



**İSTANBUL İLİ SANCAKTEPE İLÇESİ SERA GAZI ENVANTERİNİN
ÇIKARTILMASI**

FATİH YÜKSEL

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. LOKMAN HAKAN TECER

2023

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



İSTANBUL İLİ SANCAKTEPE İLÇESİ SERA GAZI ENVANTERİNİN
ÇIKARTILMASI

FATİH YÜKSEL

ORCID: 0000-0002-8499-4676

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Prof. Dr. Lokman Hakan TECER

OCAK-2023

Her hakkı saklıdır

ÖZET

İSTANBUL İLİ SANCAKTEPE İLÇESİ SERA GAZI ENVANTERİNİN ÇIKARTILMASI

Fatih YÜKSEL

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. LOKMAN HAKAN TECER

İnsanlığın temel ihtiyaçlarından biri olan enerjiye talep; nüfus artışı, sanayi devrimi, kentleşme ve teknolojik gelişme ile birlikte artmaktadır. Bunun neticesinde dünya küresel ısınma ve iklim değişikliği problemleriyle karşı karşıya kalmıştır. Bu problem gelişmişlik düzeyi ne olursa olsun tüm ülkeleri etkisi altına almaktadır. Bundan ötürü devletler enerjinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini, havaya salınan sera gazlarını azaltma çalışmaları yapmaktadır. Bu çalışmada İstanbul İli Sancaktepe İlçesinde sera gazı envanteri hesaplamaları yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda, 572.979,96 tCO_{2e} değeri ile en yüksek pay kent ulaşım araçlarına ait olduğu tespit edilmiştir. Konutların elektrik tüketiminden kaynaklı emisyonları 295.780,71 tCO_{2e}, ticari ve kurumsal firmaların katkısı 336.500,43 tCO_{2e}, olarak hesaplanmıştır. 165.120,86 tCO_{2e} endüstriden kaynaklı, 14.343,54 tCO_{2e} sokak aydınlatmalarından kaynaklı, 3149,20 tCO_{2e} ise belediye binası elektrik, doğalgaz ve araç filosundan kaynaklı sera gazı salımı bulunmuştur. Bu veriler ışığında İstanbul İli Sancaktepe ilçesinde sera gazı azaltım stratejilerinin belirlenmesine ışık tutulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sera gazları, iklim değişikliği, küresel ısınma, envanter hesaplama, İstanbul, Sancaktepe

ABSTRACT

INVESTIGATION OF GREENHOUSE GAS INVENTORY OF ISTANBUL PROVINCIAL SANCAKTEPE DISTRICT

Fatih YÜKSEL

Department of Environmental Engineering

Master Thesis

Advisor: Prof. Dr. LOKMAN HAKAN TECER

The demand for energy, one of the basic needs of humanity; population growth is increasing with the industrial revolution, urbanization and technological development. As a result, the world has faced the problems of global warming and climate change. This problem affects all countries regardless of their level of development. Therefore, states are working to reduce the negative effects of energy on the environment and greenhouse gases released into the air. In this study, greenhouse gas inventory calculations were made in Sancaktepe District of Istanbul Province. As a result of the calculations, it has been determined that the highest share belongs to urban transportation vehicles with a tCO₂e value of 572,979.96. Emissions arising from electricity consumption of residences are calculated as 295,780.71 tCO₂e, and the contribution of commercial and corporate firms is calculated as 336,500,43 tCO₂e. Greenhouse gas emissions were found to be 165,120,86 tCO₂e from industry, 14,343.54 tCO₂e from street lighting, and 3149,20 tCO₂e from municipal building electricity, natural gas and vehicle fleet. In the light of these data, it was shed light on the determination of greenhouse gas reduction strategies in Sancaktepe district.

Keywords: Greenhouse gases, climate change, global warming, inventory calculation, Istanbul, Sancaktepe

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
TEŞEKKÜR	viii
1. GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti.....	2
1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	3
2. SERA GAZI	5
2.1 Sera Gazının Kaynakları.....	8
2.1.1 Enerji.....	8
2.1.2 Isınma.....	8
2.1.3 Ulaşım.....	8
2.1.4 Tarım.....	9
2.2 2020 Yılı Türkiye Sera Gazı Emisyonları.....	9
2.3 Sera Gazı Azaltımı.....	12
2.3.1 Türkiye’de Sera Gazı Azaltım Politikaları.....	13
2.3.2 Avrupa Birliği Sera Gazı Azaltım Politikaları.....	14
3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ	15
3.1 İklim Değişikliğinin Etkileri.....	16
3.2 Uluslararası Yapılan Çalışmalar.....	16
3.2.1 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi.....	16
3.2.2 Paris Anlaşması.....	16
3.2.3 Kyoto Protokolü.....	17
3.3 İklim Değişikliği ve Türkiye.....	18
3.4 İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerine Etkileri.....	18
4. MATERYAL ve YÖNTEM	20
4.1 Çalışma Alanı.....	20
4.2 Sancaktepe İklimi.....	22
4.3 Sera Gazı Envanteri için Veri Toplama, Hesaplama ve Raporlama Prensipleri..	23
4.4 Sera Gazı Envanteri Hesaplama Aracı.....	25

4.5 Envanterin Kapsamı.....	25
4.6 Veri Toplama.....	28
4.7 İstanbul İli Sancaktepe İlçe Belediyesi Sera Gazı Envanteri Hesaplaması.....	28
4.7.1 Sera Gazı Emisyon Envanteri Hesaplama Yöntemleri.....	29
5. SONUÇLAR.....	33
5.1 2020 Yılı Sera Gazı Emisyon Envanteri.....	33
5.1.1 Kent ve Belediye Toplam Sera Gazı Emisyonları.....	33
5.1.2 Kent Sera Gazı Emisyonları.....	34
5.1.3 Kent ve Belediye Kapsam Dağılımlarına Göre Sera Gazı Emisyonları.....	35
5.2 2021 Yılı Sera Gazı Emisyon Envanteri.....	37
5.2.1 Kent ve Belediye Toplam Sera Gazı Emisyonları.....	37
5.2.2 Kent Sera Gazı Emisyonları.....	38
5.2.3 Kent ve Belediye Kapsam Dağılımlarına Göre Sera Gazı Emisyonları.....	39
5.3 Sancaktepe İlçesi Son İki Yıl (2020-2021) Emisyonlarının Karşılaştırmaları....	41
6. ÖNERİLER.....	44
KAYNAKLAR.....	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1: Sektöre göre sera gazı emisyonları, 1990-2020.....	11
Çizelge 2.2: Gazlara göre sera gazı emisyonları, 1990-2020.....	12
Çizelge 3.1: Sera Gazlarının Özellikleri.....	15
Çizelge 4.1: Sancaktepe İlçesi Nüfus Bilgileri.....	21
Çizelge 4.2: Sancaktepe İklim Çizelgesi.....	22
Çizelge 4.3: Sancaktepe Belediyesi Sera Gazı Envanteri Hesaplama Aracı Çizelgesi.....	25
Çizelge 4.4: GPS Tarafından Belirlenen Kapsamlar Çizelgesi.....	26
Çizelge 4.5: Kilit Paydaşlar ve Temel Veri Kaynakları.....	27
Çizelge 4.6: Veri Kalitesi Değerlendirme (GPC, 2014).....	28
Çizelge 4.7: Bu tez çalışmasında kullanılan emisyon faktörleri.....	31
Çizelge 4.8: CO ₂ e göre küresel ısınma potansiyeli değerleri.....	31
Çizelge 5.1: 2020 Toplam Emisyon Miktarları.....	33
Çizelge 5.2: 2021 Yılı Toplam Emisyon Miktarları.....	37
Çizelge 5.3: 2021 yılı kent sera gazı dağılım grafiği.....	39

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Bazı Ülkelerin 2018 Yılı Enerji Kaynaklı Kişi Başı CO ₂ Eşdeğeri Sera Gazı Emisyon Miktarları (tonCO ₂).....	7
Şekil 2.2: : Bazı Ülkelerin 2016 Yılı Enerji Kaynaklı CO ₂ Eşdeğeri Sera Gazı Emisyon Payları.....	7
Şekil 2.3: Toplam ve Kişi Başına Sera Gazı Emisyonu, 1990-2020.....	9
Şekil 2.4: Sektörlere göre sera gazı emisyon oranları, 2020.....	11
Şekil 2.5: Gazlara göre sera gazı emisyon oranları, 2020.....	12
Şekil 4.1: Sancaktepe İlçesi Haritası.....	20
Şekil 4.2: Sancaktepe İlçesi 2020 yılı doğalgaz tüketimi.....	23
Şekil 4.3: Yerel Sera Gazı Salımları için Küresel Protokol (GPC, 2016).....	24
Şekil 4.4: GPC Tarafından Belirlenen Kapsamlar (GPC,).....	26
Şekil 5.1: 2020 Yılı Sera Gazı Envanter Dağılım Grafiği.....	34
Şekil 5.2: 2020 Yılı Kent Sera Gazı Dağılım Grafiği, tco _{2e}	35
Şekil 5.3: 2020 Kent ve Belediye Kapsam Dağılımı Grafiği.....	36
Şekil 5.4: 2020 Yılı Kent ve Belediye Kapsam Dağılımı Karşılaştırma Grafiği.....	37
Şekil 5.5: 2021 Yılı Sera Gazı Envanter Dağılım Grafiği.....	38
Şekil 5.6: 2021 Kent ve Belediye Kapsam Dağılımı Grafiği.....	40
Şekil 5.7: 2021 Yılı Kent ve Kapsam Dağılımı Karşılaştırma Grafiği.....	41
Şekil 5.8: Son İki Yıla Ait Sancaktepe İlçesi Sektörel Emisyonların Dağılım Grafiği, tco _{2e} ..	42
Şekil 5.9: 2020-2021 Sera Gazı Envanter Sonuçları.....	43

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AB	Avrupa Birliği
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
Mt	Management Trainee
EÜAŞ	Elektrik Üretim Anonim Şirketi
OECD	İktisadi İş birliği ve Gelişme Teşkilatı
EŞD	Eşdeğer
IPCC	Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
PM	Partikül Madde
ETS	Emisyon Ticaret Sistemi
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
TEM	Trans-Avrupa Kuzey-Güney Otoyolu
Ppm	Parts Per Million (Milyonda Bir)
Ppb	Parts Per Billion (Milyarda Bir)

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışması kapsamında hazırlanmış olan bu tezin her aşamasında bana yardımcı olan ve her konuda destek veren değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Lokman Hakan TECER'e, SANCAKTEPE Belediye Başkanı Sn. Şeyma DÖĞÜCÜ Hanımefendiye, Sancaktepe Belediye Başkan Yardımcılarımız Sn. Kemal AYYILDIZ ve Sn. Nazım ÇİFTÇİ'ye Çevre Mühendisi arkadaşlarım Semanur YILDIRIM, Senanur YILDIRIM, Berna BEKDEMİR'e, Elektrik Elektronik Mühendisi arkadaşım Ahmet Fatih SEZGİN'e, Çevre Yüksek Mühendisi Sn. Merve FIÇICI Hanımefendiye, son olarak maddi manevi olarak her konuda desteğini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan eşim Saliha YÜKSEL'e ve çocuklarıma çok teşekkür ederim.

Fatih YÜKSEL
Çevre Mühendisi

1. GİRİŞ

Dünyada insanlık yüzyıllar boyunca birçok sorunla karşı karşıya kalmış ve bunlara çözümler üretmiştir. Sanayileşmeyle birlikte 1870'li yıllardan itibaren, fosil yakıtlarının yoğun şekilde kullanılmasıyla insanlık iklim değişikliği sorunuyla yüz yüze gelmiştir. Buradaki problemler çevreyi kirleten gelişmiş ülkeleri değil gelişmişlik düzeyi nasıl olursa olsun dünya ülkelerinin hepsini etkilemektedir. Bütün ülkeleri ilgilendiren iklim değişikliği, doğrudan üretim sürecinde kullanılan fosil yakıtların kullanılması sonucu ortaya çıkan sera gazlarının atmosferdeki miktarlarının artmasına neden olmaktadır.[1]

İklim ile ilgili araştırmalar ve kayıtlar 1800'lü yılların ortalarında başlamış olup 20. yüzyılın ortalarında daha yaygın hale gelmiştir. IPCC'nin düzenli olarak yayınlamış olduğu değerlendirme raporlarından sonuncusu olan 5. Değerlendirme Raporu'na (AR5) göre iklim değişikliği su götürmez bir gerçektir ve bu değişikliklerin sorumlusu %95 oranında insandır.

Sanayi devrimi başlamadan hemen önce atmosferdeki CO₂ yoğunluğu eski çağlar ile hemen hemen aynı seviyelerdeydi. 19.yy'daysa sanayi devriminin başlaması ile birlikte CO₂ yoğunluğu önemli ölçüde artmıştır (Aksay ve diğer, 2005) [26]. Benzer şekilde atmosferdeki CH₄ yoğunluğu da birkaç yüzyıldır önemli ölçüde artmıştır. Sanayi devriminin başlamasından önce atmosferdeki CH₄ yoğunluğu hemen hemen 700 ppb idi. Şimdiki metan konsantrasyonu ise 1800 ppb civarına ulaşmıştır (Reay ve diğer, 2007) [40]. Bu gibi sorunların İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında Paris Antlaşması hazırlanmış dünya üzerinde yaşayan canlıların çoğunun şehirlerde yaşadığını ve dünyanın gittikçe küreselleşmesiyle birlikte bu oranın artacağı öngörülerek, iklim değişikliğiyle mücadelenin merkezi hükümetlerle birlikte yerel yönetimlerin de bir sorumluluğu olduğunu ve şehirlerde yapılacak değişikliklerle dünyanın kurtarılabilceği vurgulanmıştır.

Bu bağlamda Paris Anlaşmasına taraf ülkelerce inşa edilecek akıllı, yeşil ve sürdürülebilir kentler iklim değişikliğinin beraberinde getirdiği afetlere uyum sağlayacak ve Paris Anlaşması'nın hedeflediği sera gazı emisyon azaltımının gerçekleştirilmesine yardımcı olacaktır.

1.1 Literatür Özeti

Dünyamızda enerjiye dayalı sanayi devrimleri ve tarım yapılmaktadır. Sanayi devrimiyle birlikte yaşamımıza giren buhar makinelerinin gittikçe artan enerji ihtiyacı fosil yakıtların kullanımının artmasına sebep olmuştur. Bunun sonucunda da sera gazlarının atmosfere verilmesi ile çevre kirliliğinin iklim krizi seviyesine taşınmasına temel oluşturmuştur. Enerji elde edilmek için kullanılan yakıtlar petrol, kömür, odun ve doğalgazdır. Buradaki yakıtların yanması sonucu oluşan metan (CH₄), karbondioksit (CO₂), ve nitröz oksitler(N₂O) sera gazları olarak adlandırılmakta ve dünyanın ısınmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda da küresel ısınma meydana gelmektedir. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) raporlarına göre, kara ve denizdeki bileşik küresel sıcaklık ortalaması 1880–2012 arasında 0,85°C (0,65-1,06°C) yükselmiştir. Küresel ısınmasının bir sonucu olarak iklim değişiklikleri meydana gelmektedir.

1992 yılında kabul edilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne (BMİDÇS) göre iklim değişikliği; “karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik” olarak tanımlanmıştır.

Yapılan çalışmalara göre küresel ısınmanın etkilerinin büyük olduğunun göze çarpan sonuçları bulunmaktadır. Antarktika da devasa buzul kütlelerindeki erime ve deniz seviyesindeki yükselme adaları ve bazı kıyı kesimlerini etkilediği görülmektedir. Doğanın yok edilmesi, hayvan soyunun tükenmesi, bitki cinslerinin kaybolması, toplumlar açısından riskli salgın hastalıklarının yayılması, seller, kuraklık ve fırtınaların tamamı küresel ısınma sonucudur. (Majumdar ve ark. 2013).

Son yıllarda konutlarda ve üçüncül sektörlerden kaynaklanan CO₂ emisyonları durmaksızın artmaktadır. Bu sorunlar endişeye sebep olmakla birlikte, ulusal eylem planlarında emisyon azaltma tedbirleri için hedef konulması gereken çalışma alanıdır.

Georgopoulou ve ark. (2005)'nin bir çalışmasında; üçüncül sektörlerde (okul, hastane, otel, vb.) ve konutlarda sera gazı azaltımı gerçekleştirildiğinde, %50 oranında ısınma sonucu çözümler getirilebilmesi gerektiğini, bunun da elektrik tasarrufuna neden olan konularda önem taşıdığını belirtmiştir. Hatta konut ve üçüncül sektörde kullanılan kazanların yenilenmesi ve dizel kazanların yerini doğalgaz ile değiştirilmesinin emisyon miktarını düşürmede etkili bir sonuç olduğunun altını çizmektedir. (Georgopoulou ve ark. 2005)

Akça ve ark. (2019)'larına göre konuya enerji verimliliği açısından bakıldığında; enerji verimliliği hakkında öncelikli başlıklar; özel sektörün yenilenebilir enerjiye (rüzgar ve güneş enerjisi) yatırım yapmasının teşvik edilmesi, konutlarda güneş enerjili ısıtıcılarının konulması, sokak aydınlatılmasında ekonomik çözümlerin uygulanması, güneşten enerjisinden elektrik üretimi, rüzgardan elektrik üretimi, sudan elektrik üretimi, mali mekanizmaların oluşturulması, yetersizlik ve kapasite aşımının tespiti, enerji kontrolü, enerjiyi tasarruflu kullanılmasının teşvik edilmesidir (Akça ve ark 2019).

Karbondioksit emisyonları ve enerji tüketiminin %80 gibi büyük bir kısmı illerdeki faaliyetler sonucu oluşmaktadır. 2008 senesinde Avrupa Komisyonu, 20-20-20 hedefleri olarak bilinen "Değişen Dünya için Enerji" başlıklı planı onaylamıştır. Plan kapsamında; Avrupa Birliği sera gazı emisyonları %20 azaltmak, yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretim payını %20 arttırmak ve enerji verimini %20 arttırmak olarak üç temel amaç belirlenmiştir.

Türkiye'de enerji talebine bakıldığında; Enerji tüketiminin %30'u dönüşüm tesislerinde, %24'ü evlerde ve hizmet sektörlerinde, %23'ü sanayide ve %19'u ulaşımda kullanıldığı gözlemlenmiştir. 2017 yılından 2023'e kadar uygulanmada 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.

1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Sanayileşme, teknolojik gelişme, hızlı nüfus artışı ve kentleşme neticesinde insanların enerjiye olan ihtiyaçları artmıştır. Bu bağlamda fosil yakıtların kullanılmasının yaygınlaşmasına bağlı sera gazlarının artması dünyanın sıcaklığının artmasına sebep olmuştur. Buradaki sorun İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında Kyoto protokolü imzalanmış ve sonuç olarak Paris antlaşması hazırlanmıştır. Bu çalışmalarda sera gazlarının sanayi devrimi dönemindeki seviyesine düşürme sözü verilmiştir. Bu durum sonucu ülkelere yeni sorumluluk ve görevler yüklemiş ve yerel yönetimlerin de sürece dahil edilerek iklim krizine bölgesel bazda özel olarak çözüm aranması yoluna geçilmiştir.

Bu sebeple Sancaktepe Belediyesi tarafından ilçe genelinde sera gazı envanteri hazırlamak amacıyla çalışma başlatılmıştır. Bu çalışma ise bu amaç doğrultusunda ilçe genelinde sera gazı envanterinin hazırlanması için gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan envanter ile sera gazı salımına bağlı olarak beklenen sıcaklık artışı, hortum gibi anlık ve şiddetli hava

olayları ve yaşanması beklenen su stresi gibi kötü etkilere karşı uyum stratejilerinin oluşturulmasına ışık tutulması amaçlanmıştır. Sosyoekonomik koşullara bağlı olarak enerji kullanımının değişiklik gösterdiği Türkiye coğrafyasında, İstanbul ili Sancaktepe ilçesinde Sera Gazı Envanter çalışması yapılarak, belediye sınırları içerisinde sabit kaynaklar, ulaşım, endüstri, atık, tarım ve hayvancılık kaynaklı emisyon miktarı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarla Sera gazı azaltım stratejilerinin belirlenmesine ışık tutulmak istenmiştir.

Tez çalışmasının ilk kısmında sera gazı kaynaklarına, Türkiye ve AB sera gazı azaltım politikalarına değinilmiştir. İkinci kısımda iklim değışikliği ve iklim değışikliği konularında yapılan uluslararası çalışmalar incelenmiştir. Son olarak da Sancaktepe ilçesindeki sera gazı envanterlerinin hesaplanmasına yer verilmiştir. Bulgu ve sonuçlar temelinde çözüm önerileri sunulmuştur.

2. SERA GAZI

Sera gazları, atmosferde sıcaklığın artmasına sebep olan gazlardır. Sera gazları hem doğal hem de insan faaliyetleri (antropojenik) sonucu oluşur. Fakat %90 oranında insan faaliyetleri sonucu oluşmaktadır.

Sera gazlarının bazıları doğal yollarla oluşur fakat insanların etkileri sonucu doğrudan veya dolaylı olarak etkilenir. Diğer sera gazlarının hepsi insan faaliyetleri sonucu (antropojenik) oluşur. Hem doğal yollarla hem de insanların etkileri sonucu oluşan sera gazları aşağıda verilmiştir.

- Su buharı (H₂O),
- Karbon dioksit (CO₂),
- Ozon (O₃),
- Metan (CH₄),
- Nitrit oksit (N₂O)

İnsanların etkileri sonucu oluşan sera gazları ise; hidroflorokarbon (HFCs), kloroflorokarbon (CFCs), hidrokloroflorokarbon (HCFCs), (bunlara genel olarak halokarbonlar da denir) ve florid bileşiği olan kükürt hekzaflorid (SF₆) gazlarıdır (Pekin, 2006) [39]. Bu gazlara sera gazı denilmesinin nedeni yaratmış oldukları sera etkisinden kaynaklanmaktadır.

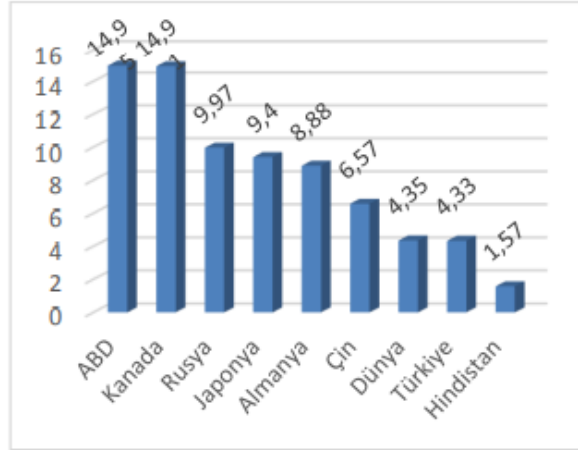
Gezegelimiz, Güneş'ten gelen radyasyon ışınları tarafından ısıtılmaktadır. Bu radyasyon ışınları sabitlerdir ve zamanla değişmezler. Güneşten gelen radyasyonlarının %70'i okyanuslar ve kara alanları tarafından emilmektedir. Bu radyasyonların %30'u ise atmosferik aerosoller, bulutlar ve çöller tarafından uzun dalga boyları ve kızıl ötesi radyasyon olarak uzaya geri yansıtılmaktadır. Dünya'nın ısı dengesi bu şekilde sağlanmaktadır. Dünyadan yayılan bu enerjinin bir kısmı su buharı ve atmosferde bulunan "sera gazları" tarafından emilmektedir. En önemli sera gazı karbon dioksittir (CO₂), fakat su buharı ana emisyon kaynağıdır. Radyasyon ışınlarının tekrardan emilimine sebep olan bu gazlar gezegenimiz üzerinde "sera etkisi" yaratmaktadır. Küresel sıcaklığı etkileyen bu gazlar sanayi devriminden beri yükseliş göstermesi sera etkisini artırmaya sebep olmaktadır (Select Committee on Economic Affairs, 2005).

Fosil yakıtların yanmasına ek olarak orman alanlarının tahribi, tarım ve birçok faaliyet Sera gazlarının oluşumuna sebep olur. Belirli zaman ve alanda atmosfere verilen sera gazları

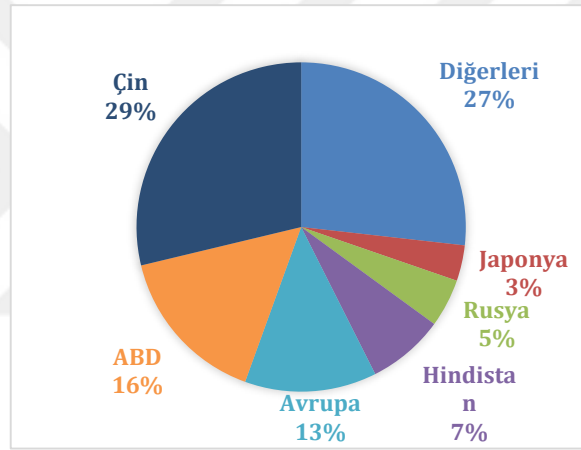
emisyona olarak adlandırılmaktadır. Sera gazları atmosferdeki tüm gazların sadece %1'ini oluşturmaktadırlar (Engin, 2010, s. 72) [33]. Enerji ve diğere sanayilerin sebep olduğu başta CO2 olmak üzere CO, CH4, NO2 ve diğere gazlar atmosferde toplanarak güneş ve yer yüzü arasında bir tabaka oluşturmaktadır. Atmosferde biriken gazlar yer yüzeyine gelen güneş ışınına karşı geçirgen, buna karşılık geri salınan yer ışınına karşı çok daha az geçirgen olması nedeniyle yeryüzüne gelen enerjinin bir kısmı uzaya geçemeyerek atmosferdeki sera gazları tarafından emilir ve yer kürenin beklenenden daha fazla ısınmasına neden olur. Sera etkisi olarak adlandırılan bu doğal süreç küresel ısınma ve iklim değışimine neden olur (Bayraç ve Emrah, 2016, s. 25)[2].

2017 yılında evrensel olarak birincil enerji talebinin %32'sini petrol, %27'sini kömür, 22'sini doğal gaz, %19'unu diğere kaynaklar oluştururlar. Buna karşılık aynı sene enerjiden kaynaklı CO2 eşdeğeri sera gazlarının %44'ü kömür, %35'i petrol, %20'si doğal gaz ve %0,7'si diğere kaynaklardan meydana gelmiştir. 2017 yılında küresel olarak 32.580 milyon ton olarak gerçekleşen enerji kaynaklı sera gazlarının %44'ü kömür, %35'i petrol, %20,5'i doğal gaz kaynaklıdır. Bu emisyonların %41'i enerji sektörü, %24'ü endüstri, %24'ü ulaşım, %8'i binalar ve %3'ü diğere kaynaklıdır (IEA, World Energy Outlook 2019) [36]. Enerji kaynaklı sera gazlarının %90'ı karbondioksit, %9'u metan, %1'i azot oksitlerdir (IEA, CO2 Emisyon From Fuel Combustion 2018 Hihlights,) [30].

Dünya'da enerji kaynaklı kişi başı CO2 emisyonu 4,52 t olup; ABD, Kanada, Rusya, en çok kişi başı CO2 emisyonuna sahip ülkelerdir (Şekil 2.1). Evrensel olarak 2018 yılında 33.891 milyon ton CO2 eşdeğeri olan enerji kaynaklı sera gazlarını en çok Çin (%27,8), ABD (%15,2), Avrupa (%12,53) ve Hindistan (%7,3) oluşturur. Türkiye ise enerji kaynaklı küresel sera gazlarının %1,15'ini oluşturmaktadır (Şekil 2.2). Çin, ABD ve Hindistan dünya enerji kaynaklı emisyonların yarıdan fazlasını oluşturur. [2]



Şekil 2.1: Bazı Ülkelerin 2018 Yılı Enerji Kaynaklı Kişi Başı CO₂ Eşdeğeri Sera Gazı Emisyon Miktarları (tonCO₂) (CO₂ Emisyon From Fuel Combustion Hihlights 2018, IEA, S. 11.) [30]



Şekil 2.2: Bazı Ülkelerin 2016 Yılı Enerji Kaynaklı CO₂ Eşdeğeri Sera Gazı Emisyon Payları (BP Statistical Review of World Energy, 2019) [28]

Enerji tüketimindeki yükselişle birlikte havada birim hacimdeki CO₂ emisyonları sürekli artmaktadır. 1960 yılında 300 ppm olan CO₂ emisyonları 2010 yılında 390 ppm'e, 2018 yılında 410 ppm'e ulaşmıştır. Atmosferde birim hacimdeki güvenilir CO₂ konsantrasyonu 350 ppm olup, bu değer 1988 yılında aşılmıştır. 2007- 2017 yılları arasında enerji kaynaklı sera gazının yıllık yükseliş hızı dünyada %1, Türkiye'de %3,6, Çin'de %2,5, Hindistan'da %5,4, ABD'de %-1,5, Rusya'da %-0,3, Avrupa'da %-1,5 olarak gerçekleşmiştir. Gelişmekte olan Çin, Hindistan, Türkiye gibi ülkelerin sera gazı yükseliş hızının gelişmiş ülkelere göre çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak gelişmiş ülkelerde geçmiş yıllardaki gelişmeleri süresinde en fazla sera gazı salımına sebep olmuşlardır (Erdoğan,2020) [2].

2.1 Sera Gazının Kaynakları:

Sera gazları ısıyı hapseder ve gezegenimizi daha sıcak hale getirir. Son 150 yılda atmosferdeki emisyon artışının neredeyse tamamı beşerî faaliyetler sonucu gerçekleşmiştir. Sera gazı oluşumunun en büyük nedenleri, elektrik, ısınma ve ulaşım için fosil yakıtların yakılmasıdır [3]

2.1.1 Enerji:

Sera gazlarının en önemli kaynağı fosil yakıtların kullanımı olup kullanım amacına göre sınıflandırıldığında en büyük payını elektrik üretimine ait olduğu görülmektedir [4].

2020 yılı sera gazı salınımlarında en büyük oranı %70,2 ile enerji kaynaklı emisyonlar almıştır (TÜİK 2020).

Enerji sektörü Türkiye'deki verimliliğinin artırılması için belirlenmiş olan hedefler doğrultusunda farklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple İklim Değişikliği Eylem Planında iletim ve dağıtım şebekesindeki toplam kayıp oranları Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği (BMİD) ortalamasının üzerinde olan ülkemiz 2023 yılının itibaren ülke çapında elektrik dağıtım kayıplarının %8'e indirilmesi için tüm sektörlerde enerji verimliliğinin ve elektrik üretiminde yenilenebilir enerji miktarının yükselmesine yönelik farklı hedefler belirtmektedir. [5]

2.1.2 Isınma:

2019 yılında evlerde ısınma kaynaklı yakıt olarak kullanılan kömür ile havaya 44 Mt CO_{2eq} salım yapılmıştır (TÜİK, 2021). Diğer bir ısınma kaynağı olarak kullanılan doğalgaz da sera gazı emisyonlarına sebep olmaktadır.

2.1.3 Ulaşım:

Ulaşım sektöründe en büyük paya sahip olan petrolün payı %94 oranındadır. Yenilenebilir enerjinin 2016 senesinde ulaşım sektöründeki payı %3,6 gibi az bir seviyededir. Evrensel düzeyde ulaşım sektöründen oluşan sera gazlarının %70'i karayolları, %12'si havayolları, %11'i deniz yolu ve %2'si demiryolu kaynaklanmaktadır (Bıyık ve Civelekoğlu, 2018, s. 2) [27].

Türkiye Ulaşım ve İletişim Stratejisi Hedef 2023 ile Türkiye'nin demiryolu yük taşımacılığındaki payını %15'in ve yolcu taşımacılığındaki payının %10'un üzerine çıkarılması hedefi bulunmaktadır. Bu sayede 2023 yılı sonuna kadar karayolunun yük taşımacılığındaki payının %60, yolcu taşımacılığındaki payının da %72 seviyesine çekilmesi planlanmaktadır. (Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023) [7].

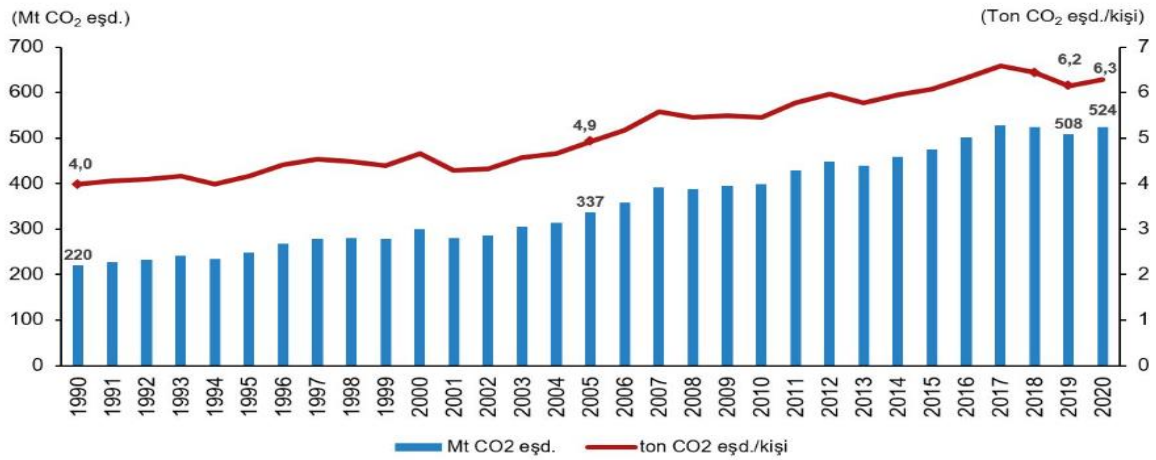
2.1.4 Tarım

Tarım hem iklim değişikliğine katkıda bulunur hem de iklim değişikliğinden etkilenir. Çiftçilik uygulamaları önemli miktarda iki güçlü sera gazı olan metan ve azot oksit sağlar. Çiftlik hayvanlarının sindirimi sırasında bağırsak fermantasyonu gerçekleştirmeleri, depolanan gübre ve toprak dolgularındaki organik atıklardan nedeniyle metan salınımı olur. Azot oksit emisyonları organik ve mineral azot gübrelerin dolaylı bir ürünüdür (Avrupa Çevre Ajansı) [8].

2020 yılında toplam sera gazı emisyonlarında CO₂ eşd. olarak %14 ile tarım sektörü almaktadır. Tarımda emisyonları 2020 senesinde, 1990 senesine kıyasla %58,8 ve bir önceki seneye göre %7,5 artarak 73,2 Mt CO₂ eşd. şeklinde hesaplanmıştır (TÜİK 2020).

2.2 2020 Yılı Türkiye Sera Gazı Emisyonları:

Tüik Sera gazı emisyon envanteri sonuçlarından, 2020 yılındaki toplam sera gazı emisyonu bir önceki yıla göre %3,1 artarak 523,9 milyon ton (Mt) CO₂ eşdeğeri (eşd.) olduğu anlaşılmaktadır. Kişi başı toplam sera gazı emisyonu ise 1990 yılında 4 ton CO₂ eşd., 2019 yılında 6,2 ton CO₂ eşd. ve 2020 yılında 6,3 ton CO₂ eşd. olduğu rapor edilmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Toplam ve Kişi Başına Sera Gazı Emisyonu, 1990-2020 (TÜİK, 2020)

Rapor sonucunda sera gazı emisyonlarında 2020 senesinde CO₂ eşdeğeri olarak en büyük oranı %70,2 ile enerji kaynaklı emisyonlar almıştır ve bunu sırayla %14 ile tarım, %12,7 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı ve %3,1 ile atık sektörü takip ettiği belirtilmiştir (Şekil 2.4)[9].

Enerji sektörü emisyonlarının 2020 senesinde, 1990 senesine kıyasla %163,3 bir önceki seneye göre ise %0,6 yükselerek 367,6 Mt CO₂ eşdeğeri olarak hesaplandığı görülmektedir. Endüstriyel işlemlerdeki ve ürün kullanımındaki emisyonlar 1990 senesine göre %190,5 ve bir önceki seneye kıyasla %14 yükselerek 66,8 Mt CO₂ eşdeğeri olarak hesaplandığı rapor edilmiştir (Çizelge 2.1).

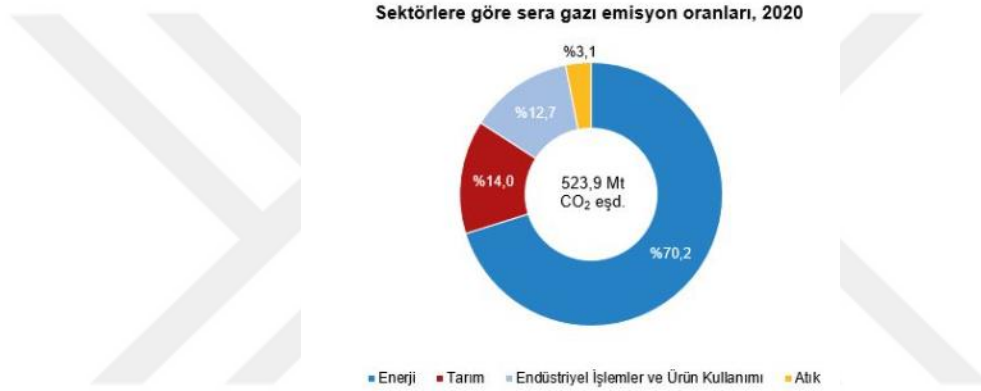
Tarımda emisyonlarının 2020 senesinde, 1990 senesine kıyasla %58,8 ve bir önceki seneye göre %7,5 yükselerek 73,2 Mt CO₂ eşdeğeri olarak hesaplandığı belirtilmiştir. Atık sektörü emisyonların da 1990 senesine kıyasla %48, geçmiş seneye göre %2,1 yükselerek 16,4 Mt CO₂ eşdeğeri şeklinde değiştiği görülmektedir [9].

Çizelge 2.1: Sektöre göre sera gazı emisyonları, 1990-2020 (TÜİK, 2020)

(Milyon ton CO₂ eşd.)

	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	1990-2020 değişim (%)	2019-2020 değişim (%)
Toplam emisyon	219,7	299,0	398,7	474,5	500,8	528,3	524,0	508,1	523,9	138,4	3,1
Enerji	139,6	216,0	287,8	342,0	361,7	382,4	374,1	365,4	367,6	163,3	0,6
Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı	23,0	26,3	49,0	59,2	63,5	66,4	68,0	58,6	66,8	190,5	14,0
Tarım	46,1	42,3	44,4	56,1	58,9	63,3	65,3	68,0	73,2	58,8	7,5
Atık	11,1	14,3	17,4	17,1	16,7	16,3	16,6	16,1	16,4	48,0	2,1

Tablodaki rakamlar, yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir.

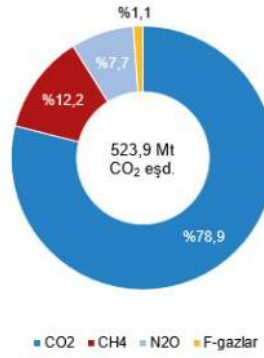


Şekil 2.4: Sektörlere göre sera gazı emisyon oranları, 2020

Raporda toplam CO₂ emisyonlarının 2020 yılında %31,6'sı elektrik ve ısı üretiminden olmak üzere; %85,4'ü enerji sektöründen, %14,2'si endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektöründen, %0,4'ü ise tarım ve atık sektörlerinden kaynaklandığı yer almıştır.[9] Metan gazından kaynaklı emisyonların %61'i tarım, %22,1'i atık, %16,9'u enerji ve %0,02'si endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektöründen; Nitroz oksit emisyonlarının ise %80,3'ü tarım, %9,1'i enerji, %5,6'sı atık ve %5'i de endüstriyel işlemler ve ürün kullanımından kaynaklandığı ifade edilmiştir [9].

Atmosfere salınan sera gazları içerisinde en büyük ilk üç pay %78,9 ile CO₂, %12,2 ile CH₄ ve %7, ile N₂O gazlarına aittir (Şekil 2.5). Çizelge 2.2 ise bu sera gazlarının 1990-2020 yılları arasındaki değişimi göstermektedir. Buna göre toplam emisyonlarda %138,4'lük bir artış yaşandığı görülmektedir.

Gazlara göre sera gazı emisyon oranları, 2020⁽¹⁾



Şekil 2.5: Gazlara göre sera gazı emisyon oranları, 2020

Çizelge 2.2: Gazlara göre sera gazı emisyonları, 1990-2020 (TÜİK, 2020)

	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	1990-2020 değişim (%)	2019-2020 değişim (%)
Toplam emisyon	219,7	299,0	398,7	474,5	500,8	528,3	524,0	508,1	523,9	138,4	3,1
CO ₂	151,7	229,9	316,0	384,3	405,3	430,2	422,6	401,7	413,4	172,6	2,9
CH ₄	42,5	43,7	51,6	52,8	55,6	56,8	60,3	63,1	64,0	50,6	1,4
N ₂ O	25,0	24,8	27,4	32,3	34,4	35,6	35,5	37,0	40,5	62,2	9,4
F-gazlar	0,6	0,7	3,6	5,0	5,5	5,7	5,7	6,2	6,0	860,6	-3,8

Tablodaki rakamlar, yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir. F-gazlar florlu gazlardır.

2.3 Sera Gazı Azaltımı:

Dünyada sera gazı salımını azaltmaya yönelik çevre politikaları, doğal gazın kömür ve petrole göre daha fazla tercih edilmesine neden olmuştur. Doğal gaz elektrik santrali, kömür ve petrolle çalışan santrallere göre daha az karbondioksit salımı yapmaktadır. Elektrik santralleri kWh başına kömürde 900-1200, petrolde 700-900, doğal gazda 350-900, güneşte 100- 200, rüzgârda 10-75, nükleerde 10-30 gr. karbondioksiti atmosfere yaymaktadır (ETKB, Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrallere İlişkin Bilgiler, t.y.) [31].

Enerji tüketiminin artmasıyla birlikte enerji kullanımından kaynaklanan sera gazı emisyonu da artsa dahi fosil yakıtların yerine yenilenebilir kaynakları kullanımının yükselmesi ve enerji verimliliği çalışmaları son yıllarda sera gazı emisyon büyüme hızının azaltılmasında önemli rol oynamıştır. AB’nde son yıllarda yenilenebilir kaynaklara destek, karbon azaltma politikaları, enerji verimliliği ve enerji talebindeki azalma nedenleriyle sera gazı emisyonları azalmıştır. ABD’de kömürün yerine gazın ikamesi ile sera gazı emisyonu azalmaya devam edilmektedir. Çin’in ekonomisindeki yapısal değişim, özellikle kömüre talebin azalması, sera gazı emisyonu büyümesinde önemli bir azalma meydana getirmiştir. Dünyada enerji verimliliğindeki

iyileştirmeler sonucu önemli miktarda enerji ve karbondioksit emisyonu tasarrufu sağlanmıştır. 1990-2011 yılları arasında yapılan enerji verimliliği çalışmaları ile küresel olarak dört milyar ton petrol eşdeğeri (TEP) tasarruf ile birincil enerji tüketimi %32 azaltılmış, 9,6 milyar ton karbondioksitin ortaya çıkması engellenmiştir (Enerji Raporu 2013, s. 318) [32].

Enerji kaynaklı sera gazı emisyonları son yıllarda düşüş eğilimine girmiş olmakla birlikte 2018 yılında %2 oranında artarak son yedi yılın en yüksek seviyesine ulaşmıştır. 2018 yılında ülke bazında enerji kaynaklı karbondioksit eşdeğeri sera gazları artış hızı ABD’de %2,6, Çin’de %2,2, Hindistan’da %7, Rusya’da %4,2, Avrupa’da %-1,6, Almanya’da %-4,8 olurken, Türkiye’de %0,3 oranında gerçekleşmiştir (BP, Statistical Review of World Energy, 2019, s. 57) [29]. Bu artış devletlerin söylemleriyle uygulamalarının birbirinden uzaklaştığını göstermektedir. Ayrıca ABD’nin Paris Anlaşmasından çekilmesi, Rusya’nın ise Paris Anlaşmasını onaylamaması sera gazı azaltımı ile ilgili tereddütlerin oluşmasına neden olmuştur [2].

Emisyonlar, enerji için yakıt yakma, endüstriyel işlemler, bazı çiftlik faaliyetleri ve ormansızlaşma gibi farklı faaliyetlerden kaynaklanabilir. Sera gazı emisyonları, ağaçlar ve diğer bitkiler ve endüstriyel karbondioksit giderme teknikleri ile atmosferden de uzaklaştırılabilir [10].

2.3.1 Türkiye’de Sera Gazı Azaltım Politikaları

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından Ağustos 2020 tarihinde yayınlanan raporda, insan aktivitelerinin iklimi son 2000 yılda benzeri görülmemiş bir şekilde etkilediği belirtilmektedir. Raporda ayrıca Paris Anlaşmasının küresel ortalama sıcaklık artışının sanayi devrimi öncesi döneme göre 1,5 °C ile sınırlandırılması hedefinin 2030’lu yıllarda aşılabacağı belirtilmektedir. İklim değişikliğine sebep olan sera gazı emisyonları küresel ölçekte azaltılsa bile iklim değişikliğinin olumsuz etkileri Dünya’yı önümüzdeki süreçte de etkilemeye devam edecektir. Raporda ayrıca, sera gazı emisyonlarında büyük ölçekli azalmalar olmadıkça küresel ısınmayı 1,5 °C, hatta 2 °C ile sınırlamanın mümkün olmayacağı vurgulanmıştır. Küresel sıcaklık artışını 1,5 °C ile sınırlamak için, karbondioksit emisyonlarının 2010 yılına kıyasla %45, 2030 yılında ise 2 °C ile sınırlandırılması için %25 azaltılması gerektiği ifade edilmektedir (İklim Şurası 2022).

Ancak BM İklim Değişikliği Sekretaryası tarafından Eylül 2020 tarihinde yayınlanan ve ülkeler için ulusal katkıların ve emisyon azaltım hedeflerinin incelenmesini içeren rapora

göre mevcut politikalar sonucunda elde edilecek emisyonlarda 2030 yılına kadar 2010 yılına kıyasla %16 artış olacağı ve bunun yaklaşık 2,7 °C'ye denk geleceği bildirilmektedir (İklim Şurası 2022).

2021 yılı itibariyle küresel karbondioksit emisyonlarının yüzde 65'inden fazlasını ve dünya ekonomisinin yüzde 70'inden fazlasını temsil eden ülkeler net sıfır emisyon hedefi taahhütlerinde bulunmuşlardır. Net Sıfır Emisyon, atmosfere salınan emisyonların yutak alanlar aracılığıyla dengelenmesi sonucunda atmosfere sera gazlarının engellenmesidir. Avrupa Birliği, İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, Fransa 2050 yılında Net Sıfır Emisyon taahhüdü veren ülkeler arasında yer almaktadır. Çin ve Brezilya ise 2060 yılında Net Sıfır Emisyon vaadi vermiştir (İklim Şurası 2022).

Bu bağlamda Cumhurbaşkanımız Sayın Recep Tayyip ERDOĞAN Ülkemizin 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefini 27 Eylül 2021 tarihinde açıklamıştır. Paris Anlaşmasına taraf olmasıyla Ülkemiz; ekonomik, çevresel ve sosyal dönüşüme adım atmıştır. Yeşil kalkınma devrimi olarak belirlenen sıfır emisyon hedefi ile Türkiye yeşil dönüşüm sürecine girmiştir (İklim Şurası 2022) [11].

2.3.2 Avrupa Birliği Sera Gazı Azaltım Politikaları:

Çeşitli AB ülkelerinin yaptığı girişimler sera gazı emisyonlarını azaltmayı istemektedirler. AB, Kyoto Protokolü çerçevesinde 2008-2012 seneleri arasında hedeflerine ulaştıktan sonra, 2020 senesine kadar 1990 seviyelerinin %20 oranında sera gazı emisyon düşürme hedefini benimsemiştir. Avrupa 2020 hedefi doğrultusunda temel hedeflerden olan bu hedefe ulaşmak için Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Sistemi (ETS) için Avrupa Birliği seviyesinde bir sınır değer kabul görülmüş ve Emisyon Ticareti Sistemi kapsamına girmeyen sera gazları için her devletin hedefleri Çaba Paylaşımı Kararı'na bağlı olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda Avrupa Birliği ev aletleri, ekipmanlarda rüzgâr, güneş, hidroelektrik ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını arttırarak enerji verimliliğini artırmak amacıyla mevzuat uygulamaya koymuştur. AB ayrıca, enerji santralleri ve diğer büyük tesisler tarafından yayılan CO₂'yi yakalamak ve depolamak için karbon yakalama ve depolama teknolojilerinin geliştirilmesini de desteklemeyi amaçlamaktadır.

Enerji ve iklim paketinden sonra AB'nin 2015 yılında yayınlamış olduğu '2030 İklim ve Enerji Çerçevesi' (Enerji Birliği) 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını 1990 yılına kıyasla en az % 40 oranında azaltmayı taahhüt etmiştir [24].

3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

İklim değışikliği, iklim parametrelerinin ortalamalarında ve değışkenliğinde gözlenebilen uzun süreli değışimlerdir. Fosil yakıtların kullanımı, ormanların yok edilmesi, tarım ve sanayi gibi beşerî faaliyetler karbondioksit ve metan gibi sera etkisi yaratan gazların atmosferdeki konsantrasyonunu artırmaktadır. Bu durum sonucunda dünyaya ulaşan güneş ışınlarının giderek daha fazlası geri yansıtılmadan dünya tarafından soğurulmakta ve atmosferin sera etkisini kuvvetlendirmektedir. Atmosferde hapsolan enerji, yeryüzünün ısınmasına, kara ve deniz buzullarının erimesine, kar örtüsünün küçülmesine, deniz seviyesinin yükselmesine, yağış rejimlerinin değışmesine, kuraklık ve fırtınalar gibi aşırı hava olaylarının şiddet ve sıklıklarının artmasına sebep olmaktadır (İBB Çevre Koruma Müdürlüğü, 2018).

Atmosferdeki sera gazlarının konsantrasyonu, 1750’li senesinde başlayan sanayi sonrasında yükselmeye başlamış, CO₂ %40’lık bir yükseliş göstererek 280 ppm’den 394 ppm’e ulaşmıştır. Hükümetler arası İklim Değışikliği Paneli ’ne (IPCC) göre CO₂ yoğunluğundaki yükseliş öncelikle fosil yakıtlardan kaynaklanmaktadır. Diğer önemli ikinci etken ise başta ormansızlaşma olmak üzere arazi kullanımından kaynaklanmaktadır[12].

Çizelge 3.1’de iklim değışikliğine sebep olan sera gazlarının (su buharı, karbondioksit, metan gazı, azot protoksit ve diğer gaz) atmosferik ömürleri, küresel ısınma potansiyeli ve CO₂ emisyonu temelinde oranları verilmiştir.

Çizelge 3.1: Sera Gazlarının Özellikleri (The Economics of Climate Chance, t.y.) [41]

Sera Gazları	Atmosfer Ömrü (Yıl)	100. Yılda Küresel Isınma Potansiyeli (GWP)	2000 CO ₂ Emisyonunda Yüzdesi
Karbondioksit (CO ₂)	5-200	1	%77
Metan (CH ₄)	10	23	%14
Azot protoksit (N ₂ O)	115	296	%8
Hidroklorokarbonlar (HFK)	1-250	10,000-12,000	%0,50
Perflorokarbonlar (PFK)	>2,500	>5,500	%0,20
Kükürt hekzaflorür (SF ₆)	3,200	22,200	%1

3.1 İklim Değişikliğinin Etkileri:

İklim değişikliğinin etkileri sıcaklıklardaki yükselişten ibaret değildir. Kuraklık, şiddetli kasırgalar, seller gibi doğal afetlerin artması ve etkisindeki artış, okyanus ve deniz suyu değerlerinde yükselme ve okyanusların asit oranlarında gözlenebilen yükseliş, buzulların erimesi neticesinde hayvanlar, bitkiler ve ekosistemlerin yanı sıra insan toplulukları da ciddi riskler ile yüz yüze kalmak da iklim değişikliğinin etkileri arasındadır [12].

Bilim dünyasında iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini minimize etmek için ortalama sıcaklıklardaki artışın en fazla 2°C ile sınırlanması gerektiğini belirtilmektedir. Bu hedefin tutturulması için atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun 450 ppm seviyesini aşmaması gerektiği ifade edilmektedir [12].

Günümüzde, mevcut politikalar ve uygulamalar ile bu sınır değerlerdeki artışın devam edeceği tahmin ediliyor. Dünya Bankası, karbondioksit emisyonlarının şu andaki artış hızıyla devam edilmesi durumunda 2060 yılında ortalama sıcaklıkta 4 derecelik bir artışın olacağı belirtiliyor [12].

3.2 Uluslararası Yapılan Çalışmalar:

3.2.1 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

1992 yılında kabul edilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) iklim değişikliği sorununa karşı küresel tepki niteliği taşımaktadır. Sözleşme 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir. 194 destekçisi bulunan bu Sözleşmeye, neredeyse evrensel bir katılım sağlanmıştır. Sözleşmenin nihai amacı, atmosferdeki sera gazı etkisinin, iklim sistemi üzerinde görülebilecek olumsuz insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde sınırlandırmaktır. BMİDÇS kapsamlı bir sözleşme olarak genel kuralları, esasları ve yükümlülükleri tanımlamaktadır. Sözleşme, iklim sisteminin, bütünlüğü başta endüstri ve diğer sektörlerden kaynaklı karbondioksit ve öteki sera gazı salımlarından etkilenebilecek, ortak bir varlık olduğunu kabul etmektedir [13].

3.2.2 Paris Anlaşması

Kyoto Protokolü'nün 2020 senesinde bitecek olması nedeniyle 2015 senesinde Fransa'nın Paris kentinde 21. Taraflar Konferansı düzenlenmiş olup ve bu konferansta 2020 senesinden sonra geçerli olmak üzere Paris İklim Anlaşması kabul edilmiştir. 4 Kasım 2016

tarihinde 55 taraf ülkenin kabulü ile yürürlüğe giren bu anlaşmadaki ülkeler, küresel sera gazı emisyonları salınımının yüzde 55'inden sorumludur. 7 Ekim 2021 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisi tarafından “Paris Anlaşmasının Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun” Resmî Gazete’ de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir [14]. Böylelikle Türkiye de anlaşmaya taraf olmuştur.

Paris İklim Anlaşması, Birleşmiş Milletler (BM) İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin yürütülmesini amaçlayarak, sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin desteklenmesini hedeflemektedir. Anlaşmanın temel hedeflerinden biri küresel ortalama sıcaklık artışının kontrol edilebilir bir seviyede tutulmasıdır. Anlaşmayla birlikte sera gazı emisyonlarının düşürerek, küresel ısınmanın sanayi öncesi zamana kıyasla 2°C ile sınırlandırılması hedeflenmiş ve bu değerin mümkünse 1,5°C'ye kadar düşürülmesi de karar bağlanmıştır. Bu hedefe ulaşmak için ise insan faaliyetlerinin etkisi sonucunda salınan sera gazları azaltılması, dünya genelinde karbon salınımının 2030'a kadar yüzde 50 seviyesine indirilmesi, 2050'ye kadar sıfıra indirilmesi, fosil yakıt kullanımı azaltılarak yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesi için gerekli hazırlık ve çalışmaların yapılması kararlaştırılmıştır [15].

3.2.3 Kyoto Protokolü

Kyoto Protokolü, küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadele etmeye yönelik uluslararası bir çerçeve anlaşmadır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında imzalanmıştır. Bu protokolü imzalayan ülkeler, karbon dioksit ve sera gazı etkisine neden olan diğer beş gazın salınımını azaltmaya veya bunu yapamıyorlarsa salım ticareti yoluyla haklarını arttırmaya söz vermişlerdir. 1997'de imzalanan, 2005'te yürürlüğe giren bu protokol ülkelerin atmosfere saldıkları karbon miktarını 1990 yılındaki düzeylere düşürmelerini gerekli kılmaktadır. Çünkü, protokolün yürürlüğe girebilmesi için, onaylayan ülkelerin 1990'daki emisyonlarının (atmosfere saldıkları karbon miktarının) yeryüzündeki toplam emisyonun %55'ini bulması gerekmekteydi ve bu orana ancak 8 yılın sonunda Rusya'nın katılımıyla ulaşılabildiği [16].

2004 yılında BMİDÇS'ye taraf olan ancak uzun süre Kyoto Protokolü'nü imzalamayan Türkiye 30 Mayıs 2008'de Protokolü imzalayacağını resmen açıklamıştır. Çevre ve Orman Bakanı Veysel Eroğlu, Dışişleri Bakanlığı'na, “Kyoto Protokolü'ne taraf olmayı kabul ve TBMM tarafından onaylanmasının uygun olduğuna” dair yazı gönderdiğini açıklamıştır. [16]

3.3 İklim Değişikliği ve Türkiye

Türkiye, iklim değişikliğinin çok sosyoekonomik ve ciddi çevresel sonuçlara yol açabilecek ve ülkelerin güvenliğini tehdit edebilecek seviyede, çok yönlü ve karışık bir sorun olduğu ve bunların neden olacağı sonuçların gelecek nesillerin yaşamını tehdit eden en önemli etkilerden biri haline geleceği, iklim değişikliğine sebep olan sera gazlarının azaltılması ve iklim değişikliği ile mücadele kapsamında ülkeler arası iş birliğinin öneminin farkındadır. (Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi 2010-2023)

Türkiye, iklim değişikliğinin etkilerinin en aza indirilmesine yönelik küresel çabalara kendi şartları ve imkânlarıyla katkıda bulunmak için Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi'ni hazırlamıştır. Bir yıl gibi kısa bir vadede hayata geçirilecek amaçların yanı sıra 1-3 yıllık dönem içerisinde gerçekleşmesi öngörülen orta vadeli hedefleri ve süresi 10 yıla kadar yayılan uzun vadeli hedefleri içermektedir. 2010 – 2020 döneminde iklim değişikliğine karşı faaliyetlere rehberlik edecek strateji, ulusal ya da uluslararası gelişmeler ışığında ihtiyaç duyulmasıyla tekrar değerlendirilecektir (Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi 2010-2023).

Türkiye'nin iklim değişikliğindeki amaç doğrultusunda ulusal vizyonu; iklim değişikliği politikalarını kalkınma politikalarıyla entegre etmiş; enerji verimliliğini arttırmış, temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları teşvik edilmiş; iklim değişikliğiyle mücadeleye özel şartları etrafında düzenli katılım sağlayan ve yüksek yaşam kalitesi ile düşük karbon yoğunluğu sağlayıp refahı tüm vatandaşlarına sunabilen bir ülke olmaktadır (Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi 2010-2023) [17].

3.4 İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerine Etkileri:

İklim değişikliği insan sağlığına direkt olarak etkisi, ısı dalgaları, seller, fırtınalar ve ekstrem hava olayları sonucunda gözlemlenmektedir. İklim değişikliğinin sağlık üzerine olan dolaylı etkisi ise enfeksiyon hastalıkları, su kullanımı ve besin temini yoluyla olmaktadır [18].

Özellikle sıcaklığın artması ve yağış dağılımındaki düzensizlik; hastalığa neden olacaktır. İklim değişikliği sonucunda kuş gribinden sarıhummaya kadar olan bir sürü hastalık yabani hayvanlar ile yayılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü tarafınca yapılan bilimsel çalışmalarda bu hastalıklar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

- Kuş gribi (as avian flu)
- Kene (tick-borne babesia)

- Kolera (cholera)
- Ebola (ebola)
- Veba (plague)
- Zararlı deniz yosunları (red tides of algal blooms)
- Lyme (lyme disase)
- Uyku hastalığı (sleeping sicness)
- Kızıl humma, sıtma (red valley fever)
- Verem (tüberculosis)
- Sarıhumma, sıtma (yellow fever).[18]

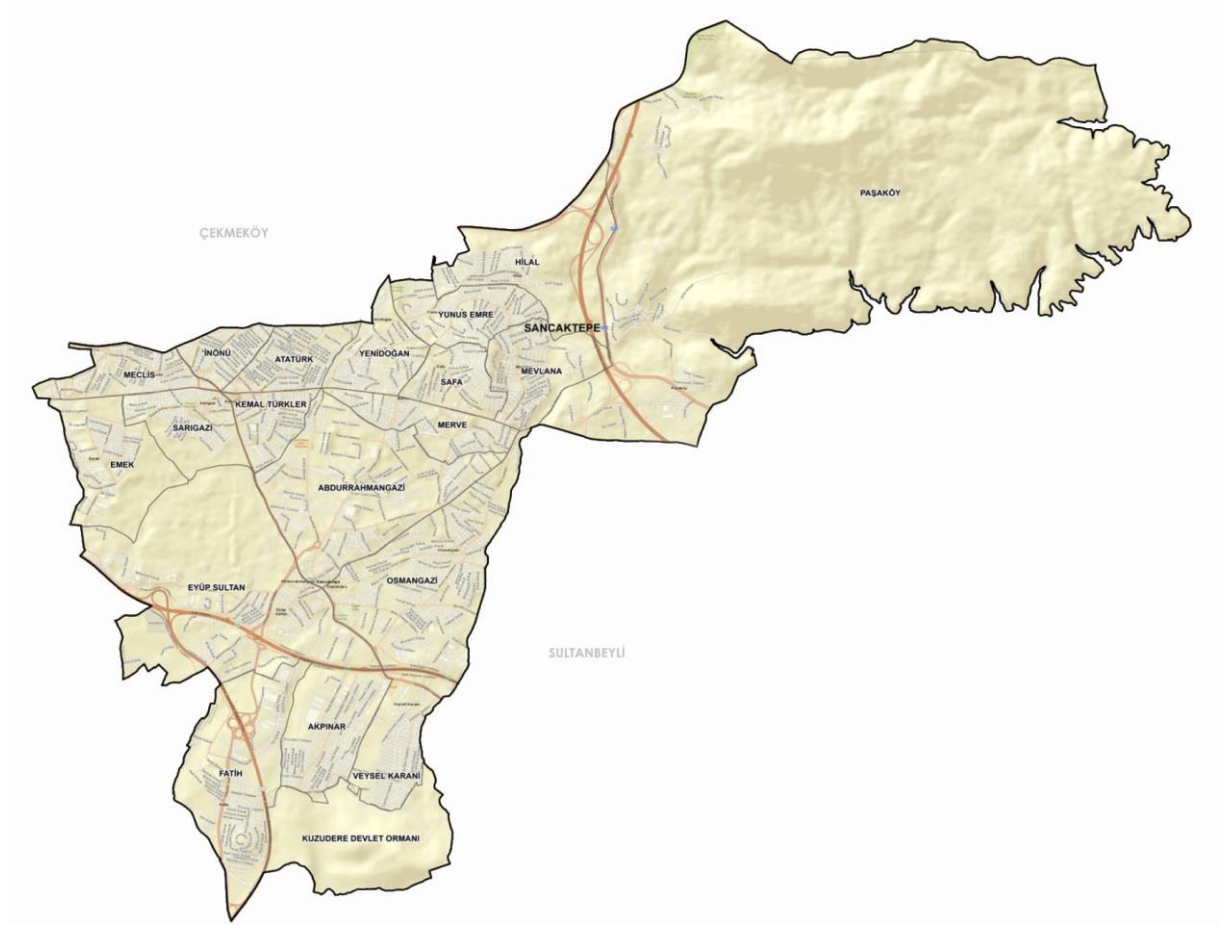


4. MATERYAL ve YÖNTEM

4.1 Çalışma Alanı

Sancaktepe İlçesi İstanbul'un Anadolu yakasında yer almaktadır. Güneyinde Kartal ve Maltepe, kuzeyinde Çekmeköy, batısında Ümraniye ve Ataşehir doğusunda ise Sultanbeyli ve Pendik, ilçeleri bulunmaktadır. Samandıra, Sarıgazi ve Yenidoğan Beldelerinin birleştirilmesiyle oluşmuştur.

19 mahalleden oluşan Sancaktepe İlçesi, 62,41 km² alana sahiptir. Havza niteliği taşıması sebebiyle son derece hassas bir yerleşim alanı olan bu bölge, Kurtköy Sabiha Gökçen Havalimanı'na olan bağlantıları, TEM otoyolu ve TEM-Kartal bağlantı yolunun sağladığı ulaşım olanakları ile birlikte konumsal önemini arttırmaktadır (Şekil 4.1). [19]



Şekil 4.1: Sancaktepe İlçesi Haritası [20]

Sancaktepe'de elli yılı aşkın süredir devam eden göç ile artan nüfus, ilçenin yerleşim yapısından görünüşüne, kültürel yaşamından toplumsal yapısına her alanını etkilemiştir.

Sancaktepe nüfus yoğunluğu açısından, İstanbul ortalamasının üstünde bir nüfus yoğunluğuna sahiptir. 19 mahalleden oluşan Sancaktepe İlçesi 62,41km²'lik bir alana sahiptir ve TÜİK 2021 verilerine göre 474.668 nüfusa sahiptir (Çizelge 4.1).

Sancaktepe ilçesi, göç yollarının üzerinde oluşu, ikliminin yerleşime uygun oluşu ve coğrafi yapısı sebebiyle uzun zamandır bir çekim merkezi olmuştur. Anadolu'dan büyük kentlere doğru yaşanan göçlerden en çok etkilenen yerlerden birisidir. Hızlı nüfus artışı gösteren ilçenin göç aldığı bölgeler arasında Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgeleri dikkat çekmektedir. Neredeyse her bölgeden Sancaktepe'ye göç alındığı için değişik kültür alışkanlıkları, örf ve adetler olarak toplamıştır.[21]

Çizelge 4.1: İstanbul İli Sancaktepe İlçesi Nüfus Bilgileri

	Toplam	Erkek	Kadın
Sancaktepe	474.668	240.230	234.438

Sancaktepe ilçesi, ilk çağlardan itibaren mesire alanı ve yazlık sarayları ile dikkat çekmiştir. Bölgede bulunan en eski yapı bir Bizans Sarayı olan I. Tiberius Konstantinos (578-582) ve Mavrikos (582-602) dönemlerinde yapılan Damatris Yazlık Sarayı'dır. Damatris Sarayı adını Demeter'den 'Tarım Tanrıçasından' almıştır. Bugün ise halen kalıntıları Samandıra sınırları içindedir.

Cumhuriyet döneminde ise 1970'lı yıllara kadar sakin bir dönem geçirilen bölgede sosyokültürel anlamda önemli bir farklılık olmadığı söylenebilir. Bu tarihlerden sonra ekonomide tarımsal üretimden sanayi üretimine geçişin hızlanmasıyla kırsal kesimlerden kentlere doğru hızlı bir göç başlamıştır.

Bu süreçte en çok göç İstanbul başta olmak üzere büyük şehirlere doğru olmuştur. Bugünkü Sancaktepe ilçesinin bulunduğu nokta en çok göç alan iki şehir olan Kocaeli ve İstanbul'un ortasındadır. Böylece göç hareketlerinden en fazla etkilenen yerlerden birisi bu bölge olmuştur. Sanayi faaliyetlerinin gelişmesine ek olarak, günümüzde bölgeye göç artarak devam etmektedir.

Bölgedeki bu sosyal ve iktisadi değişime paralel olarak; 2008 yılında idari alanda değişiklik yapılarak, Ümraniye İlçesine bağlı Sarıgazi ve Yenidoğan beldeleriyle, Kartal ilçesine bağlı Samandıra beldesi birleştirilerek Sancaktepe adı altında yeni bir ilçe oluşturulmuştur.[22]

4.2 Sancaktepe İklimi

İstanbul Akdeniz, Karadeniz, Balkan ve Anadolu kara ikliminin tesiri altında bulunur. Kışın Akdeniz'den gelen ılık lodosları, Balkanlar üzerinden gelen soğuk veya Karadeniz'den gelen yağışlı havalar takip eder.[23]

Sıcak ve ılıman bir iklim hakimdir; Sancaktepe kış aylarında yaz aylarından çok daha fazla yağış almaktadır. Sancaktepe ilinin yıllık ortalama sıcaklığı 14,5 °C 'dır. Yıllık ortalama yağış miktarı: 748 mm'dir (Çizelge 4.2) [23].

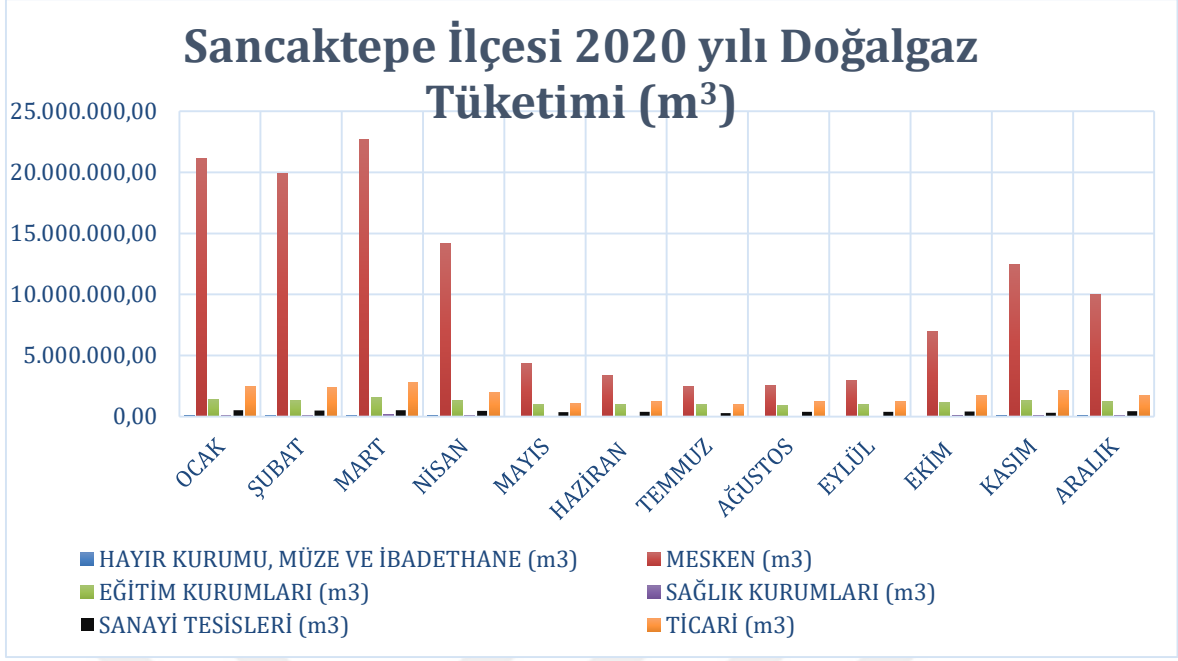
Çizelge 4.2: Sancaktepe İklim Çizelgesi [23]

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ort. Sıcaklık (° C)	5.6	6.1	8.2	11.7	16.7	21.3	23.9	24.2	20.7	16	11.9	7.6
Min. Sıcaklık (° C)	3.4	3.7	5.2	8.3	13.1	17.8	20.5	21.3	18	13.7	9.6	5.6
Maks. Sıcaklık (° C)	7.9	8.7	11.3	15.3	20.2	24.8	27.4	27.7	23.8	18.6	14.3	9.8
Yağış / Yağış (mm)	90	76	76	51	38	39	28	28	55	80	79	108
Nem(%)	79%	77%	75%	74%	72%	70%	68%	69%	70%	76%	77%	78%
Yağmurlu günler (g.)	10	9	8	6	5	5	3	3	5	7	7	10
Güneşli saatler (s)	5.1	5.8	7.3	9.4	10.7	11.7	11.6	10.6	9.0	6.8	6.0	5.1

24,2 °C sıcaklıkla Ağustos yılın en sıcak ayıdır. Ocak ayında ortalama sıcaklık 5,6 °C olup yılın en düşük ortalamasıdır. 28 mm yağışla Temmuz yılın en kurak ayıdır. Ortalama 108 mm yağış miktarıyla en fazla yağış aralık ayında görülmektedir. [23]

İklim koşullarına göre ilçede ısınma ve soğutma amaçlı enerji gereksinimi büyük oranda doğal gaz kullanılarak karşılanmaktadır. Fikir vermesi amacıyla, farklı sektörlerde ve kullanım alanlarında tüketilen doğal gazın 2020 yılına ait tüketim miktarları Şekil 4.2'de verilmiştir.

Sancaktepe İlçesi 2020 yılı doğalgaz kullanım verilerine göre en fazla doğalgaz kullanımı konutlarda kaynaklanmıştır. Alınan resmi verilere göre konutlarda 122.817.105 m³; Ticari kullanımda 21.095.353 m³; Sanayide 5.124.829; Eğitim kurumlarında 14.265.482 m³; sağlık kurumlarında 1.057.027 m³; Hayır kurumu, müze ve ibadethanelerde ise 523.337 m³ dür.



Şekil 4.2: Sancaktepe İlçesi 2020 yılı doğalgaz tüketimi

4.3 Sera Gazı Envanteri için Veri Toplama, Hesaplama ve Raporlama Prensipleri

Sancaktepe Sera Gazı Envanteri, uluslararası Yerel Çevre Girişimleri Konseyi (ICLEI), C40 Şehirleri İklim Liderliği Grubu (C40) ve Dünya Kaynakları Enstitüsü (WRI) tarafından 2016 yılında hazırlanan ve yerel yönetimler tarafından yaygın olarak kullanılan Yerel Sera Gazı Salımları için Küresel Protokolüne (GPC) uygun olarak hazırlanmıştır (Şekil 4.3).

GPC, Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından 2006 yılında geliştirilmiş olan ve periyodik olarak güncellenen IPCC Ulusal Sera Gazı Envanteri Kılavuzları temel alınarak hazırlanmıştır. Böylece takip eden bölümlerde açıklanan sonuçların küresel ölçekte kıyaslanabilir ve kabul görebilir olması hedeflenmiştir.



Şekil 4.3: Yerel Sera Gazı Salımları için Küresel Protokol (GPC, 2016)

Envanter hazırlama aracına girilen verilerin toplanması sürecinde GPC'nin aşağıda listelenen “Veri Toplama Prensipleri” izlenmiştir.

- Veri toplama süreci kurulması
- Kilit kategori tahminlerinin iyileştirilmesinin önceliklendirilmesi
- Veri toplama faaliyetlerinin ve yöntemsel ihtiyaçların gözden geçirilmesi
- Veri sağlayıcılarla çalışılması

Verilerin analizi ve raporlanması sürecinde ise GPC'nin aşağıda listelenen “Hesaplama ve Raporlama Prensipleri” izlenmiştir.

- İlgililik (Relevance)
- Şeffaflık (Transparency)
- Doğruluk (Accuracy)
- Tutarlılık (Consistency)
- Bütünlük (Completeness)

4.4 Sera Gazı Envanteri Hesaplama Aracı

UNCCC Türkiye CRF tablolarındaki verilerden yararlanılarak SANCAKTEPE BELEDİYESİ SERA GAZI HESAPLAMA ARACI oluşturulmuştur. Sancaktepe İlçesinde 2022 yılında yayınlanan en güncel ve en kapsamlı sera gazı envanteri hazırlama aracıdır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3: Sancaktepe Belediyesi Sera Gazı Envanteri Hesaplama Aracı Çizelgesi

SANCAKTEPE BELEDİYESİ SERA GAZI ENVANTERİ HESAPLAMA ARACI								
No	Saha	Emisyon Kaynağı	Kapsam	Tüketim	Tüketim Birimi	Emisyon Faktörü	Emisyon Faktörü Birimi	Emisyon (Ton CO ₂ e)
1	Sancaktepe Belediyesi	Doğalgaz	Kapsam 1		m ³	0,001805929	ton CO ₂ e/m ³	0,00
2	Sancaktepe Belediyesi	Elektrik	Kapsam 2		kwh	0,000393	ton CO ₂ e/kwh	0,00
3	Sancaktepe Belediyesi	Yangın Söndürme Cihazı	Kapsam 1		kg	0,001	ton CO ₂ e/kg	0,00
4	Sancaktepe Belediyesi	Mazot (On-Road)	Kapsam 1		lt	0,002685412	ton CO ₂ e/lt	0,00
5	Sancaktepe Belediyesi	Mazot (Off-Road)	Kapsam 1		lt	0,002919271	ton CO ₂ e/lt	0,00
6	Sancaktepe Belediyesi	Mazot (Sabit)	Kapsam 1		lt	0,002653302	ton CO ₂ e/lt	0,00
7	Sancaktepe Belediyesi	Benzin (Sabit)	Kapsam 1		lt	0,002264355	ton CO ₂ e/lt	0,00
8	Sancaktepe Belediyesi	Benzin (On-Road)	Kapsam 1		lt	0,002348263	ton CO ₂ e/lt	0,00
9	Sancaktepe Belediyesi	Harcanan Para	-		TL	-	-	

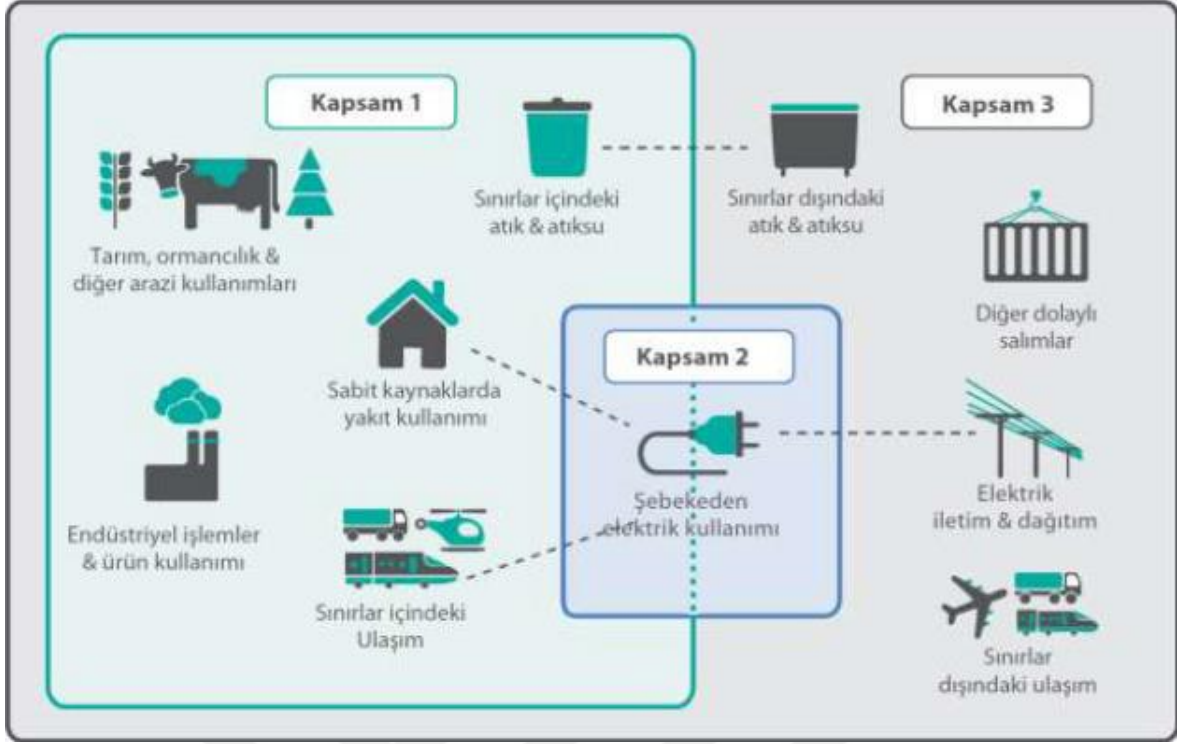
Sancaktepe Belediyesi olarak harcanan her 1000 TL için Sera Gazı açığa çıkarıyoruz.

Toplam Emisyon (ton CO ₂ e)	0,00
Birim Emisyon (ton CO ₂ e/1000 TL)	Harcanan Para Miktarını Giriniz

Sabit	Yanma Kazanı, Kalorifer Dairesi vb.
On-road	Otobana çıkabilen araçlar (binek araçlar)
Off-Road	Otobana çıkamayan araçlar (iş makineleri)

4.5 Envanterin Kapsamı

İlçe ölçeğinde hazırlanan bu envanter, Sancaktepe Belediyesi'nin yetki alanı dahilindeki çoğu salım kaynaklarını kapsamaktadır. Envanter kapsamının oluşturulmasında Yerel Sera Gazı Salımları için Küresel Protokolünün (GPC) belirlemiş olduğu salım kaynakları sınıflandırması temel alınmıştır. GPC çerçevesinde envanter hazırlarken, eldeki verilerin doğruluk, ayrıntı ve güvenilirlik seviyesine bağlı olarak, aşağıda yer alan 3 farklı kapsamdaki yaklaşımlar arasında seçim yapmak gereklidir (Şekil 4.4, Çizelge 4.4).



Şekil 4.4: GPC Tarafından Belirlenen Kapsamlar (GPC,)

Çizelge 4.4: GPS Tarafından Belirlenen Kapsamlar Çizelgesi

Kapsam	Salım Kaynakları
Kapsam 1 (Doğrudan Salımlar)	Şehirdeki taşıtlar, tesisler, binalar vb. yerlerdeki yakıt tüketimi
Kapsam 2 (Dolaylı Salımlar)	Şehirde şebekeden satın alınarak tüketilen elektrik ve ısıtma/soğutma amaçlı enerji
Kapsam 3 (Dolaylı (Tüketim Temelli) Salımlar)	Şehirdekiler tarafından satın alınan ürün veya hizmetlerin üretimi/nakliyesi

Envanterin hazırlanması sürecinde belediyenin yetki alanı dâhilindeki birçok salım kaynakları taranarak azami miktarda veriye ulaşılmaya çalışılmıştır, ancak Kapsam 3 altındaki verilere ulaşmanın çok zor olması nedeniyle Kapsam 1 ve Kapsam 2 altında sınıflandırılan salınımlar envantere dâhil edilmiştir. Kilit paydaşlar ve temel veri kaynakları Çizelge 4.5’te verilmiştir. Mevcut veriler ve salım faktörleri ışığında envanter kapsamına karbondioksit (CO₂); metan (CH₄) ve nirozoksit (N₂O) olmak üzere üç sera gazı dahil edilmiştir. Hesaplanan CH₄ ve N₂O emisyonları karbondioksit eşdeğerine (CO₂e) çevrilerek toplam salınımlara dâhil edilmiştir. CO₂e çevrimleri konu sera gazının kütlesi ile IPCC 5. Değerlendirme Raporunda (AR5) verilen küresel ısınma potansiyellerinin çarpımı sonucunda elde edilmiştir. Hidroflorokarbonlar (HFCler); Sülfür hekzaflüorür (SF₆), Perflorokarbonlar (PFCler), vb. sera

gazları bunlara neden olan faaliyetlere yönelik bilgilere ulaşılabilmesi nedeniyle envantere dâhil edilmemiştir.

Çizelge 4.5: Kilit Paydaşlar ve Temel Veri Kaynakları

Kaynak Adı	Veri	Kaynak Yılı	Kaynak Kurum
2020 Ulusal Envanter Bildirimi	Ulusal Salım Faktörleri	2020	UNFCCC & TÜİK
Doğalgaz Piyasası 2021 Sektör Raporu	Doğalgaz Tüketim Verileri	2021	İGDAŞ
Elektrik Piyasası 2021 Sektör Raporu	Elektrik Tüketim Verileri	2021	AYEDAŞ
2021 Petrol Piyasası Sektör Raporu	Akaryakıt Tüketim Verileri	2021	EPDK
Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM)	Transit Geçiş Verileri	2021	KGM
Sancaktepe Belediyesi Modelleme Durum Raporu	Hane Kömür Tüketim Verileri	2021	SANCAKTEPE BELEDİYESİ & TÜİK

Toplanan verilerin ve kullanılan salım faktörlerinin kalitesi GPC metodolojisine göre yüksek, orta veya düşük olmak üzere 3 kategoride sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.6). Envanterde kullanılan veriler ve salım faktörleri ağırlıklı olarak ulusal raporlardan elde edildiği için verilerin kalitesi genellikle orta olarak sınıflandırılmıştır. Kullanılan salım faktörleri IPCC Sera Gazı Envanteri Kılavuzları ve Türkiye 2018 Ulusal Envanter Bildiriminden ve UNFCCC emisyon faktörleri tablolarından alınmış, böylelikle sonuçların ulusal raporlar ve uluslararası envanterler ile uygun olması hedeflenmiştir.

Çizelge 4.6: Veri Kalitesi Değerlendirme (GPC, 2014) [42]

Veri Kalitesi	Aktivite Verisi	Salım Faktörü	Ölçek
Yüksek (Y)	Detaylı/gerçek aktivite verisi	Spesifik Salım Faktörü	Yerel
Orta (O)	Gerçekçi varsayımlar kullanılarak modellenen somut aktivite verisi	Genel Salım Faktörü	Ulusal
Düşük (D)	Çok fazla modelleme kullanılmış ya da kesin olmayan aktivite verisi	Varsayılan Salım Faktörü	Uluslararası

4.6 Veri Toplama

Envanter hazırlama için gerekli temel veriler, belediye sınırları dâhilindeki konut, ticari bina, sanayi tesisleri, karayolu amaçlı olarak kullanılan yakıt ve elektrik miktarlarıdır. Bu verilere ulaşabilmek için paydaş çalışmaları, ikili görüşmeler gibi aktif veri toplama süreçleri ile literatür araştırması, telefon görüşmeleri gibi masa başı veri toplama süreçleri gerçekleştirilmiştir. Toplanan veriler uluslararası ölçekte kıyaslanabilir ve raporlanabilir olması amacıyla GPC standartlarına göre sınıflandırılmıştır.

4.7 İstanbul İli Sancaktepe İlçe Belediyesi Sera Gazı Emisyon Envanteri Hesaplaması

İklim değişikliği dünyada önemli derecede büyük bir tehlikedir. Bir yörenin ikliminin değişmesi oldukça geniş bir alanda değişimi öngörmemizi gerektirmektedir. Ayrıca su stresi yaşanacak ülkeler sıralamasında Türkiye coğrafyası genel olarak etkilenecek olup sanayide de negatif senaryolar olasıdır. Sera gazı olarak tanımlanan gazlar bilindiği gibi yanma reaksiyonlarının ürünleridir. İhtiyaç duyulan enerji dışında CO₂ başta olmak üzere çeşitli sera gazları ve su buharı atmosfere verilmektedir. Bilim insanları ise ufak gibi görülen 2°C'lik bir artışın iklimi dönüşü olmayacak şekilde etkileyeceği konusunda aynı fikirdedirler. Bu çalışmada hesaplanan emisyon miktarları, genel tablonun daha net görülmesini, buna bağlı olarak azaltım ve uyum kavramlarının netleşmesi sağlayabilecektir. Ortaya konulan sonuçlar, bilimsel çalışmalarla harmanlanarak çözüm yolları oluşturulmasında önemli bir taban oluşturabilecektir.

İlçe kapsamında emisyon hesaplaması yapılırken; öncelikle ilçenin verileri ve belediye verileri olarak iki ana başlıkta veri temini sağlanmıştır. İlçe verileri olarak yanma ve elektrik kullanımına bağlı emisyon oluşumu için veriler iki başlıkta temin edilmiştir. Yanma, sabit kaynaktan olabileceği gibi ulaşım sektöründe hareketli kaynaklarda da olabilmektedir. Bu

nedenle, sabit kaynaklardan kaynaklı emisyonlar ve hareketli kaynaklarda yanma nedeni ile açığa çıkan emisyonlar olarak iki ayrı şekilde hesap yapılmıştır. Elektrik üretimi ise nihayetinde enerji üretimi için yanma temelli olduğu için ikincil kaynak olarak hesaplanmıştır. Kent bazında doğalgaz, yakıt ve elektrik tüketimi verileri belediye bünyesinde elektrik, ısıtma soğutma, yakıt, iş makineleri, aydınlatma, kazan daireleri gibi yanma kaynaklı emisyonlar incelenmiştir.

Çalışmada kullanılan veriler Sancaktepe Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Belediye olarak hesaplama yapılmış olup, doğalgaz kullanım verileri ilçe bazında İGDAŞ'tan, belediye bazında ise belediye abone numaralarına göre kullanım verisi toplamı olarak Sancaktepe Belediyesinden temin edilmiştir. Kent elektrik tüketim verisi AYEDAŞ'tan, belediye tüketimi ise ENERJİ-SA'dan temin edilmiştir.

Yine Sancaktepe ilçesi için yakıt olarak benzin ve motorin verisi EPDK'dan alınmıştır. Belediye bina ve araç filosunda kullanılan yakıtların envanterine ilişkin veriler Sancaktepe Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğünden elde edilmiştir. Toplanan veriler Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ ekinde verilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır. Güncel emisyon faktörleri IPCC raporları ve UNFCC emisyon faktörleri raporlarından alınmıştır. Çalışmada, Sancaktepe ilçesinin sera gazı envanterinin hesaplanmasından başlayarak, azaltım stratejileri oluşturmak üzere ilçenin kendine has özellikleri ile ilgili bilimsel araştırmaları harmanlanarak iklim değişikliği doğrultusunda kırılganlıklarını belirleyerek geleceğe yönelik oluşabilecek değişikliklerde alınacak tedbirlerin belirlenmesi için çalışılmıştır

4.7.1 Sera Gazı Emisyon Envanteri Hesaplama Yöntemleri

Sera gazı hesaplamaları UNFCC Türkiye Ulusal Envanter Raporu ve IPCC 2006 raporlarından alınan emisyon faktörleri kullanılarak yapılmıştır.

Sera gazlarının küresel ısınma potansiyelinin CO₂ gazı cinsinden ifadesine karbondioksit eşdeğeri (CO₂e) denir. Denklem 1'de verildiği gibi, Sera Gazı Emisyonu hesaplaması genel olarak, faaliyet verisi, emisyon faktörü ve ilgili gazın net kalorifik değerlerinin çarpımları sonucu bulunmaktadır. Yakıt Tüketiminden kaynaklı sera gazı emisyonları Denklem 2 'deki formül ile Elektrik tüketimi ise Denklem 3'te verilen formül ile hesaplanmıştır.

Sera gazı emisyonları, faaliyet verilerinin (FV) (Elektrik Tüketimi, Yakıt Tüketimi, vb.) ile Emisyon Faktörlerinin (kg/TJ) çarpılmasıyla hesaplanır. Hesaplamalarda kullanılan emisyon faktörü değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Örnek bir hesaplama ise aşağıda detaylı olarak sunulmuştur.

Denklem 1;

$$\text{“Sera Gazı Emisyonu (ton CO}_2\text{)} = \text{Faaliyet Verisi} \times \text{Emisyon Faktörü} \times \text{GWP”}$$

Denklem 2; Yakıt Tüketiminden kaynaklı sera gazı emisyon hesabı

$$\text{“Sera Gazı Emisyonu (ton CO}_2\text{)} = \text{Yakıt Tüketimi (TJ/Yıl)} \times / (\text{kg CO}_2\text{/TJ} + \text{kg CH}_4\text{/TJ} \times \text{GWP}_{\text{CH}_4} + \text{kg N}_2\text{O/TJ} \times \text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}}\text{)”}$$

Denklem 3; Elektrik tüketiminden kaynaklı sera gazı emisyon hesabı

$$\text{“Sera Gazı Emisyonu (ton CO}_2\text{)} = \text{Elektrik Tüketimi (KWh /Yıl)} \times \text{Emisyon Faktörü} / (\text{kg CO}_2\text{ e /KWh} / 1000 (\text{kg/ton}))$$

Örnek Hesaplama;

Doğalgaz Tüketimi:	120.879.275 m ³ d: 0,67 kg/m ³ 120.879.275 m ³ x 0,67 kg/m ³ = 80 989 114,25 kg x 10 ⁻⁶ = 80,98911425 Gg
Kalorifik Değeri:	48,0 TJ/Gg
Faaliyet verisi	80,98911425 Gg x 48 TJ/Gg = 3 887,477484 TJ
Emisyon Faktörleri	CO ₂ : 55670 kg/TJ CH ₄ : 1 kg/TJ N ₂ O: 0,1 kg/TJ
CO ₂ eşdeğerleri	CH ₄ : 28 N ₂ O: 265
Emisyonlar	Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü x GWP
CO ₂	3 887,477484 TJ x 55670 kg/TJ = 216 415 871,5 kg
CH ₄	3 887,477484 TJ x 1 kg/TJ = 3 887,477484 kg 3 887,477484 kg CH ₄ x 28 = 108 849,3696 kg CO ₂ e

*Örnek Hesaplama devamı

N ₂ O	3 887,477484 TJ x 0,1 kg/TJ = 388,7477484 kg 388,7477484 kg N ₂ O x 265 = 103 018,133 kg CO ₂ e
TOPLAM:	216.415.871,5 +108.849,3696 + 103.018,133 = 216.627.739 kg CO ₂ e = 216.627,739 ton CO ₂ emisyonu doğalgaz tüketiminden kaynaklıdır.

Çizelge 4.7: Bu Tez Çalışmasında Kullanılan Emisyon Faktörleri

Yakıt Türü veya Aktivite	Özel Tanımlama	Units	Emisyon Faktörleri		
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Dizel-Transport	EF_DieselOil_Transport	kg / TJ	72280	3,9	3,9
Elektrik	EF_Electricity	kg CO ₂ e/ KWh		0,428	
Benzin-Transport	EF_Gasoline_Transport	kg / TJ	69300	25,0	8,0
LPG-Sabit Yakma	EF_LPG_Stat. Combust.	kg / TJ	63240	5,1	0,11
Doğal Gaz-Evsel	EF_Natural_Gas_Residential	kg / TJ	55670	1,0	0,1
İthal Kömür-Evsel	EF_Bituminous_Coal Residential	kg / TJ	95800	300	1,5

Envanter hesaplarında kullanılan emisyon faktörleri Çizelge 4.7 'te verilmiştir. Emisyon faktörlerinde kullanılan kaynaklar; IPCC 2006, Ulusal Sera Gazı Envanteri 1990-2022, GHG Protokol tablolarını ifade etmektedir.

Tez çalışmasında küresel ısınma potansiyeli değerleri Çizelge 4.8'te gösterilen IPCC 5. değerlendirme raporu değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Küresel ısınma potansiyeli atmosferdeki sera gazı tarafından emilen ısıyı ifade etmektedir.

Çizelge 4.8: CO₂ e Göre Küresel Isınma Potansiyeli Değerleri (IPCC 5. Değerlendirme raporunda değiştirilerek)

Sera Gazları		IPCC DEĞERLERNDİRME RAPORU		
Formül	İsim	Beşinci Değerlendirme Raporu (AR5)	Dördüncü Değerlendirme Raporu (AR4)	İkinci Değerlendirme Raporu (SAR)
CO ₂	Karbondioksit	1	1	1
CH ₄	Metan	28	25	21
N ₂ O	Nitrözoksit	265	298	310

Çizelge 4.8 devamı

SF6	Sülfürhexzaflorür	23.500	22.800	23.900
CF4	Karbontetraflorür	6.630	7.390	6.500
C2F6	Hexafloroethane	11.100	12.200	9.200
CHF3	HFC-23	12.400	14.800	11.700
CH2F2	HFC-32	677	675	650
CH3F	HFC-41	116	92	150
C2HF5	HFC-125	3.170	3.500	2.800
C2H2F4	HFC-134	1.120	1.100	1.000
CH2FCF3	HFC-134a	1.300	1.430	1.300
C2H3F3	HFC-143	328	353	300
C2H4F3	HFC-143a	4.800	4.470	3.800
C2H4F2	HFC-152a	138	124	140
C3HF7	HFC-227ea	3.350	3.220	2.900
C3H2F6	HFC-236fa	8.060	9.810	6.300
C3H3F5	HFC-245ca	716	1.030	560
NF3	Nitrojentriflorid	16.100	17.200	

Sera gazlarının küresel ısınma potansiyeli birbirinden farklıdır. Küresel ısınma değeri CO2 eşdeğeri cinsinden hesaplanmıştır.

Sancaktepe İlçe Belediyesinden alınan verilere göre 2020 yılı için hesaplanmış sera gazı emisyonlarının toplamı CO2 eşdeğer (tCO2e) olarak belediye ve kent ölçeğinde sonuçlar bölümünde verilmiştir.

5. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında, Sancaktepe ilçesindeki sera gazı emisyon envanterleri 2020 ve 2021 yıllarına ait veriler doğrultusunda hesaplanarak ayrı ayrı verilmiştir. Ayrıca 2 ayrı yılın emisyon envanterleri de kıyaslanarak açıklanmıştır.

5.1. 2020 Yılı Sera Gazı Emisyon Envanteri

5.1.1 Kent ve Belediye Toplam Sera Gazı Emisyonları

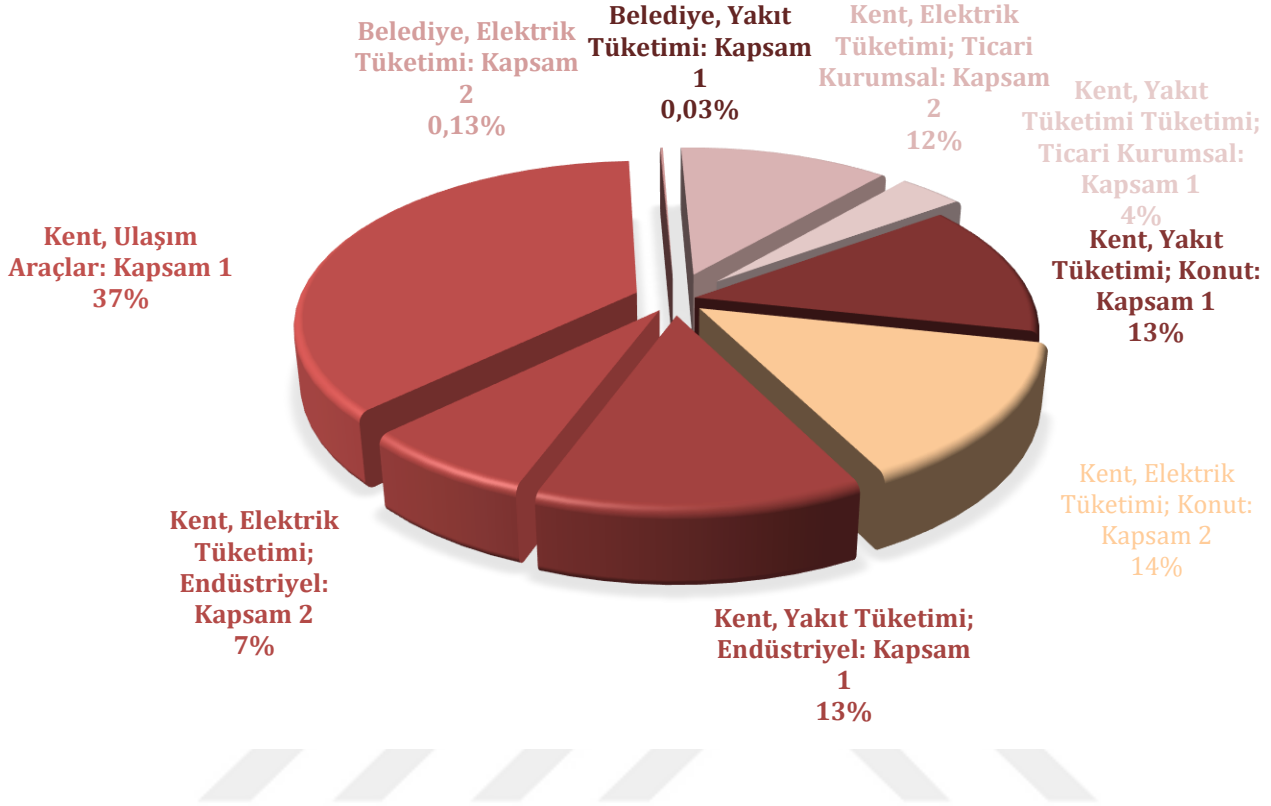
Sancaktepe Belediyesinden alınan 2020 yılı sera gazı toplam emisyonları kent ve belediye ölçeğinde Çizelge 5.1’de verilmiştir. Buna göre; Belediye faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonların toplamı 2655,977986 tCO_{2e} iken, kent ölçeğindeki emisyonların toplamı 2.268.600,1 tCO_{2e} olmuştur. Ayrıca, 2020 yılı için Sancaktepe ilçesi kişi başı sera gazı salım miktarı 4,96 tCO₂ e olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.1: 2020 Toplam Emisyon Miktarları

Emisyonlar (tCO _{2e})	Belediye	Kent
Kapsam 1	1864,15	1.080.240,93
Kapsam 2	2.095,37	547.689,16
Toplam	3.959,52	1.627.930,09

Sancaktepe ilçesi 2020 yılı toplam emisyonların kent, belediye ve kapsamlarına göre dağılımı Şekil 5.1’de verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı gibi, sera gazı emisyonlarında en yüksek pay %37 ile kent içindeki ulaşımdan kaynaklıdır. Toplam emisyonun %27’ si konutlardan kaynaklıdır ve toplam emisyonun %64’e yakını bu iki kategoriden kaynaklanmaktadır.

2020 YILI SERA GAZI ENVANTER ÖZETİ



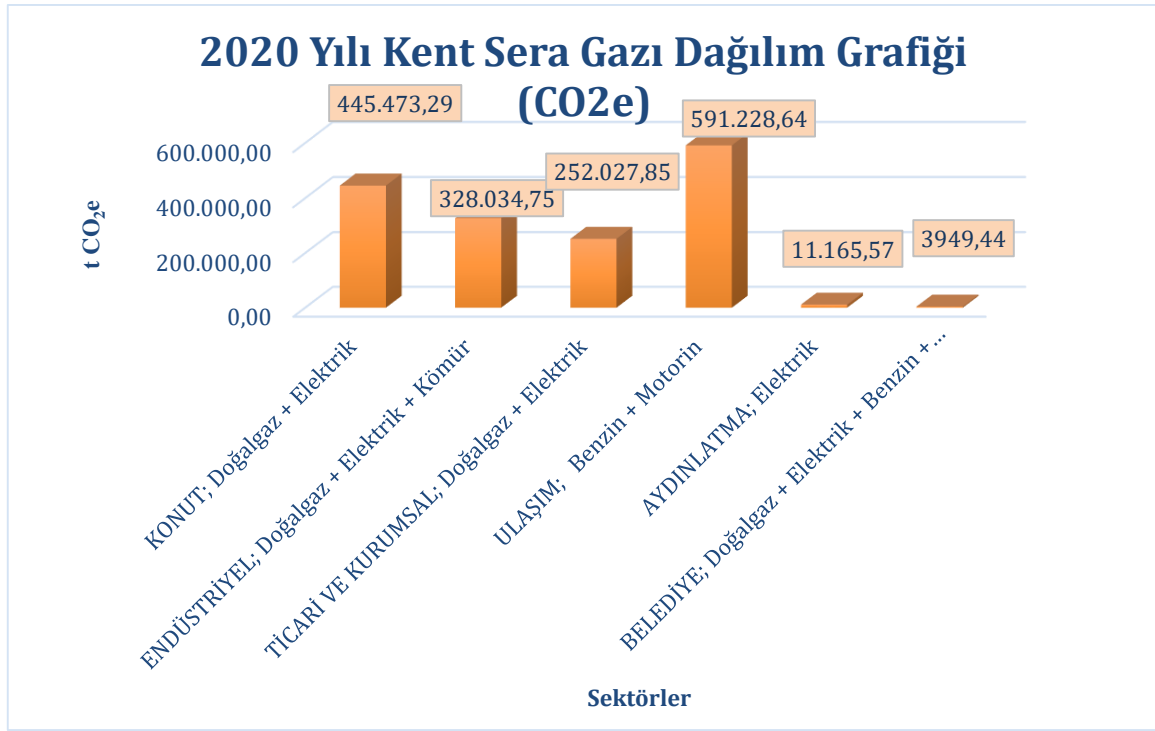
Şekil 5.1: 2020 Yılı Sera Gazı Envanter Dağılım Grafiği

5.1.2 Kent Sera Gazı Emisyonları

2020 yılında kent sera gazı dağılımının en yüksek payı 591.228,64 tCO_{2e} ile ulaşım aittir. Bu miktar toplam salımın %37'sini oluşturmaktadır. Sera gazı envanter verilerine göre ikinci sırada yer alan faaliyet konutlardan kaynaklanmaktadır. Kişisel araçlar toplam sera gazı emisyonunun %10'unu oluşturmaktadır. Toplu taşıma sektörünün payı ise total emisyonun %2'sine karşılık gelmektedir. Belediyenin araç filosundan kaynaklı emisyon salımı 1.140,55 tCO_{2e} iken genel olarak ulaşım kaynaklarından 591.228,64 tCO_{2e} salım olmaktadır. Belediye araçlarından kaynaklı emisyon ulaşım kaynaklı emisyonların %0,19' una karşılık gelmektedir. Bu oran belediye araç filosundan kaynaklı emisyonların katkısının düşük olduğunu göstermektedir (Şekil 5.1).

Şekil 5.2'de de görüldüğü üzere üçüncü en büyük endüstrilerin yakıt tüketimi ve elektrik kullanımından kaynaklı emisyonlardır. Yakıttan kaynaklı emisyon değeri 213.046,91 tCO_{2e} ve elektrik kullanımı kaynaklı emisyon değeri 192.690,2 tCO_{2e} toplamda ise 328.034,75 tCO₂ ile

Endüstriyel ve Kurumsal yapılardan kaynaklı olduğu görülmektedir. Sırası ile payları ise %13 ve %7 dir. Enerji ihtiyacı için kullanılan yakıt ve elektrik tüketiminin endüstride sera gazı emisyonuna katkısı birbirine yakındır. Konutlarda kullanılan elektrik ve yakıta bağlı oluşan emisyonlar %27 pay ile ikinci sırada yer almaktadır. Ulaşım ise %37'lik oran ile toplam kent emisyonunda en yüksek katkıya sahiptirler. Konutlarda durağan yakma emisyonu oranı 216.627,74tCO_{2e} iken; elektrik kullanımı kaynaklı emisyon toplamı 228.845,55 tCO_{2e}'dur. Durağan yakma %48,6'lık orana sahipken, elektrik kullanımının payı %51,4 tür. Konutlarda bu değerler birbirine yakın iken endüstri sektöründe elektrik kullanımının payı yakıttan daha da yüksektir.



Şekil 5.2: 2020 Yılı Kent Sera Gazı Dağılım Grafiği, Tco_{2e}

5.1.3 Kent ve Belediye Kapsam Dağılımlarına Göre Sera Gazı Emisyonları

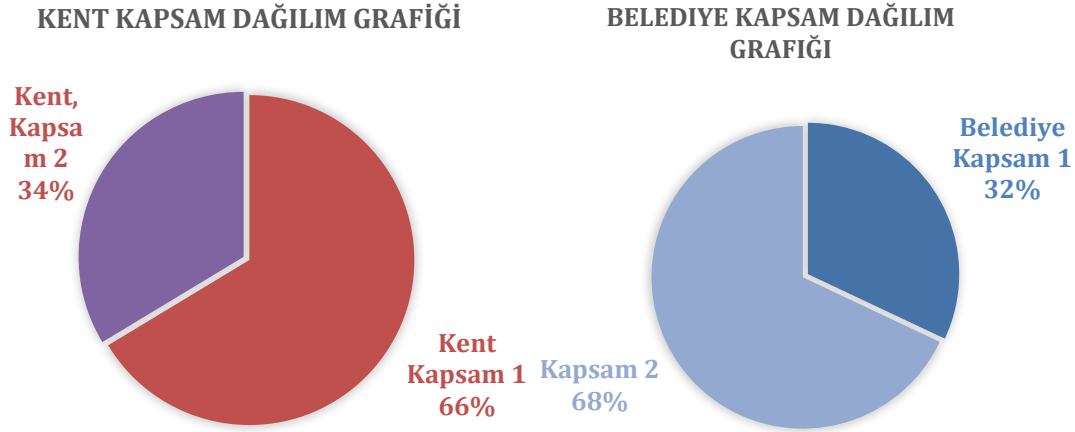
Kapsam 1'de gösterilen bütün faaliyetler Sera Gazı emisyonunun büyük bir parçasını oluşturmaktadır. Bu faaliyetler konut ve sanayideki yakıt tüketimleri ile birlikte ilçe ulaşımı salımlarını, Kapsam 2 ise elektrik tüketiminden kaynaklı emisyonları göstermektedir. Bu kapsamda yapılacak çalışmalar ve iyileştirmeler doğrudan yakma ile salınan emisyonların azaltılmasına ve dolaylı olarak oluşan emisyonların azaltılması ve önlenmesine yönelik olarak en büyük orana sahip olacaktır.

Şekil 5.3 kapsam 1 ve 2 temelinde kent ve belediyenin toplam emisyonlara katkılarını göstermektedir. Buna göre, 2020 yılı belediyenin payı toplam sera gazı emisyonlarında %0,54 dir. Bu sayı 3.959,52 tCO_{2e}'yi ifade etmektedir. Kapsam 1 doğrudan emisyonları ifade etmektedir. Konutlar, Endüstriyel, Ticari Resmi, ulaşım Kapsam 1 başlığı altında emisyon hesaplamalarının yapıldığı başlıklardır. Kent kapsam 2 %74,83 lük orana sahip olarak, bu değer konutla, resmi, ticari endüstriyel tesislerin ve sokak aydınlatmalarının elektrik kullanımından kaynaklı değerleri göstermektedir. Belediye Kapsam 1, durağan yakma, belediye araç filosu hareketli yakma emisyonları, olup oranı 1.864,15 tCO_{2e} ile hareketli yakma emisyonlarına aittir. Toplu taşıma kaynaklı emisyonlar ilçe bünyesinde özel işletmelerce yönetilmekte olup, toplu taşıma hizmetini belediye vermemektedir. Bu durum kent kapsam 2 değerini yükseltirken, belediye kapsam 2 değerini düşürmüştür.



Şekil 5.3: 2020 Kent ve Belediye kapsam dağılımı grafiği

Şekil 5.4'te Belediye Kapsam ve Kent Kapsam grafikleri tek tek incelendiğinde aralarındaki dağılımların benzer şekilde değişiklik gösterdiği anlaşılmaktadır.



Şekil 5.4: 2020 Yılı Kent ve Belediye Kapsam Dağılımı Karşılaştırma Grafiği

5.2 2021 Yılı Sera Gazı Emisyon Envanteri

5.2.1 Kent ve Belediye Toplam Sera Gazı Emisyonları

Sancaktepe Belediyesi için hesaplanan 2021 yılı sera gazı toplam emisyonları kent ve belediye ölçeğinde Çizelge 5.2’de verilmiştir. Buna göre; Belediye faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonların toplamı 4.478,47 tCO_{2e} iken, kent ölçeğindeki emisyonların toplamı 1.689.270,49 tCO_{2e} olmuştur. 2021 yılı Sera gazı envanteri altı kategoride emisyon kaynakları üzerinden hesaplanmıştır. Bu başlıklar; Konut, Endüstriyel, Ticari Kurumsal, Ulaşım, Aydınlatma ve Belediyedir. Kent Kapsam 1 başlığında toplam emisyon değeri 1.096.323,8 tCO_{2e}’dir. 588.468,22 tCO_{2e} değeri ile en büyük pay ilçe ulaşım araçlarından kaynaklanmaktadır. 236.562,82 tCO_{2e} ise konutların elektrik tüketiminden kaynaklı emisyonları, 215.773,48 tCO_{2e} ticari ve kurumsal firmaların katkısı, 124.660,09 tCO_{2e} endüstriden kaynaklı, 11.471,84 tCO_{2e} sokak aydınlatmalarından kaynaklı, 4.478,47 tCO_{2e} ise belediye binası elektrik, doğalgaz ve araç filosundan kaynaklıdır.

Çizelge 5.2: 2021 Yılı Toplam Emisyon Miktarları

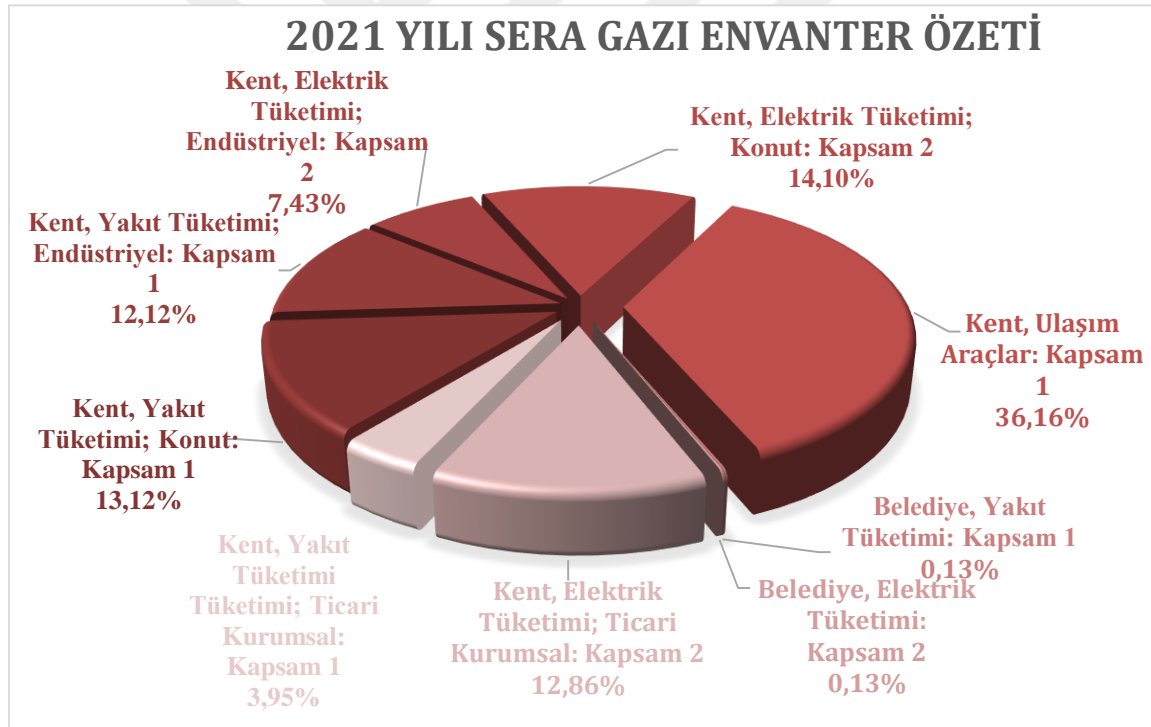
Emisyonlar (tCO _{2e})	Belediye	Kent
Kapsam 1	2.254,85	1.096.323,8
Kapsam 2	2.232,62	588.468,22
Toplam	4.478,47	1.689.270,49

Sancaktepe ilçesi 2021 yılı toplam emisyonların kent, belediye ve kapsamlarına göre dağılımı Şekil 5.5’te verilmiştir. Şekilden sera gazı emisyonlarında en büyük payın %36,16 ile kent ulaşım araçlarına ait olduğu anlaşılmaktadır. İkinci en büyük emisyon kaynağı ise, %14,10

ile konutların elektrik tüketimine aittir. Endüstriyel, yakıt tüketimi kaynaklı emisyon değeri 203.367,48 tCO_{2e} ile ilçe durağan yakma emisyonlarının %12,12 sini oluşturmaktadır. Çizelgede önemli bir oran da 220.100,52 tCO_{2e} ile konutların yakıt tüketiminden kaynaklı emisyonlarının oranıdır. Bu pay kent sera gazı envanterinin %14,10'a denk gelmektedir.

Sera gazı envanter değerlerine göre Sancaktepe ilçesinde tCO_{2e} emisyonu en yüksek olan faaliyet toplu taşıma dışında kalan kişisel araçların kullanımınıdır. Kişisel araçlar toplam emisyonun %30'una karşılık gelmektedir. Toplu taşıma sektörü payı ise total emisyonun %2'sine karşılık gelmektedir. Kişisel araçların yerine toplu taşımayı kullanmaya yönlendirmek toplam emisyon değerini düşürecektir.

Toplam salım 2021 yılı kent nüfusuna oranlandığında kişi başı salım 3,55 tCO_{2e} olarak hesaplanmıştır.



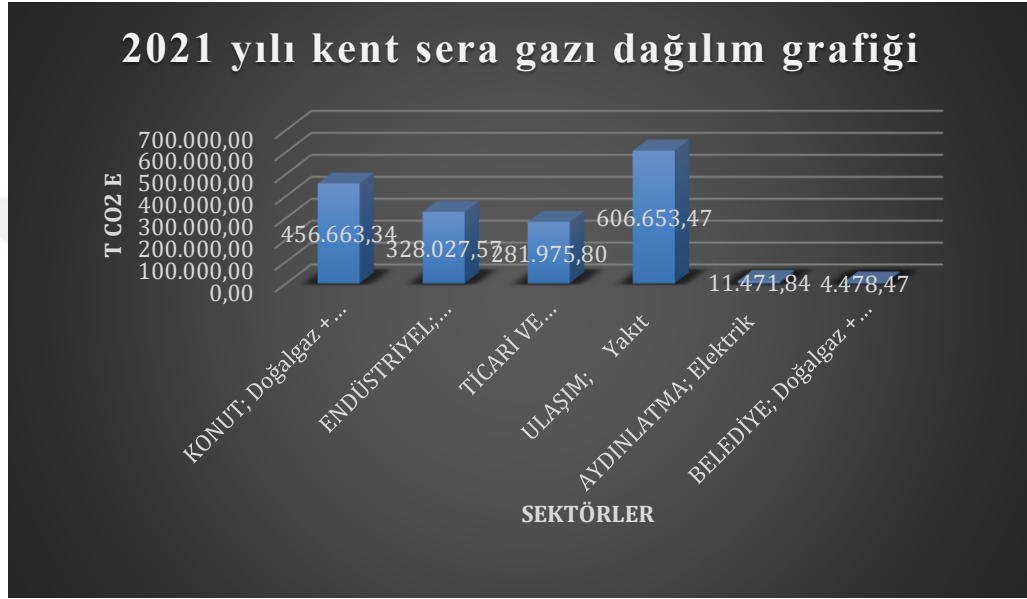
Şekil 5.5: 2021 Yılı Sera Gazı Emisyon Dağılım Grafiği

5.2.2 Kent Sera Gazı Emisyonları

2021 yılı kent sera gazı dağılımında en büyük payın 606.653,47 tCO_{2e} ile ulaşım sektörüne ait olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 5.5). Sera gazı envanter verilerine göre ikinci sırada emisyon salımı yapan faaliyetin konutlarda elektrik ve yakıt tüketimi olduğu

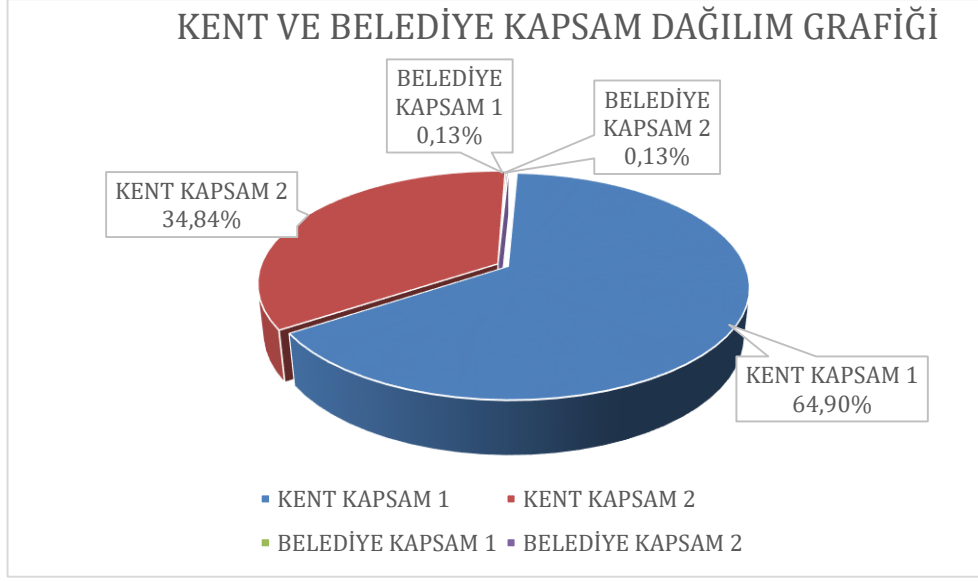
görülmüştür. 2020 yılıyla karşılaştırıldığında konutlardan dolayı oluşan durağan yakma emisyonlarında fark edilir değişiklikler olmadığı görülmektedir. Ulaşımında ise %1'lik bir artış olduğu görülür. Bu durumu pandemi dolayısıyla özel araç kullanımının artması ile ilişkilendirilebilir. Gelecek yıllardaki azaltım hedeflerine evlerde kullanılan yakıtlar yerine güneş enerjisi kullanılması da katkı sağlayacaktır. Toplu taşıma kullanımının yaygınlaştırılması da ulaşımdan kaynaklı sera gazı emisyonlarının azalmasını sağlayacaktır.

Çizelge 5.3: 2021 Yılı Kent Sera Gazı Dağılım Grafiği



5.2.3 Kent ve Belediye Kapsam Dağılımlarına Göre Sera Gazı Emisyonları

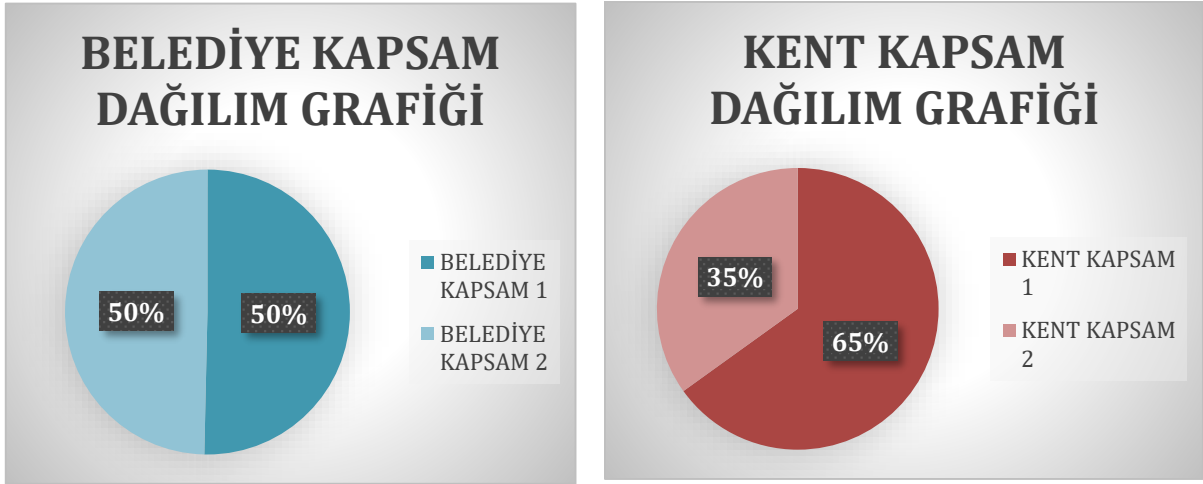
Kent ve belediyenin kapsam dağılımlarına göre hesaplanan sera gazı emisyonları incelendiğinde; en büyük payın %64,9 ile kent kapsam 1'e ait olduğu, ikinci sırada ise %34,84 ile kent kapsam 2'de yer alan faaliyetler olduğu görülmektedir (Şekil 5.6). Belediye faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonlarda kapsam 1 ve kapsam 2 emisyon oranlarının sırasıyla % 0,13 ve %0,13 olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 5.6: 2021 Kent ve Belediye Kapsam Dağılımı Grafiği (tCO_{2e}, %)

Kapsam 1’de gösterilen bütün faaliyetler Sera Gazı emisyonlarının bir parçasını oluşturmaktadır. Bu faaliyetler konutlar ve sanayideki yakıt kullanımı ile birlikte ilçe ulaşımı salımlarını ifade etmektedir.

2021 yılında da önceki yıllara benzer şekilde kent kapsam 1 durağan ve hareketli yakmaya bağlı tCO_{2e} payı %64,9 olmuştur. Grafikteki ikinci yüksek oran, %34,84 ile elektrik kullanımından kaynaklı kapsam 2 emisyonlarına aittir. Total envanter değeri içerisinde belediyenin oranı ise %0,26’dir. Belediyenin total emisyon katkısı, elektrik ve ısınma ile ilgili doğrudan emisyon ile endüstriyel kaynaklı emisyon dışında çok kısıtlı bir oranda gerçekleşmektedir. Bu grup belediyeye ait binalardaki elektrik, ısıtma ve soğutma ve araç filosunun yakıt tüketiminden kaynaklı emisyonları ifade etmektedir. Emisyon azaltım hedefinde asıl odaklanması gereken yer, toplamda %99’luk orana sahip olan (kapsam 1 emisyonlarına ait doğalgaz, benzin, motorin ve kömür ile kapsam 2 emisyonuna ait elektrik kullanımını) kent emisyonlarıdır.



Şekil 5.7: 2021 Yılı Kent ve Belediye Kapsam Dağılımı Karşılaştırma Grafiği

Belediye ve Kent kapsam dağılım grafiklerine bakıldığında belediye Kapsam 1 değerinin kent kapsam 1 değerine oranla %15 daha düşük bir orana sahip olduğu görülmektedir (Şekil 5.7). Bu tablo azaltım başlıklarını bulmada yol gösterici olup, ulaşım ve kentsel gelişim başlığı başlıca etkiye sahip olan kategoridir. Belediye toplu taşıma payı ilçe bazında hesaplanmasına rağmen belediye, kapsam 1 başlığında %50 lik bir orana sahiptir.

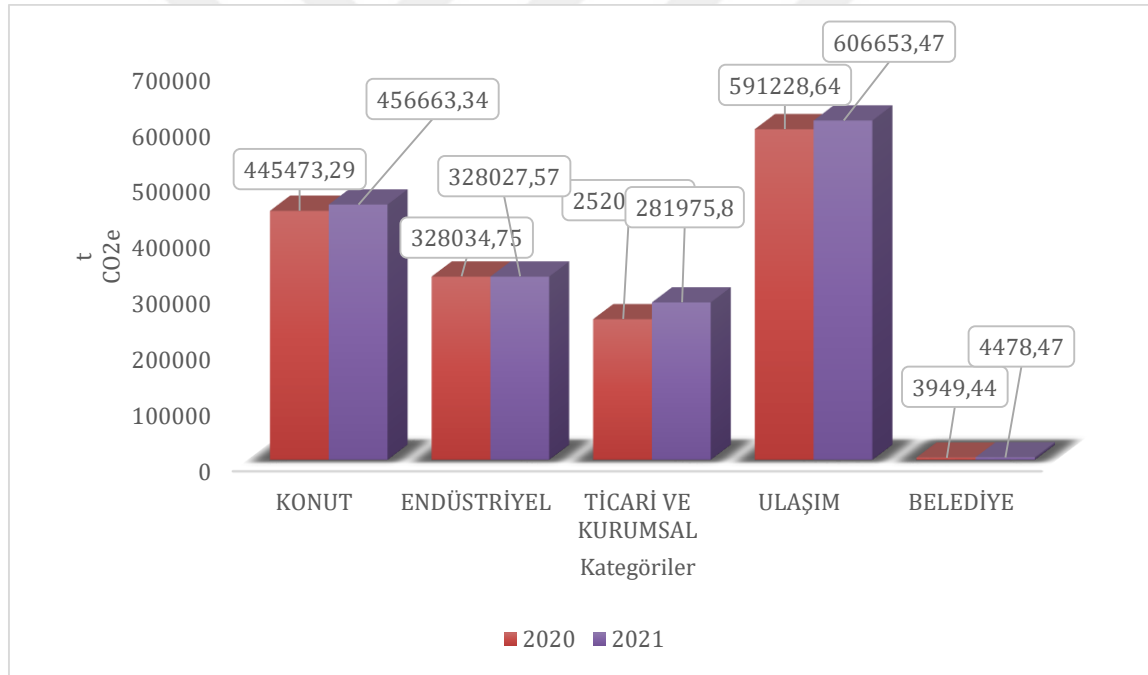
Sancaktepe ilçesinde yaşayan vatandaşların yıllık emisyon katkısı 2021 de 3,55 tCO_{2e} dir. Bu sayılar 2020 yılı Türkiye'deki sera gazı emisyonu değeri olan 6,3 tCO_{2e}/kişi 'den çok daha düşüktür. Toplam emisyon değerinin (konut, ürün kullanımı ve endüstriyel işlemler, ulaşım) bir yerleşim yerinde yaşayan insan sayısına bölünmesi ile bulunan bu değeri, bölgeye ait enerji üretimi, nüfus yoğunluğu ve ulaşım direkt olarak etkilemektedir. Durağan ve hareketli yakıt tüketimi Toplam emisyon içerisindeki en büyük katkıya neden olmaktadır. Bu sebeple kişi başı sera gazı emisyonu değeri farklı olan bölgelerdeki emisyonların karşılaştırılmasında kullanılabilir.

5.3 Sancaktepe İlçesi Son İki Yıla Ait (2020-2021) Emisyonlarının Karşılaştırmaları

Sancaktepe ilçesi sera gazı envanter raporu son iki yılın kıyaslanması Şekil 5.8'de verilmiştir. Kapsam 1 emisyonları; ilçe toplam durağan yakma emisyonları, hareketli yakma kaynaklı emisyonları göstermektedir. Buna karşılık kapsam 1 emisyonlarının azaldığı görülmektedir

İki yıllık envanter verilerine göre kapsam 1 emisyonlarında en fazla etkisi olan sektörler doğalgaz kullanımı ve ulaşım sektörü olarak görülmüştür. Her iki yılda da en büyük oran ulaşım sektörüne aittir. Bu oranlar sırası ile, %37 ve %36 olarak hesaplanmıştır. Kapsam 1 içerisinde ikinci en büyük oran yakıt tüketimine aittir. Kapsam 2 ise elektrik tüketimi kategorisini belirtmektedir. Şekil 5.8 da görüldüğü gibi ticarethanelerdeki değerinde iki yıl içerisinde en fazla artış gerçekleşmiştir. Konut ve endüstri kategorilerinde de artış olmuştur. Ulaşım kaynaklı emisyonlar ise 606.653,47 tCO_{2e} ile en yüksek paya sahip sektör olmuştur.

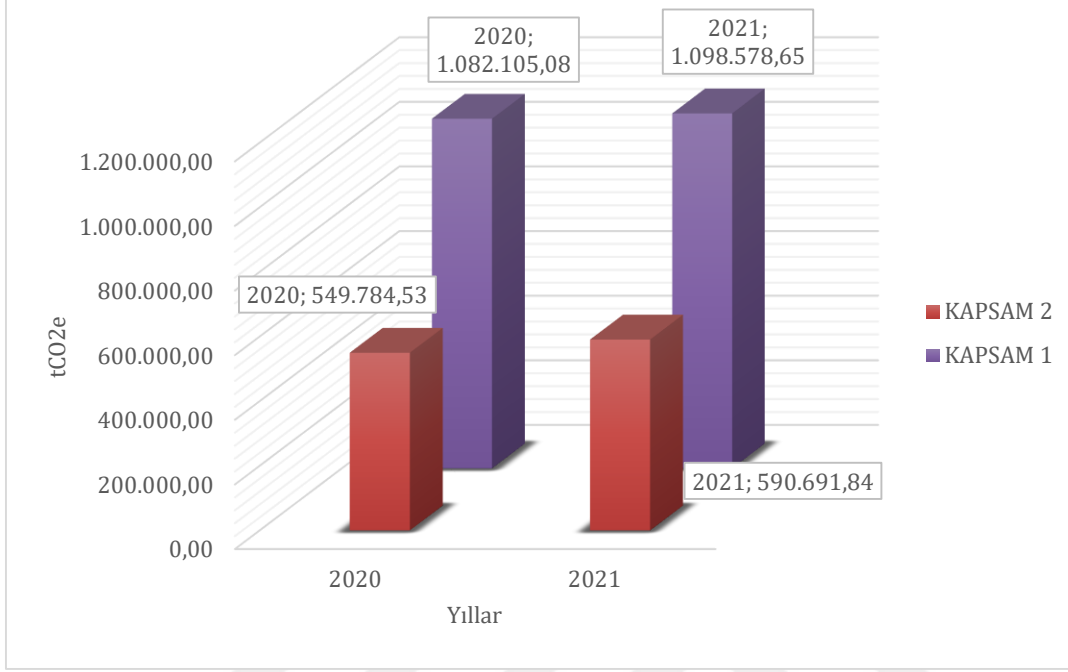
Son iki yıl değerlendirildiğinde ilçenin büyüme hızı, gelişmekte olan sanayisi ile sera gazı envanter değerlerinde artış göstermesi beklenirken 2020 ve 2021 yılı pandemi koşulları nedeniyle. 2020 yılında 3,66; 2021 yılında 3,55 olan kişi başı sera gazı salım miktarlarında çok fazla bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 5.8: Son İki Yıla Ait Sancaktepe İlçesi Sektörel Emisyonların Dağılım Grafiği, Tco_{2e}

Sancaktepe İlçesi sera gazı envanter raporu çalışması son iki yıl için kapsam dağılımı değerlendirmesi Şekil 5.9 de görülmektedir. Emisyon sonuçları değerlendirildiğinde konutlardan kaynaklı emisyonların ve ulaşımdan kaynaklı emisyonların 2021 yılında arttığı görülmektedir. Endüstriyel faaliyetlerden kaynaklı emisyonlarda ise ufak bir azalma görülmektedir. Fakat belediye verilerine ve ulaşım verilerine bakıldığında ise 2021 yılında emisyonlar artmıştır.

Envanter sonuçları değerlendirildiğinde sera gazı emisyonuna en büyük paya sahip olan iki sektör ulaşım ve konutlardan kaynaklı tüketimdir.



Şekil 5.9: 2020-2021 Sera Gazı Envanter Sonuçları

6. ÖNERİLER

Bu çalışmada ulaşılan bilgi ve bulgular temelinde, Sancaktepe ilçesinde hesaplanan sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlayabilecek öneriler aşağıda verilmiştir.

- Sera gazı emisyonlarına ait Belediye ve kent kapsam grafikleri bakıldığında kent Kapsam 1 değerinin belediye kapsam 1 değerine oranla %2 daha yüksek bir paya sahip olduğu görülmektedir. Bu grafik azaltım başlıklarını tercih etmede yol gösterici olup, ulaşım ve kentsel gelişim başlığı etkisi büyük olan kategoridir. Belediye toplu taşıma payı ilçe bazında hesaplandığı halde belediye, kapsam 1 başlığında %50 lik bir orana sahiptir. Gerek belediye gerek kent bünyesinde ulaşım da toplu taşımayı özendirerek ve öne çıkaracak yenilikçi yaklaşımların değerlendirilmesi önerilir.
- Yenilenebilir enerji, bilinçlendirme kampanyaları ve enerji verimliliği azaltım için tercih edilmesi gerekli olan başlıklar olduğu görülmektedir.
- Kent salım azaltım hedeflerinin sanayi ve kentsel yönünden büyüme hızları öngörümediği için kişi başı salımların azaltım hedefleri şeklinde belirlemek yerinde olacaktır. Ayrıca ilçenin büyüyen nüfus ve sanayisine yönelik planlama yapılır iken enerji verimli binaların tasarlanması, yenilenebilir enerji kullanımı ve teknolojik yenilikler göz önünde bulundurulmalıdır.
- Emisyon hesaplamalarında ulaşımdan kaynaklı salımın, konut salımından daha çok olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, emisyon azaltma önerilerinin iki faaliyet için birbirinden farklı olması gerektiğini ortaya koymaktadır. Ulaşım kaynaklı emisyon salımında en büyük pay binek araçlardan kaynaklıdır. Toplu taşıma kullanımının yaygınlaştırılması ve dizel araç kullanımının azaltılarak elektrikli araçların kullanılması ile emisyon salımlarının önüne geçilmelidir.
- Elektrikli araçların kullanımının fosil yakıt kullanan araçlar yerine kullanılması yaygınlaştırılmalıdır.
- .
- Araç bakımları zamanında yapılmalı ve kontrol edilmelidir.
- Egzoz emisyon miktarlarının sınırlardan yüksek olan araçların trafikte kullanılmasından menedilmesi sağlanmalıdır.
- İklim değişikliği ile mücadelede insanların bilinçlendirilmesi amacıyla ile seminerler ve bilgilendirme toplantıları gibi eğitim faaliyetlerinin yapılması gerekmektedir.

- Enerji tasarrufunun sera gazı emisyonlarının azaltılmasında önemli bir yeri vardır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi sınırlarında tüm bölgelerde gece manzara ve sokak aydınlatmasında enerji tasarruflu aydınlatma armatürleri kullanılmıştır. Tüm trafik ışıklarında enerji tasarruflu sinyal lambaları kullanılmıştır. Ayrıca, yeni yapılanmalarda izolasyon mecburi olduğu gibi, eski binalarda bina dışına yalıtım uygulanarak enerji tasarrufuna sahip bina sayısı artırılmıştır. Bina yalıtımı enerji kaçağını azaltarak, ısınma amaçlı yakıt tüketiminin azalmasına vesile olmaktadır. İlçenin mekânsal gelişiminde bu hususlar göz önünde bulundurularak planlama yapılmalıdır. Yakıt tüketiminden kaynaklı emisyonların azaltılması için kömür kullanımının azaltılması gereklidir. Kontlardan kaynaklı emisyonun azaltılmasına yönelik ise binalarda özellikle güneş enerjili ısıtma ve soğutma sistemleri kullanılmasına yönelik çalışmaların yapılması önerilir.
- Bir bölgeye ait emisyon yükünde en büyük pay bölge halkı olmaktadır. Emisyon yükü bölge halkının ulaşım tercihlerine, konutların ısıtma ve soğutma (iklimlendirme) koşullarına (inşaat kalitesi, yalıtım vs.) doğrudan bağlıdır. Sonuç olarak emisyon değerlerinin azaltılmasına yönelik yapılacak iyileştirmeler, kişilerin yaşam tarzını değiştirmelerini ve farkındalıklarını arttırmayı hedeflemelidir.

KAYNAKLAR

- [1] <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/66623>
- [2] <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1178439>
- [3] <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>
- [4] <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/389160>
- [5] <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/01/20180102M1-1-1.pdf>
- [6] http://hkadtmk.org/Bildiriler/HKK-2015/bildiriler/211-224-SEVIMOGLU_Orhan.pdf
- [7] <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/01/20180102M1-1-1.pdf>
- [8] <https://www.eea.europa.eu/tr/isaretler/isaretler-2015/makaleler/tarim-ve-iklim-degisikligi#:~:text=Tar%C4%B1m%2C%20iklim%20de%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fine%20katk%C4%B1da%20bulunur&text=Her%20a%C5%9Famada%2C%20g%C4%B1da%20tedariki%20atmosfere,hayvanlar%C4%B1%20taraf%C4%B1ndan%20%C3%BCretilir%20ve%20sal%C4%B1n%C4%B1r>
- [9] <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2020-45862>
- [10] <https://www.ipcc.ch/2019/05/13/ipcc-2019-refinement/>
- [11] <https://iklimsurasi.gov.tr/sayfa/hakkimizda/sera-gazi-azaltim-1>
- [12] https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/iklim_degisikligi_ve_enerji/iklim_degisikligi/
- [13] <https://iklim.csb.gov.tr/birlesmis-milletler-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-i-4362>
- [14] <https://iklim.csb.gov.tr/paris-anlasmasi-i-98587>
- [15] <https://www.greenpeace.org/turkey/blog/turkiye-paris-iklim-anlasmagini-onayladi-pekisimdi-ne-olacak/>
- [16] https://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/50_Kyoto%20Protokol%C3%BC_10_06_2008.pdf
- [17] <https://www.gmka.gov.tr/dokumanlar/yayinlar/Turkiye-Iklim-Degisikligi-Stratejisi.pdf>
- [18] <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/saglik/iklimdegisikligi/kureseliklimdegisikligietkileri.pdf>
- [19] <https://www.sancaktepe.bel.tr/icerik/cografya-durumu>
- [20] <https://www.sancaktepehaber.pro/p/sancaktepenin-konumu-tarihi-neresi.html>
- [21] <https://www.sancaktepe.bel.tr/icerik/2021-yili-sancaktepe-ilce-nufusu>
- [22] <https://www.sancaktepe.bel.tr/icerik/sancaktepe-tarihi>

- [23] <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/istanbul/sancaftepe-53162/>
- [24] <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/801435>
- [25] <https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2022>
- [26] Aksay, C.S., Ketenođlu, O., Kurt, L., (2005). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. S Fen Ed. Fak. Fen Derg., 25, 29-41.
- [27] Bıyık, Y. ve Civelekoğlu, G. (2018). Ulaşım sektöründen kaynaklanan karbon ayak izi değişiminin incelenmesi. Bilge İnternational Journal of Science and Technology Research, 2(2), 157-166.
- [28] BP, Statistical Review of World Energy, 2019. www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statisticalrev/bp-stats-review-2019-co2-emissions-pdf.
- [29] BP Statistical Review of World Energy, 2019.
- [30] CO2 Emisyon From Fuel Combustion Hihglights 2018, IEA, S. 11
- [31] ETKB, Nükleer Santraller ve ülkemizde kurulacak nükleer santrallere ilişkin bilgiler, t.y. www.enerji.gov.tr
- [32] Enerji Raporu 2013. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi. Ankara.
- [33] Engin, B. (2010). İklim Değişikliği ile Mücadelede Uluslararası İşbirliğinin nemi. Sosyal Bilimler Dergisi 0(2), 71-82.
- [34] EAř, 2018 yılı elektrik üretimi ve ticareti sektör Raporu. www.euas.gov.tr/trTR/sektor-raporu.
- [35] file:///C:/Users/seman/Downloads/639096.pdf / Select Committee on Economic Affairs. (2005). <http://ccsl.iccip.net/economics.pdf>
- [36] IEA, World energy outlook 2019. www.iea.org.
- [37] IEA, CO2 emissions from fuel combustion highlights, 2018. <https://www.iea.org/CO2emissions-from-fuel-combustion-2018-highlights>.
- [38] IPCC 2016 kılavuzları.
- [39] H Pekin, M. (2006). ‘Ulaştırma Sektrnden Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonları’. İstanbl Teknik Üniversitesi.
- [40] Reay, D., Hewitt, C.N., Smith, K., Grace, J., (2007). Greenhouse Gas Sinks. CABI, Oxfordshire, İngiltere.
- [41] The Economics of Climate Chance, t.y.).

[42] WRI. (2014). Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories - An Accounting and Reporting Standard for Cities. Washington, DC: World Resource Institute.

[43] Erdoğan. Selahattin 2020 'Enerji, evre ve Sera Gazları'. ankırı Karatekin Üniversitesi syf. 28

