

**BURSA İNEGÖL İLÇESİ SERA GAZI ENVANTERİNİN
ÇIKARILMASI VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ EYLEM PLANI
KAPSAMINDA SERA GAZI AZALTIM PLANI**

Duygu Özde SAVAŞ



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BURSA İNEGÖL İLÇESİ SERA GAZI ENVANTERİNİN ÇIKARILMASI VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ EYLEM PLANI KAPSAMINDA SERA GAZI AZALTIM
PLANI**

Duygu Özde SAVAŞ
0000-0002-4523-5642

Prof. Dr. SABAHATTİN SİDDİK CİNDORUK
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2021
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BURSA İNEGÖL İLÇESİ SERA GAZI ENVANTERİNİN ÇIKARILMASI VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ EYLEM PLANI KAPSAMINDA SERA GAZI AZALTIM PLANI

Duygu Özde SAVAŞ

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sabahattin Sıddık CİNDORUK

Bu tez çalışmasında Bursa İnegöl İlçesi sera gazı envanter hesaplaması yapılmıştır. Dünya’da geline iklim değişikliği krizi sorununa bilimsel bakış geliştirebilmek ve sera gazı azaltımı için çözüm geliştirerek uyum senaryolarına altyapı oluşturacak çerçeve oluşturmak amaçlanmıştır. Hesaplamalar Belediye ve Kent olarak iki başlıkta yapılmıştır. Topluluk ölçekli sera gazı envanteri oluşturmak için oluşturulan küresel protokolde belirtilen şekilde; Kapsam 1, Kapsam 2, Kapsam 3 olarak sınıflandırılmıştır. Durağan ve Hareketli Yakma, Elektrik, Atık, Atıksu, Tarım ve Hayvancılık başlıklarında veriler toplanarak; Faaliyet verisi değeri literatürde bulunan uygun emisyon faktörleri ile çarpılarak, tCO_{2e} cinsinden sera gazı emisyonu değeri bulunmuştur. Sera gazı envanteri hesabı için IPCC 2006 Klavuzlarında verilen hesaplama yöntemi kullanılmıştır.

2018, 2019, 2020 yılları için üç ayrı yılda yapılan hesaplama sonuçları sırası ile; 1.089.327 tCO_{2e}, 1.098.855 tCO_{2e}, 1.112.580 tCO_{2e} olarak kent ölçeğinde hesaplanmıştır. Bu sonuçlar içerisinde en büyük pay 2018 yılı için 321.170 tCO_{2e}, 2019 yılı 268.136 tCO_{2e}, 2020 yılı için 322.856 tCO_{2e} ulaşım sektörüne aittir. Bunu sırası ile Endüstri, Konutlarda kullanılan yakıt ve elektrik kaynaklı emisyonlar, Tarım, Atıksu ve Katı atık kaynaklı emisyonlar izlemektedir.

Bulunan sonuçlar ilçe özelinde değerlendirildiğinde hızlı kentleşme ve bina artışı nedeni ile enerji verimliliği yönünden uygun binaların inşası, yenilenebilir enerjinin kullanılması, kentsel enerji taleplerini karşılamak için yenilenebilir enerjiye erişimin artırılması kilit bir stratejiye sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Karbon Salınımı, İklim Değişikliği, Sera Gazı Envanteri, Emisyon Azaltma, Bursa, İnegöl

2021, vii + 60 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

ISSUING THE GREENHOUSE GAS INVENTORY AND CLIMATE CHANGE ACTION PLAN FOR BURSA İNEGÖL DISTRICT

Duygu Özde SAVAŞ

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Tecnology

Supervisor: Prof. Dr. Sabahattin Sıddık CİNDORUK

In this thesis, greenhouse gas inventory of Bursa İnegöl District is calculated. It is aimed to create a framework that will create an infrastructure for adaptation scenarios and develop a scientific perspective by developing solutions to greenhouse gas reduction for the climate crisis in the World. Calculations were made under two headings as Municipality and City. They are classified as Scope 1, Scope 2, Scope 3 as outlined in the global protocol to establish a community-scale inventory of greenhouse gases. Multiplying the activity data value with the appropriate emission factors found in the literature, the greenhouse gas emission value in tCO₂e is found by collecting data under the titles of Stationary and Mobile Incineration, Electricity, Waste, Wastewater, Agriculture and Livestock. The calculation method given in the IPCC 2006 Guidelines was used for the greenhouse gas inventory calculation.

It is calculated with in the city respectively 2018, 2019, 2020; 1.089.327 tCO₂e, 1.098.855 tCO₂e, 1.112.580 tCO₂e. Among these results, the biggest payment belongs to the sector, 321,170 tCO₂e for 2018, 268,136 tCO₂e for 2019, and 322,856 tCO₂e for 2020. During this, watch produced from Fuel and electricity sourced Housing, Agriculture, Wastewater and solid wastes used in Industries.

Considering the results, rapid urbanization has a key strategy to pass energy through the use of buildings and a properly constructed, energy use, energizing system to have specific energy needs.

Key words: Carbon Emission, Climate Change, Greenhouse Gas Inventory, Emission Reduction, Bursa, İnegöl

2021, vii + 60 pages.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Yazar bu çalışmanın çeşitli aşamalarında destek ve katkılarından dolayı aşağıda adı geçen kişilere içtenlikle teşekkür eder.

Prof. Dr. Sabahattin Sıddık CİNDORUK (Tez Danışmanı), çalışmanın tüm aşamalarında bilgi ve tecrübeleri ile araştırma yöntemlerinin belirlenmesinde ve değerlendirme çalışmalarında yol gösterici olmuştur.

Veysel MUTLU, çalışmanın tamamlanmasında, bilgi ve tecrübeleri ile değerlendirme çalışmalarında yol gösterici olmuştur.

Çiğdem ÇOTUK, çalışmada kullanılan verilerin temini konusunda katkıda bulunmuştur.

Deniz ÖZBEK, çalışmanın tamamlanmasında önerileri ve yorumları ile katkıda bulunmuştur.

Son olarak sevgili eşim Mehmet Nazmi KAYA'ya ve aileme tezimin her aşamasında verdikleri desteklerinden dolayı içtenlikle teşekkür ederim.

Duygu Özde SAVAŞ

.../.../.....

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	i
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	ii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1.GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. İklim Değişikliğinin Türkiye Açısından Değerlendirilmesi.....	3
2.2. Sera Gazı Azaltım İhtiyacı.....	4
2.3 Enerji Verimliliği.....	6
2.3.1. Bina Yapıları ve Hizmetler.....	8
2.3.2. Sanayi ve Teknoloji.....	8
2.3.3. Enerji.....	9
2.3.4. Ulaştırma.....	10
2.3.5. Tarım.....	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	12
3.1. Çalışma Alanı.....	12
3.2. İnegöl İklimi.....	14
3.3. Bursa İnegöl İlçe Belediyesi Sera Gazı Envanter Çalışması.....	15
3.3.1. Sera Gazı Hesaplama Yöntemleri.....	18
3.4. Sera Gazı Hesaplamaları.....	21
3.4.1. 2018 Yılı Sera Gazı Envanter Hesaplamaları.....	22
3.4.2. 2019 Yılı Sera Gazı Envanter Hesaplamaları.....	27
3.4.3. 2020 Yılı Sera Gazı Envanter Hesaplamaları.....	33
3.5. İnegöl İlçesi Son Üç Yıla Ait Emisyon Envanter Verileri Karşılaştırmaları.....	39
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	46
5. SONUÇ.....	49
KAYNAKLAR.....	52
EKLER.....	56
ÖZGEÇMİŞ.....	60

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Simgeler	Açıklama
CFC	Kloroflorokarbon
CH ₄	Metan
CO	Karbonmonoksit
CO ₂	Karbondioksit
CO ₂ e	Karbondioksit eşdeğeri
d	Yoğunluk
HFCs	Hidroflorokarbonlar
Gg	Gigagram
kg	Kilogram
km	Kilometre
kVA	Kilovolt Amper
kW	Kilovat
kWh	Kilovat saat
lt	Litre
m	Metre
m ³	Metreküp
MW	Megavat
N ₂ O	Diazot oksit
O ₂	Oksijen
PFCs	Perfluorokarbonlar
SF ₆	Sülfür Hegzaflorid
TJ	Terajoule
°C	Santigrat derece

Kısaltmalar

Kısaltmalar	Açıklama
AB	Avrupa Birliği
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CDM	Clean Development Mechanism (Temiz kalkınma mekanizması)
CE	Conformité Européenne
CER	Certification Emissions Reduction (Sertifikalandırılmış emisyon azaltımı)
COP	Conference of Parties (Taraflar konferansı)
EF	Emisyon Faktörü
ERU	Emissions Reduction Units (Emisyon azaltım birimleri)
ET	Emission Trading (Emisyon ticareti)
FV	Faaliyet Verisi
GHG	Greenhouse Gas (Sera gazı)
GWP	Global Warming Potential (Küresel Isınma Potansiyeli)
IEA	International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
ILO	International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
IMO	International Maritime Organization
INDC	Intended Nationally Determined Contribution (Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı)

INC	Intergovernmental Negotiating Committee (Hükümetlerarası Müzakere Komitesi)
ISO	International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Örgütü)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)
Kİ	Karbon İçeriği
KIP	Küresel Isınma Potansiyeli
KP	Kyoto Protokolü
LPG	Liquid Petroleum Gas (Sıvılaştırılmış petrol gazı)
NIR	National Inventory Report (Ulusal envanter raporu)
NKD	Net Kalorifik Değer
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı)
OF	Oksidasyon Faktörü
OTİM	Ozon Tabakasını İncelten Madde
TSE	Türk Standardları Enstitüsü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜRKAK	Türk Akreditasyon Kurumu
UNDP	United Nations Development Programme (Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı)
UNEP	United Nations Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
VER	Voluntary Emission Reduction (Gönüllü emisyon azaltımı)
WMO	World Meteorological Organization (Dünya Meteoroloji Örgütü)
DBEIS	Department for Business, Energy & Industrial Strategy
ICLEI	Sürdürülebilir Kentler Birliği

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1. Ulusal olarak belirlenmiş toplam sera gazı azaltım katkısı	5
Şekil 2. Çalışma alanının yerbulduru haritası	12
Şekil 3. 2018 yılı sera gazı envanter dağılım grafiği	22
Şekil 4. 2018 yılı kent sera gazı dağılım grafiği	24
Şekil 5. 2018 kent ve belediye kapsam dağılımı grafiği	25
Şekil 6. 2018 yılı kent ve belediye kapsam dağılımı karşılaştırma grafiği	25
Şekil 7. 2018 yılı belediye ve oylat emisyon karşılaştırma grafiği	26
Şekil 8. 2019 yılı sera gazı envanter dağılım grafiği	27
Şekil 9. 2019 yılı kent sera gazı dağılım grafiği	29
Şekil 10. 2019 kent ve belediye kapsam dağılım grafiği	30
Şekil 11. 2019 yılı kent ve belediye kapsam dağılımı karşılaştırma grafiği	31
Şekil 12. 2019 yılı belediye ve oylat emisyon karşılaştırma grafiği	32
Şekil 13. 2020 yılı sera gazı envanter dağılım grafiği	33
Şekil 14. 2020 yılı kent sera gazı dağılım grafiği	35
Şekil 15. 2020 Kent ve Belediye kapsam dağılımı grafiği	36
Şekil 16. Belediye ve Kent kapsam grafiği	37
Şekil 17. 2020 Belediye ve Oylat emisyon karşılaştırma grafiği	37
Şekil 18. İnegöl İlçesi 2020 yılı doğalgaz tüketimi	38
Şekil 19. İnegöl 2018-2019-2020 sera gazı envanter sonuçları	39
Şekil 20. Son üç yıla ait İnegöl İlçesi doğalgaz tüketimi sektörel dağılım grafiği	40
Şekil 21. İnegöl ilçesi 2020 yılı sektörel elektrik kullanımı	41
Şekil 22. 2020 tCO ₂ e dağılım grafiği	47

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1. İnegöl İklim Verileri	14
Çizelge 2. Bu tez çalışmasında kullanılan emisyon faktörleri	20
Çizelge 3. CO ₂ e göre küresel ısınma potansiyeli değerleri.....	21
Çizelge 4. 2018 toplam emisyon miktarları	23
Çizelge 5. 2019 toplam emisyon miktarları	28
Çizelge 6. 2020 toplam emisyon miktarları	34
Çizelge 7. İnegöl İlçesi 2018 yılı eşdeğer CO ₂ hesabı	42
Çizelge 8. İnegöl İlçesi 2019 yılı eşdeğer CO ₂ hesabı	43
Çizelge 9. İnegöl İlçesi 2020 yılı eşdeğer CO ₂ hesabı	44

1.GİRİŞ

Yaklaşık 2,5 milyon yıl önce başlamış olan insanlık tarihi, yaklaşık 750 bin yıl önce ateşi bilinçli olarak kullanabilmiş ve Afrika'dan çıkarak Asya ve Avrupa kıtalarındaki daha soğuk bölgelerde yaşamaya başlamıştır (Akın 2007). İnsan, yaşadığı çevre üzerinde bir yandan yaşam mücadelesi verirken bir yandan kendini tanıma, var olma mücadelesi vermiştir. İnsanın doğa karşısındaki zayıflığı, doğal kaynakların kullanımında hem bir zorunluluk hem de zarar verme olarak kendini göstermiştir. İnsanlık tarihinde enerjiye dayalı tarım ve sanayi devrimleri yapılmıştır. Sanayi devrimi ile hayatımıza giren buhar makinelerinin hızla artan enerji ihtiyacı fosil yakıtların kullanımını arttırmıştır. Bu durumun doğal bir sonucu olan, sera gazı emisyonlarının atmosfere verilmesi ile çevre kirliliğini iklim krizi boyutuna taşımanın tohumları atılmıştır. Enerji elde edilmek üzere kullanılan yakıtlar odun, petrol, kömür, doğalgazdır. Bu yakıtların yanması ile açığa çıkan karbondioksit, metan ve nitröz oksitler sera gazı olarak tanımlanmakta ve yeryüzünün ısınmasında rol almaktadırlar.

Dünyamızın en önemli enerji kaynağı güneşin yaydığı radyasyondur. Işıma ile dünyaya gelen enerji dünya yüzeyi tarafından geri yansıtılır. Işıma sırasında atmosferde doğal olarak bulunan gazlar tarafından bir miktar soğurulan bu enerji gezegen yüzeyini ısıtmaktadır. Bu etki ise canlıların yaşamları için önemli bir pozitif etki oluşturmaktadır. Dünyamızın başta gelen en önemli özelliği olan yıllık ortalama yüzey sıcaklığı bitkisel ve hayvansal yaşamın garantisidir. (Mutlu 2014) Ancak fosil yakıt kullanımının artmasına bağlı sera gazı emisyonlarının artması gezegenin ısınmasına neden olmuştur. Bu sorun için İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında Paris Antlaşması düzenlenmiş ve Türkiye kapsam 1 ülkesi olarak, Kyoto protokolünü imzalayarak sera gazlarını sanayi devrimi döneminde olan seviyeye indirme sözü vermiştir. Tüm bu durumlar ülkelere yeni sorumluluklar getirmiş ve yerel yönetimlerin sera gazı envanteri hazırlama ve iklim değişikliği eylem planları oluşturarak iklim krizine bölgesel bazda spesifik olarak bilimsel çerçevede çözüm aranması adımı atılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, iklim krizine bağlı olması beklenen sıcaklık artışı, kasırga, hortum gibi ani ve şiddetli hava olayları ve yaşanacak su stresi gibi olumsuz etkilere karşı uyum stratejilerinin oluşturulmasıdır. Sosyoekonomik boyutta enerji kullanımının da

değişkenlik gösterdiği Türkiye coğrafyasında Bursa ili İnegöl ilçesinde Sera Gazı Envanter çalışması yaparak, belediye sınırları içerisinde sabit kaynaklar, ulaşım, endüstri, atık, tarım ve hayvancılık kaynaklı emisyon miktarı belirlenmiştir. Oluşan tabloya göre Sera gazı azaltım stratejileri geliştirilebilir.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. İklim Değişikliğinin Türkiye Açısından Değerlendirilmesi

1992’de kabul edilmiş olan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’nin (BMİDÇS) ilk maddesinde yer alan 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 tanımlanmaktadır (Haksevenler ve ark. 2020).

Bir OECD üyesi olan ülkemiz, BMİDÇS 1992 yılında kabul edildiğinde gelişmiş ülkeler ile birlikte Sözleşme’nin EK-I ve EK-II listelerine dâhil edildi. Marakeş’te 2001 yılında gerçekleştirilen 7. Taraflar Konferansı’nda (COP7) alınan 26/CP.7 sayılı kararla ülkemizin diğer EK-I Taraflarından farklı konumu tanınmıştır. Böylece Türkiye BMİDÇS’nin EK-II listesinden çıkarılmıştır, ancak EK-I listesinde kalmıştır. Ülkemiz 24 Mayıs 2004’te ise 189. Taraf olarak BMİDÇS’ne katılmıştır (Anonim 2021).

1997’de kabul edilen BMİDÇS’ye Yönelik Kyoto Protokolü’nde somut azaltım hedefleri EK-I ülkeleri için belirlemiştir (Anonim 2021). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Yönelik Kyoto Protokolüne Türkiye’nin katılmasının uygun bulunduğu dair kanun 2009’da yürürlüğe girmiştir (Anonim 2009). Protokol’ün kabul edildiği tarih itibariyle henüz taraf olmadığımız için, 2008-2012 arasındaki dönemde, ülkemiz için somut bir azaltım yükümlülüğünden bahsedilememiştir.

2015’te kabul edilen Paris Anlaşması ile 2020’den sonraki dönem için devletlerin yükümlülükleri belirlenmiştir (Anonim 2015). Türkiye, 2016’da Paris Anlaşması’nı imzalamıştır ve 07.10.2021 tarihinde TBMM’den geçerek yasalaşmıştır.

Paris Anlaşması kapsamında ulusal katkı niyet beyanını sunan Türkiye, 2021-2030 yılları arasında geçerli olacak şekilde sera gazı salınımlarını %21 oranında azaltmayı taahhüt etmiştir. Artıştan azalım oranı olarak belirtilen bu orana göre Türkiye’nin hedefi, normal şartlar altında 2030’a kadar salınması beklenen sera gazı miktarını %21 oranında düşürmektir (Anonim 2015 a). Türkiye, bu hedefi gerçekleştirmek için; sanayi, enerji,

ulaşım, binalar ve kentsel dönüşüm, tarım, atık ve ormancılık alanında plan ve politikalar belirlemiştir.

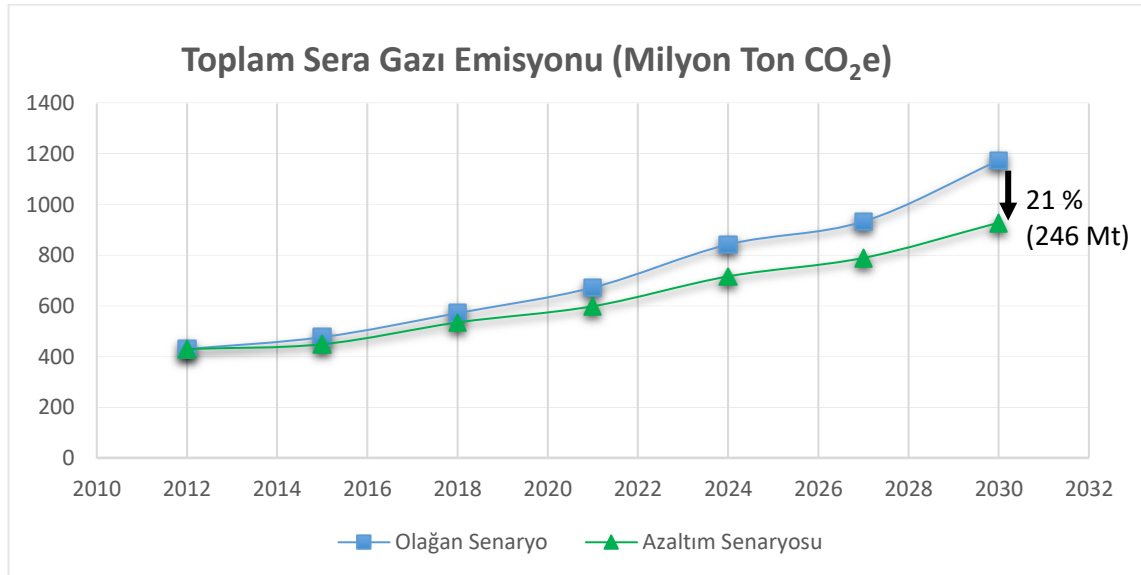
2.2. Sera Gazı Azaltım İhtiyacı

Küresel iklim krizi, en çok gelişmemiş ülkeleri ve kırılganlığı yüksek olan az gelişmiş toplumları etkileyecektir. Bu bağlamda insanın yaşam koşullarında çevresi olarak nitelendirebileceğimiz ekosistemdeki kırılganlıklar doğaya bağılı yaşam koşulları geliştiren toplumlarda yüksek riskleri de beraberinde getirmektedir. Örneğın tarıma dayalı kazanç ile yaşam süren toplum kesitini düşünürsek değışen koşullar ile ürün verimi, su stresi, artan yağış ve şiddetine bağılı ilaç kullanım sıklığı gibi parametreler verilen emeğın teknoloji ile kapatılamayacağı büyüklükte kayıp zeminleri oluşturmaktadır. İklım ortalama bir sıcaklık değıeridir ve bu binlerce yıldır oluşan bir denge olması ile ekosistem kendi içerisinde oluşturduğu çeşitlilik ile yaşanılabılır dengelerin kurulmasını sağlamıştır. Ancak henüz büyüme yönünde baktığımız vizyonumuzu doğanın koşulsuz sunduğu dengenin tekrar sağlanmasıın önemi üzerine çevirebilmiş değıiliz.

İklım bilimcilere göre 2 °C lik sıcaklık artışının iklim sistemindeki olağan koşulların geri döndürülemez şekilde bozulmasına yol açacak eşik değıeri olduğu vurgulanmaktadır. Bu eşiğın aşılmaması için, küresel emisyon hacminin 2050 yılına kadar hiçbir önlem alınmadan gerçekleşmesi öngörülen duruma göre %50 azaltılmasının gerekli olduğu açıklanmaktadır. (Kumbaroğlu ve ark. 2017) IPCC 1.5 °C raporu, emisyonlardaki son trendlerin ve Paris Antlaşması kapsamında ulusal katkılar ile belirlenmiş uluslararası hedeflerin seviyesinin 2 °C nin altında ısınma ile sınırlandırma sonucu süregelen yoldan sapıldığına işaret ediyor. Önümüzdeki yıllarda artan ve acil azaltma çabası sera gazı emisyonlarında 2030 yılı ile birlikte keskin bir düşüşe sebep olacaktır. Önümüzdeki on yılda küresel ısınma 1,5 °C'yi aşacak ve buda en kırılgan ekosistemlerin geri dönüşü olmayan kaybına ve yine en savunmasız insanların ve toplumların tekrarlayan krize maruz kalması anlamına gelir (Delmotte ve ark. 2019).

Küresel ısınmanın büyük etkileri olduğunun önemli kanıtları bulunmaktadır. Antarktika'nın bir kısmındaki büyük buzul kütlelerindeki erime ve denizlerin yükselmesi bazı kıyı kesimlerini ve adaları etkilemektedir. Doğanın katledilmesi ve bazı durumlarda hayvanların neslinin tükenmesi ve bazı bitki türlerinin kaybolması, ciddi salgın hastalıklarının yayılması, (kızıl humma, sıtma) yüksek yerlerde ve alçak yerlerde ortaya çıkan sıra dışı iklim değişiklikleri (kuraklık, seller ve fırtınalar) hepsi küresel ısınma kaynaklıdır (Majumdar ve ark. 2013).

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). Türkiye INDC kapsamında, 2030 yılında baz senaryoda öngörülmüş olan 1.175 milyon ton CO₂ eşdeğeri sera gazı salınımını %21 oranında azaltımla 929 milyon ton CO₂ eşdeğerine indirmeyi hedeflediği beyan etmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Ulusal olarak belirlenmiş toplam sera gazı azaltım katkısı (Anonim, 2015 a. Republic of Turkey Intended Nationally Determined Contribution'dan değiştirilerek.)

Son on yılda konut ve üçüncül sektörlerden kaynaklanan CO₂ emisyonları sürekli olarak artmaktadır. Bu endişe kaynağı olmakla birlikte, ulusal eylem planlarında emisyon

azaltma önlemleri için hedeflenmesi gereken bir alandır. Kyoto Protokolü çerçevesinde mutabık kalınan hedeflere göre, gelişmiş ülkelerde ilk taahhüt döneminde (2008-2012) altı sera gazının (GHG) toplam emisyonları 1990 seviyelerinin en az %5 altına düşürülmelidir (Georgopoulou ve ark. 2005).

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, sıcak su için güneş kolektörleri kullanımı, kojenerasyon gibi çözümler sıralamak mümkündür (Georgopoulou ve ark. 2005).

2.3 Enerji Verimliliği

Enerji Verimliliği, yenilenebilir enerji kaynakları ve Sera Gazı Emisyonlarının Azaltılması sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için önemli stratejik faaliyetlerdir. Yerel yönetimler için enerji verimliliği iklim değişikliğine pozitif katkı sağlanması noktasında önem arz etmektedir.

Hizmet ve üretim kalitesinde azalmaya yol açmadan birim başına enerji tüketiminin azaltılmasına enerji verimliliği denilmektedir. (Akça ve ark 2019) Nüfus artışı, refah seviyesinin artması, sanayileşme ve teknolojik cihazların kullanımı gibi nedenlerle enerji talebi ve enerji tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. Kentleşme ve çevre problemlerinde izlenen politika ve uygulamalar ekosistemin sürdürülebilirliğini, insanların bugün ve gelecekteki çevresel memnuniyetlerini etkileyen en önemli belirleyicilerdir (Atanur ve ark. 2020).

Enerjinin sınıflandırılması, birincil ve ikincil enerji kaynakları şeklindedir. Doğada bulunan orijinal enerji durumuna birincil enerji kaynakları denir. Bunlar kömür, petrol, doğalgaz, nükleer, su, güneş enerjisi, jeotermal, odun ve samandan oluşan biyokütle,

rüzgâr vb. Birincil enerji kaynaklarını kullanmak için ikincil enerji kaynaklarına dönüştürülmesi gerekir (Uzun ve ark. 2018). İkincil enerji kaynakları elektrik enerjisi, petrol ürünü yakıtları, buhar, ısı ve basınçlı havadan oluşur (Akça ve ark. 2019).

Enerji verimliliği, enerji arz güvenliğini sağlamak, enerji kayıplarını ve israfını önlemek, etkin ve verimli kullanmak, maliyeti düşürmek, enerji ithalatını azaltmak, sera gazlarında düşük karbon emisyonu hedeflerine katkıda bulunmak ve çevreyi korumak olarak anlaşılmaktadır (Meral ve ark. 2009). Enerji verimliliği, üretimden tüketime kadar tüm aşamalarda enerjinin en yüksek verimlilikte kullanılması ve üretimi azaltmadan toplam enerji kullanımına yönelik önlemler olarak da tanımlanmaktadır (Uzun ve ark. 2018).

Örneğin Lübnan'da akkor lamba ithalatı yasaklanmıştır. Akça ve ark. 2019'a göre, enerji verimliliği kapsamında öncelikli başlıklar; özel sektörün güneş ve rüzgar enerjisine yatırım yapmasının teşvik edilmesi, binalara güneş enerjili su ısıtıcılarının kurulması, yolların aydınlatılmasında etkili ve ekonomik stratejilerin uygulanması, rüzgar enerjisinden elektrik üretimi, güneşten elektrik üretimi, sudan elektrik üretimi, jeotermal ve biyokütleden enerji üretimi, binalara enerji verimliliği sertifikası verilmesi, mali mekanizmaların oluşturulması, yetersizlik ve kapasite aşımı oranlarının tespiti, enerji kontrolü, enerji tasarruflu ekipman kullanımının teşvik edilmesidir.

Karbondioksit emisyonları ve enerji tüketiminin %80'i şehirlerdeki faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. 2008 yılında Avrupa Komisyonu, 20-20-20 hedefleri olarak bilinen "Değişen Dünya için Enerji" başlıklı bir planı onayladı. Bu planın üç amacı vardır; AB sera gazı emisyonları %20 azalacak. AB yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimini enerji tüketimi payında %20 artıracak. AB enerji verimliliğini %20 artıracak (Akça ve ark 2019).

Türkiye'de enerji talebinin sektörel dağılımına bakıldığında; Enerji tüketiminin %30'u dönüştürme tesislerinde, %24'ü konut ve hizmet sektörlerinde, %23'ü sanayide ve %19'u ulaşımda kullanılmaktadır (Karakaya 2017).

2017 yılından 2023'e kadar uygulanmakta olan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'na göre; bina ve hizmetler, ulaştırma, enerji, sanayi ve teknoloji, tarım ve yatay konular olmak üzere toplam 6 kategoride tanımlanan 55 eylemle, 2023 yılı itibariyle Türkiye'nin enerji tüketiminin %14 azalması hedeflenmiştir (Anonim 2017).

Enerji tüketimimiz, kişi başına göre gelişmiş ülkelere kıyasla daha düşük olmakla birlikte, enerji yoğunluğumuzun halen yüksek olması Türkiye'de kayda değer oranda enerji tasarrufu potansiyeli olduğunu göstermektedir.

2.3.1. Bina Yapıları ve Hizmetler

Türkiye İstatistik Kurumu'ndan alınan verilere göre, Türkiye'de 2017 itibari ile 9,1milyon adet bina bulunmaktadır. Bu binaların yaklaşık olarak %87'si konut niteliğindedir. Yapı kullanma iznine yönelik hazırlanmış olan istatistiklere göre Türkiye'nin bina stoku yılda 100.000'den fazla yeni bina eklenerek artmaktadır. Buna göre, yeni yapılmakta olan binaların daha verimli olması ve mevcut binaların iyileştirilmesi ile kayda değer enerji tasarrufu sağlanması mümkündür. Ayrıca bina ve hizmetler sektörü, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve yerinde üretim alanlarında da önemli bir potansiyel barındırmaktadır (Anonim 2017).

Enerji Verimliliği Strateji Belgesinde yer alan 'Binaların enerji taleplerini ve karbon emisyonlarını azaltmak; yenilenebilir enerji kaynakları kullanan sürdürülebilir çevre dostu binaları yaygınlaştırmak' konu başlıklı stratejik amaç altında; 'Binalara azami enerji ve azami emisyon sınırlaması getirilmesine' ve 'karbondioksit salım miktarı ilgili mevzuatta tanımlanan asgari değerlerin üzerinde olanlara idari yaptırım uygulanmasına' yönelik eylemler tanımlanmıştır (Anonim 2012).

2.3.2. Sanayi ve Teknoloji

2015 yılında Gayri Safi Yurt İçi Hasılamızda payı %26 olan sanayi sektörü, büyüme eğilimini devam ettirmekte ve birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de büyümenin başta gelen sektörü olmaktadır. Türkiye ekonomisi, gelişmiş ülkelere kıyasla 'enerji yoğun' ekonomilerden biridir. Sanayi sektöründe enerji verimliliği alanında yapılabilecek

iyileştirmeler enerji tüketiminin azaltılması yanı sıra, proses verimliliği, teknolojik gelişmişlik seviyesinin yükseltilmesi ve sera gazı salımlarının azaltılması için de önemli fırsatlar sunmaktadır (Anonim 2017).

Enerji Verimliliği Strateji Belgesi ile her bir sanayi alt sektöründe enerji yoğunluklarının %10'dan az olmamak üzere sektör işbirlikleri ile belirlenecek oranlarda azaltılması hedeflenmiştir (Anonim 2012).

2.3.3. Enerji

Ülkemizde ilk elektrik santrali 15.09.1902 tarihinde 2 kW gücünde Tarsus'ta kurulmuş, bir dinamo ile elektrik üretimine başlanmıştır. Geniş çapta ilk elektrik enerjisi üretimi İstanbul'da 14 Şubat 1914 tarihinde ilk büyük santralimiz olan Silahtarğa Termik Santralinin işletmeye açılması ile gerçekleştirilmiştir (Anonim 2019).

Türkiye'de yaşam standartlarının yükselmesi ve nüfusun artması ile birlikte son yıllarda elektrik enerjisine yönelik talep önemli oranda artmıştır. Brüt elektrik enerjisi talebi 2016 yılında bir önceki yıla göre %3,3 artarak 278,3 milyar kWh'e kadar yükselmiş, 2023 yılı için beklenen düşük talep senaryosuna göre 367,9 milyar kWh'e veya yüksek talep senaryosuna göre ise 407,9 milyar kWh'e kadar ulaşması beklenmektedir (Anonim 2017).

Enerji sektörünün Türkiye'deki verimliliğinin artırılmasına yönelik belirlenmiş olan hedefler için farklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Buna göre İklim Değişikliği Eylem Planında iletim ve dağıtım şebekesindeki toplam kayıp oranları OECD ortalamasının üzerinde olan ülkemizde 2023 yılı itibarıyla ülke çapında elektrik dağıtım kayıplarının %8'e indirilmesiyle bütün sektörlerde enerji verimliliğinin ve elektrik üretiminde yenilenebilir enerji payının artırılmasına yönelik farklı hedefler bulunmaktadır (Anonim 2017).

2.3.4. Ulaştırma

Türkiye'nin 2015 verilerine göre toplam enerji tüketiminin yaklaşık %25'i ulaştırma sektöründe gerçekleşmiştir. Bu tüketiminin %91,6'sı karayolu ulaşımına aittir. Karayolu ulaşımındaki enerji tüketiminin neredeyse tamamı petrol ürünlerinden oluşmaktadır.

Ülkemizde sürdürülebilir bir ulaşım sisteminin oluşturulması için ulaşım altyapısının bütünlük bir şekilde planlanması ve işletilmesi, ulaşım modlarının birbiri ile entegrasyonunun sağlanması, araçların birim yakıt tüketimlerinin düşürülmesi ve çevreye zararı en aza indirgeyen politika ve stratejilerin geliştirilmesi son derece önemlidir. Bu bağlamda ülkemizin ulaşımda enerji verimliliği konusunu ele alan başlıca belgelerden biri olan Enerji Verimliliği Strateji Belgesi ile motorlu taşıtların birim fosil yakıt tüketiminin azaltılması, yük ve yolcu taşımacılığında demiryollarının ve şehir içinde toplu taşımının payının artırılması ve şehir içi ulaşımda gereksiz yakıt sarfiyatının önlenmesi ve çevreye zararlı emisyonların düşürülmesi hedeflenmiştir (Anonim 2017).

İklim Değişikliği Eylem Planı 2011-2023 ile yük ve yolcu taşımacılığında ulaşım türlerinin dengeli kullanımı, kentsel ulaşımın sürdürülebilir ulaşım ilkeleri doğrultusunda yeniden yapılandırılması, alternatif yakıt ve temiz araç teknolojilerinin kullanımının yaygınlaştırılması ve sektörün enerji tüketiminde verimliliğin artırılması amaçlanmaktadır. Ayrıca, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından bilgi ve iletişim teknolojilerinin ulaşım sektörüne adapte edilmesini amaçlayan Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eylem Planında ulaştırma sektörüne yönelik önlemler bulunmaktadır (Anonim 2017).

2.3.5. Tarım

Türkiye'de rekabetçi bir tarım sektörü oluşturulması için, fiziki potansiyelimizin, enerjimizin ve kaynaklarımızın etkin kullanılması büyük önem arz etmekle birlikte, arazi düzenlemesi ve toplulaştırılması, tarımsal mekanizasyon düzeyinin yükseltilmesi için enerji verimliliği faaliyetlerinin yaygınlaştırılması ve tarım uygulamalarında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ön plana çıkmaktadır.

Tarım sektöründe enerji verimliliğinin artırılması için traktörlerin ve biçerdöverlerin enerji verimlilikleri ile yenilenmelerinin sağlanması, enerjiyi verimli olarak kullanan sulama tekniklerine geçilmesi, tarım sektöründe enerji verimliliği projelerinin desteklenmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının tarımsal üretimde kullanımının özendirilmesi, tarım yan ürünleri ve atıklarından elde edilebilecek biyokütle potansiyelinin ortaya konulması ve kullanımının teşvik edilmesi konularında eylemler belirlenmiştir (Anonim 2017).

zamanda jeolojik ve jeomorfolojik özellikler bakımından da havza karakteri gösteren bir alana karşılık gelmektedir. İnegöl ilçe alanı, havzayı izleyen görünümü ile Uludağ masifinin genel doğrultusuna belli bir uyum göstermekte ve kabaca kuzeybatı-güneydoğu eksenli bir uzanıma sahip bulunmaktadır. Batı-doğu doğrultusunda 43,6 km, güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda ise 34,5 km en fazla kuş uçuşu uzunluğa sahip olan ve ana hatlarıyla geniş bir elipse benzeyen (havzanın şekliyle uyumlu olarak) ilçe alanı, 1006 km²'dir (Yüceşahin, 2003).

İnegöl Dağı'nda nispi yükselti 1350 m'yi geçmektedir. İnegöl Dağı'nın önemli özelliklerinden birisi de Kızılırmak ile Yeşilirmak havzalarını birbirinden ayırt etmesidir. İnegöl Dağı'nın kuzeydoğu yamacının sularını Karaköy çayı ve kolları toplamaktadır. Karaköy çayının kütlenin bu yamacındaki başlıca kollarını Sır deresi, Karaağaç deresi ve Kuzalan deresi oluşturmaktadır. Dağlık kütlenin diğer yamacının sularını ise Kızılırmak ve ona bağlı yan kolları drene eder. Bu yan kolların başlıcaları Bulmuş deresi, Kızılcaören deresi, Alan deresi, Arpaözü deresi, Deloğlan deresi, Kocaçay, Akkaya deresi ve Kehim deresidir. Dağın yüksek ve parçalanmış kesimlerinde ortalama yamaç eğim değerleri %30-40 arasında bulunmaktadır. Dağın bazı bölümlerinde ve bilhassa etek kısımlarında, doğal bitki örtüsünün tahrip edildiği sahalar yer alır. Tahribatın fazla, eğim değerlerinin de yüksek olduğu bu kesimlerde erozyonun şiddetlenmesi söz konusudur (Çoban ve ark. 2006).

İklim Değişikliğinin oluşturduğu ani ve şiddetli yağışların eğimli ve tahribatı yüksek olan alanlarda erozyona sebep olması akarsu yatağı ve orman alanı oldukça fazla olan zengin ekosistemli İnegöl ilçesinde önemli bir risk oluşturmaktadır. Sarıçam ve Karadere yaylaları güneyde zirveden itibaren sahanın ormansızlaştırılması ile yapılan tahribat neticesinde oluşmuşlardır.

Türkiye İstatistik Kurumu 2020 yılı verilerine göre İnegöl 281.384 kişilik nüfusuyla Bursa'nın merkez dışındaki en büyük ilçesi ve Güney Marmara'nın nüfus bakımından ikinci büyük kentidir (Anonim 2020).

İnegöl, Bursa'nın güneydoğusunda ve Bursa şehir merkezine 32 km uzaklıktadır. Bursa'ya yaklaşık 25 dakika uzaklıkta bulunmaktadır. Önemli bir sanayi kenti olan İnegöl, TÜİK tarafından açıklanan istatistiklere göre Türkiye'nin 16. büyük sanayi merkezidir (Anonim 2020 a).

İnegöl'ün Türkler fethetmeden önceki adının “Melek Köyü” anlamındaki Angelokoma olduğu kabul edilmekle birlikte, İnegöl isminin kökeni hakkında üzerinde ittifak edilen bir açıklama bulunmamaktadır. Evliya Çelebi'nin Ezine (Cuma) Göl şeklindeki açıklamasının dışında, İnegöl'ün İne/Eyne (küçük) Göl, Ayna Göl, Ene (“iki yamaç arası düzlük”) Göl, İn (mağara anlamında) Göl kelimelerinden türediği de iddia edilmektedir. Kökeniyle ilgili bu farklı yaklaşımlara rağmen, araştırmaların neredeyse tamamı kelimeyi “İne” ve “Göl” şeklinde ikiye bölmekte ve bu kelimenin kökeniyle ilgili açıklamalarını “Göl” ile ilişkilendirmektedir (Tarakçı 2019).

3.2. İnegöl İklimi

Bölgede ılıman Marmara iklimi görülür. Yaz ayları daha çok Akdeniz İklimine benzer. Sıcak ve az yağışlıdır. Kış ayları ise soğuk ve bol yağışlıdır. Kar yağışları normal, don olayları fazladır.

Çizelge 1. İnegöl İklim Verileri (K: Kuzey, DGD: Doğu-Güneydoğu, BKB: Batı-Kuzeybatı, Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2020)

AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak
Sıcaklık °C	3,5	5,7	8,7	11,5	17,6	20,9	22,7	22,9	20,6	16,2	9,3	6,9	13,9
Nispi Nem (%)	82,1	79,0	71,5	68,4	70,1	73,6	68,8	66,1	68,0	74,7	78,9	79,8	73,4
Hakim Rüzgar Yönü (%)	K 11,9	DGD 11,8	BKB 16,8	BKB 15,3	DGD 18,7	DGD 20,9	DGD 18,3	DGD 18,4	DGD 19,8	DGD 16,1	DGD 12,8	DGD 15,7	DGD 20,9
Hava Basıncı (Hpa)	982,9	984,3	981,8	980,9	979,5	977,8	977,4	978,2	980,9	982,6	985,4	983,1	981,2
Ortalama Rüzgar Hızı (m/sn)	1,5	1,6	2,1	2,2	2,0	1,9	1,9	2,0	1,9	1,5	1,3	1,7	1,8
Ortalama Su Buharı Basıncı	6,3	6,9	7,6	8,7	13,2	17,0	17,7	17,3	15,4	13,0	9,0	7,6	11,5
Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	18,0	25,3	25,7	30,5	37,0	32,4	35,0	37,8	37,0	36,6	26,0	20,9	37,8
Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	-14,0	-9,0	-5,9	-2,5	2,0	7,5	10,5	9,2	3,4	1,6	-6,3	-5,0	-14,0

Yıllık ortalama sıcaklık 12,4 °C'dir. Yaz sıcaklık ortalaması 21,9 °C, Kış sıcaklık ortalaması ise 2,3 °C'dir (Anonim 2020 b). İlçenin Marmara denizine yakınlığı ve denizin güneyindeki yer şekillerinin fazla yüksek olmayışı iklim şartları üzerinde etkili olmaktadır (Mudanya sırtları ortalama 500-600 m, Katırlı Dağları 500- 1000 m) (Yüceşahin 2002).

İnegöl, Akdeniz ve Karadeniz iklimi arasında geçiş özelliği gösteren, Akdeniz ikliminin kısmen değiştiği ve onun alt tipi olarak nitelenen Marmara İkliminin etki alanı içindedir. Farklı özellikteki hava kütlelerinin etkisi altında kalan İnegöl ilçesinin iklimi, yaz aylarında sıcak ve az yağışlı olmasıyla Akdeniz iklimine benzemektedir. İlçeyi yaz mevsiminde tropikal kaynaklı hava kütleleri, kış mevsiminde ise polar kütleler etkilemektedir. Bu koşullara dayanarak kış mevsimi yağışlı, rüzgârlı ve soğuk hava şartlarının, yaz mevsimi ise sıcak ve kurak şartların egemenliği altında kalır (Erdoğan 2019).

Türkiye'de enleme bağlı olarak sıcaklığın güneyden kuzeye doğru azalması durumu yeryüzü şekillerinin etkisiyle çalışma sahasında söz konusu değildir. Ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu alan, kuzeyde yer alan İnegöl Ovası'nın bulunduğu sahadır. İnegöl Ovası'nın Marmara Denizi'nin Güneydoğusunda yer alması ve denizin güneyindeki yeryüzü şekillerinin sade olması iklimi üzerinde etkili olmuştur (Erdoğan 2019).

İnegöl ilçesinin iklimi üzerinde basınç merkezleri, rüzgâr yönleri ve topografik şartlar etkili olmaktadır. Yaz aylarında genel olarak rüzgâr KKB ve K yönlü olarak esmektedir. Türkiye'yi etkisi altına alan Azor Yüksek Basıncı ve Basra Alçak Basıncının kuzeybatı yönlü sirkülasyonunun yaz mevsiminde etkin olması rüzgârların yönüne tesir etmektedir. Kış aylarında ise İç Anadolu Bölgesini etkisi altına alan kontinental polar hava kütesinin etkisi altına girmektedir (Menteşe 2015).

3.3. Bursa İnegöl İlçe Belediyesi Sera Gazı Envanter Çalışması

Bu tez çalışmasında kullanılan veriler İnegöl Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü aracılığı temin edilmiştir. Kent ve Belediye olarak iki başlıkta hesaplama yapılmış olup,

doğalgaz tüketim verileri ilçe bazında İNGAZ'dan, Belediye bazında ise belediye abone numaralarına göre kullanım verisi toplamı olarak İnegöl Belediyesinden temin edilmiştir. Kent elektrik tüketim verisi UEDAŞ'tan temin edilmiş olup belediye tüketimi belediye abonelerinin tüketimleri toplanarak İnegöl Belediyesinden temin edilmiştir.

Belediye katı atık verisi, belediyeye bağlı katı atık depolama tesisi ve ilçede hizmet veren metan gazından elektrik enerjisi üretimi yapan Biotrend Çevre ve Enerji Yatırımları A.Ş.'den temin edilmiştir.

Atık su verileri İnegöl Organize Sanayi Bölgesinden temin edilmiştir. Yine İnegöl ilçesi için spesifik bir yakıt olan sunta atığı verisi Starwood Orman Ürünleri Sanayi A.Ş.'den temin edilmiştir.

Belediye Bina ve Tesislerinde kullanılan klimaların envanterine ilişkin verileri İnegöl Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğünden temin edilmiştir. Tarım ve Arazi kullanım verileri İnegöl Belediyesinden temin edilmiştir.

Veriler 2018-2019-2020 yılını kapsayacak şekilde alınmış olup hesaplamalar üç yıl için ayrı ayrı yapılmıştır. Toplanan veriler Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ ekinde verilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır. Güncel emisyon faktörleri IPCC raporları ve Department for Business, Energy & Industrial Strategy raporlarından alınmıştır. Elektrik için kullanılan emisyon faktörü ise Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığının yayınladığı Türkiye Ulusal Elektrik Şebekesi Emisyon Faktörü Raporu kullanılmıştır. Sunta Atığı için emisyon faktörü ise ISO/TS 14067'den alınarak kullanılmıştır.

Tez çalışmamda İnegöl ilçesinin sera gazı envanterini hesaplama ilkesi ile başlayarak, azaltım stratejileri oluşturmak üzere ilçenin kendine has özellikleri ile ilgili bilimsel araştırmaları birleştirerek iklim değişikliği doğrultusunda kırılganlıklarını belirleyerek geleceğe yönelik oluşacak değişikliklerde alınacak aksiyonlar belirlenmeye çalışılmıştır. Bilinmektedir ki iklim değişikliği tüm dünyada önemli bir tehlikedir. Bir yörenin hâkim ikliminin değişmesi oldukça geniş bir çerçevede değişim öngörmeyi gerektirmektedir.

Başta tarım sektörü ve iklim değişikliğine bağlı oluşan kısa sürede şiddetli yağışlar tüm denge unsurlarını olumsuz etkileyerek ilçenin tarımsal üretimde zorlanmasına neden olacaktır. İnegöl ilçesi kiraz, çilek, armut gibi birçok meyvenin ve sebzenin yetiştirildiği bir tarım potansiyeline sahiptir.

İklim değişikliği ile birlikte sıcaklık artışına bağlı mevsimsel kaymalar ve oluşacak kuraklık, verimi olumsuz etkileyecek unsurlardır. Ayrıca su stresi yaşanacak yerler sıralamasında Türkiye coğrafyası genel olarak etkilenecek olup sanayide de olumsuz senaryolar görmek olasıdır.

Bilindiği gibi sera gazı olarak tanımladığımız gazlar yanma reaksiyonunun ürünleridir. İhtiyacımız olan enerji dışında CO₂ başta olmak üzere çeşitli sera gazları ve su buharı atmosfere verilmektedir. Bilim insanları ise 2°C'lik bir artışın iklimi geri dönüşü olmayacak şekilde etkileyeceği konusunda hemfikirdir. Tüm bunlar bozulan dengenin de birer yan ürünü olarak gördüğümüz çıktılardır. Hesapladığımız emisyon tutarları matematiksel olarak resmi daha net görmemizi ve azaltım ve uyum kavramlarını konuşurken başlıkların netleşmesi ve gördüğümüzün ötesinde bilimsel çalışmalarla birleştirilerek çözüm yolları oluşturmamızda önemli bir zemin oluşturmaktadır.

İlçe genelinde emisyon hesabı yapılır iken öncelikle kentsel veriler ve belediye verileri olarak iki ana başlıkta veri temini sağlanmıştır. Kent verileri olarak yanma ve elektrik kullanımına bağlı emisyon oluşumu için veriler iki başlıkta temin edilmiştir. Yanma, sabit kaynaktan olabileceği gibi ulaşımda olduğu gibi hareketli kaynaklarda da olduğu için başlıklarda sabit kaynaklardan kaynaklı emisyonlar ve hareketli kaynaklarda yanma nedeni ile açığa çıkan emisyonlar olarak iki ayrı şekilde hesaplanmıştır. Elektrik üretimi ise nihayetinde enerji üretimi için yanma temelli olduğu için ikincil kaynak olarak hesaplanmıştır. Kent bazında doğalgaz ve elektrik tüketimi verileri belediye bünyesinde tüm işletmeler ve arıtma tesisleri, tarımsal kaynaklar başlıklarında incelenmiştir.

3.3.1. Sera Gazı Hesaplama Yöntemleri

Sera gazı hesaplamaları IPCC 2006 dokümanlarından alınan emisyon faktörlerinden yararlanılarak,

Sera gazlarının küresel ısınma potansiyelinin karbondioksit gazı cinsinden ifadesine karbondioksit eşdeğeri (CO₂e) denir. Denklem 1'de verildiği gibi, söz konusu sera gazının kütesinin küresel ısınma potansiyeli (GWP) ile çarpılmasıyla elde edilir. Sera gazı emisyonları, faaliyet verilerinin (FV) (Yakıt Tüketimi, Elektrik Tüketimi, Tarım Alanları İçin Kullanılan Gübre Miktarları vb.) ile Emisyon Faktörleri (kilogram CO₂e/aktivite) çarpılmasıyla hesaplanır. Hesaplamalarda kullanılan emisyon faktörleri Çizelge 2'de özetlenmiştir. Atık su aktivitesi sonucu oluşan sera gazı salımları ICLEI'nin belirttiği formülasyonlar ile hesaplanmıştır (ICLEI 2009).

$$CO_2e = K\ddot{u}tle_{GHG} \times K\ddot{u}resel\ Is\ddot{u}nma\ Katsay\ddot{u}sl_{GHG} \quad (1)$$

$$GHG\ emisyonu\ (CO_2e) = Faaliyet\ verisi\ (FV) \times Emisyon\ fakt\ddot{u}r\ddot{u}\ (EF) \quad (2)$$

$$LFG\ toplam \times CH_4\% \times \{(1 - DE) + [((1 - CE)/CE) \times (1 - OX)]\} \times D.katsay\ddot{u}sl \times GWP \quad (3)$$

Burada,

LFG toplanan : Yıllık LFG sistemi tarafından toplanan gaz miktarını (m³),

CH₄ %: LFG içindeki CH₄ oranını,

CE: LFG toplama verimliliğini,

β(CH₄): Metan yoğunluğunu [g/m³],

DE: CH₄ imha verimliliğini,

OX: Oksitlenme faktörünü,

10⁻⁶: g = ton dönüşüm katsayısını,

GWP: Küresel Isınma Katsayısını (CH₄) ifade etmektedir.

$$((P \times F_{ind-com}) \times BOD_5\ load \times (1 - F_p) \times B_o \times MCF_{anaerobic} \times 365.25 \times 10^{-3}) \times GWP \quad (4)$$

Burada,

P: Atıksu Arıtma tesisi tarafından hizmet verilen toplam nüfusu,

Find-com: Atıksu kanalına endüstriyel ve ticari atık deşarjı olması durumunda.

BOD5 load: Kişi başına üretilen BOD5 miktarını[kg BOD5 / kişi/gün],

Fp: Ön arıtma ile uzaklaştırılan BOD5 oranını,

Bo: Atıksu içerisindeki maksimum CH₄ üretim miktarını[kg CH₄/kg BOD5 uzaklaştırılan],

MCFanaerobic: Anaerobik sistem için CH₄ düzeltme faktörünü

365,25 Katsayısını [gün/yıl],

10⁻³ : ton dönüşüm katsayısını [metrik ton/kg],

GWP Küresel Isınma Katsayısını (CH₄) ifade etmektedir.

$P_{tot} \times F_{ind-com} \times EF_{nit/denit} \times 10^{-6} \times GWP (N_2O \text{ Emsiyonları})$

(5)

Nitrifikasyon Denitrifikasyon

Burada,

Ptot: Atıksu Arıtma tesisi tarafından hizmet verilen toplam nüfusu,

Find-com: Atıksu kanalına endüstriyel ve ticari atık deşarjı olması durumunu,

EFnit/denit: Nitrifikasyon/denitrifikasyonlu Atıksu arıtma tesisi emisyon faktörünü [gN₂O/kişi/yıl],

10⁻⁶ : Ton dönüşüm katsayısını

GWP: Küresel Isınma Katsayısını (N₂O) ifade etmektedir.

Çizelge 2. Bu tez çalışmasında kullanılan emisyon faktörleri

Emisyon Faktörleri (Kg CO ₂ e/unit)						Referans
Yakıt Emisyon Faktörleri						
Sabit Kaynaklar	Birim	CO₂	CH₄	N₂O	Toplam kg CO₂e	(DBEIS, sera gazı emisyon faktörleri 2020)
Akaryakıt	Litre	3,17	0,01	0,01	3,19	
Dizel	Litre	2,58	0,00	0,04	2,62	
Doğal Gaz	m ³	2,03	0,003	0,002	2,030	
LNG/CNG	kg	2,54	0,004	0,002	2,544	
LPG	kg	2,94	0,003	0,002	2,94	
Kömür (Linyit)	T	2632,00	214,60	36,66	2883,26	(DBEIS, Metan emisyon faktörü yanma denklemleri 2020)
Metan	T	2750,00	0,00	0,00	2750,00	(GHG Protokol)
Sunta	m ³				113	
Dolaylı Enerji Kaynakları						
Elektrik	KWh	0,571	0,001	0,002	0,574	(Ulusal elektrik şebekesi emisyon faktörü 2021)
Mobil Kaynaklar						
Benzin	Litre	2,22	0,026	0,07	2,31	(IPCC, 2014)
Dizel	Litre	2,63	0,004	0,04	2,67	
LPG	kg	2,88	0,071	0	2,95	
Tarımsal Aktiviteler						
Tarım	Birim	Emisyon Faktörleri (kg CO₂e/birim)			Toplam kg CO₂e	(IPCC, 2006 Vol 4, Ch,11 Tablo 11.1)
Kimyasal Gübre	ton	0,01			0,01	
Hayvancılık	Birim	Enterik Fermentasyon			Gübre Yönetimi	(IPCC, 2006, TurkStat official communication, 2011)
Sığır	Baş	1712,50			400	
At	Baş	450			40	
Katır	Baş	250			22,5	
Eşek	Baş	250			22,5	
Koyun	Baş	125			4	
Keçi	Baş	125			4,25	
Tavuk	Adet	n/a			0,45	
Hindi	Adet	n/a			0,45	
Ördek	Adet	n/a			22,5	
Deve	Baş	11150			47,5	
Domuz	Baş	11150			50	
Su Mandası	Baş	1375			50	

Envanter hesaplarında kullanılan emisyon faktörleri Çizelge 2’de verilmiştir. Emisyon faktörlerinde kullanılan kaynaklar; IPCC: Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli 2006, 2014 tabloları, DBEIS: İşletme, Enerji ve Endüstriyel Strateji Dairesi Başkanlığı 2020 tabloları, GHG Protokol: Sera Gazı Protokolü tablolarını ifade etmektedir.

Tez çalışmasında küresel ısınma potansiyeli değerleri Çizelge 3’te gösterilen IPCC 5. değerlendirme raporu verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Küresel ısınma potansiyeli değeri atmosferdeki sera gazı tarafından emilen ısıyı ifade etmektedir.

Çizelge 3. CO₂e göre küresel ısınma potansiyeli değerleri (IPCC 5.değerlendirme raporundan değiştirilerek).

Sera Gazları		IPCC DEĞERLENDİRME 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	Nitrozoksit	265	298	310
SF ₆	Sülfürhexzaflorür	23.500	22.800	23.900
CF ₄	Karbondetraflorür	6.630	7.390	6.500
C ₂ F ₆	Hexafloroethane	11.100	12.200	9.200
CHF ₃	HFC-23	12.400	14.800	11.700
CH ₂ F ₂	HFC-32	677	675	650
CH ₃ F	HFC-41	116	92	150
C ₂ HF ₅	HFC-125	3.170	3.500	2.800
C ₂ H ₂ F ₄	HFC-134	1.120	1.100	1.000
CH ₂ FCF ₃	HFC-134a	1.300	1.430	1.300
C ₂ H ₃ F ₃	HFC-143	328	353	300
C ₂ H ₄ F ₃	HFC-143a	4.800	4.470	3.800
C ₂ H ₄ F ₂	HFC-152a	138	124	140
C ₃ HF ₇	HFC-227ea	3.350	3.220	2.900
C ₃ H ₂ F ₆	HFC-236fa	8.060	9.810	6.300
C ₃ H ₃ F ₅	HFC-245ca	716	1.030	560
NF ₃	Nitrojentriflorid	16.100	17.200	

Sera gazları yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi olup, her bir sera gazının küresel ısınma potansiyeli değeri farklıdır. Küresel ısınma değeri CO₂ eşdeğeri cinsinden hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalarda metan ve nitrozoksit etkisi CO₂ cinsinden ifade edilmiştir.

3.4. Sera Gazı Hesaplamaları

Yapılan tCO₂e hesaplamaları emisyon kaynakları farklı başlıklar altında sınıflandırılarak değerlendirilmiştir. Uluslararası sera gazı sınıflandırma standartlarındaki gruplandırmalar aşağıdaki gibidir.

Kapsam 1 – doğrudan sera gazı salımları: Kurumun sahip olduğu ya da doğrudan kontrol ettiği tüm sabit ve hareketli salım kaynaklarından yapılan salımlardır. Sahip olunan, kiralanmış veya finansal kiralama ile edilmiş mevcutlar bu kaynaklara dâhildir. Kapsam sınırı, kontrol edilebilen tüm salım kaynaklarıdır.

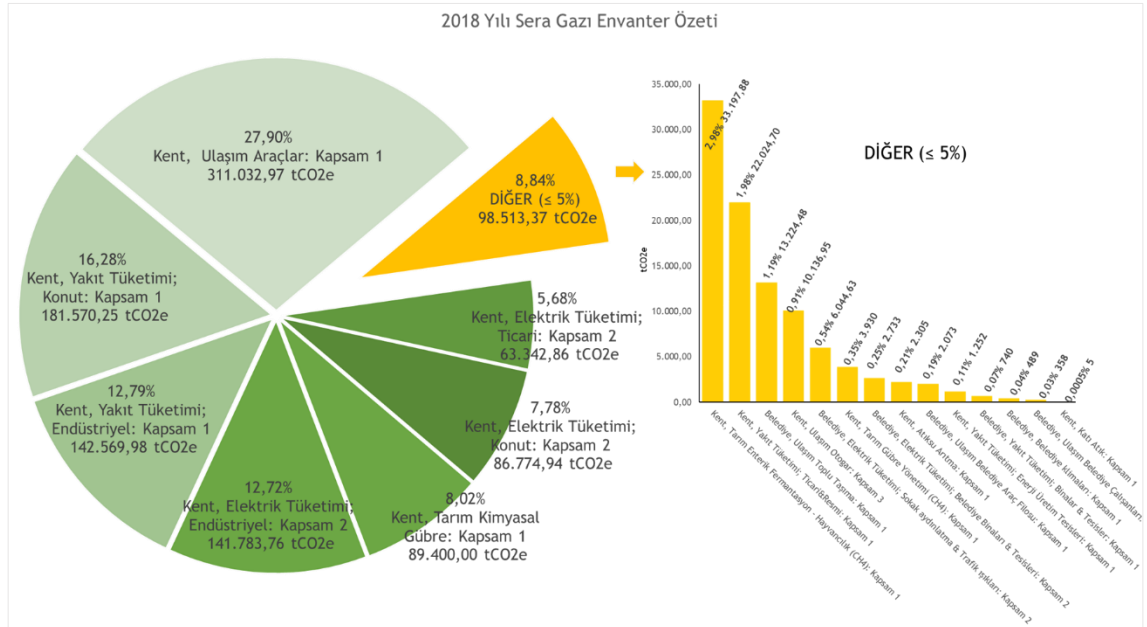
Kapsam 2 – dolaylı enerji sera gazı salımları: Kurumun faaliyetleri için satın alınan enerjiden kaynaklanan salımlardır. Bu fasılda, kullanılan şebeke elektriği ya da ısıtma/soğutma amaçlı kullanılan başka enerji türleri dâhil edilmelidir.

Kapsam 3 – diğer dolaylı sera gazı salımları: Kurumun faaliyetleri sonucu yol açtığı ve dolaylı salımlar dışında kalan, kendi kontrolü altındaki GHG salımlarıdır. Bunlar kurumun çekirdek faaliyetlerinin ilerisi ya da gerisindeki etkinliklerden, çalışan seyahatleri ya da alt-yüklenici faaliyetlerinden kaynaklanabilir (WRI 2014).

İnegöl İlçe Belediyesinden alınan verilere göre 2018-2020 yılları arasında hesaplanmış olan toplam CO₂ eşdeğer (tCO₂e) grafikleri ve açıklamaları aşağıda verilmiştir.

3.4.1. 2018 Yılı Sera Gazı Envanter Hesaplamaları

İnegöl Belediyesinden alınan 2018 yılı sera gazı envanter verilerinin dağılım grafiği Şekil 3'te verilmiştir. Grafik ayrıca EK 1'de verilmiştir.



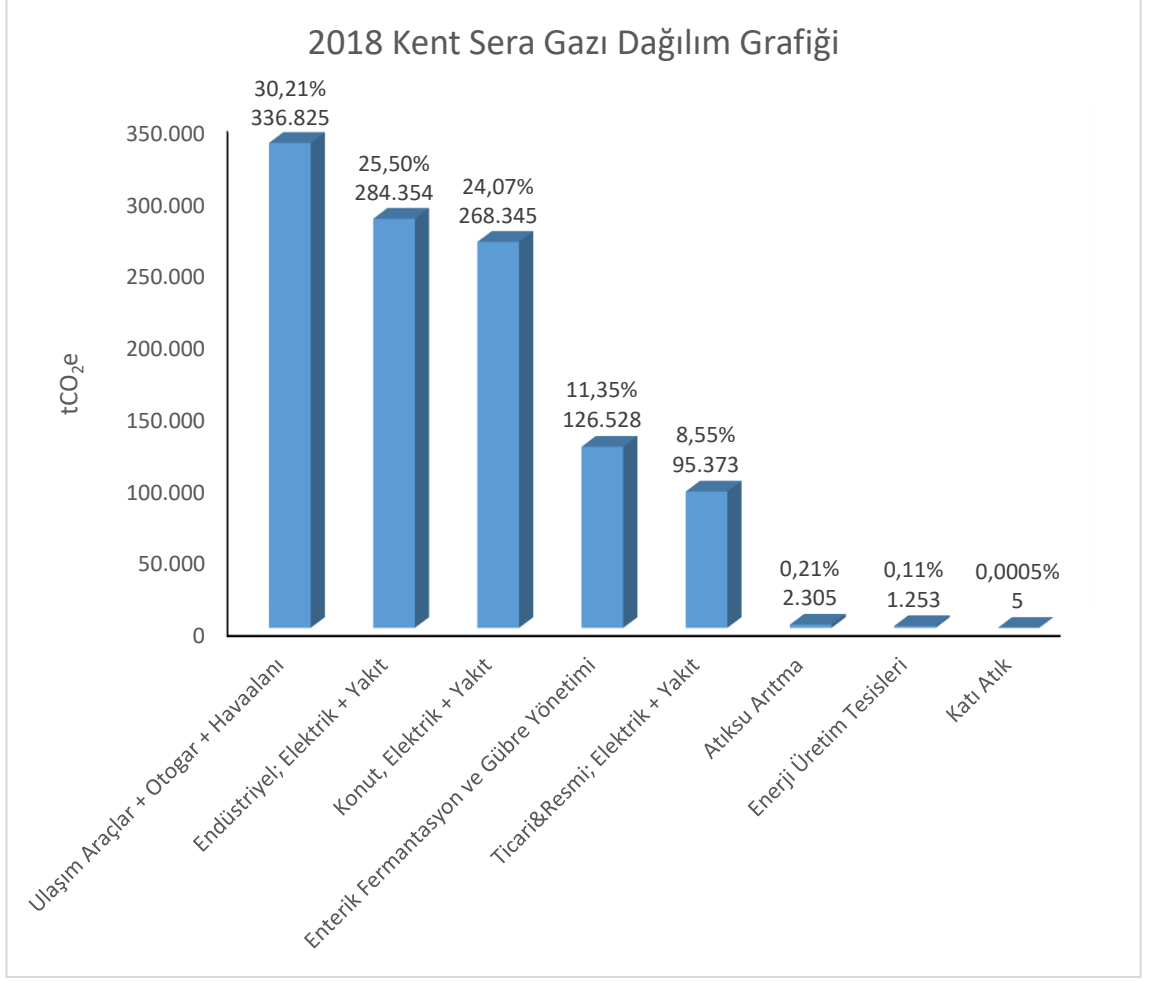
Şekil 3. 2018 yılı sera gazı envanter dağılım grafiği

Sera gazı envanter verilerine göre İnegöl ilçesinde tCO₂e emisyonu en fazla olan faaliyet toplu taşıma dışında kalan araçların kullanımınıdır. Kişisel binek araçlar toplam emisyonun %10'unu oluşturmaktadır. Toplu taşıma ve taşımacılık sektörü payı ise toplam emisyonun %2'sine eşdeğerdir. Binek araçların yerine toplu taşımayı kullanmaya teşvik etmek toplam emisyon değerini azaltacaktır.

Çizelge 4. 2018 toplam emisyon miktarları

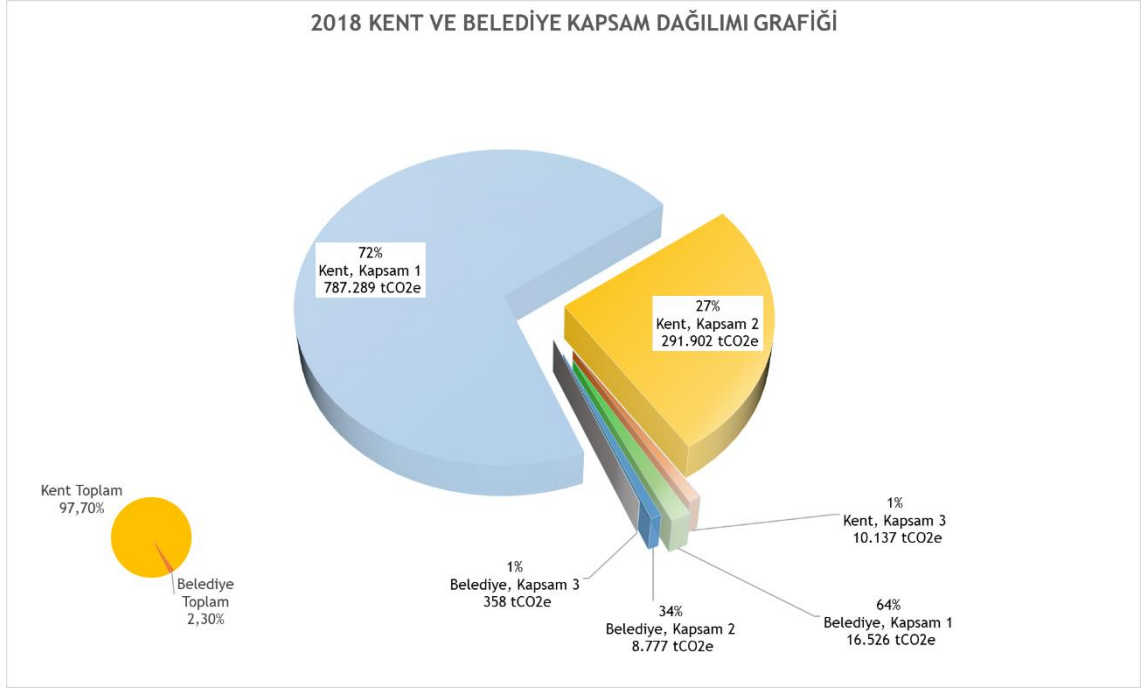
Emisyonlar (tCO₂e)	Belediye	Kent
Kapsam 1	16.526	787.289
Kapsam 2	8.777	291.902
Kapsam 3	358	10.137
Toplam	25.661	1.089.327

İnegöl ilçesi 2018 yılı toplam sera gazı emisyon salım değeri Çizelge 4'te gösterilmiştir. 1.089.327 tCO₂e olan değer, 2018 yılı ilçe nüfusuna oranlandığında kişi başı salım 4,06 tCO₂e olarak bulunur.



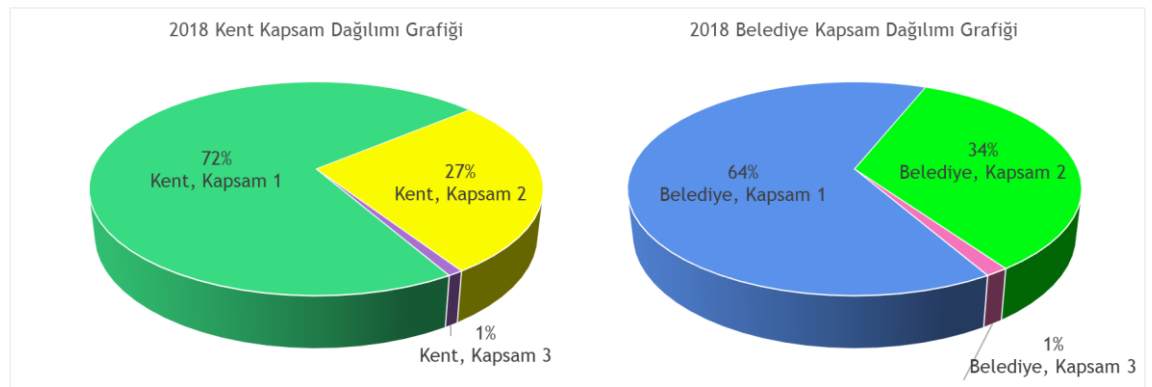
Şekil 4. 2018 yılı kent sera gazı dağılım grafiği

Emisyon eşdeğeri hesaplamalarında endüstriyel salınım konut salınımindan yaklaşık 16000 ton daha fazla olduğu görülmektedir. Emisyon azaltım önerileri bu iki faaliyet için bir birinden farklı olmaktadır. Endüstriyel tesislerin CO₂ salınımlarında en fazla pay OSB'nin olup, Mobilya sektörü ön plandadır. Atıkların düzenli toplanarak yakılmadan bertaraf edilmesi, toplama veriminin artırılarak, baca gazı arıtımının düzenlendiği özel tesislerde bertarafının yerel idarelerce kontrolünün sağlanması ve kayıt dışı toplama, ısınma kaynaklı kontrolsüz yakmanın önüne geçilmelidir.



Şekil 5. 2018 kent ve belediye kapsam dağılımı grafiği

Kapsam 1’de tanımlanan bütün faaliyetler Sera Gazı emisyonunun bir parçasını oluşturmaktadır. Bu faaliyetler bina ve sanayideki yakıt tüketimleri ile birlikte kent ulaşımı ve diğer olarak tanımladığımız tarım hayvancılık atık ve atıksa salımlarını ifade etmektedir. Bu kapsamda yapılacak iyileştirmeler doğrudan yakma ile salımın azaltılmasına yönelik olacak ve emisyon azaltımında en büyük paya sahip olacaktır.



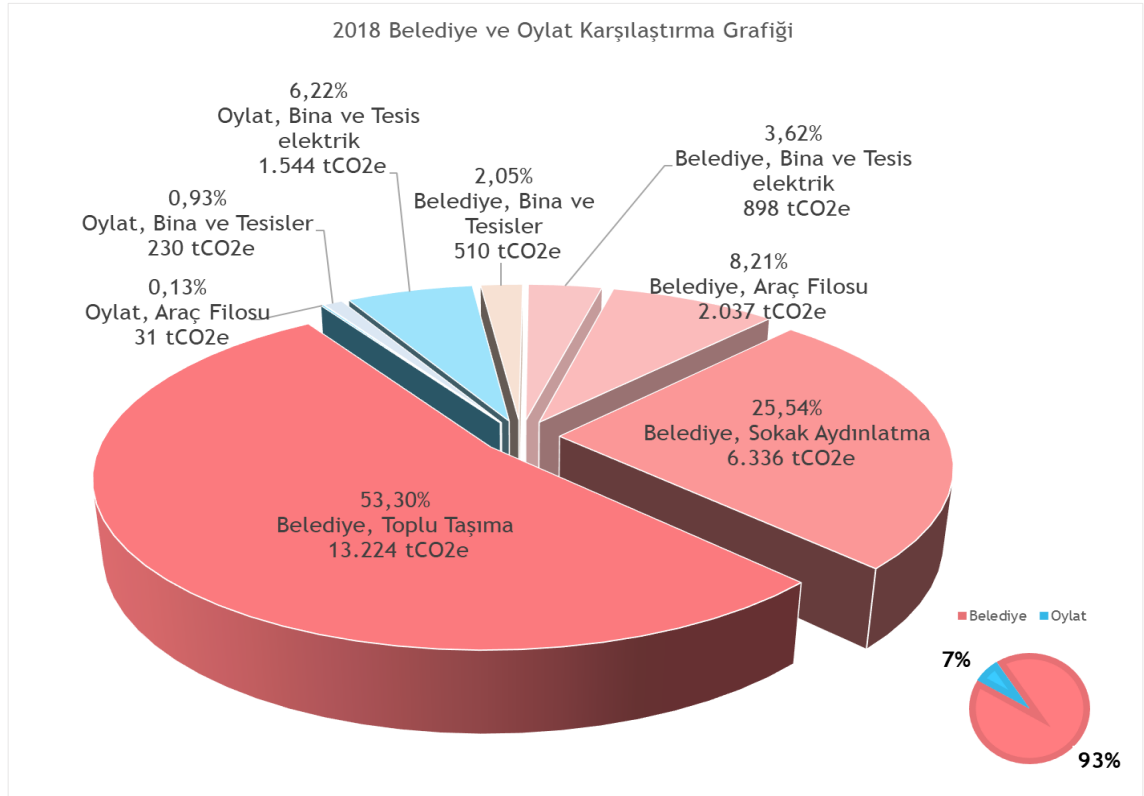
Şekil 6. 2018 yılı kent ve belediye kapsam dağılımı karşılaştırma grafiği

İlçede enerji ihtiyacını karşılayacak bir elektrik enerji üretim tesisi bulunmamaktadır. Sadece ilçede sınırlı düzenli depolama alanlarından çıkan metan gazından enerji üretimi

yapılmaktadır. CO₂'ye oranla 25 kat daha etkili olan metan gazı yakılarak CO₂'ye çevrilmekte ve iyileştirme sağlanmaktadır.

İlçe genelinde toplana sunta atığı kapsam 1 başlığında hesaplanmış olup 1816 tCO₂e'ye sebep olmaktadır. Yıllar içerisinde sunta değerindeki azalma suntanın ticari amaçlı komşu illere satılmasından kaynaklanmaktadır. Sadece İnegöl ilçesi için emisyon değerinde bir iyileşme gibi görünse de ülke içerisindeki emisyon da bir değişiklik olmayacaktır.

Endüstrinin emisyon değerindeki katkısı konuttan daha fazladır. Konutlarda önerilecek iyileştirmeler uygulaması daha kolay ve daha erken sonuç alınabilir türdendir. Endüstriyel tesislerde ise doğrudan üretim verimini arttıracak ve sektöre yönelik uygulamalar içerecek ve uzun vadede daha yüksek yatırım gerektirecektir.



Şekil 7. 2018 yılı belediye ve oylat emisyon karşılaştırma grafiği

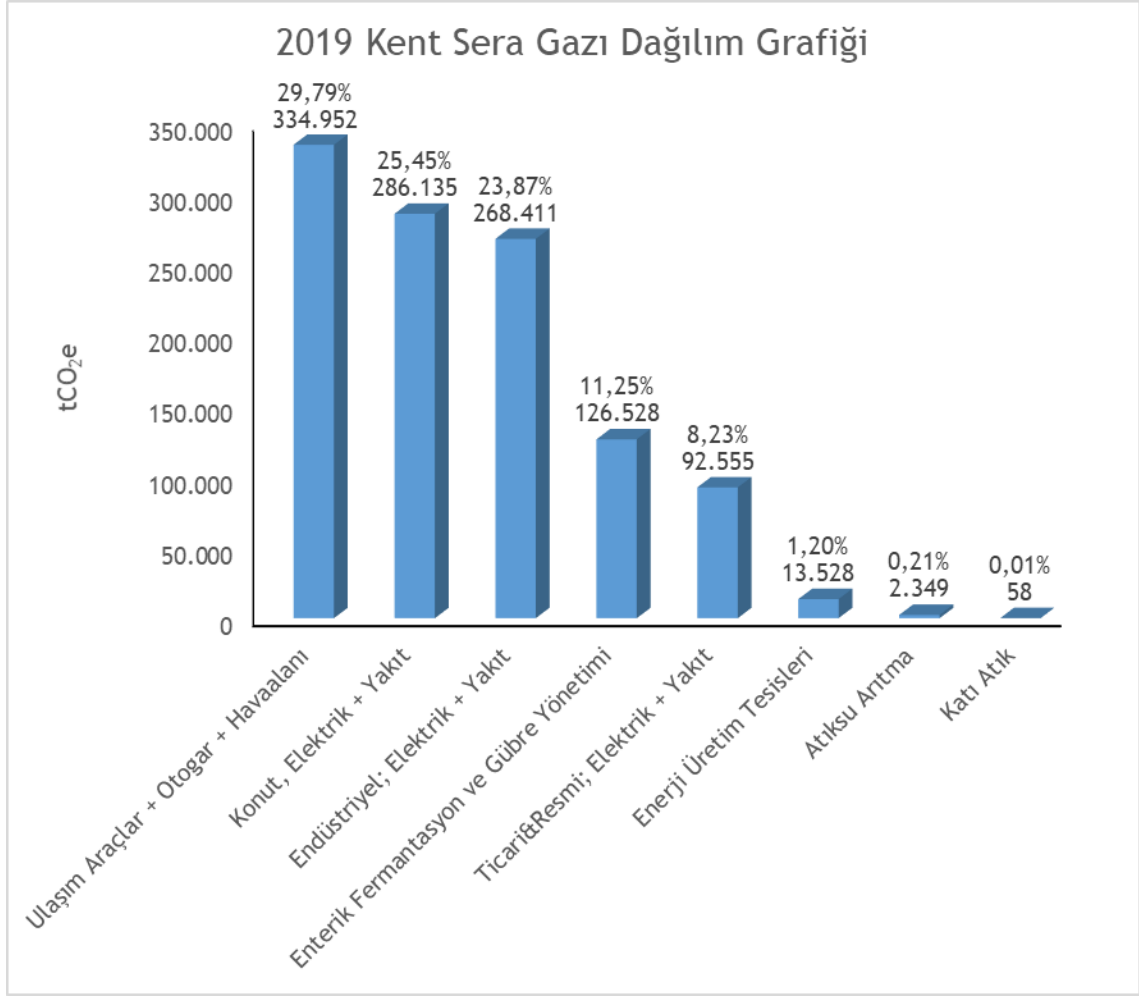
İnegöl ilçesinde yaşayan vatandaşların yıllık emisyon katkısı 2018'de 4,06 tCO₂e, 2019'da 4,01 tCO₂e ve 2020'de 3,95 tCO₂e'dir. Bu değerler 2019 yılı ulusal sera gazı emisyonu

İnegöl ilçesi 2019 yılı envanter özetine göre en büyük pay %27,49 ile Kent ulaşım araçlarına aittir. Toplam emisyonun %17,58' i konut, %12,28'si Endüstriyel kaynaklıdır. Toplam emisyonun %55'e yakını bu üç kategoride yer almaktadır. Emisyon katkısı değeri %5'ten küçük olan kategoriler ise diğer başlığı altında sınıflandırılmıştır. Bu grafik Ek-2'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 5. 2019 toplam emisyon miktarları

Emisyonlar (tCO₂e)	Belediye	Kent
Kapsam 1	16.526	811.697
Kapsam 2	8.777	277.021
Kapsam 3	358	10.137
Toplam	25.661	1.098.855

2019 yılı toplam emisyon miktarı kapsam ayrımı yapılarak Çizelge 5'te verilmiştir. 2019 yılı toplam sera gazı salım 1.098.855 tCO₂e'dir. İlçenin 2019 yılı nüfusu 273.933 kişi olup kişi başı sera gazı salımı 4,01 tCO₂e'dir.

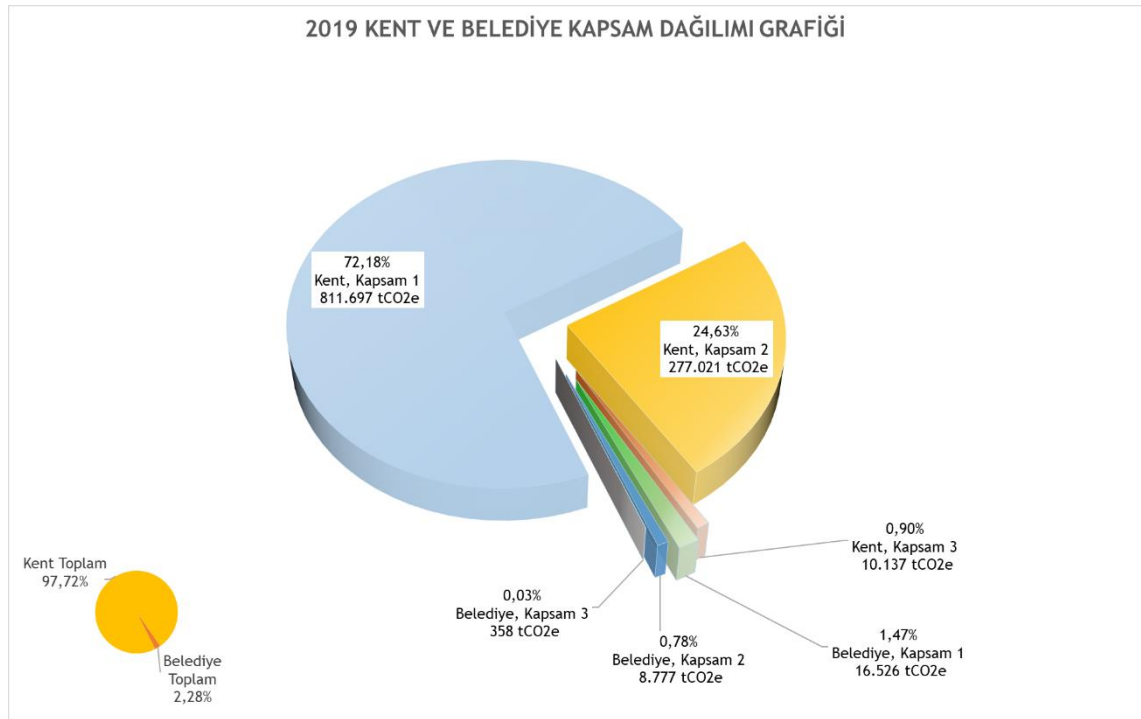


Şekil 9. 2019 yılı kent sera gazı dağılım grafiği

2019 yılı Sera gazı dağılımı grafiği incelendiğinde en büyük payın %29,79 ile ulaşım araçları ve otogar başlığına ait olduğu görülmektedir. Bu kategoride belediyenin hareketli yakma emisyonları da hesaplanmış olup, 15.297 tCO₂e ile toplam katkının %4'üne sahiptir. Ayrıca belediye çalışanlarının ulaşımı kaynaklı emisyon 358 tCO₂e olup bu değer ise toplam kent hareketli yakma emisyonlarına katkısı %0,1 dir. Otogara giriş çıkış yapan araçların katkısı ise 10137 tCO₂e ile %3,02 lik bir paya sahiptir. Toplu taşıma ise 309.160 tCO₂e (%92,2) ile en yüksek paya sahiptir.

Grafikte ikinci en büyük pay ise endüstriyel elektrik ve yakıt tüketiminden kaynaklı emisyonların payıdır. Endüstride kullanılan yakıttan kaynaklı emisyonlar 138.101 tCO₂e ve endüstride kullanılan elektrik kaynaklı emisyon 130.310 tCO₂e dir. Payları ise sırası ile %52 ve %48 dir. Endüstride enerji ihtiyacı için kullanılan yakıt ve elektrik tüketiminin

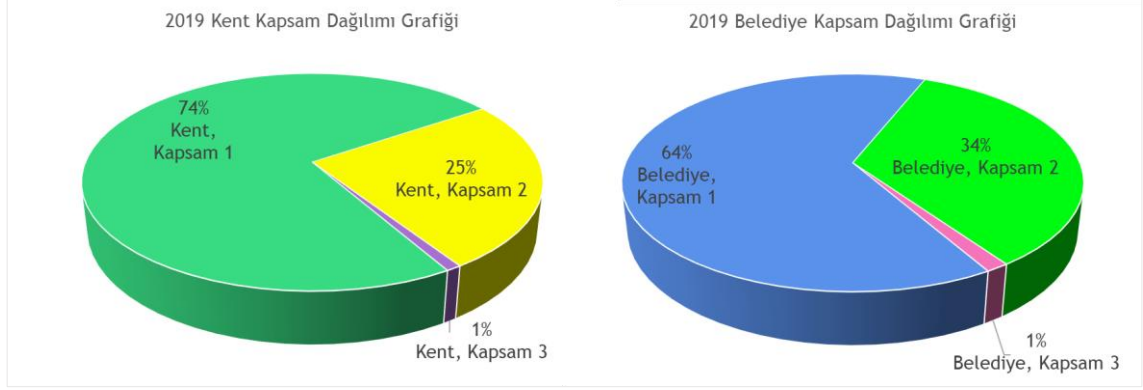
sera gazı emisyonu katkıları birbirine oldukça yakındır. Konutlarda kullanılan yakıt ve elektriğe bağlı oluşan emisyonlar %20 pay ile toplam kent emisyonuna en büyük katkıya sahiptirler. Konutlarda durağan yakma emisyonu payı 197.696 tCO₂e iken elektrik tüketimi kaynaklı pay 88.439 tCO₂e'dur. Durağan yakma %60 paya sahipken, elektrik tüketiminin payı %40 olmaktadır. Endüstri sektöründe bu oranlar birbirine daha yakın iken konutlarda yakıt payı elektrikten daha yüksektir.



Şekil 10. 2019 kent ve belediye kapsam dağılım grafiği

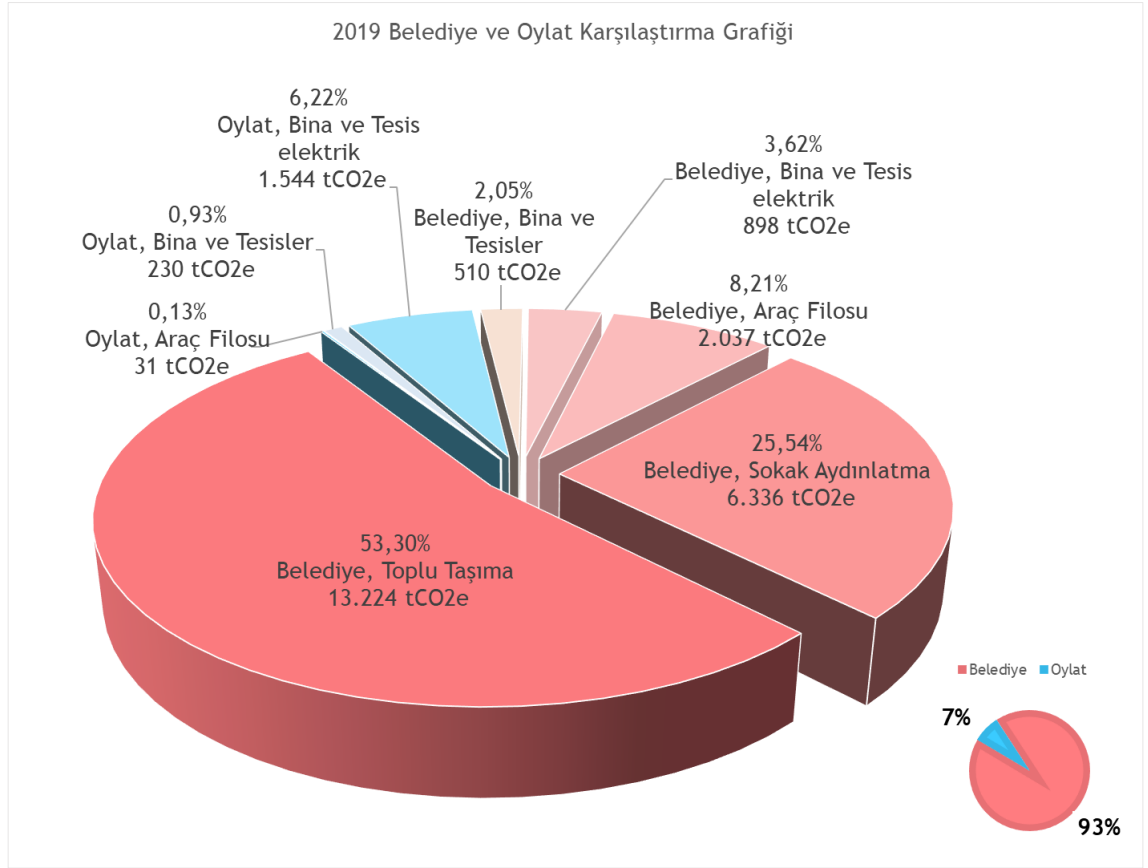
2019 yılı toplam sera gazı emisyonlarında belediyenin payı %2,28 dir. Bu değer 25.661 tCO₂e'yi ifade etmektedir. Kapsam 1 doğrudan emisyon katkısını ifade etmektedir. Konutlar, Ticari Resmi, Endüstriyel, Enerji üretim tesisleri, ulaşım, katı atık, atık su ve tarım ve arazi kullanımı Kapsam 1 başlığı altında emisyon hesaplamasının yapıldığı kategorilerdir. Kent kapsam 2 %24,63 lik paya sahip olup, bu değer konutla, ticari resmi, endüstriyel ve enerji üretim tesisleri elektrik tüketiminden kaynaklı değerleri ifade etmektedir. Belediye Kapsam 1, durağan yakma, belediye araç filosu hareketli yakma emisyonları, klima gazları kaynaklı emisyonlar olup en büyük pay 2.073 tCO₂e ile hareketli yakma emisyonlarına aittir. Toplu taşıma kaynaklı emisyonlar kent bünyesinde

özel işletmelerce sağlanmakta olup, belediye toplu taşıma hizmeti vermemektedir. Bu durum kent kapsam 2 değerini artırırken, belediye kapsam 2 değerini azaltmıştır.



Şekil 11. 2019 yılı kent ve belediye kapsam dağılımı karşılaştırma grafiği

Kent ve Belediye kapsam grafikleri incelendiğinde belediye Kapsam 1 değerinin kent kapsam 1 değerine oranla % 10 daha düşük bir paya sahip olduğu görülmektedir. Bu tablo azaltım başlıklarını tercih etmede yol gösterici olacak olup, kentsel gelişim ve ulaşım başlığı başlıca etkiye sahip olan kategoridir. Belediye toplu taşıma payı kent bazında hesaplandığı halde belediye, kapsam 1 başlığında %64 lük bir paya sahiptir. Gerek kent gerek belediye bünyesinde ulaşımında toplu taşımayı özendirmek ve ön planda tutacak yenilikçi teknolojilerin değerlendirilmesi önerilir. Yenilenebilir enerji tercihi, enerji verimliliği ve bilinçlendirme kampanyaları azaltım için tercih edilmesi gereken başlıklar olarak görülmektedir.

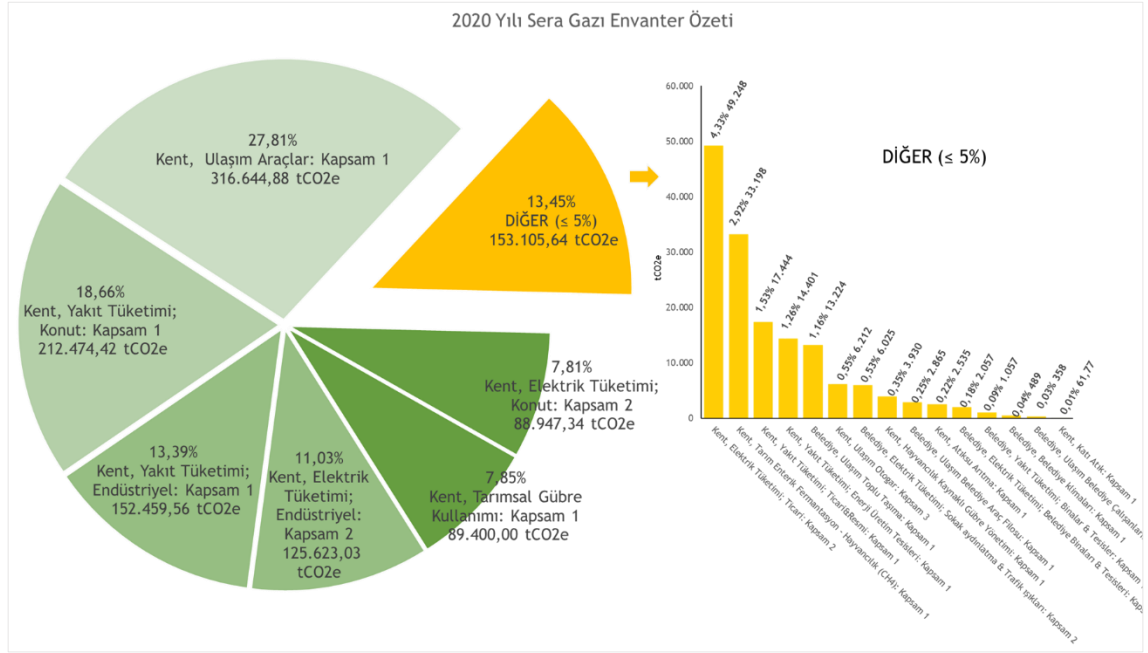


Şekil 12. 2019 yılı belediye ve oylat emisyon karşılaştırma grafiği

İnegöl Belediyesi içerisinde tek iştirak Oylat olup toplam sera gazı emisyonu payında belediye ile kıyasla %7'lik paya sahiptir. Belediye yakıt tüketimi payı 510 tCO_{2e}, Oylat için bu değer 230 tCO_{2e} dir. Kapsam 2 yönünden karşılaştırıldığında belediye elektrik tüketimi 7.234 tCO_{2e}'dir. Bu değer %83'ü 6.044,63 tCO_{2e} ile sokak aydınlatması kaynaklıdır. Oylat elektrik tüketimi kaynaklı payı ise 1.544 tCO_{2e} dir. Oylat iştiraki araç filosu kaynaklı emisyon miktarı 31 tCO_{2e} iken, belediye araç filosu kaynaklı emisyon 2.037 tCO_{2e}'dir. Elektrik tüketiminde en büyük payın %54,69 ile sokak aydınlatmasına ait olduğu görülmektedir. Yenilenebilir enerji uygulamalarının başında gelen fotovoltaik uygulamalar gelmektedir. Enerji verimli aydınlatma sistemleri ile sokak aydınlatmalarının fotovoltaik güç sistemlerine entegrasyonu ve güneş enerjisi entegrasyonu sağlanması yönünde çalışmalar yapılması önerilir.

3.4.3. 2020 Yılı Sera Gazı Envanter Hesaplamaları

İnegöl Belediyesinden alınan 2020 yılı sera gazı envanter verilerinin dağılım grafiği Şekil 13'te verilmiştir. Grafik ayrıca EK 3'te verilmiştir.



Şekil 13. 2020 yılı sera gazı envanter dağılım grafiği

2020 yılı Sera gazı envanter tablosu sekiz kategoride emisyon kaynağı üzerinden hesaplanmıştır. Bu kategoriler; Konut, Ticari Resmi, Endüstriyel, Enerji Üretim Tesisleri, Ulaşım, Katı Atık, Atık su, Tarım ve Arazi kullanımınıdır. Kent Kapsam 1 başlığında toplam değer 842.550 tCO₂e'dir. 316.644 tCO₂e değeri ile en yüksek pay kent ulaşım araçlarına aittir. 16.089 tCO₂e ise belediye hareketli emisyonları ve 6.212 tCO₂e otogara giriş çıkış yapan araçların katkısı ve 358 tCO₂e ise belediye çalışanlarının ulaşımı kaynaklıdır. Kent toplamında ulaşım kaynaklı tüm kapsam 1 değeri toplamı ise 339.304 tCO₂e dir. Kent durağan yakma kaynaklı emisyon toplamı 396.780 tCO₂e olup bu kategoride en büyük pay %18,66 ile Kent Konut'a aittir. Hızlı nüfus artışı ve buna bağlı konut artışı öngörülen ilçede enerji verimli binalar, yenilenebilir enerji ile entegrasyonlu binaların tercihi azaltım için önemli bir katkı sağlayacaktır. Endüstriyel, yakıt kullanımı kaynaklı emisyon değeri ise 152.460 tCO₂e ile kent durağan yakma emisyonlarının %13,39 ini oluşturmaktadır. Tabloda önemli bir pay da 89.400 tCO₂e ile kimyasal gübre

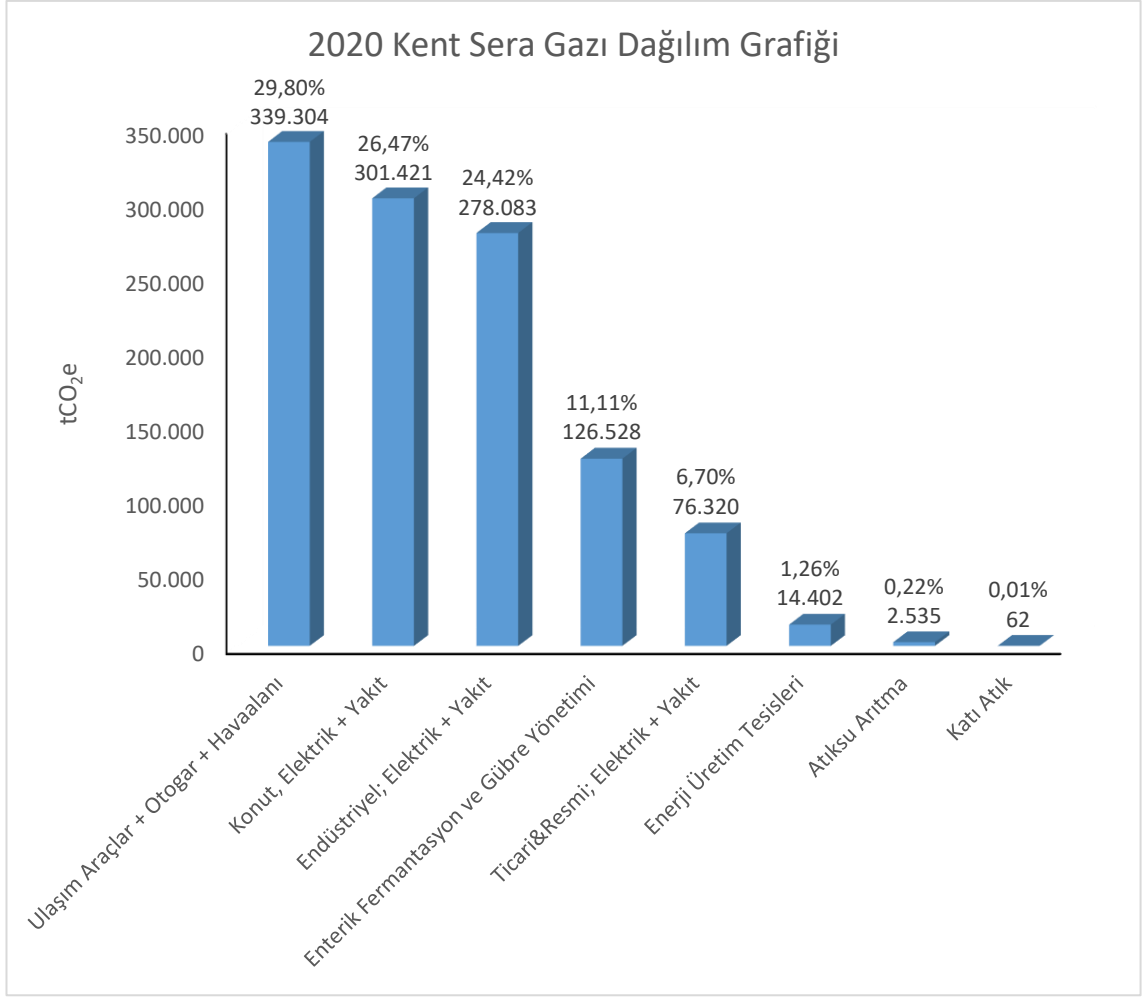
kaynaklı emisyonlarının oranıdır. Bu oran kent envanterinin %7,85 ine karşılık gelmektedir. Bu değer Bursa büyükşehir envanterinde %2,5 olup ilçenin tarım potansiyelinin yüksek olması ile doğru orantılıdır. Emisyonun azaltılmasına yönelik özellikle çiftçilerin bilinçlendirilmesi, doğal gübre kullanımının yaygınlaştırılması ve tarımsal açığa çıkan organik gübrenin tarımda kullanım payının artırılmasının sağlanacağı çalışmaların yapılması önerilir.

Grafikte toplam envantere katkısı %5'ten küçük olanlar diğer kategorisinde değerlendirilmiş olup, Ek 3'te ayrıntılı olarak konulmuştur.

Çizelge 6. 2020 toplam emisyon miktarları

Emisyonlar (tCO₂e)	Belediye	Kent
Kapsam 1	17.635	842.550
Kapsam 2	8.082	263.819
Kapsam 3	358	6.212
Toplam	26.075	1.112.580

2020 yılı İnegöl ilçesi toplam sera gazı envanteri kapsam ve belediye ayrımı ile Çizelge 6 da verilmiştir. Bu değer Bursa Nilüfer ilçesi sera gazı envanter değerinin sanayi hariç değeri olan 1.531.006 tCO₂e'ye yakın bir değerdir. Sera Gazı salımları ile ilgili ilçeler çalışmalarını arttırmakta ve bu durum daha spesifik çözümler geliştirme ve azaltım senaryolarında başarılı çözümler geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. 2020 yılı için kişi başı sera gazı 3,95 tCO₂e'dir. Kentsel büyüme hızı, gelişmekte olan sanayisi ile ilçenin sera gazı envanteri artış gösterme eğilimindedir. Son üç yıl değerlendirildiğinde 2018 yılında 4,06; 2019 yılında 4,01 olan değer pandemi koşullarında çok az bir azalma göstermiştir. İlçe salım azaltım hedeflerinin kentsel ve sanayi yönünden büyüme hızları öngörülemediği için kişi başı salım azaltım hedefleri şeklinde belirlemek uygun olacaktır. Ayrıca kentin büyüyen sanayi ve nüfusuna yönelik planlama yapılırken yenilenebilir enerji kullanımı, enerji verimli binaların tasarımı ve teknolojik çözümler göz önünde bulundurulmalıdır.

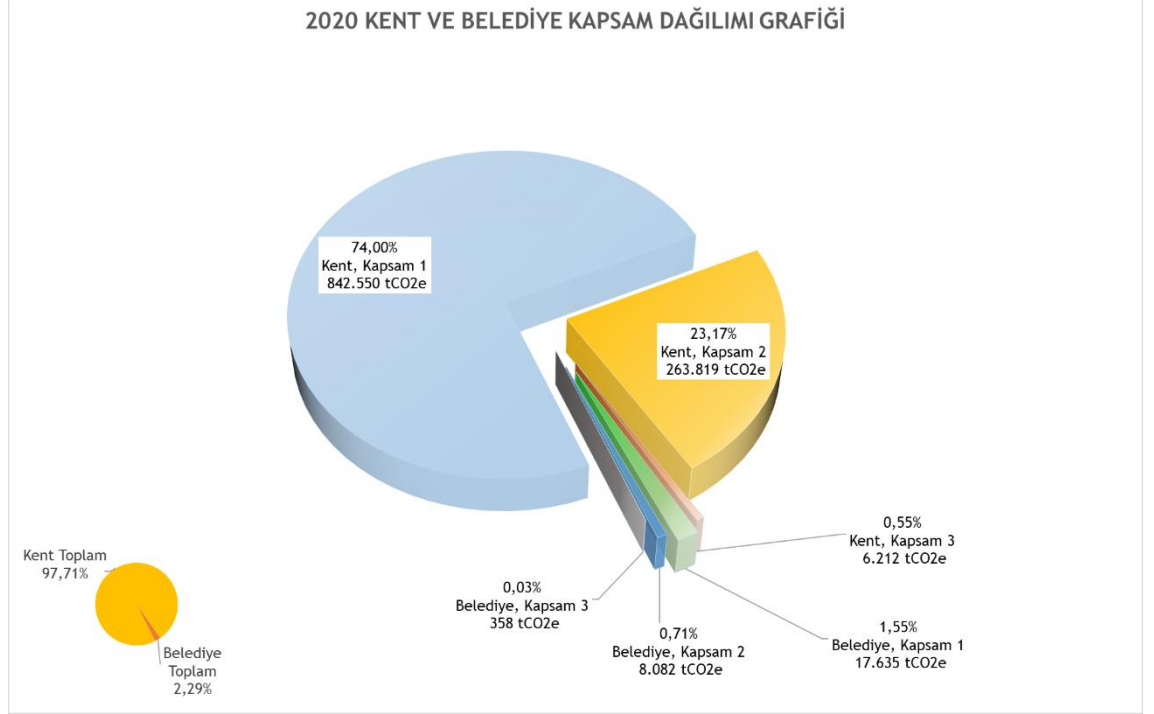


Şekil 14. 2020 yılı kent sera gazı dağılım grafiği

2020 yılı kent sera gazı dağılımında en büyük pay 339.304 tCO₂e ile kent ulaşımı ve otogar başlığına aittir. Bu oran toplam salımın %29,80'ini oluşturmaktadır. Hareketli yakma emisyonlarında en büyük pay ise 316.645 tCO₂e ile kent toplu taşıma ulaşımından kaynaklanmaktadır. Bunu sırası ile 16.089 tCO₂e ile belediyenin araç filosu kaynaklı emisyon salımı, 6.212 tCO₂e ile otogar giriş çıkışı yapan araçların sebep olduğu emisyon salımı ve 358 tCO₂e ile belediye çalışanlarının ulaşımı kaynaklı salım izlemektedir.

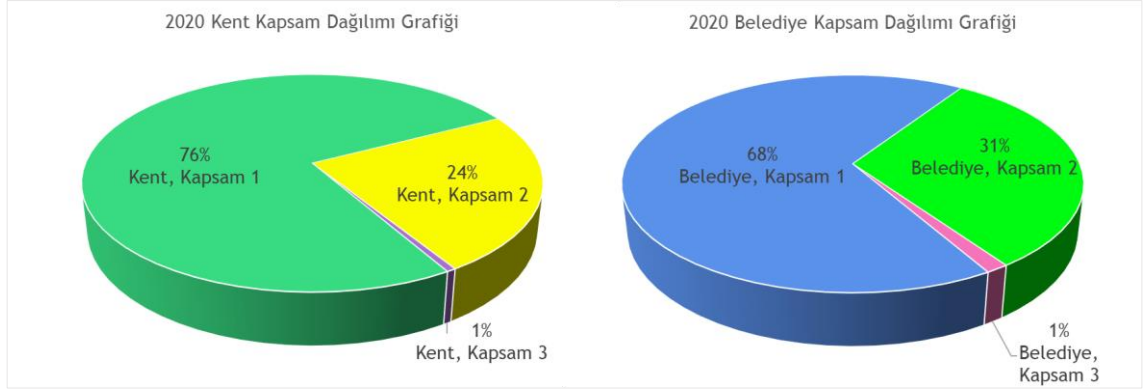
Konut elektrik ve yakıt tüketimi karşılaştırıldığında ise toplam 301.421 tCO₂e olan salımın %70' inin konutlarda kullanılan yakıtlardan %30'unun ise konutlarda kullanılan elektrik kaynaklı olduğu görülür. 2019 yılı ile karşılaştığımızda konutlardan kaynaklı durağan yakma emisyonlarında %55'lik bir artış olduğu görülür. Bu durumu kentsel büyüme hızı ve pandemi kısıtlamaları sebebi ile ilişkilendirebilir ve azaltım

hedeflerine konutlarda kullanılan yakıtların güneş enerjisi ile sağlanmasının azaltıma katkı sağlar.



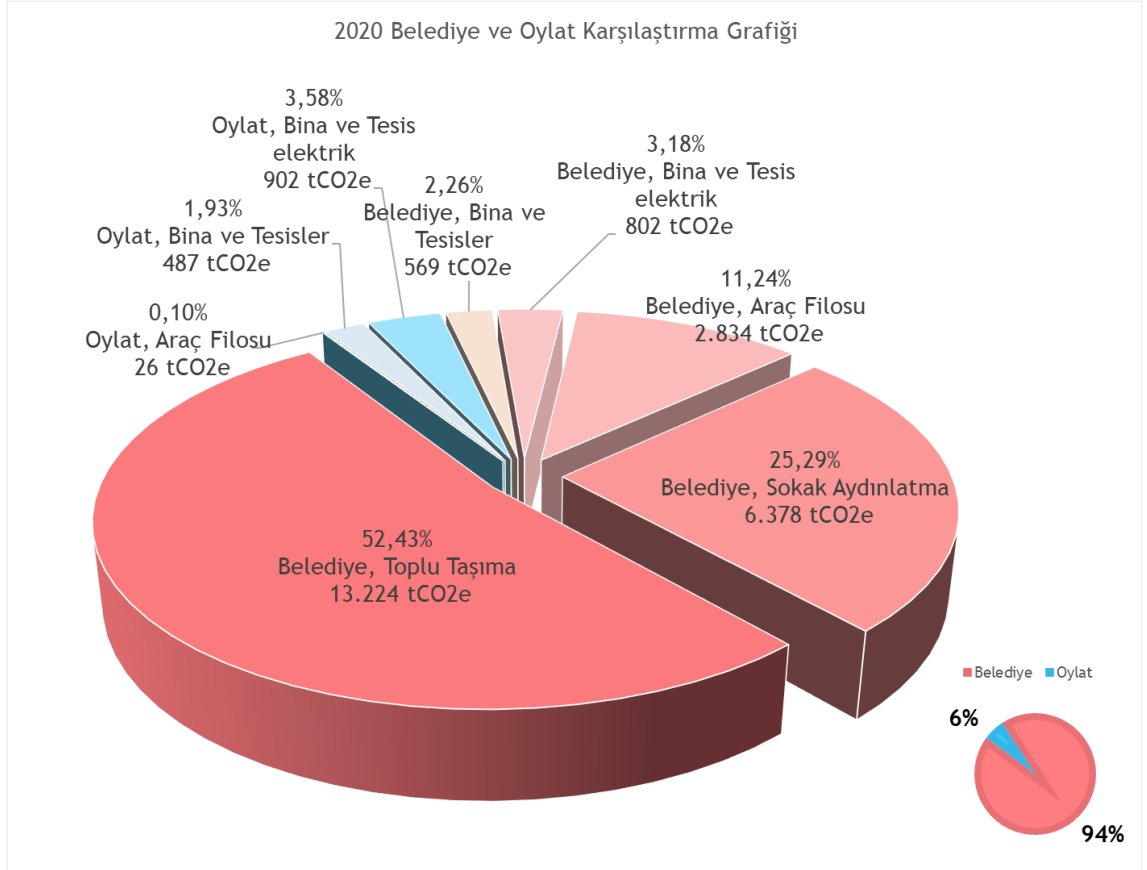
Şekil 15. 2020 Kent ve Belediye kapsam dağılımı grafiği

2020 yılında da önceki yıllara benzer şekilde kent kapsam 1 durağan ve hareketli yakmaya dayalı tCO_{2e} oranı %74 olmuştur. Grafikteki ikinci büyük pay, %23,17 ile elektrik tüketiminden kaynaklanan kapsam 2 emisyonlarına aittir. Toplam envanter değeri içerisinde belediyenin payı ise %2,29'dur. Belediyenin toplam emisyon katkısı, ısınma ve elektrik ile ilgili doğrudan emisyon ile endüstriyel kaynaklı emisyon dışında çok sınırlı bir oranda gerçekleşmektedir. Bu grup sadece belediyenin işletme ve çeşitli tesislerinden doğrudan kaynaklanan emisyonu ifade etmektedir. Emisyon azaltma hedefinde asıl odaklanması gereken kısım, %97,74 orana sahip kapsam 1 ve kapsam 2 içerisinde yer alan gruplar olacaktır.



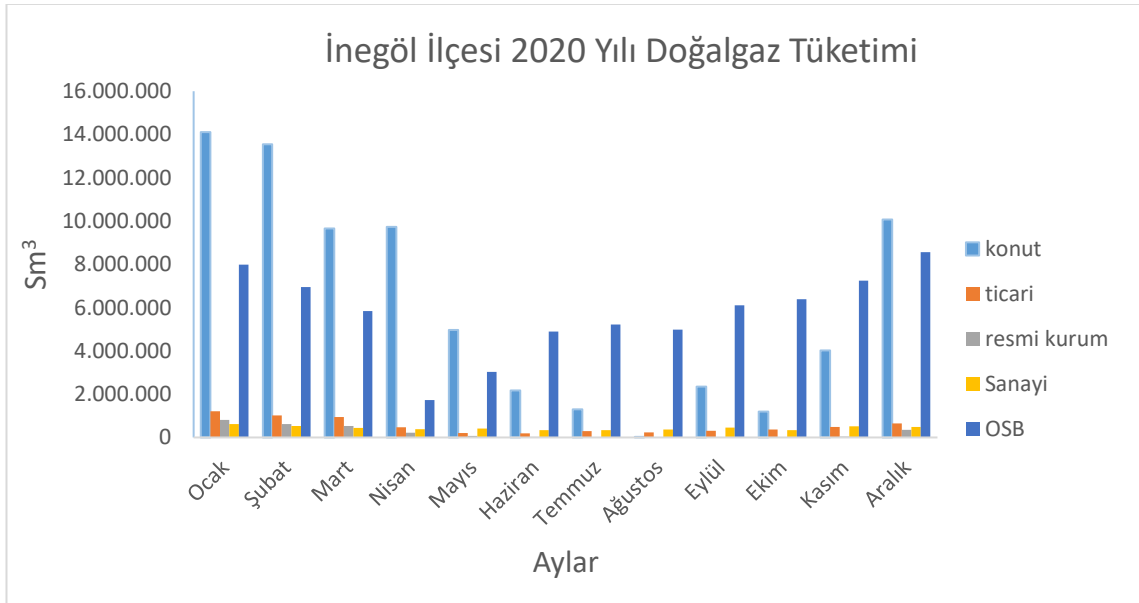
Şekil 16. Belediye ve Kent kapsam grafiği

Şekil 16’da Kent Kapsam ve Belediye Kapsam grafikleri ayrı ayrı incelenmektedir ve dağılımların kendi aralarında benzer değişkenlik gösterdiği görülmektedir.



Şekil 17. 2020 Belediye ve Oylat emisyon karşılaştırma grafiği

2020 yılında Oylat işletmesi sera gazı emisyonu payında Belediye ile kıyasla %6'lık paya sahiptir. 2019 yılına kıyasla toplam emisyon payında meydana gelen ~%4'lük azalma pandemi koşullarının doğrudan etkisi olduğu söylenebilir. 2020 yılı verilerine göre Belediye yakıt tüketimi payı 569 tCO_{2e}, Oylat için 487 tCO_{2e} dir. Grafik Kapsam 2 yönünden karşılaştırıldığında Belediye elektrik tüketimi 7.180 tCO_{2e}'dir. Bu değer 6.025,29'u sokak aydınlatması kaynaklıdır. Oylat elektrik tüketimi kaynaklı payı ise 902 tCO_{2e} dir. Oylat işiraki araç filosu kaynaklı emisyon miktarı 31 tCO_{2e} iken belediye araç filosu kaynaklı emisyon 2.037 tCO_{2e} dur. Elektrik tüketiminde en büyük payın %54,69 ile sokak aydınlatmasına ait olduğu görülmektedir. Yenilenebilir enerji uygulamalarının başında gelen fotovoltaik uygulamalar gelmektedir. Enerji verimli aydınlatma sistemleri ile sokak aydınlatmalarının fotovoltaik güç sistemlerine entegrasyonu ve güneş enerjisi entegrasyonu sağlanması yönünde çalışmalar yapılması önerilir. İnegöl ilçesine ait 2020 yılı doğalgaz tüketimi aşağıdaki şekilde görüldüğü gibidir.

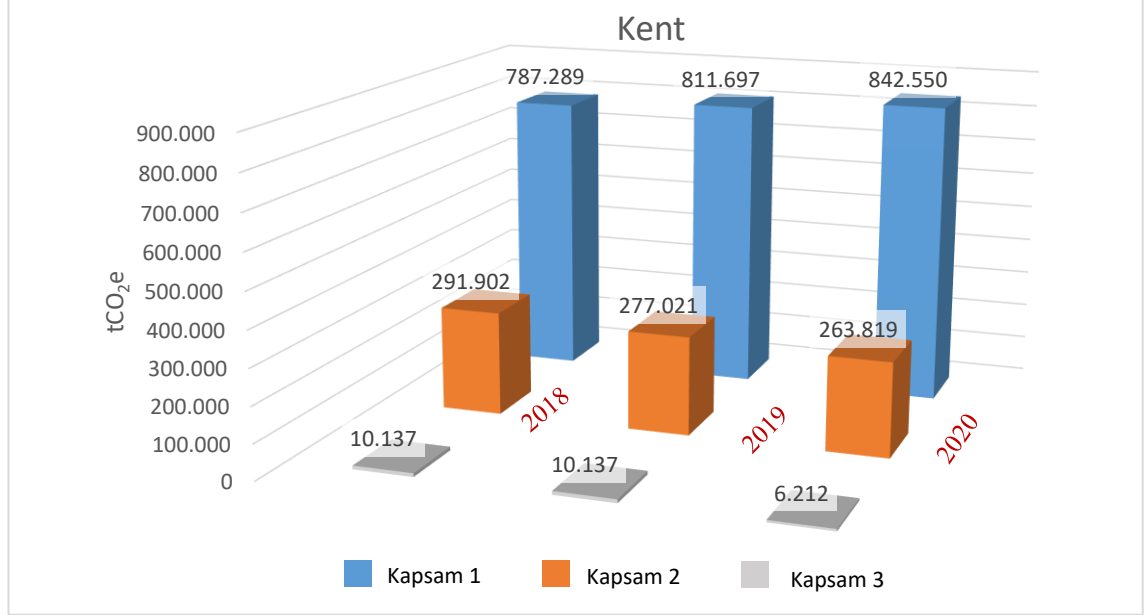


Şekil 18. İnegöl İlçesi 2020 yılı doğalgaz tüketimi

İnegöl İlçesi 2020 yılı doğalgaz tüketim verilerine göre en çok doğalgaz kullanımı konutlarda gerçekleşmiştir. Resmi verilere göre konutlarda 73.174.515,16 Sm³; Organize Sanayi Bölgesinde 68.933.764,00 Sm³; Ticari kullanım 6.378.836,37 Sm³; Sanayide 5.201.415,00 Sm³ ve Resmi kurumlarda ise 2.733.584,58 Sm³ dür.

3.5. İnegöl İlçesi Son Üç Yıla Ait Emisyon Envanter Verileri Karşılaştırmaları

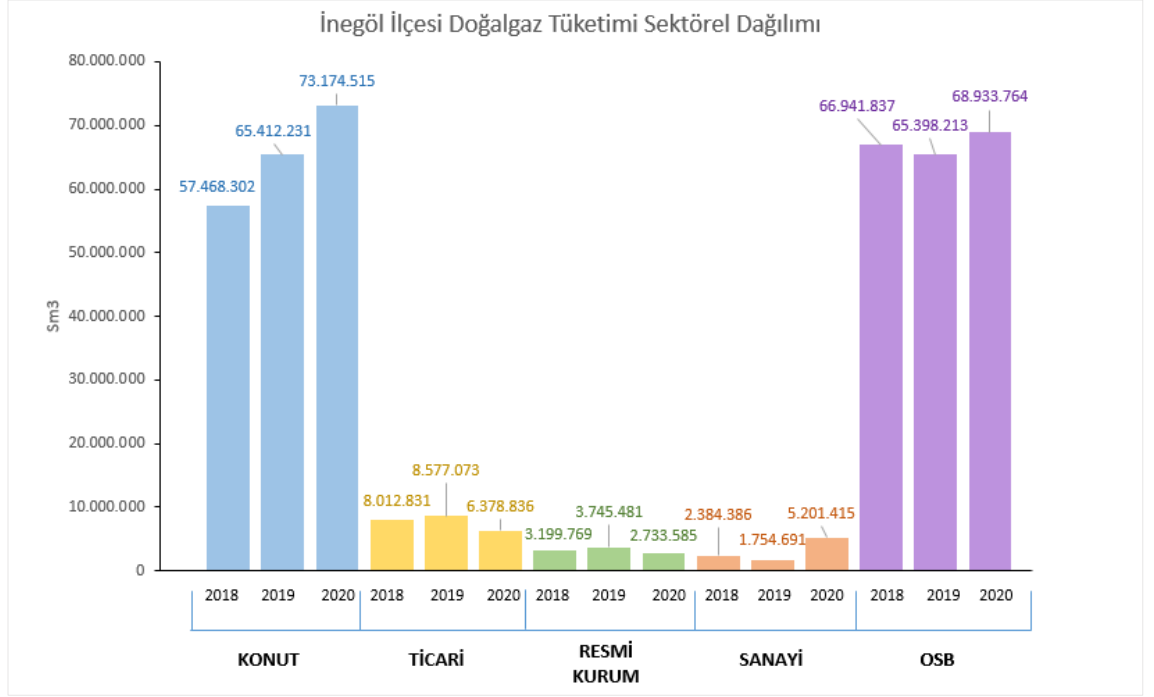
İnegöl İlçesi sera gazı envanter çalışması son üç yıl için kapsam dağılımına göre değerlendirme grafiği Şekil 19'da gösterilmektedir.



Şekil 19. İnegöl 2018-2019-2020 sera gazı envanter sonuçları

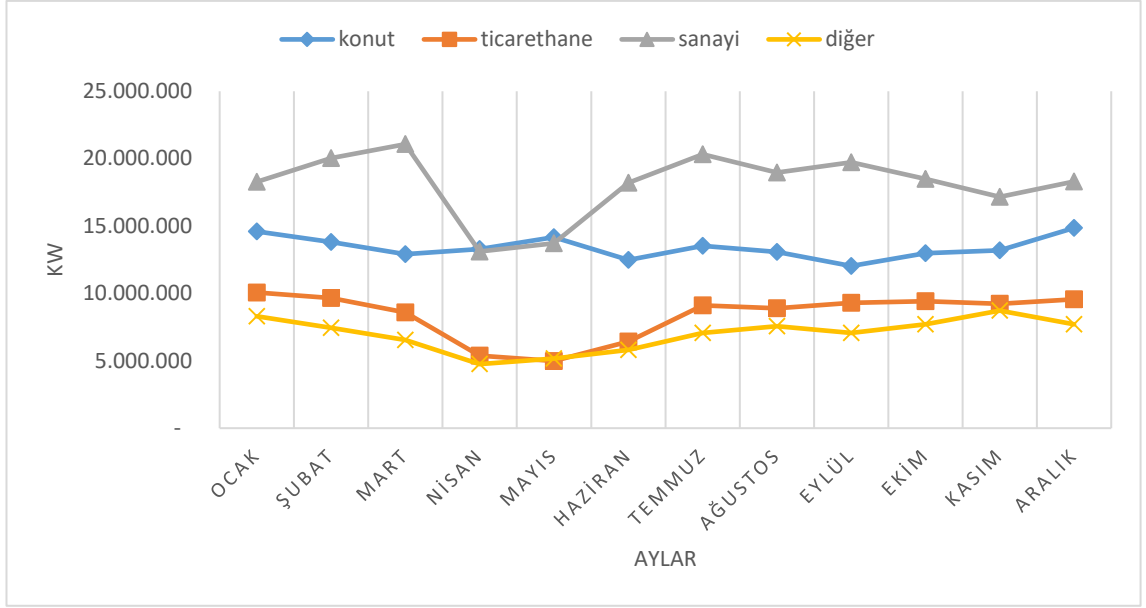
İnegöl ilçesi sera gazı envanteri son üç yıl karşılaştırılması Şekil 19'da verilmiştir. Kapsam 1 emisyonları; kent toplam durağan yakma emisyonları, katı atık kaynaklı emisyonlar, atık su proses emisyonları, tarım ve arazi kullanımı kaynaklı emisyonları belirtmektedir. Kapsam 1 emisyonlarının arttığı görülmektedir. Üç yıllık envanter sonuçlarına göre kapsam 1 emisyonlarında katkısı en fazla olan sektör ulaşım sektörü olarak görülmüştür. Yıllara göre sırası ile bu oran, %30,21; %29,79; %29,80 olarak hesaplanmıştır. Kapsam 1 içerisinde 2018, 2019 ve 2020 yıllarında ikinci en büyük pay konut yakıt tüketimi kaynaklı emisyonlardır. Kapsam 2 elektrik tüketimi kategorisini belirtmektedir. Konutlarda elektrik tüketimi değerinde üç yıl içerisinde artma olmuşken, ticari resmi ve endüstri kategorilerinde elektrik tüketimi her yıl azalma olmuştur. Bu durumda endüstri elektrik kullanım payı üç yıl içerisinde sırası ile %12,72; %11,59; %11,03 ile kapsam iki başlığı içerisinde en yüksek paya sahip sektör olmuştur.

Kapsam üç başlığında otogara giriş çıkış yapan araç miktarının sebep olduğu sera gazı emisyonları hesaplanmıştır. Bu değer 2018 ve 2019 yılı için aynı olurken 2020 yılı araç sayısındaki azalma kaynaklı düşüş göstermiştir. Bu düşüş pandemi kısıtlamaları kaynaklı değerlendirilmiştir.



Şekil 20. Son üç yıla ait İnegöl İlçesi doğalgaz tüketimi sektörel dağılım grafiği

Envanter sonuçları değerlendirildiğinde ulaşımdan sonra en büyük payın durağan yanma kaynaklı olması sebebi ile doğalgaz tüketimi üç yıl ve sektörel dağılım olarak değerlendirilmiştir. Doğalgaz tüketiminde konutlarda doğalgaz tüketim artışı diğer kategorilere oranla yüksektir. 2019 yılında OSB bünyesinde doğalgaz tüketiminde azalma gözlemlenmiştir.



Şekil 21. İnegöl ilçesi 2020 yılı sektörel elektrik kullanımı

İnegöl ilçesi 2020 yılı konutlarda tüketilen toplam elektrik miktarı 160.933.809 KWh olup 88.947 ton CO₂e hesaplanmıştır. Ticarethanede tüketilen toplam elektrik miktarı 100.580.997 KWh olup 49.248 ton CO₂e hesaplanmıştır. Sanayide tüketilen toplam elektrik miktarı 217.395.835 KWh olup CO₂e cinsinden sera gazı katkısı 125.623 ton CO₂e'dir. Elektrik tüketiminde sanayi sektörü en büyük paya sahiptir. Sonrasında konutlar, ticarethaneler ve diğer tüketimler sıralanmıştır.

İlçe sera gazı envanteri sonuçları değerlendirilmiş ve yorumlanmış olup, hesaplar 2018, 2019 ve 2020 yılları için sırası ile Çizelge 7, Çizelge 8 ve Çizelge 9'da ayrıca gösterilmiştir.

2018 yılı sera gazı envanteri sonuçları Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7. İnegöl İlçesi 2018 yılı eşdeğer CO₂ hesabı

Kategori		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Toplam
		ton CO ₂ e			
Konut					268.345
Kapsam 1	Durağan Yakma Emisyonları	175.986	4.696	889	181.570
Kapsam 2	Elektrik Tüketimi	86.321	151	302	86.775
Ticari&Resmi					85.368
Kapsam 1	Durağan Yakma Emisyonları	21.970	33	22	22.025
Kapsam 2	Elektrik Tüketimi	63.012	110	221	63.343
Endüstriyel					284.354
Kapsam 1	Durağan Yakma Emisyonları	142.217	211	143	142.570
Kapsam 2	Elektrik Tüketimi	141.043	247	494	141.784
Serbest Tüketici					-
Kapsam 2	Elektrik Tüketimi	-	-	-	-
Enerji Üretim Tesisleri					1.252
Kapsam 1	Durağan Yakma Emisyonları	1.253	-	-	1.252
Ulaşım					321.170
Kapsam 1	Hareketli Yakma Emisyonları	305.372	1.313	4.349	311.033
Kapsam 3	Hareketli Yakma Emisyonları - Otogar	9.981	15	141	10.137
Endüstriyel Proses Emisyonları					0
Katı Atık					5
Kapsam 1	Metan Emisyonları		5		5
Atıksu					2.305
Kapsam 1	CH ₄ ve N ₂ O Emisyonları		315	1.990	2.305
Tarım ve Arazi Kullanımı					126.528
Kapsam 1	Enterik Fermantasyon		33.198		33.198
Kapsam 1	Gübre Yönetimi		3.930		3.930
Kapsam 1	Kimyasal Gübre Kullanımı	-	-	89.400	89.400
Toplam		947.155	44.224	97.950	1.089.327

2019 yılı sera gazı envanteri sonuçları Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 8. İnegöl İlçesi 2019 yılı eşdeğer CO₂ hesabı

Kategori		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Toplam
		ton CO ₂ e			
Konut					286.136
Kapsam 1	Durağan Yakma Emisyonları	192.073	4.720	905	197.696
Kapsam 2	Elektrik Tüketimi	87.977	154	308	88.439
Ticari&Resmi					82.549
Kapsam 1	Durağan Yakma Emisyonları	24.218	36	24	24.278
Kapsam 2	Elektrik Tüketimi	57.967	102	203	58.271
Endüstriyel					268.411
Kapsam 1	Durağan Yakma Emisyonları	137.759	204	139	138.101
Kapsam 2	Elektrik Tüketimi	129.629	227	454	130.310
Serbest Tüketici					-
Kapsam 2	Elektrik Tüketimi	-	-	-	-
Enerji Üretim Tesisleri					13.528
Kapsam 1	Durağan Yakma Emisyonları	13.528	-	-	13.528
Ulaşım					319.297
Kapsam 1	Hareketli Yakma Emisyonları	303.541	1.300	4.319	309.160
Kapsam 3	Hareketli Yakma Emisyonları - Otogar	9.981	15	141	10.137
Endüstriyel Proses Emisyonları					0
Katı Atık					58
Kapsam 1	Metan Emisyonları		58		58
Atıksu					2.349
Kapsam 1	CH ₄ ve N ₂ O Emisyonları		321	2.028	2.349
Tarım ve Arazi Kullanımı					126.528
Kapsam 1	Enterik Fermantasyon		33.198		33.198
Kapsam 1	Gübre Yönetimi		3.930		3.930
Kapsam 1	Kimyasal Gübre Kullanımı	-	-	89.400	89.400
Toplam		956.672	44.265	97.920	1.098.855

2020 yılı sera gazı envanteri sonuçları Çizelge 9’da verilmiştir.

Çizelge 9. İnegöl İlçesi 2020 yılı eşdeğer CO₂ hesabı

Kategori		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Toplam
		ton CO ₂ e			
Konut					301.422
Kapsam 1	Durağan Yakma Emisyonları	206.812	4.743	920	212.474
Kapsam 2	Elektrik Tüketimi	88.482	155	310	88.947
Ticari&Resmi					66.693
Kapsam 1	Durağan Yakma Emisyonları	17.401	26	17	17.444
Kapsam 2	Elektrik Tüketimi	48.991	86	172	49.248
Endüstriyel					278.083
Kapsam 1	Durağan Yakma Emisyonları	152.082	225	153	152.460
Kapsam 2	Elektrik Tüketimi	124.966	219	438	125.623
Serbest Tüketici					-
Kapsam 2	Elektrik Tüketimi	-	-	-	-
Enerji Üretim Tesisleri					14.401
Kapsam 1	Durağan Yakma Emisyonları	14.402	-	-	14.401
Ulaşım					322.856
Kapsam 1	Hareketli Yakma Emisyonları	310.900	1.323	4.423	316.645
Kapsam 3	Hareketli Yakma Emisyonları - Otogar	6.116	9	86	6.212
Endüstriyel Proses Emisyonları					0
Katı Atık					62
Kapsam 1	Metan Emisyonları		62		62
Atıksu					2.535
Kapsam 1	CH ₄ ve N ₂ O Emisyonları		334	2.202	2.535
Tarım ve Arazi Kullanımı					126.528
Kapsam 1	Enterik Fermantasyon		33.198		33.198
Kapsam 1	Hayvancılık Kaynaklı Gübre Yönetimi		3.930		3.930
Kapsam 1	Tarımsal Gübre Kullanımı	-	-	89.400	89.400
Toplam		970.153	44.309	98.120	1.112.580

Envanter hesabında hareketli yakma emisyonları örnek hesaplama olarak belirtilmiştir.

İnegöl Belediyesi’nden alınan verilere göre benzin tüketimleri 2020 yılı için toplamda; Fen işleri: 2421 lt, Mezarlıklar: 24 lt, Temizlik işleri: 171 lt, Sağlık işleri: 780 lt, Park ve bahçeler: 3479 lt, Zabıta: 937 lt, Başkanlık: 1892lt, Destek hizmetleri: 669 lt, Kültür

sosyal işletmeler: 120 lt, Mali hizmetler: 66 lt, Muhtarlık: 10 lt, Basın halk ve ilişkiler: 49 lt benzin tüketilmiştir. Bu verilere göre yıllık benzin tüketimi 10.617 lt 'dir.

Benzin kaynaklı toplam CO₂ salınımı 6 numaralı eşitlik ile 25 ton CO₂ olarak hesaplanmıştır. Emisyon Faktörü (EF) benzin tüketimi için 2,31 kg CO₂e / birim olarak alınmıştır (IPCC, 2011);

$$GHG \text{ emisyonu } (CO_2) = \text{Toplam benzin tüketimi } (lt) \times \text{Emisyon faktörü } (EF) \quad (6)$$

İnegöl Belediyesi'nden alınan verilere göre dizel tüketimleri yıllık toplamda;
Fen işleri: 116.811 lt, Mezarlıklar: 12.758 lt, Huzurevi 1.883 lt, Gençlik ve spor: 55.932 lt, Temizlik işleri: 476.917 lt, Park ve bahçeler: 45.416 lt, Zabıta: 17.905 lt, Başkanlık: 2.611 lt, Destek hizmetleri: 1.235 lt, Kültür sosyal işletmeler: 1.601 lt, Muhtarlık işleri: 329 lt, İmar: 548 lt, Basın halk ve ilişkiler: 2.187 lt, Yazı işleri 326 lt, Sosyal yardım işleri 2.024 lt, Bilgi işlem 571 lt, İnsan kaynakları 319 lt, Veterinerlik 15.005 lt mazot tüketilmiştir. Bu verilere göre yıllık mazot tüketimi 754.378 lt olmuştur.

Dizel kaynaklı toplam CO₂ salınımı 7 numaralı eşitlik ile 2.013 ton CO₂e olarak hesaplanmıştır. Emisyon Faktörü (EF) dizel tüketimi için 2,67 kg CO₂e / birim olarak alınmıştır (IPCC, 2011);

$$GHG \text{ emisyonu } (CO_2) = \text{Toplam dizel tüketimi } (lt) \times \text{Emisyon faktörü } (EF) \quad (7)$$

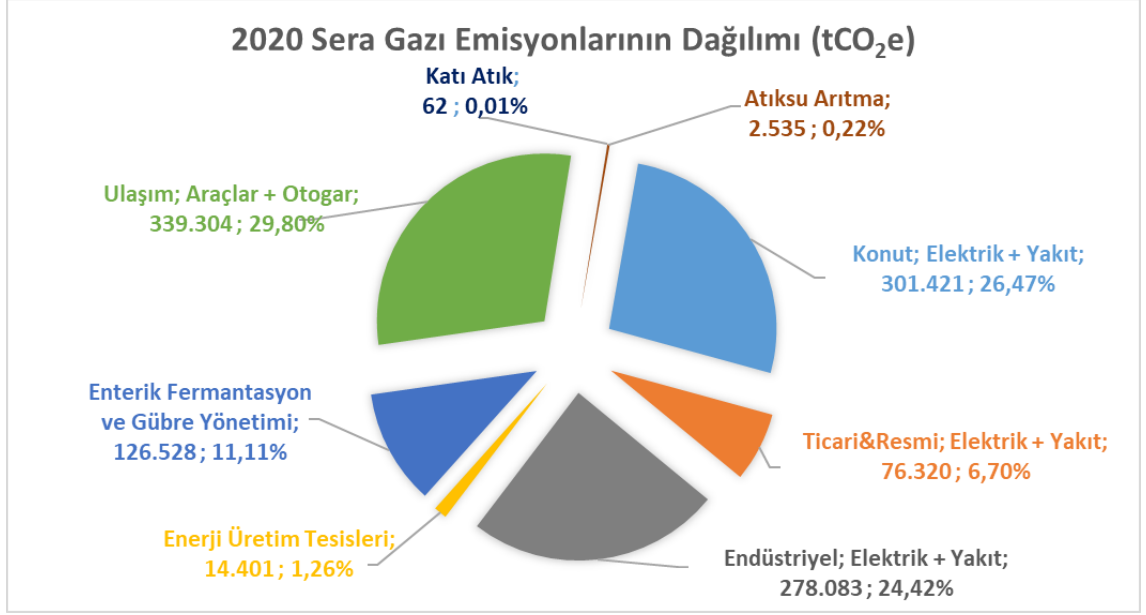
Toplamda İnegöl ilçesi belediye araç filosu kaynaklı emisyon salınımı 2.038 tCO₂e dir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çevreye salınan sera gazı emisyonu miktarı CO₂e cinsinden ve yüzde olarak grafiklerle gösterilmiştir. Ulaşım verileri belediye ve iştiraklerinde kullanılan benzin ve dizel yakıt verileri 2020 yılı sarfiyatı litre cinsinden alınmış ve IPCC emisyon faktörleri ile çarpılarak CO₂e cinsinden hesaplanmıştır. İlçe bazında toplam yakıt sarfiyatı verisine erişilememesi neticesinde özel araç ve özel halk otobüsü yakıt kullanımı hesabı TÜİK verilerinden kabul yapılarak hesaplanmıştır. Araç tescillerinin ilçe emniyetten alınarak noter aracılığı ile yapılması ve havuz sistemi ile il verisi olarak toplanması neticesinde ilçe trafikten alınan ilçe genelinde araç verisi gerçeği yansıtmamaktadır. Bu nedenle hesaplamalar olması gereken değerden düşük çıkmıştır.

İlçe doğalgaz sarfiyatı İngaz'dan alınan toplam kent verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Belediye bina ve tesisleri için ayrıca doğalgaz ve elektrik tüketimi verisi, belediyeden temin edilerek hesaplanmıştır. Yine ilçede önemli bir kol olan sanayi yakıt kullanımı sadece doğalgaz sarfiyatı olarak temin edilmiş olup, katı yakıt olarak veri temini sağlanamamıştır. Kent için katı yakıt verisi konutlarda kullanılan kömür cinsinden temin edilerek hesaplanmıştır. Tarım başlığı altında güncel canlı hayvan sayıları çevre durum raporundan sağlanarak hesaplanmıştır. Katı atık miktarı ile ilgili veriler eksiksiz temin edilerek hesaplanmıştır. Atık su verileri OSB'den temin edilerek hesaplanmıştır.

İnegöl ilçesi son üç yıl için yapılan sera gazı hesaplamaları, 2018 yılı 1.089.327 ton CO₂e, 2019 yılı 1.098.855 ton CO₂e, 2020 yılı 1.112.580 ton CO₂e olarak bulunmuştur. Azaltım önerileri için öncelikle toplam CO₂e'nin sektörel dağılımına bakmak gerekmektedir. Bu kapsamda günümüze en yakın olan 2020 yılı sonuçları kullanılmıştır.



Şekil 22. 2020 tCO₂e dağılım grafiği

2020 yılı toplam CO₂e'nin %26,47'si konutlarda kullanılan yakıt ve elektrik kaynaklıdır. Kapsam dağılım grafiğinde en yüksek pay %29,80 ile ulaşımda kullanılan yakıt kaynaklı emisyonlara aittir. Bu sıralama göz önünde bulundurularak ve Bursa Büyükşehir Belediyesi Sera Gazı Envanterinde de bahsedildiği üzere İnegöl İlçesi yapılaşma yoğunluğunun yüksek olması sebebi ile konutlarda tüketilen doğalgaz ve elektrik miktarının azaltılması yönünde çalışmalar toplam CO₂e azaltılması için ön planda olması gereken alanlardır. Binalarda enerji verimliliği, katı yakıt olarak kullanılan kömürün yerini doğalgaza ve ya alternatif kaynaklara bırakması toplam envantere azaltım yönünde katkı sağlayacaktır. İnegöl ilçesinde 2020 yılında yakıt olarak kullanılan toplam 21.067 ton kömürün tCO₂e katkısı 60.742 tCO₂e'dir. Bu değer ilçenin toplam CO₂e değerinin yaklaşık %5,4'ünü oluşturur.

Türkiye, binaların enerji yoğunluğunun azaltılmasına ilişkin Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı çerçevesinde hedefler koymuştur. Bu kapsamda tüm binaların 2020 yılı ile birlikte Enerji Kimlik Belgesi olacaktır. Tüm binalar, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğine göre performans bakımından C sınıfına sahip olacaktır. Kamu kurumlarında yıllık enerji tüketimi 2023 yılına kadar %20 oranında azalacaktır.

Binalarda ısı yalıtımı ve enerji verimli ısıtma sistemleri 10.000 m²'den fazla olan tüm ticari ve hizmet binalarında tesis edilecektir (Yedinci Ulusal Bildirim, 2018).

Hareketli yanma olarak tabir ettiğimiz, araçlarda yakıtın yanması ile oluşan sera gazını azaltıma yönelik ise, Etanolün Benzin Tiplerine karıştırılması ile benzinli araçlarda yanma veriminin artması sayesinde sera gazı emisyonlarının azalması yine Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 2012 senesi itibari ile uygulanmaya konulmuştur. 2017 yılı itibari ile ise benzinli araçlarda biyoyakıt kullanım oranının artırılması ile sera gazı miktarının azaltılması hedeflenmiştir.

Kentlerde yenilenebilir enerjinin kullanılması, yerel enerji yoluyla kentsel enerji taleplerini karşılamak için yenilenebilir enerjiye erişimin artırılması kilit bir stratejiye sahiptir. Bu kapsamda İnegöl ilçesinin yenilenebilir enerji potansiyelinin belirlenmesi önemlidir. İlçede hidroelektrik kaynaklı enerji santralleri bulunmakta olup 2030 yılı sonrası yağışlarda öngörülen azalma ile birlikte ileri projeksiyonda HES kaynaklı elektrik üretimi olumsuz etkilenecektir. İlçenin Yeniörük mahallesinde 50 dönümlük araziye kurulan 8.800 panelden oluşan güneş enerjisi santrali yılda 3300000 KWh üretim sağlamaktadır. Bu ise yaklaşık 2.000 konutun elektrik ihtiyacını karşılayacak miktardadır.

İnegöl İlçesi konutlarda enerji tüketimi 88.947 tCO₂e ile tüm salımların %7,9'unu içermektedir. Mevcut konutlarda enerji etkin aydınlatma sistemlerinin kullanılması ile tasarruflu LED aydınlatma uygulaması ile azaltım hedefleri saptanabilir.

5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında 2018-2020 yılları arasında üç yıllık veriler değerlendirilerek grafikler ile açıklanmaya çalışılmış ve tCO_{2e}'nin azaltılmasının yönelik iyileştirme önerileri aşağıda sıralanmıştır.

Günümüzdeki en önemli konulardan olan iklim değişikliğini tetikleyen sera gazı salınımının azaltılması için hepimize görev düşmektedir. İnegöl Belediyesinden alınan verilere göre hazırlanan bu tez çalışmasında kullanılan hesaplama yöntemleri ile 2018 yılı için 1.089.327 ton CO_{2e} salınımı hesaplanmıştır. Bu salımdaki en büyük pay 321.170 ton CO_{2e} ile ulaşım sektörü yakıt kullanımına aittir. 284.354 tCO_{2e} ile endüstri kategorisi ulaşımdan sonra en büyük paya sahip olan sektördür. Bunu takiben 268.345 tCO_{2e} ile konutlarda kullanılan elektrik ve yakıt kaynaklı sera gazı emisyonları yer almaktadır. Ticari & resmi elektrik ve yakıt kullanımına bağlı oluşan emisyon 85.368 tCO₂'e'dir.

2019 yılı için 1.098.855 tCO_{2e} olarak hesaplanmıştır. Bu salımdaki en büyük pay 319.297 tCO_{2e} ile ulaşım sektörüne aittir. Endüstriyel kategori 268.411 tCO_{2e} ile ulaşım sektöründen sonra en fazla paya sahip sektördür. Bunu takiben 286.136 tCO_{2e} ile konutlarda kullanılan elektrik ve yakıt kaynaklı sera gazı emisyonları yer almaktadır. ticari & resmi elektrik ve yakıt kullanımına bağlı oluşan emisyon 82.549 tCO₂'e'dir.

2020 yılı için sera gazı emisyonu 1.112.580 tCO_{2e} olarak hesaplanmıştır. 322.856 tCO_{2e} ile ulaşım sektörü toplam envanterde en büyük paya sahip iken, bu değeri son iki yılın aksine 301.422 tCO_{2e} ile konut kategorisi en büyük paya sahiptir. Bu değeri 278.083 tCO_{2e} ile endüstriyel tesisler izlemektedir.

Endüstriyel tesislerde üretim verimliliğinin artırılması ve kaynakların optimum şekilde kullanılması için enerji verimliliği çalışmaları desteklenebilir. Endüstrilerde doğalgaza geçişin azaltıma katkısı olumlu olacağından süreçlerin planlanarak yapılması desteklenmelidir.

Konutlarda yakıt ve elektrik tüketimi için yalıtım, yeni yapılacak projelerde enerji verimliliği zorunluluğu, elektrik içinde insanların konu ile ilgili farkındalığının arttırılması, aydınlatmada LED ampullerin kullanılması teşvik edilmelidir.

Ulaşım başlığı için, yeni konulacak hatlar ve ek seferler değerlendirirken yeni otobüs, minibüs, taşıma politikaların miktarının yaratacağı ek emisyon miktarı ile binek araçların daha az tercih edilmesi ile kazanılacak emisyon miktarının karşılaştırılması önerilir.

Tarım ve hayvancılık kapsamında hesaplanmış olan emisyon değerleri için yapılacak iyileşme sosyoekonomik yapıda olumsuzluk yaratacağından emisyon değerlerindeki iyileştirme bunun yerine düşük verimli karkas ağırlığı düşük cinslerden daha fazla adet beslemek yerine verimi yüksek daha az sayıda beslenerek emisyon değerlerinde iyileşme planlanabilir.

İnegöl İlçesinde 50 dönümlük alanda kurulan güneş panelleri 2.000 binanın enerji ihtiyacını karşılamaktadır. İnegöl'deki toplam hane sayısı 111.647 olup, tüm kentin ihtiyacını karşılayacak güneş paneli kurulum alanı ihtiyacı yaklaşık 290 km²'dir. İnegöl'ün alanı 1.006 km² olduğu düşünülürse tüm konutların elektrik ihtiyacını karşılayacak panellerin toplam kurulum alanı İlçenin yüzölçümünün %20'sini oluşturacaktır. Bu nedenle yapılacak kısmi iyileştirme olarak binaların çatılarına ve verimsiz veya kullanım dışı arazilere güneş panellerinin yerleştirilmesi önerilebilir.

Karşılaşılan güçlükler: Bu tez çalışmasında hesaplanan envanter ışığında bir gelecek projeksiyonu yapılarak, azaltım hedefleri ile ilgili paydaş katılım toplantıları, hayata geçirilecek emisyon iyileştirmeler ile ilgili karar (Paydaş katılım toplantısında konuşulması gereken konular) yapılacak iyileştirmeler ile sağlanacak emisyon azaltımının gerçekçiliği, toplamda ne kadarlık katkı sağlayacağı ve ne süreçte hayata geçirileceği ile ilgili geri dönüşler ve bu konu ile ilgili dinamik emisyon azaltım şablonu oluşturulacaktı. Ayrıca toplam iyileştirme önlemlerinin yaratacağı ek maliyet her bir paydaş için hesaplanacak ve emisyon azaltım toplam maliyeti çıkartılması hedeflenmişti. Ayrıca bu maliyetin hangi kaynaklardan karşılanacağı ile ilgili önerilerde bulunulacaktı.

Bu çalışmalar paydaş katılımı pandemi koşulları nedeni ile gerçekleşemediği için tez çalışması süresi içerisinde gerçekleştirilememiştir.

Yerel ölçekteki karbon salımı farklı kategorilerdeki salım miktarlarının ülke ölçeğindeki ve daha önce yapılmış olan çalışmalardan alınarak yerel ölçeğe indirgenmesi nedeni ile verilerin güvenilir ve doğrulanabilir temini sağlanamamıştır. Bu durum karşılaşılan zorluklar kapsamında yer alır. Neticede ulaşım sektörü başlığında araç cinsi sınıflandırmaları, yakıt ortalaması ve sarfiyat verileri indirgemeci yaklaşım kullanılarak tezde türetilmiştir.

Hesaplanan envantere göre paydaş katılımı toplantısı planlanarak ileriki dönemlerde emisyon azaltım faaliyetlerinin daha önce öngörüldüğü şekilde gerçekleştirilmesi için planlama yapılması önerilir. Ayrıca emisyon azaltım maliyetinin yerel ve bölgesel ölçekte finansman kaynaklarının belirlenmesi gereklidir.

Sera Gazı azaltımının sağlanması için yapılması gerekenleri sıralarsak, fosil yakıt kullanan araçlar yerine elektrikli araçların kullanımının yaygınlaştırılması, araçların bakımlarının zamanında yapılması, egzoz emisyon miktarlarının izin verilen limitlerden yüksek olanların trafikten ve kullanımdan çekilmesi, ticarethane ve fabrikaların baca filtre ve bakımlarının zamanında yapılarak uygunluğunun denetlenmesi, son olarak en önemlisi ise iklim değişikliği ile mücadelede en önemli paydaş olan insanların bilinçlendirilmesi amacı ile seminerler düzenlenmesi bilgilendirme toplantılarının yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akın, G. (2007). Küresel Çevre Sorunları. *C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*, 31(1):43-54.
- Anonim, (2021). Kyoto Protokolü. <https://iklim.csb.gov.tr/kyoto-protokolu-i-4363> (Erişim tarihi: 16.03.2021)
- Anonim, (2009). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Yönelik Kyoto Protokolüne Katılmamızın Uygun Bulunduğuna Dair Kanun. <https://www.tbmm.gov.tr/kanunlar/k5836.html> (Erişim Tarihi: 16.03.2021)
- Anonim,(2015).ParisAnlaşması.https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf. (Erişim Tarihi: 17.03.2021)
- Anonim, (2015a). Republic of Turkey İntended Nationally Determined Contribution. https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Turkey/1/The_INDC_of_TURKEY_v.15.19.30.pdf. (Erişim Tarihi: 17.03.2021)
- Anonim, (2017).Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/01/20180102M1-1-1.pdf> (Erişim Tarihi: 31.03.2021)
- Anonim, (2012). Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/02/20120225-7.htm> (Erişim tarihi: 31.03.2021)
- Anonim, (2019). Türkiye Elektrik Dağıtım Sektör Raporu TEDAŞ. https://www.tedas.gov.tr/sx.web.docs/tedas/docs/Stratejikplan/2019_Turkiye_Dagitim_Sektor_Raporu_16430543.pdf (Erişim Tarihi: 31.03.2021)
- Anonim, (2020). Bursa İnegöl Nüfus. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> Erişim Tarihi (12.04.2021)
- Anonim, (2010). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas İnventories. IPCC, <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/> (Erişim tarihi: 25.04.2021)
- Anonim, (2020a). <https://www.gencgazete.net/haber/inegolun-40i-calisiyor-20035/>, Erişim Tarihi (12.04.2021)
- Anonim, (2020b). https://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0neg%C3%B6l#Genel_bilgi, Erişim Tarihi (12.04.2021)
- Anonim, (2021a). T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Türkiye Ulusal Elektrik Şebekesi Emisyon Faktörü Bilgi Formu
- Anonim, (2021). <https://iklim.csb.gov.tr/kyoto-protokolu-i-4363> Eritim Tarihi (10.03.2021)

Akça, Y., Esen, Ş. (2019). Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planının Değerlendirilmesi ve Öneriler. *Ekev Akademik Dergisi*, 23 (80):525-535.

Atanur, G.S., Mirici, M.E. (2020). Yeşil Altyapı Kavramı Çerçevesinde Bursa Merkez Planlama Bölgesi Yeşil Alan Sisteminin Belirlenmesi. *Peyzaj Araştırmaları ve Uygulamaları Dergisi*, 2(1): 11-18.

Çoban, A., Aylar, F.(2006) Inegöl Dağı'nın Fiziki Coğrafya Özellikleri. *Marmara Coğrafya Dergisi*. (14)

Department for Business, Energy and Industrial Strategy, 2020, Conversion factors 2020: full set <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2020> (Erişim tarihi: 25 Kasım 2021)

Delmotte, V.M., Zhai, P., Pörtner, H.O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R., Pirani, A., Okia, W.M., Pean, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J.B.R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M.I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M., Waterfield, T. 2018. IPCC Global Warming of 1.5 C, An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5 C Above Pre-industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, In the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf (Erişim tarihi: 25 Mart 2021)

Erdoğan, H. (2019). Turizm Coğrafyası Açısından İnegöl'de (Bursa) Turizm. *Yüksek Lisans Tezi*. UÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı. Bursa.

Garcia R., Freire F., (2013). Carbon Footprint Of Particleboard: a Comparison Between ISO/TS 14067, GHG Protocol, PAS 2050 and Climate Declaration. Department of Mechanical Engineering, University of Coimbra, Portugal, 66: 199-209

Georgopoulou, E., Sarafidis, Y., Mirasgedis, S., Balaras, C.A., Gaglia, A., Lalas, D.P. (2005). Evaluating The Need Foreconomic Support Policies In Promoting Greenhouse Gas Emission Reduction Measures In The Building Sector: The Case Of Greece. *Energy policy*, 34(15):2012-2031.

Haksevenler, B.H.G., Onat, N.Ç., Akpınar, B., Bedel, T. (2020). Yerel Yönetimler İçin Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi: Ümraniye Belediyesi Örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6(2):319-333.

ICLEI. (2008) Local Government Operations Protocol For the quantification and reporting of greenhouse gas emissions inventories Version 1.0, Equation 9.

ICLEI. (2009). International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol (IEAP). International Council for Local Environmental Initiatives.

IPCC, 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use, Chapter 11 Table 11-1.

IPCC, 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Tablo 2.2

Karakaya, H. (2017). Enerji Verimliliği Kapsamında Türkiye'nin Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyümesi Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Değerlendirilmesi, *Kastamonu Üniversitesi İİBF Dergisi*, 16 (2), 26-39.

Kumbaroğlu, G., OR, İ., IŞIK, M. (2017). Karbon Vergisi İle Sera Gazı Emisyonlarının Azaltımı: Türkiye Vakası. *International Relations/Uluslararası İlişkiler*, 14(54):149-174

Mutlu, L. (2014). Tarım ve Sanayi Devrimlerinden Sonra Enerji Devrimi. Yalın Yarıncılık, İstanbul, 148 s.

Mujumdar, A.S., Piacentini, R.D., (2013). Guest Editorial: Urgent Need For Reduction In Greenhouse Gas Emissions In Industrial Processes: Are We Past The Tipping Point For Global Warming? *Drying Technology*, 31:3-4.

Meral, M.E., Teke, A. and Tümay, M. (2009). Elektrik Tesislerinde Enerji Verimliliği, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 14 (1), 31-37.

Menteşe, S. (2015). İnegöl Ovasında Kentsel Yayılmanın Arazi Kullanımı ve Çevre Kaynakları Üzerine Etkisi. *Doktora Tezi*. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilgiler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı. Balıkesir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (2020). İnegöl İklim Verileri. <https://mevbis.mgm.gov.tr/mevbis/ui/index.html#/Workspace> (Erişim Tarihi: 13 Nisan 2021).

Motorlu Kara Taşıtları, Aralık (2020). Trafığe kaydı yapılan taşıtların dağılımı, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Aralik-2020-37410> (Erişim Tarihi: 25 Kasım 2021).

Tarakçı, M. (2019). İnegöl Adının Menşei Üzerine. *Uludağ Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi* 28 (2019/1).

Taşıt-Kilometre istatistikleri, (2019). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Vehicle-kilometer-Statistics-2019-37409> (Erişim Tarihi: 25 Kasım 2021).

Uzun, A. and Değirmen, M. (2018). Endüstriyel İşletmelerde Enerji Verimliliği Ve Enerji Yönetimi, *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 4 (2), 83-97.

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

Yeldan, E., Aşıcı, A. A., Yılmaz, A., Özenç., Kat, B., Ünüvar, B., Voyvoda, E., Turhan, E., Taşkın, F., Demirer, G., Yücel, İ., Kurnaz, L., Çakmak, Ö. İ., Berke, M. Ö., Balaban, Ö., İpek, P., Sarı, R., Mazlum, S. C., Acar, S., Soytaş, U., Şahin, Ü., Kulaçoğlu, V. 2016. Ekonomik Politikaların Perspektifinden İklim Değişikliği ile Mücadele. TÜSİAD Araştırma Raporu, İstanbul.

Yüceşahin, M.M. (2003). Şehirleşme Süreci Bakımından İnegöl İlçesi Şehirselleşme Yerleşmeleri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 1 (1): 75-95.

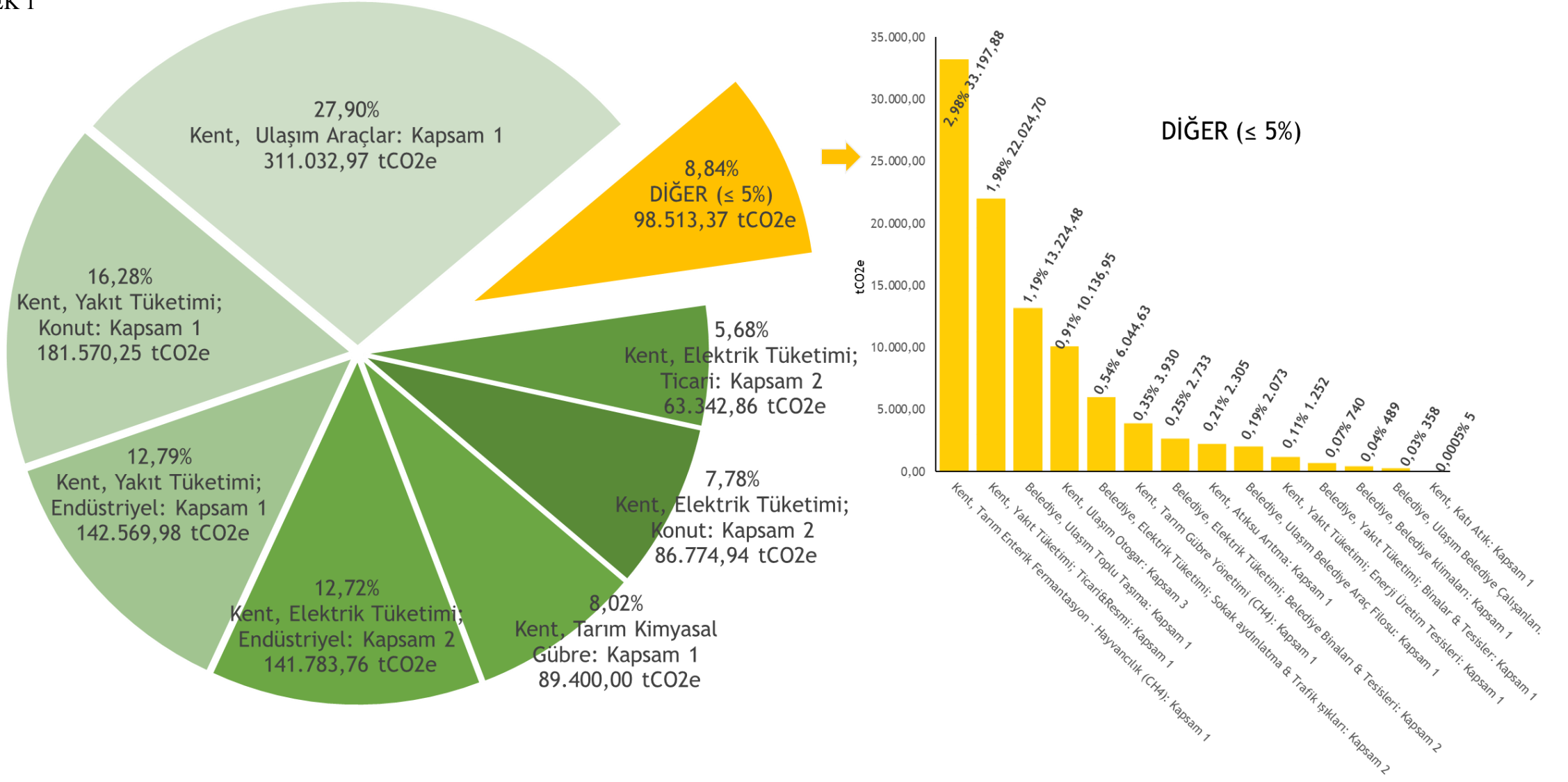
Yüceşahin, M.M. (2002). İnegöl İlçesinin Yerleşme Coğrafyası, *Doktora Tezi*. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2002.

EKLER

- EK 1 Bursa İnegöl İlçesi 2018 Yılı Sera Gazı Envanteri Özeti
EK 2 Bursa İnegöl İlçesi 2019 Yılı Sera Gazı Envanteri Özeti
EK 3 Bursa İnegöl İlçesi 2020 Yılı Sera Gazı Envanteri Özeti

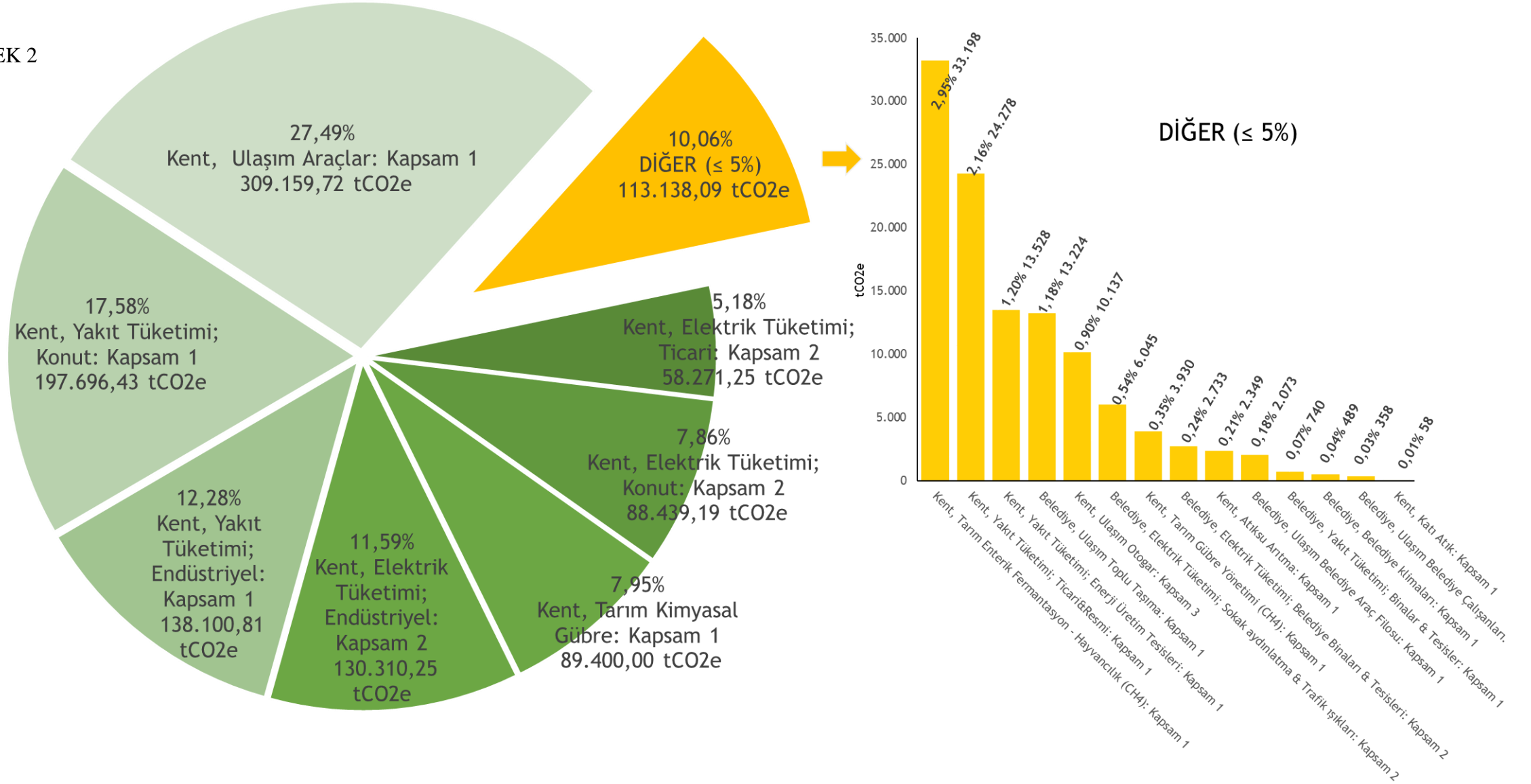
2018 Yılı Sera Gazı Envanter Özeti

EK 1



2019 Yılı Sera Gazı Envanter Özeti

EK 2



2020 Yılı Sera Gazı Envanter Özeti

EK 3

