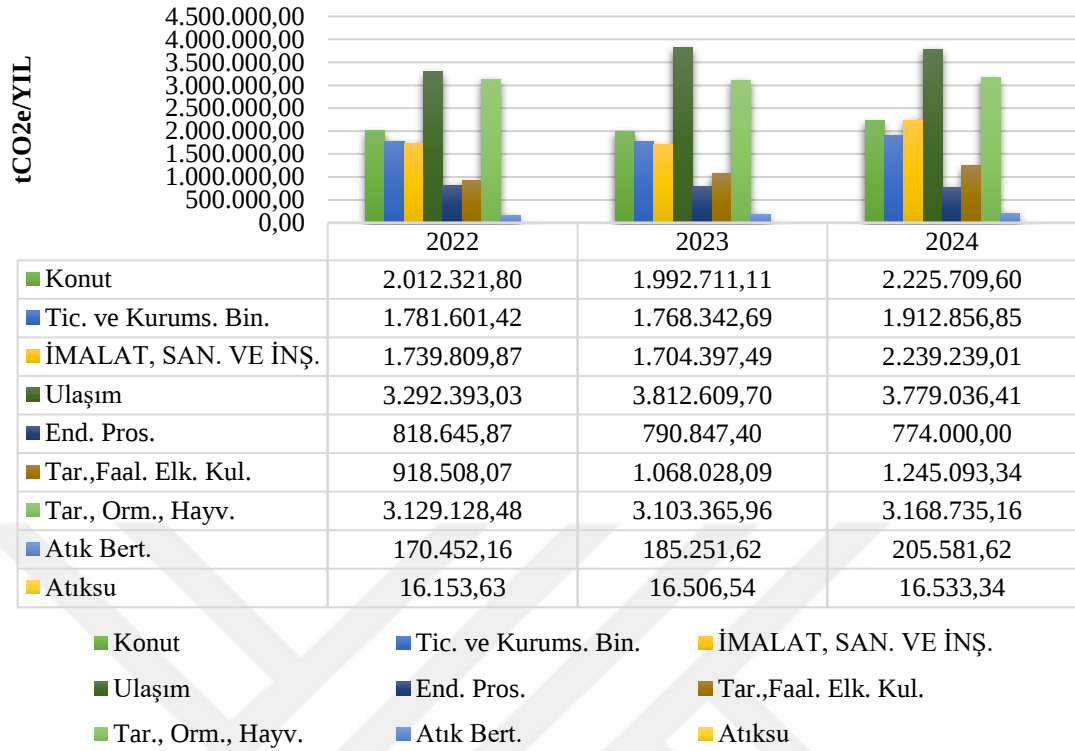
2022, 2023 ve 2024 yıllarını kapsayan bu envanter çalışmasında tüm bu kategorilerden kaynaklanan toplam emisyon miktarı 43.887.806,67 tCO₂e olarak hesaplanmıştır. Yılları ayrı ayrı ele alacak olursak ise;

- 2022 yılında toplam 13.879.014,31 tCO₂e/Yıl
- 2023 yılında toplam 14.442.060,61 tCO₂e/Yıl
- 2024 yılında ise toplam 15.566.785,34 tCO₂e/Yıl sera gazı emisyon miktarı hesaplanmıştır. 2022 yılından 2024 yılına kadar toplam bazda emisyon miktarı %12,16 oranında artmıştır.

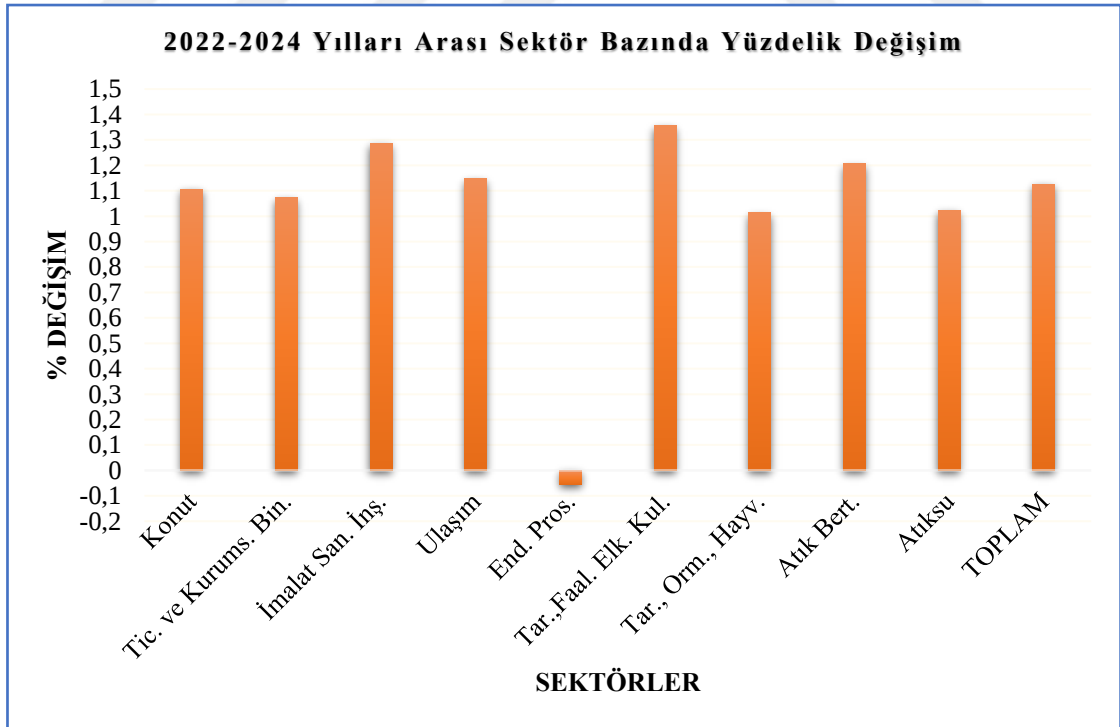


Şekil 4.1 SGE Sektörel Toplamları

Sektörel Bazda 3 Yıllık Sera Gazı Emisyon Miktarı Karşılaştırması



Şekil 4.2 Sektörlerin 3 Yıllık SGE Karşılaştırması



Şekil 4.3 Sektörlerin Yıllar İçinde Oransal Değişimi

2022-2023-2024 yılları için çıkarılan envanterde ulaşım sektörü bütün yıllarda en fazla emisyon salınımı olan sektör olmuştur. Ulaşım sektörünü ise enterik fermantasyon ve gübrelerden kaynaklı oluşan sera gazı emisyon miktarları izlemiştir. En az sera gazı emisyonuna sebep olan sektör ise atık bertarafı ve atıksu arıtımı olmuştur.

Envanterde en yüksek sera gazı emisyon miktarını oluşturan ulaşım sektörünün oransal karşılığı %24.8 enterik fermantasyon ve gübrenin karşılığı ise %21.42 olarak görülmüştür. Envanterde en düşük emisyon miktarına sahip olan atık bertarafı ve atıksu arıtımının oransal karşılığı ise %1.39 olarak görülmüştür.

Konya ilinin 2022,2023,2024 yıllarını kapsayan sera gazı emisyon envanterinde yıllar için de sektörlerden kaynaklı emisyon miktarlarında değişiklikler meydana geldiği görülmüştür. Emisyon miktarlarındaki değişimler şu şekilde gerçekleşmiştir.

☼ Konutlarda kullanılan enerji kaynaklı emisyon miktarında 2022-2024 yılları arasında %10.6 artış var. Nüfus artışı, yaşam tarzı değişiklikleri veya enerji tüketimindeki artış etkili olabilir.

☼ İmalat, sanayi ve inşaat sektörü kaynaklı emisyon miktarı 2022-2024 yılları arasında %28.7 oranında ciddi bir artış göstermiştir. Bu, sanayinin Konya’da çok ciddi bir boyutta gelişim gösterdiğini, fosil yakıtların hala sanayide temiz enerjiye göre çok aktif kullanıldığını göstermektedir.

☼ Ticari ve kurumsal binalarda kullanılan enerji kaynaklı emisyon miktarı 2022-2024 yılları arasında %7.4 artış göstermiştir. Bu, iş hacminin geliştiğini, çalışan nüfusun artış göstermesinden kaynaklanabilir.

☼ Ulaşım sektörü kaynaklı emisyon miktarı 2022-2024 yılları arasında %14.8 artış göstermiştir. Bu, araç sayısındaki artış, kentleşme ve ekonomik hareketliliğin göstergesi olabilir.

☼ Enterik fermantasyon ve gübre kaynaklı emisyon miktarı 2022-2024 yılları arasında %1.26 artış göstermiştir. Bu hayvancılık faaliyetlerinin artmasıyla açıklanabilir.

☼ Endüstriyel proseslerden kaynaklı emisyon miktarı 2022-2024 yılları arasında %5.45 düşüş göstermiştir. Bu, üretim daralması, teknolojik dönüşüm, proses iyileştirmeleri ile alakalı olabilir.

☼ Atık bertarafı ve atıksu arıtımı kaynaklı emisyon miktarı 2022-2024 yılları arasında toplam da yaklaşık %23 oranında artış göstermiştir. Bu, atık-atıksu toplama sisteminin geliştiğini, daha kapasiteli tesislerin faaliyete alınmış olabileceğini, nüfustaki artış kaynaklı miktarların artmış olabileceğini göstermektedir.

4.1. Sera Gazı Emisyon Kaynaklarında Azaltım Eylemleri

4.1.1. Konutlardan kaynaklı sera gazı emisyon kaynaklarında azaltım eylemleri

Konutlardan kaynaklanan emisyon miktarı üç yılda toplam 6.230.742,51 tCO₂e ile toplam emisyonun %14'ünü teşkil etmektedir. Sera gazı emisyon miktarını azaltabilmek için aşağıda azaltım eylemleri sunulmuştur.

Tablo 4.1 Konutlardan Kaynaklı SGE Azaltım Eylemleri

Eylem No	Eylem Adı
1	Konutlarda katı yakıt kullanan 34.237 haneyi doğalgaz sistemine geçirmek
2	Konutlar için enerji verimliliği sertifikasının alınma zorunluluğu
3	Bireysel ısıtma sağlayan konutlarda toplu ısıtma sistemlerinin teşvik edilmesi
4	Konutlarda yalıtımla ilgili teşvik kampanyalarının yapılması
5	Konutlarda ısıtma ve soğutmada enerji verimliliği ile ilgili eğitim çalışmaları yapılması
6	Binalarda yalıtım malzemesi seçiminde karbon ayak izi düşük ürünlerin kullanım teşviki açısından kurumlarla koordinasyon yapılması.

4.1.2. Ticari ve kurumsal binalardan kaynaklı sera gazı emisyon kaynaklarında azaltım eylemleri

Ticari ve kurumsal binalardan kaynaklanan emisyon miktarı üç yılda toplam 5.462.800,96 tCO₂e ile toplam emisyonun %12,45'ini teşkil etmektedir. Sera gazı emisyon miktarını azaltabilmek için aşağıda azaltım eylemleri sunulmuştur.

Tablo 4.2 Ticari ve Kurumsal Binalardan Kaynaklı SGE Azaltım Eylemleri

Eylem No	Eylem Adı
1	Kamu binalarında led dönüşümü, gün ışığı sensörleri vb kullanarak elektrik tasarrufu sağlanması
2	Yenilenebilir enerji kurulumu ile mahsuplaşma yapılması.
3	Belediye tarafından yeni inşa edilecek yapılara YES-TR sertifikası alınması
4	Kamu binalarında asansör sisteminde ilk üç katın devre dışı bırakılması.

4.1.3. İmalat, sanayi ve inşaat kaynaklı sera gazı emisyon kaynaklarında azaltım eylemleri

İmalat, sanayi ve inşaat sektöründen kaynaklanan emisyon miktarı üç yılda toplam 5.683.446,37 tCO₂e ile toplam emisyonun %12,95'ini teşkil etmektedir. Sera gazı emisyon miktarını azaltabilmek için aşağıda azaltım eylemleri sunulmuştur.

Tablo 4.3 İmalat, Sanayi ve İnşaat Kaynaklı SGE Azaltım Eylemleri

Eylem No	Eylem Adı
1	Yenilenebilir enerji sistemlerini artırmak
2	ISO14064 kapsamı dahilinde karbon ayak izini düşüren işletmelerin çalışanlarına toplu ulaşımında indirim uygulanması.

4.1.4. Ulaşım kategorisi kaynaklı sera gazı emisyon kaynaklarında azaltım eylemleri

Ulaşım sektöründen kaynaklanan emisyon miktarı üç yılda toplam 10.884.039,14 tCO₂e ile toplam emisyonun %24,80' ini teşkil etmektedir. Sera gazı emisyon miktarını azaltabilmek için aşağıda azaltım eylemleri sunulmuştur.

Tablo 4.4 Ulaşımında Kategorisi Kaynaklı SGE Azaltım Eylemleri

Eylem No	Eylem Adı
1	27 km olan raylı sistem ağının büyütülmesi
2	Raylı sistemlerde kullanılan elektrik enerjisinin yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesi
3	Toplu taşıma duraklarında araçların bekleme sürelerinin azaltılması
4	Akıllı kavşak sayısının arttırılması
5	KöprülÜ kavşakların yapılması
6	Paylaşımlı bisiklet uygulamalarının yaygınlaştırılması
7	Bisiklet yollarının arttırılması
8	Paylaşımlı elektrikli araç uygulamasının başlaması
9	Elektrikli araç şarj istasyonu sayısının arttırılması

4.1.5. Endüstriyel proseslerden kaynaklı sera gazı emisyon kaynaklarında azaltım eylemleri

Endüstriyel proseslerden kaynaklanan emisyon miktarı üç yılda toplam 2.383.493,27 tCO₂e ile toplam emisyonun %5.432 ünü teşkil etmektedir. Sera gazı emisyon miktarını azaltabilmek için aşağıda azaltım eylemleri sunulmuştur.

Tablo 4.5 Endüstriyel Proseslerden Kaynaklı SGE Azaltım Eylemleri

Eylem No	Eylem Adı
1	Fabrikalarda kullanılan su miktarının kontrol altında tutularak azaltılması.
2	Uçucu kül, cüruf, geri dönüştürülmüş inşaat atıkları gibi endüstriyel yan ürünlerin çimento üretiminde daha çok değerlendirilip doğal kaynakların korunmasını hem de atıkların azaltılmasını sağlamak.

4.1.6. Tarımsal faaliyetlerde elektrik kullanımından kaynaklı sera gazı emisyon kaynaklarında azaltım eylemleri

Tarımsal faaliyetlerde elektrik kullanımından kaynaklanan emisyon miktarı üç yılda toplam 3.231.629,5 tCO₂e ile toplam emisyonun %7.36' sını teşkil etmektedir. Sera gazı emisyon miktarını azaltabilmek için aşağıda azaltım eylemleri sunulmuştur.

Tablo 4.6 Tarımda Elektrik Kullanımı Kaynaklı SGE Azaltım Eylemleri

Eylem No	Eylem Adı
1	Tarımda kullanılan ürün çeşidinin değiştirilmesi
2	Tarım için kullanılmak üzere yapay göletlerin oluşturulması
3	Devlet destekli sulama projelerini geliştirilmesi
4	Dijital sulama sistemlerinin kurulması

4.1.7. Tarım, orman ve hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklı sera gazı emisyon kaynaklarında azaltım eylemleri

Tarım, orman ve hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan emisyon miktarı üç yılda toplam 9.401.229,6 tCO₂e ile toplam emisyonun %21.42' sini teşkil etmektedir. Sera gazı emisyon miktarını azaltabilmek için aşağıda azaltım eylemleri sunulmuştur.

Tablo 4.7 Tarım, Orman ve Hayvancılık Kaynaklı SGE Azaltım Eylemleri

Eylem No	Eylem Adı
1	Hayvancılıktan kaynaklanan gübrenin havasız sistemlerde ve kapalı reaktörlerde stabil hale getirilmesi
2	Kimyasal gübre kullanımında etkinliğin sağlanması.

4.1.8. Atık bertarafı ve atıksu arıtımı kaynaklı sera gazı emisyon kaynaklarında azaltım eylemleri

Atık bertarafı ve atıksu arıtımından kaynaklanan emisyon miktarı üç yılda toplam 610.478,91 tCO₂e ile toplam emisyonun %1.39' unu teşkil etmektedir. Sera gazı emisyon miktarını azaltabilmek için aşağıda azaltım eylemleri sunulmuştur.

Tablo 4.8 Atık Bert. Atıksu Arıtımı Kaynaklı SGE Azaltım Eylemleri

Eylem No	Eylem Adı
1	Katı atıkların düzenli depolama ve değerlendirme oranının artırılması
2	Atıksu arıtma tesislerinin yapılması
3	Atıkların geri dönüşüm ve geri kazanım oranının artırılması
4	Kompost sistemlerin yaygınlaştırılması

Çalışmada elde edilen bulgulara göre Konya ilinde sera gazı emisyonlarının sektörel dağılımının, kentin sosyo-ekonomik yapısı, sanayi gelişimi ve tarımsal faaliyet yoğunluğu ile doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle enerji ve ulaşım sektörlerinin toplam emisyonlar içerisindeki baskın rolü, kentleşme ve fosil yakıta dayalı enerji kullanımının devam ettiğini göstermektedir.

Kocaeli ilinde 2015-2016-2017 yıllarını kapsayacak şekilde bir sera gazı emisyon envanteri çalışması yapıldığı görülmüştür. Yapılan çalışmada 2015 yılında 28.131.515 tCO₂e, 2016 yılında 25.985.586 tCO₂e ve 2017 yılında 21.228.854 tCO₂e sera gazı emisyonu açığa çıktığı hesaplanmıştır. Toplam emisyonun %50.8 nin ısınmadan kaynaklı olduğu belirtilmiştir. (Atmaca & Sevimoğlu, 2020)

2018–2020 yılları için Bursa ili İnegöl ilçesinin sera gazı emisyonları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, toplam sera gazı emisyonlarının yıllar itibarıyla artış gösterdiği belirlenmiştir. Her üç yılda da ulaşım sektörü en yüksek emisyon payına sahip olurken, endüstri ve konut sektörü önemli diğer kaynaklar olarak öne çıkmaktadır. 2020 yılında ise konut kaynaklı emisyonların artarak endüstriyi geride bıraktığı görülmüştür. Ticari ve resmi bina kaynaklı emisyonlar toplam içerisinde daha düşük paya sahip olmakla birlikte, emisyon azaltım çalışmalarında dikkate alınması gereken bir kaynak olarak değerlendirilmiştir (Savaş, 2021).

Ulusal bazda yapılan benzer çalışmalarda hesaplama metodolojisinde tier 2 ve tier 3 yaklaşımlarının sınırlı erişilebilirliğinden dolayı çok tercih edilemediği görülmüştür. Bundan sonraki süreçte ülkeye özgü ve hatta saha verilerinin entegre edilebileceği bölgesel, yerel emisyon faktörleri elde etmek üzerine çalışmalar yapılmalıdır.

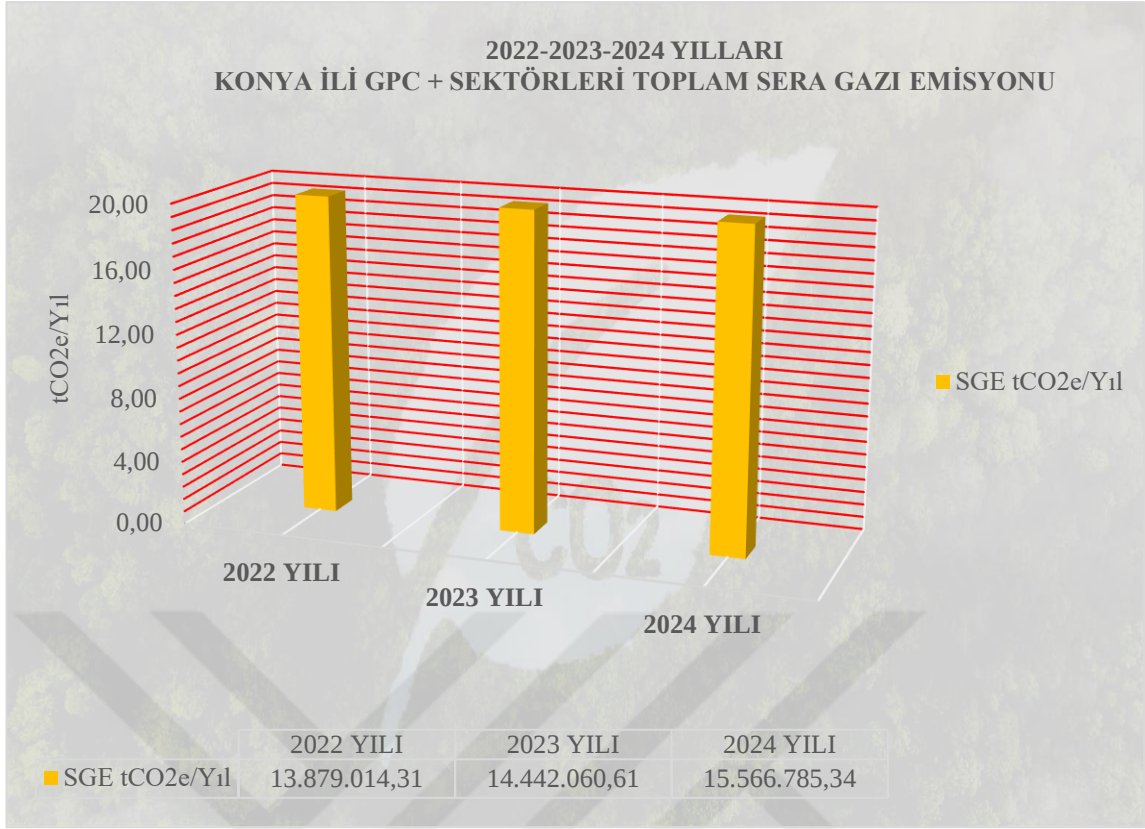
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Konya ili 2022,2023 ve 2024 yıllarını kapsayan sera gazı emisyon envanterinin çıkarılması üzerine çalışılmış bu tez kapsamında sera gazı emisyon miktarları sektörel bazda analiz edilmiştir. Hesaplamada kullanılan veriler her sektörün ilgili olduğu kamu kurum ve kuruluşların sektör raporlarından elde edilmiş güven seviyesi yüksek verilerdir. Hesaplamalar sonucunda elde edilen emisyon verileri; ilin ekonomik ve sosyal faaliyetlerinin çevresel etkisini ortaya koymakta, yerel düzeyde iklim değişikliğiyle mücadele stratejilerinin geliştirilmesi açısından önemli bir referans sunmaktadır. GPC + kategorilerinin yıllara ait toplam emisyon miktarları ve Konya ilinde kişi başına düşen sera gazı emisyon miktarı grafik 5.1 ve 5.2 de verilmiştir. Konya ili 2022 nüfusu 2.290.347, 2023 yılı nüfusu 2.320.241, 2024 yılı nüfusu ise 2.330.024 olarak açıklanmıştır. (TÜİK, Yıllara Göre İl Nüfusları, 2025)



Şekil 5.1 Konya İli Yıllara Ait Kişi Başı SGE Miktarı



Şekil 5.2 Konya İli Yıllara Göre Toplam SGE Miktarı

2022,2023 ve 2024 yıllarındaki faaliyetleri içeren envanterin sera gazı emisyon miktarı toplam 43,9 milyon ton CO₂e olarak hesaplanmıştır. Envanterde emisyonların sektörel dağılımı incelendiğinde, ülkenin enerji ihtiyacının çok büyük bir bölümünü fosil yakıtlardan karşılıyor olmasından kaynaklı beklenildiği üzere en yüksek payın ulaşım sektörüne ait olduğu görülmektedir. Ulaşım sektörünü sırasıyla tarım, ormancılık ve hayvancılık ile kullanılan enerji kaynaklarının açığa çıkardığı emisyon miktarından dolayı konut sektörü takip etmektedir. Bu sektörler, hem doğrudan enerji tüketimi hem de metan (CH₄) ve azot oksit (N₂O) gibi güçlü sera gazlarının salımı açısından kritik öneme sahiptir. Yıllar içindeki emisyon miktarlarındaki değişim incelendiğinde, özellikle konut, ulaşım ve tarım sektörlerinde belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Bu artış, nüfus büyümesi, üretim faaliyetlerinin genişlemesi, motorlu taşıt sayısındaki artış ve enerji tüketimindeki yükselişle açıklanabilir. Envanterdeki bütün sektörlerde emisyon miktarı artış göstermemiştir. Endüstriyel proseslerdeki emisyon miktarının azaldığı görülmektedir. Bu durum, üretim daralması, talebin düşmesi, teknolojik dönüşüm, proses iyileştirmesi veya verimlilik artışı gibi etkenlerden kaynaklanabilir.

5.2. Öneriler

Envanter sonuçları göz önüne alındığında, Konya ilinin sera gazı emisyon profilinde enerji tüketimi, ulaşım altyapısı, tarımsal faaliyetler ve yapılaşma gibi faktörlerin belirleyici olduğu ortaya koyulmuştur. Ulaşım sektöründe akıllı şehir modellerinin çoğaltılıp trafikte duraklamaları azaltabilecek teknolojik uygulamalar, elektrikli araç kullanımının teşvik edilmesi ve toplu taşıma altyapısının güçlendirilmesi, tarım, orman ve hayvancılık sektöründe, hayvan varlığı kontrolü, verimli yemler, yeme özel katkı maddeleri, otlatma koşullarının iyileştirilmesi, gübre yığınlarının üzerinin örtülmesi, biyogaz üretiminin yaygınlaştırılması, konut ve ticari binalarda enerji verimliliği, yalıtım ve yenilenebilir enerji sistemlerinin desteklenmesi, atık ve atıksu yönetiminde metan salımını azaltacak teknolojilerin kullanılması ve geri dönüşüm oranlarının artırılması sera gazı emisyonun azaltılmasında etkili olacaktır.

Yerel ölçekte ölçüm verilerinin sınırlı olması, hesaplama sonuçlarının doğruluğunu etkileyebilmektedir. Ulaşım sektöründe araç sayısı, araç yaşı, yakıt türü ve kullanım yoğunluğu gibi parametrelerin tam olarak belirlenememesi, emisyon hesaplamalarında önemli bir belirsizlik kaynağı oluşturmaktadır. Benzer şekilde tarım ve hayvancılık sektöründe kullanılan hayvan sayıları ve üretim sistemlerine ilişkin verilerin yıllık değişkenlik göstermesi, metan ve azot oksit emisyonlarının hesaplanmasında belirsizliğe yol açmaktadır. Elektrik tüketimine bağlı emisyon hesaplamalarında kullanılan şebeke emisyon faktörleri, yıllara göre değişiklik gösterebildiğinden, bu faktörlerin sabit kabul edilmesi hesap sonuçlarını etkileyen bir diğer belirsizlik unsurudur.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, Konya ili sera gazı envanterinin doğruluğunu artırmak amacıyla tier 2 ve tier 3 yaklaşımlarının daha yaygın kullanılması önerilmektedir. Özellikle büyük ölçekli sanayi tesislerinde doğrudan ölçümlere dayalı (Tier 3) emisyon hesaplamaları yapılması, belirsizliklerin azaltılmasına önemli katkı sağlayacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Atmaca, Ç., & Sevimoğlu, O. (2020). Şehir kaynaklı sera gazı emisyonunun belirlenmesi: Kocaeli ili örneği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10, 1616–1627.
- Balat, M. (2006). Energy and greenhouse gas emissions: A global perspective. *Energy Sources*, 28, 157–165. <https://doi.org/10.1080/009083190881571>
- Batan, M., & Toprak, Z. F. (2015). Küresel iklim değişikliğinin olumlu etkileri ve bu etkilerin iklim değişikliğine uyum kapsamında değerlendirilmesi. *Mühendislik Dergisi*, 95–99.
- Bıyık, Y., & Civelekoğlu, G. (2020). Isparta ilinde karayolu kaynaklı karbon ayak izinin hesaplanması. *Kutbilge Akademisyenler Derneği Yayınları*, 80–83.
- DEFRA. (2025). *Greenhouse gas reporting: Conversion factors 2025*. Department for Environment, Food & Rural Affairs. <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2025>
- Demir, A. (2009). Küresel iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi. 37–44.
- Doğan, S. (2005). Türkiye'nin küresel iklim değişikliğindeki rolü ve önleyici küresel çabaya katılım girişimleri. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 6(2).
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2022). *Yıllık sektör raporu*. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-23/aylik-sektor-raporu>
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2023). *Yıllık sektör raporu*. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-23/aylik-sektor-raporu>
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2024). *Yıllık sektör raporu*. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-23/aylik-sektor-raporu>
- Erciyes Üniversitesi. (t.y.). *Karbon ayak izi raporu*. <https://www.erciyes.edu.tr>
- Fikade, G. (2015). *Green house effect*. https://www.academia.edu/41973871/Green_House_effect
- Fong, W. K., Sotos, M., Doust, M., Schultz, S., Marques, A., & Deng-Beck, C. (2014). *Global protocol for community-scale greenhouse gas emission inventories (GPC)*. GHG Protocol. <https://ghgprotocol.org/ghg-protocol-cities>
- Gökten, P. O., Marşab, B., & Gökten, S. (2018). Sera gazı emisyon raporlaması bir tercih mi yoksa zorunluluk mu? Kuramsal bir değerlendirme. 911–922.
- IPCC. (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- Kondakcı, D. D. (2024). Değişen iklimde yaşlanmak ve iklim değişikliğini yaşamak. *Geriatric Bilimler Dergisi*, 7(2), 126–136.

- Konya Büyükşehir Belediyesi. (2024). *Faaliyet raporu* (s. 6).
- Konya Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü. (2022). *Konya ili çevre durum raporu*. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/konya-ilcdr-2022-20230823154609.pdf>
- Konya Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü. (2023). *Konya ili çevre durum raporu*. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/konya-ilcdr-2023-1-20240701122424.pdf>
- Konya Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü. (2024). *Konya ili çevre durum raporu*. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/konya-ilcdr-2024-20250909141021.pdf>
- Konya Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü. (2025). *Konya ili temiz hava eylem planı*.
- Konya Tarım İstatistikleri. (2022). İTOM.
- Konya Tarım İstatistikleri. (2023). İTOM.
- Konya Tarım İstatistikleri. (2024). Konya Tarım İstatistikleri.
- Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi. (2022). *Faaliyet raporu* (ss. 35–40). <https://www.koski.gov.tr/sayfa/faaliyet-raporlari>
- Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi. (2023). *Faaliyet raporu* (ss. 35–40). <https://www.koski.gov.tr/sayfa/faaliyet-raporlari>
- Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi. (2024). *Faaliyet raporu*. <https://www.koski.gov.tr/sayfa/faaliyet-raporlari>
- Mercan, M., & Karakaya, E. (2013). Sera gazı salımının azaltımında alternatif politikaların ekonomik maliyetlerinin incelenmesi: Türkiye için genel denge analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 42, 123–159.
- Savaş, D. Ö. (2021). *Bursa İnegöl ilçesi sera gazı envanterinin çıkarılması ve iklim değişikliği eylem planı kapsamında sera gazı azaltım planı* (Yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Sevinç, M. Y., & Aktuğ, S. S. (2023). Nüfus artışının yol açtığı sorunlara küresel bakış.
- Türkeş, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 26–32.
- Türkiye Cumhuriyeti Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2024). *Türkiye ortalama sıcaklık raporu*.
- Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023). *Türkiye sera gazı envanter raporu*.

Yeldan, E., Aşıcı, A. A., Yılmaz, A., Özenç, B., Kat, B., Ünüvar, B., ... Sarı, R. (2016). *Ekonomi politikaları perspektifinden iklim değişikliğiyle mücadele* (ss. 37–60). TÜSİAD.

Yüksel, F. (2023). *İstanbul ili Sancaktepe ilçesi sera gazı envanterinin çıkartılması* (Yüksek lisans tezi). Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi.

