

**KENT PARKLARININ KARBON AYAK İZİ POTANSİYELİNİN
BELİRLENMESİ: SEKA PARK ÖRNEĞİ (İZMİT)**

ELİF SANCAKLI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. AYBIKE AYFER KARADAĞ**

DÜZCE, 2024

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**Kent Parklarının Karbon Ayak İzi Potansiyelinin Belirlenmesi: Seka
Park Örneği (İzmit)**

Elif Sancaklı tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Aybike Ayfer KARADAĞ

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Aybike Ayfer KARADAĞ

Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Pınar GİRTİ GÜLTEKİN

Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Merve ERSOY

Bursa Teknik Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 7/11/2024

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

7 Kasım 2024

Elif SANCAKLI

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimim ve bu tezin hazırlanması boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Prof. Dr. Aybike Ayfer KARADAĞ'a en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince, bölümümde huzurlu bir çalışma mekânı sağlayan ve desteklerini esirgemeyen, ikinci ailem Düzce Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü öğretim elemanlarına, hocalarıma teşekkür ederim.

Tezin değerlendirilmesine ve geliştirilmesine katkı sağlayan değerli hocalarım Doç. Dr. Pınar GİRTİ GÜLTEKİN ve Doç. Dr. Merve ERSOY'a saygı ile teşekkürlerimi sunarım.

Kıymetli bilgilerini benimle paylaşarak, bana yol gösterdiği için sevgili Çevre Yüksek Mühendisi Betül ÖZBAY'a teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi tez çalışmam boyunca yardımlarını ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili annem Hamide SANCAKLI, sevgili babam Mesut SANCAKLI ve sevgili ablam Ebru SANCAKLI'ya çok teşekkür ederim.

Çalışmam boyunca gösterdikleri her türlü destek ve yardım için değerli kardeşim Sema Nur ÇAKIR ve değerli ablam Meral ÖZEL'e teşekkür ederim.

7 Kasım 2024

Elif SANCAKLI

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
KISALTMALAR.....	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. TEZİN ANA ÇERÇEVESİ	3
1.2. LİTERATÜR İNCELEMESİ	6
1.3. KURAMSAL TEMELLER.....	10
1.3.1. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği	10
1.3.2. Küresel Isınmayla Mücadelede Karbon Ayak İzini Azaltma	20
1.3.2.1. Karbon Ayak İzi Kavramı	20
1.3.2.2. Sera Gazları	22
1.3.2.3. Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi ve Hesaplama Yöntemleri	24
1.3.2.4. Karbon Ayak İzini Azaltmada Kentsel Planlama	30
1.3.3. Kentsel Açık Yeşil Alanlar ve Karbon Ayak İzi İlişkisi	33
1.3.3.1. Kentsel Açık Yeşil Alanlar Kavramı ve Özellikleri	33
1.3.3.2. Kentsel Açık Yeşil Alanlarda Karbon Ayak İzi Azaltma Temelli Tasarım İlkeleri	35
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	40
2.1. MATERYAL	40
2.1.1. Çalışma Alanı	40
2.1.1.1. Çalışma Alanının Doğal Peyzaj Özellikleri	41
2.1.1.2. Çalışma Alanının Kültürel Peyzaj Özellikleri	46
2.2. YÖNTEM	57
2.2.1. Çalışma Alanının Mevcut Durum Değerlendirmesi	58
2.2.2. Karbon Ayak İzinin Hesaplanması.....	58
2.2.3. Karbon Absorbsiyon ve Karbon Stoğunun Hesaplanması.....	63
2.2.4. Çalışma Alanı Karbon Ayak İzinin Yorumlanması	65
3. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	66
3.1. ÇALIŞMA ALANININ MEVCUT DURUMU	66
3.2. ÇALIŞMA ALANI KARBON BÜTÇESİ.....	74
3.2.1. Karbon Salımına Sebep Olan Kaynak Kullanımı	74
3.2.1.1. Yakıt Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı	79
3.2.1.2. Doğalgaz Tüketimi Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı	86
3.2.1.3. Su Tüketimi Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı	86
3.2.1.4. Elektrik Tüketimi Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı	87
3.2.1.5. Çalışma Alanı Toplam Karbon Ayak İzi Miktarı	88
3.2.2. Çalışma Alanı Karbon Absorbsiyon ve Karbon Stok Miktarı.....	88
3.3. KARBON AYAK İZİNİN YORUMLANMASI VE TARTIŞMA	90
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	96
5. KAYNAKLAR.....	101

6. EKLER.....	134
6.1 EK 1: ÇALIŞMA ALANI 1. ETAP Bitki Listesi.....	134
6.2. EK 2:ÇALIŞMA ALANI 2. ETAP Bitki Listesi.....	136
6.3. EK 3: ARAZİ BİLGİ FORMU	139
6.4. EK 4: İŞLETME BİLGİ FORMU	140
6.5. EK 5: ÇALIŞMA ALANI Bitki Türleri KARBON ABSORBSİYON HESAPLARI	141
6.6. EK 6: ÇALIŞMA ALANI Bitki Türleri KARBON STOĞU HESAPLARI.....	147
ÖZGEÇMİŞ.....	



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Çalışma alanının konumu	41
Şekil 2.2. Çalışma alanında bulunan dereler.....	43
Şekil 2.3. Çalışma alanı ulaşım durumu	54
Şekil 2.4. Çalışmanın yöntemi.	57
Şekil 3.1. Çalışma alanında bulunan kurum/kuruluş/işletmelerin konumu.	71
Şekil 3.2. Çalışma alanında bulunan açık yeşil alanlar.....	71



ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1. Anahtar kelimeler ile yök tez veri tabanı incelemeleri.....	7
Çizelge 1.3. Anahtar kelimeler ile web of science veri tabanı incelemeleri.....	8
Çizelge 1.4. Anahtar kelimeler ile scopus veri tabanı incelemeleri.....	8
Çizelge 1.5. Anahtar kelimeler ile google akademik veri tabanı incelemeleri.	9
Çizelge 2.1. Kocaeli ili 1929-2023 iklim verileri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2023).	45
Çizelge 2.2. Kocaeli ilinin yıllara göre nüfus artışı	49
Çizelge 2.3. 2023 yılı Kocaeli ilçe nüfus dağılımı	49
Çizelge 2.4. 2023 yılı Kocaeli ilinin yaş gruplarına göre nüfus dağılımı (TÜİK, 2023).	50
Çizelge 2.5. İzmit'in yıllara göre nüfus değişimi	51
Çizelge 2.6. Çalışma alanının bazı illere uzaklığı	54
Çizelge 2.7. Çalışma alanının hava limanlarına uzaklığı.....	54
Çizelge 2.8. Çalışma alanının bazı illerde yer alan limanlara uzaklığı.....	54
Çizelge 2.9. Çalışma alanının tren istasyonlarına uzaklığı	55
Çizelge 2.10. Kocaeli ili kıyı su kütlelerinin ekolojik kalite değerlendirmesi (Kocaeli İl Çevre Durum Raporu, 2022).	55
Çizelge 2.11. Benzin tüketimi kaynaklı karbon ayak izi hesaplama yöntemi	59
Çizelge 2.12. Dizel tüketimi kaynaklı karbon ayak izi hesaplama yöntemi	60
Çizelge 2.13. LPG tüketimi kaynaklı karbon ayak izi hesaplama yöntemi	61
Çizelge 2.14. Doğalgaz kaynaklı karbon ayak izi hesaplama yöntemi	61
Çizelge 2.15. Doğalgaz karbon emisyonu faktörleri (IPCC 2006; Aydın, 2023).....	61
Çizelge 2.16. Hesaplama faktörleri için referans değer (Anonim, 2014).	62
Çizelge 2.17. Su tüketimi kaynaklı karbon ayak izi hesaplaması.....	62
Çizelge 2.18. Su için emisyon faktörleri.....	62
Çizelge 2.19. Elektrik tüketimi kaynaklı karbon ayak izi hesaplaması	63
Çizelge 3.1. Çalışma alanında bulunan işletmelerdeki istihdam ve yıllık ziyaretçi sayısı.....	74
Çizelge 3.2. Çalışma alanına ilişkin alansal büyüklük.	74
Çizelge 3.3. Çalışma alanındaki karbon salım kaynakları.....	75
Çizelge 3.4. Çalışma alanı 1. etap yıllık toplam yakıt tüketimi.....	75
Çizelge 3.5. Çalışma alanı 2. etap yıllık toplam yakıt tüketimi.....	75
Çizelge 3.6. Çalışma alanı yıllık toplam yakıt tüketimi.	76
Çizelge 3.7. Çalışma alanı 1. etap 2023-2024 yıllık toplam doğalgaz tüketimi.	76
Çizelge 3.8. Çalışma alanı 2. etap 2023-2024 yıllık toplam doğalgaz tüketimi.	76
Çizelge 3.9. Çalışma alanında yıllık doğalgaz tüketimi.	76
Çizelge 3.10. Çalışma alanı 1. etap 2023-2024 yıllık toplam su tüketimi.....	77
Çizelge 3.11. Çalışma alanı 2. etap 2023-2024 yıllık toplam su tüketimi.....	77
Çizelge 3.12. Çalışma alanı açık ve yeşil alan 2023-2024 yıllık toplam su tüketimi.	77
Çizelge 3.13. Çalışma alanında yıllık toplam su tüketimi.	77
Çizelge 3.14. Çalışma alanı 1. etap 2023-2024 yıllık toplam elektrik tüketimi.	78
Çizelge 3.15. Çalışma Alanı 2. Etap 2023-2024 yıllık toplam elektrik tüketimi.	78
Çizelge 3.16. Çalışma alanında yıllık toplam elektrik tüketimi.	78
Çizelge 3.17. Çalışma alanı araçlara ait yakıt tüketimi kaynaklı karbon ayak izi miktarı.....	79
Çizelge 3.18. Çalışma alanında doğalgaz tüketimi kaynaklı karbon salımı	86
Çizelge 3.19. Çalışma alanında su tüketimi kaynaklı karbon salım miktarı.....	87

Çizelge 3.20. Çalışma alanında elektrik tüketimi kaynaklı karbon salım miktarı	87
Çizelge 3.21. Çalışma alanında kaynağına göre karbon ayak izi miktarı	88
Çizelge 3.22. Çalışma alanında hesaplanan toplam karbon ayak izi miktarı	88
Çizelge 3.23. NPP' göre çalışma alanı 1. etap yıllık toplam karbon absorpsiyonu.....	89
Çizelge 3.24. NPP'ye göre 2. etap yıllık toplam karbon absorpsiyonu.	89
Çizelge 3.26. Çalışma alanı 1. etap karbon stoğu	90
Çizelge 3.27. Çalışma alanı 2. etap karbon stoğu	90
Çizelge 6.1. NPP'ye göre çalışma alanı 1. etapta yapraklı ağaç türlerinin yıllık karbon absorpsiyonu.	141
Çizelge 6.2. NPP'ye göre çalışma alanı 1. etap ibreli ağaç türlerinin yıllık karbon absorpsiyonu.	142
Çizelge 6.3. NPP'ye göre çalışma alanı 1. etap çalı türlerinin yıllık karbon absorpsiyonu	143
Çizelge 6.4. NPP'ye göre çalışma alanı 1. etap yer örtücü ve otsu türlerinin yıllık karbon absorpsiyonu.	144
Çizelge 6.5. NPP'ye göre çalışma alanı 2. etap yapraklı ağaç türlerinin yıllık karbon absorpsiyonu.	144
Çizelge 6.6. NPP'ye göre çalışma alanı 2. etap ibreli ağaç türlerinin yıllık karbon absorpsiyonu.	145
Çizelge 6.7. NPP'ye göre çalışma alanı 2. etap çalı türlerinin yıllık karbon absorpsiyonu.	145
Çizelge 6.8. NPP'ye göre çalışma alanı 2. etap yer örtücü ve otsu bitki türleri yıllık karbon absorpsiyonu.	146
Çizelge 6.9. Çalışma alanı 1. etap yapraklı ağaç karbon stoğu.	147
Çizelge 6.10. Çalışma alanı 1. etap ibreli ağaç karbon stoğu.	148
Çizelge 6.11. Çalışma alanı 1. etap çalı türleri karbon stoğu.	148
Çizelge 6.12. Çalışma alanı 1. etap yer örtücü ve otsu bitki türleri karbon stoğu.	149
Çizelge 6.13. Çalışma alanı 2. etap yapraklı bitki türleri karbon stoğu.....	150
Çizelge 6.14. Çalışma alanı 2. etap ibreli bitki türleri karbon stoğu.	151
Çizelge 6.15. Çalışma alanı 2. etap çalı türleri karbon stoğu.	151
Çizelge 6.16. Çalışma alanı 2. etap yer örtücü ve otsu türleri karbon stoğu.	152

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa No

Fotoğraf 3.1. a) Yapay tepeler b) Yürüyüş yolu c) Ahşap köprü d) Uçurtma tepesi.....	72
Fotoğraf 3.2. a) Amfi b) Bisiklet yolu c) Yürüyüş yolu d) Sahil oturma alanları.	72
Fotoğraf 3.3. a) Oturma alanı b) İskele c-d) Bisiklet yolu ve yeşil alan aydınlatması. ..	72
Fotoğraf 3.4. a-b) Sahil işletmeleri c) Satış birimleri	73
d) Kongre Merkezi.....	73
Fotoğraf 3.5. a) Meydan ve güneş saati b) İskele-Oturma birimleri c) Kaykay pisti, ...	73
d) Plaj.73	
Fotoğraf 3.6. a) Futbol sahası b) Tenis kortu c) Spor aletleri d) Çocuk oyun alanı.	73

KISALTMALAR

SF ₆	Kükürt heksaflorid
PFCs	Perfloro karbonlar
HFCs	Hidrofloro karbonlar
N ₂ O	Diazot monoksit
CH ₄	Metan
CO ₂	Karbondioksit
CO	Karbonmonoksit
CFC	Kloroflorokarbonlar
VOC	Uçucu Organik Bileşikler
O ₃	Ozon
H ₂ O	Su buharı
UNFCCC	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
IPCC	Hükûmetlerarası İklim Değişikliği Paneli
OECD	İktisadi İşbirliği ve Gelişme Teşkilatı
IDMC	Uluslararası Afet Yönetimi Kongresi
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
WWAP	Birleşmiş Milletler Dünya Su Değerlendirme Programı
NASA	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
FDA	Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
EPA	Elektrostatikten Yalıtılmış Alan
NPP	Net Primary Production

ÖZET

KENT PARKLARININ KARBON AYAK İZİ POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ: SEKA PARK ÖRNEĞİ (İZMİT)

Elif SANCAKLI

Düzce Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Aybike Ayfer KARADAĞ

Kasım 2024, 152 sayfa

Küresel ısınma modern yaşamın bedelidir. Küresel ısınma; iklim değişikliği, deniz suyu sıcaklığında artış, biyoçeşitlilik kaybı, orman yangınları, vb. çevre sorunlarını beraberinde getirmiştir. Sorunun çözümü, küresel ısınmaya sebep olan “karbon salımının” azaltılmasıdır. Bu tezin çıkış noktası, “kentsel açık yeşil alanlar, karbon ayak izini azaltmaya katkı sağlar” fikridir. Kentsel açık yeşil alanlar, kentlerin karbon yutak alanları olarak kabul edilmektedir. Karbon depolama, açık yeşil alanların özelliğine göre değişmektedir. Tezin hipotezi “her kentsel açık yeşil alan karbon ayak izini azaltmaya katkı sağlamaz” fikrini savunmaktadır. Çalışma İzmit (Kocaeli)’in önemli kent parklarından olan Seka Park 1. ve 2. Etap’ta yürütülmüştür. Çalışma; mekansal kullanımlara (bina, sert zemin yeşil alanlar) ilişkin nitel-nicel değerlendirmeler, karbon ayak izine ilişkin hesaplamalar ve karbon absorpsiyon-stoğuna ilişkin hesaplamalar temelinde yürütülmüştür. Karbon ayak izine ilişkin hesaplamalarda; öncelikle karbon salımına doğrudan ve dolaylı yoldan neden olan kaynaklar (benzin, dizel, lpg, doğalgaz, elektrik, su tüketimi) belirlenmiş ve tüketim ortaya konulmuştur. Tüketim miktarı belirlenen kaynakların, IPCC Tier 1 ve Tier 2 yaklaşımında yer alan formüller ile karbon ayak izi hesaplanmıştır. Karbon absorpsiyonu Net Birincil Üretim (NPP) hesaplama yöntemi ile hesaplanmıştır. Karbon stoğu IPCC Tier 1 yöntemi ile hesaplanmıştır. Bulgular, 350 m² çalışma alanında (45.321,15 m² bina, 54.678,85 m² sert zemin, 250.000 m² yeşil alan) 5.577,602x10⁻³ Gg CO₂ karbon salımı, yıllık 2.257.27x10⁻³ Gg CO₂ karbon absorpsiyonu, 836,63x10⁻³ Gg CO₂ karbon stoklama gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Bu değerler çalışma alanının karbon depolama performansının düşük olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Sonuç olarak, çalışma alanının karbon yutağı olmasına ilişkin öneriler geliştirilmiştir. Ayrıca kent parklarının karbon yutak alanı olarak planlanması ve tasarımına ilke ve esaslar vurgulanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Küresel Isınma, Karbon Ayak İzi, Açık Ve Yeşil Alanlar, Kent Parkı, Seka Park.

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE CARBON FOOTPRINT POTENTIAL OF URBAN PARKS: THE CASE OF SEKA PARK (İZMİT)

Elif SANCAKLI

Düzce University

Graduate School, Department of Landscape Architecture

Master's Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Aybike Ayfer KARADAĞ

November 2024, 152 pages

Global warming is the cost of modern life. Global warming has brought about environmental issues such as climate change, increases in sea water temperature, biodiversity loss, forest fires, and more. The solution to this problem lies in reducing “carbon emissions,” which are the primary cause of global warming. The starting point of this thesis is the idea that “urban open green spaces contribute to reducing the carbon footprint.” Urban open green spaces are considered as carbon sinks in cities. However, the capacity for carbon storage varies depending on the characteristics of these green spaces. The hypothesis of this thesis argues that “not every urban open green space contributes to reducing the carbon footprint.” The study was conducted in the Seka Park Phases 1 and 2, which are significant urban parks in İzmit (Kocaeli). The research is based on qualitative and quantitative evaluations of spatial uses (buildings, hard surfaces, and green spaces), carbon footprint calculations, and carbon absorption and storage assessments. For carbon footprint calculations, sources that directly and indirectly contribute to carbon emissions (such as gasoline, diesel, LPG, natural gas, electricity, and water consumption) were identified, and their consumption levels were determined. The amounts of consumption were then used to calculate the carbon footprint through formulas included in the IPCC Tier 1 and Tier 2 approaches. Carbon absorption was calculated using the Net Primary Production (NPP) method, and carbon storage was determined through the IPCC Tier 1 method. The findings revealed that in the study area of 350.000 m² (45.321,15 m² for buildings, 54.678,85 m² for hard surfaces, and 250,000 m² for green spaces), carbon emissions totaled 5.577,602x10⁻³ Gg CO₂, annual carbon absorption was 2.257,27x10⁻³ Gg CO₂, and carbon storage reached 836.63x10⁻³ Gg CO₂. These values were interpreted as indicating low carbon storage performance in the study area. As a result, recommendations were developed regarding the enhancement of the study area's role as a carbon sink. Additionally, principles and guidelines for the planning and design of urban parks as carbon sink areas were emphasized.

Keywords: Global Warming, Carbon Footprint, Open And Green Spaces, Urban Park, Seka Park.

1. GİRİŞ

Dünya nüfusu, insanlık tarihinin en önemli demografik değişimlerinden biri olarak son yüzyıllarda hızla artmıştır. 1950'lerde yaklaşık 2,5 milyar olan dünya nüfusu, 2024 yılı itibarıyla 8 milyara ulaşmıştır. Bu büyüme, özellikle şehirlerde yoğunlaşarak kentsel alanların nüfus yoğunluğunu önemli ölçüde artırmıştır. Birleşmiş Milletler'in World Urbanization Prospects (2019) raporuna göre, 1950 yılında dünya nüfusunun yalnızca %30'u şehirlerde yaşarken, bu oran 2018 itibarıyla %55'e yükselmiştir. 2050 yılına kadar ise dünya nüfusunun %68'inin şehirlerde yaşayacağı öngörülmektedir. Bu hızlı kentleşme süreci, beraberinde çevresel, ekonomik ve sosyal sorunlar getirmiştir.

Kentsel nüfus artışı, çevresel bozulmayı hızlandıran en önemli etmenlerden biridir. Şehirleşme, enerji tüketiminde, fosil yakıt kullanımında ve atık üretiminde artışa yol açarak atmosferde sera gazlarının birikmesine neden olmaktadır. Özellikle sanayi tesisleri ve ulaşım altyapıları, kentsel karbon emisyonlarının ana kaynaklarını oluşturmaktadır. Enerji ihtiyacının büyük ölçüde fosil yakıtlardan karşılanması, karbon dioksit (CO₂) salınımını artırarak küresel ısınmayı hızlandırmaktadır (IEA, 2022). Bunun yanı sıra, doğal kaynakların hızla tükenmesi, ormansızlaşma ve ekosistemlerin zarar görmesi gibi olgular da bu süreci derinleştirmektedir (FAO, 2021). Artan enerji ve gıda talebi, biyolojik çeşitliliğin tehlikeye girmesine ve doğal yaşam alanlarının azalmasına yol açmaktadır.

Kentleşme ile bağlantılı bir diğer çevresel etki, şehirlerde hava sıcaklıklarının kırsal alanlara oranla 2-5°C daha yüksek olmasına neden olan "ısı adası etkisi"dir. Şehirlerdeki beton, asfalt ve yapı malzemelerinin ısıyı emmesi, kentsel sıcaklıkların artmasına neden olurken, bu durum enerji tüketimini ve dolayısıyla karbon salınımını artırmaktadır (Oke, 1982; Santamouris vd., 2015). Ayrıca, kentleşmenin bir sonucu olarak ortaya çıkan hava kirliliği, insan sağlığı üzerinde ciddi etkiler yaratmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) Ambient Air Pollution (2021) raporuna göre, dünya genelinde her dokuz kişiden biri hava kirliliği nedeniyle erken yaşamını kaybetmektedir. Bu, özellikle kentsel alanlarda solunum yolu hastalıklarının yaygınlaşmasıyla birlikte, küresel ısınmanın halk sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini açıkça göstermektedir.

Küresel ısınma, çevresel etkilerin yanı sıra ekonomik faaliyetler üzerinde de çok yönlü olumsuz etkiler yaratmaktadır. Artan sıcaklıklar ve değişen yağış rejimleri, tarımsal üretimde azalmaya neden olmakta; bu durum, dünya genelinde gıda güvenliği için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO, 2022) raporuna göre, tarımsal üretimde %10-25 oranında bir düşüş yaşanması öngörülmektedir. Enerji sektöründe ise, artan soğutma talebi enerji maliyetlerini yükseltirken, hidroelektrik enerji üretiminde düşüşler yaşanması beklenmektedir (IPCC, 2021). Turizm sektörü de iklim değişikliklerinden etkilenmekte, mevsimsel kaymalar ve doğal afetlerin artışı, turizm gelirlerinde kayıplara yol açmaktadır (UNEP, 2021). Dünya Bankası (2021), aşırı sıcaklıkların neden olduğu iş gücü verimliliği kayıplarının, küresel ekonomik büyümeyi yavaşlatacağını ve 2030 yılına kadar iş gücü üretkenliğinde %2,2 oranında bir düşüş yaşanacağını tahmin etmektedir.

Hukuksal boyutta, küresel ısınma ile mücadelede uluslararası iş birliği ve düzenlemeler önemli bir rol oynamaktadır. Kyoto Protokolü ve Paris İklim Anlaşması gibi uluslararası belgeler, sera gazı emisyonlarının azaltılmasını ve küresel sıcaklık artışının 1,5°C ile sınırlandırılmasını hedeflemektedir (UNFCCC, 2015). Ulusal düzeyde, ülkeler bu hedeflere ulaşmak için politikalarını yeniden şekillendirmektedir. Türkiye de bu kapsamda 2021 yılında Paris Anlaşması'nı onaylamış ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda karbon emisyonlarını azaltma taahhüdünde bulunmuştur (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022).

Küresel ısınmanın çevresel etkileri ise buzulların erimesinden deniz seviyelerinin yükselmesine, ekstrem hava olaylarının sıklığındaki artıştan biyolojik çeşitliliğin azalmasına kadar geniş bir yelpazede hissedilmektedir. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin (NASA, 2023) verilerine göre, deniz seviyeleri yılda yaklaşık 3,4 mm yükselmektedir ve bu durum, kıyı bölgelerinde yaşayan milyonlarca insanın zorunlu göç etmesine neden olmaktadır. Ayrıca, IPCC (2021) raporu, sıcak hava dalgalarının son 50 yılda iki katına çıktığını ve bunun kuraklık, sel ve orman yangınları gibi afetlerin sıklığını artırdığını göstermektedir.

Küresel ısınmayla mücadelede yenilenebilir enerjiye geçiş, enerji verimliliğinin artırılması, karbon yakalama teknolojilerinin kullanılması ve yeşil altyapının teşvik edilmesi gibi çok yönlü stratejiler hayati önem taşımaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı

(IEA, 2021), 2020 yılında yenilenebilir enerji kapasitesinin %45 artarak 280 gigawatt'a ulaştığını bildirmiştir. Ayrıca, ormansızlaşmanın önlenmesi ve ağaçlandırma çalışmaları, karbon emisyonlarını dengelemek açısından kritik bir rol oynamaktadır (FAO, 2020). Bunun yanı sıra, karbon fiyatlandırma mekanizmaları, bireyleri ve şirketleri daha az karbon yoğun faaliyetlere yönlendirmekte ve bu ekonomik araçların küresel ısınmayla mücadelede etkinliğini artırmaktadır (Dünya Bankası, 2021).

Karbon ayak izinin azaltılması, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için kritik bir adımdır ve çeşitli stratejilerle gerçekleştirilebilir (Sorrell, 2015). Bu stratejiler, enerji verimliliğinin artırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, fosil yakıt kullanımının azaltılması ve karbon emisyonlarının telafisi gibi çeşitli alanları kapsamaktadır (UNFCCC, 2015). Karbon ayak izini azaltmak, iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerini hafifletmek ve sürdürülebilir bir gelecek sağlamak için hayati öneme sahiptir. Sera gazı emisyonlarının azaltılması, küresel ısınmanın yavaşlatılmasına ve ekosistemlerin korunmasına yardımcı olur (IPCC, 2021).

Bu tezin çıkış noktasını, “kentsel açık yeşil alanların karbon depolama sürecine etkisi” fikri oluşturmaktadır.

1.1. TEZİN ANA ÇERÇEVESİ

Kentler, dünya nüfusunun büyük bir bölümünü barındıran ve ekonomik faaliyetlerin merkezinde yer alan yapılar olarak, artan karbon salımının en önemli aktörlerindendir. Küresel karbon emisyonlarının yaklaşık %70'inin kentlerden kaynaklandığı tahmin edilmektedir (UN Habitat, 2020). Bu yüksek oran, sanayi tesisleri, ulaşım sistemleri, enerji tüketimi ve bina sektörü gibi yoğun karbon salımı yapan faaliyetlerin kentlerde yoğunlaşmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle fosil yakıtlara dayalı enerji kullanımı, kentlerin karbon ayak izini artıran en büyük faktörlerden biridir (IEA, 2021). Ayrıca, kentleşme sürecinin hızlanması ve kırsaldan kente göçle birlikte nüfus yoğunluğunun artması, enerji talebini ve dolayısıyla karbon salımını da artırmaktadır (Seto, Güneralp ve Hutyra, 2012). Sürdürülebilir kentsel planlama ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, kentlerin karbon salımındaki payını azaltmada kritik bir öneme sahiptir (IPCC, 2022). Bu bağlamda, kentler bir yandan karbon salımının başlıca kaynağı olurken, diğer yandan da karbon nötr hedeflere ulaşılmasında çözümün merkezi aktörleri olarak değerlendirilmektedir (WRI, 2020).

21. yüzyılda kentleşmenin hız kazanmasıyla birlikte, şehirlerin iklim değişikliği ve doğal afetler gibi çevresel tehditlere karşı dirençli hale gelmesi giderek daha büyük bir önem kazanmaktadır. Dirençli kentler, bu tehditlere karşı dayanıklılığını artırarak sürdürülebilir bir yaşam kalitesi sunmayı amaçlayan şehirlerdir. İklim değişikliğinin etkilerini hafifletmek ve kentlerin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla, kentsel açık ve yeşil alanların rolü önemli bir konu haline gelmiştir. Türkiye, coğrafi konumu ve iklim özellikleri nedeniyle iklim değişikliğinden doğrudan etkilenen ülkeler arasında yer almaktadır. Artan sıcaklıklar, kuraklık, şiddetli yağışlar ve seller gibi ekstrem hava olayları, Türkiye'deki şehirlerin iklim değişikliğine karşı direncini zayıflatmaktadır. (Demirtaş, 2019). Kentlerin direncini artırmada kentsel açık ve yeşil alanlar çok önemli bir göreve sahiptir (Karacan ve Gökçe, 2020; Erdoğan vd., 2022). Kentsel açık yeşil alanlar kentlerdeki karbon salımını depolayan, karbon ayak izini azaltmaya doğa temelli çözüm sağlayan önemli tasarımlardır. Kentsel açık yeşil alanlar gerek iklim değişikliğiyle mücadele (Bayramoğlu ve Seyhan, 2019), gerekse iklim değişikliğine adaptasyon çalışmalarında (Evren, 2022) önemli bir konu olarak araştırmalara konu olmuştur. Kentsel açık yeşil alanlar, kentlerdeki karbon salımını depolayan, karbon ayak izini azaltmada etkili olan ve doğa temelli çözümler sağlayan önemli tasarımlardır. Yeşil alanlar, atmosferdeki karbondioksiti emerek karbon depolama kapasitesine sahiptir ve bu, küresel karbon döngüsüne olumlu bir katkı sunar (Churkina vd., 2010). Özellikle parklar, bahçeler, yeşil çatılar ve ağaçlandırılmış bölgeler, karbon emisyonlarını azaltmanın yanı sıra, biyolojik çeşitliliği destekler ve kentlerde ekosistem hizmetleri sağlar (Gill vd., 2007). Ayrıca, kentsel yeşil altyapılar ısı adası etkisini azaltarak enerji tüketimini düşürmekte ve böylelikle dolaylı olarak karbon salımlarını azaltmaktadır (Bowler vd., 2010). Örneğin, ağaç gölgeliklerinin yaz aylarında bina soğutma ihtiyacını azaltması, enerji tüketimini ve dolayısıyla karbon salımını düşürmede önemli bir rol oynamaktadır (Nowak ve Crane, 2002). Bununla birlikte, doğa temelli çözümler, hem karbon salımını azaltma hem de iklim değişikliğine uyum sağlama konusunda sürdürülebilir bir yaklaşım sunmaktadır (IPCC, 2022).

Kentsel açık yeşil alanların karbon depolama kapasitelerinin artırılması, tasarım, bitki örtüsü seçimi ve toprak yönetimi gibi bir dizi faktöre bağlıdır. Özellikle uzun ömürlü, hızlı büyüyen ve yüksek biyokütleyle sahip türler, fotosentez yoluyla atmosferik karbonu etkili bir şekilde tutar ve biyokütlelerinde biriktirmektedir (Nowak ve Crane, 2002).

Toprak yapısı, karbonun uzun vadeli depolanmasında kritik bir rol oynamaktadır. Organik maddece zengin, iyi yönetilen topraklar, atmosferik karbondioksitin toprak karbon havuzlarına etkin şekilde entegre olmasını sağlamaktadır (Lal, 2004). Ayrıca, ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği açısından, yeşil alanların büyük, bağlantılı ve çeşitli habitatları içeren yapılar halinde tasarlanması önemlidir. Bu durum, ekosistem stabilitesini artırmakla kalmaz, aynı zamanda daha fazla karbon birikimini desteklemektedir (Gill vd., 2007).

Kentlerin yoğun yapılaşmış alanlarında bile, yeşil çatılar ve dikey bahçeler gibi yenilikçi çözümler, karbon depolama potansiyelini artırmak için kullanılmaktadır. Bu tür uygulamalar, karbon emisyonlarını doğrudan azaltmanın yanı sıra, yerel iklim koşullarını iyileştirerek enerji tasarrufuna da katkı sağlamaktadır (Oberndorfer vd., 2007). Tüm bu uygulamaların etkili olabilmesi için, yeşil alanların düzenli bakımı ve uzun vadeli ekolojik yönetimi sağlanmaktadır. Böylece karbon depolama kapasiteleri optimize edilir ve sürdürülebilir kentsel ekosistemlerin oluşumu desteklenmektedir (IPCC, 2022).

Tezin çıkış noktasını, “kentsel açık yeşil alanlar karbon ayak izini azaltmaya katkı sağlar” fikrinden almıştır. Tezin hipotezi “her kentsel açık yeşil alan karbon ayak izini azaltmaya katkı sağlamaz” oluşturmuştur. Tez çalışma alanı olarak, karbon ayak izi her geçen gün artan İzmit (Kocaeli)’de yer alan Seka Park 1. ve 2. Etap seçilmiştir (Erdem ve Şahin, 2021; Akgün vd., 2020). Tezin hipotezini ispatlamak etmek ve bu bağlamda yöntemi kurgulamak için 17 soruya cevap aranmıştır. Bu sorular;

1. Çalışma alanı yıllık ziyaretçi sayısı nedir?
2. Çalışma alanında toplam kaç kişi istihdam etmektedir?
3. Çalışma alanındaki yapısal ve yeşil alan miktarı nedir?
4. Çalışma alanında daimi bulunan (çalışan, kurum/kuruluş/işletmelere ait olan) araç sayısı nedir?
5. Çalışma alanındaki işletmelerdeki araç sayısını nedir?
6. Çalışma alanındaki araçların yakıt tipleri nelerdir?
7. Çalışma alanındaki benzin, dizel, lpg, elektrik, doğalgaz ve su tüketimine ait karbon salım miktarı nedir?
8. Çalışma alanındaki bina sayısı nedir?

9. Çalışma alanındaki kurum/kuruluş/işletmelerin yıllık doğalgaz tüketimi nedir?
10. Çalışma alanındaki kurum/kuruluş/işletmelerin yıllık elektrik tüketimi nedir?
11. Çalışma alanındaki kurum/kuruluş/işletmelerin yıllık su tüketimi nedir?
12. Çalışma alanındaki binalara ait doğalgaz, elektrik tüketimi kaynaklı karbon salım miktarı nedir?
13. Çalışma alanındaki bitki türleri nelerdir?
14. Çalışma alanındaki su tüketimi kaynaklı karbon salım miktarı nedir?
15. Çalışma alanındaki bitkilerin absorpsiyon ve stok miktarı nedir?
16. Çalışma alanında 1. Etap ve 2. Etaptaki bina, sert zemin ve yeşil alan oranları nedir?
17. Çalışma alanında 1. Etap ve 2. Etaptaki karbon salım, absorpsiyon ve stok miktarı nedir?

Tez çalışmasında; literatür incelemeleri, arazi çalışmaları, kurumsal görüşmeler ve raporlar temelinde mevcut durum ortaya konulmuş; karbon salım, absorpsiyon ve stok miktarları formüller temelinde hesaplanmıştır. Elde edilen değerler ile çalışma alanındaki mekansal tasarıma ilişkin özellikler bütüncül bir yaklaşımla öznel olarak yorumlanmıştır. Bu değerlendirme temelinde çalışma alanının karbon ayak izine ilişkin bir değerlendirme ve karbon ayak izini azaltmaya yönelik öneriler geliştirilmiştir.

1.2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

YÖK'ün tez veri tabanında; “küresel ısınma” anahtar kelimesi 1999-2024 yılları arasında 1.990 çalışma “iklim değişikliği” anahtar kelimesi ile tarandığında 1997-2024 yılları arasında 1979 çalışma; “iklim değişikliği, kent” anahtar kelimesi ile tarandığında 2016-2023 yılları arasında 21 çalışma; “açık yeşil alanlar” kelimesi ile tarandığında, kelimesi ile tarandığında 1990-2024 yılları arasında 234 çalışma açık ve yeşil alanlar “açık ve yeşil alanlar” 1987-2024 yılları arasında 210 çalışma “yeşil altyapı” kelimesi ile tarandığında, 2005-2024 yılları arasında 105 çalışma “karbon ayak izi” ile tarandığında kelimesi 2008-2024 yılları arasında 457 çalışma, “karbon ayakizi” kelimesi ile tarandığında 2013-2024 yılları arasında 38 tez üretildiği görülmüştür. Ancak “açık yeşil alanlar/ açık ve yeşil alanlar, iklim değişikliği” ve “yeşil altyapı,

iklim değışikliğı” kelimeleri tarandığında ise herhangi bir çalışma bulunamamıştır (Çizelge 1.1.).

Çizelge 1.1. Anahtar kelimeler ile yök tez veri tabanı incelemeleri.

Arama kelime	Yıllar	Tezler	Adet
Küresel ısınma	1999-2024	YLS	1666
		DR	324
İklim değışikliğı	1997-2024	YLS	1510
		DR	469
İklim değışikliğı, kent	2016-2023	YLS	18
		DR	3
Açık yeşil alanlar	1990-2024	YLS	212
		DR	22
Açık ve yeşil alanlar	1987-2024	YLS	185
		DR	25
Yeşil altyapı	2005-2024	YLS	93
		DR	12
Karbon ayak izi	2008-2024	YLS	400
		DR	57
Karbon ayakizi	2013-2024	YLS	36
		DR	2

YLS: Yüksek lisans DR: Doktora

Dergipark veri tabanında “iklim değışikliğı”, “küresel ısınma”, “yeşil altyapı”, “karbon ayak izi”, “açık yeşil alanlar/açık ve yeşil alanlar”, “karbon ayakizi” kelimeleri taranmıştır. Veri tabanında “iklim değışikliğı” kelimesi tarandığında 2002-2023 yılları arasında 377 çalışma, “küresel ısınma” kelimesi tarandığında 2001-2024 yılları arasında 86 adet çalışma olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Veri tabanında “iklim değışikliğı, kent”, “açık yeşil alanlar/ açık ve yeşil alanlar, iklim değışikliğı”, “yeşil altyapı, iklim değışikliğı” kelimeleri tarandığında herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Veri tabanında “açık ve yeşil alanlar/açık yeşil alanlar” kelimeleri taratıldığında, 2002-2023 yılları arasında 10 çalışma bulunmaktadır. Bununla birlikte “yeşil altyapı”, 44 adet “karbon ayak izi” 30 adet “karbon ayakizi” 2 adet çalışmayla daha az çalışmaya konu olmuştur (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Anahtar kelimeler ile dergi park veri tabanı incelemeleri.

Arama kelime	Yıllar	Adet
İklim değışikliğı	2002-2023	377
Küresel ısınma	2001-2024	86
Yeşil altyapı	2011-2023	44
Karbon ayak izi	2015-2024	30
Açık yeşil alanlar/açık ve yeşil alanlar	2002-2023	10
Karbon ayakizi	2017-2019	2

Web of Science veri tabanında “climate change”, “global warming”, “carbon footprint”, “green infrastructure”, “green infrastructure, climate change”, “open green spaces/open and green spaces”, “open green spaces/open and green spaces, climate change”, “climate change, city” kelimeleri taranmıştır. Sonuçlar incelendiğinde “climate change” arama kelimesinin 700.121 adet ve “global warming” arama kelimesinin ise 119.459 adet çalışmaya konu olduğu görülmüştür. Bununla birlikte “carbon footprint” 30.542 adet ve “green infrastructure” 28.600 adet çalışmayla daha az çalışmaya konu olmuştur. Bu çalışmalar özellikle 1975-2024 yıllarında üretilmiştir. “Climate change, city” konulu çalışmalar 2010-2024 yılları arasında sadece 104 araştırmaya konu olmuştur (Çizelge 1.3).

Çizelge 1.3. Anahtar kelimeler ile web of science veri tabanı incelemeleri.

Arama kelime	Türkçe	Yıllar	Adet
Climate change	İklim değişikliği	1975-2025	700.121
Global warming	Küresel ısınma	1981-2025	119.459
Carbon footprint	Karbon ayak izi	1992-2025	30.542
Green infrastructure	Yeşil altyapı	1991-2025	28.600
Open green spaces/open and green spaces	Açık yeşil alanlar/açık ve yeşil alanlar	1980-2025	6.775
Green infrastructure, climate change	Yeşil altyapı, iklim değişikliği	1996-2025	4.258
Open green spaces/open and green spaces, climate change	Açık yeşil alanlar/açık ve yeşil alanlar, iklim değişikliği	1996-2025	599
Climate change, city	İklim değişikliği, kent	2010-2024	104

Scopus veri tabanında “climate change” arama kelimesinin 648.128 adet “global warming” kelimesinin 143.821 adet, “carbon footprint” kelimesinin, 45.006 adet çalışmaya konu olduğu görülmüştür. Veri tabanında “climate change, city” kelimeleri tarandığında 32.018 adet, “open green spaces/open and green spaces” kelimeleri tarandığında 4.617 adet, “green infrastructure” kelimesi tarandığında 21.932 adet çalışma bulunmuştur. “green infrastructure, climate change” kelimeleri tarandığında, 3.321 çalışma bulunmuştur. Bununla birlikte “open green spaces/open and green spaces, climate change” kelimeleri tarandığında 1999-2025 yılları arasında 371 çalışma adet çalışmayla daha az çalışmaya konu olduğu görülmüştür (Çizelge 1.4).

Çizelge 1.4. Anahtar kelimeler ile scopus veri tabanı incelemeleri.

Arama kelime	Türkçe	Yıllar	Adet
Climate change	İklim değişikliği	1837-2025	648.128
Global warming	Küresel ısınma	1966-2025	143.821
Carbon footprint	Karbon ayak izi	1982-2025	45.006

Çizelge 1.4. (devamı) Anahtar kelimeler ile scopus veri tabanı incelemeleri.

Climate change, city	İklim değişikliği, şehir	1938-2025	32.018
Green infrastructure	Yeşil altyapı	1963-2024	21.932
Open green spaces/open and green spaces	Açık yeşil alanlar/açık ve yeşil alanlar	1908-2025	4.617
Green infrastructure, climate change	Yeşil altyapı, iklim değişikliği	1996-2025	3.321
Open green spaces/open and green spaces, climate change	Açık yeşil alanlar/açık ve yeşil alanlar, iklim değişikliği	1999-2025	371

Google Akademik veri tabanında “açık ve yeşil alanlar” kelimesi tarandığında 1999-2024 yılları arasında 25.100 “Açık ve yeşil alanlar” olarak tarandığında ise 23.700 adet çalışma bulunmuştur. Veri tabanında “İklim değişikliği” kelimesi tarandığında, 20.400 adet, “yeşil altyapı” kelimesi tarandığında 17.900 adet, “küresel ısınma” kelimesi tarandığında 17.100 adet, “açık yeşil alanlar /açık ve yeşil alanlar, iklim değişikliği” kelimeleri tarandığında 16.300 adet, “iklim değişikliği, kent” kelimeleri tarandığında 15.900 adet, “yeşil altyapı, iklim değişikliği” kelimeleri tarandığında 8.620 adet çalışma bulunmuştur. Bununla birlikte “karbon ayak izi” kelimesi tarandığında 5.740 ve “karbon ayakizi” olarak tarandığında ise 4.520 adet çalışmayla daha az çalışmaya konu olduğu görülmüştür (Çizelge 1.5).

Çizelge 1.5. Anahtar kelimeler ile google akademik veri tabanı incelemeleri.

Arama kelime	Yıllar	Adet
Açık ve yeşil alanlar	1999-2024	25.100
Açık yeşil alanlar	1999-2024	23.700
İklim değişikliği	1999-2024	20.400
Yeşil altyapı	1999-2024	17.900
Küresel ısınma	1999-2024	17.100
Açık yeşil alanlar/açık ve yeşil alanlar , iklim değişikliği	1999-2024	16.300
İklim değişikliği, kent	1999-2024	15.900
Yeşil altyapı, iklim değişikliği	1999-2024	8.620
Karbon ayak izi	1999-2024	5.740
Karbon ayakizi	1999-2024	4.520

Google Akademik veri tabanında “global warming” kelimesi tarandığında 1.800.000 adet, “green infrastructure” kelimesi tarandığında 1.760.000 adet, “climate change” kelimesi tarandığında 935.000 adet, “green infrastructure, climate change” kelimeleri tarandığında 494.000 adet, “climate change, city” kelimeleri tarandığında 134.000 adet çalışma bulunmuştur. Bununla birlikte “carbon footprint” kelimesi tarandığında 18.900 adet, “open green spaces/open and green spaces” kelimeleri tarandığında 17.800 adet ve

“open green spaces/open and green spaces, climate change” kelimeleri tarandığında ise 17.800 adet çalışmayla daha az çalışmaya konu olduğu görülmüştür (Çizelge 1.6).

Çizelge 1.6. Anahtar kelimeler ile google akademik veri tabanı incelemeleri.

Arama kelime	Türkçe	Yıllar	Adet
Global warming	Küresel ısınma	1999-2024	1.800.000
Green infrastructure	Yeşil altyapı	1999-2024	1.760.000
Climate change	İklim değişikliği	1999-2024	935.000
Green infrastructure, climate change	Yeşil altyapı, iklim değişikliği	1999-2024	494.000
Climate change, city	İklim değişikliği, şehir	1999-2024	134.000
Carbon footprint	Karbon ayak izi	1999-2024	18.900
Open green spaces/open and green spaces	Açık yeşil alanlar/açık ve yeşil alanlar	1999-2024	17.800
Open green spaces/open and green spaces, climate change	Açık yeşil alanlar/açık ve yeşil alanlar, iklim değişikliği	1999-2024	17.800

1.3. KURAMSAL TEMELLER

1.3.1. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği

Küresel ısınma günümüzde karşı karşıya kaldığımız en önemli çevre sorunlarından birisidir (Eroğlu ve Aydoğdu,). Küresel ısınma, insanoğlunun bilinçsiz tüketim faaliyetleri, çeşitli kimyasalların aşırı kullanılması, fosil yakıt (petrol, doğalgaz, kömür, vb.) kullanımı, orman yangınları, vb. sonucunda, doğanın özellikle atmosferik düzeyde bozulması ile atmosfer, okyanuslar ve kara kütleleri yüzeyindeki sıcaklıkların yükselmesi ile ilgili bir sorundur (UNFCCC, 1992; Onay, 2007; Çepel, 2003; Çepel 2008; Tomanbay, 2008; Özgür ve Tuncer, 2011; Zambrano-Monserrate vd., 2018).

1.3.1.1. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği Kavramları

Küresel ısınma, atmosferdeki sera gazlarının artışına bağlı olarak yeryüzünde gözlemlenen ortalama sıcaklık artışını ifade etmektedir. Bu terim ilk kez 1975 yılında Amerikalı bilim insanı Wallace S. Broecker tarafından "Climatic Change: Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming?" başlıklı makalesinde kullanılmıştır. Broecker, fosil yakıtların yakılmasıyla atmosfere salınan karbondioksit (CO₂) gibi sera gazlarının yeryüzünün sıcaklığını artırdığına dikkat çekmiştir (Broecker, 1975). Bu tanımın yapılmasının temel nedeni, Sanayi Devrimi sonrası artan fosil yakıt tüketiminin atmosfer üzerindeki etkilerini anlamak ve bu durumun iklim üzerindeki uzun vadeli sonuçlarını değerlendirmektir. İklim değişikliği ise doğal süreçler ve insan faaliyetleri sonucunda, dünya genelindeki sıcaklık, yağış, rüzgâr gibi iklimsel parametrelerin uzun dönemli değişimini ifade etmektedir. Bu kavram, 1979 yılında yapılan Birinci Dünya

İklim Konferansı sırasında uluslararası bir platformda tanımlanmıştır. Konferansta, özellikle karbondioksit salınımı nedeniyle atmosferin ısındığı ve bu değişimin küresel ölçekte önemli etkiler yaratacağı vurgulanmıştır (WMO, 1979).

Bu tanımın ortaya çıkışı, bilim insanlarının Sanayi Devrimi sonrası atmosferdeki değişimlere dair endişelerinin artmasıyla bağlantılıdır. Özellikle yeryüzündeki sıcaklık artışlarının sadece doğal süreçlerle açıklanamayacağı ve insan faaliyetlerinin bu süreçte önemli bir rol oynadığı anlaşılmıştır.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği terimleri sıklıkla birbirinin yerine kullanılsa da, bu iki kavram arasında belirgin farklar bulunmaktadır. Küresel ısınma, atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarının artması sonucu dünya yüzeyinin ve denizlerin ortalama sıcaklıklarının yükselmesini ifade eder (IPCC, 2021). İklim değişikliği daha geniş bir kavram olup, sadece sıcaklık artışını değil, aynı zamanda yağış desenlerindeki değişiklikleri, ekstrem hava olaylarının sıklığındaki artışı ve deniz seviyelerindeki yükselmeyi de kapsamaktadır (Meehl vd., 2007). İklim değişikliği, küresel ısınmanın bir sonucu olarak ortaya çıkan uzun vadeli hava durumu değişikliklerini ifade eder ve ekosistemler, insan sağlığı ve ekonomik faaliyetler üzerinde derin etkiler yaratmaktadır (Oppenheimer vd., 2014).

Küresel ısınma, sera gazlarının miktarlarının aşırı yükselmesiyle ortalama sıcaklığın artması olayıdır. Bu gazlar; atmosfere salınan ozon (O_3), kloroflorokarbonlar (CFC) ve karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), diazot monoksit (N_2O), hidrofloro karbonlar (HFCs), perfloro karbonlar (PFCs), kükürt heksaflorid (SF_6), halokarbonlar, diğer endüstriyel gazlar ve su buharıdır (H_2O) (Reid vd., 2005; IPCC, 2007; Çepel, 2008; Bayraç, 2010; IPCC, 2013; Doğan, 2014; Durkaya ve Durkaya, 2018; Baltacı ve Kalkancı, 2021). Özellikle fosil yakıtların yanması, ormansızlaşma ve endüstriyel faaliyetler sonucu atmosfere salınan karbon artmakta ve sera gazlarının olumsuz etkisi artmaktadır (NASA, 2022). Artan sera gazları, küresel ısınmanın temel itici gücüdür (Solomon vd., 2007).

Sera gazları, ısı tutma özelliğine sahip bileşiklerdir (Altuğ ve Özkan, 2015). Bu gazlar, güneşten dünyaya gelen ışınların dünyadan yansıyıp tekrar atmosfer dışına çıkışını, yeniden atmosfere dengeli bir şekilde salınımını engelleyerek, diğer bir ifadeyle güneş ışınlarını hapsederek, ortalama sıcaklığı gerekenden fazla artmasına neden olmaktadır (Jones, 1990; Öztürk, 2002; Lynas, 2008; Riebeek, 2010; Tuncel, 2017). Aslında

güneşten gelen kısa dalgali radyasyon, ışıktan ısıya dönüşerek dünyayı ısıtırken, uzun dalgali kızılötesi ışınlar ise uzaya geri yansımaktadır. Ancak sera gazları uzun dalgali kızılötesi ışınları hapsederek, aynı cam seralar gibi dünya ısınmasına neden olmaktadır (King, 2005; Çepel ve Ergün, 2007b; Myhre vd., 2013; Başbüyük vd., 2017). Sis tabakasını andıran bu sera gazı katmanı, atmosferi kuşatarak iklimi etkileyen bir güçtedir (King, 2005; Özel ve Kılıç, 2006; Uluçınar Sağır ve Bozgün, 2017).

Küresel ısınmanın temelde yerkabuğunun (katı kısmının) çeşitli sebeplerle sistemli olarak artışı olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte dünyanın iklim özelliklerinin küresel olarak değışmesidir (Bağdigen ve Demir, 2010; Durkaya ve Durkaya, 2018).

1.3.1.2. Tarihçe

18. yüzyıla kadar denge halinde seyir eden iklim sisteminin, sanayi devriminin gerçekteşmesi sonrasında fosil yakıt kullanımının ve doğal kaynak tüketimlerinin artışı ile bozulmaya başladığı ifade edilmektedir (Bekiroğlu, 2011). Küresel ısınma ve iklim değışikliği kavramlarının bilinen tarihçesi, 19. yüzyılın sonlarına kadar uzanmaktadır. İlk olarak Svante Arrhenius (1896), fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere salınan karbon dioksitin, gezegenin ortalama sıcaklığını artırabileceğini öne sürmüştür. Bu erken çalışmaları, sera gazlarının iklim üzerindeki potansiyel etkilerini anlamaya yönelik ilk adımlar olarak kabul edilmektedir (Arrhenius, 1896). 20. yüzyılın ortalarına gelindiğinde, Robert Watson ve diğer bilim insanları, atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonlarının artışının küresel sıcaklıkları yükseltebileceğini ileri sürmüşlerdir (Watson, 1956). 1958 yılında Charles David Keeling tarafından başlayan CO₂ ölçümleri, atmosferdeki karbondioksit seviyelerinin sürekli olarak arttığını doğrulamış ve bu durum, küresel ısınmanın bilimsel topluluk tarafından kabul görmesine zemin hazırlamıştır (Keeling, 1960). 1970'lerde çevre bilincinin artmasıyla birlikte, karbondioksit salınımının iklim üzerindeki etkileri daha geniş bir kabul görmüştür. Karbon ayak izi, insanın küresel ısınma konusundaki bireysel payının bir göstergesi olarak da tanımlanmaya başlanmıştır (Binboğa vd., 2017). 1970'lerden itibaren, iklim değışikliği konusu giderek daha fazla kamuoyu ve politik gündemde yer almaya başlamıştır. 1988'de Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından kurulan Hükümetlerarası İklim Değışikliği Paneli (IPCC), iklim değışikliğinin bilimsel temellerini sağlamlaştırmak için önemli bir rol oynamıştır (IPCC, 1990). IPCC'nin raporları, iklim değışikliğinin insan faaliyetleriyle yakından

ilişkili olduğunu açıkça ortaya koymuş ve küresel çapta politikaların şekillenmesinde kritik bir etki yapmıştır (Houghton vd., 2001).

2000'li yıllardan itibaren, bu kavram birçok ulusal ve uluslararası kuruluş tarafından kabul görmüş ve çeşitli yöntemlerle tanımlanmıştır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne (UNFCCC) göre, karbon salınımı, "fosil yakıtların yanması, ormansızlaşma ve diğer insan faaliyetleri sonucu atmosfere salınan karbondioksit ve diğer sera gazlarının miktarını" ifade eder (UNFCCC, 2020). Environmental Protection Agency (EPA) (2021)'e göre karbon salınımı, "*insan faaliyetleri sonucu atmosfere salınan karbondioksit ve diğer sera gazlarının miktarı*"dır. Food and Drug Administration (FDA), karbon ayak izini, gıda üretimi ve ilaç imalatı süreçlerinde salınan sera gazlarının toplamı" olarak tanımlarken (FDA, 2019), World Health Organization (WHO) karbon ayak izini, "sağlık sektöründeki faaliyetlerin, hizmetlerin ve ürünlerin yaşam döngüsü boyunca neden olduğu toplam sera gazı emisyonları" olarak tanımlamaktadır. WHO, sağlık sistemlerinin karbon ayak izini azaltmak için stratejiler geliştirmektedir (WHO, 2018). IPCC, (2021)'e göre karbon ayak izi, bir bireyin, bir organizasyonun veya bir etkinliğin atmosfere saldığı sera gazlarının (özellikle karbondioksit-CO₂) toplam miktarını ifade eder. Öte yandan UN (Birleşmiş Milletler) karbon salınımını, "bir kişinin, organizasyonun, etkinliğin veya ürünün yaşam döngüsü boyunca doğrudan veya dolaylı olarak neden olduğu toplam sera gazı emisyonları" olarak tanımlamakta, karbon ayak izini azaltmak için sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında çeşitli inisiyatifler yürütmektedir (UN, 2020).

Teknoloji, bilim ve sanayi alanlarında yaşanan gelişimlerle birlikte artan nüfus, insan yaşamındaki ortalama sürenin artması, toplumlarda ekonomik açıdan büyüme isteği sonucu enerji kullanımı ve enerjiye duyulan ihtiyacın günden güne artış göstermesi, üretimden çok tüketimin artması ile beraber insan ihtiyaçlarının doğal ekosistemler tarafından aynı hızda karşılanamaması dünyanın sürdürülebilirliğini olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Üretilen her bir ürünün çevreyi belli ölçülerde kirlettiği ve bununla beraber enerji tüketimi ve karbon salınımına sebep olduğu da vurgulanmaktadır. Dünyanın sürdürülebilir bir yaşam ve kalkınma için düşük karbonlu ekonomiler oluşturulması hususunda adımlar atmaya başladığı ve bu bağlamda, iklim değişikliğinin sebeplerinden biri olan sera gazı emisyonlarının azaltılıp çevreye zarar veren etkilerinin nötr (dengeleme) hale getirilebilmesi amacı ile karbon ayak izi kavramının literatüre eklendiği ifade edilmektedir (Binboğa vd., 2017; Ahmad, vd.,2019).

1.3.1.3. Küresel Isınmanın Nedenleri

Kırdan kente yaşanmakta olan göçler, nüfusun hızlı artışı nedeni ile plansız, yoğun kentleşme, arazilerin yanlış kullanımı ve yeşil alanların imara açılarak gerçekleştirilen yapılaşmalar sonucu sert yüzey etkileri ile oluşan ısı adaları, ormansızlaşma, sınırlı kaynaklar üzerindeki sınırsız büyümeler, bireysel araç kullanımı iklim değişikliğinin başlıca nedenlerindendir. Bununla beraber sanayi devrimi ile birlikte gerçekleşen sanayi faaliyetleri ve hızla artan enerji ihtiyacı sonucunda fosil yakıtların yakılması ve buna bağlı olarak çatlatma ve sondaj işlemleri sırasında ortaya çıkan yeraltı suyu kirliliği, doğal kaynakların bilinçsiz kullanımı, bilinçsiz tarım, bölgesel savaşlar, nükleer denemeler de iklim değişikliğinin nedenleri arasında yer almaktadır (Ağırseven ve Örkü, 2021; Kılıç, 2008; Yalçın Erik, 2016; Öztürk ve Elmalı Şen, 2021; Ertekin, 2020; Güner ve Sakız, 2018; Özyön, 2018; Doygun vd., 2020; Çobanoğlu vd., 2021; Bayraç, 2010; Avaner, 2019; Koyuncu ve Akgün, 2017; Korkmaz, 2007; Gür ve Öztürk, 2021).

Kıtaların kayması, dağların oluşumu, güneşin radyant enerjisindeki değişimleri, atmosfer saydamlığındaki farklılıklar (volkanik kül, kum fırtınaları, toz ve havadaki diğer tanecikler), dünyanın kendi ekseninde ve güneş yörüngesinde dönüşlerinde gözlemlenen sapmalar, okyanus akıntılarındaki farklılaşmalar da iklim değişikliğinin doğal nedenleri arasında yer aldığı söylenebilmektedir (Keskin, 2007; Gülbahar, 2008, Şen, 2007).

Sanayi devrimiyle birlikte fosil yakıtlar (kömür, petrol ve doğal gaz), enerji üretimi ve sanayileşme için temel kaynak haline gelmiştir. Fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere büyük miktarlarda karbondioksit (CO₂) salınmaktadır. IPCC (2021) verilerine göre, küresel karbon emisyonlarının %75'inden fazlası enerji üretimi ve fosil yakıt kullanımından kaynaklanmaktadır. Özellikle elektrik üretimi, ulaşım ve sanayi sektörü, karbon salınımının en büyük kaynaklarını oluşturmaktadır.

Ormanlar, atmosferdeki karbondioksitin doğal yutaklarıdır. Ancak, ormansızlaşma, bu yutakların yok olmasına ve depolanan karbonun atmosfere salınmasına neden olmaktadır. FAO'nun (2021) Global Forest Resources Assessment raporuna göre, dünya genelinde her yıl yaklaşık 10 milyon hektar orman kaybedilmektedir. Özellikle tropikal bölgelerdeki ormansızlaşma, karbon emisyonlarını artıran önemli bir faktördür.

Tarım ve hayvancılık faaliyetleri, metan (CH₄) ve azot oksit (NO) gibi sera gazlarının önemli kaynaklarıdır. Hayvanların sindirim süreçleri sırasında oluşan metan gazı,

atmosferdeki ısıyı karbondioksit'e kıyasla 25 kat daha fazla tutmaktadır (FAO, 2022). Aynı şekilde, azot bazlı gübrelerin kullanımı da azot oksit emisyonlarını artırmaktadır. IPCC (2021), tarım sektörünün küresel sera gazı emisyonlarının %23'ünü oluşturduğunu belirtmektedir.

Sanayi üretimi sırasında çeşitli sera gazları atmosfere salınmaktadır. Çimento, çelik ve kimyasal üretim gibi enerji yoğun sektörler, karbon emisyonlarının önemli bir kısmından sorumludur. IEA (2022) verilerine göre, endüstriyel faaliyetler küresel karbon emisyonlarının yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır. Ayrıca, endüstride kullanılan soğutucu gazlar ve aerosoller gibi fluorokarbonlar, atmosferde güçlü sera etkisi yaratmaktadır.

Ulaştırma sektörü, fosil yakıtların doğrudan kullanımından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Özellikle karayolu taşımacılığı, küresel karbon emisyonlarının %16'sından sorumludur (IEA, 2022). Elektrikli araçların yaygınlaşması bu etkileri azaltma potansiyeline sahip olsa da fosil yakıtların hala geniş çapta kullanılması, ulaşım kaynaklı emisyonların devam etmesine neden olmaktadır.

Düzensiz atık yönetimi, metan gazı salınımına yol açmaktadır. Çöplüklerde biriken organik atıklar, parçalanma sırasında büyük miktarda metan gazı üretmektedir. UNEP (2021), atık yönetimindeki yetersizliklerin küresel emisyonlar üzerinde giderek artan bir etkiye sahip olduğunu vurgulamaktadır.

1.3.1.4. Küresel Isınmanın Sonuçları (Etkileri)

Küresel ısınma, doğal ve insan yapımı sistemler üzerinde geniş kapsamlı etkiler yaratmaktadır. Buzulların erimesi ve deniz seviyelerinin yükselmesi, kıyı bölgelerinde yaşayan toplulukları tehdit etmektedir. IPCC (2021) raporuna göre, deniz seviyeleri son yüzyılda yaklaşık 15-20 cm yükselmiş olup, bu trendin gelecekte hızlanması beklenmektedir. Bu durum, sel baskınları, tuzlu su istilası ve ekosistemlerin bozulması gibi sonuçlara yol açmaktadır (Nicholls ve Cazenave, 2010).

Ekstrem hava olaylarının artışı, küresel ısınmanın diğer önemli etkilerindendir. Sıcak hava dalgaları, şiddetli yağışlar, kasırgalar ve kuraklıklar, hem insan sağlığı hem de tarım ve su kaynakları üzerinde yıkıcı etkiler yaratmaktadır (Coumou ve Rahmstorf, 2012). Örneğin, Avrupa ve Kuzey Amerika'da yaşanan sıcak hava dalgaları, ölümlere, iş gücü kayıplarına ve ekonomik zararlara neden olmuştur (Meehl ve Tebaldi, 2004).

Biyoçeşitlilik kaybı, küresel ısınmanın ekosistemler üzerindeki etkilerinden biridir. Sıcaklık artışı, türlerin yaşam alanlarını daraltmakta ve göç etmelerine yol açmaktadır. Bu süreç, özellikle deniz ekosistemlerinde mercan resiflerinin beyazlaması ve orman ekosistemlerinde türlerin yok oluşu şeklinde kendini göstermektedir (Parmesan ve Yohe, 2003). Ayrıca, tarım üretiminde azalma, küresel gıda güvenliği üzerinde ciddi tehditler oluşturmaktadır. Sıcaklık artışı ve değişen yağış modelleri, mahsul verimliliğini düşürmekte ve tarım arazilerinin verimsizleşmesine neden olmaktadır (Lobell vd., 2008).

Küresel ısınma, doğal ve insan yapımı sistemler üzerinde geniş kapsamlı etkiler yaratmaktadır. İklim değişikliği gıda sistemleri, insan sağlığı, geçim kaynakları, altyapının sürdürülebilirliği biyo-çeşitliliğin ve arazi değeri üzerinde büyük risklere yol açmaktadır (IPCC, 2019; Eslen, 2010).

İklim değişikliğinin etkileri aşağıdaki başlıklar altında sıralanabilir.

Ekolojik Etkileri: Küresel ısınma, kıtlık, artmakta olan deniz seviyeleri, gıda güvenliğinde sorunlar, düzensiz yağışlar, doğal yaşam popülasyonundaki değişiklikler, zararlı etkiler ile birlikte sürececek olan sağlıksal sorunlar gibi önemli sonuçları olan riskli bir süreçtir (Baltacı ve Kalkancı, 2021). Artan karbondioksit miktarı ile polenlerin havadaki dağılımı iklim parametrelerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. İklim değişikliği toz bulutları ve kum fırtınalarına neden olmaktadır. 1990 yılında Çin'den havalanan, katrilyonlarca mikroorganizmaları da beraberinde taşıyan toz bulutu Paris'e iki haftada ulaşmıştır (Şen,2007). İklim değişikliği, böcek popülasyonlarının artmasına da neden olmuştur. Bunun sonucunda tarım ürünlerine zarar vermemesi için, insan sağlığını tehdit edecek ölçüde böceklerle karşı daha fazla ilaç kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca kene sayısında da önemli artışlar, Orta Kızılırmak Havzasında Karasinek popülasyonunda felaket boyutlara ulaşan artışlar olduğu görülmektedir (İnci ve Düzlü, 2009; Ögür ve Tuncer, 2011).

İklim değişikliği tarım arazilerinin azalmasına, su kıtlığına neden olmaktadır. Su kıtlığı ve kuraklık ise nüfus, tarım, turizm, sanayi, enerji ve ulaşım gibi çok sayıda sektör üzerinde sosyo-ekonomik ve çevresel sorunlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Laimé, 2008a; Ertekin, 2020). Doğadaki sıcaklık değişiklikleri deniz ve okyanuslardaki suyun ısısında yapısında değişikliklere sebep olmakta, bazı balık türleri yer değiştirmektedir. Kutuplardaki buzulların erimesiyle açık denizlerde su seviyesi yükselmekte, sahil

kesimler ve adalar sular altında kalmaktadır (Eslen, 2010). Ani gerçekleşen iklimsel değişiklikler, iklim olaylarının aşırı oluşu; aşırı yağışlar, fırtınalar, kasırgalar, seller, erozyon, heyelanlar olarak kendini göstermektedir (Küçük Biçer ve Vaizoğlu, 2015; Eslen, 2010). İklim değişikliğinin sonucu olan yıllık yağış miktarındaki değişim, su mevcudiyetinin azalması, bitki örtüsü kaybı, kaynaklara erişimin azalması ile sonuçlanır. Sıcaklıklar ve yağışlardaki değişim, mevcut olan tarım düzeninin değişmesine neden olur. Alçak enlemlerde ürün verimi düşer, gıda istikrarı azalır, sağlıklı gıda ve beslenmeye erişim zorlaşır (IPCC, 2019; Eslen, 2010).

Sağlık Alanında Etkileri: Küresel ısınmanın etkilerinden bir diğeri ise insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileridir. Bu olumsuz etkiler zihinsel ve psikolojik olarak birçok rahatsızlığa sebep olmakta, toplumsal karmaşa yaşanmakta, suç oranları artmaktadır. Bütün bu durumlar işgücü verimliliğini azaltmakta ve toplumsal refah seviyesini düşürmektedir (Başbüyük vd., 2017; Hanbay Kahrıman, 2020). Küresel ısınma, enfeksiyon hastalıklarında zarar yönünde önemli etkiler oluşturmakta, yeni fırsatçı fungal enfeksiyonların gelişimini ve bazı mantar türlerinin hastalık oluşturma oranlarını arttırmaktadır (Baltacı ve Kalkancı, 2021). İklim değişikliğinin etkilerinden en çok yaşlılar, kadınlar, çocuklar ve dezavantajlı gruplar etkilenmektedir. Bununla birlikte tüm bu değişiklikler bireylerde depresyon, uykusuzluk, anksiyete, bipolar davranış gibi psikolojik etkilere de sebep olmaktadır (Başbüyük vd., 2017). Sel taşkınları sonucu içme ve kullanma suları kirlenmekte, insan sağlığı büyük ölçüde etkilenmektedir (Akalin, 2013). Alerjen bazı ağaç türlerinin erken çiçeklenmesi, polenlerin uzun menzillere taşınabilir hale gelmesi, çöl tozlarının taşınım artışı ve buna bağlı olarak atmosferdeki alerjen polen miktarlarının artış göstermesi insan sağlığını olumsuz etkilemekte, özellikle alerjik bünyeli kişilerde şiddetli semptomlar olarak kendini göstermektedir (Bıçakcı ve Tosunoğlu, 2016).

Kentsel Etkileri: İklim değişikliğinin dünyada farklı kentlerde gözlemlenen potansiyel birincil ve ikincil etkileri vardır. Örneğin Can Tho, Vietnam’ da artan sıcaklıklarla beraber oluşan kuraklık, tarımsal verimde düşüşe, deniz seviyesindeki yükselme tarım arazilerinin sular altında kalmasına, mahsullerin yok olmasına neden olmaktadır. Potansiyel ikincil etki olarak yoksulluk, gıda güvenliğinde sorunlar, ekonomik kriz, kentten kıra göçler şeklinde kendini göstermektedir. Bandar Lampung, Endonezya ve Gorakhpur, Hindistan’da artan seller ve tehlikeli yamaçlarda meydana gelen heyelan maddi hasara, yerleşimlerinin ekonomilerinin bozulmasına, altyapıları

hasarlarına, hastalıklara, içme suyunun kirlenmesine neden olmuştur (UN-Habitat, 2014). İklim değişikliği ile birlikte meydana gelen aşırı doğa olayları, kıtlık, susuzluk gibi sebepler ile göçlerde artış olacağı, yaşanan ve yaşanacak olan krizlerin etkisi ile milyonlarca insanın yerlerini değiştireceği de öngörülen konular arasındadır (Ekşi, 2016; IDMC, 2015; IDMC, 2017; Myers ve Theytaz-Bergman, 2017). İklim değişikliğinin kentlerdeki arıtma-drenaj, su ve enerji tedariki, ulaşım, haberleşme gibi altyapı sistemleri ve sağlık, acil durum servisleri, tarım sektörleri, yapılı çevre ve ekosistem servisleri üzerinde etkileri vardır (WWAP,2020; Tuğaç, 2021).

Sosyo-Kültürel Etkileri: İklim değişikliğinin zarar verdiği konulardan biri de kültürel yöndeki miras kaybıdır. Doğal ve sürdürülebilir yerleşim birimleri olan kültürel miraslar yaşanan iklim değişikliği ve afetlere karşı hassastır. Yaşanılan iklim olayları neticesinde bazı arkeolojik alanların yok olacağı öngörülen durumlar arasındadır. Yaşanılacağı öngörülen göçler de göz önünde bulundurulduğunda söz konusu kültürel mirasların bakımlarının yapılamayacağı ve bu nedenle mirasların yok olmaya yüz tutacağı, toplumların kültürel miraslarından uzaklaşarak aidiyet duygularını kaybetmelerinin de sosyal problemleri de beraberinde getireceği düşünülmektedir (Gençer, 2017).

Siyasal Etkileri: İklim değişikliği, ülkeler ve şirketler arasında çeşitli sorunlara yol açarak, politika, ekonomi ve tarım gibi alanlarda uluslararası kuruluşları hükümetleri önlem almaya zorlamaktadır. Ancak, kâr odaklı bakış açısı birçok şirket ve devletin çevresel değerleri göz ardı etmesine neden olmaktadır (Kayan ve Küçük, 2022). İklim değişikliğinin bir diğer etkisi, hava manipülasyon araçlarının (örneğin bulut tohumlama) uluslararası gerginlikleri tetiklemesidir. Bu teknikler, komşu ülkelere tehdit olarak algılanabilir, jeopolitik gerilimlere yol açabilir (World Economic Forum, 2019). Ayrıca iklim değişikliği, çeşitli yasa dışı gruplara katılımı da teşvik edebilir; örneğin Çad Gölü'nün küçülmesi sonucu geçim sıkıntısı çeken bireylerin yasa dışı yapılara yönelmesi gibi (Nett ve Rüttinger, 2016).

Ekonomik Etkileri: İklim değişikliği, kar ve yağmur yağışlarının azalmasına, yeraltı sularının seviyesinin düşmesine ve kuraklığa yol açarak tarımı olumsuz etkilemektedir. Bu durum çiftçilerin gelirini düşürmekte, alım gücünü zayıflatmakta ve tarımsal verimliliği azaltmaktadır. Verim düşüşleri ve fiyat dalgalanmaları, merkez bankasının enflasyonla mücadele esnekliğini ve fiyat istikrarını sağlama yetisini azaltarak para politikasının güvenilirliğine zarar vermektedir (Korkmaz, 2007; Çekici, 2009; Başoğlu,

2014; Durmuş, vd., 2020). (Rodrigue, 2020)'de verildiği gibi, kıyı kentlerindeki ulaşım altyapısı, iklim değişikliğinin sebep olduğu etkilere karşı daha kırılgandır. Japonya, Endonezya, Filipinler, Bangladeş, Küçük Ada Devletleri, Hollanda ve Çin gibi ülkelerin kentlerinin büyük kısmı kıyıda olduğundan dolayı risk altında olup iklim değişikliği bu kıyı kentlerindeki tedarik zincirleri için tehdit unsurudur (Tuğaç, 2022).

Artan sıcaklıklar nedeniyle elektrik taşıma ve dağıtım tesisleri verimliliklerini kaybedebilir, yaşanan fırtına sel gibi afetler sebebiyle fiziki zararlar görebilir dolayısıyla geniş çaplı ve uzun süreli elektrik kesintileriyle beraber yapılan işlerde aksaklıklar yaşanabilir ekonomik aktiviteler olumsuz etkilenebilir (Başoğlu, 2014). İklim değişikliği nedeniyle deniz seviyesindeki değişim, kıyı bölgelerindeki turistik tesisleri yok olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakmaktadır (Geymen ve Dirican, 2016).

Afet Etkisi: 1998-2002 yılları arasında Avrupa'da yaşanan 200'ü aşkın su baskını ciddi ekonomik zarara, yüzlerce can kaybına ve yarım milyon insanın evsiz kalmasına yol açmıştır (Özel ve Kılıç, 2006). İklim değişikliğinin etkisiyle buzulların erimesi ve su seviyelerinin yükselmesi taşkın, sel gibi afetleri tetiklemekte; bu durum özellikle Asya ve Amerika'nın tropikal bölgelerinde ciddi yıkımlara neden olmaktadır. Örneğin, Kenya'da ekstrem yağışlar taşkınlara yol açmış, Ekvator ve Peru'da ise toprak kaymaları ve altyapı hasarları görülmüştür. Doğal afetlerin sık yaşandığı Hindistan ve Bangladeş'te de can ve mal kayıpları yaşanmaktadır (Akalin, 2013).

Avustralya'da iklim değişikliğiyle bağlantılı olarak yaşanan 2020 yılındaki büyük yangınlar, 28 kişinin hayatını kaybetmesine, 10,3 milyon hektarın yanmasına ve 1,25 milyar hayvanın telef olmasına neden olmuştur. Yangın, Adelaide Tepeleri'nde şarap endüstrisi için üzüm üreten bağların üçte birini yok etmiş ve Victoria ile New South Wales eyaletlerinden yayılan duman Yeni Zelanda'ya kadar ulaşarak hava kalitesini olumsuz etkilemiştir (BBC Türkçe, 2020).

İklim değişikliğinin etkisiyle Latin Amerika'da tropik siklonlar ve beraberinde şiddetli yağış, sel ve fırtına gibi olaylar artış göstermektedir. Bu durum, yaşam alanları, mülkler ve ekosistemler için riskleri artırırken, deniz seviyesinin yükselmesi kıyı yerleşimlerini ve mangrov ekosistemlerini tehdit etmektedir. Ayrıca, tropik kasırgaların yoğunlaşmasıyla ılıman ve tropikal Asya'daki alçak kıyı bölgelerinden on milyonlarca insan yer değiştirmek zorunda kalmaktadır (OECD, 2003).

1.3.2. Küresel Isınmayla Mücadelede Karbon Ayak İzini Azaltma

Küresel ısınmayla mücadele, temel olarak iki ana strateji etrafında şekillenir: değişikliğin etkilerini azaltmak ve bu etkilere adapte olabilmek. Her iki strateji de birbirleriyle bağlantılıdır ve küresel ısınma ile mücadelede önemli rol oynar. Azaltma, sera gazı emisyonlarının azaltılmasını ve atmosfere salınan karbon miktarının düşürülmesini amaçlar. Bu stratejiler, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, enerji verimliliği, ormansızlaşmanın önlenmesi ve karbon yakalama ve depolama teknolojilerinin geliştirilmesini içerir. Adaptasyon, iklim değişikliğinin kaçınılmaz etkilerine karşı hazırlıklı olmayı ve bu etkilere uyum sağlamayı amaçlar. Bu stratejiler, altyapı geliştirme, tarımda uyum, su yönetimi ve toplumların dirençliliğinin artırılmasını içerir (Doğan ve Tüzer, 2011; Malhi vd., 2022).

1.3.2.1. Karbon Ayak İzi Kavramı

Karbon ayak izi kavramı; sanayi devrimi ile 18. yüzyıldan itibaren fosil yakıtlarına olan bağımlılıkla ortaya çıkarmış olup insan aktivitelerinin dünyaya olan etkisiyle açığa çıkan sera gazı miktarının CO₂ cinsinden ölçülmesi olarak tanımlanmaktadır (Karaçor, vd., 2010).

Karbon ayak izi, insan kaynaklı faaliyetlerinin (su, elektrik, enerji, yakıt tüketimi, ulaşım vb.) sonucunda ortaya çıkan karbon salınımıdır. Sera gazı seviyesinin, karbondioksit eşdeğer cinsinden miktarı olarak tanımlanmaktadır ve bu doğrultuda karbon ayak izi, insanın küresel ısınma konusundaki bireysel payının bir göstergesi olarak da tanımlandığı belirtilmektedir (Bahçeci, 2013; Birkan, 2013; Binboğa vd., 2017).

Karbon ayak izi, bireylerin, işletmelerin veya toplumların doğrudan veya dolaylı olarak atmosfere saldığı sera gazlarının toplam miktarını ifade eder (Wiedmann ve Minx, 2008). Genellikle metrik ton CO₂ eşdeğeri cinsinden ölçülen bu kavram, enerji tüketimi, ulaşım, endüstriyel süreçler ve atık yönetimi gibi çeşitli faaliyetlerden kaynaklanan karbon emisyonlarını kapsar (Friedlingstein vd., 2020).

Karbon ayak izi , “iklim değişikliği ayak izi” olarak da anılmaktadır. İklim değişikliği ayak izi, tüm sera gazlarının (karbon bazlı olmayan maddeler dahil) emisyonlarının etki değerlendirmesidir (Ohms, vd., 2022).

Karbon ayak izi, bir şehrin veya bölgenin doğrudan ve dolaylı olarak atmosfere saldığı sera gazlarının toplam miktarını ifade eder ve bu ölçüm, kentsel planlamanın çevresel

sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda şekillendirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır (Friedlingstein vd., 2020).

Karbon ayak izi kavramı, 1990'ların sonlarından itibaren ise çevresel farkındalığın artmasıyla birlikte daha yaygın hale gelen bir kavram olarak karbon emisyonunun kurumsal ve bireysel düzeydeki çevresel etkileri ölçmek ve azaltmak amacıyla kullanılmıştır. Birimi “kg.CO₂-eşdeğer” veya “ton.CO₂-eşdeğer” olan karbon ayak izi, insan faaliyetlerinin karbondioksit cinsinden ölçülen ve üretilen çevreye verdiği zararın ölçüsüdür. Bu ölçüm, fosil yakıtların yanması, endüstriyel süreçler ve tarımsal faaliyetler gibi çeşitli insan etkinliklerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını içermektedir (Eggleston vd., 2006; EPA, 2021).

Karbon ayak izi , “iklim değişikliği ayak izi” olarak da anılmaktadır. İklim değişikliği ayak izi, tüm sera gazlarının (karbon bazlı olmayan maddeler dahil) emisyonlarının etki değerlendirmesidir (Ohms, vd., 2022). Bu bağlamda karbon ayak izi, iklim değişikliği için kritik bir araç olarak kullanılmaktadır (Bocken vd., 2014). Bu ölçüm, sera gazlarının küresel ısınmaya katkısını nicel olarak belirleyerek, emisyonların azaltılmasına yönelik stratejilerin geliştirilmesine olanak tanır (Wiedmann vd., 2007).

Karbon ayak izinin başlıca sebepleri, enerji tüketimi, ulaşım, sanayi faaliyetleri, tarım ve atık yönetimi gibi sektörlerdeki sera gazı emisyonlarıdır (IPCC, 2014). Enerji sektörü, fosil yakıtların kullanımı nedeniyle karbon dioksit CO₂ emisyonlarının en büyük kaynağıdır. Elektrik üretimi ve ısınma sistemleri, kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların yanması sonucu büyük miktarda CO₂ salımına neden olmaktadır (IEA, 2020). Bu emisyonlar, atmosferde sera gazı yoğunluğunu artırarak küresel ısınmayı tetiklemektedir (Rogelj vd., 2016).

Ulaşım sektörü de karbon ayak izinin önemli bir bileşenidir. Motorlu taşıtların fosil yakıt tüketimi, özellikle otomobil, kamyon ve uçaklar, önemli miktarda CO₂ ve diğer sera gazlarının salımına neden olmaktadır (Bicer vd., 2018). Ulaşımda kullanılan yakıtların verimsizliği ve fosil yakıt bağımlılığı, emisyonların azaltılmasını zorlaştırmaktadır (Creutzig vd., 2015).

Sanayi sektörü, özellikle ağır sanayiler ve kimya endüstrisi, endüstriyel süreçler sırasında büyük miktarda sera gazı salımına yol açmaktadır. Üretim süreçlerinde kullanılan malzemelerin ve enerji kaynaklarının verimsizliği, karbon ayak izinin artmasına neden olmaktadır (Marx, 2019). Ayrıca, tarım sektörü, CH₄ ve NO gibi güçlü

sera gazlarının emisyonlarına katkıda bulunmaktadır (Smith vd., 2007). Hayvancılık faaliyetleri, özellikle sığır yetiştiriciliği, metan emisyonlarına neden olurken, gübre kullanımı azot oksit emisyonlarını artırmaktadır (Gerber vd., 2013).

Atıklarda karbon ayak izinin önemli bir sebeplerindendir. Organik atıkların çürümesi, metan salımına neden olurken, atıkların yakılması ise karbon dioksit emisyonlarına yol açmaktadır (Stevens vd., 2006). Bu nedenle, atık yönetim sistemlerinin iyileştirilmesi ve geri dönüşüm oranlarının artırılması, karbon ayak izinin azaltılmasında kritik öneme sahiptir (Kaza vd., 2018).

Giyecek, yiyecek tüketimi, tatil ulaşımı, araç imalatı, temel ev ihtiyaçları, bireysel araç kullanımı, elektrik tüketimi, tatil, fosil yakıtlar, kamusal alandaki faaliyetler karbon ayak izinin oluşmasına en fazla sebebiyet veren etmenler olarak görülmektedir (Altınöz, 2019). Schleich vd., (2024) ise çalışmalarında karbon ayak izleri ile cinsiyet, yaş, gelir, eğitim, çevresel tercihler ve politika yönelimi arasında da anlamlı ilişkiler bulmuşlardır.

Karbon okuryazarlığı, bireyin sera gazı emisyonlarını düşürmeyi amaçlayan bilinçli kararlar verme konusundaki bilgisine dayalı kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Karbon okuryazarlığı bilgi ve katılım olmak üzere iki bileşeni içerir. Karbon okuryazarlığı hane düzeyinde karbon yönetiminin bir ön koşulu olduğu düşünülmektedir (Schleich vd., 2024).

1.3.2.2. *Sera Gazları*

Sera gazları, atmosferdeki kızılötesi radyasyonu emen ve yeniden yayan, fosil yakıtların kullanımı, sanayi üretimi, tarımsal faaliyetler ve atık yönetimi gibi insan kaynaklı faaliyetlerden yayılan gazlar olarak tanımlanmaktadır (Gürler ve Gürgen, 2024). Bu gazlar, sera etkisi oluşturarak Dünya'nın yüzey sıcaklığını artırarak küresel ısınmaya yol açmakta, bu gazların atmosferde uzun süre kalıcı etkiler bırakması, iklim değişikliği üzerinde kritik bir rol oynamaktadır (Biçer ve Biniş, 2024).

Türkiye'de sera gazı emisyonları enerji üretimi, fosil yakıt kullanımı, sanayi ve ulaşım sektörlerinden kaynaklanmaktadır (Kaya vd., 2024; Çakmak, 2024).

Karbon türevi gazlar atmosfer içerisinde bulunan, insan faaliyetleri ve doğal olaylardan meydana gelen kimyasal bileşiklerdir. Karbon türevi gazlar, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin temel sebeplerinden biri olan sera gazı etkisini artmasına neden olmaktadır. Bu gazların atmosferde birikme nedenlerinden biri de sanayi devriminden bu yana kullanılan fosil yakıtlar olmuştur. Karbon dioksit (CO₂), metan (CH₄), karbon

monoksit (CO), ve halojenli karbonlar bu gazların arasında yer almaktadır. Fosil yakıtlar, tarım ve özellikle hayvancılık, atık yönetimi, sanayi ve diğer endüstriyel faaliyetler karbon türevi gazların kaynakları arasında yer almaktadır (Özmen, 2009; Şahin, vd., 2016).

İklim değişikliğine sebep olan sera gazlarının özellikleri ve salım kaynaklarına ilişkin genel bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

- **Karbondioksit (CO₂):** Karbon dioksit, bir karbon atomu ve iki oksijen atomundan oluşan, yanma ve solunum gibi doğal süreçler sonucu ortaya çıkan, renksiz ve kokusuz bir gazdır yanma ve solunum gibi doğal süreçler sonucu ortaya çıkan renksiz ve kokusuz bir gazdır (Hu vd., 2023). Fosil yakıtların yanması, endüstriyel süreçler, doğal süreçler, volkanik patlamalar sonucu ortaya çıkmaktadır (Hu vd., 2023; Sano ve Tashima, 2024). Sera gazı etkisi yaratarak küresel ısınmaya katkıda bulunur. Okyanus asidifikasyonuna neden olarak deniz ekosistemlerini tehdit etmektedir (Baydaroğlu, 2013). Karbondioksit, atmosferde en çok bulunan sera gazlarından biri olup, bazı endüstriyel süreçler, fosil yakıtların tüketimi, ormanlık ve yeşil alanların azalması yolları ile atmosfere yayılmakta ve burada uzun süre kalabilmektedir (Özmen, 2009; Şahin ve Avcıoğlu, 2016).
- **Metan (CH₄):** Metan, bir karbon ve dört hidrojen atomundan oluşan yanıcı ve kokusuz bir gazdır. Doğal gazın ana bileşeni olan metan, biyolojik süreçler ve endüstriyel işlemler sonucu atmosfere salınmaktadır (Gürbüz, 2021). Metan, karbondioksitten 25 kat daha güçlü bir sera gazıdır ve atmosferdeki ozon seviyelerini artırarak hava kalitesini olumsuz etkilemektedir (Baydaroğlu, 2013). Metan, **atık** depolama alanları, fosil yakıt çıkarımları, tarım ve hayvancılık kaynaklı olarak meydana çıkmaktadır. Metan gazı atmosferde daha kısa sürede kalmaktadır ancak etkisi çok güçlüdür ve küresel ısınma potansiyeli CO₂'ye göre çok daha yüksektir (Özmen, 2009; Şahin ve Avcıoğlu, 2016). Hayvancılık, pirinç tarımı ve çöp sahaları metan salımının başlıca kaynaklarıdır (Özer ve Avcı, 2005).
- **Karbon Monoksit (CO):** Karbon monoksit, eksik yanma süreçlerinde oluşan zehirli ve renksiz bir gazdır. Araç egzozları, sanayi faaliyetleri ve orman yangınları başlıca kaynaklarını oluşturmaktadır (Karaca ve Turgay, 2012). Zehirli bir gazdır ve yüksek konsantrasyonlarda öldürücü olabilmektedir (Sano ve Tashima, 2024). Sera gazlarının atmosferde kalma süresini artırmaktadır (Osae ve Tashima, 2024).

Karbon Monoksit, fosil yakıtların tam olarak yanmaması sonucu oluşmaktadır. Doğrudan sera etkisi yaratmasa da atmosferdeki diğer gazlar ile reaksiyona girerek dolaylı yoldan iklim değişikliğinde rol oynamaktadır (Özmen, 2009; Şahin ve Avcıoğlu, 2016).

- **Diazot Monoksit (N₂O):** Gübre kullanımı, tarımsal işlemler ve sanayi kaynaklı, atmosferde uzun süre kalıcı etkiler bırakan bir gazdır (Kaya vd., 2024).
- **Florlu Gazlar (HFC, PFC, CFC, SF₆):** Sentetik ve insan kaynaklı, soğutma sistemleri, endüstriyel işlemler ve elektronik üretiminde kullanılan gazlardır (Biçer ve Biniş, 2024). Atmosferde CO₂' den daha güçlü bir sera etkisi oluşturmaktadır (Özmen, 2009; Şahin ve Avcıoğlu, 2016).
- **Uçucu Organik Bileşikler (VOC):** Uçucu organik bileşikler, düşük kaynama noktasına sahip ve kolayca buharlaşabilen karbon bileşikleridir. Sanayi süreçlerinde, taşıt emisyonlarında ve biyolojik kaynaklardan salınmaktadır (Özer ve Avcı, 2005). VOC'ler, ozon oluşumuna katkıda bulunarak fotokimyasal duman oluşturur ve solunum rahatsızlıklarına sebep olur (Gülbüz, 2021).

1.3.2.3. Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi ve Hesaplama Yöntemleri

Karbon ayak izi hesaplamaları, yaşam döngüsü boyunca bir ürünün doğrudan ya da dolaylı toplam sera gaz ve CO₂ emisyonunu ölçmek amacıyla ortaya çıkmıştır. Karbon ayak izi hesabı, bir bireyin bir sene içerisinde doğaya saldıgı karbondioksit miktarının ölçülmesi, belirlenmesi ile bulunur (EC-JRC, 2011; Kumaş vd., 2019).

Karbon ayak izi, kişisel karbon ayak izi ve kurumsal karbon ayak izi olarak ikiye ayrılmaktadır. Kurumsal karbon ayak izi, kurumların yıllık faaliyetlerine bağlı emisyonlarını gösteren bir kavram olarak kullanılmaktadır. “Doğrudan karbon ayak izi, dolaylı karbon ayak izi ve diğer dolaylı karbon ayak izi” olarak üç ana parçaya ayrılmaktadır. Doğrudan karbon ayak izi, kurumların faaliyetleri için kullandıkları fosil yakıtlar ve kurumun sahip olduğu araçların kullandığı fosil yakıt kaynaklı emisyonları; dolaylı karbon ayak izi, kurumların tükettiği elektrik enerjisinin sebep olduğu emisyonlar ile kurumun başka bir kurumdan satın aldığı buhar, soğutma veya sıcak suya bağlı emisyonları; diğer dolaylı karbon ayak izi, kurumların kullandıkları ürünlere, aldıkları taşıeron faaliyetlerine, kurumun kiralık araçlarının kullandığı yakıtlara, kurum çalışanlarının iş amaçlı ulaşımına bağlı tüm emisyonları içermektedir (Eggleston vd., 2006).

Karbon salınımını hesaplamak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Karbon ayak izini hesaplamak için çeşitli çevrimiçi araçlar ve hesaplayıcılar bulunmaktadır. Bu araçlar, günlük faaliyetlere (ulaşım, enerji kullanımı, beslenme alışkanlıkları vb.) dayanarak toplam karbon ayak izinin hesaplanmasına yardımcı olmaktadır (EPA, 2021).

Karbon ayak izinin hesaplanması, kapsamlı bir yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA) gerektirmektedir. Bu süreç, üretimden tüketime, kullanım ömründen bertaraf aşamasına kadar tüm aşamaları içerir (ISO, 2006; Zuo vd., 2019). LCA yöntemi, ürünlerin veya hizmetlerin çevresel etkilerini detaylı bir şekilde analiz ederek, hangi aşamaların en yüksek emisyonlara neden olduğunu belirlemeye yardımcı olur (Baumann ve Tillman, 2004). LCA, bir ürünün veya hizmetin tüm yaşam döngüsü boyunca saldıgı sera gazlarını kapsamlı bir şekilde analiz ederken, sera gazı envanteri belirli bir zaman diliminde salınan tüm sera gazlarını toplamayı amaçlar (Finnveden vd., 2009).

Hesaplama süreci genellikle dört aşamada gerçekleştirilir: hedef ve kapsam belirleme, envanter analizi, etki değerlendirmesi ve yorumlama (Rebitzer vd., 2004). İlk aşamada, hesaplamanın amacı ve sınırları belirlenir. Envanter analizinde, enerji tüketimi, malzeme kullanımı ve atık üretimi gibi faktörler detaylı olarak incelenir. Etki değerlendirmesi aşamasında, toplanan veriler sera gazı emisyonlarına dönüştürülür ve bu emisyonların çevresel etkileri analiz edilir (Guinée vd., 2011).

Karbon ayak izi hesaplamasında kullanılan en yaygın yöntemlerden biri, sera gazı protokolüdür (WRI ve WBCSD, 2004). Bu protokol, organizasyonların, ürünlerin ve hizmetlerin sera gazı emisyonlarını standart bir şekilde raporlamasını sağlar. Protokol, emisyonları üç kapsamda sınıflandırarak kapsamlı bir hesaplama yapmayı mümkün kılar (Greenhouse Gas Protocol, 2011). Hesaplama sürecinde kullanılan veri kalitesi ve doğruluğu büyük önem taşır. Güvenilir ve güncel veri kaynaklarının kullanılması, karbon ayak izinin doğru bir şekilde ölçülmesini sağlar (Zuo vd., 2019). Ayrıca, hesaplamaların şeffaf ve tekrarlanabilir olması, sonuçların güvenilirliğini artırır ve emisyonların azaltılmasına yönelik stratejilerin geliştirilmesine katkıda bulunur (Pagoropoulos vd., 2015).

Karbon Ayak izi hesaplamaları çevre bilincini artırmak için ekolojik yıkımın çeşitli boyutlarına dikkat çekmek üzere yapılmaktadır. Yasal zorunluluklar, kurumsal sosyal sorumluluk, müşteri veya yatırımcı talepleri, pazarlama ve kurum imajı, zorunlu veya gönüllü sera gazı emisyonu azaltımı ve emisyon ticaret mekanizmalarına katılım

amacıyla hesaplanmaktadır (Eggleston, vd., 2006; Gökçek, vd., 2019). Karbon ayak izini hesaplamak hangi alanlarda daha fazla dikkatli olunması gerektiği belirlenmekte ve daha sürdürülebilir yaşam planlamaları yapılabilmektedir (Carbon Trust, 2021). Bu bağlamda, karbon ayak izi, sürdürülebilirlik hedeflerinin belirlenmesi ve izlenmesi için vazgeçilmez bir metrik olarak kabul edilmektedir (Pan vd., 2011).

Karbon ayak izi, genellikle metrik ton cinsinden ölçülen, atmosfere yayılan toplam sera gazı emisyonlarını ifade etmektedir. Bu emisyonlar, başlıca karbon dioksit (CO₂), metan (CH₄) ve azot oksit (NO_x) gibi gazlardan oluşur (IPCC, 2021).

Karbon ayak izi türleri bireysel ve kurumsal olmak üzere ikiye ayrılmaktadır:

- Bireysel Karbon Ayak İzi: Bireylerin enerji tüketimi, ulaşım tercihleri ve tüketim alışkanlıklarından kaynaklanmaktadır (Wiedmann ve Minx, 2008).
- Kurumsal Karbon Ayak İzi: İşletmelerin üretim süreçleri, enerji kullanımı ve lojistik faaliyetlerinden doğan emisyonları içermektedir (ISO 14064, 2006).

Karbon ayak izi hesaplama yöntemleri, uluslararası standartlara dayalı olup, farklı sektörlerdeki uygulama alanlarına bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Emisyon kaynaklarının belirlenmesi ve ölçülmesi için bir çerçeve sunması açısından önemlidir.

- Tüketim Tabanlı Hesaplama (Consumption-Based Accounting): Tüketilen enerji, mal ve hizmetlerin yaşam döngüsü emisyonlarını içeren tüketim tabanlı hesaplama, girdi-çıktı analizleriyle gerçekleştirilmektedir (DEFRA, 2019).
- Üretim Tabanlı Hesaplama (Production-Based Accounting): Üretim tabanlı hesaplama, endüstriyel üretim süreçleri ve enerji tüketiminden kaynaklanan doğrudan emisyonları ele almaktadır (Carbon Trust, 2022).

Bazı karbon ayak izi hesaplama yöntemleri aşağıda açıklanmıştır:

A) Uluslararası Standart Örgütü (ISO 14064): Bir kuruluş veya yapının sera gazı emisyonlarının envanter çalışmasının hazırlanması, emisyonların azaltılması için projelerin geliştirilmesi, raporlaması, kalite yönetimi ve doğrulaması ile ilgili gereklilikleri açıklayan bir standarttır. Uluslararası Standardizasyon Kurumu (ISO) tarafından hazırlanmış olup 45 ülkeyi temsil eden 175'in üzerinde uzman katılım sağlamıştır (Sileybi, 2023). ISO 14064-1 serisi kılavuz ve özelliklerinde belirtilen yöntemlerle, GHG Protokolünde belirtilen hesaplama gruplarına göre, IPCC kılavuzlarında belirtilen veri toplama, hesaplama, raporlama ve referans değer

tablolarından yararlanılarak gerçekleştirilmektedirler. Standart üç bölümden oluşmaktadır. Her bölüm ayrı kapsamları içermektedir (Özcan, 2024):

- ISO 14064-1: Sera gazı envanterlerinin kurum, kuruluş veya şirket seviyesinde tasarlanması, emisyonlarının uzaklaştırmalarının hesaplanmasını ve rapor edilmesini içermektedir.
- ISO 14064-2: Sera gazı emisyonlarına sebep olan eylemlerin belirlenip izlenmesi, raporlaması, azaltımı veya ortadan kaldırılması için iyileştirmelerin yapılması için tasarlanmış sera gazı projelerine dayalı faaliyetlere yer verir.
- ISO 14064-3: Kuruluşların hazırladığı sera gazı envanterleri, emisyon azaltımı için yürütülen projelerin doğrulanması, geçerli kılınması ve raporlaması hakkında ayrıntılı bilgileri içermektedir.

B) Sera Gazı Emisyon Protokolü (GHG): Sera gazı emisyon hesaplarında ölçüm ve raporlamaların ana çerçevesini oluşturan bir uygulamadır. GHG Protokolü, işletmeler için kapsamlı ve detaylı veri sağlayan üç emisyon kategorisi (Kapsam 1, Kapsam 2, Kapsam 3) ile karbon ayak izi ölçümünü standartlaştırmaktadır. Belirlenen bu kapsamlar doğrultusunda bir bireyin, bir kurumun, bir şehrin veya bir ülkenin karbon ayak izi oluşumundaki etkiler dikkate alınıp hesaplamalar yapılmalıdır (Matthews vd., 2008; WRI/WBCSD, 2011; Tosun, 2023).

C) PAS 2050 (Publicly Available Specification–Kamuya Açık Şartname): PAS 2050, ürün yaşam döngüsü boyunca karbon ayak izinin değerlendirilmesi için geliştirilmiş bir standarttır. Özellikle tarım ve tüketici ürünleri sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Sinden, 2009). Karbon salımlarını nötrlediklerini doğrulamak isteyen kurumlar PAS 2060 standardından faydalanmaktadırlar. Kurumların Programlarını Karbon Ayak İzi Yönetim geliştirebilmeleri, karbon emisyonlarını belirlemelerine bağlıdır (Üreden ve Özden, 2018).

- Kapsam 1 (Doğrudan Emisyonlar): Kurumun doğrudan kontrolü altındaki kaynaklardan salınan emisyonlar. Örneğin, fosil yakıtların yanması sonucu oluşan emisyonlar.
- Kapsam 2 (Dolaylı Enerji Emisyonları): Kurumun tükettiği elektrik, ısı veya buhar gibi enerji kaynaklarının üretimi sırasında oluşan emisyonlar.

- Kapsam 3 (Diğer Dolaylı Emisyonlar): Kurumun faaliyetleri sonucu dolaylı olarak oluşan emisyonlar. Örneğin, tedarik zinciri, iş seyahatleri ve atık yönetimi gibi faaliyetlerden kaynaklanan emisyonlar.

D) Yaşam Döngüsü Analizi (Life Cycle Assessment-LCA): Ürün geliştirme süreçlerinde yaygın olarak kullanılan yaşam döngüsü analizi, bir ürün veya hizmetin yaşam döngüsündeki tüm sera gazı emisyonlarını içermektedir (ISO 14064, 2006). Yaşam Döngüsü Analizi (LCA), bir ürünün veya hizmetin çevresel etkilerini üretiminden tüketimine ve bertarafına kadar tüm yaşam döngüsü boyunca değerlendiren bir yöntemdir. LCA, hammadde çıkarımı, üretim, dağıtım, kullanım ve atık yönetimi gibi süreçlerdeki enerji ve malzeme akışlarını analiz eden bir yöntemdir (Guinée vd., 2002).

E) DEFRA Metodu: Çevre, Gıda ve Köy İşleri Departmanı (DEFRA), Sera Gazı Emisyon Protokolünü (GHG) temel alarak emisyonların ölçülmesi ve raporlaması amacıyla 2009 yılında yayınlanan metottur. Küresel ısınma ve sera gazı emisyonlarının sürdürülebilirliği üzerine çalışmalar yapmaktadır. Her yıl tüm emisyon gazları, ulaşım araçları, gıda tüketimleri ve enerji tüketimleri gibi birçok alanda karbon emisyon katsayıları yayınlamaktadır. Karbon ayak izi, yayınlanan bu katsayılar dikkate alınarak hesaplanmaktadır (Çerçi, 2021).

DEFRA (Department for Environment, Food ve Rural Affairs) metodu, İngiltere'nin ulusal verilerini kullanarak daha spesifik emisyon faktörleri sağlamakla birlikte, IPCC Tier 1 metoduna göre daha detaylı ve bölgesel veriler kullanmaktadır. DEFRA metodu, yakıt ve elektrik tüketim verilerini kullanarak karbon ayak izini hesaplamaktadır (Seyhan ve Çerçi, 2022).

F) Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC): Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 1988 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından, iklim değişikliğiyle ilgili mevcut bilimsel, teknik ve sosyo-ekonomik çalışmaları değerlendirilmek, bilimsel veriler öncülüğünde iklim değişikliği ile mücadele etmek ve iklim değişikliğine uyum sağlayabilmek amacıyla kurulmuştur. 1990 yılında ilk raporu yayınlanmış ve her 5 ila 7 yılda bir, dünya ikliminin bugünkü duruma göre düzenlenen Değerlendirme Raporları basın ve dünya kamuoyuyla paylaşmaktadır (Aydın, 2023; Özcan, 2024)

IPCC Kılavuzu kitapçıklarında sera gazı envanterlerini hesaplamak için, enerji, tarım, ormanların kullanımı, atıklar, endüstriyel faaliyetler, ürün kullanımları, genel rehberlik ve raporlama gibi başlıklar bulunmaktadır. Emisyonları belirlemek için adım adım nasıl veri toplanacağı, bu verilerin nasıl değerlendirileceği ve raporlamanın nasıl yapılacağı kılavuzda belirtilmektedir. Ülkelerin elde edemeyeceği veriler için kullanılacak ortalama değerlerde kılavuzda bulunmaktadır. Çalışmada kılavuzun enerji başlığının altında yer alan genel, endüstriyel ve ulaşımdan kaynaklanan emisyonların yer aldığı içerikten yararlanılmıştır. Ulaşım sektöründeki emisyonlar yakıtın yanması ile ilgili olduğundan karbondioksit (CO₂) gazından kaynaklanan emisyonlar net bir şekilde hesaplanabilmektedir, çünkü karbondioksit (CO₂) gazı yanma sonucu ortaya çıkan yanmanın doğal ürünüdür. Raporlarda her ülke için yakıt tüketimleri de bulunmaktadır. Ancak ulusal envanter noktasında, ülkelerin imkanları varsa kendi emisyon faktörlerini oluşturup kullanması tavsiye edilir (Atabey, 2013).

IPCC Kılavuzunda emisyon hesaplama metodları “Tier” olarak ifade edilir. Tier yaklaşımlarına ilişkin hesaplama mantığı aşağıda verilmiştir:

- **Tier-1 yaklaşımı:** Yanma/yakıt kaynaklı salınımlardan kaynaklı emisyonlar hesaplanmaktadır. Hesaplama için gereken kaynaklar ve veriler çok sınırlıysa uygulanır (Aydın, 2023). Sera gazı emisyonlarının hesaplanmasında kullanılan en temel yaklaşım, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) Tier 1 metodudur. Tier 1 yöntemi, genellikle detaylı veri bulunmayan durumlarda kullanılan bir hesaplama yöntemidir. Temel olarak "yakıt tüketimi" esasına dayanmaktadır. Bu yöntemle emisyon hesaplaması, yanma sonucu ortaya çıkan emisyonların tüketilen yakıt miktarı ve yakıt türüne göre belirlenen emisyon faktörleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Bıyık ve Civelekoğlu, 2020; Çerçi, 2021; Seyhan ve Çerçi, 2022).
- **Tier-2 yaklaşımı:** Ülkeye özgü emisyon faktörleri kullanılır. Bu yaklaşım Tier-1 yaklaşımından daha detaylı ve daha iyi tahminler sağlamaktadır (Aydın, 2023). Tier 2 yöntemi, yakıt tüketimi yerine taşıtların kat ettiği mesafeyi hesaba katar. Daha fazla veri gereksinimi duymasına rağmen, özellikle CO₂ dışındaki gazların emisyonlarında daha doğru ve güvenilir sonuçlar sağlar. Tier 2 hesaplama yöntemi, yakıt tüketim miktarları ve yakıtın karbon içeriği temel alınarak geliştirilmiştir (Bıyık ve Civelekoğlu, 2020). Türkiye’de enerji sektörü için IPCC Tier 2 yöntemi

kullanılarak kömür, petrol ve doğal gaz tüketiminden kaynaklanan karbon emisyonları hesaplanmıştır (TÜİK, 2023).

- **Tier-3 yaklaşımı:** Hesaplamada bireysel tesis düzeyindeki ölçüm ve veriler kullanılır. Bu yaklaşım karbondioksit dışındaki diğer sera gazları için daha iyi tahminler sağlamaktadır. Hesaplamada yakıt tüketim değerlerinden farklı olarak araçların yaptıkları yol mesafesi, taşıdıkları yük değerleri de hesaba katılmaktadır (Aydın, 2023).

1.3.2.4. Karbon Ayak İzini Azaltmada Kentsel Planlama

Kentler toplam enerji tüketimi ve toplam sera gazı salımları açısından en büyük yeri tutmaktadır. Günümüzde kentleşmenin hızlanması ve nüfus artışı, enerji tüketimini ve sera gazı emisyonlarını artırarak küresel ısınma ve iklim değişikliğini tetiklemektedir. Bu durum, karbon ayak izini azaltmak amacıyla sürdürülebilir kentsel planlama yaklaşımlarının benimsenmesini zorunlu kılmaktadır (Kurtaslan, 2014). Kentsel planlama, karbon emisyonlarını azaltmak için yenilikçi çözümler sunarak enerji verimliliği, yeşil alan tasarımı ve sürdürülebilir ulaşım sistemleri gibi stratejilere odaklanmaktadır (Kentsel Karbon Ayak İzi Ölçüm ve İzleme Yöntemleri Rehberi, 2021; Can ve Uzun, 2024).

Kentler için hazırlanan “Sürdürülebilir Enerji Eylem Planları” ya da “İklim Planları”, geleneksel kentsel planlamanın enerji planlaması ile birleştiği düzlemleri oluştururlar. Düşük karbon seçenekleri için düzenleme ve standartlar yapı stokları, ulaşım su ve atık yönetimi kentsel enerji tüketimi ve sera gazı envanterlerinin en önemli kısmını oluşturan kategoriler arasında olup aynı zamanda modern kentin mekansal planlamasında da önde gelen unsurları oluştururlar (Kentsel Karbon Ayak İzi Ölçüm ve İzleme Yöntemleri Rehberi, 2021). Bu bağlamda iklim koşullarına uyum ve mücadele noktasında, karbon ayak izinde azaltıma gitmek amacıyla yerel yönetimler tarafından iklim değişikliğine uyum bilinci geliştirilmelidir (Turan ve Karaer, 2019).

Kentsel planlama kapsamında yeşil altyapı uygulamaları, karbon emisyonlarının azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Kurtaslan (2014), yeşil yolların ve parkların kentsel alanlarda enerji tüketimini düşürerek hava kalitesini artırdığını ve ekolojik dengeyi desteklediğini belirtmiştir. Yeşil altyapı, aynı zamanda yağmur suyu yönetimini iyileştirerek kentsel ısı adası etkisini azaltmaktadır (Karlı ve Artar, 2024).

Teknolojik ilerlemeler, kentsel planlamada akıllı şehir ve bina tasarımlarının kullanımını teşvik etmektedir. Özmen ve Beşiroğlu (2024), akıllı şehirler ve enerji verimli binaların, düşük karbonlu yaşam alanları oluşturma potansiyeline sahip olduğunu vurgulamaktadır. Bu yaklaşımlar, enerji tüketimini optimize ederek yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır (Özmen ve Beşiroğlu, 2024).

Kentlerde enerji tüketimini kontrol etmek karbon salımını azaltma gücüne sahiptir. Örneğin yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, karbon ayak izinin azaltılmasında temel bir stratejidir. Güneş, rüzgar, hidroelektrik ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, karbon emisyonlarının azaltılmasında kritik bir rol oynamaktadır fosil yakıtların yerine geçerek sera gazı emisyonlarını azaltmaktadır (Stern, 2007; Jacobson vd., 2015). Binalarda yalıtımın iyileştirilmesi, enerji tasarruflu aydınlatma ve ısıtma sistemlerinin kullanılması gibi önlemler, enerji tüketimini ve dolayısıyla karbon emisyonlarını önemli ölçüde düşürmektedir (IEA, 2018). Ayrıca, endüstriyel süreçlerde enerji verimliliğinin artırılması, üretim maliyetlerini düşürürken emisyonların da azaltılmasını sağlamaktadır (Halsnaes, 2016).

Kentsel ulaşım sisteminde elektrikli araçların kullanımı, toplu taşıma sistemlerinin iyileştirilmesi ve bisiklet yollarının yaygınlaştırılması, ulaşım sektöründe karbon emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Creutzig vd., 2015).

Kurban ve Zengin (2023) tarafından yapılan araştırmada, topraksız tarım ve dikey bahçecilik gibi uygulamaların hem gıda güvenliğini artırdığı hem de karbon salımını azalttığı gösterilmiştir. Ayrıca su yönetimi, tarımda iklim dostu tekniklerin uygulanması ve kıyı bölgelerinde deniz seviyesine karşı koruma önlemlerinin alınması iklim değişikliğinin kaçınılmaz etkilerine uyum sağlamak için önemlidir. (Adger vd., 2005). Adaptasyon, özellikle en savunmasız toplulukların iklim değişikliğine karşı dirençlerini artırmak amacıyla yerel ve bölgesel düzeyde uygulanmalıdır (IPCC, 2014).

Açık ve yeşil alanlar, fotosentez yoluyla atmosferdeki karbonu yakalayıp karbon depolama işlevi görür (Çiftçioğlu ve Bozdereli, 2020). Yeşil alanlar, gölgeleme ve buharlaşma yoluyla kentsel ısı adası etkisini azaltarak enerji tüketimini düşürür. Bu, soğutma sistemlerine duyulan ihtiyacı azaltarak dolaylı karbon salınımlarını da minimize eder (Can ve Uzun, 2024). Ormanlar en yaygın yutak türleridir. Bu bağlamda kent ormanları karbon yutağı görevini üstlenmektedir. Ayrıca kentsel açık ve yeşil

alanlar ve ağaçlandırma alanları önemli karbon depolama alanlarıdır (Karakuş 2010; Üreden ve Özden, 2018; Kale, 2019; İklim Değişikliği Başkanlığı Raporu, 2023).

Sulak alanlar, organik madde zenginliği ve biyolojik çeşitliliği ile karbonun uzun süreli depolanmasını sağlayan doğal rezervuarlar olarak işlev görür. Örneğin, bataklıklar ve sazlık alanlar, atmosferdeki karbon dioksiti emerek karbon tutucu görevi üstlenmektedir. Bu özellikleri sayesinde karbon ayak izinin azaltılmasında stratejik bir öneme sahiptir. (Karlı ve Artar, 2021). Sulak alanlar, taşkın risklerini azaltma, su kalitesini iyileştirme ve kentsel ısı adası etkisini düşürme işlevleriyle de ön plana çıkar (Yörüklü, 2021). Bu alanlar, tarımsal ve sanayi kaynaklı kirliliklerin filtrelenmesi ve su döngüsünün korunması açısından da kritik roller üstlenir (Görgülü ve Görgülü, 2021).

Karbon ayak izinin azaltılması için çok yönlü ve entegre stratejiler gerekmektedir. Bu stratejilerin başarılı olabilmesi için politika yapıcılar, işletmeler ve bireyler arasında işbirliği ve koordinasyon sağlanması önemlidir (Ekins ve Speck, 2013). Ayrıca, teknolojik yenilikler ve sürdürülebilir uygulamaların teşvik edilmesi, karbon emisyonlarının azaltılmasında uzun vadeli başarının anahtarıdır (IPCC, 2014).

Karbon vergisi ve emisyon ticaret sistemleri gibi politikalar, fosil yakıt tüketimini ekonomik olarak caydırarak emisyonların azaltılmasını teşvik etmektedir (Stern, 2007).

Karbon emisyonlarının telafisi, doğrudan salınan emisyonları dengelemek için karbon kredileri veya karbon dengeleme projeleri kullanmayı içerir. Ormansızlaşmanın önlenmesi, ağaç dikimi ve toprak yönetimi gibi doğa bazlı çözümler, atmosferdeki karbon dioksit miktarını azaltmada etkilidir (Smith vd., 2016). Ayrıca, karbon yakalama ve depolama (CCS) teknolojileri, endüstriyel süreçlerden salınan CO₂'nin yakalanarak yer altına depolanmasını sağlayarak emisyonları önemli ölçüde azaltmaktadır (Bachu, 2015).

Kentsel planlama, sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda düşük karbonlu şehirler oluşturmak için kritik bir araçtır. Yeşil altyapı, akıllı şehir teknolojileri, toplu taşıma sistemleri ve yenilikçi tarım uygulamaları gibi planlama stratejileri, karbon emisyonlarının azaltılmasına önemli katkılar sağlamaktadır. Araştırmalar, bu yaklaşımların kentlerin iklim değişikliğine uyum sağlamasına ve uzun vadede daha sürdürülebilir yaşam alanları sunmasına imkân verdiğini göstermektedir (Kurtaslan, 2014; Can ve Uzun, 2022).

1.3.3. Kentsel Açık Yeşil Alanlar ve Karbon Ayak İzi İlişkisi

Kentsel açık yeşil alanlar, hızlı bir şekilde artmakta olan kentleşme sebebi ile ekosistemlerin korunmasında ve karbon ayak izinin azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu alanlar, karbon Emilimi sağlama, şehir içindeki sıcaklıkları düşürme gibi ekolojik faydalar sağlamaktadır. Başta karbondioksit olmak üzere sera gazları salımının en yüksek olduğu yerler kentsel alanlardır ve kentsel açık yeşil alanlarda bulunan bitkiler karbonu uzun süre depolayarak şehir içerisindeki karbon yoğunluğunu azaltmaktadır. Kentlerdeki açık yeşil alanlar, ısı adası etkisini azaltarak enerji kullanımını sınırlandırmakta ve bu durum binaların enerji tüketimi nedeni ile meydana gelen dolaylı karbon emisyonlarını düşürmektedir. Kentsel açık yeşil alanların ekolojik etkileri arasında; iklim mikro klima etkisi oluşturma, temiz hava temin etme, havanın filtrelenmesini sağlama, oksijen üretimi ve rüzgâr kontrolü, enerji tasarrufu da bulunmaktadır (Tuğluer ve Oğuz, 2022).

1.3.3.1. Kentsel Açık Yeşil Alanlar Kavramı ve Özellikleri

Kentsel açık yeşil alanlar, şehir içinde yer alan ve doğal bitki örtüsü, parklar, bahçeler, rekreasyon alanları gibi çeşitli yeşil alanları kapsayan bölgelerdir (Demirbaş, 2019). Bu alanlar, kentsel ekosistemlerin sağlığını korumak, biyolojik çeşitliliği desteklemek ve şehir sakinlerine dinlenme, spor yapma gibi sosyal faydalar sağlamak amacıyla tasarlanmıştır (Aydın ve Kılıç, 2020). Kentsel yeşil alanlar, genellikle halk parkları, botanik bahçeleri, yeşil koridorlar ve çatı bahçeleri gibi çeşitli formlarda bulunur ve şehir planlamasında sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleştirilmesine katkıda bulunur (Şahin ve Yıldırım, 2020).

Bu tanım çerçevesinde, kentsel yeşil alanların fonksiyonları sadece estetik değil, aynı zamanda ekolojik, ekonomik ve sosyal boyutları da içerir. Ekolojik açıdan bakıldığında, bu alanlar karbon emisyonlarını azaltma, su yönetimini iyileştirme ve hava kalitesini artırma gibi çevresel faydalar sağlar (Öztürk ve Kaya, 2022). Ekonomik açıdan, yeşil alanların varlığı gayrimenkul değerlerini artırmakta ve yerel ekonomiyi canlandırmaktadır (Kılıç ve Aydın, 2023). Sosyal olarak ise, kentsel yeşil alanlar toplum sağlığını iyileştirmekte, stres seviyelerini düşürmekte ve toplumsal etkileşimi teşvik etmektedir (Demirbaş, 2019).

Kentsel açık yeşil alanlar, kullanım biçimine göre genel, yarı özel ve özel alanlar olarak üç grup adı altında toplanabilir;

- **Kamusal (genel) açık yeşil alanlar:** Toplumun faydalandığı ya da rekreasyon aktivitelerinin gerçekleştirildiği kamuya ait alanlardır. Kent ormanları, kent ve mahalle parkları, milli parklar, koruluklar, botanik bahçeleri, mezarlıklar, hayvanat bahçeleri, sergi ve fuar alanları, bulvar-yol ve refüjler, spor ve egzersiz alanları gibi yerler bu madde içerisinde sayılmaktadır (Gül ve Küçük, 2001).
- **Yarı-Özel Açık Yeşil Alanlar:** Toplumun tam olarak faydalanamadığı, yalnızca kurum ve kuruluşların çalışanları, yakınları ya da belli bir kesimin belirlenmiş koşullar ile kullanımına açık yerlerdir. Askeri alanlar, fabrika bahçeleri, okullar, kamuya ait kurum ve kuruluşlar bu alanlarda örnek gösterilebilmektedir (Gül ve Küçük, 2001).
- **Özel Açık Yeşil Alanlar:** yalnızca özel mülkiyeti olan alanlarda mülk sahiplerinin kullandığı yerlerdir. Toplu konutlar, özel mülkler bu madde içerisinde sayılmaktadır (Gül ve Küçük, 2001).

Kentsel açık yeşil alanlar, sürdürülebilir kentsel gelişim açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu alanlar, kentlerdeki ekolojik dengenin korumasına yardımcı olurken, iklim değişikliğine karşı dirençli kentler inşa edilmesine de katkı sağlar (IPCC, 2021). Bu katkılar aşağıda açıklanmıştır.

- Kentsel açık yeşil alanlar, kent iklimini düzenleyerek aşırı sıcaklık dalgalarını önler ve mikroklimaların stabilizasyonuna katkıda bulunmaktadır. Bitkiler, fotosentez yoluyla karbondioksiti emer ve oksijen üretir, bu da sera gazı konsantrasyonunun azalmasına yardımcı olur (Myhre vd., 2013). Ayrıca, yeşil alanlar gölge sağlayarak yüzey sıcaklıklarını düşürür ve enerji tüketimini azaltır (Bocken vd., 2014). Özellikle yeşil alanlar, karbon yutma kapasitesi sayesinde atmosfere salınan karbon dioksit miktarını azaltmakta ve sera gazı emisyonlarının kontrol altına alınmasına katkıda bulunmaktadır (Bocken vd., 2014).
- Kentsel açık yeşil alanlar, kentlerdeki bitki ve hayvan türlerinin yaşam alanlarını destekleyerek biyoçeşitliliğin korunmasına katkıda bulunur. Bu alanlar, yerel ekosistemlerin sağlığını korur ve ekolojik dengeyi sürdürür (Smith vd., 2007). Aynı zamanda, yeşil alanlar doğal yaşamı teşvik ederek şehir içinde ekolojik bağlantılar oluşturur (Aydın ve Kılıç, 2020).
- Kentsel açık yeşil alanlarda yer alan bitkiler, fotosentez yoluyla karbondioksiti emerken, zararlı hava kirliliği partiküllerini ve gazlarını filtreleyerek hava kalitesini

iyileştirir. Bu sayede, astım ve diğer solunum yolu hastalıklarının prevalansı azalır (Öztürk ve Kaya, 2022). Ayrıca, bitkiler terleme yoluyla havayı nemlendirir ve şehir içi ısı adası etkisini azaltır (Şahin ve Yıldırım, 2020).

- Kentsel açık yeşil alanlar, kentlerin su yönetimi stratejilerinde vazgeçilmez bir bileşen haline gelmiştir. (Şahin ve Yıldırım, 2020; Kılıç ve Aydın, 2023). Yağmur suyu emilimini artırarak sel riskini azaltır ve yer altı su seviyelerini dengelemeye yardımcı olur (Bowler vd., 2010). Yeşil çatı ve yağmur bahçeleri gibi uygulamalar, suyun doğal yollarla emilmesini sağlayarak şehirlerde su yönetimini iyileştirir (Kılıç ve Aydın, 2023). Ayrıca, bu alanlar su kaynaklarının korunmasına ve sürdürülebilir kullanımına katkıda bulunur (Demirbaş, 2019).
- Şehir sakinlerine dinlenme, spor yapma ve sosyal etkileşim fırsatları sunarak fiziksel ve zihinsel sağlığı destekler. Bu alanlar, stres seviyelerinin düşürülmesine ve genel yaşam kalitesinin artırılmasına yardımcı olur (Bocken vd., 2014). Ayrıca, yeşil alanlar toplumsal bağları güçlendirir ve toplulukların dayanıklılığını artırır (Öztürk ve Kaya, 2022).
- Sosyal açıdan bakıldığında, kentsel yeşil alanlar halk sağlığını iyileştirir ve yaşam kalitesini artırır. Parklar ve bahçeler, fiziksel aktiviteyi teşvik ederek obezite ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesine katkıda bulunmaktadır (Bocken vd., 2014). Aynı zamanda, açık yeşil alanlar toplumsal etkileşimi artırarak sosyal bağları güçlendirir ve toplulukların daha uyumlu ve dayanıklı olmasını sağlamaktadır (Öztürk ve Kaya, 2022).
- Ekonomik açıdan ise, kentsel yeşil alanlar turizm ve yerel işletmeler için çekim merkezi oluşturur. Bu alanlar, şehrin estetik değerini artırarak turistlerin ilgisini çeker ve yerel ekonomiye katkıda bulunur (Kılıç ve Aydın, 2023). Ayrıca, yeşil alanların varlığı gayrimenkul değerlerini yükselterek şehir ekonomisine doğrudan fayda sağlar (Bocken vd., 2014).

1.3.3.2. *Kentsel Açık Yeşil Alanlarda Karbon Ayak İzi Azaltma Temelli Tasarım İlkeleri*

Kentsel planlama, şehirlerin sürdürülebilir gelişimini sağlamak ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini en aza indirmek amacıyla stratejik kararların alındığı bir süreçtir. Bu süreçte, karbon ayak izi kavramı, kentsel alanların çevresel performansını değerlendirmek ve iyileştirmek için önemli bir araç olarak kullanılmaktadır (Wiedmann ve Minx, 2008).

Kentsel planlamada karbon ayak izinin dikkate alınması, enerji verimliliği, ulaşım, binaların tasarımı ve yeşil alanların entegrasyonu gibi çeşitli alanlarda stratejilerin geliştirilmesini gerektirmektedir (Bocken vd., 2014). Özellikle, binaların enerji tüketimini azaltacak şekilde tasarlanması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, karbon emisyonlarının düşürülmesinde etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Wiedmann vd., 2007). Ayrıca, toplu taşıma sistemlerinin iyileştirilmesi ve bisiklet yollarının yaygınlaştırılması gibi ulaşım odaklı planlama stratejileri, fosil yakıt kullanımını azaltarak sera gazı emisyonlarına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır (Creutzig vd., 2015).

Yeşil alanların kentsel planlamada entegrasyonu, karbon ayak izinin azaltılmasında hayati bir rol oynamaktadır. Parklar, bahçeler ve yeşil koridorlar gibi yeşil alanlar, karbon yutma kapasitesi sayesinde atmosferdeki karbon dioksit miktarını azaltmakta ve aynı zamanda mikroklima düzenlemesi ile şehir ısı adası etkisini hafifletmektedir (Nowak vd., 2006). Kentsel açık yeşil alanlar, kentsel ekosistemlerin sağlığını koruyarak ve biyolojik çeşitliliği destekleyerek karbon ayak izinin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunmaktadır (Öztürk ve Kaya, 2022). Böylelikle şehirlerin iklim direncini artırmak, sera gazı emisyonlarını azaltmak ve biyoçeşitliliği desteklemek gibi çeşitli fonksiyonlarla çevresel sürdürülebilirliği sağlamaktadır. İklim değişikliği açısından kentsel yeşil alanların önemi, bu alanların iklim üzerindeki etkileri ve adaptasyon stratejileri çerçevesinde daha derinlemesine incelenmelidir (IPCC, 2021).

Kentsel yeşil alanların iklim değişikliği üzerinde doğrudan ve dolaylı etkileri bulunmaktadır. Bu alanlar, karbon yutma kapasitesi sayesinde atmosfere salınan karbon dioksit miktarını azaltarak sera gazı emisyonlarını düşürmektedir (Nowak vd., 2006). Bitkiler, fotosentez süreciyle karbondioksiti emer ve oksijen üretir, bu da atmosferdeki sera gazı konsantrasyonunun azalmasına katkıda bulunur (Kowarik vd., 2011). Ayrıca, yeşil alanlar, su döngüsünü düzenleyerek su buharı salınımını dengelemekte ve böylece iklim dengesini korumaya yardımcı olmaktadır (Bowler vd., 2010).

Kentsel yeşil alanların iklim üzerindeki etkileri sadece karbon emilimiyle sınırlı değildir. Bu alanlar, şehir iklimini dengeleyerek mikroklimaların stabilizasyonuna katkıda bulunur. Yeşil alanların varlığı, özellikle yaz aylarında şehir içi ısı adası etkisini azaltarak sıcaklıkların düşmesine yardımcı olur (Gill vd., 2007). Bu durum, enerji tüketimini azaltarak dolaylı yoldan karbon emisyonlarının da düşmesine katkı sağlar (Akbari vd., 2001).

Kentsel yeşil alanlarda kullanılan yapı materyalleri, üretim ve taşıma süreçlerinde atmosfere salınan karbon miktarını doğrudan etkilemektedir ve bu sebeple karbon salınımını azaltma potansiyeline sahip alternatif malzemelerin incelenmesi gerekmektedir (Sovacool ve Brown, 2010). Geleneksel yapı malzemelerinin üretiminde, özellikle beton ve çeliğin karbon salınımı yüksek seviyelerde gerçekleşmektedir. Beton, üretim sürecinde yüksek sıcaklık gerektirmekte ve çimento üretiminde büyük miktarda CO₂ salınımına sebep olmaktadır. Ahşap gibi karbonu bünyesinde depolayan malzemeler ise, sürdürülebilir kaynaklardan sağlandığında karbon ayak izini düşürme potansiyeline sahip olduğu vurgulanmaktadır (Hawkins vd., 2021).

Kentsel açık yeşil alanların tasarımında kullanılan başlıca materyaller beton, ahşap, metal, plastik ve doğal taşlardan oluşmaktadır. Bu malzemelerden her birinin karbon salınımı ve çevresel etkisi farklılık göstermektedir. Beton ve çimento ürünlerinin üretiminde meydana gelen yüksek sıcaklık gereksinimi, önemli bir karbon salınımına sebep olmaktadır (Lee ve Kim, 2022). Çimento üretiminin küresel karbon emisyonlarının yaklaşık %8'ini oluşturduğu belirtilmiştir. Beton, yeşil alanların zemin kaplamasında yaygın olarak kullanılmakla birlikte, geçirimsiz yapısı nedeniyle su döngüsünü de olumsuz etkileyebileceği vurgulanmaktadır (Hawkins vd., 2021). Ahşap, biyolojik döngü içinde karbon depolama kapasitesine sahip olan nadir yapı malzemelerindendir. Özellikle sürdürülebilir ormanlardan sağlanan ve geri dönüştürülebilen ahşap, karbon salınımını azaltmada etkin bir seçenek sunmaktadır (Lee ve Kim, 2022). Doğal taşlar ve geri dönüştürülebilir kompozitler uzun ömürlü olması ve taşıma sürecinde karbon salınımını azaltması açısından avantaj sağlamaktadır. Ayrıca, geri dönüştürülebilir plastik veya kompozit materyaller de karbon salınımını azaltmak için tercih edilen çevre dostu malzemeler arasında yer almaktadır (Sovacool ve Brown, 2010).

Kentsel yeşil alanların karbon ayak izini düşürmek amacıyla sürdürülebilir materyal kullanımı teşvik edilmelidir. Çeşitli alternatiflerin incelenmesi, karbon emisyonlarının azaltılmasında potansiyel faydalar sağlamaktadır. Geri dönüştürülmüş malzemeler; kullanılmış plastik, metal ve cam gibi malzemelerden üretilen banklar ve çöp kutuları karbon salınımını azaltmada önemli bir seçenek sunmaktadır. Permeable (geçirgen) zemin kaplamaları; betonun geçirimsiz yapısının aksine, permeable kaplamalar yağmur suyunun toprağa geçişini sağlayarak şehir ekosistemini desteklemekte ve karbon ayak izini azaltmaktadır. Doğal bitki örtüsü ve ekolojik peyzaj tasarımlarında yalnızca düşük

karbonlu malzemeler ile değil, aynı zamanda doğal bitki örtüsü kullanımı ile oluşturulacak olan yeşil alanların, karbon dengesini korumada etkili olduğu vurgulanmaktadır. Sonuç olarak kentsel açık yeşil alanlarda kullanılan malzemeler, karbon salınımı açısından önemli bir rol oynamaktadır. Düşük karbon ayak izine sahip alternatif malzemelerin tercih edilmesi, karbon emisyonlarının azaltılmasına ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir yeşil alan tasarımı, çevre dostu materyallerin kullanımı ve ekolojik peyzaj uygulamaları, kentsel karbon ayak izinin düşürülmesine yardımcı olabileceği düşünülmektedir (Smith, 2020).

Bitkilerin karbon salınımını azaltma kapasiteleri, yapısal özelliklerine ve ekolojik fonksiyonlarına bağlı olarak değişiklik gösterir (Zhao, vd., 2024). Ağaç türleri, geniş yaprak yüzey alanları ve derin kök sistemleri sayesinde daha fazla karbon depolayabilirken, çalı ve yer örtücü bitkiler de toprak karbonunu koruma kapasitesine sahip olmaktadır (Jones ve Smith, 2021). Yapraklı ve ibreli bitkilerin karbon salınımını azaltma kapasiteleri, yapısal özelliklerinden kaynaklı olarak farklılık göstermektedirler. Yapraklı bitkiler, geniş yaprak yüzeyleri sayesinde fotosentez yoluyla atmosfere oranla daha fazla karbon absorbe etme eğilimindedirler. Bu geniş yüzey alanı, yapraklı bitkilerin büyüme sezonu boyunca yüksek miktarda karbondioksit tutmasına olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, ibreli bitkiler ise yıl boyunca yaprak dökmedikleri için sürekli fotosentez yaparak karbon tutma sürecine devam edebilmektedir (Smith ve Lee, 2019). İbreli ağaçların, düşük sıcaklıklarda dahi fotosentez sürecini sürdürebildiği için özellikle soğuk iklimlerde karbon depolama açısından avantajlı olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca, yıl boyunca yaprak dökmeyen türler de sürekli karbon absorpsiyonu sağlayarak kentsel alanların karbon salınımını dengelemeye yardımcı olabileceği ifade edilmiştir (Lee, 2022).

Ek olarak, kentsel yeşil alanlar, hava kalitesini iyileştirir ve zararlı partiküllerin atmosferden uzaklaştırılmasına yardımcı olur. Bitkiler, hava kirliliğine neden olan partikülleri ve gazları filtreleyerek temiz bir hava sağlar. Bu, insan sağlığı üzerinde olumlu etkiler yaratırken, aynı zamanda iklim değişikliğine karşı dirençli şehirler oluşturulmasına katkıda bulunur (Tzoulas vd., 2007).

Kentsel ısınma, iklim değişikliğinin kentler üzerindeki en belirgin etkilerinden biridir. Betonlaşma ve yeşil alanların azalması, şehirlerin yüzey sıcaklıklarının yükselmesine neden olarak ısı adası etkisini artırmaktadır. Bu durum, hem enerji tüketimini hem de

insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Kentsel yeşil alanlar, bu ısınma etkisini azaltmada kritik bir rol oynamaktadır (Oke, 1982).

Açık yeşil alanların varlığı, yerel iklim üzerinde doğrudan etkiler yaratmaktadır. Bitkiler, transpirasyon yoluyla su buharı salarak havayı nemlendirir ve bu da yüzey sıcaklıklarının düşmesine yardımcı olur (Bowler vd., 2010). Ayrıca, ağaçların gölgelik oluşturmaları, binaların ve yolların güneş ışığını absorbe etmesini engelleyerek ısı birikimini azaltır. Bu sayede, şehir içi sıcaklıklar kontrol altında tutulabilir ve enerji tüketimi azaltılarak karbon emisyonları düşürülebilir (Akbari vd., 2001).

Birçok araştırma, kentsel yeşil alanların karbon yutma kapasitesinin sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azalttığını göstermektedir. Örneğin, Nowak vd. (2006) tarafından yapılan çalışmalar, şehir içindeki ağaçların ve bitkilerin atmosfere salınan karbon dioksit miktarını emerek iklim değışikliğiyle mücadelede önemli bir araç olduğunu ortaya koymuştur. Bu bağlamda, yeşil alanların artırılması, karbon ayak izinin azaltılması için etkili bir strateji olarak değeriendirilmektedir (Wiedmann ve Minx, 2008).

Kentsel yeşil alanlar, aynı zamanda şehir iklimini dengeleyerek mikroklimaların stabilizasyonuna katkıda bulunmaktadır. Bu alanlar, özellikle sıcaklıkların aşırı yükselmesini engelleyerek şehir ısı adası etkisini azaltır ve enerji tüketimini düşürür (Akbari vd., 2001).

Kentsel açık yeşil alanların iklim değışikliği ile mücadeledeki rolü, çevresel-toplumsal-ekonomik boyutlarıyla geniş kapsamlı bir öneme sahiptir (Gill vd., 2007; UN-Habitat, 2016).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. MATERYAL

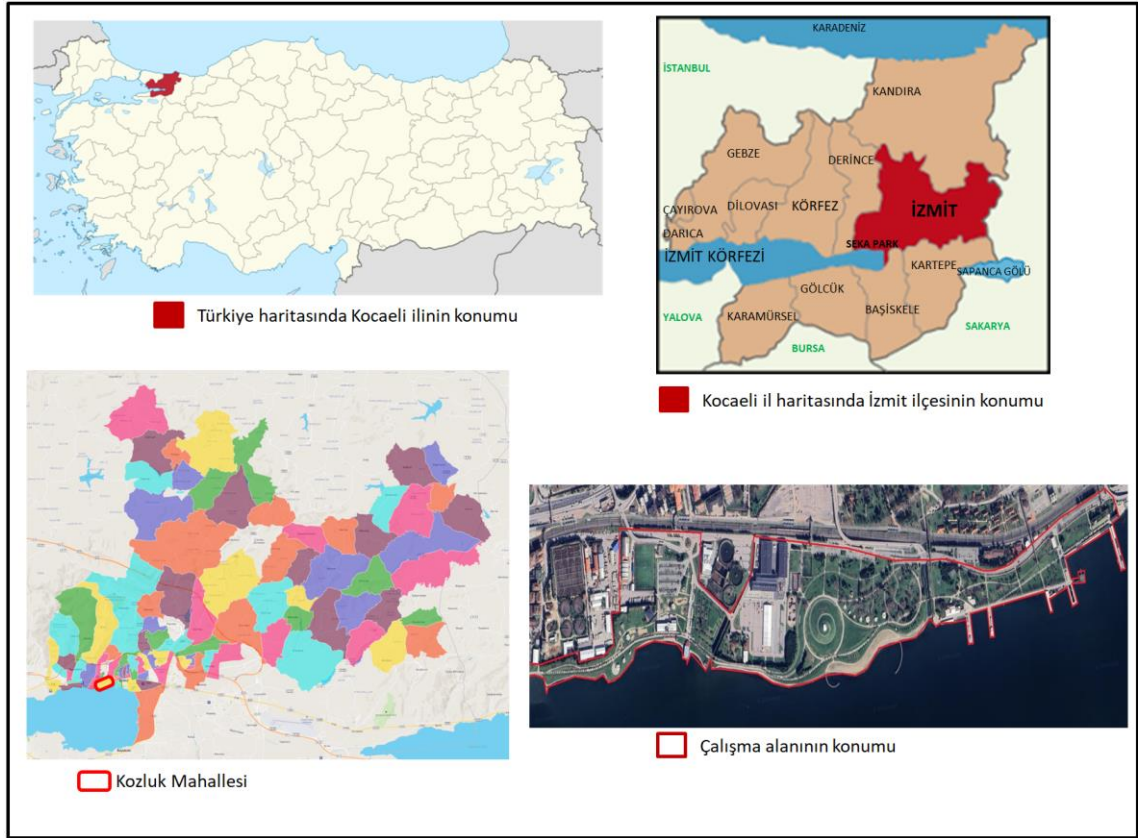
Tezin ana materyali Seka Park, 1. ve 2. Etap ve çalışma alanındaki karbon salım-depolama kaynaklarıdır. Çalışmanın ikincil kaynakları; arazi çalışmalarıyla ve gözlemleriyle elde edilen karbon salımını ortaya koyan notlar; çalışma alanına ait yakıt, doğalgaz, elektrik, su, doğalgaz, vb. faturaları; Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nden 27.05.2024 tarihli ve E-87332383-804.01-00003529470 sayılı resmi yazı ile talep edilen veriler (Ek-1), çalışma alanının doğal-kültürel peyzaj özelliklerini ortaya koyan bilimsel çalışmalardır (kitap, tez, makale, proje, harita, fotoğraf, rapor, bildiri vb.).

2.1.1. Çalışma Alanı

Çalışma, Kocaeli ili, İzmit ilçesinin, Kozluk Mahallesi'nde yer alan Seka Park 1. ve 2. etaplarında yürütülmüştür (Şekil 2.1.). Çalışma alanı, kuzeyinde İzmit Körfezi, güneyinde parkın kara tarafındaki sınırı oluşturan İstanbul-Sakarya istikametinde uzanan D-100 Karayolu D-100 karayolu ve bu karayola paralel alternatif bir güzergah yolu olan Oramiral Salim Dervişoğlu Caddesi, batısında eski Mannesmann Boru Fabrikası (kapatılmış) arazisi ve doğusunda. İzmit şehir merkezi ve sanayi bölgeleri yer alır. Çalışma alanı, İzmit şehir merkezine yaklaşık 3 km mesafededir.

Çalışma alanı, 350.000 m² alana sahiptir. Bu alanın, 246,832 m²'lik alanı 1. Etap, 103.168 m²'lik alanı 2. Etap'a aittir. Aynı zamanda, bu alanın 250.000 m² si yeşil alan, 100.000 m² si açık alan ve yapı (bina) alanlarından oluşturmaktadır.

İzmit ilçe nüfusunun artması (Uğurlu, 2023), kentleşmenin yayılması (Kanık, 2023), sanayinin yoğunlaşması (Kocaeli Çevre Durum Raporu, 2022; Aktaş vd., 2023), hava kalitesinin bozulması (Kocaeli Çevre Durum Raporu, 2022; Kotan ve Erener, 2023), vb. bunlara bağlı olarak da iklim değişikliği senaryolarının kötü olması (Kocaeli İli İklim Değişikliği Eylem Planı, 2022) çevresel sorunların çözümü için toplumsal farkındalığın yetersiz olması (Acar ve Yavuz, 2023) çalışma alanının belirlenmesinde etken olmuştur.



Şekil 2.1. Çalışma alanının konumu

2.1.1.1. Çalışma Alanının Doğal Peyzaj Özellikleri

Jeoloji: Kocaeli'nin büyük bir kısmında Kretase yaşlı kireçtaşı ve kumtaşı yaygındır. İzmit bölgesinin jeolojik yapısı, temel olarak Kretase (Tebeşir) ve Paleozoyik yaşlı kayalardan oluşur. Bu kayalar, bölgenin jeolojik tarihini ve yapısal özelliklerini anlamak açısından önemlidir. Kretase dönemi, yaklaşık 145 ile 66 milyon yıl önceye tarihlenir ve bu döneme ait kayalar, denizel ortamlarda çökelmiş tortul kayalardır. Bölgede yaygın olarak bulunan kireçtaşı, yüksek oranda kalsiyum karbonat (CaCO_3) içeren ve genellikle beyaz veya gri renkli olan bir kayaç türüdür. Paleozoyik yaşlı kayalar, Kocaeli bölgesinde daha az yaygın olmakla birlikte, 541-252 milyon yıl önceye tarihlenir ve özellikle bölgenin daha eski jeolojik yapılarında bulunur. Bu döneme ait kayalar arasında şistler ve kumtaşları yer alır. Şistler, genellikle ince taneli ve yapraklı bir yapı gösteren metamorfik kayalardır ve yüksek basınç ve sıcaklık altında oluşmuşlardır. Paleozoyik dönemde oluşan kumtaşları ve kuvarsitler de İzmit'in jeolojik yapısında yer alır. Bu kayalar, tortul ve metamorfik süreçler sonucu oluşmuştur ve genellikle sert ve dayanıklıdır. İzmit kent merkezinin bazı bölgelerinde, özellikle akarsu yatakları ve deniz kıyısında, alüvyon birikintileri bulunur. Ayrıca Kocaeli

bölgesinde üç farklı deformasyon evresi tanımlanmıştır: Bunlardan ilki Karbonifer ve daha yaşlı birimleri, ikinci evre ise Orta Eosen ve daha yaşlı kayalar etkilmiştir. Üçüncü deformasyon evresi ise Kuzey Anadolu Fayı ve onun kolları ile gelişmiş sağ yanal atımlı faylarla karakterize edilmiştir (Çuvaş, 2002; Yılmaz, 2008; İlze, 2013; Kaya, 2015; Ergün, 2017; Demirtaş, 2019).

Seka Park'ın kıyı kesimini alüvyal alanlar oluşturmaktadır. Alüvyonlar, nehir ve akarsuların taşıdığı ve biriktirdiği ince taneli tortullardan oluşur. Bu birikintiler, genellikle kil, silt, kum ve çakıl karışımından oluşur (İlze, 2013).

İzmit Körfezi aktif tektonik kuşak olan Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın üzerinde yer almaktadır. Aktif levha hareketlerine bağlı olarak farklı tektonik stildeki hareketlerin kontrolünde bir morfoloji mevcuttur. Bu nedenle, yüksek sismik aktivite riski taşımaktadır (İlze, 2013). 17 Ağustos 1999 depreminde bu hat ve yakınında bazı açılma çatlakları ve yüzey kırıkları görülmüştür (Çuvaş, 2002; Yılmaz, 2008; Kaya, 2015; Ergün, 2017; Demirtaş, 2019).

İzmit ve çevresi, Kuzey Anadolu Fay Hattı'na yakın bir konumda yer almaktadır. Kuzey Anadolu Fay Hattı, Türkiye'nin en aktif ve tehlikeli fay hatlarından birisi olup, 1999 Marmara Depremi gibi büyük depremler üretmiştir. 1999 yılında gerçekleşen Marmara Depremi'nin yıkıcı etkisi Seka Park'ta da hissedilmiştir. İskele ve Seka Kâğıt Fabrikası'nda yıkım meydana gelmiş fabrikanın kapatılma sürecini hızlandırmıştır. Öte yandan Seka Park'ta Kuzey Anadolu Fay Hattı riski bulunduğu gibi özellikle alüvyon topraklarda sıvılaşma riski de bulunmaktadır (Köse, 2018).

Jeomorfoloji: Seka Park, kıyı düzlüklerinden oluşmakta olup, deniz seviyesine oldukça yakındır. Genel topografyası hafif dalgalı ve düzdür. Çalışma alanı, karma süreçlerle birlikte rölyefin tesviyelenerek antropojenik faaliyetlere uygun hale getirildiği alanlardan oluşmaktadır. Kıyı alanında, kıyı çizgisinden 50 metre kadar karaya doğru olan mesafede irili ufaklı tepeler oluşturulmuştur. Tepelerin en yükseği olan, 15 metre yüksekliğinde ve 150 metre çapındaki uçurtma tepesidir. Uçurtma tepesi, çalışma alanının en yüksek noktasıdır (Uzun, 2014; Kaya vd., 2015; Uzun, 2021). Seka Park'ın bulunduğu arazinin eğim oranları genellikle %0-5 arasındadır. Tam düzlük (%0-1), düzlük (%1-2) ve dalgalı düzlük (%2-5) eğim grubundadır. Çalışma alanı tam düzlük (%0-1) özelliği gösteren kısımda yer almaktadır (Yıldız, 2016).

Seka Park, alçak kademede deniz seviyesinde bulunmakta olup, yükselti kıyından itibaren kuzeye doğru az bir eğimle artarak, 20 metre izohipsine kadar devam etmektedir (Uzun, 2014).

Seka Park'ın kıyı şeridi doğrudan kuzeye, yani Körfez'e bakmaktadır. Bu durum, parkı denizden gelen rüzgâr ve iklim koşullarından doğrudan etkilemektedir. Seka Park özellikle doğu ve güneydoğu bakıya sahiptir (İlze, 2013).

Hidroloji: Çalışma alanı, Marmara ana nehir havzasının bir alt havzası olan İzmit Körfezi alt havzasında (Körfez alt havzası) yer almaktadır. Çalışma alanında, Merkezğa deresi, Memeli deresi, alanın batısından geçen Fidanlık deresi, alanı doğu-batı yönlerinde ikiye bölen Kelle deresi, orta kesiminde ise Seka fabrikasından kalan dere yatağının ıslahı sonucu yapılmış sel kanalı bulunmaktadır (Şekil 2.2) (Oğuz vd., 2010; Uzun, 2014; Kent Bilgi Sistemi, 2024).

Ayrıca 1936 yılında Seka Kağıt Fabrikasının su ihtiyacının karşılandığı bugün Kiraz Deresi olarak adlandırılan Kilez Deresi'nden Seka Park'ın kuzeybatısından geçmektedir (KODA, 2023).

Bölgedeki alüvyon ve neojen formasyonlar, yeraltı suyunun biriktiği ana akiferlerdir. Bu yeraltı suları, özellikle yaz aylarında yüzey sularının azalması durumunda önemli bir su kaynağıdır. Öte yandan, İzmit Körfezi ve çevresindeki akarsuların su kalitesi, sanayi tesislerinden, endüstriyel faaliyetler ve kentsel gelişimden etkilenmekte, su kirliliği zaman zaman artış göstermektedir. Bu kirlilik, deniz suyu ve akarsu kalitesini olumsuz etkilemektedir. Seka Park, doğrudan İzmit Körfezi'ne kıyısı olan bir park olması sebebiyle, deniz suyu ekosistemi, parkın su özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Topçuoğlu ve Karagüzel, 2022).



Şekil 2.2. Çalışma alanında bulunan dereler (Kent Bilgi Sistemi, 2024).

Toprak: Çalışma alanı, akarsu ve derelerin İzmit Körfezine dökülme noktasında yer alması sebebiyle alüvyon ve kireçtaşı birikintileri ile karakterize edilmektedir. Bu topraklar, bitki örtüsü için uygun bir ortam sağlamaktadır (İlze, 2013).

Bitki Örtüsü: Çalışma alanının yer aldığı Kocaeli ilinin bitki örtüsü, Marmara Bölgesi'nin özelliklerini taşımakla birlikte, kıyılar ve dağlık alanlar arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Kuzeyden güneye doğru gidildikçe, Karadeniz kıyısına özgü bitki topluluklarının yerini Akdeniz bitkileri almaya başlamaktadır. Samanlı Dağları ile Karadeniz kıyısı ardında konuşlanan alanlar nemli ve sık ormanlarla kaplıdır. Bu ormanlar ise daha çok kayın ağaçlarından oluşmaktadır. Kayına ek olarak gürgen, kestane ve meşe de görülmektedir. Samanlı Dağları'nın yüksek kesimleri iğne yapraklılarla örtülüdür. İzmit Körfezi'nin kuzey ve doğusunda Akdeniz iklimine özgü makilere rastlanmaktadır. Körfezin kuzeyinde, maki formasyonu ile başlayan bitki örtüsü daha kuzeye doğru değişerek yaprağını döken meşeliklere geçiş yapar. Körfezin kuzey kıyılarında yaygın olarak yer alan zeytinlikler, kent ve sanayi alanı olarak değerlendirilmek üzere yok edilmiştir. Tahrip edilen ormanlık alanlar step bitkileri ve yalancı makilerle kaplıdır. Körfezin kuzeybatısındaki ormanlar yerleşme alanlarının sınırını oluşturmaktadır (Darkot ve Tuncel, 1981; Kocaeli İli İklim Değişikliği Eylem Planı, 2022).

Çalışma alanına ilişkin peyzaj projesi hazırlanırken mevcutta bulunan çınar (*Platanus orientalis*), meşe (*Quercus spp.*), defne (*Laurus nobilis*), kızılcıktan (*Cornus mas*) oluşan mevcut bitki örtüsü korunmuş ve alana yeni bitki türler (*Tilia spp.*, *Acer spp.*, *Cercis siliquastrum*, *Cedrus spp.*, *Lavandula spp.*, *Pittosporum tobira*, *Rosa spp.*) getirilmiştir (Uzun, 2014).

Bugün çalışma alanında, 3.249 adet geniş yapraklı ağaç, 2.384 adet ibreli ağaç, 25.189 adet çalı bitkisi ve 36.555 adet yer örtücü ve otsu bitki bulunmaktadır. Ayrıca, 300.000 m² çim alan mevcuttur (Seka Yeşil Alan Raporu, 2024).

Hayvan varlığı: İzmit Körfezi'nde son yıllarda içinde yapılan gözlemlerde 168 adet kuş türü belirlenmiştir. İzmit Körfezi, nesli dünya ölçeğinde tehlike altında olan dikkuyruk ördeği ve küçük karabatakların üreme sonrası önemli bir konaklama ve beslenme alanıdır. Bu iki kuş türü Türkiye'nin taraf olduğu Bern sözleşmesine göre "Kesin Korunması Gerekli Türler" listesinde yer almaktadır (Anonim, 2022a; Anonim, 2024a).

İklim: Çalışma alanı, Akdeniz-Karadeniz iklimi geçiş bölgesinde yer almaktadır. Bu iklim, yazlar sıcak ve az yağışlı, kışlar yağışlı, zaman zaman karlı ve soğuk özelliğine sahiptir. Ayrıca yaz aylarında körfez kıyıları bunaltıcı sıcaklar sergileyebilmektedir (Çuvaş, 2002; Uzun, 2014; Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, 2022). Çalışma alanındaki iklim verileri incelendiğinde, ölçülen en yüksek hava sıcaklığının 41,6 °C (11 Ağustos 1970), en düşük hava sıcaklığının -8,7 °C (4 Şubat 1960), yıllık ortalama sıcaklığın ise 14,9 °C olduğu görülmüştür. İzmit’e ilişkin 2015-2019 yıllarında yüzey sıcaklıklarının incelendiği bir çalışmada, en yüksek sıcaklıkların (53.95 °C) sanayi tesislerinin bulunduğu belirli noktalarda olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada, 2018 yılına ait verilerde, bir önceki yıllara oranla yer yüzey sıcaklıklarında ciddi düşüşler (27.05 °C) tespit edilmesine rağmen, sanayi tesislerinin bulunduğu alanların sıcaklıklarının yine yüksek olduğu (46.53 °C) tespit edilmiştir. Kocaeli ili genelinde ise tarım ve yerleşim alanlarının genellikle sıcaklık değeri bakımından yüksek, yeşil alanların ve ormanlık alanların ise düşük değere sahip oldukları tespit edilmiştir (Akyürek, 2020). Yıllık ortalama yağış miktarı 816,4 mm, yıllık ortalama yağışlı gün sayısı ise 133.5’ tir. Çalışma alanında hâkim rüzgâr yönü kuzeybatıdan güneydoğuya doğru olup, genel rüzgâr hızı ise 2.25 ile 3 m/sn arasındadır. Kocaeli’nin batı kesimlerinde rüzgâr hızının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. İzmit Körfezi çevresindeki rüzgâr hızı incelendiğinde, 2015 yılından itibaren beş yıllık periyotlar içerisinde düzenli bir azalma olduğu tespit edilmiştir (Akyürek, 2020) (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Kocaeli ili 1929-2023 iklim verileri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2023).

Veriler	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Yıllık
Ort. Sıcaklık (°C)	6,2	6,7	8,5	13	17,6	21,7	23,8	24	20,5	16,2	12,2	8,4	14,9
Ort. En Yüksek Sıcaklık (°C)	9,7	10,6	13,2	18,5	23,3	27,5	29,6	29,8	26,2	21,1	16,5	12	19,8
Ort. En Düşük Sıcaklık (°C)	3,2	3,4	4,8	8,5	12,8	16,6	19	19,3	16,1	12,5	8,8	5,5	10,9
Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	2,5	3,1	4	5,7	7,3	8,8	9,5	9	7	4,7	3,6	2,6	5,6
Ort. Yağışlı Gün Sayısı	16,93	14,92	14,01	11,29	9,82	8,38	5,78	5,08	7,26	11,39	12,4	16,2	133,5
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ort. (mm)	92,7	76,3	71,8	51,5	48,4	56,2	45,1	42,8	58,8	85,7	79	108,1	816,4
En Yüksek Sıcaklık (°C)	24,9	26,7	30,8	35	37,2	40,7	44,1	42,9	40,2	36,2	30	27,4	44,1
En Düşük Sıcaklık (°C)	-13,1	-18	-6,5	-1	1,8	4	10,1	10,9	4,9	2,4	-3,4	-8,8	-18

I: Ocak, II. Şubat, III. Mart, IV. Nisan, V. Mayıs, VI. Haziran, VII. Temmuz, VIII. Ağustos, IX. Eylül, X. Ekim, XI. Kasım XII. Aralık

2.1.1.2. Çalışma Alanının Kültürel Peyzaj Özellikleri

Tarihçe ve Kentsel Gelişim: Kocaeli ili MÖ. 377 ve MÖ. 67 yılları arasında Bitinya bölgesinde kurulmuş olan bir devletin egemenliğinde idi. Bitinya bölgesi, günümüz koşullarında İstanbul Bursa ve Sakarya arasında kalmaktadır. Bu bölge tarihsel olarak sırasıyla, “Olbia”, “Astakos”, “Nikomedia”, “İznikmid”, “İzmid” ve son olarak ise Kocaeli ismiyle anılmıştır. Magarahlılar ve Bizanslılar tarafından yıllarca yönetilen şehir, Selçuklular Dönemi ile ilk kez fethedilmiş ve Osmanlı Dönemi itibariyle ise Türk yurdu olmuştur. Deniz Kavimlerinin gerçekleşmesinden sonra, Helenler Anadolu kıyılarını yerleşke olarak benimsemiş ve buralarda koloniler kurmuşlardır. Bu kolonilerden birisi olan Megarahlılar Başiskele mevkinde Astakos şehrini kurmuşlardır. Bu şehir deniz ve kara ulaşımına uygun olmasından ötürü bir liman kentidir. Kentte sanayileşmenin temeli 19. yüzyıl itibariyle atılmıştır. Tesislerin inşasında özellikle bu bölgenin seçiminde körfez faktörü büyük rol oynamakla birlikte, ulaşım kolaylığı, ham madde sevkiyatı gibi faktörlerde şehrin sanayileşmesine katkı sağlamıştır (Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, 2024). Körfez’in güney sahilinin Karamürsel Alp Bey tarafından fethedilmesinden sonra Osmanlı’nın ilk tersanesi bu bölgede kurulmuştur. Kurulan bu tersane, Kocaeli sınırları dahilinde Türkler tarafından gerçekleştirilen ilk sanayi yatırımı olarak değerlendirilebilmektedir. Sultan Orhan döneminde restore edilerek kullanıma açılan İzmit Tersanesi, Yavuz Sultan Selim döneminde geliştirilerek yeniden faal hale getirilmiştir. Bu sayede İzmit’in denizcilik ve gemicilik olmasını sağlayan gelişmeler sonucunda, tersaneler kurulmuş uzun dönem geleneksel fabrikaların temeli atılmıştır (Ayan, 2016).

Kocaeli’nin sanayileşme yolundaki en önemli faktörlerinden birisi ulaşımında sahip olduğu geniş imkanlardır. Şehirde kara, demir ve liman taşımacılığının kullanılması, sanayileşme sürecini hızlandırmıştır (Köroğlu, vd., 2012). Cumhuriyet döneminde kurulacak fabrikaların yerinin belirlenmesindeki en büyük faktörlerden birisinin ham madde ulaşımındaki kolaylık olduğunu belirtmektedir. Bu bağlamda, 1934 yılı itibariyle temelleri atılan Seka Fabrikası’nın özellikle bu ilde inşa edilmesinin sebepleri arasında, demiryollarına olan yakınlığı ve çevresinin denizle çevrili olması da ihtimaller dahilindedir (Arıtan, 2005). Cumhuriyet dönemi itibariyle benimsenen üretim metrikleri, şehirlerde fabrikaların kurulması ve yerel markaların oluşmasında öncül olmuştur. Kocaeli’nde bu yeni dönem itibariyle en hızlı gelişen illerden birisi olmuştur. Seka Kâğıt Fabrikası, Cumhuriyet döneminde benimsenen sanayileşme ideolojinin en

büyük örneklerinden birisidir. Kocaeli sanayisinin temel yapı taşlarını oluşturan diğer sanayi tesisleri ise şu şekildedir; “Mihaniki Hamur Tesisi” ve “Kaolin Fabrikası” 1927-1950 yılları arasında kurulmuştur. “Su Alma Tesisatı”, “Enerji Atölyesi”, “Hereke Fabrikası”, “Saman Selülozu Fabrikası”, “Darıca Aslan Çimento Fabrikası” “Paçavra Selülozu Fabrikası” “Odun Selülozu Fabrikası” (Tunç, 2006).

Seka Kâğıt Fabrikası’nın Kuruluşu ve Gelişimi: Seka Fabrikası Türkiye Cumhuriyeti’nin ilk kâğıt fabrikası olmakla birlikte Kocaeli sanayisinin gelişmesinde önemli ölçüde paya sahiptir. Cumhuriyet dönemi itibarıyla büyük ölçüden önem kazanan sanayileşme çerçevesinde ortaya konan 1. Sanayi Planı kapsamında kâğıt ve selüloz üretimi adına önemli çalışmalar başlatılmıştır. Seka Fabrikası, İzmit ilçesi Kozluk Mahallesi 19. M.H.D Pafta, 3317 Ada, 1 Parsel ’de konumlanmıştır. Kuzey yönünde D-100 Karayolu ile, güneyde ise Marmara Denizi ve Körfez ile sınırlandırılmış olan fabrika alanının özellikle İstanbul’a ve denizlere yakınlığı hammadde nakli için önem taşımaktadır (Köksal, 2023). Seka Kâğıt Fabrikası, 1936 yılında İzmit’te kurulmuştur. Cumhuriyetin ilk yıllarında, sanayi ve ekonomik kalkınma stratejileri kapsamında kâğıt ihtiyacını yerli üretimle karşılamak amacıyla inşa edilmiştir. Fabrikanın kuruluşu, dönemin modernleşme ve sanayileşme politikaları doğrultusunda gerçekleştirilmiş olup, Mustafa Kemal Atatürk’ün önderliğinde önemli bir yatırım olarak kabul edilmiştir (Ünal, 2016).

Fabrika, 1936’da üretime başladığında, Türkiye’nin kâğıt ihtiyacının büyük bir kısmını karşılamayı hedeflemiştir. İlk yıllarında, özellikle yazı ve baskı kâğıdı üretimi üzerine yoğunlaşmış, ardından ürün yelpazesini genişleterek karton ve ambalaj kâğıdı üretimine de başlamıştır. Bu dönemde Seka, ülkenin kâğıt ihtiyacını karşılayan en önemli kuruluşlardan biri haline gelmiştir (Demir, 2009). 1960’lı yıllarda, artan talep ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda Seka, kapasite artırımı ve modernizasyon çalışmalarına başlamıştır. Yeni üretim hatları ve makine parkları eklenerek, üretim kapasitesi ve ürün çeşitliliği artırılmıştır. 1970’lerde ise, dünya genelinde kâğıt üretiminde kullanılan ileri teknolojilerin Türkiye’ye entegrasyonu sağlanarak, Seka’nın rekabet gücü artırılmıştır (Çelik, 2012).

1980’li yıllarda, Türkiye’de ekonomik reformlar ve özelleştirme politikaları kapsamında Seka da bu süreçten etkilenmiştir. 1980’li yıllara kadar her geçen dönem kapasitesinin arttırarak üretime devam eden, yerleşke de sosyal bir hayat düzeni kurulan Seka 1980

sonrasında özel sektör üreticileriyle rekabet edemez hale gelmiştir. 1998 yılında fabrikanın özelleştirilmesi gündeme gelmiş, ancak çeşitli nedenlerle bu süreç uzun yıllar tamamlanamamıştır. Rekabet piyasasında yer almayan ve güncelde değerini kaybeden işletme tüm bu gelişmeler songunda kapatılmak üzere gündeme alınmıştır. Seka Kâğıt Fabrikası, faaliyet gösterdiği süre boyunca Türkiye ekonomisine önemli katkılarda bulunmuştur. Yerli kâğıt üretimi sayesinde dışa bağımlılığı azaltmış, istihdam sağlamış ve sanayi sektöründe teknoloji transferine öncülük etmiştir. Ayrıca, eğitim ve kültür alanlarında da destekler sunarak toplumsal gelişime katkıda bulunmuştur. Seka'nın kapatılmasının ardından bu alanda ne yapılacağına dair tartışmalar sürerken alanın devredilme sürecinde ve kullanımında yasal koruma süreci başlamıştır. Bursa Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Müdürlüğü Seka fabrikası ve yakın çevresini arkeolojik sit alanı olarak ilan etmiştir. Alanın arkeolojik sit alanı olarak ilan edilmesindeki temel sebep arkeolojik potansiyele dayanmaktadır. Nikomedia çağından günümüze uzanan süreçte uygarlıkların bu alanda bıraktığı/bırakabileceği kalıntılar korunmak istenmiştir. Bu bağlamda alanda yer alan sanayi mirası yapılar tescil ile koruma altına alınmıştır Alandaki bazı yapıların tescillendirilememesi özel mülkiyete devre zorunlu kılmıştır. Buna istinaden saha 2005 yılında Kocaeli Belediyesi'ne devredilmiştir (Kaya, 2010; Ercan, 2014; Köksal, 2023).

2005 yılında Seka, Kocaeli Belediyesi'ne devredilirken, kurulun aldığı kararla sözleşmede "Tesis arazisi halka ait açık yeşil alan, rekreasyon amacıyla devredilmektedir." ifadesi yer almaktadır (Uzun, 2017).

Kente kıyı kimliği kazandıracak, sürdürülebilir yaşam alanı oluşturması planlan bu proje 2005 yılı itibariyle Endüstriyel Dönüşüm Projesi olan Seka Park çalışmalarına başlanmıştır. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'ne devredilen 1. 210, 695 m² alana sahip Fabrika yerleşkesinin, 2005 yılındaki durumu kentsel çöküntü olarak ifade edilmektedir. Boşaltılan yerleşke içerisinden Alman mimarisinin eseri olan yapı stokları dikkat çekmektedir. Alan, halkın erişimine açık olmadığından kentten ve kentin gündelik yaşam pratiklerinden uzak ve izoledir bu bağlamda bu alanın kent ile özdeşleşmesi ve halkın gündelik kullanımına entegre edilebilmesi adına çalışmalar planlanmıştır (Oğuz 2010; Uzun, 2017).

Nüfus: Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından açıklanan 31 Aralık 2023 tarihli verilere göre, Kocaeli ilinin nüfusu 2.102.907 kişidir. Bu nüfusun %50,5'i erkek

(1.061.291 kişi) ve %49,5'i kadındır (1.041.616 kişi). Bir önceki yıla göre Kocaeli'nin nüfusu 23.835 kişi artmıştır (Çizelge 2.2). 2023 nüfus sayım verilerine göre, en kalabalık ilçe Gebze, nüfusu en az olan ise Kandıra ilçesidir (Çizelge 2.3) En yoğun yaş grupları 30-39 arasındır. 30-34 yaş grubunun nüfus oranı %8,08 ve 35-39 yaş grubunun nüfus oranı %8,27'dir (Çizelge 2.4) (TÜİK, 2023).

Çizelge 2.2. Kocaeli ilinin yıllara göre nüfus artışı (TÜİK,2023)

Yıl	Toplam Nüfus	Yıl	Toplam Nüfus
1990	936.163	2015	1.780.055
2000	1.206.085	2016	1.830.772
2007	1.437.926	2017	1.883.270
2008	1.490.358	2018	1.906.391
2009	1.522.408	2019	1.953.035
2010	1.560.138	2020	1.997.258
2011	1.601.720	2021	2.033.441
2012	1.634.691	2022	2.079.072
2013	1.676.202	2023	2.102.907
2014	1.722.795		

Çizelge 2.3. 2023 yılı Kocaeli ilçe nüfus dağılımı (TÜİK, 2023).

İlçe	Toplam Nüfus	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu	Erkek (%)	Kadın (%)
Gebze	407.436	206.542	200.894	50,69	49,31
İzmit	378.656	186.770	191.886	49,32	50,68
Darica	227.892	115.093	112.799	50,5	49,5
Körfez	180.131	90.253	89.878	50,1	49,9
Gölcük	177.441	89.360	88.081	50,36	49,64
Çayırova	153.301	77.873	75.428	50,8	49,2
Derince	146.409	73.312	73.097	50,07	49,93
Kartepe	142.175	72.379	69.796	50,91	49,09
Başiskele	121.278	61.667	59.611	50,85	49,15
Karamürsel	59.952	30.057	29.895	50,14	49,86
Dilovası	54.391	28.080	26.311	51,63	48,37
Kandıra	53.845	29.905	23.940	55,54	44,46

Çizelge 2.4. 2023 yılı Kocaeli ilinin yaş gruplarına göre nüfus dağılımı (TÜİK, 2023).

Yaş Aralığı	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu	Toplam Nüfus	Nüfus Oranı (%)
0-4	70.221	66.268	136.489	6,49
5-9	86.417	81.964	168.381	8,01
10-14	80.844	76.361	157.205	7,48
15-19	77.663	71.114	148.777	7,07
20-24	78.773	72.696	151.469	7,2
25-29	84.983	83.197	168.180	8
30-34	85.328	84.641	169.969	8,08
35-39	87.523	86.407	173.930	8,27
40-44	91.220	89.011	180.231	8,57
45-49	78.667	74.252	152.919	7,27
50-54	65.231	63.270	128.501	6,11
55-59	53.308	52.572	105.880	5,03
60-64	42.601	44.505	87.106	4,14
65-69	33.087	36.016	69.103	3,29
70-74	21.745	25.237	46.982	2,23
75-79	12.930	16.843	29.773	1,42
80-84	6.673	9.803	16.476	0,78
85-89	2.887	4.795	7.682	0,37
90+	1.190	2.664	3.854	0,18
Toplam			2.102.907	100

Kocaeli’nde yaşanan nüfus artışının temel nedenleri arasında sanayi gelişimi, İstanbul’a yakınlık, ulaşım altyapısının iyileştirilmesi, konut sektörü ve yaşam kalitesindeki iyileşmeler yer almaktadır. Bu faktörler, Kocaeli’ni hem iş gücü göçü hem de yerleşim yeri olarak cazip kılmaktadır (Aydın, 2019; Güven, 2017; Özdemir, 2020; Şahin ve Yılmaz, 2018; Yılmaz ve Kılıç, 2015).

Çalışma alanının bulunduğu İzmit ilçesi’nin nüfusu, son 10 yılda önemli bir artış sergilemektedir. Bu artış, ilçenin sanayi, ticaret ve eğitim alanlarındaki gelişimiyle doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda 2010 yılında 323.675 olan nüfus, 2023 yılında 381.715’e ulaşmıştır. İzmit ilçesi için yapılan nüfus projeksiyonları, artışın devam edeceğini ve ilçe nüfusunun 2025 yılında yaklaşık 400.000 kişiye, 2030 yılında ise 420.000 kişiye ulaşacağını tahmin etmektedir. Bu projeksiyonlar, yıllık Ort. %1,5-2 arası bir büyüme oranına dayanmaktadır (Çizelge 2.5) (TÜİK, 2023; Uğurlu, 2023).

Çizelge 2.5. İzmit'in yıllara göre nüfus değişimi (TÜİK,2023).

Yıl	Nüfus	Yıl	Nüfus
1990	377,377	2014	339,623
2000	373,034	2016	348,208
2007	447,898	2017	352,659
2008	306,515	2018	357,218
2009	313,964	2019	361,888
2010	323,675	2020	366,671
2011	327,518	2021	371,568
2012	331,452	2022	376,582
2013	335,487	2023	378,656
2015	343,863		

İzmit ilçesi, Marmara Bölgesi'nin önemli sanayi ve ticaret merkezlerinden biridir. İlçenin nüfus yapısı, sanayi ve hizmet sektörlerindeki gelişmeler doğrultusunda sürekli olarak artış göstermektedir. İzmit ilçesi için yapılan nüfus projeksiyonları, mevcut artış trendinin devam edeceğini göstermektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve diğer demografik analizler, İzmit'in nüfusunun önümüzdeki yıllarda da artmaya devam edeceğini öngörmektedir. Projeksiyonlar, 2030 yılına kadar nüfusun belirli bir oranda artış göstereceğini işaret etmektedir. Örneğin, mevcut trendlerin devam etmesi durumunda İzmit ilçesinin nüfusunun 2025 yılında yaklaşık 400,000 kişiye, 2030 yılında ise 420,000 kişiye ulaşması beklenmektedir. Bu projeksiyonlar, yıllık ort. %1,5-2 arası bir büyüme oranına dayanmaktadır (TÜİK, 2023; Uğurlu, 2023).

İzmit ilçesindeki nüfus artışının temel dinamikleri, bölgenin ekonomik, sosyal ve fiziksel altyapı gelişimleriyle doğrudan ilişkilidir. İlçe, Türkiye'nin önde gelen sanayi ve ticaret merkezlerinden biri olarak, sanayi tesislerinin yoğunluğu sayesinde istihdam olanaklarını artırmakta ve bu durum göç hareketlerini teşvik etmektedir. Özellikle iş gücü ihtiyacındaki artış, bölgeye yönelik iç göçün sürekliliğini sağlamaktadır. Eğitim ve sağlık hizmetleri de İzmit'in nüfus artışına önemli katkılar sunmaktadır. Kocaeli Üniversitesi başta olmak üzere, ilçede bulunan yükseköğretim kurumları genç nüfusu bölgeye çekmekte, bu durum özellikle eğitim amaçlı göçü desteklemektedir. Benzer şekilde, sağlık hizmetlerinin gelişmiş ve ulaşılabilir olması, bölgenin yaşam kalitesini yükselterek demografik hareketliliği pozitif yönde etkilemektedir. Konut ve altyapı yatırımları ise İzmit'in demografik büyümesine katkı sağlayan diğer önemli faktörler arasında yer almaktadır. Yeni konut projeleri ve modern altyapı düzenlemeleri, yaşam standartlarını artırmakta ve ilçeyi daha cazip hale getirmektedir. Tüm bu unsurlar

birlikte değerlendirildiğinde, İzmit'in nüfus artışının çok boyutlu ve çeşitli yapısal etkenlere dayandığı görülmektedir (Yıldız ve Döker, 2016).

Ekonomi: Kocaeli, Türkiye'nin ekonomik olarak en önemli şehirlerinden biri olup, sanayi ve ticaret sektörlerinde öne çıkmaktadır. Türkiye'nin toplam sanayi üretiminin %13'ü bu şehirden karşılanmaktadır. Kocaeli, ihracat ve ithalat hacmi açısından Türkiye'nin dış ticaretinde %17,6 gibi önemli bir paya sahiptir. 2022 yılında şehirden 37,7 milyar dolar ihracat ve 71,2 milyar dolar ithalat yapılmıştır. Bu veriler, Kocaeli'nin ticaret ve sanayideki güçlü konumunu açıkça göstermektedir. Ayrıca Kocaeli, özel sektör Ar-Ge merkezlerinin sayısı bakımından İstanbul ve Ankara'nın ardından Türkiye'de üçüncü sırada bulunmaktadır. Türkiye genelindeki 1292 Ar-Ge merkezinin 133'ü, 2023 yılı itibarıyla Kocaeli'de faaliyet göstermektedir (Kocaeli Valiliği, 2024).

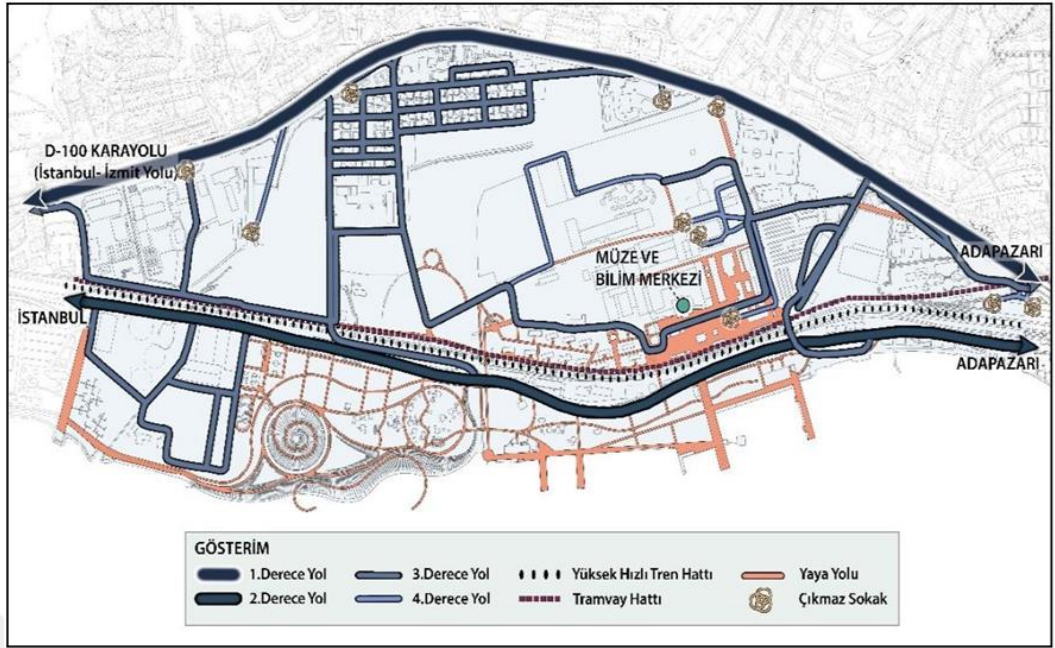
Kocaeli'nin ekonomik yapısı, farklı sektörlerin dinamizmi üzerine inşa edilmiştir. İlde, kimya ve petrokimya sanayi, toplam imalat sanayisinin %27'sini kapsayarak en önemli sektör olarak öne çıkmaktadır. Bunun yanı sıra otomotiv üretimi, demir-çelik endüstrisi, makine imalatı, plastik ve kauçuk sektörleri, şehrin sanayi kimliğini belirlemektedir. Kocaeli, limanları ve stratejik coğrafi konumuyla Türkiye'nin dış ticaretinde kilit bir rol oynamaktadır (Kocaeli Sanayi Odası, 2024).

İzmit Körfezi çevresi, Türkiye'nin sanayileşme tarihinde stratejik bir konuma sahiptir. Atatürk döneminde başlayan sanayi yatırımları, bölgedeki sanayi altyapısının hızla gelişmesine zemin hazırlamıştır. Bu süreçte, tekstil ve metal işleme gibi sektörlerde yoğunlaşmalar meydana gelmiş, sanayi faaliyetleri İzmit'in ekonomik yapısını köklü bir şekilde şekillendirmiştir (Özel, 2002). Ayrıca kimya ve petrokimya sektörleri, İzmit'i sanayi alanında öncü hale getirmiştir. Tekstil sektörü ise, bölge ekonomisine katkısının yanı sıra sağladığı istihdamla dikkat çekmektedir (Yamaç, 2019). İzmit'de sanayi, gelişmiş altyapı ve lojistik imkanlarıyla yatırımcıların ilgisini çekmiştir. Ayrıca, sağladıkları istihdam olanakları sayesinde yerel ekonominin kalkınmasına önemli katkılar sunmaktadır (Yılmaz, 2011). İzmit, İzmit Limanı, demiryolu ile denizyolu taşımacılığını birleştirerek sanayi ürünlerinin hızlı, verimli ve düşük maliyetle taşınmasını sağlamaktadır. İzmit'in lojistik potansiyeli hem Türkiye ekonomisinde hem de küresel ticarete rekabet gücünü artırmıştır (Saka ve Çetin, 2017; Akman ve Mert, 2011; Genç ve Coşmuş, 2021; Zeybek, 2021).

Çalışma alan, İzmit'in en önemli rekreasyon alanlarından biri olmakla birlikte, işletmeleriyle önemli gelir kaynaklarından biridir (Gemici, 2011; Girgin, 2017; Ay vd., 2022). Çalışma alanında, 19 adet kurum, kuruluş ve işletme bulunmaktadır. Bu işletmelerin 15 tanesi ticari işletmedir (Şekil 2.3). Bu işletmelerden, Seka Park A.Ş., Seka Otel, Antikkapı A.Ş., Maide Restoran/Düğün Salonu, Seka Deniz Düğün Salonu, Seka Bahçe Kır düğün Salonu ve Kongre Merkezi, Kocaeli Büyük Şehir Belediyesi tarafından işletilmektedir. Avni Kalkavan Stadyumu Kocaeli Gençlik ve Spor İl Müdürlüğü'ne bağlıdır. Marina Kafe, Marmara Teras Kafe-Restoran, Palmiye Kafe, Saltanat Kafe, Sekafe Kafe, Monte Air Kafe, Seka Park Spor Tesisleri ve Kelebek Spor Çim Halısa Tesisleri ise özel işletmelerdir.

Ulaşım: Çalışma alanına şehir içi toplu taşıma araçları (otobüs, tramvay, vapur) ve özel araçlarla (otomobil, bisiklet, motosiklet, martı vb.) ulaşılmaktadır. Çalışma alanına, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nin 33 numaralı halk otobüsleriyle ulaşım sağlanmaktadır. Çalışma alanı, şehir merkezinde çalışan tramvay hattı (Akçaray) üzerinde yer almaktadır. Çalışma alanına T1 tramvay hattı ile ulaşım sağlanmakta olup, çalışma alanı içinde Sekapark durağı bulunmaktadır. 20, 205, 212, 241, 26 ve 262 numaralı toplu taşıma hatları T1 Seka Park-Terminal Tramvayı yakınından geçmektedir. Tramvay hattı ile çalışma alanı arasındaki yürüyüş mesafesi yaklaşık 0-100 metre kadardır. Ayrıca İzmit Vapur İskelesi ile çalışma alanı arasındaki mesafe yaklaşık 1 kilometredir. İzmit Körfezi boyunca çalışan İzmit-Gölcük-Değirmendere-Karamürsel hattı yoluyla ulaşım sağlanmaktadır (Anonim, 2024g; Anonim, 2024h; Anonim, 2024ı). (Şekil 2.3).

Çalışma alanının bazı önemli noktalara ulaşımı incelendiğinde; Sakarya illine (Çizelge 2.6), Kocaeli Cengiz Topel Hava limanına (Çizelge 2.7), Kocaeli, Derince/Dilovası limanlarına (Çizelge 2.8), Kocaeli, İzmit/Gebze/Arifiye/Adapazarı/Pamukova Tren İstasyonuna (Çizelge 2.9), Kocaeli uzaklığı 50km'den daha azdır.



Şekil 2.3. Çalışma alanı ulaşım durumu (Ay vd., 2022).

Çizelge 2.6. Çalışma alanının bazı illere uzaklığı (Google Maps, 2024).

İl Adı	Uzaklık (km)
Sakarya	40
Yalova	70
Düzce	95
İstanbul	120
Bursa	130
Bilecik	142
Ankara	351

Çizelge 2.7. Çalışma alanının hava limanlarına uzaklığı (Google Maps, 2024).

Havalanı Adı	Uzaklık (km)
Kocaeli Cengiz Topel Havalanı	20
İstanbul Sabiha Gökçen Havaalanı	80
Bursa Yenişehir Havalanı	125
İstanbul Havalanı	130
Ankara Esenboğa Havalanı	350

Çizelge 2.8. Çalışma alanının bazı illerde yer alan limanlara uzaklığı (Google Maps, 2024).

Liman Adı	Uzaklık (km)
Derince Limanı	10
Dilovası Limanı	30
Bursa Gemlik Limanı	80
İstanbul Ambarlı Limanı	100
İstanbul Haydarpaşa Limanı	110

Çizelge 2.9. Çalışma alanının tren istasyonlarına uzaklığı (Google Maps, 2024).

İstasyon Adı	Uzaklık (km)
İzmit Tren İstasyonu (kara tren/hızlı tren)	5
Gebze Tren İstasyonu (kara tren/hızlı tren)	40
Arifiye Tren İstasyonu (Sakarya) (hızlı tren)	40
Adapazarı Tren İstasyonu (kara tren)	45
Pamukova Tren İstasyonu (Sakarya) (kara tren/hızlı tren)	50
İstanbul Pendik Tren İstasyonu (kara tren)	90

Çevre Sorunları ve Doğal Afetler: Sanayi tesisleri ve limanların yoğunluğu nedeniyle Kocaeli'deki gürültü seviyesi, yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Yapılan bir araştırmada, özellikle sanayi bölgelerindeki gürültü seviyelerinin ulusal ve uluslararası standartların üzerinde olduğu belirtilmiştir. Kara yolları ve liman trafiği de bu kirliliği artırmaktadır (Çelebi, 2005).

Kocaeli, yoğun sanayileşme ve trafik nedeniyle ciddi hava kirliliği sorunlarıyla karşı karşıyadır. Yapılan çalışmalarda, Kocaeli'de PM₁₀ ve SO₂ seviyelerinin sınır değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Akyürek vd., 2013). Özellikle sanayi tesislerinden kaynaklanan emisyonlar, atmosferde ciddi kirlilik yaratmaktadır. Kocaeli Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü'nün ölçüm istasyonlarından alınan veriler, kirlilik oranlarının kış aylarında artış gösterdiğini ortaya koymaktadır (Günay ve Yavuz, 2009).

İzmit Körfezi ve çevresindeki akarsuların su kalitesi, sanayi tesislerinden, endüstriyel faaliyetler ve kentsel gelişimden etkilenmekte, su kirliliği zaman zaman artış göstermektedir. Bu kirlilik, deniz suyu ve akarsu kalitesini olumsuz etkilemektedir. Seka Park, doğrudan İzmit Körfezi'ne kıyısı olan bir park olması sebebiyle, deniz suyu ekosistemi, parkın su özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Topçuoğlu ve Karagüzel, 2022). Kocaeli İl Çevre Durum Raporu (2022)'de, İzmit Körfezi su kütlelerinin ekolojik kalite değeri, 2018 yılından 2022 yılına kadar kötü olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 2.11) (Kocaeli İl Çevre Durum Raporu, 2022).

Çizelge 2.10. Kocaeli ili kıyı su kütlelerinin ekolojik kalite değerlendirmesi (Kocaeli İl Çevre Durum Raporu, 2022).

Su Yönetim Birimi Kodu	Su Yönetim Birimi Kapsadığı Alan	2018	2019	2020	2021	2022
MAR_16	İzmit Körfezi (İç)	Kötü	Kötü	-	-	Kötü
MAR_17	İzmit Körfez (Orta ve	Zayıf	Zayıf	-	-	Kötü

	Dış)					
--	------	--	--	--	--	--

Çizelge 2.10. (devam) Kocaeli ili kıyı su kütlelerinin ekolojik kalite değerlendirmesi (Kocaeli İl Çevre Durum Raporu, 2022).

KRD_1_2	Karadeniz (Kandıra)	İyi	İyi	-	-	Orta
---------	---------------------	-----	-----	---	---	------

Marmara Denizi'nde görülen müsilaj sorunu, Kocaeli'nin kıyı bölgelerinde ekosistem üzerinde yıkıcı etkilere yol açmıştır. İzmit Körfezi'nde yapılan bir çalışma, özellikle azot ve fosfor gibi besin elementlerinin müsilaj oluşumunu tetiklediğini göstermiştir. Deniz kirliliği kaynaklı oksijen yetersizliği, balık türlerinin azalmasına ve deniz ekosisteminin bozulmasına neden olmaktadır (Demirarslan ve Demirarslan, 2018).

Kocaeli, Kuzey Anadolu Fay Hattı üzerinde bulunması nedeniyle Türkiye'nin deprem riski en yüksek illerinden biridir (Genç, 2007). 17 Ağustos 1999 Gölçük Depremi, bölgede büyük can kaybına (18.373 ölü, 48 bin 901 yaralı) ve ekonomik kayıplara (285.211 adet hasarlı ev, 42.902 adet hasarlı iş yeri) yol açmıştır. Deprem çalışma alanı çevresini önemli ölçüde etkilenmiştir. Özellikle Seka Park fabrikasının sanayi yapıları ve çevresindeki yerleşim bölgelerinde hasarlar meydana gelmiş, bu bölgede yer alan yapılar depremin etkilerini artıran faktörlerden biri olmuştur (Genç, 2007).

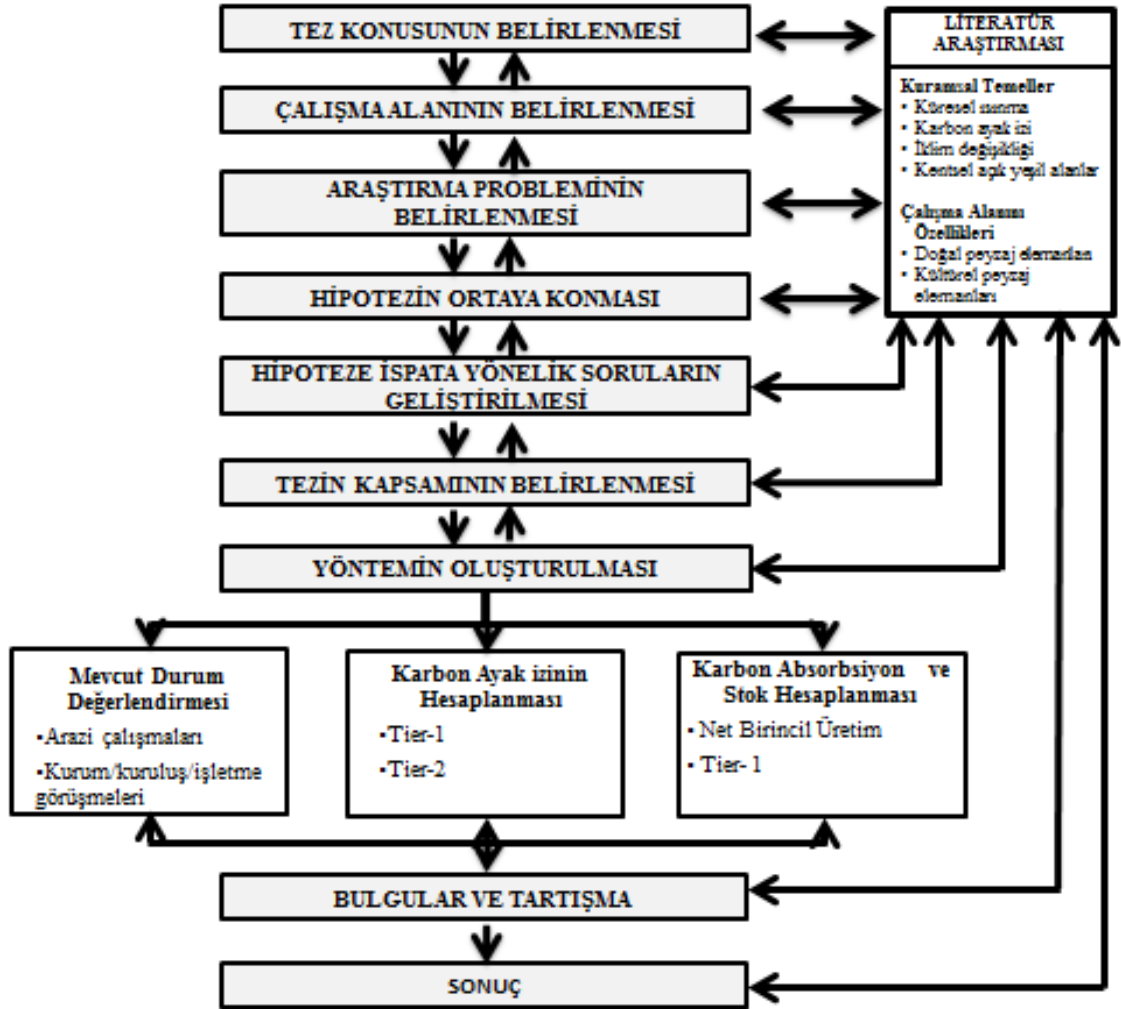
Kocaeli'de yoğun yağışların ardından oluşan taşkınlar, şehir altyapısının yetersizliğinden dolayı önemli sorunlara yol açmaktadır. Kentin özellikle düşük kotlu alanlarında yağmur suyu tahliye sistemlerinin eksikliği nedeniyle sel baskınları sıkça yaşanmaktadır. İklim değişikliğiyle artan aşırı yağış olayları, bu sorunun daha da kötüleşmesine neden olmaktadır. Seka Park ve çevresi, İzmit Körfezi'ne kıyı olması nedeniyle sel ve taşkın riski altında olan bir bölgedir. Bölgede artan betonlaşma, yüzey akışlarını artırmış ve taşkın riskini şiddetlendirmiştir. Özellikle Körfez'in çevresindeki dolgu alanlarında taşkın riskinin daha yüksek olduğu raporlanmıştır (Özşahin, 2013).

Marmara Denizi'ne kıyısı bulunan Kocaeli, denizden gelen fırtına ve rüzgarların etkisine maruz kalmaktadır. Bu durum, özellikle deniz taşımacılığı ve liman faaliyetlerinde aksamalara neden olurken, kıyı bölgelerindeki yapıların da zarar görmesine yol açmaktadır. Ayrıca, bu tür doğal afetler kıyı erozyonunu artırmakta ve ekosistem üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Seka Park'ın kıyı bölgeleri, Marmara Denizi'nin hava koşullarına doğrudan maruz kalmaktadır. Denizden gelen fırtınalar, kıyı alanlarında erozyon ve altyapı hasarlarına yol açmaktadır (Fahjan vd., 2015).

2.2. YÖNTEM

Çalışma aşağıda verilen yedi (7) aşamada yürütülmüştür (Şekil 2.5).

1. Aşama: Çalışmanın konusunun belirlenmesi.
2. Aşama: Çalışmaya ilişkin problemin ve hipotezin belirlenmesi, hipotezi ispata yönelik sorunların belirlenmesi.
3. Aşama: Çalışma alanının belirlenmesi.
4. Aşama: Literatürün incelenmesi ve kuramsal temelin ortaya konulması.
5. Aşama: Materyal ve yöntemin ortaya konulması.
6. Aşama: Bulgular ve tartışmanın ortaya konulması.
7. Aşama: Sonucun ortaya konulması ve önerilerin geliştirilmesi.



Şekil 2.4. Çalışmanın yöntemi.

2.2.1. Çalışma Alanının Mevcut Durum Değerlendirmesi

Çalışma alanına ilişkin mevcut durumunun ortaya konulması için Ek 2’de yer alan “*Arazi Bilgi Formu*” ve Ek 3’de yer alan “*İşletme bilgi Formu*” oluşturulmuştur. Bu formlar, literatür temelinde karbon ayak izi hesaplamalarında kullanılabilecek bilgiler temelinde oluşturulmuştur. (Atabey, 2013; Genç, 2017; Altınöz, 2019; Çerçi, 2021; Ekinci, 2022; Karakaya, 2022; Kılıç, 2022; Şeneren, 2022; Yaşar, 2022; Aksoy, 2023; Aydın, 2023; Gürsoy, 2023; Hünerli 2023; Kök, 2023; Özcan, 2023; Sıleybi, 2023; Tosun ve Dede, 2024; Çağan, 2024; Yabaneri, 2024). *Arazi Bilgi Formunda*, “yıllık ziyaretçi sayısı, alandaki kurum/kuruluşlarda çalışan kişi sayısı, araç sayısı, bina durumu (sayısı, alanı, kullanım amacı, vb.), sert zemin alanı (araç yolu, yaya yolu, bisiklet yolu, otopark, vb.), yeşil alan (alan, bitki türü, sayısı), spor alanlar, en kaynakları, depolama alanları, enerji kaynakları, su yüzeyleri, vb.” bilgiler yer almaktadır. Bilgiler arazide yapılan ölçümler, arazideki kurum/kuruluş/işletmelerden elde edilecektir. *İşletme Bilgi Formunda*, çalışma alanında yer alan işletmelere ilişkin “çöp alanı, su, elektrik, doğal gaz ve yakıt (benzin, dizel, lpg) tüketimi” bilgileri yer almaktadır. Bu bilgiler, arazideki kurum/kuruluş/işletmelerden elde edilecektir.

2.2.2. Karbon Ayak İzinin Hesaplanması

Çalışma alanında karbon ayak izi hesaplanırken “doğrudan ve dolaylı salım kaynakları” değerlendirmeye alınmıştır. Bu bağlamda, “*yakıt tüketimi, enerji kullanımı (ısınma, aydınlanma) ve su tüketimi*” kaynaklı karbon ayak izi hesaplamaları yapılmıştır. Yakıt olarak “*benzin, dizel, lpg*”, enerji kaynağı olarak “*doğalgaz, elektrik*” ve “*su tüketimi*” değerlendirilmiştir. Benzin, dizel, lpg doğalgaz, su tüketim kaynaklı karbon salım hesaplamalarında “Tier 1”, elektrik kaynaklı karbon salım hesaplamalarda Tier 2 formülü kullanılmıştır.

A. Benzin Tüketimi Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması

Çalışmada yakıt verileri hacim olarak elde edilmiştir. Öncelikle “*Kütle/Hacim (m^3)= Yoğunluk (Kg/m^3)*” formülünden yakıtların kütle değeri bulunmuştur. Yakıt miktarı litre olarak verilmiştir, litre formül kapsamında öncelikle m^3 çevrilmiştir (1 litre= 0,001 m^3). Benzinin yoğunluğu 740 Kg/m^3 . Formülde kütle birimi ton (1000Kg=1 ton) olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca yakıtlar, yanma esnasında CO₂ ile birlikte CH₄ ve N₂O emisyonları açığa çıkarmaktadır. Bu sebepten hesaba dahil edilmeleri gerekmektedir (Çizelge 2.5) (IPCC 2006; Aydın, 2023).

Çizelge 2.11. Benzin tüketimi kaynaklı karbon ayak izi hesaplama yöntemi (IPCC 2006; Aydın, 2023).

Benzin için CO₂ hesaplamaları
Yakıt tüketimi= ton Dönüşüm Faktörü= 44.3 TJ/Gg Enerji Tüketimi (TJ)= Yakıt Tüketimi (t) X 10 ⁻³ X Dönüşüm Faktörü (TJ/Gg) Benzin için CO ₂ Emisyon Faktörü = 69.300 Kg/TJ CO ₂ Emisyonu (Kg)= Karbon Emisyon Faktörü (Kg/TJ) × Enerji Tüketimi (TJ) 1 Kg=10 ⁻⁶ Gg CO ₂ Emisyonu= CO ₂ Emisyonu (Kg) X 10 ⁻⁶ = CO ₂ Emisyonu (Gg CO ₂)
Benzin için CH₄ hesaplamaları
Yakıt tüketimi= ton Dönüşüm Faktörü = 44.3 TJ/Gg Enerji Tüketimi (TJ)= Yakıt Tüketimi (t) X 10 ⁻³ X Dönüşüm Faktörü (TJ/Gg) Benzinin CH ₄ Emisyon Faktörü= 33 Kg/TJ CH ₄ Emisyonu (Kg)= Karbon Emisyon Faktörü (Kg/TJ) × Enerji Tüketimi (TJ) 1Kg=10 ⁻⁶ Gg CH ₄ Emisyonu= CH ₄ Emisyonu (Kg) X 10 ⁻⁶ = CH ₄ Emisyonu Gg CH ₄ CO ₂ Emisyonu (Gg)= CH ₄ -N ₂ O Emisyonu (Gg) X Küresel Isınma Potansiyeli (GgCO ₂) CO ₂ Emisyonu (Gg)= CH ₄ -N ₂ O Emisyonu (Gg) X 21 (GgCO ₂)
Benzin için N₂O hesaplamaları
Yakıt tüketimi= ton Dönüşüm Faktörü= 44.3 TJ/Gg Enerji Tüketimi (TJ = Yakıt Tüketimi (t) X 10 ⁻³ X Dönüşüm Faktörü (TJ/Gg) Benzinin N ₂ O Emisyon Faktörü= 3,2 Kg/TJ N ₂ O Emisyonu (Kg)= Karbon Emisyon Faktörü (Kg/TJ) x Enerji Tüketimi (TJ) N ₂ O Emisyonu 1Kg=10 ⁻⁶ Gg N ₂ O Emisyonu= N ₂ O Emisyonu (Kg) x 10 ⁻⁶ = N ₂ O Emisyonu Gg N ₂ O CO ₂ Emisyonu (Gg)= CH ₄ -N ₂ O Emisyonu (Gg) X Küresel Isınma Potansiyeli CO ₂ Emisyonu (Gg)= CH ₄ -N ₂ O Emisyonu (Gg) X 310 (Gg CO ₂)
Benzin Eşdeğer CO₂ Emisyonu= CO₂ Emisyonu (Gg CO₂) +CH₄ Emisyonu (Gg CO₂) + N₂O Emisyonu (Gg CO₂)

B. Dizel (Motorin) Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması

Çalışmada yakıt verileri hacim olarak elde edilmiştir. Öncelikle “*Kütle/Hacim (m³)= Yoğunluk (Kg/m³)*” formülünden yakıtların kütle değeri bulunmuştur. Yakıt miktarı litre olarak verilmiştir, litre formül kapsamında öncelikle m³ çevrilmiştir (1 litre= 0,001 m³). Benzinin yoğunluğu 835 Kg/m³. Formülde kütle birimi ton (1000Kg=1 ton) olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca yakıtlar, yanma esnasında CO₂ ile birlikte CH₄ ve N₂O emisyonları açığa çıkarmaktadır. Bu sebepten hesaba dahil edilmeleri gerekmektedir (Çizelge 2.6) (IPCC 2006; Aydın, 2023).

Çizelge 2.12. Dizel tüketimi kaynaklı karbon ayak izi hesaplama yöntemi (IPCC 2006; Aydın, 2023).

Dizel için CO₂ hesaplamaları
Yakıt tüketimi= ton Dönüşüm Faktörü= 43.0 TJ/Gg Enerji Tüketimi (TJ)= Yakıt Tüketimi (t) X 10 ⁻³ X Dönüşüm Faktörü (TJ/Gg) Dizel için CO ₂ Emisyon Faktörü= 74.100 Kg/TJ CO ₂ Emisyonu (Kg) = Karbon Emisyon Faktörü (Kg/TJ) × Enerji Tüketimi (TJ) 1 Kg=10 ⁻⁶ Gg CO ₂ Emisyonu = CO ₂ Emisyonu (Kg) X 10 ⁻⁶ = CO ₂ Emisyonu (Gg CO ₂)
Dizel için CH₄ hesaplamaları
Yakıt tüketimi= ton Dönüşüm Faktörü= 43.0 TJ/Gg Enerji Tüketimi (TJ)= Yakıt Tüketimi (t) X 10 ⁻³ X Dönüşüm Faktörü (TJ/Gg) Benzinin CH ₄ Emisyon Faktörü= 3.9 Kg/TJ CH ₄ Emisyonu (Kg)= Karbon Emisyon Faktörü (Kg/TJ) X Enerji Tüketimi (TJ) 1Kg=10 ⁻⁶ Gg CH ₄ Emisyonu = CH ₄ Emisyonu (Kg) X 10 ⁻⁶ = CH ₄ Emisyonu Gg CH ₄ CO ₂ Emisyonu (Gg)= CH ₄ -N ₂ O Emisyonu (Gg) X Küresel Isınma Potansiyeli (GgCO ₂) CO ₂ Emisyonu (Gg)= CH ₄ -N ₂ O Emisyonu (Gg) X 21 (GgCO ₂)
Dizel için N₂O hesaplamaları
Yakıt tüketimi= ton Dönüşüm Faktörü= 43.0 TJ/Gg Enerji Tüketimi (TJ)= Yakıt Tüketimi (t) X 10 ⁻³ X Dönüşüm Faktörü (TJ/Gg) Benzinin N ₂ O Emisyon Faktörü= 3,9 Kg/TJ N ₂ O Emisyonu (Kg)= Karbon Emisyon Faktörü (Kg/TJ) X Enerji Tüketimi (TJ) N ₂ O Emisyonu 1Kg=10 ⁻⁶ Gg N ₂ O Emisyonu= N ₂ O Emisyonu (Kg) x 10 ⁻⁶ = N ₂ O Emisyonu Gg N ₂ O CO ₂ Emisyonu (Gg)= CH ₄ -N ₂ O Emisyonu (Gg) X Küresel Isınma Potansiyeli CO ₂ Emisyonu (Gg)= CH ₄ -N ₂ O Emisyonu (Gg) X 310 (Gg CO ₂)
Dizelin Eşdeğer CO₂ Emisyonu= CO₂ Emisyonu (Gg CO₂) +CH₄ Emisyonu (Gg CO₂) + N₂O Emisyonu (Gg CO₂)

C. LPG Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması

Çalışmada yakıt verileri hacim olarak elde edilmiştir. Öncelikle “*Kütle/Hacim (m³)= Yoğunluk (Kg/m³)*” formülünden yakıtların kütle değeri bulunmuştur. Yakıt miktarı litre olarak verilmiştir, litre formül kapsamında öncelikle m³ çevrilmiştir (1 litre= 0,001 m³). Benzinin yoğunluğu 56 Kg/m³. Formülde kütle birimi ton (1000Kg=1 ton) olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca yakıtlar, yanma esnasında CO₂ ile birlikte CH₄ ve N₂O emisyonları açığa çıkarmaktadır. Bu sebepten hesaba dahil edilmeleri gerekmektedir (Çizelge 2.7) (IPCC 2006; Aydın, 2023).

Çizelge 2.13. LPG tüketimi kaynaklı karbon ayak izi hesaplama yöntemi (IPCC 2006; Aydın, 2023).

LPG için CO₂ hesaplamaları
Yakıt tüketimi= ton Dönüşüm Faktörü= 47,3 TJ/Gg Enerji Tüketimi (TJ)= Yakıt Tüketimi (t) X 10 ⁻³ X Dönüşüm Faktörü (TJ/Gg) LPG için CO ₂ Emisyon Faktörü= 63100 Kg/TJ CO ₂ Emisyonu (Kg) = Karbon Emisyon Faktörü (Kg/TJ) × Enerji Tüketimi (TJ) 1 Kg=10 ⁻⁶ Gg CO ₂ Emisyonu = CO ₂ Emisyonu (Kg) X 10 ⁻⁶ = CO ₂ Emisyonu (Gg CO ₂)
LPG için CH₄ hesaplamaları
Yakıt tüketimi= ton Dönüşüm Faktörü= 47,3 TJ/Gg Enerji Tüketimi (TJ)= Yakıt Tüketimi (t) X 10 ⁻³ X Dönüşüm Faktörü (TJ/Gg) LPG için CH ₄ Emisyon Faktörü= 62 Kg/TJ CH ₄ Emisyonu (Kg)= Karbon Emisyon Faktörü (Kg/TJ) X Enerji Tüketimi (TJ) 1Kg=10 ⁻⁶ Gg CH ₄ Emisyonu = CH ₄ Emisyonu (Kg) X 10 ⁻⁶ = CH ₄ Emisyonu Gg CH ₄ CO ₂ Emisyonu (Gg)= CH ₄ -N ₂ O Emisyonu (Gg) X Küresel Isınma Potansiyeli (GgCO ₂) CO ₂ Emisyonu (Gg)= CH ₄ -N ₂ O Emisyonu (Gg) X 21 (GgCO ₂)
LPG için N₂O hesaplamaları
Yakıt tüketimi= ton Dönüşüm Faktörü= 47,3 TJ/Gg Enerji Tüketimi (TJ)= Yakıt Tüketimi (t) X 10 ⁻³ X Dönüşüm Faktörü (TJ/Gg) LPG için N ₂ O Emisyon Faktörü= 0.2 Kg/TJ N ₂ O Emisyonu (Kg)= Karbon Emisyon Faktörü (Kg/TJ) X Enerji Tüketimi (TJ) N ₂ O Emisyonu 1Kg=10 ⁻⁶ Gg N ₂ O Emisyonu= N ₂ O Emisyonu (Kg) x 10 ⁻⁶ = N ₂ O Emisyonu Gg N ₂ O CO ₂ Emisyonu (Gg)= CH ₄ -N ₂ O Emisyonu (Gg) X Küresel Isınma Potansiyeli CO ₂ Emisyonu (Gg)= CH ₄ -N ₂ O Emisyonu (Gg) X 310 (Gg CO ₂)
LPG İçin Eşdeğer CO₂ Emisyonu= CO₂ Emisyonu (Gg CO₂) + CH₄ Emisyonu (Gg CO₂) + N₂O Emisyonu (Gg CO₂)

D. Doğalgaz Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması

Çalışma alanında Tier 1 yaklaşımında yer alan aşağıdaki formüller ile yapılan hesaplama sonucunda çalışma alanındaki işletmelerde tüketilen doğalgaza ilişkin karbon ayak izi miktarı hesaplanmıştır (Çizelge 2.8, Çizelge 2.9, Çizelge 2.10).

Çizelge 2.14. Doğalgaz kaynaklı karbon ayak izi hesaplama yöntemi (IPCC 2006; Aydın, 2023).

Doğalgaz Kaynaklı Karbon Ayak İzi Hesaplama Yöntemi
Enerji Tüketimi (TJ)= Yakıt Tüketimi (t) X 10 ⁻³ X Dönüşüm Faktörü (TJ/kt) Karbon İçeriği (Gg C)= Karbon Emisyonu Faktörü (TC/TJ) X Enerji Tüketimi (TJ) X 10 ⁻³ Karbon Emisyonu (Gg C) = Karbonun İçeriği (Gg C) X Karbon Oksitlenme Oranı Karbondioksit Emisyonu (Gg CO ₂)= Karbon emisyonu (Gg C) X 44/12

Çizelge 2.15. Doğalgaz karbon emisyonu faktörleri (IPCC 2006; Aydın, 2023).

	Karbon Emisyonu Faktörü (TC/TJ)
Doğalgaz	15,3

Çizelge 2.16. Hesaplama faktörleri için referans değer (Anonim, 2014).

	Emisyon Faktörü (t CO ₂ /TJ)	Net Kalorifik Değer (TJ/Gg)
Doğalgaz	15,3	48.0

E. Su Tüketimi Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması

Su tüketimi kaynaklı karbon ayak izinin hesaplanmasında, Tier 1 Yöntemi (Çizelge 2.7) kullanılmıştır. Formülde kullanılan su Tüketimi kaynaklı Emisyon değeri için Sawant vd. (2015) kullandığı 0,00000014 (Kg/m³) değeri hesaplamaya katılmıştır (Çizelge 2.11).

Çizelge 2.17. Su tüketimi kaynaklı karbon ayak izi hesaplaması (Aydın, 2023).

Karbondioksit Emisyonu (Kg CO ₂)	Emisyon Faktörü (Kg/m ³) X Su Tük. (m ³)
--	--

Çizelge 2.18. Su için emisyon faktörleri (Sawant vd., 2015).

Faaliyet	Tip	Birim	KgCO _{2e}
Su Tüketimi Kaynaklı Emisyon	Miktar	M ³	1,4E-06
		L	0,0014

F. Elektrik Tüketimi Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması

Elektrik tüketimi kaynaklı karbon ayak izinin hesaplanmasında, Tier-2’de yer alan aşağıdaki hesaplama yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 2.13).

Formüldeki sera gazı emisyon değeri, Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı (2024) verilerine göre belirlenmiştir. Bakanlık, Türkiye genelinde 1 MWh (birim) brüt elektrik üretimi başına Ort. 0,439 ton CO₂-eşd. sera gazı emisyonu salındığını belirtmektedir. Türkiye geneli elektrik üretiminin yanı sıra elektrik santralleri için yakıtlara göre hesaplanan elektrik üretim emisyon faktörleri kullanılan yakıt türüne göre farklılık göstermektedir. Örneğin, yakıt türü doğalgaz olan bir elektrik üretim santralinde birim brüt elektrik üretimi başına 0,380 ton CO₂-eşd. sera gazı emisyonu salınmaktadır. Son olarak, elektrik tüketim noktası emisyon faktörleri bağlantı noktasına göre değişiklik göstermekle birlikte iletim hattından bağlı tüketim noktası için birim elektrik tüketimi başına 0,445 ton CO₂-eşd. dağıtım hattından bağlı tüketim noktası için birim elektrik tüketimi başına 0,479 ton CO₂-eşd. sera gazı emisyonu salınmaktadır. Çalışmada elektrik tüketimine ilişkin emisyon değeri 0,479 ton CO₂-eşd. Olarak değerlendirilmiştir (Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, 2024).

Çizelge 2.19. Elektrik tüketimi kaynaklı karbon ayak izi hesaplaması (Aydın, 2023).

Karbondioksit Emisyonu (ton CO ₂)	Elektrik Tük. (kW) X Emisyon Fak. (Kg/kW)
---	---

2.2.3. Karbon Absorbsiyon ve Karbon Stoğunun Hesaplanması

Çalışma alanındaki karbon tutulumuna ilişkin değerlendirme yıllık karbon absorpsiyon (emilim) ve karbon depolama (karbon stoğu) temelinde incelenmiştir. Bu hesaplamadaki amaç, alandaki karbon salım ve karbon absorblama-stok arasında ilişkiyi yorumlayabilmektir.

Karbon absorblama, atmosferdeki karbondioksitin (CO₂) bitkiler, toprak ve okyanuslar tarafından emilmesi ve dönüştürülmesi sürecidir. Karbon depolama, emilmiş karbonun biyokütlede (bitkiler, ağaçlar), toprakta veya okyanuslarda uzun süreli olarak muhafaza edilmesi sürecidir. Karbon tutulumu ise, atmosferdeki karbondioksitin yakalanması, biyokütlede veya toprakta depolanması ve uzun vadeli olarak tutulması süreci olarak tanımlanmaktadır. Karbon emilimi, fotosentez yoluyla atmosferden karbonun aktif olarak emilmesi olarak tanımlanmış olup, ekosistemlerin yıllık karbon absorpsiyon potansiyelini ifade etmektedir. Karbon depolama ise bu emilim sürecinin sonucunda karbonun sabit bir rezervuarda muhafaza edilmesi olarak açıklanmıştır. Karbon stokları, depolama sürecinin ölçülebilir sonucudur. Absorblama emilme sürecine vurgu yaparken, depolama, karbonun uzun vadeli olarak ekosistemlerde saklanmasıdır. Absorblama (emilim) atmosferden her yıl çekilen karbonu göstermektedir. Depolama (karbon stoğu) zaman içinde birikmiş ve kalıcı hale gelen karbon miktarını ifade etmektedir. Literatürde karbon absorblama ve karbon tutulumu çoğunlukla aynı anlamda kullanılsa da tutulma (sequestration) genellikle emilim ve depolamayı bir arada içeren geniş bir süreci ifade ederken, absorblama (absorption) yalnızca emilim aşamasını tanımlamaktadır (Lal, 2008; Beaumont vd., 2014; Cuéllar-Franca ve Azapagic, 2015; Sierra vd., 2021; Arellano Vazquez vd., 2024).

Karbon absorpsiyonunu hesaplamak için Net Birincil Üretim (Net Primary Production NPP) hesaplama yöntemi kullanılmıştır. NPP, bitkilerin fotosentez yoluyla emdiği karbon miktarını (toplam karbon kazancı) ifade etmektedir (IPCC, 2019). Bu hesaplama, birey başına biyokütle artış katsayıları kullanılarak yapılmaktadır. Bir alandaki yıllık biyokütle artışı, bireysel biyokütle artışı ve ağaç sayısının çarpılmasıyla ortaya konulmaktadır. Yıllık karbon absorpsiyonu, yıllık biyokütle artışı ile karbon içeriğinin çarpılmasıyla ortaya konulmaktadır. IPCC (2006)'ya göre bireysel biyokütle

artışı yapraklı ağaçlar için 0,2 t/birey/yıl, ibreli ağaçlar için 0,15 t/birey/yıl, çalılar 0,1 t/birey/yıl, yer örtücü ve otsu bitkiler için 0,01 t/birey/yıl değerine sahiptir (Çizelge 2.20) (IPCC, 2006).

Çizelge 2.20. NPP göre yıllık karbon absorpsiyonu hesaplama yöntemi (IPCC, 2019).

Yıllık Biyokütle Artışı (t/yıl)	Bireysel Biyokütle Artışı (t/birey/yıl) X Ağaç Sayısı (birey)
Yıllık Karbon (t/yıl)	Yıllık Biyokütle Artışı (t/yıl) X Karbon İçeriği (0.47)
Karbondioksit Eşdeğeri (t/yıl)	Yıllık Karbon (t/yıl) X 44/12
Karbondioksit Emisyonu (Gg CO ₂)	CO ₂ Eşdeğeri (t/yıl) X 0.001 (dönüşüm katsayısı)

Çalışma alanındaki yeşil alanların mevcut karbon stoğunun hesaplanması için IPCC'nin Tier-1'de yer alan hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Karbon depolama hesaplamaları, bitki türlerinin biyokütlelerinde depolanan karbon miktarına dayanmaktadır. Bu bağlamda, "2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories" raporu, arazi kategorilerine göre genel yöntemler ve karbon depolama formülleri sunmaktadır. Buna göre genel büyüme oranları ve karbon fraksiyonu gibi standart değerler kullanılmıştır. Hesaplama yönteminde biyokütle yoğunluğu, kök oranı ve karbon içeriği gibi sabit katsayılar kullanılmıştır. Biyokütle Yoğunluğu (AGB, t/ha), toprak üstü biyokütlenin (Above Ground Biomass, AGB) hektar başına düşen miktarını temsil etmektedir. Her bir bitki kategorisi için IPCC'nin biyokütle yoğunluğu varsayımları kullanılmıştır. Yapraklı ağaçlar 120 t/ha, ibreli ağaçlar 140 t/ha, çalılar 10 t/ha, yer örtücüler 2 t/ha olarak değerlendirilmiştir. Kök Oranı (*R*), toprak üstü biyokütleye kıyasla, toprak altı biyokütlenin (Below Ground Biomass, BGB) oranını göstermektedir. Her bir bitki kategorisi için IPCC'nin kök oranı varsayımları kullanılmıştır. Yapraklı Ağaçlar 0.24 (toprak üstü biyokütlenin %24'ü kadar toprak altı biyokütle vardır), ibreli ağaçlar 0.28, çalılar 0.20, yer örtücüler 0.20 olarak değerlendirilmiştir. Karbon içeriği biyokütlerde bulunan organik karbon yüzdesi olup %47 (0.47) olarak alınmıştır (Çizelge 2.21) (IPCC 2019).

Çizelge 2.21. Karbon stoğunu hesaplama yöntemi (IPCC 2019; Aydın, 2023).

Farklı türlerin alan üzerindeki katkısını hesaplamak için, toplam bitki sayısını kullanarak her bir türün oranı hesabı	
Oran (bir tür için)	$\frac{\text{Toplam adet sayısı}}{\text{Toplam bitki sayısı}}$
Her Bir Türün Toplam Yeşil Alan Üzerindeki Payının Hesaplanması	
Alan (ha)	Oran x Toplam Alan (ha)
Toprak Üstü Biyokütle (AGB) Hesabı	
AGB (t)	Biyokütle Yoğunluğu (t/ha) x Alan (ha)
Toprak Altı Biyokütle (BGB) Hesabı	

Çizelge 2.21. (devam) Karbon stoğunu hesaplama yöntemi (IPCC 2019; Aydın, 2023).

Toprak Altı Biyokütle (t)	Toprak Üstü Biyokütle (t) x Kök Oranı (R)
Toplam Biyokütle Hesabı	
Toplam Biyokütle (t)	Toprak Üstü Biyokütle (t) + Toprak Altı Biyokütle (t)
Karbon stoğunu Hesaplama (t)	
Karbon (t)	Toplam Biyokütle (t) x Karbon İçeriği (0.47)
CO ₂ Eşdeğerine Çevirme (t)	
CO ₂ (t)	Karbon (t) x $\frac{44}{12}$

2.2.4. Çalışma Alanı Karbon Ayak İzinin Yorumlanması

Çalışma alanındaki karbon ayak izinin yorumlanmasında; karbon salımı, absorbu ve stoğuna ilişkin değerler temelinde, karbon bütçe değerine ilişkin bir ön fikir geliştirilmesi hedeflenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. ÇALIŞMA ALANININ MEVCUT DURUMU

A. Çalışma Alanındaki Yapısal ve Yeşil Alanların Mevcut Durumu

Çalışma alanı kentin en önemli açık yeşil alan kullanımlarından biridir. Çalışma alanının mevcut durumu, literatür araştırması, arazi çalışmaları, alan içindeki kurum/kuruluş/ işletme ile görüşmeler sonucunda “kurum, kuruluş ve işletmeler” ve “açık yeşil alanlar” olarak değerlendirilmiştir.

Çalışma alanında yer alan kurum, kuruluş ve işletmelere ait özellikler aşağıda özetlenmiştir.

- **Sekapark Otel:** Seka Park 1. etap içerisinde yer alan otel, 2 yıldızlı bir işletmedir. Otel konaklama, restoran, konferans ve toplantı salonu (103 kişi), düğün vb. organizasyon hizmetleri sunmaktadır. Otel, 46 oda, 86 yatak kapasitesine sahiptir. İlçenin önemli konaklama merkezlerinden biridir (Anonim, 2024b). 1.500 m²’ lik bir alanda konumlanan otelde aynı zamanda 2024 yılı itibariyle 40 kişi istihdam etmektedir (Gül Bozan, 2024).
- **Seka Park A.Ş.:** Seka Park 1. etap içerisinde yer almaktadır. 1978 yılında, hizmet vermeye başlamış olan Seka Park Tıbbi Aromatik Bitki Üreticiliği ve Turizm İşletmeciliği Yatırım A.Ş. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi iştirakidir. Ulusal ve uluslararası pazarlarda ilaç, kozmetik, aromaterapi, gıda, kimya, tamamlayıcı tıp ve benzeri sektörlerde değeri yüksek ürünleri pazarlama ve satış yapmakla birlikte tarımsal kalkınma amacıyla kurulmuştur. Biberiye, Tıbbi Nane ve benzeri bitkiler tesiste yetiştirilmekte, elde edilen esansiyel ve soğuk sıkım yağlar, bitkisel ekstraktlar olmak üzere hammadde üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2024c). Aynı zamanda 300 m²’ lik bir alana sahip bu işletmede 2024 yılı itibariyle 15 kişi istihdam etmektedir (Sancak, 2024).
- **Antikkapı A.Ş.:** Seka Park 1. etap içerisinde yer almaktadır. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi’nin iştiraklerinden biridir. Bünyesinde bulunan düğün salonları, otel, restoran ve kafeler gibi kullanımların yönetim binasıdır. 500 m² alan üzerinde konumlandırılmıştır. 2024 yılı itibariyle bu işletmede 36 kişi istihdam etmektedir (Anonim, 2024ç; Gül Bozan, 2024).

- **Kocaeli Kongre Merkezi:** Seka Park 1. etap içerisinde yer almaktadır. Kültür sanat etkinlikleri toplantı ve kongrelerin yapıldığı merkez, 15.700 m²’ lik alanda yer almakta olup, 1186 kişilik büyük bir adet salon, 60’ar kişilik 5 adet toplantı salonu ve 2500 m² fuaye alanına sahiptir (Anonim, 2024d). 2024 yılı itibariyle bu işletmede 55 kişi istihdam etmektedir ( r, 2024).
- **Maide Kafe Restoran ve Düğün Salonu:** Seka Park 2. etap içerisinde yer almaktadır. Antikkapı A.Ş. ’ye bağlı olarak hizmet vermektedir. 750 kişilik ana salon ve 250 kişilik nikah salonuna sahiptir (Anonim, 2024e). 2024 yılında bu işletmede 99 kişi istihdam etmektedir. 3.497 m² bir alan üzerinde konumlandırılmıştır. Aynı zamanda 2024 yılı itibariyle bu işletme, yılda 191.366 kişiye hizmet vermiştir (G l Bozan, 2024).
- **Seka Deniz Düğün Salonu:** Seka Park 2. Etap içerisinde yer almaktadır. Antikkapı A.Ş. ’ye bağlı olarak hizmet vermektedir. 400 kişilik kapasiteye sahiptir (Anonim,2024f). 2024 yılında bu işletmede 2 kişi istihdam etmektedir. 450 m² alana sahip bu işletme, aynı zamanda 2024 yılı itibariyle 68.845 kişiye hizmet vermiştir (G l Bozan, 2024).
- **Sekabah e Kır Düğün Salonu:** Seka Park 2. Etap içerisinde yer almaktadır. Antikkapı A.Ş. ’ye bağlı olarak hizmet vermektedir. 300 kişilik kapalı alan, 2000 kişilik bahçe alanına sahiptir (Anonim,2024g). 2.000 m² alana sahip bu işletmede 3 kişi istihdam etmektedir. Aynı zamanda 2024 yılı itibariyle bu işletme 55.850 kişiye hizmet vermiştir (G l Bozan, 2024).
- **Marina Kafe:** Kocaeli Büyükşehir Belediyesi’ne bağlı olarak hizmet vermektedir. 2.400 m²’ lik kapasiteye sahiptir. 2024 yılında bu işletmede 30 kişi istihdam etmektedir. Aynı zamanda 2024 yılı itibariyle bu işletme, 73.000 kişiye hizmet vermiştir (Sesig zel, 2024).
- **Marmara Teras Kafe/Restoran:** Kocaeli Büyükşehir Belediyesi’ne bağlı olarak hizmet vermektedir. 1.800 m²’ lik kapasiteye sahiptir. 2024 yılında bu işletmede 55 kişi istihdam etmektedir. Aynı zamanda 2024 yılı itibariyle bu işletme, 75.000 kişiye hizmet vermiştir (Ak ı, 2024).
- **Palmiye Kafe:** Kocaeli Büyükşehir Belediyesi’ne bağlı olarak hizmet vermektedir. 349 m²’ lik kapasiteye sahiptir. 2024 yılında bu işletmede 35 kişi istihdam etmektedir. Aynı zamanda 2024 yılı itibariyle bu işletme, 220.095 kişiye hizmet vermiştir ( en, 2024).

- **Saltanat Kayığı:** Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı olarak hizmet vermektedir. 1000 m²'lik kapasiteye sahiptir. 2024 yılında bu işletmede 15 kişi istihdam etmektedir. Aynı zamanda 2024 yılı itibariyle bu işletme, 15.000 kişiye hizmet vermiştir (Tali,2024).
- **Sekafe Kafe:** Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı olarak hizmet vermektedir. 300 m²'lik kapasiteye sahiptir. 2024 yılında bu işletmede 21 kişi istihdam etmektedir. Aynı zamanda 2024 yılı itibariyle bu işletme, 15.000 kişiye hizmet vermiştir (Özgür, 2024).
- **Monte Air Kafe:** Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı olarak hizmet vermektedir. 350 m²'lik kapasiteye sahiptir. 2024 yılında bu işletmede 55 kişi istihdam etmektedir. Aynı zamanda 2024 yılı itibariyle bu işletme, 80.300 kişiye hizmet vermiştir (Özdemir,2024).
- **Seka Park Spor Tesisleri:** Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı olarak hizmet vermektedir. 2.855 m²'lik kapasiteye sahiptir. Tesis içerisinde; 1786 m² halı saha, 837 m² tenis kortu, 166 m² soyunma odası ve duş alanı, 66 m² kafe bulunmaktadır. 2024 yılında bu işletmede 3 kişi istihdam etmektedir. Aynı zamanda 2024 yılı itibariyle bu işletme, 72.000 kişiye hizmet vermiştir (Keskin,2024).
- **Kelebek Spor Çim Halı Saha Tesis:** 1.200 m²'lik kapasiteye sahiptir. Tesis içerisinde; 2024 yılında bu işletmede 3 kişi istihdam etmektedir. Aynı zamanda 2024 yılı itibariyle bu işletme, 36.000 kişiye hizmet vermiştir (Dadanlar,2024).
- **Avni Kalkavan Stadyumu:** Kocaeli Gençlik Ve Spor İl Müdürlüğü'ne bağlı olarak hizmet vermektedir. 10.400 m²'lik kapasiteye sahiptir. 2024 yılında bu işletmede 4 kişi istihdam etmektedir. Aynı zamanda 2024 yılı itibariyle bu işletme, 146.000 kişiye hizmet vermiştir (Akdeniz,2024).

Çalışma alanı bir açık yeşil alan sistemidir. Kentin en önemli rekreasyon alanlarından biridir. Bu bağlamda çalışma alanında farklı yaş gruplarına hizmet eden çok farklı kullanımlar yer almaktadır (Şekil 2.5. ve 2.6.). Bu alanlara ilişkin özellikler aşağıda verilmiştir.

- **Seyir noktası (Yapay çim tepeleri):** Çalışma alanında bulunan Kelle Deresi'nin batısında, sahile yakın bir bölgede yer alan ve toplam 18.000 m² alan üzerine kurulmuş olan yapay çim tepe (Uçurtma Tepesi), 150 metre yarıçapa ve 15 metre yüksekliğe sahiptir. Bunun yanı sıra, peyzaj çalışmalarında görsel hareketliliği

artırmak amacıyla 1 adet yapay tepe, 1 adet çim amfi de bulunmaktadır (Anonim, 2024i).

- **Piknik alanları:** Çalışma alanında bulunan yapay çim tepeleri, dinlenme ve manzara izleme alanları olarak hizmet vermektedir. Bu tepelerde ayrıca 25 adet kamelya, 21 adet piknik masası bulunmaktadır. Bu da ziyaretçilere gölgede dinlenme imkânı sunmaktadır.

Çalışma alanında yer alan kurum, kuruluş ve işletmelere ait özellikler aşağıda özetlenmiştir.

- **Yürüyüş yolu (Yaya yolu):** Çalışma alanında, 2.500 metre bisiklet yolu, 6.500 metre yürüyüş yolları bulunmaktadır. Bu yollar, ziyaretçilere güvenli ve keyifli bir şekilde parkın tadını çıkarma imkânı sunmaktadır. Bazı alanlarda kullanılan geçirimli yüzeyler, suyun toprak altına sızmasını sağlayarak su yönetimine katkıda bulunmaktadır. Bu uygulama, yağmur suyunun yer altı su kaynaklarına ulaşmasını ve yüzey akışının azaltılmasını sağlamaktadır. Çalışma alanındaki yürüyüş yollarının incelendiğinde; asfalt yürüyüş yolu (4.150 m²) ahşap yürüyüş yolu (1.700 m²), beton yürüyüş yolu (21.200 m²), bazalt küp taş yürüyüş yolu (8.260 m²), granit parke yürüyüş yolu (3.040 m²), bazalt parke taş yürüyüş yolu (940 m²), andezit yürüyüş yolu (14.589 m²), 6.5 km engelli iz taşı, bulunduğu görülmüştür.
- **Bisiklet yolu:** Çalışma alanında 2,5 km asfalt bisiklet yolu (6.500 m²) bulunmaktadır.
- **Spor Alanları:** Çalışma alanında 1 adet 1786 m² sentetik çim halı saha, 1 adet 1.200 m² sentetik çim halı saha, 1 adet 10.400 m² sentetik çim halı saha, 1 adet 837 m² tenis kortu, 1 adet 100 m² kauçuk zemin kaplama ve 1 adet 150 m² kauçuk zemin kaplama çok amaçlı mini oyun sahaları 1 adet plaj voleybol sahası bulunmaktadır.
- **Oyun Grupları:** Çalışma alanında, karo kauçuk zemin kaplama ile donatılmış toplam 2.720 m²'lik bir alanda 17 adet oyun grubu, EPDM zemin kaplama ile donatılmış, 328 m²'lik bir alanda 1 adet oyun grubu yer almaktadır.
- **Bağımsız Salıncak:** Çalışma alanında, karo kauçuk zemin kaplama ile donatılmış toplam 475 m²'lik bir alanda 19 adet bağımsız salıncak bulunmaktadır.
- **Kondüsyon alanı:** Çalışma alanında, karo kauçuk zemin kaplama ile donatılmış toplam 120 m² alanda 10'lu (1 takım) spor aletleri (fitness) bulunmaktadır.
- **Halatlı Teleferik:** Çalışma alanında kum zemin ile donatılmış, 70 m² alanda 1 adet halatlı teleferik bulunmaktadır.

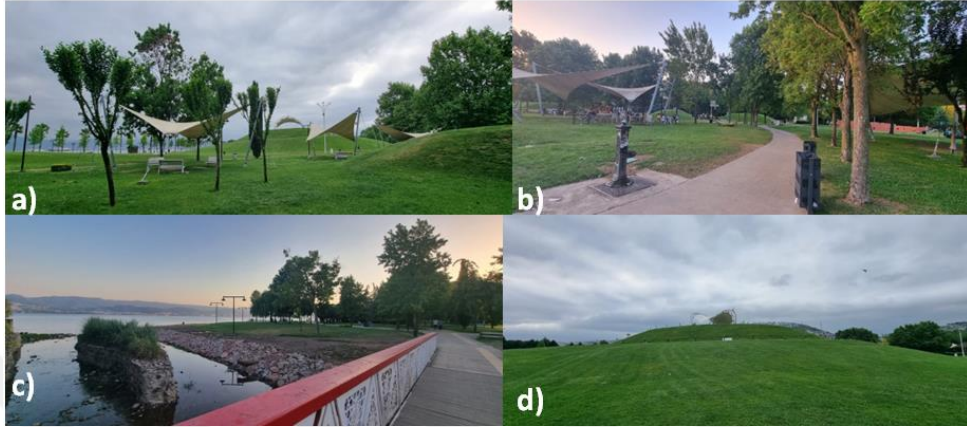
- **Kaykay pisti:** Çalışma alanında, beton zemin kaplama ile donatılmış, 1 adet 2.370 m² büyüklüğünde 1 adet kaykay pisti vardır.
- **Oturma Alanı:** Deniz balkonunun batısında kıyı boyunca yapılan bir rıhtım, denizde yaklaşık 55 m uzunluğunda bir iskele ve rıhtım üzerinde kademelendirilmiş yapay çelik sazların oluşturulduğu bir yapıdır. Deniz içerisindeki imalatlar çelik kazıklar üzerine oturtulan betonarme yapılardan oluşur. Rıhtım ve sazlı iskelelerde ise betonarme ve çelik imalatlar yapılmıştır. Toplam 1.420 m² alanı kapsamaktadır.
- **Tırmanma duvarı:** Çalışma alanında, 8 metre yüksekliğinde ve 50 m uzunluğunda ülkemizin en büyük tırmanma duvarlarından biri olan 1 adet tırmanma duvarı bulunmaktadır.
- **Meydan:** 712,211 m² ve 500 m² olmak üzere toplamda 1.212,211 m² lik 2 adet andezit zemin kaplama meydan bulunmaktadır.
- **Kumsal Alan:** 11.100 m² kumsal alan bulunmaktadır.

Diğer alanlar:

- **Bakım Onarım Atölyesi:** Çalışma alanında, 1 adet 70 m² bakım onarım atölyesi bulunmaktadır.
- **Ulaşım Yönetim Merkezi:** 1 adet 400 m² ulaşım yönetim merkezi bulunmaktadır (Google Map, 2024; Aktürkoğlu, 2024).
- **Mescit:** 1 adet 250 m² mescit bulunmaktadır.
- **Tuvalet (WC):** Çalışma alanında 3 adet 100 m² tuvalet (wc) bulunmaktadır.
- **Otopark:** Çalışma alanında yaklaşık 2.750 kişilik otopark alanı bulunmaktadır (Erikçi, 2024). Otopark alanı, 13.300 m² asfalt zemin, 12.950 m² doğal bazalt küp taş zemin olmak üzere toplamda 26.250 m² dir.

Çalışma alanında yer alan “kurum, kuruluş ve işletmeler” ve “açık yeşil alanlar” bulunduğu alanlar, Şekil 3.1. ve Şekil 3.2’de verilmiştir.

Çalışma alanında kullanıcıların en yoğun bulunduğu ve aynı zamanda alanın karakterini oluşturan bazı kullanımlar dikkati çekmektedir. Bunlar sahil boyu uzanan yürüyüş yolları, iskele, ahşap köprü, uçurtma tepesi, yapay tepeler, bisiklet yolları, işletme/kurum/kuruluş binaları, oturma alanlarıdır (Fotoğraf 3.1., Fotoğraf 3.2., Fotoğraf 3.3., Fotoğraf 3.4., Fotoğraf 3.5., Fotoğraf 3.6.).



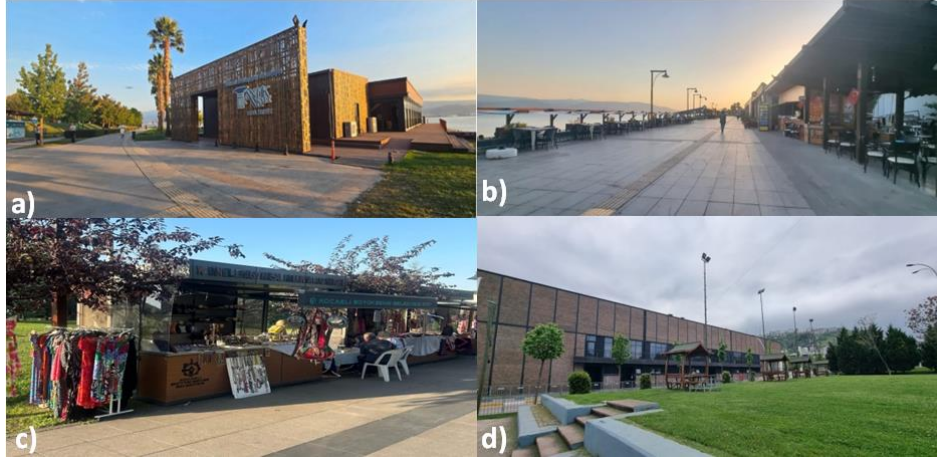
Fotoğraf 3.1. a) Yapay tepeler b) Yürüyüş yolu c) Ahşap köprü d) Uçurtma tepesi.



Fotoğraf 3.2. a) Amfi b) Bisiklet yolu c) Yürüyüş yolu d) Sahil oturma alanları.



Fotoğraf 3.3. a) Oturma alanı b) İskele c-d) Bisiklet yolu ve yeşil alan aydınlatması.



Fotoğraf 3.4. a-b) Sahil işletmeleri c) Satış birimleri
d) Kongre Merkezi.



Fotoğraf 3.5. a) Meydan ve güneş saati b) İskele-Oturma birimleri c) Kaykay pisti,
d) Plaj.



Fotoğraf 3.6. a) Futbol sahası b) Tenis kortu c) Spor aletleri d) Çocuk oyun alanı.

Çalışma alanındaki açık hava rekreasyon kaynaklarını 1.556,590 kişi/yıl ziyaret etmektedir. İşletmelerdeki hizmetleri ise 2.106,568 kişi/yıl ziyaret etmektedir (Çizelge 3.1). Ayrıca çalışma alanında 586 kişi/yıl istihdam etmektedir.

Çizelge 3.1. Çalışma alanında bulunan işletmelerdeki istihdam ve yıllık ziyaretçi sayısı.

İşletmeler	Çalışan Sayısı	Kişi Sayısı/ Yıl
Marina Kafe	30	73.000
Seka A.Ş.	15	500
Seka Otel	40	191.366
Antikkapı A.Ş.	36	185
Kongre Merkezi	55	350.000
Sekabahçe Kır Düğün Salonu	3	55.850
Marmara Teras Kafe/ Restoran	55	75.000
Palmiye Kafe	35	220.095
Saltanat Kayığı Kafe	15	15.000
Sekafe Kafe	21	15.000
Sekapark Spor Tesisleri	3	72.000
Monte Air Kafe	55	80.300
Bakım ve Onarım Atölyesi	85	*
Kocaeli Ulaşım Yönetim Merkezi	30	*
Maide Restoran/Düğün Salonu	99	191.366
Seka Deniz Düğün Salonu	2	68.845
Avni Kalkavan Stadyumu	4	146.000
Kelebek Spor Çim Halı Saha	3	36.000
Toplam	586	2.106,568

* Ziyaretçi bulunmamaktadır

Çalışma Alanı Mekansal Kullanım Durumu

Çalışma alanı iki etaptan oluşmaktadır. 1. Etap 246.832 m² (%27,89'u sert zemin, %72,11 yeşil alan), 2. Etap 103.168 m² (%30,21'i sert zemin, %69,79'u yeşil alan) olmak üzere toplam 350.000 m² alana sahiptir. Bu alanın 100.000 m²'si sert zemin, 250.000 m²'si yeşil alandır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Çalışma alanına ilişkin alansal büyüklük.

Çalışma Alanı Mekansal Dağılım	Alan (m ²)		
	1. Etap	2. Etap	Toplam
Yapı/Bina Alanları	27.774,00	17.547,15	45.321,15
Sert Zeminler	41.058,00	13.620,85	54.678,85
Yeşil Alanlar	178.000,00	72.000,00	250.000,00
Toplam	246.832,00	103.168,00	350.000,00

3.2. Çalışma Alanı Karbon Bütçesi

3.2.1. Karbon Salımına Sebep Olan Kaynak Kullanımı

Çalışma alanında insanlar, hayvanlar, bitkiler, işletmeler, araçlar, yeşil alan bakımı karbon salımının temel kaynağıdır. Çalışmada, 2023-2024 yılları arasında (1 yıl) tüketilen “benzin, dizel, lpg, doğalgaz, elektrik ve su” temelinde karbon emisyonu hesaplanmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Çalışma alanındaki karbon salım kaynakları

Salım Kaynakları	Tüketim Şekli	Salım şekli
Araçlar	Yakıt (Benzin, Dizel, Lpg)	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
İşletmeler, Yeşil alanlar	Elektrik, Doğalgaz, Su	CO ₂

Yıllık Yakıt Tüketimi

Çalışma alanında yakıt tüketimi, çalışma alanındaki kurum/kuruluş/şirketlerde istihdam eden çalışanlar ve işletmelerdeki araçlara göre hesaplanmıştır. Bu bağlamda çalışma alanında 52 araç bulunmaktadır ve bu araçlara ait yıllık yakıt tüketimi 64.824,53 litre/yıl'dır (Çizelge 3.4, Çizelge 3.5, Çizelge 3.6).

Çizelge 3.4. Çalışma alanı 1. etap yıllık toplam yakıt tüketimi.

İşletmeler	Araçlar Tipi	Yakıt Türü	Araç Sayısı	Toplam Yakıt Miktar (Litre/Yıl)
Seka Park AŞ	Ticari	Benzin	8	14.400,00
Seka Otel	Servis	Dizel	1	1.855,95
	Otomobil	Dizel	3	2.466,41
Antikkapı Aş.	Otomobil	Dizel	3	2.466,41
Kongre Merkezi	Servis	Dizel	2	3.712,00
Bakım ve Onarım Atölyesi	Pikap	Dizel	3	5.400,00
	Traktör	Benzin	10	20.000,00
Kocaeli Ulaşım Yönetim Merkezi	Otomobil	Benzin	4	1.693,44
		LPG	3	1.270,08
		Dizel	7	2.963,52
	Motosiklet	Benzin	3	846,72
Marina Kafe	Ticari	Dizel	1	3.750,00
Marmara Kafe	Ticari	Dizel	1	1.000,00
Palmye Kafe	Ticari	Dizel	1	1.400,00
Sekafe Kafe	Ticari	Dizel	1	1.000,00
Monte Air Kafe	Binek	Dizel	1	600,00
Toplam			52	64.824,53

Çizelge 3.5. Çalışma alanı 2. etap yıllık toplam yakıt tüketimi.

İşletmeler	Araç Tipi	Yakıt Türü	Araç Sayısı	Miktar (litre/yıl)
Maide Restoran/Düğün Salonu	Servis	Dizel	1	1.855,95
	Otomobil	Dizel	5	4.110,69
Seka Deniz Düğün Salonu	Otomobil	Benzin	1	1.100,00
Seka Bahçe Kır Düğün Salonu	Otomobil	Benzin	1	1.000,00
Avni Kalkavan Stadyumu	Otomobil	Benzin	3	3.600,00
	Suni Çim Temizleme Makinası	Benzin	1	1.008,00
Toplam			12	12.674,64

Çizelge 3.6. Çalışma alanı yıllık toplam yakıt tüketimi.

Yakıt Tipi	Yakıt Tüketim Miktarı (Litre)		Toplam (Litre)
	1.Etap	2.Etap	
Benzin	36.940,16	5.966,64	42906,8
Dizel	26.614,29	6.708,00	33322,29
Lpg	1.270,08	-	1.270,08
Toplam	64.824,53	12.674,64	77499,17

Doğalgaz Tüketimi

Çalışma alanında doğalgaz, işletmelerde ısınma amacıyla kullanılmaktadır. Çalışma alanındaki yıllık doğalgaz tüketimi, 1. Etapda 809.724 m³/yıl, 2. Etapda 991.895 m³/yıl, olmak üzere toplamda 1.801.619 m³/yıl'dır (Çizelge 3.7, Çizelge 3.8, Çizelge 3.9).

Çizelge 3.7. Çalışma alanı 1. etap 2023-2024 yıllık toplam doğalgaz tüketimi.

İşletmeler	Yıllık Doğalgaz Tüketimi (m ³)
Seka Otel	609.931
Antikkapı Aş.	37.900
Kongre Merkezi	77.992
Marina Kafe	18.192
Marmara Kafe	10.156
Palmiye Kafe	35.601
Saltanat Kafe	7.580
Seka Park Spor Tesisleri	912
Monte Air Kafe	11.460
Toplam	809.724

Çizelge 3.8. Çalışma alanı 2. etap 2023-2024 yıllık toplam doğalgaz tüketimi.

İşletmeler	Yıllık Doğalgaz Tüketimi (m ³)
Maide Restoran/Düğün Salonu	316.453
Seka Deniz Düğün Salonu	364.523
Seka Bahçe Kır Düğün Salonu	278.368
Avni Kalkavan Stadyumu	30.446,60
Kelebek Spor Çim Halısaha Tesisleri	2.104
Toplam	991.895

Çizelge 3.9. Çalışma alanında yıllık doğalgaz tüketimi.

Doğalgaz	Tüketim Miktarı (m ³ /yıl)
1.Etap	809.724
2.Etap	991.895
Toplam	1.801.619

Su Tüketimi

Çalışma alanında su işletmelerde ve açık yeşil alanlarda kullanılmaktadır. Çalışma alanındaki su tüketimi 1. Etapda 312.188 m³/yıl, 2. Etapda 9.251 m³/yıl ve yeşil

alanlarda 1.415.842 m³/yıl olmak üzere toplamda 1.737.281 m³/yıl'dır (Çizelge 3.10, Çizelge 3.11, Çizelge 3.12, Çizelge 3.13).

Çizelge 3.10. Çalışma alanı 1. etap 2023-2024 yıllık toplam su tüketimi.

İşletmeler	Yıllık Su Tüketimi (m ³ /yıl)
Seka Park AŞ	1.988
Seka Otel	5.284
Antikkapı AŞ.	3.859
Kongre Merkezi	282.600
Bakım ve Onarım Atölyesi	25
Kocaeli Ulaşım Yönetim Merkezi	153
Sekapark Mescit	1,440
Marina Kafe	2.016
Marmara Teras Kafe/Restoran	698
Palmiye Kafe	4.374
Saltanat Kafe	5.040
Sekafe Kafe	150
Seka Park Spor Tesisleri	1.000
Monte Air Kafe	5.000
Toplam	312.188

Çizelge 3.11. Çalışma alanı 2. etap 2023-2024 yıllık toplam su tüketimi.

İşletmeler	Yıllık Su Tüketimi (m ³ /yıl)
Maide Restoran/Düğün Salonu	5.463
Seka Bahçe Kır Düğün Salonu	1.208
Avni Kalkavan Stadyumu	1.080
Kelebek Spor Çim Halı Saha Tesisleri	1.500
Toplam	9.251

Çizelge 3.12. Çalışma alanı açık ve yeşil alan 2023-2024 yıllık toplam su tüketimi.

Yeşil Alan (m ²)	Yıllık Su Tüketimi (m ³ /yıl)
250.000	1.415.842

Çizelge 3.13. Çalışma alanında yıllık toplam su tüketimi.

Su	Tüketim Miktarı (m ³ /yıl)
1.Etap	312.188
2.Etap	9.251
Yeşil Alan	1.415.842
Toplam	1.737.281

Elektrik Tüketimi

Çalışma alanında sadece işletmelerde tüketilen elektrik hesaplanmıştır. Çalışma alanındaki yıllık elektrik tüketimi, 1. Etapda 4.218.344,17 Tüketimi (kwh/yıl), 2. Etapda 1.926.155,6 (kwh/yıl), olmak üzere toplamda 4.218.344,17 (kwh/yıl)'dır (Çizelge 3.14, Çizelge 3.15, Çizelge 3.16).

Çizelge 3.14. Çalışma alanı 1. etap 2023-2024 yıllık toplam elektrik tüketimi.

İşletmeler	Yıllık Elektrik Tüketimi (kwh/yıl)
Seka Park AŞ	434.402
Seka Otel	320.500
Antikkapı AŞ.	83.657
Kongre Merkezi	1.336.341,17
Bakım ve Onarım Atölyesi	1.000
Kocaeli Ulaşım Yönetim Merkezi	110.960
Sekapark Mescit	27.051
Marina Kafe	675.238
Marmara Kafe	523.042
Palmiye Kafe	173.666
Saltanat Kafe	317.012
Sekafe Kafe	95.025
Seka Park Spor Tesisleri	698.237
Monte Air Kafe	120.450
Toplam	4.218.344,17

Çizelge 3.15. Çalışma Alanı 2. Etap 2023-2024 yıllık toplam elektrik tüketimi.

İşletmeler	Yıllık Elektrik Tüketimi (kwh/yıl)
Maide Restoran/Düğün Salonu	701.021
Seka Deniz Düğün Salonu	46.386
Seka Bahçe Kır Düğün Salonu	402.678
Avni Kalkavan Stadyumu	34.016,60
Kelebek Spor Çim Halısa Tesisleri	742.054
Toplam	1.926.155,6

Çizelge 3.16. Çalışma alanında yıllık toplam elektrik tüketimi.

Su	Yıllık Elektrik Tüketimi (kwh/yıl)
1.Etap	4.218.344,17
2.Etap	1.926.155,6
Toplam	6.144.499,77

Çalışma alanında yeşil alanlar karbon depolama alanı olarak değerlendirilmiştir. 1. ve 2. Etap temelinde yeşil alanda bulunan türler aşağıda verilmiştir.

- Çalışma alanı 1. Etapda, 42 farklı türde toplamda 2.611 adet yapraklı ağaç, 16 farklı türde 1828 adet ibrelili, 36 farklı türde 19.397 adet çalı ve 7 farklı türde 28.146 adet yerörtücü ve otsu bitki bulunmaktadır. 1. Etap yeşil alanları yaklaşık 178.000 m²'dir (Ek 4).
- Çalışma alanı 2. Etapda, 37 farklı türde toplamda 705 adet yapraklı ağaç, 14 farklı türde 560 adet ibrelili, 36 farklı türde 560 adet ibrelili, 7 farklı türde 8.409 adet yerörtücü ve otsu bitki bulunmaktadır. 1. Etap yeşil alanları yaklaşık 72.000 m²'dir (Ek 5).

3.2.1.1. Yakıt Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı

Yakıt kaynaklı karbon ayak izi hesabında; çalışma alanında istihdam edenlere ve işletmelere ait araçlara ilişkin yakıt tüketimi (benzin, diesel, lpg) göz önünde bulundurulmuştur. Çalışma alanında yıllık toplam 77499,17 litre yakıt tüketilmektedir ve Tier 1 yaklaşımında yer alan formül ile yapılan hesaplama göre karbon salım miktarı $224,38 \times 10^{-3}$ Gg CO₂ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.17).

Çizelge 3.17. Çalışma alanı araçlara ait yakıt tüketimi kaynaklı karbon ayak izi miktarı.

Yakıt Tipi	Toplam Karbon Ayak İzi (Gg CO ₂)		
	1.Etap	2.Etap	Toplam
Benzin	$96,9 \times 10^{-3}$	$16,1 \times 10^{-3}$	113×10^{-3}
Dizel	$90,63 \times 10^{-3}$	$18,85 \times 10^{-3}$	$109,48 \times 10^{-3}$
Lpg	$1,896 \times 10^{-3}$	-	$1,90 \times 10^{-3}$
Toplam	$189,43 \times 10^{-3}$	$34,95 \times 10^{-3}$	$224,38 \times 10^{-3}$

1 Gg= 1000 ton

Çalışma alanındaki yakıt tüketimine ait karbon ayak izi hesaplamaları, yakıt cinsine ve etaplara göre aşağıda verilmiştir.

A. BENZİN TÜKETİMİ KAYNAKLI KARBON AYAK İZİ

1. ETAP BENZİN TÜKETİMİ KARBON AYAK İZİ

Yıllık benzin tüketimi= 36940,16 litre= $36,94016 \text{ m}^3 = 37 \text{ m}^3$

Benzinin yoğunluğu= **740 kg/m³**

Kütle= $740 (\text{Kg/m}^3) \times 37 (\text{m}^3) = 27.380 \text{ Kg} = 27,380 = 27,38 \text{ ton}$

Benzin için CO₂ hesaplamaları

Yakıt tüketimi= 27,38 t

Dönüşüm Faktörü = **44.3 TJ/Gg**

Enerji Tüketimi (TJ) = $27,38 \text{ ton} \times 10^{-3} \times 44,3 (\text{TJ/kt}) = 1,21 \text{ TJ}$ (1kt=1 Gg)

Benzin için CO₂ Emisyon Faktörü = **69 300 Kg/TJ**

CO₂ Emisyonu (Kg) = $1,21 (\text{Kg/TJ}) \times 69.300 (\text{TJ}) = 83.853 \text{ Kg CO}_2$

1 Kg= 10^{-6} Gg

CO₂ Emisyonu = $83.853 \times 10^{-6} = \mathbf{83,8 \times 10^{-3} \text{ GgCO}_2}$

Benzin için CH₄ hesaplamaları

Yakıt tüketimi= 27,38 t

Dönüşüm Faktörü = **44.3** TJ/Gg

Enerji Tüketimi (TJ) = 27,38 ton X 10⁻³ X 44,3 (TJ/kt) = **1,21 TJ** (1kt=1 Gg)

Benzinin CH₄ Emisyon Faktörü = **33** Kg/TJ

CH₄ Emisyonu = 1,21 X 33 = 39,93 Kg CH₄

1Kg=10⁻⁶ Gg

CH₄ Emisyonu = 39,93 X 10⁻⁶ = 39,93 X 10⁻⁶ Gg CH₄

CO₂ Emisyonu (CH₄) = (39,93 X 10⁻⁶) X **21** = 838,53X10⁻³= **0.8 X 10⁻³ GgCO₂**

Benzin için N₂O hesaplamaları

Yakıt tüketimi= 27,38 t

Dönüşüm Faktörü = **44.3** TJ/Gg

Enerji Tüketimi (TJ) =27,38 ton X 10⁻³ X 44,3 (TJ/kt) = 1,21 TJ (1kt=1 Gg)

Benzinin N₂O Emisyon Faktörü = **3,2** Kg/TJ

N₂O Emisyonu (Kg) = 1,21 X 3,2 = 39,93 Kg N₂O

1Kg=10⁻⁶ Gg

N₂O Emisyonu = 39,93 X 10⁻⁶ Gg = 39,93 X 10⁻⁶ Gg N₂O

CO₂ Emisyonu (N₂O)= (39,93 X 10⁻⁶) X **310** = **12,3 X 10⁻³ GgCO₂**

1. Etap Benzin İçin Toplam Karbon Ayak İzi

Eşdeğer CO₂ Emisyonu= (83,8 X 10⁻³) + (0.8 X 10⁻³) + (12,3 X 10⁻³) = **96,9 X 10⁻³ Gg CO₂**

2.ETAP BENZİN TÜKETİMİ KARBON AYAK İZİ

Yıllık benzin tüketimi 5.966,64 litre= **5,9664 m³= 6 m³**

Benzinin yoğunluğu= **740** kg/m³

Kütle= 740 (Kg/m³) X 37 (m³)= 4.440 Kg = 4,4 ton

Benzin için CO₂ hesaplamaları

Yakıt tüketimi= 4,4 t

Dönüşüm Faktörü = **44.3** TJ/Gg

Enerji Tüketimi (TJ) = 4,4 ton $\times 10^{-3}$ X 44,3 (TJ/kt) = 0,2 TJ (1kt=1 Gg)

Benzin için CO₂ Emisyon Faktörü = **69.300** Kg/TJ

CO₂ Emisyonu (Kg) = 0,2 (Kg/TJ) X 69.300 (TJ) = 13.860 Kg CO₂

1 Kg= 10^{-6} Gg

CO₂ Emisyonu = 13.860 X 10^{-6} = **13,9 x 10⁻³ Gg CO₂**

Benzin için CH₄ hesaplamaları

Yakıt tüketimi= 4,4 t

Dönüşüm Faktörü = **44.3** TJ/Gg

Enerji Tüketimi (TJ) = 4,4 ton X 10^{-3} X 44,3 (TJ/kt) = 0,2 TJ (1kt=1 Gg)

Benzinin CH₄ Emisyon Faktörü = **33** Kg/TJ

CH₄ Emisyonu = 0,2 X 33 = 6,6 Kg CH₄

1Kg= 10^{-6} Gg

CH₄ Emisyonu = 6,6 X 10^{-6} = 6,6 X 10^{-6} Gg CH₄

CO₂ Emisyonu (CH₄) = (6,6 X 10^{-6}) X **21** = 138,6 X 10^{-6} = **0.1 X 10⁻³ Gg CO₂**

Benzin için N₂O hesaplamaları

Yakıt tüketimi= 4,4 t

Dönüşüm Faktörü = **44.3** TJ/Gg

Enerji Tüketimi (TJ) = 4,4 ton $\times 10^{-3}$ X 44,3 (TJ/kt) = 0,2 TJ (1kt=1 Gg)

Benzinin N₂O Emisyon Faktörü = **3,2** Kg/TJ

N₂O Emisyonu (Kg) = 0,2 X 3,2 = 7,04 Kg N₂O

1Kg= 10^{-6} Gg

N₂O Emisyonu = 7,04 X 10^{-6} = 7,04 X 10^{-6} Gg N₂O

CO₂ Emisyonu (N₂O) = (7,04 X 10^{-6}) X **310** = **2,1 x 10⁻³ Gg CO₂**

2. Etap Benzin Toplam Karbon Ayak İzi

Eşdeğer CO₂ Emisyonu= $(13,9 \times 10^{-3}) + (0,1 \times 10^{-3}) + (2,1 \times 10^{-3}) = 16,1 \times 10^{-3} \text{ Gg CO}_2$

Çalışma Alanının Benzin Toplam Karbon Ayak İzi= $96,9 \times 10^{-3} \text{ Gg CO}_2$ (1. Etap)+
 $16,1 \times 10^{-3} \text{ Gg CO}_2$ (2. Etap)= $113 \times 10^{-3} \text{ Gg CO}_2$

B. DİZEL (MOTORİN) TÜKETİMİ KAYNAKLI KARBON AYAK İZİ

Hacimsel miktarı verilen benzinin ton cinsine çevrilmesinde yoğunluklardan faydalanılmıştır (Aydın, 2023).

1.ETAP DİZEL TÜKETİMİ KARBON AYAK İZİ

Yıllık dizel tüketimi= 26.614,29 litre= $26,61429 \text{ m}^3 = 27 \text{ m}^3$

Dizelin yoğunluğu= 835 kg/m^3

Kütle= $835 (\text{Kg/m}^3) \times 27 (\text{m}^3) = 22545 \text{ Kg} = 27,545 = 27,55 \text{ ton}$

Dizel için CO₂ hesaplamaları

Yakıt tüketimi= 27,55 t

Dönüşüm Faktörü = **43,0** TJ/Gg

Enerji Tüketimi (TJ) = $27,55 \text{ ton} \times 10^{-3} \times 43,0 (\text{TJ/kt}) = 1,19 \text{ TJ}$ (1kt=1 Gg)

Dizelin CO₂ Emisyon Faktörü = 74.100 Kg/TJ

CO₂ Emisyonu (Kg) = $1,19 (\text{Kg/TJ}) \times 74.100 (\text{TJ}) = 88.179 \text{ Kg CO}_2$

$1 \text{ Kg} = 10^{-6} \text{ Gg}$

CO₂ Emisyonu = $88.179 \times 10^{-6} = \mathbf{88,18 \times 10^{-3} \text{ Gg CO}_2}$

Dizel için CH₄ hesaplamaları

Yakıt tüketimi= 27,55 t

Dönüşüm Faktörü = **43,0** TJ/Gg

Enerji Tüketimi (TJ) = $27,55 \text{ ton} \times 10^{-3} \times 43,0 (\text{TJ/kt}) = \mathbf{1,89 \text{ TJ}}$ (1kt=1 Gg)

Dizelin CH₄ Emisyon Faktörü = **3,9** Kg/TJ

CH₄ Emisyonu = $1,89 \times 3,9 = 7,37 \text{ Kg CH}_4$

$1 \text{ Kg} = 10^{-6} \text{ Gg}$

CH₄ Emisyonu = $7,37 \times 10^{-6} \text{ Gg CH}_4$

CO₂ Emisyonu (CH₄) = $(7,37 \times 10^{-6}) \times 21 = 154,77 \times 10^{-6} = \mathbf{0,16 \times 10^{-3} \text{ Gg CO}_2}$

Dizel için N₂O hesaplamaları

Yakıt tüketimi= 27,55 t

Dönüşüm Faktörü = **43.0** TJ/Gg

Enerji Tüketimi (TJ) = 27,55 ton × 10⁻³ X 43,0 (TJ/kt) = **1,89 TJ** (1kt=1 Gg)

Dizelin N₂O Emisyon Faktörü = **3,9** Kg/TJ

N₂O Emisyonu (Kg) = 1,89 x 3,9 = 7,37 Kg N₂O

1Kg=10⁻⁶ Gg

N₂O Emisyonu = 7,37 X 10⁻⁶ = 7,37 X 10⁻⁶ Gg N₂O

CO₂ Emisyonu (N₂O)= (7,37 x 10⁻⁶) x 310 = 2.284,7 x 10⁻⁶ = **2,29X10⁻³ Gg CO₂**

1.Etap Dizel Tüketimi Toplam Karbon Ayak İzi

Eşdeğer CO₂ Emisyonu= **(88,18 x 10⁻³) + (0,16 X 10⁻³)+(2,29X10⁻³)= 90,63 X 10⁻³ Gg CO₂**

2.ETAP DİZEL TÜKETİMİ KARBON AYAK İZİ

Yıllık dizel tüketimi= 6.708,00 litre= 6,708 m³= 7 m³

Dizelin yoğunluğu= 835 kg/m³

Kütle= 835 (Kg/m³) x 7 (m³)= 5845 Kg= 5,845= 5,85 ton

Dizel için CO₂ hesaplamaları

Yakıt tüketimi= 5,85 t

Dönüşüm Faktörü = **43,0** TJ/Gg

Enerji Tüketimi (TJ) = 5,85 ton × 10⁻³ X 43,0 (TJ/kt) = 0,25 TJ (1kt=1 Gg)

Dizelin CO₂ Emisyon Faktörü = **74.100** Kg/TJ

CO₂ Emisyonu (Kg) = 0,25 (Kg/TJ) X 74.100 (TJ) = 18.525 Kg CO₂

1 Kg=10⁻⁶ Gg

CO₂ Emisyonu = 18.525 X 10⁻⁶ = **18,53 X 10⁻³ Gg CO₂**

Dizel için CH₄ hesaplamaları

Yakıt tüketimi= 5,85 t

Dönüşüm Faktörü = **43.0** TJ/Gg

Enerji Tüketimi (TJ) = 5,85 ton X 10⁻³ X 43,0 (TJ/kt) = 0,25 TJ (1kt=1 Gg)

Dizelin CH₄ Emisyon Faktörü = **3,9 Kg/TJ**

CH₄ Emisyonu = 0,25 X 3,9 = 0,98 Kg CH₄

1Kg=10⁻⁶ Gg

CH₄ Emisyonu = 0,98 X 10⁻⁶ Gg CH₄

CO₂ Emisyonu (CH₄) = (0,98 X 10⁻⁶) X 21 = 20,58 X 10⁻⁶ = **0,02 X 10⁻³ Gg CO₂**

Dizel için N₂O hesaplamaları

Yakıt tüketimi= 5,85 t

Dönüşüm Faktörü = **43.0 TJ/Gg**

Enerji Tüketimi (TJ) = 5,85 ton × 10⁻³ X 43,0 (TJ/kt) = 0,25 TJ (1kt=1 Gg)

Dizelin N₂O Emisyon Faktörü = **3,9 Kg/TJ**

N₂O Emisyonu (Kg) = 0,25 x 3,9 = 0,975 Kg N₂O

1Kg=10⁻⁶ Gg

N₂O Emisyonu = 0,975 X 10⁻⁶ = 0,98 X 10⁻⁶ Gg N₂O

CO₂ Emisyonu (N₂O)= (0,98 x 10⁻⁶) x **310** = 303,8 x 10⁻⁶ = **0,30X10⁻³ Gg CO₂**

2. Etap Dizel Tüketimi Toplam Karbon Ayak İzi

Eşdeğer CO₂ Emisyonu= **(18,53 X 10⁻³) + (0,02 X 10⁻³) + (0,30X10⁻³) = 18,85 X 10⁻³ Gg CO₂**

Çalışma Alanının Dizel Toplam Karbon Ayak İzi= 90,63 X 10⁻³ Gg CO₂ (1. Etap)+ 18,85 X 10⁻³ Gg CO₂ (2. Etap)=109,48 x 10⁻³ Gg CO₂

C. LPG TÜKETİMİ KAYNAKLI KARBON AYAK İZİ

Hacimsel miktarı verilen benzinin ton cinsine çevrilmesinde yoğunluklardan faydalanılmıştır (Aydın, 2023).

1.ETAP LPG TÜKETİMİ KARBON AYAK İZİ

Yıllık LPG tüketimi= 1.270,08 litre= 1,27008 m³= 1,27 m³

LPG'nin yoğunluğu= 56 kg/m³

Kütle= 1,27 (Kg/m³) x 56 (m³)= 71,12 Kg= 0,07 ton

LPG için CO₂ hesaplamaları

Yakıt tüketimi= 0,07 t

Dönüşüm Faktörü = **47,3 TJ/Gg**

Enerji Tüketimi (TJ) = $0,07 \text{ ton} \times 10^{-3} \times 47,3 = 3,31 \times 10^{-3} \text{ (TJ/kt)}$ TJ= 0,003 (1kt=1 Gg)

Dizelin CO₂ Emisyon Faktörü = 63.100 Kg/TJ

CO₂ Emisyonu (Kg) = 0,003 (Kg/TJ) $\times$ 63.100 (TJ) = 1.893Kg CO₂

1 Kg= 10^{-6} Gg

CO₂ Emisyonu = $1.893 \times 10^{-6} = 1,89 \times 10^{-3} \text{ Gg CO}_2$

LPG için CH₄ hesaplamaları

Yakıt tüketimi= 0,07 t

Dönüşüm Faktörü = **47,3** TJ/Gg

Enerji Tüketimi (TJ) = $0,07 \text{ ton} \times 10^{-3} \times 47,3 \text{ (TJ/kt)} = 3,31 \times 10^{-3} \text{ (TJ/kt)}$ TJ= 0,003 (1kt=1 Gg) Dizelin CH₄ Emisyon Faktörü = **62** Kg/TJ

CH₄ Emisyonu = $0,003 \times 62 = 0,186 \text{ Kg CH}_4$

1Kg= 10^{-6} Gg

CH₄ Emisyonu = $0,186 \times 10^{-6} \text{ Gg CH}_4$

CO₂ Emisyonu (CH₄) = $(0,186 \times 10^{-6}) \times 21 = 3,906 \times 10^{-6} = 0,004 \times 10^{-3} \text{ Gg CO}_2$

LPG için N₂O hesaplamaları

Yakıt tüketimi= 0,07 t

Dönüşüm Faktörü = **47,3** TJ/Gg

Enerji Tüketimi (TJ) = $0,07 \text{ ton} \times 10^{-3} \times 47,3 \text{ (TJ/kt)} = 3,31 \times 10^{-3} \text{ (TJ/kt)}$ TJ= 0,003 (1kt=1 Gg)

Dizelin N₂O Emisyon Faktörü = **0,2** Kg/TJ

N₂O Emisyonu (Kg) = $0,03 \times 0,2 = 0,006 \text{ Kg N}_2\text{O}$

1Kg= 10^{-6} Gg

N₂O Emisyonu = $0,006 \times 10^{-6} \text{ Gg N}_2\text{O}$

CO₂ Emisyonu (N₂O)= $(0,006 \times 10^{-6}) \times 310 = 1,86 \times 10^{-6} = 0,002 \times 10^{-3} \text{ Gg CO}_2$

1.Etap LPG Tüketimi Toplam Karbon Ayak İzi

Eşdeğer CO₂ Emisyonu= $(1,89 \times 10^{-3}) + (0,004 \times 10^{-3}) + (0,002 \times 10^{-3}) = 1,896 \times 10^{-3} \text{ Gg CO}_2$

3.2.1.2. Doğalgaz Tüketimi Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı

Çalışma alanında doğalgaz ısınma ve sıcak su elde edilmesinde kullanılmaktadır. Çalışma alanında 1.801.619 m³ doğalgaz tüketilmektedir ve Tier 1 yaklaşımında yer alan formül ile yapılan hesaplamaya göre karbon salım miktarı 3,84 GgCO₂ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.18).

Çizelge 3.18. Çalışma alanında doğalgaz tüketimi kaynaklı karbon salımı.

	Tüketilen Doğalgaz (t)	Emisyon Faktörü	Karbon Salımı Gg CO ₂
1.Etap	646,16	15,3	1,74
2.Etap	791,53	15,3	2,1
Toplam			3,84

1 Gg= 1000 ton

Çalışma alanındaki doğalgaz tüketimine ait karbon ayak izi hesaplamaları aşağıda verilmiştir.

1.Etap

Yıllık doğalgaz tüketimi 0,798 Kg/m³ X 809.724 = **646,16 ton**

Enerji Tüketimi (TJ) = 646,16 ton X 10⁻³ X 48 (TJ/kt) = **31,02 TJ** (1kt=1 Gg)

Karbon İçeriği (t C) = 31,02 Tj X 15,3 tC/TJ = **474,606 Tc**

Karbon İçeriği (GgC) = 474,606 tC X 10⁻³ = **0,475 GgC**

Karbon Emisyonu (Gg CO₂) = 0,475 (Gg C) X 44/12 = **1,74 Gg CO₂**

2.Etap

Yıllık doğalgaz tüketimi 0,798 Kg/m³ X 991.895 = **791,53 ton**

Enerji Tüketimi (TJ) = 791,53 ton X 10⁻³ X 48 (TJ/kt) = **38 TJ** (1kt=1 Gg)

Karbon İçeriği (t C) = 38 Tj X 15,3 tC/TJ = **581,4 Tc**

Karbon İçeriği (GgC) = 581,4 tC X 10⁻³ = **0,581 GgC**

Karbon Emisyonu (Gg CO₂) = 0,581 (Gg C) X 44/12 = **2,1 Gg CO₂**

3.2.1.3. Su Tüketimi Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı

Çalışma alanındaki işletmelerde ve yeşil alanlarda yılda yaklaşık 1.737.281 m³/yıl su tüketilmektedir ve Tier 1 yaklaşımında yer alan formüle göre karbon salım miktarı 2,41 X 10⁻⁶ GgCO₂ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.19).

Çizelge 3.19. Çalışma alanında su tüketimi kaynaklı karbon salım miktarı.

	Tüketilen Su (m ³)	Emisyon Faktörü Kg CO _{2e}	Karbon Salımı Gg CO ₂
1. Etap	312.188	1,4E-06	0,4X10 ⁻⁶
2. Etap	9.251	1,4E-06	0,01X 10 ⁻⁶
Yeşil Alan	1.415.842	1,4E-06	2 X 10 ⁻⁶
	Toplam		2,41 X 10 ⁻⁶

$$1 \text{ Gg} = 1000 \text{ ton}$$

Çalışma alanındaki su tüketimine ait karbon ayak izi hesaplamaları aşağıda verilmiştir.

1.Etap

Karbendioksit Emisyonu (Kg CO₂) = 0,00000014 (Kg/ m³) X 312.188 (m³) = 0,437063 Kg

$$\text{CO}_2 = 0,4 \times 10^{-6} \text{ Gg CO}_2$$

2.Etap

Karbendioksit Emisyonu (Kg CO₂) = 0,00000014 (Kg/ m³) X **9.251** (m³) = 0,012951 Kg
CO₂ = **0,01 X 10⁻⁶ Gg CO₂**

Yeşil Alanlar

Karbendioksit Emisyonu (Kg CO₂) = 0,00000014 (Kg/ m³) X 1.415.842 (m³) = 1,982179 Kg

$$\text{CO}_2 = 2 \times 10^{-6} \text{ Gg CO}_2$$

3.2.1.4. Elektrik Tüketimi Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı

Çalışma alanında toplam **6.144.499,77** (kwh/yıl) elektrik tüketildiği ve Tier 2 yaklaşımında yer alan formüle göre yıllık karbon salımı **2.943,22 X 10⁻³ Gg CO₂** olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.20).

Çizelge 3.20. Çalışma alanında elektrik tüketimi kaynaklı karbon salım miktarı.

	Tüketilen Elektrik kW/yıl	Emisyon Faktörü Kg/kW	Karbon Salımı Gg CO ₂
1. Etap	4.218.344,17	0,479	2020,59X10 ⁻³
2. Etap	1.926.155,6	0,479	922,63 X10 ⁻³
	Toplam		2943,22 X10⁻³

$$1 \text{ Gg} = 1000 \text{ ton}$$

Çalışma alanındaki su tüketimine ait karbon ayak izi hesaplamaları aşağıda verilmiştir.

1.Etap

Karbondioksit Emisyonu (ton CO₂) = **4.218.344,17** (kW) X **0,479 Kg** CO₂/kWx10⁻³ =
2020,59 ton CO₂ = **2020,59 X 10⁻³** CO₂ Gg

2.Etap

Karbondioksit Emisyonu (ton CO₂) = **1.926.155,6** (kW) X **0,479 Kg** CO₂/kW X 10⁻³ =
922,629 ton CO₂ = **922,629 X 10⁻³** CO₂ Gg

3.2.1.5. Çalışma Alanı Toplam Karbon Ayak İzi Miktarı

Çalışma alanında hesaplamaya dahil edilen yakıt, doğalgaz, su ve elektrik tüketimi kaynaklı karbon salımı, diğer bir ifadeyle ayak izi 5.577,602 X10⁻³ 'dir (Çizelge 3.21).

Çizelge 3.21. Çalışma alanında kaynağına göre karbon ayak izi miktarı.

Kaynaklar	Toplam Karbon Ayak İzi (Gg CO ₂)		
	1.Etap	2.Etap	Toplam
Yakıt tüketimi	189,43 X 10 ⁻³	34,95 X 10 ⁻³	224,38 X 10 ⁻³
Doğalgaz tüketimi	1,74	2,1	3,84
Su tüketimi	0,4X10 ⁻⁶	2,01 X10 ⁻⁶	2,41 X 10 ⁻⁶
Elektrik tüketimi	2020,59X10 ⁻³	922,63 X10 ⁻³	2943,22 X10 ⁻³

Çizelge 3.22. Çalışma alanında hesaplanan toplam karbon ayak izi miktarı.

Kaynaklar	Toplam Karbon Ayak İzi (Gg CO ₂)		
	1.Etap	2.Etap	Toplam
Yakıt tüketimi	189,43 X 10 ⁻³	34,95 X 10 ⁻³	224,38 X 10 ⁻³
Doğalgaz tüketimi	0,002 X 10 ⁻³	0,002 X 10 ⁻³	0,004X 10 ⁻³
Su tüketimi	400 X 10 ⁻³	10 X 10 ⁻³	410 X 10 ⁻³
Yeşil alan su tüketimi	1.424 X 10 ⁻³	576 X 10 ⁻³	2000 X 10 ⁻³
Elektrik tüketimi	2020,59X10 ⁻³	922,63 X 10 ⁻³	2943,22 X10 ⁻³
Toplam	2.610,02X10⁻³	2.967,58X 10⁻³	5.577,602 X10⁻³

1 Gg= 1000 ton

3.2.2. Çalışma Alanı Karbon Absorbsiyon ve Karbon Stok Miktarı

Karbon Absorbsiyonu

Çalışma alanı 1. etap yeşil alan miktarı 178.000 m²'dir. Bu alanda ağaç sayısına göre karbon absorbsiyon miktarı hesaplanmıştır.1. etapta 2.611 adet yapraklı ağaç 0,9 Gg, 1.828 adet ibrelili ağaç 0,47Gg, 19.397 adet çalı 0,33Gg ve yaklaşık 28.146 adet yer örtücü ve otsu bitki 0,05 Gg karbon absorbe etmektedir. 1. Etaptaki toplam karbon absorbsiyon miktarı 1,76 Gg'dir (Çizelge 3.23.). Ek-6 1. etapta yer alan bitki türlerine göre karbon absorbsiyon hesapları verilmiştir.

Çizelge 3.23. NPP göre çalışma alanı 1. etap yıllık toplam karbon absorpsiyonu.

Bitki tipi	Adet	BBA (t/birey/yıl)	YBA (t/yıl)	YK (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ Eşdeğeri (Gg)
Yapraklı Ağaçlar	2.611	0,2	522,20	245,43	899,93	0,90
İbrelî Ağaçlar	1.828	0,15	274,20	128,87	472,54	0,47
Çalılar	19.397	0,01	193,97	91,17	334,28	0,33
Yer Örtücüler ve Otsu Bitkiler	28.146	0,001	28,15	13,23	48,51	0,05
TOPLAM	51982	0,361	1018,52	478,70	1.755,26	1,76

BBA: Bireysel Biyokütle Artışı

YBA: Yıllık Biyokütle Artışı

YK: Yıllık Karbon

Çalışma alanı 2. etap yeşil alan miktarı 72.000 m²'dir. Bu alanda ağaç sayısına göre karbon absorpsiyon miktarı hesaplanmıştır. 2. etapta 705 adet yapraklı ağaç 0,24 Gg, 560 adet ibrelî ağaç 0,14 Gg, 5.792 adet çalı 0,10 Gg ve yaklaşık 8.409 adet yer örtücü ve otsu bitki 0,01 Gg karbon absorbe etmektedir. 2. Etaptaki toplam karbon absorpsiyon miktarı 0,50 Gg'dir (Çizelge 3.24.). Ek-6 2. etapta yer alan bitki türlerine göre karbon absorpsiyon hesapları verilmiştir.

Çizelge 3.24. NPP'ye göre 2. etap yıllık toplam karbon absorpsiyonu.

Bitki tipi	Adet	BBA (t/birey/yıl)	YBA (t/yıl)	YK (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ Eşdeğeri (Gg)
Yapraklı Ağaçlar	705	0,2	141,00	66,27	242,99	0,24
İbrelî Ağaçlar	560	0,15	84,00	39,48	144,76	0,14
Çalılar	5.792	0,01	57,92	27,22	99,82	0,10
Yer Örtücüler ve Otsu Bitkiler	8.409	0,001	8,41	3,95	14,49	0,01
TOPLAM	15.466	0,361	291,33	136,92	502,01	0,50

BBA: Bireysel Biyokütle Artışı

YBA: Yıllık Biyokütle Artışı

YK: Yıllık Karbon

Çalışma alanındaki yıllık toplam karbon absorpsiyon miktarı 2,26 Gg'dir (Çizelge 3.25.).

Çizelge 3.25. Çalışma alanı toplam karbon absorpsiyon miktarı.

Alan kullanımı	1. Etap (m ²)	CO ₂ Eşdeğeri (Gg)	2. Etap (m ²)	Karbon Tutulum (Gg CO ₂)	Toplam (m ²)	CO ₂ Eşdeğeri (Gg)
Yeşil Alanlar	178.000	1,76	72.000	0,50	250.000	2,26

Karbon Stoğu (Karbon Depolama)

Çalışma alanı 1. etapta ağaç sayısına göre karbon stoğu hesaplanmıştır. 1. etapta 2.611 adet yapraklı ağaç 0,23 Gg, 1.828 adet ibrelî ağaç 0,19 Gg, 19.397 adet çalı 0,14 Gg ve yaklaşık 28.146 adet yer örtücü ve otsu bitki 0,04 Gg karbonstoğuna sahiptir. 1.

Etaptaki toplam karbon stok miktarı 0,6 Gg'dir (Çizelge 3.26.). Ek-7 1. etapta yer alan bitki türlerine göre karbon stok hesapları verilmiştir.

Çizelge 3.26. Çalışma alanı 1. etap karbon stoğu.

Kategori	Adet	Alan (ha)	AGB (t)	BGB (t)	TB (t)	Karbon Stoğu (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ Eşdeğeri (Gg)
Yapraklı Ağaçlar	2.611	0,89	107,29	25,75	133,04	62,53	229,27	0,23
İbrelili Ağaçlar	1.828	0,63	87,63	24,54	112,17	52,72	193,31	0,19
Çalılar	19.397	6,64	66,42	13,28	79,70	37,46	137,36	0,14
Yer Örtücüler ve Otsu Bitkiler	28.146	9,64	19,28	3,86	23,13	10,87	39,86	0,04
TOPLAM	51.982	17,80	280,62	67,43	348,05	163,58	599,80	0,60

AGB: Toprak Üstü Biyokütle

BGB: Toprak Altı Biyokütle

TB: Toplam Biyokütle

Çalışma alanı 2. etap yeşil alan miktarı 72.000 m²'dir. Bu alanda ağaç sayısına göre karbon stoğu miktarı hesaplanmıştır. 2. etapta 705 adet yapraklı ağaç 0,08 Gg, 560 adet ibrelili ağaç 0,08 Gg, 5.792 adet çalı 0,06 Gg ve yaklaşık 8.409 adet yer örtücü ve otsu bitki 0,02 Gg karbon absorbe etmektedir. 2. Etaptaki toplam karbon stoğu miktarı 0,24 Gg'dir (Çizelge 3.27). Ek-7 2. etapta yer alan bitki türlerine göre karbon stoğu hesapları verilmiştir.

Çizelge 3.27. Çalışma alanı 2. etap karbon stoğu.

Kategori	Adet	Alan (ha)	AGB (t)	BGB (t)	TB (t)	Karbon Stoğu (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ Eşdeğeri (Gg)
Yapraklı Ağaçlar	705	0,33	39,38	9,45	48,84	22,95	84,16	0,08
İbrelili Ağaçlar	560	0,26	36,50	10,22	46,72	21,96	80,51	0,08
Çalılar	5.792	2,70	26,96	5,39	32,36	15,21	55,76	0,06
Yer Örtücüler ve Otsu Bitkiler	8.409	3,91	7,83	1,57	9,40	4,42	16,19	0,02
TOPLAM	15.466	7,20	110,68	26,63	137,31	64,53	236,63	0,24

AGB: Toprak Üstü Biyokütle

BGB: Toprak Altı Biyokütle

TB: Toplam Biyokütle

Çalışma alanındaki yıllık toplam karbon stoğu miktarı 3.1 Gg CO₂'dir (Çizelge 3.25.).

Çizelge 3.28. Çalışma alanı toplam karbon stok miktarı.

Alan kullanımı	1. Etap (m ²)	Karbon Tutulum (Gg CO ₂)	2. Etap (m ²)	Karbon Tutulum (Gg CO ₂)	Toplam (m ²)	Karbon Tutulum (Gg CO ₂)
Yeşil Alanlar	178.000	2,36	72.000	0,74	250.000	3,1

3.3. Karbon Ayak İzinin Yorumlanması ve Tartışma

Çalışma alanında karbon salım kaynağı/alanı olarak bina (yapılar) ve sert zeminler (otoparklar, yollar) değerlendirilmiştir. Bu bağlamda 1. etapta 68.832 m² bina ve sert zemin alanlarında 2.610,02x10⁻³ Gg CO₂ karbon salımı, 178.000 m² yeşil alanda 1.755,26x10⁻³ Gg CO₂ karbon absorsiyonu 599,80x10⁻³ Gg CO₂ karbon depolaması

gerçekleşmektedir. Bu değerler birim metrekare olarak $3,79 \times 10^{-5}$ Gg CO₂/m² karbon salımı ve $9,86 \times 10^{-3}$ Gg/m² karbon absorsiyonu, $3,37 \times 10^{-6}$ Gg CO₂/m² karbon stoğunu ifade etmektedir (Çizelge 3.29.).

2. etapta 31.168 m² alanda $2,967,58 \times 10^{-3}$ Gg CO₂ karbon salımı, 72.000 m² yeşil alanda $502,01 \times 10^{-3}$ Gg CO₂ karbon absorsiyonu (emilim), $236,63 \times 10^{-3}$ Gg CO₂ karbon depolaması (karbon stoğu) gerçekleşmektedir. Bu değerler birim metrekare olarak $9,52 \times 10^{-5}$ Gg CO₂/m² karbon salımı ve $6,97 \times 10^{-6}$ Gg CO₂/m² karbon absorsiyonu (emilim), $3,29 \times 10^{-6}$ Gg CO₂/m² karbon depolamasını (karbon stoğu) ifade etmektedir (Çizelge 3.29.).

Çalışma alanı genel anlamda değerlendirildiğinde 350 m² çalışma alanında $5,577,602 \times 10^{-3}$ Gg CO₂ karbon salımı gerçekleşirken, $2,257,27 \times 10^{-3}$ Gg CO₂ karbon absorsiyonu, $836,63 \times 10^{-3}$ Gg CO₂ karbon stoklama gerçekleşmektedir (Çizelge 3.29.).

Çizelge 3.29. Çalışma alanı karbon ayak izi durumu.

Alan kullanımı	1. Etap (m ²)	Karbon Ayak İzi Durumu (Gg CO ₂)	2. Etap (m ²)	Karbon Ayak İzi Durumu (Gg CO ₂)	Toplam (m ²)	Karbon Ayak İzi Durumu (Gg CO ₂)
Yapı/Bina Alanları	27.774,00	KSaM $2,610,02 \times 10^{-3}$	17.547,15	KSaM $2,967,58 \times 10^{-3}$	45.321,15	KSaM $5,577,602 \times 10^{-3}$
Sert Zeminler	41.058,00		13.620,85		54.678,85	
Yeşil Alanlar	178.000,00	KAM $1,755,26 \times 10^{-3}$ KStS $599,80 \times 10^{-3}$	72.000,00	KAM $502,01 \times 10^{-3}$ KStM $236,63 \times 10^{-3}$	250.000,00	KAM $2,257,27 \times 10^{-3}$ KStM $836,63 \times 10^{-3}$

KSM: Karbon Salım Miktarı KAM: Karbon Absorbsiyon Miktarı KStM: Karbon Stok Miktarı

Çalışma alanı civarında Gerçek ve Bayraktar (2014), kentsel alanlarda yapı yoğunluğunun artması ve yeşil alanların azalması sonucunda İzmit'te kentsel ısı adası etkisinin arttığını ortaya koymuş ve karbon salımına vurgu yapmıştır. Özdemir (2021), Yuvacık Barajı (Kocaeli) yaptığı çalışmada iklim değişikliğinin etkisini yüzey suyu ve sediment akışı temelinde ortaya koymuştur. Bu durum, çalışma alanında iklim değişikliği ile mücadele etme noktasında stratejik planlamanın önemini ortaya koymuştur.

Demirarslan ve Akıncı (2018), İzmit ve Dilovası'nda sanayi kaynaklı PM₁₀ ve SO₂ seviyelerinin ulusal sınır değerlerini aştığına dikkat çekmiştir. Atmaca ve Sevimlioğlu (2020) tarafından yapılan araştırmalarda, Kocaeli'nin sanayi tesislerinden kaynaklanan emisyonların, toplam sera gazı salınımlarının %50,8'ini oluşturduğu tespit edilmiştir. Toros ve İncecik (2020) Dilovası'nda trafik yoğunluğunun emisyon kaynaklı hava kirliliğini artırdığını ortaya koymuştur. Sevimlioğlu (2018) ve Yaman (2020), İzmit ve Gebze ilçelerinde, evsel atıkların toplanması ve taşınması süreçlerinden kaynaklanan

karbon dioksit (CO₂) ve metan (CH₄) emisyonlarının yüksek seviyelerde olduğu tespit etmiştir. Altuntaş (2019) Osmangazi Köprüsü'nün açılmasının ardından taşıt yoğunluğunun artmasıyla birlikte emisyon seviyelerinin yükseldiğini ortaya koymuştur. Albayrak ve Atasayan (2019), Kocaeli'nin Gebze ilçesinde sera gazı emisyonlarının nüfus yoğunluğu, sanayileşme ve kentleşme nedeniyle %24,5 artış gösterdiğini belirtmiştir.

Belirtilen çalışmalarda iklim değişikliği ve karbon salımını azaltmanın yollarına vurgu yapılmıştır. Örneğin Uray (2023), Kocaeli'nde iklim değişikliği ile mücadelede sıfır karbon hedefleri doğrultusunda yenilikçi çözümler geliştirilmesine vurgu yapmıştır.

Bayram (2018), Kocaeli'nin toplu taşıma sistemlerinde raylı sistemlerin karbon ayak izi üzerindeki etkisini incelemiştir. Akçaray tramvay hattı örneğinde, raylı sistemlerin karbon emisyonlarını %45 oranında azalttığı belirlenmiştir.

Elektrik tüketimi çalışma alanının karbon ayak izinin belirleyici bir faktörüdür. Çalışma alanında elektrik kullanımından kaynaklanan karbon salımları toplamda $2,943,22 \times 10^{-3}$ Gg CO₂/yıl ile en büyük paya sahiptir. Bu durum etaplarda kullanılan elektrik kaynaklarının yenilenebilir enerjiyle desteklenmemesiyle ilişkilendirilmekte olup, elektrik kullanımının büyük bir kısmının, enerji ihtiyaçlarını karşılamak için geleneksel kaynaklardan elde edilen enerjiye dayanmasıyla açıklanabilmektedir. Elektrik tüketiminden kaynaklanan salımlardaki fark, etaplar arasındaki enerji ihtiyacı farklılıklarından kaynaklanmaktadır. 1. etapta elektrik kullanımından kaynaklanan karbon salımları $2020,59 \times 10^{-3}$ Gg CO₂/yıl ile toplam karbon ayak izinin %77,42'sini oluşturmaktadır. 2. etapta bu değer $922,63 \times 10^{-3}$ Gg CO₂/yıl olup toplamın %31,09'una karşılık gelmektedir. Bu durum, 1. etaptaki ticari işletmelerin enerji yoğunluğundan kaynaklanmaktadır.

Çalışma alanında su tüketiminden kaynaklanan karbon salımı 2.410×10^{-3} Gg CO₂/yıl olup, 1. etapta su tüketiminden kaynaklanan karbon salımı 2.824×10^{-3} Gg CO₂/yıl 2. etapta ise 586×10^{-3} Gg CO₂/yıl'dır. 1. etaptaki su tüketiminin daha yüksek olması, ticari işletmelerden kaynaklı su kullanımı ve yoğun peyzaj sulama faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır.

Çalışma alanında doğal gaz kullanımından kaynaklanan karbon salımı her iki etapta da oldukça düşük seviyededir. 1. etap için $0,002 \times 10^{-3}$ Gg CO₂/yıl, 2. etap için $0,002 \times 10^{-3}$ Gg CO₂/yıl'dır. Bu sonuç, doğal gaz kullanımının minimal seviyede olduğunu göstermektedir.

Yakıt tüketimi kaynaklı karbon salımları 1. etap için $189,43 \times 10^{-3}$ Gg CO₂/yıl olup, 2. etap için ise bu değer, $34,95 \times 10^{-3}$ Gg CO₂/yıl'dır. Bu durum 1. etaptaki ticari işletmelerin yoğunluğundan dolayı etaba daha fazla ziyaretçi gelmesinden kaynaklanmaktadır.

Bu değerler, diğer kentsel parklarla kıyaslandığında, Sekapark'ın karbon ayak izinin özellikle ticari faaliyetler ve ulaşım altyapısının yoğun kullanımına bağlı olarak yüksek olduğunu göstermektedir.

Mandade vd., (2024), "Assessing and Reducing the Carbon Footprint of SSCET: Strategies for a Sustainable Campus" adlı çalışmasında, Shri Sai College of Engineering and Technology (SSCET) kampüsünde ulaşım, doğal gaz, su ve elektrik tüketiminden kaynaklanan karbon emisyonlarını analiz edilmiştir. Ulaşım emisyonları, 3.189×10^{-7} Gg/m²/yıl, elektrik emisyonları 4.014×10^{-5} Gg/m²/yıl toplam emisyon olarak hesaplanmıştır. En büyük karbon emisyon kaynağının elektrik tüketiminden kaynaklandığı ve toplam emisyonların yaklaşık %99 'unu oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Moinel vd., (2024), "Estimating CO₂ Flows in Urban Parks: Knowns and Unknowns" başlıklı çalışması, Helsinki, Finlandiya'daki beş kentsel parkın karbon emisyonları ve depolamasını incelemek için yaşam döngüsü değerlendirmesi (LCA) yöntemini kullanmıştır. Parkların metrekare başına karbondioksit emisyonları 2.708×10^{-5} Gg/m² ile 6.145×10^{-5} Gg/m² arasında değişmektedir. Karbon depolama ise 1.135×10^{-5} Gg/m² ile 1.623×10^{-5} Gg/m² kg CO₂e/m² arasında tespit edilmiştir. Bitkilerin büyümesini desteklemek için kullanılan turba bazlı toprak karışımları ortalama %35 oranında yüksek karbon salımına neden olmaktadır, kaplama ve yüzey malzemeleri ortalama %20–25 oranında, taşıma ve lojistik kaynaklı ortalama %15–20 oranında karbon salımına neden olmaktadır.

Hu vd., (2024), "Research on Carbon-Neutral Calculation Model of Urban Parks Based on Life-Cycle Assessment: A Case Study from Beijing, China" başlıklı çalışmalarında, Pekin'in Fangshan Bölgesi'nde 65.000 m²'lik bir kentsel parkın yaşam döngüsü boyunca karbon emisyonlarını ve karbon dengeleme potansiyelini analiz etmiştir. Parkın inşaatı ve işletme sürecinde önemli miktarda karbon salımı gerçekleştiğini, malzeme üretim aşamasından kaynaklanan toplam karbon emisyonunun 2.34185×10^{-2} Gg/m², inşaat aşamasından kaynaklanan toplam karbon emisyonunun 1.6889×10^{-3} Gg/m² olduğunu ortaya koymuşlardır. Bunun 1.424×10^{-4} Gg/m²'sinin malzeme taşınmasından kaynaklı karbon emisyonu, 1.8312×10^{-3} Gg/m²'sinin ekipman kullanımından kaynaklı karbon emisyonu olduğunu ortaya koymuşlardır. Elektrik

kaynaklı karbon emisyonunun 1.392×10^{-4} Gg/m²/yıl, su kaynaklı karbon emisyonunun 2.2×10^{-7} Gg/m²/yıl, parktaki bakım ekipmanlarından kaynaklanan karbon emisyonunun 7.48×10^{-5} Gg/m²/yıl, kamu tuvaletlerinden kaynaklanan karbon emisyonunun 1.205×10^{-4} Gg/m²/yıl olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışma sonuçlarına göre bitki örtüsü ve yeşil alanlar, karbon sekestrasyonu yoluyla karbonu emmekte olup, 25 yıllık dönemde karbon yutaklarının emdiği CO₂, yüksek bakım alanları için 5.9169×10^{-3} Gg/m² orta bakım alanları için 4.7412×10^{-3} Gg/m² düşük bakım alanları için 4.3085×10^{-3} Gg/m² olarak bulunmuştur. Fotovoltaik sistemin 25 yıllık dönemde 2.60007×10^{-2} Gg/m², fazla enerji şebekeye verildiğinde ek offset olarak 1.76342×10^{-2} Gg/m² karbon emdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Üçtuğ ve Şenöztop (2024), "Applying Budget Allocation Optimization Technique to Mitigate Greenhouse Gas Emissions: Case Study of a University Campus" adlı çalışmasında, İzmir Ekonomi Üniversitesi kampüsünde sera gazı (GHG) emisyonlarını değerlendirmek ve azaltmak amacıyla yapılmıştır. Analiz, enerji, su, ulaşım, atık yönetimi ve yiyecek tüketimi gibi kaynakları kapsamaktadır. Toplam karbon ayak izi 3.630,803 kg CO₂ e/yıl olup, birim alan için: 9.555×10^{-5} Gg/m²/yıl birim alan için 9.555×10^{-5} Gg/m²/yıldır. Bunun 7.999×10^{-5} Gg/m²'si elektrik tüketiminden, 8.914×10^{-6} Gg/m²'si yiyecek tüketiminden, 2.964×10^{-6} Gg/m²'si atık yönetiminden, 5.028×10^{-6} Gg/m²'si jeotermal enerji tüketiminden, 1.8×10^{-6} ulaşım kaynaklı yakıtlardan, 3.429×10^{-7} su tüketiminden kaynaklanmaktadır. Elektrik, en yüksek emisyon kaynağı olarak bulunmuştur. En büyük azaltım stratejisi, Fotovoltaik Paneller (S1) ile 2.438787 Gg/yıl (13.4%) oranında emisyon düşüşü sağlamaktadır.

Öte yandan çalışma alanında 250.000 m² yeşil alanın karbon yutak görevi gördüğü belirlenmiştir. Özellikle yapraklı ve ibrelili ağaçlar ile çalı ve yer örtücüler, yıllık 2,262 Gg CO₂ depolama kapasitesine sahiptir. 1. etabın karbon depolama kapasitesi 1.76 Gg CO₂/yıl'dır. 2. etabın karbon depolama kapasitesi 0,502 Gg CO₂/yıl'dır. Çalışma alanındaki toplam karbon stoğu 0,8364 Gg CO₂/yıl'dır. 1. etabın karbon stoğu kapasitesi 0,5998 Gg CO₂/yıl'dır. 2. etabın karbon stoğu kapasitesi 0,2366 Gg CO₂/yıl'dır. 1. etap, daha geniş yeşil alanlara ve daha yoğun ağaç örtüsüne sahip olması nedeniyle toplam karbon depolama kapasitesinin %71'ini oluşturmaktadır. Bu durum, etap tasarımında yeşil alanların önceliklendirildiğini göstermektedir. 2. etap, altyapı yoğunluğu nedeniyle karbon depolama kapasitesinin %29'unu oluşturmaktadır. Depolama potansiyelinin artırılması için daha fazla ağaçlandırma ve bitki örtüsü eklenmesi gerekmektedir.

Nowak Crane vd., (2002), “Understanding and Quantifying Urban Forest Structure, Functions, and Valuekentsel” adlı çalışması ormanların yapısını, işlevlerini ve değerini anlamak ve niceliksel olarak değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş, Urban Forest Effects (UFORE) modeli ile kentsel ormanların karbon depolama, karbon yakalama ve hava kirliliği azaltma potansiyelini analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda New York City örneği için, karbon depolama yıllık toplam 8.7597×10^{-4} Gg/m²/yıl, yıllık toplam karbon yakalama, 2.854×10^{-5} Gg/m²/yıl olarak bulunmuştur. Kentsel ormanlar tarafından temizlenen yıllık toplam hava kirliliği azaltımı ise 2.52×10^{-6} Gg/m² bulunmuştur. Jersey City örneği için ise yıllık toplam karbon depolama 8.085×10^{-7} yıllık karbon yakalama 3.617×10^{-8} , temizlenen yıllık toplam hava kirliliği azaltımı 3.28×10^{-6} Gg/m² olarak bulunmuştur.

Lee vd., 2024 "Carbon Storage and Sequestration Analysis by Urban Park Grid Using i-Tree Eco and Drone-Based Modeling" başlıklı çalışmada, Güney Kore'nin Daejeon şehrindeki Yurim Parkı'nda kentsel yeşil alanların karbon depolama ve sekestrasyon kapasitesini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. i-Tree Eco modeli, drone tabanlı modelleme saha Ölçümleri ve grid bazlı analiz yaklaşımı kullanılmıştır. Farklı alan özelliklerine (bitki örtüsü, ağaç dağılımı ve yoğunluğu) göre toplam 7 farklı tip oluşturulmuştur. Parkın genel karbon depolaması 1.53×10^{-6} Gg/m², etkili alan için karbon depolaması 8.6×10^{-7} Gg/m², yıllık karbon yakalama sonucu ise 7.6×10^{-8} Gg/m², olarak bulunmuştur. Lee vd. (2024) çalışmada, etkili alanlar, karbon depolama ve sekestrasyon (karbon yakalama) analizlerinde bitki örtüsüne sahip, ağaçlandırılmış veya yeşil alanları temsil etmektedir. Ekili alanların karbon depolama kapasitesinin genel alanlardan daha düşük olduğu belirtilmiştir. Bu fark, ekili alanların genellikle daha az bitki örtüsü yoğunluğuna sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, hipotezi “her kentsel açık yeşil alan karbon ayak izini azaltmaya katkı sağlamaz” dır. Hipotez, Seka Park 1. ve 2. Etap test edilmiştir. 350 m² çalışma alanında (45.321,15 m² bina, 54.678,85 m² sert zemin, 250.000 m² yeşil alan) 5.577,602x10⁻³ Gg CO₂ karbon salımı, yıllık 2.257.27 x10⁻³ Gg CO₂ karbon absorpsiyonu, 836,63x10⁻³ Gg CO₂ karbon stoklama gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Bu değerler çalışma alanının karbon depolama performansının düşük olduğunu göstermiştir. Bu sonuç etap bazında incelendiğinde, 1. etapta 2.610,02x10⁻³ Gg CO₂ karbon salımı gerçekleşmekte ve bunun yılda yaklaşık %67,2 (1.755,26x10⁻³ Gg CO₂) absob edilmekte ve yaklaşık %23 (599,80x10⁻³ Gg CO₂) karbon stok edilmektedir. 2. etapta 2.967,58x10⁻³ Gg CO₂ karbon salımı gerçekleşmektedir, bunun yılda yaklaşık %17 (502,01x10⁻³ Gg CO₂) absob edilmekte ve yaklaşık %8(236,63x10⁻³ Gg CO₂) karbon stok edilmektedir. Bu durum yeşil alan azaldıkça ve bina ve sert zemin artıkça karbon absorpsiyon ve stoğunun düştüğünü göstermektedir. Diğer bir ifadeyle açıkyeşil alan sistemlerinde yeşil alan zaldıkça, karbon depolama özelliğini kaybetmektedir. Bu sonuç tezin hipotezini doğrulamaktadır.

Yeşil alanın artması, karbon depolama açısından etkilidir. Ancak bu etki set zemin ya da bina olması ile kıyaslandığında daha doğru bir ifadedir. Çünkü literatürdeki araştırmalar göstermiştir ki (Nowak Crane vd., 2002; Lee vd., 2024) yeşil alanın varlığı ve büyüklüğünden çok, yeşil alanda kullanılan bitk türlerie ait biyokütle miktarı (gövde, yaprak, kök) karbon depolamasını etkilemektedir. Çalışma alanında 1. etaptaki bitkilerin biyokütle oranının fazla olması ikinci etaba göre daha fazla absorpsiyon ve stok miktarı olmasını sağlamıştır.

Seka Park'ta karbon salımını azaltmak amacıyla hem doğal hem de yapısal çözümleri içeren entegre bir yaklaşım benimsenmelidir. Yeşil alanlarda, karbon absorpsiyon kapasitesini artırmak için biyolojik çeşitliliğin zenginleştirilmesi sağlanabilir. Bu doğrultuda, hızlı büyüyen ve yüksek karbon depolama kapasitesine sahip yerel ağaç türleri dikilebilir. Karbon depolama kapasitesi yüksek olan, doğu kayını (*Fagus orientalis*), saçlı meşe (*Quercus cerris*) ve sapsız meşe (*Quercus robur*), doğu çınarı (*Platanus orientalis*), ıhlamur ağacı (*Tilia tomentosa*), ova akçaağacı (*Acer campestre*) ve özellikle kentsel alanlarda yüksek karbon tutma potansiyeli nedeniyle dişbudak yapraklı akçaağaç (*Acer negundo L.*) ve lale ağacı (*Liriodendron tulipifera L.*) gibi türler tercih edilebilir. Çalı türlerinde ormangülü (*Rhododendron ponticum*), defne (*Laurus nobilis*), kızılıcak (*Cornus mas*), yer örtücülerde, mazı (*Thuja occidentalis*), ardıç türleri (*Juniperus spp.*), yavşan otu (*Artemisia absinthium*) ve taş yoncası

(*Melilotus officinalis*) sulak alan bitkisi olarak ise saz (*Phragmites australis*), nilüfer (*Nymphaea spp.*), kızıl söğüt (*Salix alba*) tercih edilebilir.

Ayrıca, çim alanlar yerine düşük bakım gerektiren, yer örtücü ve suya dayanıklı bitki türleri kullanılabilir. Dikey bahçe sistemlerinin duvarlarda kullanımı hem estetik bir görünüm sağlayacak hem de karbon yutak kapasitesine katkıda bulunacaktır. Sert zeminlerde geçirgen malzemelerin kullanımı, yağmur suyunun doğal olarak toprakta filtrelenmesini sağlayarak su döngüsüne katkıda bulunur. Örneğin, mevcut asfalt alanlar yerini geçirgen beton, çim taş ve doğal taş döşemelere bırakabilir. Ayrıca, yansıtıcı yüzey kaplamaları ile yüzey sıcaklıklarının düşürülmesi sağlanabilir, böylece kentsel ısı adası etkisi azaltılabilir. Binalar üzerinde yeşil çatı sistemleri ve güneş panelleri entegre edilerek çok yönlü bir fayda sağlanabilir. Yeşil çatı uygulamaları, karbon depolamanın yanı sıra enerji verimliliğini artırarak soğutma maliyetlerini düşürebilir. Binaların cephelerinde ise dikey bahçeler oluşturularak hem karbon absorpsiyonu artırılabilir hem de estetik bir katkı sağlanabilir. Yeni yapılarda düşük karbon emisyonlu yapı malzemelerinin kullanımı teşvik edilmelidir. Yüzey suyu depolanarak ve bina çevresinde yağmur bahçeleri kullanılarak sulama suyu miktarı azaltılabilir. Su yüzeylerinin artırılması ise yalnızca karbon emisyonlarını dengelemede değil, aynı zamanda mikroklima koşullarını iyileştirmede etkili olacaktır. Örneğin, biyolojik göletler veya yapay sulak alanlar oluşturularak karbon yutakları artırılabilir. Bu alanlar, hem yerel ekosistemlerin gelişimini destekler hem de ziyaretçiler için dinlendirici bir ortam yaratır. Otopark düzenlemelerinde karbon salımını azaltmak için elektrikli araçlar için şarj istasyonları kurulabilir, araç paylaşımı ve toplu taşıma bağlantıları geliştirilebilir. Özellikle bisiklet, martı adı verilen elektrikli scooter kullanımını teşvik edecek yollar artırılabilir. Güvenli bisiklet park alanları artırılarak bireysel araç kullanımı yerine sürdürülebilir ulaşım seçenekleri teşvik edilmelidir. Elektrikli scooter kullanımını yaygınlaştırmak için özel duraklar ve şarj noktaları planlanabilir.

Seka Park'ta karbon salımını azaltmak için ekolojik, yapısal ve davranışsal düzeyde bir dönüşüm hedeflenmelidir. Yeşil alanların artırılması, yeşil altyapının güçlendirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının entegre edilmesi ve çevre dostu ulaşım seçeneklerinin teşvik edilmesi sayesinde park, hem karbon yutağı olarak işlev görebilecek hem de sürdürülebilir, dirençli kent anlayışına örnek teşkil edecektir.

Kent parklarının, karbon yutak alanı olabilmesi için planlanma, tasarım, yönetim süreçlerinde ilişkin bazı ilke ve esaslara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bunlar aşağıda verilmiştir.

- Açık yeşil alan planlama ve tasarım stratejileri: Yağmur suyu hasadı ve biyofiltreler ile su yönetimi ve karbon tutulumu desteklenmelidir. Dikey bahçeler, yeşil çatılar

ve doğal ekosistem temelli tasarımlar uygulanarak karbon tutma potansiyeli geliştirilebilir. Parklarda organik madde içeriği artırılarak karbon tutma kapasitesi güçlendirilmelidir. Kompost uygulamaları teşvik edilerek atıkların yeniden değerlendirilmesi sağlanmalıdır. Kentsel planlamada karbon depolama kapasitesi yüksek türler öne çıkarılmalı ve stratejik olarak konumlandırılmalıdır. Yeşil alanlar, karbon depolama kapasitesini artırmak için yerli bitki türleri ile zenginleştirilmelidir. Örneğin, çınar (*Platanus orientalis*) geniş yaprak yüzeyi ve uzun ömrü sayesinde karbon yakalama kapasitesini artırmak için ideal bir türdür. Bunun yanında doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky*), adi gürgen (*Carpinus betulus L.*), sahil çamı (*Pinus pinaster*), karaçam (*Pinus nigra*) gibi türler, özellikle karbon depolama kapasiteleri yüksek olduğu için tercih edilebilir.

- Sert zeminlerde dikkat edilecek noktalar: Sert zeminler için düşük karbon emisyonlu malzemeler kullanılmalıdır. Geri dönüştürülmüş beton, doğal taş veya ahşap gibi sürdürülebilir malzemeler tercih edilmelidir. Bu malzemeler yağmur suyunun toprakla buluşmasını sağlar, buharlaşmayı azaltır ve mikroklimayı iyileştirir. Doğal taş döşemeler ve çim taşları gibi geçirgen seçenekler tercih edilerek karbon emisyonları azaltılabilir. Açık renkli veya yansıtıcı yüzeyler kullanılarak, kentsel ısı adası etkisini azaltılabilir.
- Binarda dikkat edilecek noktalar: Binaların çatıları, karbon depolama ve izolasyon sağlayacak şekilde yeşil çatı sistemleri ile tasarlanmalıdır. Bu sistemler hem karbon absorpsiyonu sağlar hem de enerji tüketimini azaltır. Binaların dış cephelerine dikey bahçe uygulamaları yapılmalıdır. Güneş enerjisi panelleri ve enerji tasarruflu LED aydınlatma sistemleri kullanılmalıdır. Bina izolasyonunda doğal ve düşük karbonlu malzemeler tercih edilmelidir. Beton yerine ahşap veya hafif çelik gibi sürdürülebilir malzemeler tercih edilebilir. Enerji verimli peyzaj tasarımları, yeşil bina uygulamaları ve karbon yakalama projeleri için finansal destek sağlanmalıdır. Binalar ve projeler, sürdürülebilirlik sertifikaları (ör. LEED, BREEAM) ile ödüllendirilmelidir.
- Su kullanımında dikkat edilecek noktalar: Su tasarrufu sağlayan teknolojilerin karbon salımını azaltmada son derece etkili olduğu görülmektedir. Damla sulama gibi verimli sistemlere geçilerek su tüketimi azaltılmalıdır. Su tutma ve geri dönüşüm sistemleri ile yüksek verimli sulama düzenekleri entegre edilmelidir.
- Enerji tüketiminde dikkat edilecek noktalar: Yenilenebilir enerji kullanımı karbon nötrlüğe ulaşmada etkili bir yöntemdir. Fotovoltaik paneller ve rüzgâr türbinleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu ile elektrik tüketimi kaynaklı karbon

salımlarının azaltılması hedeflenmelidir. İşletmelerde güneş panelleri gibi enerji kaynaklarına geçilmelidir. Ticari alanlarda enerji tasarrufu sağlayacak teknolojiler uygulanmalıdır. Akıllı enerji sistemleri ve enerji verimliliği yönetim planları geliştirilmelidir.

- Ulaşımında dikkat edilecek noktalar: Elektrikli araç kullanımını artıracak altyapı çalışmaları ve şarj istasyonları kurulmalıdır. Toplu taşıma sistemlerinin iyileştirilmesi ve elektrikli ulaşım araçlarının desteklenmesi ile akaryakıt tüketimi kaynaklı karbon salımlarının azaltılması sağlanabilir.
- Yasal Düzenlemeler: Yeşil alanların artırılmasını ve korunmasını teşvik eden mevzuat düzenlemeleri yapılmalıdır. Yeni projelerde yeşil altyapı entegrasyonu zorunlu hale getirilmelidir.
- Yönetim Planları: Kentsel parkların ve yeşil alanların bakım ve yönetiminde uzun vadeli sürdürülebilir stratejiler geliştirilmelidir.
- Yerel Yönetim İşbirlikleri: Belediyeler, karbon ayak izini azaltma projeleri için ortaklıklar ve finansman sağlamalıdır.
- Bilinçlendirme Programları: Karbon ayak izinin azaltılması konusunda farkındalık oluşturacak programlar uygulanmalıdır.
- Karbon Envanteri ve İzleme Sistemleri: Uydu görüntüleri ve sensörler kullanılarak karbon emisyonları ve yeşil alanların karbon yakalama kapasiteleri düzenli olarak izlenmelidir ve bu veriler planlama süreçlerine entegre edilmelidir.
- CBS ve Modelleme Araçlarının Kullanımı: Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak yeşil alanlar haritalandırılmalı ve karbon depolama potansiyelleri analiz edilmelidir.

Çalışmayı kısıtlayan ve böylelikle yönlendiren durumlar olmuştur. Bunlar aşağıda verilmiştir.

- Çalışmada güvenlik nedeniyle elektrik su doğalgaz faturaları paylaşılmamıştır.
- Ziyaretçi sayısı belirlenememiştir. Parka ziyaretçi olarak gelen araç sayısı ve tipleri belirlenemmiştir.
- Modelleme ve hesaplamalar, mevcut veri kaynaklarıyla sınırlandırılmış olup daha güncel ve detaylı verilerle doğrulama ihtiyacı bulunmaktadır.
- Güvenlik sebebiyle arazi çalışmaları kısıtlanmıştır.
- Alana ilişkin projelere ulaşamamıştır.
- Sağlıklı veriler elde edilememiştir.

- Hesaplama yapmak için gerekli verilerin eksik olması çalışmayı yavaşlatmıştır.
- İşbirlikçi yaklaşım olmaması, yapılan çalışmanın tehdit kabul edilmesi, karbon ayak izi hakkında yeterli bilinç seviyesinin olmaması çalışmanın kısıtlarındandır.
- Alandaki bitkilerin karbon depolamasına yönelik bir çalışma olmaması sebebiyle formüller üzerinden çalışma yürütülmüştür.
- Bu çalışma, yalnızca Seka Park örneği ile sınırlı olması sebebiyle genellenebilirlik açısından sınırlıdır. Gelecek çalışmalar, farklı şehirlerdeki kentsel parkları kapsayarak geliştirilebilirliği artırabilir.

Sekapark için bu konuda daha önce bilimsel bir çalışma yapılmaması, çalışmanın özgün nitelikte olmasına katkı sağlamaktadır. Elde edilen veriler Sekapark için yürütülecek iklim değişikliği konulu çalışmalar için fikir sunacak sonuçlara sahiptir.

Bu çalışma ile elde edilen veriler, gelecekte yapılacak aşağıdaki çalışmalara adım taşı olacak özelliklere sahiptir.

- Sekapark karbon ayak izi hesaplamalarına ilişkin deneysel çalışmalara fikir sunar.
- İzmit ili kentsel yeşil alan yutaklarının belirlenmesi çalışmalarına katkı sağlar.
- Karbon depolama temelli kentsel açık yeşil alanların tasarım ilkelerinin geliştirilmesine katkı sağlar.
- Benzer kentsel açık yeşil alan sistemlerindeki karbon salım, absorpsiyon ve stoklama çalışmalarına örnek sunar.

5. KAYNAKLAR

- Acar, H., & Yavuz, A. (2023). Kentsel Alanlarda İklim Uyumlu Peyzaj Tasarım Yaklaşımları ve Stratejiler. *Peyzaj*, 5(2), 63-76.
- Ağırseven, N., & Örki, A. (2021). Küresel Isınmanın Türk Dış Politikasına Yansıması. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi*, 10(1), 1-10.
- Ahmad, P., Buyadi, S. N. A., Kamaruddin, S. M., & Misni, A., (2019). Quantifying Carbon Footprint Review in University Campus. *Environment-Behaviour Proceedings Journal*, 4(12), 131-138.
- Akalın, M. (2013). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği Nedeniyle Oluşan Doğal Felaketlerin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 29-43.
- Akbari, H., Pomerantz, M., & Taha, H. (2001). Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar energy*, 70(3), 295-310.
- Akçay, F., Yavuz, E., & Kılıç, E. (2023). Karbon Emisyonu ile Vergileme Arasındaki İlişkinin Cumhuriyetten Günümüze Analizi: Kantil Eşbütünleşme Yaklaşımından Kanıtlar. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(Özel Sayı), 59-78.
- Akçıl, Ö. 2024. Marmara Kafe İşletmesi Genel Bilgiler. Sözlü görüşme, Seka Park, İzmit.
- Akdeniz, O. 2024. Avni Kalkavan Spor Tesisleri Genel Bilgiler. Sözlü görüşme, Seka Park, İzmit.
- Akgün, F., Demir, M., & Yılmaz, H. (2020). Türkiye’de Hava Kirliliği ve Sera Gazı Emisyonlarının Bölgesel Analizi. *İklim ve Çevre Çalışmaları Dergisi*, 5(2), 67-81.
- Akman, G., & Mert, Z. G. (2011). Kocaeli’ndeki lojistik faaliyetlerin mevcut durumu. *TMMOB, II. Kocaeli Kent Sempozyumu’nda sunulan bildiri, Kocaeli*.
- Aksoy, S. (2023). “Aksaray İlinde Karayolu Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Aksöz, F., & Çelik, A. (2023). Küresel İklim Değişikliğine Karşı Dirençli Kent Yönetişimi. *Uluslararası Sosyal Siyasal ve Mali Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 75-85.

- Aktaş, S., Güney, M. E., & Kılıç, S. E. (2023). Cumhuriyet Döneminde İzmit İlçesi Gelişim Süreci ve Planlama Tarihi. *Mimarlık ve Yaşam*, 8(4), 861-881.
- Aktürkoğlu B., 2024. Ulaşım Yönetim Merkezi Genel Bilgiler. Sözlü görüşme, Seka Park, İzmit.
- Akyürek, Ö. (2020). Termal Uzaktan algılama görüntüleri ile yüzey sıcaklıklarının belirlenmesi: Kocaeli örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*. 6(2), 377-390.
- Akyürek, Ö., Arslan, O., & Karademir, A. (2013). "SO₂ ve PM₁₀ Hava Kirliliği Parametrelerinin CBS ile Konumsal Analizi: Kocaeli Örneği." *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Ankara*.
- Albayrak, A.N., & Atasayan, Ö. (2019). İklim Değişikliği Farkındalığı Analizi.
- Altınöz, M. (2019). "Binaların Çevresel Etkilerinin Enerji Verimliliği ve Karbon Ayak İzi Açısından İncelenmesi Kırklareli Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Altınöz, M. (2019). "Binaların Çevresel Etkilerinin Enerji Verimliliği ve Karbon Ayak İzi Açısından İncelenmesi: Kırklareli örneği", Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Altuntaş, O. (2019). "Osmangazi köprüsünün Kocaeli Körfez Bölgesindeki Taşıt Kaynaklı Emisyon Kirliliğine Etkisinin Modellenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Anadolu Ajansı (AA). (2017). *Tarihi Filmlerin Gözdesi: Seka Film Platosu*. Erişim 11 Temmuz 2024. <https://www.aa.com.tr/tr/kultur-sanat/tarihi-filmlerin-gozdesi-seka-film-platosu/784796>
- Anonim, (2014a). *Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ*. Erişim 18 Kasım 2024. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/07/20140722-5.htm>
- Anonim, (2024a). *Fauna*. Erişim Tarihi: 16 Kasım 2024. <https://www.sirtcantam.com.tr/kocaelinin-biyolojik-cesitliliği/>.
- Anonim, (2024b). *Sekapark Otel*. Erişim Tarihi: 16 Kasım 2024. <http://www.otelsekapark.com.tr/index.html>.

- Anonim, (2024c). *Sekapark Tıbbi Aromatik Bitki Üreticiliği ve Turizm İşletmeciliği Yatırım Anonim Şirket*. Erişim Tarihi: 16 Kasım 2024 <https://www.sekapark.com.tr/sayfa/hakkimizda>.
- Anonim, (2024ç). *Antikkapi Anonim Şirket*. Erişim Tarihi: 16 Kasım 2024 <https://www.antikkapi.com.tr/>
- Anonim, (2024d). *Kocaeli Kongre Merkezi*. Erişim Tarihi: 17 Kasım 2024 <https://www.kocaeli.bel.tr/hizmet/kocaeli-uluslararası-kongre-merkezi-108.html>
- Anonim, (2024e). *Maide Kafe Restoran*. Erişim Tarihi: 17 Kasım 2024 <https://www.antikkapi.com.tr/DugunSalon>
- Anonim, (2024f). *Seka Deniz Düğün Salonu*. Erişim Tarihi: 17 Kasım 2024 <https://www.antikkapi.com.tr/DugunSalon>
- Anonim, (2024g). *Seka Kır Düğün Salonu*. Erişim Tarihi: 17 Kasım 2024 <https://www.antikkapi.com.tr/DugunSalon>
- Anonim, (2024ğ). *Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Otobüs hatları*. Erişim Tarihi: 18 Kasım 2024 <https://www.kocaeli.bel.tr/hatlar/33/bati-terminali-seka-park-dogu-kisla-uc-tepele-otobus-sefer-saatleri-ve-duraklari>
- Anonim, (2024h). *Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Vapur Seferleri*. Erişim Tarihi: 18 Kasım 2024 <https://www.kocaeli.bel.tr/vapurlar/>
- Anonim, (2024ı). *T1 Sekapark Terminal Tramvayı*. Erişim Tarihi: 18 Kasım 2024 https://moovitapp.com/index/tr/toplu_ta%C5%9F%C4%B1ma-T1_Seka_Park_Terminal_Tramvay%C4%B1-Istanbul-site_131638438-1563
- Anonim, (2024i). *Seka Park*. Erişim Tarihi: 17.11.2024 <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/kocaeli/gezilecekyer/sekapark-zmit>
- Arellano Vazquez, D. A., Gagliano, E., Del Borghi, A., Tacchino, V., Spotorno, S., & Gallo, M. (2024). Carbon Farming of Main Staple Crops: A Systematic Review of Carbon Sequestration Potential. *Sustainability*, 16(18), 7907.
- Aritan, Ö. (2005). Erken Cumhuriyet Döneminde Sümerbank Yerleşkeleri, İdeolojik-Mekansal Bir Okuma. *Arredamento Mimarlık*, 176, 102-109.
- Arrhenius, S. (1896). XXXI. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 41(251), 237-276.

- Atabey, T. (2013). “Karbon Ayak İzinin Hesaplanması: Diyarbakır Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Atmaca, Ç., & Sevimoğlu, O. (2020). Şehir Kaynaklı Sera Gazı Emisyonunun Belirlenmesi: Kocaeli İli Örneği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 1616-1627.
- Avaner, E. (2019). Küreselleşmenin Sonucu Küresel Isınma Dünyayı Yok Etmeden Yeni Bir Ekonomik Sistemi Benimsemek. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(3), 843-855.
- Ay, F., Güney, M. E., & Kılıç, S. E. (2022). Cumhuriyet’in Önemli Bir Sanayi Yatırımı Olarak Kocaeli Seka Örneği ve Gelecek İçin Öneriler. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(1), 329-380.
- Ayan, E. (2016). Osmanlı Döneminde Kocaeli Sanayiinin Tarihi Gelişimi ve Osmanlı’da Sanayileşme Çabalarının Analizi. *İnsan ve İnsan*, 3(9).
- Aydın, A. (2023). Tarım Sektöründe Sürdürülebilir Kalkınma İçin Ekosistem Tabanlı Uyum (ETU) Faaliyetleri. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 2(3), 132-157.
- Aydın, H. (2023). “Yozgat İlinde Araçlardan Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Yakıt Tüketimleri ile İlişkili Hesaplanması”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Aydın, M. (2020). Seçilmiş OECD Ülkelerinde Çevre Vergilerinin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkileri: Yapısal Kırımlı Nedensellik Testinden Kanıtlar. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (28), 137-154.
- Aydın, Ü. 2023. “Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Karbon Ayak İzi Envanterinin Hesaplanması”, Yüksek Lisans Tezi. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Aydın, S. (2019). “Öğretmenlerin Görüşlerine Göre Okul Yöneticilerinin Yönetim Süreçlerini Kullanma Becerilerinin Okul İklimine Etkisi (Kocaeli İli Örneği)”, Yüksek Lisans Tezi, 19 Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Aydoğdu, G. (2020). İklim Değişikliği ve Tarımsal Uygulamalar Etkileşimi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi İnsan Bilimleri Dergisi*, 1(1), 43-61.
- Bachu, S., Celia, M. A., Nordbotten, J. M., & Bandilla, K. W. (2015). Status of CO2 storage in deep saline aquifers with emphasis on modeling approaches and practical simulations. *Water Resources Research*, 51(9), 6846-6892.

- Bağdigen, M., & Demir, E. (2010). Küresel Isınmayla Mücadelede Türk Vergi Mevzuatı. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 6(12), 153-177.
- Bahçeci, D. (2013). *Kişisel Karbon Ayak İzi Rehberi* (4. Basım). İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi.
- Baltacı, N., & Kalkancı, A. (2021). Küresel Isınmanın Mantar Enfeksiyonlarına Etkisi. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 22(4), 304-308.
- Başbüyük, G. Ö., Ay, F., & Acar, S. (2017). Küresel Isınma ve Küresel Isınmanın Yaşlılar Üstünde Etkisi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 21(1), 203-218.
- Başoğlu, A. (2014). Küresel İklim Değişikliğinin Ekonomik Etkileri. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 7, 175-196.
- Baştürk, M. H., Arslanoğlu, Ş. F., & Öztürk, R. Karbon Noktaların Tarımsal Üretimde Kullanılması. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 5(3), 669-679.
- Baydaroğlu, F.O. (2013). “Sodyum Borhidrürün Hidrolizinden Hidrojen Eldesi İçin Etkin Katalizörlerin Geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Bayraç, H. N. (2010). Enerji Kullanımının Küresel Isınmaya Etkisi ve Önleyici Politikalar. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 229-259.
- Bayram, C. S. (2018). “Toplu Taşımada Raylı Sistemlerin Önemi ve Kentiçi Uygulamalarının Sağladığı Kazanımların Akçaray Üzerinden Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- BBC News Türkçe. (2020). *Avustralya yangınları: Neden 4 aydır söndürülemiyor, bilançosu ne?*. Erişim 2 Mart 2024. <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-51007614>
- Beaumont, N. J., Jones, L., Garbutt, A., Hansom, J. D., & Toberman, M. (2014). The value of carbon sequestration and storage in coastal habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 137, 32-40.
- Bekiroğlu, O., (2011). Sürdürülebilir Kalkınmanın Yeni Kuralı: Karbon Ayak İzi. II. Elektrik Tesisatı Ulusal Kongresi. 24 – 27.11/2011 İzmir

- Bıçakçı, A., & Tosunoğlu, A. (2016). Çevresel ve Atmosferik Değişkenlerin Allerjenik Polenler Üzerindeki Etkileri. *Asthma Allergy Immunology*, 14(3), 107-116.
- Bicer, Y., & Dincer, I. (2018). Life cycle environmental impact assessments and comparisons of alternative fuels for clean vehicles. *Resources, Conservation and Recycling*, 132, 141-157.
- Biçer, B. K., & Vaizoğlu, S. A. (2015). Hemşirelik Bölümü Öğrencilerinin Küresel Isınma/İklim Değişikliği Hakkındaki Bilgi ve Farkındalıklarının Belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 2(2), 30-43.
- Biçer, C., & Biniş, M. (2024). Türkiye’de Çevre Vergileri ve Karbon Salınımı Arasındaki İlişkinin Ampirik Analizi1. *Güncel Maliye Uygulamaları*, 89.
- Binboğa, G. (2017). Sürdürülebilirlik Kapsamında Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları ve Türkiye’nin Durumunun İncelenmesi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(4), 207-238.
- Birkan, İ. (2013). Küresel Isınma ve Karbon Ayak İzimiz.
- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC). (2015). *Paris Agreement*. Erişim adresi: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- Bocken, N. M., Farracho, M., Bosworth, R., & Kemp, R. (2014). The front-end of eco-innovation for eco-innovative small and medium sized companies. *Journal of Engineering and Technology Management*, 31, 43-57.
- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*, 97(3), 147-155.
- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*, 97(3), 147-155.
- Broeker, M. E., McIntyre, H. J., McNellis, & J. M. (1977). *Ground-water Levels in Observation Wells in Kansas, 1971-1975* (Vol. 6). Kansas Geological Survey, the University of Kansas.
- Budak, M., Günal, H., Kılıç, O. M., & Acir, N. (2020). Tuzlu ve Sodik Arazilerde Islah ve Tarımsal Faaliyetler Sonrası Arazi Tahribatının Dengelenmesinin İzlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 172-182.

- Can, E., & Uzun, O. (2022). Kentler, İklim Değişikliği ve Sağlıklı Kentler Birliği. *Çevre, İklim ve Afet: Dirençli Şehirler İçin Yol Haritası, Kartepe Zirvesi 2022*, 9, 129-150.
- Carbon Trust, (2021). *Annueal Report for the year ended 31 March 2021*. Erişim 28 Temmuz 2024. <https://ctprodstorageaccountp.blob.core.windows.net/prod-drupal-files/2022-10/CT-Group-Financial-Statements-21.pdf>
- Carbon Trust. (2022). *Carbon Footprinting Guide*. Erişim 12 Kasım 2024. <https://www.carbontrust.com/>
- Churkina, G. (2016). The role of urbanization in the global carbon cycle. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367(1583), 507-519.
- Civelekoğlu, G., & Bıyık, Y. (2020). Isparta İlinde Karayolu Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 4(2), 78-87.
- Coumou, D., & Rahmstorf, S. (2012). A decade of weather extremes. *Nature climate change*, 2(7), 491-496.
- Creutzig, F., Jochem, P., Edelenbosch, O. Y., Mattauch, L., Vuuren, D. P. V., McCollum, D., & Minx, J. (2015). Transport: A roadblock to climate change mitigation?. *Science*, 350(6263), 911-912.
- Creutzig, F., Jochem, P., Edelenbosch, O. Y., Mattauch, L., Vuuren, D. P. V., McCollum, D., & Minx, J. (2015). Transport: A roadblock to climate change mitigation?. *Science*, 350(6263), 911-912.
- Cuéllar-Franca, R. M., & Azapagic, A. (2015). Carbon capture, storage and utilisation technologies: A critical analysis and comparison of their life cycle environmental impacts. *Journal of CO2 utilization*, 9, 82-102.
- Çağan, M. (2024). “Çevresel sürdürülebilirliğe yönelik karbon ayak izinin konumsal analizi: Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü”, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Çakmak, E. G. (2024). “Ülkemiz Yerli Enerji Kaynaklarının Yeni Teknolojilerle Değerlendirilmesi Sonucunda Oluşacak Sera Gazı Azaltım Potansiyelinin Belirlenmesi ve Maliyet Analizleri”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Çekici, E. (2009). Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Türkiye’de Tarım Sigortalarına Etkisi. *Öneri Dergisi*, 8(32), 105-111.

- Çelebi, A. (2005). “Kocaeli Yarımadasındaki Monteri Çamı (Pinus Radiata) Ormanlarına Hava Kirliliği Etkisinin İbre Kükürt Analizleri ile Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Çelik, S. (2012). *Türkiye’de Kâğıt Sanayi ve Seka’nın Rolü*. Kâğıt ve Basım Teknolojileri Enstitüsü. Ankara.
- Çepel, N. (2008). *Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri* (3. Baskı). Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- Çepel, N., Ergün, C., & Aydemir, A. (2007). *Küresel Isınma ve Küresel İklim Değişimi*. Tema Vakfı Yayınları. Ankara.
- Çerçi, M. (2021). “IPCC Tier 1 ve DEFRA Metodları ile Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi: Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.
- Çiftçioğlu, G.Ç., & Bozdereli, A. A. (2020). Küresel İklim Değişikliği ve Peyzaj Mimarlığı Meslek Disiplini Arasındaki İlişkilerin Değerlendirilmesi. *Şehir ve Medeniyet Dergisi*, 666-689.
- Çobanoğlu, G., Özen, E., Özkök, E., Yayman, D., Özcan, A., Kaan, T., Al-Amoody, & A. A. (2021). Çevre Terimlerinin Bilinme Düzeyinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma. *Avrasya Terim Dergisi*, 9(2), 39-53.
- Çuvaş, N. (2002). “İzmit Civarının Jeolojisi ve Coğrafi Bilgi Sistemi”, Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dadanlar, R. 2024 Kelebek Spor Tesisleri Genel Bilgiler. Sözlü görüşme, Seka Park, İzmit.
- Darkot, B. Tuncel, M. (1981). *Marmara Bölgesi Coğrafyası*. İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 2510, Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 118, İstanbul.
- DEFRA. (2019). *UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting*. 15 Ekim 2024 <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2019>
- Demir, A. (2009). *Seka'nın Tarihi ve Türkiye’de Kâğıt Üretimi*. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Yayınları. İstanbul.
- Demirarslan, K. O., & Akıncı, H. (2018). CBS ve Hava Kalitesi Verileri Kullanılarak Marmara Bölgesinin Kış Sezonunda Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(1), 11-27.

- Demirarslan, K. O., & Demirarslan, D. (2018). Sanayileşme, Kentleşme ve Çevre İlişkisi: Kocaeli İli Örneği. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 29-43.
- Demirbaş, G. U., & Demirbaş, Ö. O. (2019). Biyofilik Tasarım Kapsamında Peyzaj Mimarlığı ve İç Mimarlık Arakesiti: Eğitim Programlarının Karşılıklı Değerlendirilmesi. *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 50-60.
- Dogan, N. (2014). The role of renewable energy resources in fighting against global climate change: An assessment for Turkey. *IIB International Refereed Academic Social Sciences Journal*, 5(15), 265.
- Doğan, S., & Tüzer, M. (2011). Küresel İklim Değişikliği ile Mücadele: Genel Yaklaşımlar Ve Uluslararası Çabalar. *Istanbul Journal of Sociological Studies*, (44), 157-194.
- Doygun, H., Kaya, N., & Ekşi, I. (2020). Üniversite Öğrencilerinin Küresel Isınmaya Yönelik Bakış Açılarının Q Metodoloji Yardımıyla İncelenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 4(2), 302-313.
- Durkaya, B., & Durkaya, A. (2018). Küresel Isınma Farkındalığı “Bartın Üniversitesi Öğrencileri Örneği”. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(1), 128-144.
- Durkaya, B., & Durkaya, A. (2018). Küresel Isınma Farkındalığı “Bartın Üniversitesi Öğrencileri Örneği”. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(1), 128-144.
- Durmuş, M., & Koluman, N. (2020). Termal Stres Altında Yetiştirilen Küçükbaş Hayvanlarda Kısıtlı Su Uygulamasının Etkileri. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, 1(1), 190-199.
- Dünya Bankası. (2021). *State and Trends of Carbon Pricing 2021*. Erişim 1 Kasım 2024. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35620>
- Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., & Tanabe, K. (2006), IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Intergovernmental Panel on Climate Change, Hayama, Japan.
- Ekinci, F. (2022). “Bursa İli Karayolundan Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarının Belirlenmesi ve Alınabilecek Önlemlerin Ortaya Konulması”, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Ekinci, M., Ors, S., Yildirim, E., Turan, M., Sahin, U., Dursun, A., & Kul, R. (2020). Determination of physiological indices and some antioxidant enzymes of chard

exposed to nitric oxide under drought stress. *Russian journal of plant physiology*, 67, 740-749.

Ekins, P., & Speck, S. (2014). The fiscal implications of climate change and policy responses. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 19, 355-374.

Ekşi, N. (2016). İklim mültecileri. *Göç Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 10-58.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024. *Türkiye Elektrik Üretimi ve Elektrik Tüketim Noktası Emisyon Faktörleri*. Erişim Linki: <https://enerji.gov.tr/evced-cevre-ve-iklim-elektrik-uretim-tuketim-emisyon-faktorleri> (18.11.2024).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024. Türkiye Elektrik Üretimi ve Elektrik Tüketim Noktası Emisyon Faktörleri. Erişim 18 Kasım 2024. <https://enerji.gov.tr/evced-cevre-ve-iklim-elektrik-uretim-tuketim-emisyon-faktorleri>

EPA, (2021). *EPA Releases 2021 Data Collected under Greenhouse Gas Reporting Program*. Erişim 11 Temmuz 2024. <https://www.epa.gov/newsreleases/epa-releases-2021-data-collected-under-greenhouse-gas-reporting-program>

Ercan, H. (2014). *Cumhuriyet Döneminde Türkiye'de Sanayileşme Hareketleri*. Ege Üniversitesi Yayınları. İzmir.

Erdem, E., & Şahin, G. (2021). Sanayileşme ve Karbon Salınımı: Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Çevre Bilimleri Dergisi*, 12(3), 145-160.

Erdoğan, G., Simsar, S., Sakal, S. D., Kor, Ö., Kardoğan G., Parıltı C., & Gündoğdu B. (2022). Dirençli Şehirler Tasarlamak: Uygulama Kılavuzu Arayışı İzmir-Torbalı Örneği. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 1(2), 165-202.

Ergün, M. (2017). *Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Kocaeli Bölgesinin Jeolojisi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları. İstanbul.

Erik, N. Y. (2016). Şeyl Gazı; Jeolojik Özellikleri, Çevresel Etkileri ve Küresel Ekonomik Anlamı. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 59(2), 211-237.

Erikçi, A. 2024. Akıllı ve Sürdürülebilir Ulaşım Sistemleri Şube Müdürlüğü Veri Analiz ve Sürdürülebilir Ulaşım Şefliği Genel Bilgiler. Sözlü görüşme, Seka Park, İzmit.

Eroğlu, E.; Taş, S. ve Aydemir Dev, M. (2023). Dirençli Kent Tasarımında Katılımcılık: Türkiye’de Belediyeler ve STK’lar Arasındaki Paydaşlık İlişkisinin İncelenmesi. *International Journal of Social Inquiry*, 16(1), 297-313.

- Ertekin, & B. A. (2020). Uluslararası Sistemde Ülkelerin Elle Tutulamayan Rakip ile Mücadelesi: Uluslararası Güvenlik Açısından Küresel Isınma Problemi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(76), 1879-1904.
- Ertekin, B. A. (2020). Uluslararası Sistemde Ülkelerin Elle Tutulamayan Rakip ile Mücadelesi: Uluslararası Güvenlik Açısından Küresel Isınma Problemi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(76), 1879-1904.
- Eslen, N. (2010). İklim Değişikliği ve Türkiye'nin Güvenliğine Etkileri. *Stratejik Araştırmalar Derneği*, 8(15), 237-275.
- Evren, M. B. (2022). İnsan ve Çevre Etkileşiminde Küresel İklim Değişikliğine Adaptasyon. *Kırklareli Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 1(1), 33-46.
- Fahjan, Y., Pakdamar, F., & Eryılmaz, Y. (2015). Afet Planlamasında Deprem Riski Belirsizliklerinin Değerlendirilmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 1(1-2), 21-39.
- FAO. (2021). The state of food and agriculture 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from <http://www.fao.org>
- FAO. (2021). *The State of the World's Forests 2021*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2021). The State of the World's Forests 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Finnveden, G., vd., (2009). Recent developments in Life Cycle Assessment. *Journal of Environmental Management*, 91(1), 1-21.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2021). *Global Forest Resources Assessment 2020*. Rome: FAO.
- Friedlingstein, P., O'sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Hauck, J., Olsen, A., & Zaehle, S. (2020). Global carbon budget 2020. *Earth System Science Data Discussions*, 2020, 1-3.
- Garipağaoğlu, N., & Uzun, S. (2014). İzmit Körfezi kıyılarında kıyı alanı kullanımı. *Türk Coğrafya Dergisi*, (63), 9-22.
- Gemici, B. (2011). “Eski Endüstri Alanlarının Yeniden şlevlendirilmesinde Kentsel Kalite ve Değer Artışına İlişkin Kullanıcı Algısı: İzmit-Sekapark örneği”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Genç, E., & Coşmuş, Ş. (2021). Lojistik Köylerin Yönetim Özellikleri ve Türkiye’deki Lojistik Köyler. *Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences (JOSHAS)*, 7 (35), 68-79.
- Genç, F. N. (2007). Türkiye’de Doğal Afetler ve Doğal Afetlerde Risk Yönetimi. *Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 9(5), 201-226.
- Gençer, C. İ. (2017). Kültürel Mirasın Korunmasında İklim Değişikliğinin Oluşturduğu Tehditler. *Mimar. İst*, 58, 24-30.
- Gerber, S., Hedin, L. O., Keel, S. G., Pacala, S. W., & Shevliakova, E. (2013). Land use change and nitrogen feedbacks constrain the trajectory of the land carbon sink. *Geophysical Research Letters*, 40(19), 5218-5222.
- Gerçek, D., & Türkmenoğlu Bayraktar, N. (2014). Kentsel Isı Adası Etkisinin Uzaktan Algılama ile Tespiti ve Değerlendirilmesi: İzmit Kenti Örneği. 5. *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu*, 14-17.
- Geymen, A., & Dirican, A. Y. (2016). İklim Değişikliğine Bağlı Deniz Seviyesi Değişiminin Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Analiz Edilmesi. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(1), 65-74.
- GHG Protocol. (2004). *A Corporate Accounting and Reporting Standard*. Erişim 20 Haziran 2024. <https://ghgprotocol.org/>
- Gıda ve Tarım Örgütü (FAO). (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020*. Erişim 1 Kasım 2024. <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/2020>
- Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure. *Built Environment*, 33(1), 115-133.
- Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., & Pauleit, S. Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure. *BUILT ENVIRONMENT*, 33(1).
- Gökçek, B., Bozdağ, A., & Demirbağ, H. (2019). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Örneğinde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(2), 721-730.
- Görgülü, Ç., & Görgülü, L. (2021). İklim Değişikliğine Eko-Morfolojik Yaklaşım: Kentsel Çeper Kuşak Alanları. *JENAS Journal of Environmental and Natural Studies*, 3(1), 72-99.

- Guinee, J. B. (2002). Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 7(5), 311-313.
- Guinée, J. B. (2002). *Handbook on life cycle assessment: operational guide to the ISO standards* (Vol. 7). Springer Science & Business Media. Erişim 15 Kasım 2024. <https://books.google.com.tr/books?id=Q1VYuV5vc8UC&lp=PR7&ots=mY91hpCORV&dq=Guin%C3%A9e%202002&lr&hl=tr&pg=PP1#v=onepage&q=Guin%C3%A9e,%202002&f=false>
- Guinée, J. B., vd., (2002). *Handbook on Life Cycle Assessment: Operational Guide to the ISO Standards*. Springer.
- Gül, A., & Küçük, V. (2001). Kentsel Açık-Yeşil Alanlar ve Isparta Kenti Örneğinde İrdelenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 2(1), 27-48.
- Gülbahar, O. (2008). Küresel Isınma, Turizme Olası Etkileri ve Türkiye. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi *Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2008(2), 160-198.
- Gül Bozan, M. 2024. Antikkapı A.Ş. İşletmesi Genel Bilgiler. Sözlü görüşme, Seka Park, İzmit.
- Gül Bozan, M. 2024. Seka Otel İşletmesi Genel Bilgiler. Sözlü görüşme, Seka Park, İzmit.
- Günay, O., & Yavuz, C. I. (2009). Bir Case Crossover (Çapraz Vaka Kontrol) Çalışması: Bir Yıllık Myokard Enfarktüsü Nedenli Yatışlar ve Hava Kirliliği İlişkisinin İncelenmesi. Kocaeli Örneği. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 8(5), 381-388.
- Gür, G., & Öztürk, H. (2021). Ruminantlarda Metan Salinimini Azaltma Stratejileri. *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni*, 12(1), 43-54.
- Gürbüz, Ö. Ü. H. (2021). Bölüm 4. *Modern Mühendislik Yöntemleri ve Uygulamaları*, 85.
- Gürer, A., & Sakız, G. (2018). Yetişkinlerin Küresel Isınma ile İlgili Bilgi Düzeyleri ve Geri Dönüşüm Farkındalıkları. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 1364-1391.
- Gürler, A., & Gürgen, G. (2024). Küresel İklim Değişikliği ve Eğitim: Türkiye'deki Lisansüstü Tezlerin İncelenmesi. *TÜCAUM 2024 Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, 44-60.

- Gürsoy, F.B. (2023). “Erciyes Üniversitesi Kampüsünde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Halsnæs, K., Drews, M., & Clausen, N. E. (2016). Socio-economic Impacts-Offshore Activities/Energy. *North Sea Region Climate Change Assessment*, 409-415.
- Hauschild, M., Goedkoop, M., Guinee, J., Heijungs, R., Huijbregts, M., Joliet, O., Margni, M., De Schryver, A., Pennington, D., Pant, R., Sala, S., Brandao, M., & Wolf, M. (2011). *Recommendations for life cycle impact assessment in the European context - based on existing environmental impact assessment models and factors (International Reference Life Cycle Data System - ILCD handbook)*. Publications Office of the European Union. Erişim 17 Ocak 2024. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC61049>
- Hawkins, W., Cooper, S., Allen, S., Roynon, J., & Ibell, T. (2021, October). Embodied carbon assessment using a dynamic climate model: Case-study comparison of a concrete, steel and timber building structure. In *Structures* (Vol. 33, pp. 90-98). Elsevier.
- Houghton, R. A. (2001). *Carbon flux to the atmosphere from land-use changes: 1850 to 1990* (No. ORNL/CDIAC-131). Oak Ridge National Lab.(ORNL), Oak Ridge, TN (United States).
- Höhne, N., vd. (2007). Monitoring, reporting and verification of greenhouse gas emissions from energy production in the EU. *Energy Policy*, 35(12), 5960-5975.
- Hu, J., Fan, H., Liu, Z., He, X., Shu, Y., & Li, C. (2023). *Nitrogen-Doped Amygdalus Pendunculata Pall Shell-Derived Carbon Materials for Efficient Carbon Capture*. SSRN.
- Hünerli, E. (2023). “Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi'nin Karbon Ayak İzinin IPCC Tier 1 Yaklaşımı ve Defra Yöntemiyle Hesabı”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- IDMC. (2015). Global Report on Internal Displacement (GRID). Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC), Erişim 22 Temmuz 2024. <https://www.internal-displacement.org/globalreport2016/pdf/2016-global-report-internal-displacement-IDMC.pdf>
- IDMC. (2015). Global Report on Internal Displacement (GRID). Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC), Erişim 22 Temmuz 2024. <https://www.internal-displacement.org/publications/2017-global-report-on-internal-displacement-grid/>
- IEA (2022). *Global Energy Review: CO2 Emissions in 2022*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-co2-emissions-in-2022>

- IEA. (2020). *Energy efficiency 2020*. Erişim 16 Ocak 2024. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>
- IEA. (2021). *World Energy Outlook 2021*. International Energy Agency. Retrieved from <https://www.iea.org>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). *2019 Refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Agriculture, forestry and other land use*, 4, 824.
- International Energy Agency (IEA). (2018). *World Energy Outlook 2018*. Erişim 25 Kasım 2023. https://iea.blob.core.windows.net/assets/77ecf96c-5f4b-4d0d-9d93-d81b938217cb/World_Energy_Outlook_2018.pdf
- International Energy Agency (IEA). (2021). *World Energy Outlook 2021*. Paris: IEA. Erişim 28 Ekim 2024. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>
- International Energy Agency (IEA). (2022). *Global Energy Review 2022*. Erişim 18 Ekim 2024 <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2022>
- International Energy Agency (IEA). (2022). *Global Energy Review 2022*. Erişim 28 Ekim 2024. <https://www.iea.org>
- IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (1990). *Climate Change 1990: The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Erişim 24 Kasım 2024. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- IPCC. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 2 – Energy*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Erişim 28.Ekim 2024. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- IPCC. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Cilt 4, Bölüm 4: Orman Arazisi, Tablo 4.12. Erişim 24 Kasım 2024. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- IPCC. (2014). *Climate change 2014: Synthesis report*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Erişim 16 Ocak 2024. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

- IPCC. (2019). The IPCC Climate Change and Land Report, (2019). IPCC Summary for Policymakers.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Erişim 19. Haziran 2024. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Retrieved from <https://www.ipcc.ch>
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- IPCC. (2022). *Sixth Assessment Report: Mitigation of Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Erişim 2 Kasım 2024. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>
- ISO 14040 (2006). *Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework*.
- ISO 14064. (2006). *Greenhouse Gases – Specification with Guidance at the Organization Level for Quantification and Reporting of Greenhouse Gas Emissions and Removals*. ISO.
- İklim Değişikliği Başkanlığı Raporu, 2023. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Erişim Adresi: [https://iklim.gov.tr/db/turkce/icerikler/files/İklim%20Değişikliği%20Başkanlığı%202023%20Yılı%20İdare%20Faaliyet%20Raporu\(1\).pdf](https://iklim.gov.tr/db/turkce/icerikler/files/İklim%20Değişikliği%20Başkanlığı%202023%20Yılı%20İdare%20Faaliyet%20Raporu(1).pdf) Erişim Tarihi: 14.06.2024
- İlze, S. (2013). “İzmit Körfezi Havzası'nın Jeomorfolojisi”, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- İnci, A., & Düzlü, Ö. (2009). Vektörler ve Vektörlerle Bulařan Hastalıklar. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakóltesi Dergisi*, 6(1), 53-63.
- Jacobson, A. R., Rödenbeck, C., Bakker, D. C., Gruber, N., Iida, Y., Jones, S., & Zeng, J. (2015). Data-based estimates of the ocean carbon sink variability—first results of the Surface Ocean pCO₂ Mapping intercomparison (SOCOM). *Biogeosciences*, 12(23), 7251-7278.
- Jones, A. P., Duley, W. W., Williams, & D. A. (1990). The structure and evolution of hydrogenated amorphous carbon grains and mantles in the interstellar

medium. *Royal Astronomical Society, Quarterly Journal (ISSN 0035-8738)*, vol. 31, Dec. 1990, p. 567-582. Research supported by NSERC., 31, 567-582.

Kahriman, E. H. (2020). Küresel İklim Değişikliğinin Olumlu ve Olumsuz Dışsallıkları Üzerine Bir Değerlendirme. *Sayıştay Dergisi*, (118), 101-131.

Kale Öksüz, B. (2019). “Bilimsel Argümantasyona Dayalı Etkilerin Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin ve İnsan ve Çevre Ünitesindeki Akademik ve İklim Değişimine Yönelik Farkındalıklarına Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Kanık, D., (2023). İzmit Kent Planlaması ve Sulak Alan Bölgesine İlişkin Plan Kararları. *Mimarlık ve Yaşam*, 8(4), 911-951.

Karaca, A., & Turgay, O. C. (2012). Toprak kirliliği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 1(1), 13-19.

Karacan, G., & Gökce, D. (2020). Kentsel Planlamada İklim Direnci Teması; Ankara Örneği, *Resilience*, 4(2), 221-238.

Karaçor, E. K., Yerli, Ö., Gültekin, P. G., & Özdede, S. (2010). peyzaj tasarımında kullanılan yapısal elemanların karbon ayak izlerinin değerlendirilmesi. *Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 20-22.

Karakaya, H. (2022). “Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü Kurumsal Karbon Ayak İzi esaplama ve Değerlendirilmesi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.

Karlı, R. G. Ö., & Artar, M. (2021). Kentsel Su Yönetiminde Araç Olarak Su Ayak İzi ve Mavi-Yeşil Altyapı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58(1), 145-162.

Karlı, R. G. Ö., & Artar, M. (2021). Kentsel su yönetiminde araç olarak su ayak izi ve mavi-yeşil altyapı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58(1), 145-162.

Kaya, A. (2015). Türkiye'nin Jeolojik Yapısı ve Kayaç Türleri. *Jeoloji Dergisi*, 58(2), 112-130.

Kaya, E., & Uzun, O. (2024). Kentsel Açık ve Yeşil Alan Planlaması ve Katılımcılık Görüşlerini Birlikte Kullanan Uluslararası Çalışmaların Bibliyometrik Analizi. *Kent Akademisi*, 17(3), 1060-1085.

Kaya, F. (2022). “Karbon Dioksit Emisyonları, Sağlık Harcamaları, Ekonomik Büyüme ve Yaşam Beklentisi İlişkisi: BRICS-T Üzerine Kanıtlar”, Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

- Kaya, H. G., Sağbaş, A., & Dursun, Z. (2024). Karbon Ayak İzi ve Karbon Emisyonunun Sektörel Değerlendirmesi: Havacılık Sektöründe Bir Uygulama. *Journal of Engineering and Basic Sciences*, 3, 12-19.
- Kaya, M. (2010). *Seka Kağıt Fabrikası ve Özelleştirme Süreci*. Kocaeli Üniversitesi Yayınları. Kocaeli.
- Kayan, A., & Küçük, A. (2022). Küresel İklim Krizinin Oluşmasında Politik Kararların Hükümet Politikalarının Etkisi. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (31), 501-526.
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank Publications. Erişim 20 Şubat 2024. https://books.google.com.tr/books?id=bnN_DwAAQBAJ&lpg=PP13&ots=faPdxvc2Ra&dq=Kaza%2C%202018%20carbon&lr&hl=tr&pg=PP1#v=onepage&q=Kaza,%202018%20carbon&f=false
- Keeling, C. D. (1960). The concentration and isotopic abundances of carbon dioxide in the atmosphere. *Tellus*, 12(2), 200-203.
- Kentsel Karbon Ayakizi Ölçüm ve İzleme Yöntemleri Rehberi, (2021). Erişim 22 Temmuz 2024. https://anlat.kadikoy.bel.tr/kbpanel/Uploads/Files/Kadikoy_SECAP_YolHaritasi_Raporu.pdf
- Keskin, G. 2024. Spor Kafe İşletmesi Genel Bilgiler. Sözlü görüşme, Seka Park, İzmit.
- Keskin, G. 2024. Seka Park Spor Tesisleri Genel Bilgiler. Sözlü görüşme, Seka Park, İzmit.
- Keskin, M. E., Terzi, Ö., Taylan, E. D., Yılmaz, & A. G. (2007). Isparta Bölgesi Meteorolojik Kuraklık Analizi, I. *Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİKDEK*, 350-359.
- Kılıç, S. (2008). Küresel İklim Değişikliği Sürecinde Su Yönetimi. *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 0 (39), 161-186.
- Kılıç, T. (2022). “Çevre Muhasebesi Kapsamında Karbon Ayak İzi Ölçümü: İzmir İli Otobüs Taşımacılığında Karbon Salınımının Hesaplanması” Yüksek Lisans Tezi, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

- King, J. C., Meredith, & M. P. (2005). Rapid climate change in the ocean west of the Antarctic Peninsula during the second half of the 20th century. *Geophysical Research Letters*, 32(19).
- Kjær, L. L., Pagoropoulos, A., Hauschild, M., Birkved, M., Schmidt, J. H., & McAloone, T. C. (2015). From LCC to LCA using a hybrid input output model—a maritime case study. *Procedia CIRP*, 29, 474-479.
- Kocaeli Büyükşehir Belediyesi (2022). *Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Faaliyet Raporu*.
- Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, *Kent Bilgi Sistemi 2024*, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Kocaeli.
- Kocaeli Büyükşehir Belediyesi. (2022). *Kocaeli İli İklim Değişikliği Eylem Planının Hazırlanması ve Uyum Stratejilerinin Belirlenmesi*. Erişim 25 Ağustos 2024. <https://www.kocaeli.bel.tr/webfiles/userfiles/files/birimler/cevre-koruma-ve-kontrol-dairesi-baskanligi/İklim%20Değişikliği%20Eylem%20Planı.pdf>
- Kocaeli Büyükşehir Belediyesi. (2024). *İzmit Seka'nın dönüşümü*. Erişim 24 Temmuz 2024. <https://www.kocaeli.bel.tr/izmit.html>
- Kocaeli Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, (2023). *Kocaeli İli 2022 Yılı Çevre Durum Raporu*. Erişim 27 Temmuz 2024. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/kocaeli-ilcdr-2022-20230706104825.pdf>
- Kocaeli Dayanışma Akademisi (KODA), 2023. *İzmit Seka'nın Dönüşümü*. Erişim 28 Temmuz 2024. <https://kocaelidayanisma.net/izmit-sekanin-donusumu/>
- Kocaeli Sanayi Odası (2024). *Rakamlarla Kocaeli*. Erişim 21 Ekim 2024. <https://kosano.org.tr/rakamlarla-kocaeli/>
- Kocaeli Valiliği (2024). *Kocaeli Ekonomisinde Sanayinin Yeri*. Erişim 20 Ekim 2024. <http://kocaeli.gov.tr/kocaeli-ekonomisinde-sanayinin-yeri>
- Korkmaz, K. (2007). Küresel Isınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi. *Alatarım Dergisi*, 6(2), 43-49.
- Korkmaz, K. (2007). Küresel Isınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi. *Alatarım Dergisi*, 6(2), 43-49.
- Kotan, B., & Erener, A. (2023). Sanayi Kenti Kocaeli İlinde Meteorolojik Koşullara Bağlı Olarak Ana Hava Kirleticilerinin ve Konsantrasyonlarının Mekânsal ve Zamansal Değişimi. *Coğrafya Dergisi*, (46), 19-29.

- Kowarik, I. (2011). Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental pollution*, 159(8-9), 1974-1983.
- Koyuncu, N., & Akgün, A. (2017). The Impact of Livestock on Climate Change. *Journal of Agricultural Studies*, 19(3), 102-115.
- Kök, H.N. (2023). “Arazi Toplulaştırma Projelerinin Karbon Ayak İzine Etkisi Konya Altınekin Örneği”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya.
- Köksal, T. G., (2023). Bir Fabrikadan Yaşam Alanına: Kocaeli’ni Dönüştüren SEKA (selüloz ve kâğıt) Fabrikası. *İzmit SEKA’nın Dönüşümü*, 53-79.
- Köse, B. (2018). “Responding the challenges of preserving an industrial network as heritage: Turkey Cellulose and Paper Factories (SEKA) / Bir endüstri ağını miras olarak korumak: Türkiye Selüloz ve Kâğıt Fabrikaları (SEKA)”, Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kumaş, K., Akyüz, A. Ö., Zaman, M., & Güngör, A. (2019). Sürdürülebilir Bir Çevre İçin Karbon Ayak İzi Tespiti: MAKÜ Bucak Sağlık Yüksekokulu Örneği. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6(1), 108-117.
- Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, H. D., & Avcı, E. D. (2005). Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması. *Yeksem 2005, 3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*, 19-21.
- Kurtaslan, B. Ö. (2014). Kentsel Yeşil Yollar ve Sürdürülebilirlik: Boston Rose Fitzgerald Kennedy Yeşil Yolu Örneği. *Uluslararası Hakemli Tasarım ve Mimarlık Dergisi*, 1(2), 86-97.
- Laimé, M. (2008). *L’Europe de l’eau (1) : mobilisation durable ou balkanisation ?* Les Blogs Du Monde Diplomatique. Erişim 4 Mart 2024. <https://blog.mondediplo.net/2008-04-03-L-Europe-de-l-eau-1-mobilisation-durable-ou>
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123(1-2), 1-22.
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123(1-2), 1-22.

- Langie, K. M. G., Tak, K., Kim, C., Lee, H. W., Park, K., Kim, D., & Lee, U. (2022). Toward economical application of carbon capture and utilization technology with near-zero carbon emission. *Nature Communications*, 13(1), 7482.
- Le Quéré, C., Jackson, R. B., Jones, M. W., Smith, A. J., Abernethy, S., Andrew, R. M., & Peters, G. P. (2018). Global carbon budget 2018. *Earth System Science Data*, 10(4), 2141-2194. Erişim 26. Kasım 2024. <https://doi.org/10.5194/essd-10-2141-2018>
- Lee, C. C., Wang, E. Z., & Tang, H. (2024). Green fiscal policy and carbon emission: Enterprises' level evidence from China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 203, 114795.
- Livaoğlu, H., Irmak, T. S., & Güven, I. T. (2019). Seismic vulnerability indices of ground for Değirmendere (Kocaeli Province, Turkey). *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 78, 507-517.
- Lobell, D. B., Burke, M. B., Tebaldi, C., Mastrandrea, M. D., Falcon, W. P., & Naylor, R. L. (2008). Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science*, 319(5863), 607-610.
- Lynas, M. (2008). Six Degrees. Our Future on a Hotter Planet.
- Mackey, C. W., Lee, X., & Smith, R. B. (2012). Remotely sensing the cooling effects of city scale efforts to reduce urban heat island. *Building and Environment*, 49, 348-358.
- Malhi, Y., Lander, T., Le Roux, E., Stevens, N., Macias-Fauria, M., Wedding, L., & Canney, S. (2022). The role of large wild animals in climate change mitigation and adaptation. *Current Biology*, 32(4), R181-R196.
- Manfredi, S., & Vignali, G. (2014). Life cycle assessment of a chocolate product. *Journal of Cleaner Production*, 78, 56-64.
- Matthews, H. S., Hendrickson, C. T., & Weber, C. L. (2008). The Importance of Carbon Footprint Boundaries. *Environmental Science & Technology*, 42(16), 5839-5842.
- Meehl, G. A., & Tebaldi, C. (2004). More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science*, 305(5686), 994-997.
- Meehl, G. A., Stocker, T. F., Collins, W. D., Friedlingstein, P., Gaye, A. T., Gregory, J. M., & Zhao, Z. C. (2007). Global climate projections. Chapter 10.

- Memiş, O. B., & Aydın, R. (2023). İklim Değişikliğinin Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi: Türkiye örneği. *Third Sector Social Economic Review*, 58(2), 1065-1080.
- Miller, R. E., & Blair, P. D. (2009). Input-Output Analysis: Foundations and Extensions. Cambridge University Press.
- Moss, R. H., Babiker, M., Brinkman, S., Calvo, E., Carter, T., Edmonds, J. A., & Zurek, M. (2008). Towards new scenarios for analysis of emissions, climate change, impacts, and response strategies.
- Myers, L., & Theytaz-Bergman, L. (2017). The neglected link: effects of climate change and environmental degradation on child labour. *Terres des Hommes International Foundation, Osnabreuk, Germany*.
- Myhre, G., Samset, B. H., Schulz, M., Balkanski, Y., Bauer, S., Bernsten, T. K., & Zhou, C. (2013). Radiative forcing of the direct aerosol effect from AeroCom Phase II simulations. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13(4), 1853-1877.
- NASA. (2022). *Climate Change: Vital Signs of the Planet*. Erişim 8 Nisan 2023 <https://climate.nasa.gov>
- Nestlé. (2020). *Nestlé and sustainability: Measuring and reducing our environmental impact*. Erişim 24. Kasım 2024. <https://www.nestle.com/sustainability>
- Nett, K., & Rüttinger, L. (2016). Insurgency. *Terrorism and Organised Crime in a Warming Climate: Analysing the Links Between Climate Change and Non-State Armed Groups*, 1-57.
- Nicholls, R. J., & Cazenave, A. (2010). Sea-level rise and its impact on coastal zones. *Science*, 328(5985), 1517-1520.
- Nowak, D. J., & Crane, D. E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental pollution*, 116(3), 381-389.
- Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Bodine, A., & Greenfield, E. (2014). Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental pollution*, 193, 119-129.
- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R. R., Doshi, H., Dunnett, N., & Rowe, B. (2007). Green roofs as urban ecosystems: Ecological structures, functions, and services. *BioScience*, 57(10), 823-833.
- OCED. (2003). *Linking Climate Change Responses with Development Planning: Some Case Studies Contents*. Erişim 4 Mart 2024.

https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2004/03/oecd-papers-volume-4-issue-1_g1gh3f92/oecd_papers-v4-1-en.pdf

- Oğuz, C. U. (2010). İklim Değişikliği ile Mücadelede Yerel Yönetimlerin Rolü: Seattle Örneği. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 17(2), 25-41.
- Ohms, P. K., Laurent, A., Hauschild, M. Z., & Ryberg, M. W. (2022). Consumption-based screening of climate change footprints for cities worldwide. *Journal of Cleaner Production*, 377, 134197.
- Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1-24.
- Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1-24.
- Orito, T., & Abe, Y. (2008). "Toyota's Approach to Carbon Reduction Using Life Cycle Thinking." *Sustainability Science*, 3(1), 15-24. ,
- Osae, R., & Tashima, D. (2024, November). Power Density of a Magnesium Air Fuel Cell with Titanium Dioxide Added to Activated Carbon Derived from Marine Plastic Waste. In *Electrochemical Society Meeting Abstracts prime2024* (No. 67, pp. 4502-4502). The Electrochemical Society, Inc.
- Ör, H. 2024. Kocaeli Kongre Merkezi Genel Bilgiler. Sözlü görüşme, Seka Park, İzmit.
- Özcan, B.C. 2023. "Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüsünün Karbon Ayak İzinin Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Özcan, K., Tanrıverdi, E. (2024). Optimum Kent Büyüklüğü Araştırması: Türkiye Kentleri İçin Model Önerisi. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 3(6), 30-46.
- Özcan, M. (2022). Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Projeleri ile Geliştirebileceği Karbon Sertifikası Potansiyeli. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(5), 710-719.
- Özdemir, E. 2024. Monte Air Kafe İşletmesi Genel Bilgiler. Sözlü görüşme, Seka Park, İzmit.
- Özdemir, A. (2021). İklim değişikliğinin Havza Ölçeğinde Akım ve Sediman Miktarına Etkilerinin Değerlendirilmesi: Yuvacık Baraj Gölü Havzası. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 45(1), 129-154.

- Özdemir, G. (2020). Asef Bayat Bağlamında Türkiye'de Madunlar ve Madun Siyaseti. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(40), 89-108.
- Özel, M., & Kılıç, S. (2006). Küresel Bir Sorun Olarak İklim Değişikliği ve İklim Politikaları. *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, (34), 137-169.
- Özgür, E., & Tuncer, C. (2011). Küresel Isınmanın Böceklerle Etkileri.
- Özgür, P. 2024. Sekafe İşletmesi Genel Bilgiler. Sözlü görüşme, Seka Park, İzmit.
- Özmen, E., & Beşiroğlu, Ş. Akıllı Şehirler Kapsamında Akıllı Binalar: Sayısal Tasarım Metrikleri ve Araçları. *XVIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu / MSTAS 2024*, 371-396.
- Özmen, M. T. (2009). Sera Gazı-Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü. *İMO Dergisi*, 453(1), 42-46.
- Özşahin, E. (2013). Türkiye'de Yaşanmış (1970-2012) Doğal Afetler Üzerine Bir Değerlendirme. 2. *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, Hatay.
- Öztürk, E., & Şen, D. E. (2021). Hızla Yapılaşan Trabzon Kenti İçin Yeşil Odaklı Planlama Örneği: KTÜ Kanuni Kampüsü. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(1), 59-72.
- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1).
- Özyön, S., & Yaşar, C. (2018). Parçalı Yakıt Maliyeti Fonksiyonlarına Sahip Çevresel Ekonomik Güç Dağıtım Problemlerinin Çözümüne Yeni Bir Yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33(2), 541-556.
- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., Van Ypserle, & J. P. (2014). *Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (p.151). Ipcc.
- Parmesan, C., & Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421(6918), 37-42.
- Protocol, G. G. (2011). Greenhouse gas protocol. *Sector Toolsets for Iron and Steel-Guidance Document*, 1-12.

- Qin, X., Lu, Y., Xiao, H., Hao, Y., & Pan, D. (2011). Improving preferred orientation and mechanical properties of PAN-based carbon fibers by pretreating precursor fibers in nitrogen. *Carbon*, 49(13), 4598-4600.
- Reid, J. S., Koppmann, R., Eck, T. F., Eleuterio, & D. P. (2005). A review of biomass burning emissions part II: intensive physical properties of biomass burning particles. *Atmospheric chemistry and physics*, 5(3), 799-825.
- Riebeek, H., Simmon, R., Ward, K., Allen, J., Przyborski, P., Scott, M., Carlowicz, & M. J. (2010, December). The Communication Strategy of NASA's Earth Observatory. In *AGU Fall Meeting Abstracts* (Vol. 2010, pp. ED41D-04).
- Robinson, O. (2017). A Universal Method for Accounting Greenhouse Gas Emissions Using a Hybrid Life-Cycle Approach. University of Southampton EPrints.
- Sağır, Ş. U., & Bozgün, K. (2017). Öğretmen Adaylarının Küresel Isınma ve Sera Etkisi ile İlgili Bilgi Düzeylerinin İncelenmesi. *Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(30), 1777-1793.
- Saka, M., & Çetin, O. (2017). Konteyner Taşımacılığı İçin Yeni Bir Model Önerisi: Köseköy Kuru Limanı. 3. *Ulusal Liman Kongresi*, İzmir.
- Sakurai, T., vd., (2010). Development of a New Environmental Impact Assessment Method for Automobiles Using Life Cycle Assessment. *Journal of Cleaner Production*, 18(2), 156-163.
- Sancak, Ş. 2024. Sekapark A.Ş. İşletmesi Genel Bilgiler. Sözlü görüşme, Seka Park, İzmit.
- Sano, T., & Tashima, D. (2024, November). Fabrication of Hybrid Capacitor Electrodes Using Japanese Distilled Liquor Waste and Waste Paint. In *Electrochemical Society Meeting Abstracts prime2024* (No. 67, pp. 4519-4519). The Electrochemical Society, Inc.
- Sawant, B. (2015), A New Method of Assessment and Equations on Carbon Footprint, *J. Appl. Geology and Geophysics*. 3, 52-59.
- Schleich, J., Dütschke, E., Kanberger, E., & Ziegler, A. (2024). On the relationship between individual carbon literacy and carbon footprint components. *Ecological Economics*, 218, 108100.
- Schleussner, C. F., Rogelj, J., Schaeffer, M., Lissner, T., Licker, R., Fischer, E. M., & Hare, W. (2016). Science and policy characteristics of the Paris Agreement temperature goal. *Nature Climate Change*, 6(9), 827-835.

- Scholz, Y., Gils, H. C., & Pietzcker, R. C. (2016). Application of IPCC Tier 3 method to assess the decarbonization potential of Germany's power sector. *Applied Energy*, 162, 1103-1115.
- Seka Yeşil Alan Raporu (2024). *Yeşil Alan Raporu*, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Kocaeli.
- Sesigüzel, S. 2024. Marina Kafe İşletmesi Genel Bilgiler. Sözlü görüşme, Seka Park, İzmit.
- Seto, K. C., Güneralp, & B., Hutyr, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(40), 16083-16088.
- Seyhan S. ve Bayramoğlu E. (2020). Kurakçıl Peyzaj Uygulamalarına Yönelik Geliştirilen Örnek Bir Çalışma. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13 (74), 278-283.
- Seyhan, A. K., & Çerçi, M. (2022). IPCC Tier 1 ve DEFRA Metotları ile Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi: Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi'nin Yakıt ve Elektrik Tüketimi Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(3), 386-397.
- Sileybi, L. (2023). "Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü Karbon Ayak İzinin Hesaplanması", Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Sierra, C. A., Crow, S. E., Heimann, M., Metzler, H., & Schulze, E. D. (2021). The climate benefit of carbon sequestration. *Biogeosciences*, 18(3), 1029-1048.
- Sinden, G. (2009). "The contribution of PAS 2050 to the evolution of international greenhouse gas emission standards." *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 14(3), 195-203.
- Sinden, G. (2009). The contribution of PAS 2050 to the evolution of international greenhouse gas emission standards. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 14(3), 195-203.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., & Towprayoon, S. (2007). Policy and technological constraints to implementation of greenhouse gas mitigation options in agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 118(1-4), 6-28.

- Smith, W.A., Ma, M., Trześniewski, B. J., & Xie, J. (2016). Selective and efficient reduction of carbon dioxide to carbon monoxide on oxide-derived nanostructured silver electrocatalysts. *Angewandte Chemie*, 128(33), 9900-9904.
- Solomon, S. (Ed.). (2007). *Climate change 2007-the physical science basis: Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC* (Vol. 4). Cambridge university press.
- Sorrell, S. (2015). Reducing energy demand: A review of issues, challenges and approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 74-82.
- Sovacool, B. K., & Brown, M. A. (2010). Twelve metropolitan carbon footprints: A preliminary comparative global assessment. *Energy policy*, 38(9), 4856-4869.
- Sönmez Uzun, N. (2017). “Kentsel Kıyı Alanlarının Yeniden İşlevlendirilmesi Kapsamında İzmit Kıyı Alanına İlişkin Gelişme Stratejilerinin Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Standard, I. (2006). *Environmental management-Life cycle assessment-Requirements and guidelines* (Vol. 14044). ISO.
- Stern, J., Wang, Y., Gu, B., & Newman, J. (2007). Distribution and turnover of carbon in natural and constructed wetlands in the Florida Everglades. *Applied Geochemistry*, 22(9), 1936-1948.
- Stevens, A., Van Wesemael, B., Vandenschrick, G., Touré, S., & Tychon, B. (2006). Detection of carbon stock change in agricultural soils using spectroscopic techniques. *Soil Science Society of America Journal*, 70(3), 844-850.
- Süel, E., Köroğlu, M. S., & Sabuncu, T. B. (2012). *CDP Türkiye-En iyi Uygulamalar Kitapçığı*.
- Şen, C. 2024. Palmiye Kafe İşletmesi Genel Bilgiler. Sözlü görüşme, Seka Park, İzmit.
- Şeneren, M. (2022). “Kentlerde Isınma Kaynaklı Karbon Ayak İzi Azaltımında Termik Santrallerin Atık Isısının Kullanımı” Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Şahin, G., & Avcıoğlu, A. O. (2016). Tarımsal Üretimde Sera Gazları ve Karbon Ayak İzi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 12(3), 157-162.

- Şen, E. (2007). Küresel ısınmanın kenelerle taşınan enfeksiyonlara etkileri. *Türk Mikrobiyol Cem Dergisi*, 37, 189-91.
- Tali, E. 2024. Saltanat Kayığı Kafe İşletmesi Genel Bilgiler. Sözlü görüşme, Seka Park, İzmit.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2022). *Paris Anlaşması ve Türkiye'nin İklim Politikaları*.
- Topçuoğlu, M. E., & Karagüzel, R. (2022). İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü Arasındaki Taneli Akiferin Hidrojeokimyasal Özellikleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 24(71), 529-540.
- Topçuoğlu, M. E., & Karagüzel, R. (2022). İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü Arasındaki Taneli Akiferin Hidrojeokimyasal Özellikleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 24(71), 529-540.
- Toros, H., İncecik, S., Yılmaz, M., Öztürk, Z., Kirkil, G., Öztaş, D., & Arslantaş, O. A. (2020). Dilovası Hava Kirliliğinin Trafik Emisyonları Açısından Değerlendirilmesi. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), 43-51.
- Tosun, G., & Dede, Ö. T. (2024). Karbon Ayak İzi Hesaplamalarında Enerji Tüketiminin Örnek Bir Çalışma ile İncelenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 14(2), 932-943.
- Toyota Motor Corporation. (2020). *Toyota Environmental Challenge 2050 Progress Report*. Erişim 24 Kasım 2024. <https://global.toyota/en/sustainability/environment/challenge2050/>
- Tuğaç, Ç. (2021). Kentsel Sürdürülebilirlik, Dirençlilik ve İklim Değişikliğiyle Mücadele Bağlamında Yerel Yönetimler Üzerine Bir Değerlendirme. *Çağdaş Yerel Yönetimler*, 30(2), 21-69.
- Tuğaç, Ç. (2022). İklim Değişikliği Krizi ve Şehirler. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 1(1), 38-60.
- Tuğluer, M., & Oğuz, H. (2022). Kentlerin Karbon Yutakları: Kentsel Açık-Yeşil Alanlar. *1st International Conference on Scientific and Academic Research*, 10-13 December, 2022.
- Tuncel, G. (2017). Sosyal Bilgiler Dersinde Karikatürlerle Küresel Isınma Eğitimi Üzerine Örnek Bir Çalışma. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (35), 87-94.

- Tunç, B. (2016). “Demokrat Parti Döneminde Kocaeli (1950-1960)”, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Turan, R. B. (2019). Bursa Osmangazi Belediyesi Kurumsal Karbon Ayak İzi Hesabı ve İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 4(1), 17-24.
- Turner, K., Lenzen, M., Wiedmann, T., & Barrett, J. (2007). Examining the global environmental impact of regional consumption activities—Part 1: A technical note on combining input–output and ecological footprint analysis. *Ecological Economics*, 62(1), 37-44.
- TÜİK. (2023). Türkiye Emisyon Envanteri Raporu. Erişim tarihi 24.11.2024 Erişim adresi <https://enerji.gov.tr/evced-cevre-ve-iklim-ulusal-sera-gazi-emisyon-envanteri>
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2024), *2024-2028 Stratejik Planı*. Erişim 20.10.2024 https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/SGB/tr/Kurumsal_Politikalar/ETKB_2024-2028_Stratejik_Planı.pdf
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2023). *Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları*. Erişim 28 Haziran 2024. <https://www.tuik.gov.tr>
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2023). Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2001. Erişim 23. Kasım 2023. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672&dil=1>
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kazmierczak, A., Niemela, J., & James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and urban planning*, 81(3), 167-178.
- Uğurlu, İ. K. (2023). Mekansal Planlamalarda Nüfus Projeksiyon Yöntemlerinin Değerlendirilmesi; İzmit Kent Örneği: Evaluation of Population Projection Methods in Spatial Planning; İzmit City Example. *Journal of Protected Areas Research*, 2(1), 63-76.
- Uğurlu, İ. K. (2023). Mekansal planlamalarda nüfus projeksiyon yöntemlerinin değerlendirilmesi; İzmit kent örneği: Evaluation of population projection methods in spatial planning; İzmit city example. *Korunan Alanlar Araştırma Dergisi Journal of Protected Areas Research*, 2(1), 63-76.
- Un Habitat. (2016). *World Cities Report 2016: Urbanization and Development-Emerging Futures*. Erişim 21. Haziran 2024. <https://unhabitat.org/world-cities-report-2016>

UN Habitat. (2020). *Cities and Climate Change: Global Report on Human Settlements*. United Nations Human Settlements Programme. Erişim 2 Kasım 2024. <https://unhabitat.org>

UNEP (2021). *Making Peace with Nature: A Scientific Blueprint to Tackle the Climate, Biodiversity, and Pollution Emergencies*. United Nations Environment Programme.

UNEP. (2021). *Making Peace with Nature: A Scientific Blueprint to Tackle the Climate, Biodiversity, and Pollution Emergencies*. United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>

UNEP. (2021). *Tourism and Climate Change Adaptation Framework*. United Nations Environment Programme.

UNFCCC. (2015). Adoption of the Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change. Retrieved from <https://unfccc.int>

UNFCCC. (2015). *Paris Agreement*. United Nations Framework Convention on Climate Change.

UN-Habitat, (2014). Planning for Climate Change: A strategic, values-based approach for urban planners, *UN-Habitat Series: Cities and Climate Change Series*,160.

United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). *Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions*. Retrieved from <https://www.unep.org/resources/report/global-methane-assessment>

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2020). *National Inventory Reports*. Erişim 12 Kasım 2024. <https://unfccc.int/>

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2020). *The Paris Agreement*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>

Uray, G. (2023). İklim Değişikliği Eylem Planları ve Yerel Yönetimler.

Uzun, M. (2014). Endüstri Alanı Dönüşüm Projesi Sekapark'ın (Kocaeli-İzmit) Kıyı Kullanımına Etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (30).

Üçtuğ, F. G., & şenöztop, E. (2024). Applying Budget Allocation Optimization Technique to Mitigate Greenhouse Gas Emissions: Case Study of a University Campus. Erişim 15 Aralık 2024. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4819823

- Ünal, B. (2016). *Atatürk Dönemi Sanayileşme Politikaları ve Seka Kağıt Fabrikası*. Atatürk Araştırma Merkezi Yayınları. Ankara.
- Üreden, A., & Özden, S. (2018). Kurumsal Karbon Ayak İzi Nasıl Hesaplanır: Teorik Bir Çalışma. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 98-108.
- Watson, G. S. (1956). A test for randomness of directions. *Geophysical Supplements to the Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 7(4), 160-161.
- WBCSD/WRI, (2004). *Greenhouse Gas Protocol: a Corporate Accounting and Reporting Standart*. Erişim 23 Temmuz 2024. https://www.researchgate.net/publication/333671022_WBCSDWRI_2004_Greenhouse_Gas_Protocol_a_Corporate_Accounting_and_Reporting_Standard
- WHO. (2018). *Air Pollution and Health*. World Health Organization.
- Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). A definition of 'carbon footprint'. *Ecological economics research trends*, 1(2008), 1-11.
- Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). A definition of 'carbon footprint'. *Ecological economics research trends*, 1(2008), 1-11.
- Wiedmann, T., vd., (2009). Carbon footprint and input-output analysis – an overview. *Economic Systems Research*, 21(3), 175-182.
- WMO, G. (1979). Proceedings of the World Climate Conference; a conference of experts on climate and mankind Geneva, 12-23 Feb 1979.
- World Resources Institute (WRI). (2020). *Climate Watch: Global Greenhouse Gas Emissions Data*. Erişim 3 Kasım 2024. <https://www.wri.org/data/climate-watch>
- World Resources Institute (WRI). (2021). *State of Climate Action 2021: Systems Transformations Required to Limit Global Warming to 1.5° C*. Erişim 15 Kasım 2024. <https://doi.org/10.46830/wriipt.21.00048>
- WRI/WBCSD. (2011). *The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard*. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development.
- WWAP, U. (2020). The United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change, Erişim 22 Temmuz 2024. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372985.locale=en>

- Yabaneri, Y. (2024). “Asfalt Kaplamaların kKarbonAayak İzi Tespiti”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uşak.
- Yamaç, B. (2019). Tekstil sektöründe kümelenme Türkiye tekstil sektörü örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(2), 215-232.
- Yaman, C. (2020). Investigation of greenhouse gas emissions and energy recovery potential from municipal solid waste management practices. *Environmental Development*, 33, 100484.
- Yaşar, E. (2022). Havayolu Yolcularının Havacılıkta Karbon Dengeleme ve Azaltma Planlarına olan Ödeme İstekliliğine İlişkin Bir İnceleme. *Journal of Aerospace Science and Management*, 1(1), 78-105.
- Yıldırım, H., Özel, M. E., Divan N. J., & Akça, A. (2002). Satellite Monitoring of Land Cover/Land Use Change Over 15 Years and its Impact on the Environment in Gebze/Kocaeli-Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26(3), 161-170.
- Yıldız, S. (2016). “İzmit Şehrinin Mekansal Gelişim Süreci”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Yıldız, S., Döker, & M. (2016). İzmit Şehrinin Nüfus Gelişimi. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, (32), 33-47.
- Yılmaz, T. (2011). “Karayolu Üstyapı Yönetim Sistemi ve Kocaeli İli Başiskele İlçesi Uygulaması”, Doktora Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, Y. (2008). *Türkiye'nin Metamorfik Kayaçları ve Jeoteknik Özellikleri*. Ankara Üniversitesi Yayınları. Ankara.
- Yörüklü, N. (2021). İklim Değişikliği ve Küresel Isınma İçin Peyzaj Mimarlığı Stratejileri: İklim Değişikliği Politikaları Peyzaj Beyanı. *Peyzaj*, 3(1), 43-55.
- Zeybek, H. (2021). Demiryollarının Konteyner Limanı-Hinterlant Bağlantılarındaki Önemi: Mersin Limanı Örneği. *Demiryolu Mühendisliği*, (14), 49-64.
- Zhao, D., Cai, J., Shen, S., Liu, Q., & Lan, Y. (2024). Nature-based solutions: Assessing the carbon sink potential and influencing factors of urban park plant communities in the temperate monsoon climate zone. *Science of The Total Environment*, 950, 175347.

Zuo, H., Balmaseda, M. A., Tietsche, S., Mogensen, K., & Mayer, M. (2019). The ECMWF operational ensemble reanalysis–analysis system for ocean and sea ice: a description of the system and assessment. *Ocean science*, 15(3), 779-808.



6. EKLER

6.1. EK 1: ÇALIŞMA ALANI 1. ETAP BİTKİ LİSTESİ

Yapraklı Ağaçlar				
Botanik İsmi	Türkçe İsmi	Gövde Çevresi (cm)	Boy (cm)	Adet
Acer palmatum "Atropurpurea"	Japon Akçaağacı	20-25	200-250	24
Acacia dealbata	Mimosa Akasyası	40-45	400-500	23
Acer platanoides "Crimson King"	Kırm. Çınar Yapr. Akçaağaç	40-45	500-600	35
Acer saccharinum	Gümüşi Akçaağaç	55-60	1200-1250	45
Acer saccharinum Pyramidalis	Çalı formlu Gümüşi Akçaağaç	30-35	400-450	24
Acer pseudoplatanus spaethii	Yalancı Çınar yap. Akçaağaç	40-45	750-800	21
Aesculus carnea	Kırm. Çiçekli At Kestanesi	40-45	600-650	30
Aesculus hippocastanum	Beyaz Çiçekli At Kestanesi	40-45	600-650	22
Albizia julibrissin	Gülibrişim Ağacı	30-35	500-600	55
Betula alba	Huş	30-35	750-800	51
Betula alba Pendula	Sarkık Huş	40-45	750-800	66
Caesalpinia gilliesii	Bodur Akasya	20-25	200-250	8
Catalpa bungei	Katalpa	40-45	600-650	98
Cercis siliquastrum	Erguvan	30-35	400-450	64
Crataegus oxycantha Pauls Scarlet	Alıç	25-30	350-400	16
Cotinus coggyria	Bulut Ağacı	20-25	200-250	30
Fraxinus americana	Amerikan Dişbudak	45-50	800-850	491
Ginkgo biloba	Mabet Ağacı	40-45	400-500	4
Hibiscus syriacus	Ağaç Hatmi	20-25	300-400	103
Lagerstroemia indica	Oya Ağacı	25-30	400-500	84
Liquidambar straciflua	Sığla Ağacı	40-45	950-1000	104
Liriodendron tulipifera	Lale Ağacı	50-55	800-850	36
Magnolia grandiflora	Manolya Ağacı	40-45	400-500	38
Magnolia grandiflora Tijli	Tijli Manolya	40-45	750-800	43
Magnolia soulengena	Süsen Manolyası	30-35	350-400	45
Magnolia grandiflora Pyramidalis	Konik Manolya Ağacı	50-55	950-1000	10
Malus floribunda	Süs Elması	20-25	400-500	83
Paulownia tomentosa	Pavlonya	60-65	900-950	21
Platanus acerifolia	Acer Yapraklı Çınar	40-45	750-800	228
Platanus orientalis	Doğu Çınarı	60-65	950-1000	54
Prunus ceracifera Pissardii Nigra	Süs Eriği	20-25	400-500	64
Prunus serrulata Kanzan	Süs Kirazı	20-25	400-500	27
Prunus serrulata Kiku Shidare Sakkura	Sarkık Süs Kirazı	18-20	400-500	40
Quercus robur	Saplı Meşe	50-55	650-700	50
Quercus rubra	Sapsız meşe	50-55	650-700	50
Robinia hispida Rosea	Pembe Çiçekli Akasya	18-20	300-400	65
Salix babylonica	Söğüt	40-45	700-800	25
Salix caprea	Keçi Söğüdü	30-35	400-500	21
Syringa vulgaris	Leylak	16-18	200-250	65
Tamarix rubra	Kırmızı Ilgın	25-30	300-400	39
Tamarix tetrandra	Gezik	16-18	200-250	41
Tilia tomentosa	İhlamur Ağacı	30-35	400-500	111

6.1.EK 1 (DEVAM): ÇALIŞMA ALANI 1. ETAP BİTKİ LİSTESİ

Washingtonia filifera	Kaliforniya Fan Palmiyesi	30-35	400-500	57
TOPLAM				2.611
İbrelî Ağaçlar				
Botanik İsmi	Türkçe İsmi	Gövde Çevresi (cm)	Boy (cm)	Adet
Abies bornmulleriana	Uludağ Göknarı	55-60	700-750	86
Cedrus atlantica Glauca	Mavi Atlantik Sediri	80-85	900-950	62
Cedrus deodora	Himalaya Sediri	75-80	800-850	148
Cedrus deodora Pendula	Sarkık Himalaya Sediri	40-45	400-450	15
Cedrus deodora Aurea	Altuni Himalaya Sediri	45-50	600-700	31
Cedrus libani	Lübnan Sediri	40-45	600-700	148
Cupressus sempervirens Stricta	Sütun Servi	30-35	400-500	110
Cupressocyparis leylandii	Leylandi Servisi	45-50	500-600	410
Cupressus arizonica Glauca	Mavi Arizona Servisi	35-40	400-450	40
Juniperus virginiana Skyrocket	Roket Ardıcı	35-40	400-450	84
Picea excelsa	Batı Ladini	50-55	950-1000	51
Picea pungens	Mavi Ladin	60-65	700-800	99
Picea pungens Glauca	Mavi Ladin	60-65	700-800	48
Picea pungens Glauca Hoopsi	Hoopsi Mavi Ladini	55-60	600-700	61
Pinus pinea	Fıstık Çamı	45-50	650-750	400
Taxus baccata Fastigiata	Sütun Porsuk	40-45	450-500	35
TOPLAM				1.828
Ç ahlılar				
Botanik İsmi	Türkçe İsmi	Boy (cm)	ADET	
Aucuba japonica	Akuba	40-60	293	
Bambusa multiplex	Bambu	150-200	226	
Bambusa nigra	Kara Bambu	150-200	201	
Berberis veitchii	Hanım Tuzluğu	80-100	138	
Berberis thunbergii Atropurpurea	Mor Yapraklı Hanım Tuzluğu	80-100	117	
Berberis thunbergii Atr. Nana	Bodur Hanım Tuzluğu	30-40	7315	
Buddleia davidii Charming	Kelebek Çalısı	80-100	258	
Buddleia davidii Black Knight	Kara Kelebek Çalısı	80-100	134	
Cortaderia selloana	Pampa Otu	100-150	605	
Cotoneaster horizontalis	Yatay Dağ Muşmulası	40-50	192	
Cotoneaster franchetti	Dağ Muşmulası	80-100	95	
Escallonia "Peach Blossom"	Şeftali Çiçeği Eskalonya	40-60	958	
Escallonia Pride of Donard	Eskalonya	40-60	222	
Hebe spesiosa	Görkemli Hebe	40-60	169	
Hibiscus rosa chinesis	Gül Hatmi	60-80	62	
Hydrangea involucrata	Kabuklu Ortanca	60-80	62	
Hydrangea arborescens Grandiflora	Büyük Çiçekli Ortanca	60-80	1116	
Hydrangea macrophylla Blue Monnet	Mavi Ortanca	60-80	450	
Juniperus horizontalis	Yayılıcı Ardıç	80-90	394	
Miscanthus sinensis	Fil Çimeni	40-60	181	
Nandina domestica "Firepower"	Ateş Çalısı	60-80	285	
Nerium oleander	Zambak	80-100	355	
Phormium tenax	Yeni Zelanda Keteni	60-80	77	
Phormium tricolor	Üç Renkli Yeni Zelanda Keteni	60-80	462	
Photinia red robin	Alev Ağacı	100-150	243	

6.1.EK 1 (DEVAM): ÇALIŞMA ALANI 1. ETAP BİTKİ LİSTESİ

Pittosporum tobira Nana	Bodur Yıldız Çalısı	30-40	1848
Pittosporum tobira	Yıldız Çalısı	80-100	347
Prunus lauracerasus	Kara Yemiş	40-60	55
Punica granatum	Süs Narı	80-100	345
Pyracanta coccinea	Ateş Dikeni	100-150	252
Pyracantha novaja	Ateş Dikeni	100-150	348
Rosa sp.	Gül	40-60	592
Rosa meyland	Meyland Gülü	40-60	417
Spirea vanhouettii	Keçi Sakalı	60-80	203
Viburnum tinus	Herdemyeşil Kartopu	80-100	108
Yucca filamentosa	Yukka	60-80	272
TOPLAM			19.397
Yerörtücüler-Otsu Bitkiler			
Botanik İsmi	Türkçe İsmi	Boy (cm)	ADET
Agapanthus sp.	Şefkat Çiçeği	55-60	11519
Iris "Fulvala"	Süsen	50-70	154
Iris "Joyce"	Süsen	55-60	708
Iris "Sun Miracle"	Süsen	85-90	3330
Iris pseudacorus	Süsen	80-85	539
Kniphofia sp.	Fener Çiçeği	100-120	1657
Lavandula angustifolia	Lavanta	50-55	10239
TOPLAM			28.146

TOPLAM TÜR SAYISI	42	YAPRAKLI AĞAÇ
	16	İBRELİ AĞAÇ
	36	ÇALI
	7	YER ÖRTÜCÜ VE OTSU
TOPLAM BİTKİ SAYISI	51.982	
ÇİM ALAN MİKTARI (m²)	178.000	

6.2. EK 2:ÇALIŞMA ALANI 2. ETAP BİTKİ LİSTESİ

Yapraklı Ağaçlar				
Botanik İsmi	Türkçe İsmi	Gövde Çevresi (cm)	Boy (cm)	ADET
Acer palmatum"Atropurpurea"	Japon Akçaağacı	20-25	200-250	8
Acacia dealbata	Mimosa Akasyası	40-45	400-500	4
Acer platanoides "Crimson King"	Kırm. Çınar Yapr. Akçaağaç	40-45	400-500	12
Acer saccharinum	Gümüşi Akçaağaç	40-45	400-500	15
Acer saccharinum Pyramidalis	Çalı formu Gümüşi Akçaağaç	40-45	400-450	7
Acer pseudoplatanus spaethii	Yalancı Çınar yap. Akçaağaç	40-45	500-600	6
Aesculus carnea	Kırm. Çiçekli At Kestanesi	40-45	400-500	10
Aesculus hippocastanum	Beyaz Çiçekli At Kestanesi	40-45	400-500	8

6.2. EK 2 (DEVAM):ÇALIŞMA ALANI 2. ETAP BİTKİ LİSTESİ

Albizzia julibrissin	Gülibrişim Ağacı	30-35	400-500	15
Betula alba	Huş	30-35	450-500	14
Betula alba Pendula	Sarkık Huş	40-45	700-750	20
Catalpa bungei	Katalpa	40-45	500-600	29
Cercis siliquastrum	Erguvan	30-35	400-450	16
Fraxinus americana	Amerikan Dişbudak	40-45	600-700	67
Hibiscus syriacus	Ağaç Hatmi	20-25	300-400	21
Lagerstroemia indica	Oya Ağacı	25-30	400-500	26
Liquidambar straciflua	Sığla Ağacı	40-45	400-500	32
Magnolia grandiflora	Manolya Ağacı	40-45	500-600	12
Magnolia grandiflora Tijli	Tijli Manolya	40-45	400-500	7
Magnolia soulengena	Süsen Manolyası	30-35	350-400	25
Malus floribunda	Süs Elması	20-25	300-400	25
Platanus acerifolia	Acer Yapraklı Çınar	35-40	400-500	45
Platanus orientalis	Doğu Çınarı	50-60	700-800	16
Prunus ceracifera Pissardii Nigra	Süs Eriği	20-25	400-500	21
Prunus cistena	Mor Yapraklı Kum Kirazı	20-25	350-400	14
Prunus serrulata Kanzan	Süs Kirazı	20-25	400-500	10
Quercus robur	Saplı Meşe	40-45	400-500	19
Quercus rubra	Sapsız meşe	40-45	400-500	11
Robinia hispida Rosea	Pembe Çiçekli Akasya	18-20	300-400	25
Salix babylonica	Söğüt	40-45	400-500	7
Salix caprea	Keçi Söğüdü	30-35	400-500	5
Syringa vulgaris	Leylak	18-25	200-250	16
Tamarix rubra	Kırmızı Ilgın	25-30	300-400	11
Tamarix tetrandra	Gezik	16-18	200-250	9
Tilia tomentosa	İhlamur Ağacı	25-30	400-500	27
Washingtonia filifera	Kaliforniya Fan Palmiyesi	30-35	600	33
Washingtonia filifera	Kaliforniya Fan Palmiyesi	30-35	400-500	57
			TOPLAM	705
İbrelî Ağaçlar				
Botanik İsmi	Türkçe İsmi	Gövde Çevresi (cm)	Boy (cm)	ADET
Abies bornmulleriana	Uludağ Göknaarı	40-45	450-500	21
Cedrus atlantica Glauca	Mavi Atlantik Sediri	40-45	450-500	19
Cedrus deodora	Himalaya Sediri	40-45	450-500	45
Cedrus deodora Aurea	Altuni Himalaya Sediri	35-40	350-400	13
Cedrus libani	Lübnan Sediri	40-45	400-450	58
Cupressus sempervirens Stricta	Sütun Servi	30-35	350-400	24
Cupressocyparis leylandii	Leylandi Servisi	40-45	450-500	104
Cupressus arizonica Glauca	Mavi Arizona Servisi	30-35	300-350	18
Juniperus virginiana Skyrocket	Roket Ardıcı	30-35	350-400	26
Picea excelsa	Batı Ladini	40-45	400-500	17
Picea pungens	Mavi Ladin	40-45	450-500	23
Picea pungens Glauca	Mavi Ladin	40-45	400-450	14
Picea pungens Glauca Hoopsi	Hoopsi Mavi Ladini	30-35	300-400	21
Pinus pinea	Fıstık Çamı	30-35	350-400	157

6.2. EK 2(DEVAM):ÇALIŞMA ALANI 2. ETAP BİTKİ LİSTESİ

TOPLAM			560
Çalılar			
Botanik İsmi	Türkçe İsmi	Boy (cm)	ADET
Aucuba japonica	Akuba	40-60	88
Bambusa multiplex	Bambu	150-200	67
Bambusa nigra	Kara Bambu	150-200	60
Berberis veitchii	Hanım Tuzluğu	80-100	41
Berberis thunbergii Atropurpurea	Mor Yapraklı Hanım Tuzluğu	80-100	35
Berberis thunbergi Atr. Nana	Bodur Hanım Tuzluğu	30-40	2185
Buddleia davidii Charming	Kelebek Çalısı	80-100	77
Buddleia davidii Black Knight	Kara Kelebek Çalısı	80-100	40
Cortaderia selloana	Pampa Otu	100-150	181
Cotoneaster horizontalis	Yatay Dağ Muşmulası	40-50	57
Cotoneaster franchetti	Dağ Muşmulası	80-100	28
Escollonia "Peach Blossom"	Şeftali Çiçeği Eskalonya	40-60	286
Escallonia Pride of Donard	Eskalonya	40-60	66
Hebe spesiosa	Görkemli Hebe	40-60	51
Hibiscus rosa chinesis	Gül Hatmi	60-80	18
Hydrangea involucrata	Kabuklu Ortanca	60-80	18
Hydrangea arborescens Grandiflora	Büyük Çiçekli Ortanca	60-80	334
Hydrangea macrophylla Blue Monnet	Mavi Ortanca	60-80	134
Juniperus horizontalis	Yayılcı Ardiç	80-90	118
Miscanthus sinensis	Fil Çimeni	40-60	54
Nandina domestica "Firepower"	Ateş Çalısı	60-80	85
Nerium oleander	Zambak	80-100	106
Phormium tenax	Yeni Zelanda Keteni	60-80	23
Phormium tricolor	Üç Renkli Yeni Zelanda Keteni	60-80	138
Photinia red robin	Alev Ağacı	100-150	73
Pittosporum tobira Nana	Bodur Yıldız Çalısı	30-40	552
Pittosporum tobira	Yıldız Çalısı	80-100	104
Prunus lauracerasus	Kara Yemiş	40-60	16
Punica granatum	Süs Narı	80-100	103
Pyracanta coccinea	Ateş Dikeni	100-150	75
Pyracantha novaja	Ateş Dikeni	100-150	104
Rosa sp.	Gül	40-60	177
Rosa meyland	Meyland Gülü	40-60	124
Spirea vanhouettii	Keçi Sakalı	60-80	61
Viburnum tinus	Herdemyeşil Kartopu	80-100	32
Yucca filamentosa	Yukka	60-80	81
TOPLAM			5.792
Yer Örtücü ve Otsu Bitkiler			
Botanik İsmi	Türkçe İsmi	Boy (cm)	ADET
Agapanthus sp.	Şefkat Çiçeği	55-60	3441

6.2. EK 2(DEVAM):ÇALIŞMA ALANI 2. ETAP BİTKİ LİSTESİ

Iris "Fulvala"	Süsen	50-70	46
Iris "Joyce"	Süsen	55-60	212
Iris "Sun Miracle"	Süsen	85-90	995
Iris pseudacorus	Süsen	80-85	161
Kniphofia sp.	Fener Çiçeği	100-120	495
Lavandula angustifolia	Lavanta	50-55	3059
TOPLAM			8.409

TOPLAM TÜR SAYISI	37	YAPRAKLI AĞAÇ
	14	İBRELİ AĞAÇ
	36	ÇALI
	7	YER ÖRTÜCÜ VE OTSU
TOPLAM BİTKİ SAYISI	15.466	
ÇİM ALAN MİKTARI (m²)	72.000	

6.3. EK 3: ARAZİ BİLGİ FORMU

Arazi Gözlem Formu			
Faktör		Sayı (Adet)	Alan (m ²)
Ziyaretçi sayısı/yıl			
Çalışan sayısı/yıl			
Araç sayısı/yıl	Otobüs		
	Servis		
	Otomobil		
	Motosiklet		
	Bisiklet		
	Martı		
Bina	Otel		
	Kafe		
	Anonim Şirket		
	Müze ve Bilim Merkezi		
	Kültür Evi		
	Yeşil Bina		
	Akıllı Bina		
İstasyon	Benzin		
	Elektrik		
	Gaz		
	Mazot		
	Tüp		
Sert Zemin	Yol	Asfalt	
		Beton	
		Kilit Parke	
		Gravel	
		Taş Kaplama	
	Bisiklet Yolu	Asfalt	
		Beton	
		Kil Kilit	
		EPDM	
		Çakıl/Stabilize	
	Meydan	Asfalt	
		Beton	
		Kilit Parke	

6.3. EK 3 (DEVAM): ARAZİ BİLGİ FORMU

	Spor Alanları	Gravel		
		Taş Kaplama		
		Asfalt		
		Beton		
		Kil ve Toprak		
		EPDM		
		Sentetik Çim		
		Doğal Çim		
		Akrilik		
		Poliüretan Kaplama		
	Otopark	Asfalt		
		Beton		
		Taş Kaplama		
Bitki	Geniş Yapraklı Ağaç			
	İğne Yapraklı Ağaç			
	Palmiyeler			
	Geniş Yapraklı Ağaçcık			
	İğne Yapraklı Ağaçcık			
	Geniş Yapraklı Çalı			
	İğne Yapraklı Çalı			
	Yer örtücüler			
	Sarılıcılar			
	Çim Alanlar			
Ekolojik Tasarım	Yeşil Alan ve Bitkilendirme			
	Yağmur Bahçeleri			
	Göletler			
	Su Kanalları			
	Toplu taşıma entegrasyonu			
	Kuş Evleri/Böcek Otelleri			
	Bisiklet yolları ve yaya yolları			
Enerji Kaynakları	Geri dönüşüm kutuları			
	Atık Yönetimi			
	Güneş panelleri			
	Rüzgar gülleri			
Çöp Deposu/Alanı	Çöp kutuları			
	Geri dönüşüm kutuları			
	Çöp Alanı			
	Kompostlama			
Su yüzeyi	Havuz			
	Çeşme			
	Kuyu			

6.4. EK 4: İŞLETME BİLGİ FORMU

Tüketim Kaynağı	İşletmeler	Yıllık Tüketim Miktarı
Çöp miktarı	Seka Park AŞ	
	Seka Otel	
	Antikkapı AŞ	
	Kağıt Müzesi ve Bilim Merkezi	
	Kültür Evleri	
	Marina Kafe	
	Marmara Kafe	
	Palmiye Kafe	
	Saltanat Kafe	
	Sekafe Kafe	

6.4. EK 4 (DEVAM): İŞLETME BİLGİ FORMU

Yıllık elektrik / Su/ Doğalgaz/Yakıt (Benzin, Dizel, Lpg)	Spor Kafe	
	Monte Air Kafe	
	Yeşil Alan	
	Seka Park AŞ	
	Seka Otel	
	Antikkapı AŞ	
	Kağıt Müzesi ve Bilim Merkezi	
	Kültür Evleri	
	Marina Kafe	
	Marmara Kafe	
	Palmiye Kafe	
	Saltanat Kafe	
	Sekafe Kafe	
	Spor Kafe	
	Monte Air Kafe	
	Yeşil Alan	

6.5. EK 5: ÇALIŞMA ALANI BİTKİ TÜRLERİ KARBON ABSORBSİYON HESAPLARI

Çizelge 6.1. NPP'ye göre çalışma alanı 1. etapta yapraklı ağaç türlerinin yıllık karbon absorpsiyonu.

Yapraklı Ağaç Türleri	Adet	BBA (t/birey/yıl)	YBA (t/yıl)	YK (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ :Eşdeğeri (Gg)
Acer palmatum" Atropurpurea"	24	0,2	4,80	2,26	8,27	0,008
Acacia dealbata	23	0,2	4,60	2,16	7,93	0,008
Acer platanoides "Crimson King"	35	0,2	7,00	3,29	12,06	0,012
Acer saccharinum	45	0,2	9,00	4,23	15,51	0,016
Acer saccharinum Pyramidalis	24	0,2	4,80	2,26	8,27	0,008
Acer pseudoplatanus spaetthii	21	0,2	4,20	1,97	7,24	0,007
Aesculus carnea	30	0,2	6,00	2,82	10,34	0,010
Aesculus hippocastanum	22	0,2	4,40	2,07	7,58	0,008
Albizia julibrissin	55	0,2	11,00	5,17	18,96	0,019
Betula alba	51	0,2	10,20	4,79	17,58	0,018
Betula alba Pendula	66	0,2	13,20	6,20	22,75	0,023
Caesalpinia gilliesii	8	0,2	1,60	0,75	2,76	0,003
Catalpa bungei	98	0,2	19,60	9,21	33,78	0,034
Cercis siliquastrum	64	0,2	12,80	6,02	22,06	0,022
Crataegus oxycantha Pauls Sc.	16	0,2	3,20	1,50	5,51	0,006
Cotinus coggyria	30	0,2	6,00	2,82	10,34	0,010
Fraxinus americana	491	0,2	98,20	46,15	169,23	0,169
Ginkgo biloba	4	0,2	0,80	0,38	1,38	0,001
Hibiscus syriacus	103	0,2	20,60	9,68	35,50	0,036
Lagerstroemia indica	84	0,2	16,80	7,90	28,95	0,029
Liquidambar straciflua	104	0,2	20,80	9,78	35,85	0,036
Liriodendron tulipifera	36	0,2	7,20	3,38	12,41	0,012
Magnolia grandiflora	38	0,2	7,60	3,57	13,10	0,013
Magnolia grandiflora Tijli	43	0,2	8,60	4,04	14,82	0,015

Çizelge 6.1. (devam) NPP'ye göre çalışma alanı 1. etapta yapraklı ağaç türlerinin yıllık karbon absorpsiyonu.

Magnolia soulengena	45	0,2	9,00	4,23	15,51	0,016
Magnolia grandiflora Pyramidalis	10	0,2	2,00	0,94	3,45	0,003
Malus floribunda	83	0,2	16,60	7,80	28,61	0,029
Paulownia tomentosa	21	0,2	4,20	1,97	7,24	0,007
Platanus acerifolia	228	0,2	45,60	21,43	78,58	0,079
Platanus orientalis	54	0,2	10,80	5,08	18,61	0,019
Prunus ceracifera Pissardii Nig.	64	0,2	12,80	6,02	22,06	0,022
Prunus serrulata Kanzan	27	0,2	5,40	2,54	9,31	0,009
Prunus serrulata Kiku Shidare Sakkura	40	0,2	8,00	3,76	13,79	0,014
Quercus robur	50	0,2	10,00	4,70	17,23	0,017
Quercus rubra	50	0,2	10,00	4,70	17,23	0,017
Robinia hispida Rosea	65	0,2	13,00	6,11	22,40	0,022
Salix babylonica	25	0,2	5,00	2,35	8,62	0,009
Salix caprea	21	0,2	4,20	1,97	7,24	0,007
Syringa vulgaris	65	0,2	13,00	6,11	22,40	0,022
Tamarix rubra	39	0,2	7,80	3,67	13,44	0,013
Tamarix tetrandra	41	0,2	8,20	3,85	14,13	0,014
Tilia tomentosa	111	0,2	22,20	10,43	38,26	0,038
Washingtonia filifera	57	0,2	11,40	5,36	19,65	0,020
TOPLAM	2611	-	522,20	245,43	899,93	0,900

Çizelge 6.2. NPP'ye göre çalışma alanı 1. etap ibreli ağaç türlerinin yıllık karbon absorpsiyonu.

İbreli Ağaç Türleri	Adet	BBA (t/birey/yıl)	YBA (t/yıl)	YK (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ :Eşdeğeri (Gg)
Abies bornmulleriana	86	0,15	12,9	6,063	22,2312	0,022
Cedrus atlantica Glauca	62	0,15	9,3	4,371	16,02715	0,016
Cedrus deodora	148	0,15	22,2	10,434	38,25835	0,038
Cedrus deodora Pendula	15	0,15	2,25	1,0575	3,877535	0,004
Cedrus deodora Aurea	31	0,15	4,65	2,1855	8,013573	0,008
Cedrus libani	148	0,15	22,2	10,434	38,25835	0,038
Cupressus sempervirens Stricta	110	0,15	16,5	7,755	28,43526	0,028
Cupressocyparis leylandii	410	0,15	61,5	28,905	105,986	0,106
Cupressus arizonica Glauca	40	0,15	6	2,82	10,34009	0,010
Juniperus virginiana Skyrocket	84	0,15	12,6	5,922	21,7142	0,022
Picea excelsa	51	0,15	7,65	3,5955	13,18362	0,013
Picea pungens	99	0,15	14,85	6,9795	25,59173	0,026
Picea pungens Glauca	48	0,15	7,2	3,384	12,40811	0,012
Picea pungens Glauca Hoopsi	61	0,15	9,15	4,3005	15,76864	0,016
Pinus pinea	400	0,15	60	28,2	103,4009	0,103
Taxus baccata Fastigiata	35	0,15	5,25	2,4675	9,047582	0,009
TOPLAM	1828	-	274,2	128,87	472,5423	0,473

Çizelge 6.3. NPP'ye göre çalışma alanı 1. etap çalı türlerinin yıllık karbon absorpsiyonu

Çalı Türleri	Adet	BBA (t/birey/yıl)	YBA (t/yıl)	YK (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ :Eşdeğeri (Gg)
Aucuba japonica	293	0,01	2,93	1,38	5,05	0,005
Bambusa multiplex	226	0,01	2,26	1,06	3,89	0,004
Bambusa nigra	201	0,01	2,01	0,94	3,46	0,003
Berberis veitchii	138	0,01	1,38	0,65	2,38	0,002
Berberis thunbergii Atropurpurea	117	0,01	1,17	0,55	2,02	0,002
Berberis thunbergi Atr. Nana	7315	0,01	73,15	34,38	126,06	0,126
Buddleia davidii Charming	258	0,01	2,58	1,21	4,45	0,004
Buddleia davidii Black Knight	134	0,01	1,34	0,63	2,31	0,002
Cortaderia selloana	605	0,01	6,05	2,84	10,43	0,010
Cotoneaster horizontalis	192	0,01	1,92	0,90	3,31	0,003
Cotoneaster franchetti	95	0,01	0,95	0,45	1,64	0,002
Escollonia "Peach Blossom"	958	0,01	9,58	4,50	16,51	0,017
Escallonia Pride of Donard	222	0,01	2,22	1,04	3,83	0,004
Hebe spesiosa	169	0,01	1,69	0,79	2,91	0,003
Hibiscus rosa chinesis	62	0,01	0,62	0,29	1,07	0,001
Hydrangea involucrata	62	0,01	0,62	0,29	1,07	0,001
Hydrangea arborescens Grandiflora	1116	0,01	11,16	5,25	19,23	0,019
Hydrangea macrophylla Blue Monnet	450	0,01	4,5	2,12	7,76	0,008
Juniperus horizontalis	394	0,01	3,94	1,85	6,79	0,007
Miscanthus sinensis	181	0,01	1,81	0,85	3,12	0,003
Nandina domestica "Firepower"	285	0,01	2,85	1,34	4,91	0,005
Nerium oleander	355	0,01	3,55	1,67	6,12	0,006
Phormium tenax	77	0,01	0,77	0,36	1,33	0,001
Phormium tricolor	462	0,01	4,62	2,17	7,96	0,008
Photinia red robin	243	0,01	2,43	1,14	4,19	0,004
Pittosporum tobira Nana	1848	0,01	18,48	8,69	31,85	0,032
Pittosporum tobira	347	0,01	3,47	1,63	5,98	0,006
Prunus lauracerasus	55	0,01	0,55	0,26	0,95	0,001
Punica granatum	345	0,01	3,45	1,62	5,95	0,006
Pyracanta coccinea	252	0,01	2,52	1,18	4,34	0,004
Pyracantha novaja	348	0,01	3,48	1,64	6,00	0,006
Rosa sp.	592	0,01	5,92	2,78	10,20	0,010
Rosa meyland	417	0,01	4,17	1,96	7,19	0,007
Spirea vanhouettii	203	0,01	2,03	0,95	3,50	0,003
Viburnum tinus	108	0,01	1,08	0,51	1,86	0,002
Yucca flamentosa	272	0,01	2,72	1,28	4,69	0,005
TOPLAM	19397	-	193,97	91,17	334,28	0,334

Çizelge 6.4. NPP'ye göre çalışma alanı 1. etap yer örtücü ve otsu türlerinin yıllık karbon absorpsiyonu.

Yer Örtücü ve Otsu Bitki Türleri	Adet	BBA (t/birey/yıl)	YBA (t/yıl)	YK (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ :Eşdeğeri (Gg)
Agapanthus sp.	11519	0,001	11,52	5,41	19,85	0,020
Iris "Fulvala"	154	0,001	0,15	0,07	0,27	0,000
Iris "Joyce"	708	0,001	0,71	0,33	1,22	0,001
Iris "Sun Miracle"	3330	0,001	3,33	1,57	5,74	0,006
Iris pseudacorus	539	0,001	0,54	0,25	0,93	0,001
Kniphofia sp.	1657	0,001	1,66	0,78	2,86	0,003
Lavandula angustifolia	10239	0,001	10,24	4,81	17,65	0,018
TOPLAM	28146		28,15	13,23	48,51	0,049

Çizelge 6.5. NPP'ye göre çalışma alanı 2. etap yapraklı ağaç türlerinin yıllık karbon absorpsiyonu.

Yapraklı Ağaç Türleri	Adet	BBA (t/birey/yıl)	YBA (t/yıl)	YK (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ :Eşdeğeri (Gg)
Acer palmatum" Atropurpurea"	8	0,2	1,6	0,75	2,76	0,003
Acacia dealbata	4	0,2	0,8	0,38	1,38	0,001
Acer platanoides "Crimson King"	12	0,2	2,4	1,13	4,14	0,004
Acer saccharinum	15	0,2	3	1,41	5,17	0,005
Acer saccharinum Pyramidalis	7	0,2	1,4	0,66	2,41	0,002
Acer pseudoplatanus spaethii	6	0,2	1,2	0,56	2,07	0,002
Aesculus carnea	10	0,2	2	0,94	3,45	0,003
Aesculus hippocastanum	8	0,2	1,6	0,75	2,76	0,003
Albizia julibrissin	15	0,2	3	1,41	5,17	0,005
Betula alba	14	0,2	2,8	1,32	4,83	0,005
Betula alba Pendula	20	0,2	4	1,88	6,89	0,007
Catalpa bungei	29	0,2	5,8	2,73	10,00	0,010
Cercis siliquastrum	16	0,2	3,2	1,50	5,51	0,006
Fraxinus americana	67	0,2	13,4	6,30	23,09	0,023
Hibiscus syriacus	21	0,2	4,2	1,97	7,24	0,007
Lagerstroemia indica	26	0,2	5,2	2,44	8,96	0,009
Liquidambar straciflua	32	0,2	6,4	3,01	11,03	0,011
Magnolia grandiflora	12	0,2	2,4	1,13	4,14	0,004
Magnolia grandiflora Tijli	7	0,2	1,4	0,66	2,41	0,002
Magnolia soulengena	25	0,2	5	2,35	8,62	0,009
Malus floribunda	25	0,2	5	2,35	8,62	0,009
Platanus acerifolia	45	0,2	9	4,23	15,51	0,016
Platanus orientalis	16	0,2	3,2	1,50	5,51	0,006
Prunus ceracifera Pissardii Nigra	21	0,2	4,2	1,97	7,24	0,007
Prunus cistena	14	0,2	2,8	1,32	4,83	0,005
Prunus serrulata Kanzan	10	0,2	2	0,94	3,45	0,003
Quercus robur	19	0,2	3,8	1,79	6,55	0,007
Quercus rubra	11	0,2	2,2	1,03	3,79	0,004
Robinia hispida Rosea	25	0,2	5	2,35	8,62	0,009
Salix babylonica	7	0,2	1,4	0,66	2,41	0,002
Salix caprea	5	0,2	1	0,47	1,72	0,002

Çizelge 6.5. (devam) NPP'ye göre çalışma alanı 2. etap yapraklı ağaç türlerinin yıllık karbon absorpsiyonu.

Syringa vulgaris	16	0,2	3,2	1,50	5,51	0,006
Tamarix rubra	11	0,2	2,2	1,03	3,79	0,004
Tamarix tetrandra	9	0,2	1,8	0,85	3,10	0,003
Tilia tomentosa	27	0,2	5,4	2,54	9,31	0,009
Washingtonia filifera	33	0,2	6,6	3,10	11,37	0,011
Washingtonia filifera	57	0,2	11,4	5,36	19,65	0,020
TOPLAM	705	-	141	66,27	242,99	0,243

Çizelge 6.6. NPP'ye göre çalışma alanı 2. etap ibreli ağaç türlerinin yıllık karbon absorpsiyonu.

İbreli Ağaç Türleri	Adet	BBA (t/birey/yıl)	YBA (t/yıl)	YK (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ :Eşdeğeri (Gg)
Abies bornmulleriana	21	0,15	3,15	1,48	5,43	0,005
Cedrus atlantica Glauca	19	0,15	2,85	1,34	4,91	0,005
Cedrus deodora	45	0,15	6,75	3,17	11,63	0,012
Cedrus deodora Aurea	13	0,15	1,95	0,92	3,36	0,003
Cedrus libani	58	0,15	8,7	4,09	14,99	0,015
Cupressus sempervirens Stricta	24	0,15	3,6	1,69	6,20	0,006
Cupressocyparis leylandii	104	0,15	15,6	7,33	26,88	0,027
Cupressus arizonica Glauca	18	0,15	2,7	1,27	4,65	0,005
Juniperus virginiana Skyrocket	26	0,15	3,9	1,83	6,72	0,007
Picea excelsa	17	0,15	2,55	1,20	4,39	0,004
Picea pungens	23	0,15	3,45	1,62	5,95	0,006
Picea pungens Glauca	14	0,15	2,1	0,99	3,62	0,004
Picea pungens Glauca Hoopsi	21	0,15	3,15	1,48	5,43	0,005
Pinus pinea	157	0,15	23,55	11,07	40,58	0,041
TOPLAM	560	-	84	39,48	144,76	0,145

Çizelge 6.7. NPP'ye göre çalışma alanı 2. etap çalı türlerinin yıllık karbon absorpsiyonu.

Çalı Türleri	Adet	BBA (t/birey/yıl)	YBA (t/yıl)	YK (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ :Eşdeğeri (Gg)
Aucuba japonica	88	0,01	0,88	0,41	1,52	0,002
Bambusa multiplex	67	0,01	0,67	0,31	1,15	0,001
Bambusa nigra	60	0,01	0,6	0,28	1,03	0,001
Berberis veitchii	41	0,01	0,41	0,19	0,71	0,001
Berberis thunbergii Atropurpurea	35	0,01	0,35	0,16	0,60	0,001
Berberis thunbergii Atr. Nana	2185	0,01	21,85	10,27	37,66	0,038
Buddleia davidii Charming	77	0,01	0,77	0,36	1,33	0,001
Buddleia davidii Black Knight	40	0,01	0,4	0,19	0,69	0,001
Cortaderia selloana	181	0,01	1,81	0,85	3,12	0,003
Cotoneaster horizontalis	57	0,01	0,57	0,27	0,98	0,001
Cotoneaster franchetti	28	0,01	0,28	0,13	0,48	0,000
Escallonia "Peach Blossom"	286	0,01	2,86	1,34	4,93	0,005
Escallonia Pride of Donard	66	0,01	0,66	0,31	1,14	0,001

Çizelge 6.7. (devam) NPP'ye göre çalışma alanı 2. etap çalı türlerinin yıllık karbon absorbsiyonu.

Hebe spesiosa	51	0,01	0,51	0,24	0,88	0,001
Hibiscus rosa chinesis	18	0,01	0,18	0,08	0,31	0,000
Hydrangea involucrata	18	0,01	0,18	0,08	0,31	0,000
Hydrangea arborescens Grandiflora	334	0,01	3,34	1,57	5,76	0,006
Hydrangea macrophylla Blue Monnet	134	0,01	1,34	0,63	2,31	0,002
Juniperus horizontalis	118	0,01	1,18	0,55	2,03	0,002
Miscanthus sinensis	54	0,01	0,54	0,25	0,93	0,001
Nandina domestica "Firepower"	85	0,01	0,85	0,40	1,46	0,001
Nerium oleander	106	0,01	1,06	0,50	1,83	0,002
Phormium tenax	23	0,01	0,23	0,11	0,40	0,000
Phormium tricolor	138	0,01	1,38	0,65	2,38	0,002
Photinia red robin	73	0,01	0,73	0,34	1,26	0,001
Pittosporum tobira Nana	552	0,01	5,52	2,59	9,51	0,010
Pittosporum tobira	104	0,01	1,04	0,49	1,79	0,002
Prunus lauracerasus	16	0,01	0,16	0,08	0,28	0,000
Punica granatum	103	0,01	1,03	0,48	1,78	0,002
Pyracanta coccinea	75	0,01	0,75	0,35	1,29	0,001
Pyracantha novaja	104	0,01	1,04	0,49	1,79	0,002
Rosa sp.	177	0,01	1,77	0,83	3,05	0,003
Rosa meyland	124	0,01	1,24	0,58	2,14	0,002
Spirea vanhouettii	61	0,01	0,61	0,29	1,05	0,001
Viburnum tinus	32	0,01	0,32	0,15	0,55	0,001
Yucca filamentosa	81	0,01	0,81	0,38	1,40	0,001
TOPLAM	5792	-	57,92	27,22	99,82	0,100

Çizelge 6.8. NPP'ye göre çalışma alanı 2. etap yer örtücü ve otsu bitki türleri yıllık karbon absorbsiyonu.

Yer Örtücü ve Otsu Bitki Türleri	Adet	BBA (t/birey/yıl)	YBA (t/yıl)	YK (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ :Eşdeğeri (Gg)
Agapanthus sp.	3441	0,001	3,44	1,62	5,93	0,006
Iris "Fulvala"	46	0,001	0,05	0,02	0,08	0,000
Iris "Joyce"	212	0,001	0,21	0,10	0,37	0,000
Iris "Sun Miracle"	995	0,001	1,00	0,47	1,71	0,002
Iris pseudacorus	161	0,001	0,16	0,08	0,28	0,000
Kniphofia sp.	495	0,001	0,50	0,23	0,85	0,001
Lavandula angustifolia	3059	0,001	3,06	1,44	5,27	0,005
TOPLAM	8409	-	8,41	3,95	14,49	0,014

6.6. EK 6: ÇALIŞMA ALANI BİTKİ TÜRLERİ KARBON STOĞU HESAPLARI

Çizelge 6.9. Çalışma alanı 1. etap yapraklı ağaç karbon stoğu.

Yapraklı Ağaç Türleri	Adet	Alan (ha)	AGB (t)	BGB (t)	TB (t)	Karbon Stoğu (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ :Eşdeğeri (Gg)
Acer palmatum" Atropurpurea"	24	0,01	0,99	0,24	1,22	0,57	2,11	0,00
Acacia dealbata	23	0,01	0,95	0,23	1,17	0,55	2,02	0,00
Acer platanoides "Crimson King"	35	0,01	1,44	0,35	1,78	0,84	3,07	0,00
Acer saccharinum	45	0,02	1,85	0,44	2,29	1,08	3,95	0,00
Acer saccharinum Pyramidalis	24	0,01	0,99	0,24	1,22	0,57	2,11	0,00
Acer pseudoplatanus spaetthii	21	0,01	0,86	0,21	1,07	0,50	1,84	0,00
Aesculus carnea	30	0,01	1,23	0,30	1,53	0,72	2,63	0,00
Aesculus hippocastanum	22	0,01	0,90	0,22	1,12	0,53	1,93	0,00
Albizia julibrissin	55	0,02	2,26	0,54	2,80	1,32	4,83	0,00
Betula alba	51	0,02	2,10	0,50	2,60	1,22	4,48	0,00
Betula alba Pendula	66	0,02	2,71	0,65	3,36	1,58	5,80	0,01
Caesalpinia gilliesii	8	0,00	0,33	0,08	0,41	0,19	0,70	0,00
Catalpa bungei	98	0,03	4,03	0,97	4,99	2,35	8,61	0,01
Cercis siliquastrum	64	0,02	2,63	0,63	3,26	1,53	5,62	0,01
Crataegus oxycantha Pauls Scarlet	16	0,01	0,66	0,16	0,82	0,38	1,41	0,00
Cotinus coggyria	30	0,01	1,23	0,30	1,53	0,72	2,63	0,00
Fraxinus americana	491	0,17	20,18	4,84	25,02	11,76	43,11	0,04
Ginkgo biloba	4	0,00	0,16	0,04	0,20	0,10	0,35	0,00
Hibiscus syriacus	103	0,04	4,23	1,02	5,25	2,47	9,04	0,01
Lagerstroemia indica	84	0,03	3,45	0,83	4,28	2,01	7,38	0,01
Liquidambar straciflua	104	0,04	4,27	1,03	5,30	2,49	9,13	0,01
Liriodendron tulipifera	36	0,01	1,48	0,36	1,83	0,86	3,16	0,00
Magnolia grandiflora	38	0,01	1,56	0,37	1,94	0,91	3,34	0,00
Magnolia grandiflora Tijli	43	0,01	1,77	0,42	2,19	1,03	3,78	0,00
Magnolia soulengena	45	0,02	1,85	0,44	2,29	1,08	3,95	0,00
Magnolia grandiflora Pyramidalis	10	0,00	0,41	0,10	0,51	0,24	0,88	0,00
Malus floribunda	83	0,03	3,41	0,82	4,23	1,99	7,29	0,01
Paulownia tomentosa	21	0,01	0,86	0,21	1,07	0,50	1,84	0,00
Platanus acerifolia	228	0,08	9,37	2,25	11,62	5,46	20,02	0,02
Platanus orientalis	54	0,02	2,22	0,53	2,75	1,29	4,74	0,00
Prunus ceracifera Pissardii Nigra	64	0,02	2,63	0,63	3,26	1,53	5,62	0,01
Prunus serrulata Kanzan	27	0,01	1,11	0,27	1,38	0,65	2,37	0,00
Prunus serrulata Kiku Shidare Sakkura	40	0,01	1,64	0,39	2,04	0,96	3,51	0,00
Quercus robur	50	0,02	2,05	0,49	2,55	1,20	4,39	0,00
Quercus rubra	50	0,02	2,05	0,49	2,55	1,20	4,39	0,00
Robinia hispida Rosea	65	0,02	2,67	0,64	3,31	1,56	5,71	0,01

Çizelge 6.9. (devam) Çalışma alanı 1. etap yapraklı ağaç karbon stoğu.

Salix babylonica	25	0,01	1,03	0,25	1,27	0,60	2,20	0,00
Salix caprea	21	0,01	0,86	0,21	1,07	0,50	1,84	0,00
Syringa vulgaris	65	0,02	2,67	0,64	3,31	1,56	5,71	0,01
Tamarix rubra	39	0,01	1,60	0,38	1,99	0,93	3,42	0,00
Tamarix tetrandra	41	0,01	1,68	0,40	2,09	0,98	3,60	0,00
Tilia tomentosa	111	0,04	4,56	1,09	5,66	2,66	9,75	0,01
Washingtonia filifera	57	0,02	2,34	0,56	2,90	1,37	5,01	0,01
TOPLAM	2611	0,89	107,29	25,75	133,04	62,53	229,27	0,23

Çizelge 6.10. Çalışma alanı 1. etap ibreli ağaç karbon stoğu.

İbreli Ağaç Türleri	Adet	Alan (ha)	AGB (t)	BGB (t)	TB (t)	Karbon Stoğu (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ :Eşdeğeri (Gg)
Abies bornmulleriana	86	0,03	4,12	1,15	5,28	2,48	9,09	0,01
Cedrus atlantica Glauca	62	0,02	2,97	0,83	3,80	1,79	6,56	0,01
Cedrus deodora	148	0,05	7,10	1,99	9,08	4,27	15,65	0,02
Cedrus deodora Pendula	15	0,01	0,72	0,20	0,92	0,43	1,59	0,00
Cedrus deodora Aurea	31	0,01	1,49	0,42	1,90	0,89	3,28	0,00
Cedrus libani	148	0,05	7,10	1,99	9,08	4,27	15,65	0,02
Cupressus sempervirens Stricta	110	0,04	5,27	1,48	6,75	3,17	11,63	0,01
Cupressocyparis leylandii	410	0,14	19,66	5,50	25,16	11,82	43,36	0,04
Cupressus arizonica Glauca	40	0,01	1,92	0,54	2,45	1,15	4,23	0,00
Juniperus virginiana Skyrocket	84	0,03	4,03	1,13	5,15	2,42	8,88	0,01
Picea excelsa	51	0,02	2,44	0,68	3,13	1,47	5,39	0,01
Picea pungens	99	0,03	4,75	1,33	6,07	2,86	10,47	0,01
Picea pungens Glauca	48	0,02	2,30	0,64	2,95	1,38	5,08	0,01
Picea pungens Glauca Hoopsi	61	0,02	2,92	0,82	3,74	1,76	6,45	0,01
Pinus pinea	400	0,14	19,18	5,37	24,55	11,54	42,30	0,04
Taxus baccata Fastigiata	35	0,01	1,68	0,47	2,15	1,01	3,70	0,00
TOPLAM	1828	0,63	87,63	24,54	112,17	52,72	193,31	0,19

Çizelge 6.11. Çalışma alanı 1. etap çalı türleri karbon stoğu.

Çalı Türleri	Adet	Alan (ha)	AGB (t)	BGB (t)	TB (t)	Karbon Stoğu (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ :Eşdeğeri (Gg)
Aucuba japonica	293	0,10	1,00	0,20	1,20	0,57	2,07	0,00
Bambusa multiplex	226	0,08	0,77	0,15	0,93	0,44	1,60	0,00
Bambusa nigra	201	0,07	0,69	0,14	0,83	0,39	1,42	0,00
Berberis veitchii	138	0,05	0,47	0,09	0,57	0,27	0,98	0,00
Berberis thunbergii Atropurpurea	117	0,04	0,40	0,08	0,48	0,23	0,83	0,00
Berberis thunbergii Atr. Nana	7315	2,50	25,05	5,01	30,06	14,13	51,80	0,05
Buddleia davidii Charming	258	0,09	0,88	0,18	1,06	0,50	1,83	0,00
Buddleia davidii Black Knight	134	0,05	0,46	0,09	0,55	0,26	0,95	0,00
Cortaderia selloana	605	0,21	2,07	0,41	2,49	1,17	4,28	0,00
Cotoneaster horizontalis	192	0,07	0,66	0,13	0,79	0,37	1,36	0,00

Çizelge 6.11. (devam) Çalışma alanı 1. etap çalı türleri karbon stoğu.

Cotoneaster franchetti	95	0,03	0,33	0,07	0,39	0,18	0,67	0,00
Escollonia "Peach Blossom"	958	0,33	3,28	0,66	3,94	1,85	6,78	0,01
Escallonia Pride of Donard	222	0,08	0,76	0,15	0,91	0,43	1,57	0,00
Hebe spesiosa	169	0,06	0,58	0,12	0,69	0,33	1,20	0,00
Hibiscus rosa chinesis	62	0,02	0,21	0,04	0,25	0,12	0,44	0,00
Hydrangea involucrata	62	0,02	0,21	0,04	0,25	0,12	0,44	0,00
Hydrangea arborescens Grandiflora	1116	0,38	3,82	0,76	4,59	2,16	7,90	0,01
Hydrangea macrophylla Blue Monnet	450	0,15	1,54	0,31	1,85	0,87	3,19	0,00
Juniperus horizontalis	394	0,13	1,35	0,27	1,62	0,76	2,79	0,00
Miscanthus sinensis	181	0,06	0,62	0,12	0,74	0,35	1,28	0,00
Nandina domestica "Firepower"	285	0,10	0,98	0,20	1,17	0,55	2,02	0,00
Nerium oleander	355	0,12	1,22	0,24	1,46	0,69	2,51	0,00
Phormium tenax	77	0,03	0,26	0,05	0,32	0,15	0,55	0,00
Phormium tricolor	462	0,16	1,58	0,32	1,90	0,89	3,27	0,00
Photinia red robin	243	0,08	0,83	0,17	1,00	0,47	1,72	0,00
Pittosporum tobira Nana	1848	0,63	6,33	1,27	7,59	3,57	13,09	0,01
Pittosporum tobira	347	0,12	1,19	0,24	1,43	0,67	2,46	0,00
Prunus lauracerasus	55	0,02	0,19	0,04	0,23	0,11	0,39	0,00
Punica granatum	345	0,12	1,18	0,24	1,42	0,67	2,44	0,00
Pyracanta coccinea	252	0,09	0,86	0,17	1,04	0,49	1,78	0,00
Pyracantha novaja	348	0,12	1,19	0,24	1,43	0,67	2,46	0,00
Rosa sp.	592	0,20	2,03	0,41	2,43	1,14	4,19	0,00
Rosa meyland	417	0,14	1,43	0,29	1,71	0,81	2,95	0,00
Spirea vanhouettii	203	0,07	0,70	0,14	0,83	0,39	1,44	0,00
Viburnum tinus	108	0,04	0,37	0,07	0,44	0,21	0,76	0,00
Yucca filamentosa	272	0,09	0,93	0,19	1,12	0,53	1,93	0,00
TOPLAM	19397	6,64	66,42	13,28	79,70	37,46	137,36	0,14

Çizelge 6.12. Çalışma alanı 1. etap yer örtücü ve otsu bitki türleri karbon stoğu.

Yer Örtücü ve Otsu Türleri	Adet	Alan (ha)	AGB (t)	BGB (t)	TB (t)	Karbon Stoğu (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ :Eşdeğeri (Gg)
Agapanthus sp.	11519	3,94	7,89	1,58	9,47	4,45	16,31	0,02
Iris "Fulvala"	154	0,05	0,11	0,02	0,13	0,06	0,22	0,00
Iris "Joyce"	708	0,24	0,48	0,10	0,58	0,27	1,00	0,00
Iris "Sun Miracle"	3330	1,14	2,28	0,46	2,74	1,29	4,72	0,00
Iris pseudacorus	539	0,18	0,37	0,07	0,44	0,21	0,76	0,00
Kniphofia sp.	1657	0,57	1,13	0,23	1,36	0,64	2,35	0,00
Lavandula angustifolia	10239	3,51	7,01	1,40	8,41	3,95	14,50	0,01
TOPLAM	28146	9,64	19,28	3,86	23,13	10,87	39,86	0,04

Çizelge 6.13. Çalışma alanı 2. etap yapraklı bitki türleri karbon stoğu.

Yapraklı Ağaç Türleri	Adet	Alan (ha)	AGB (t)	BGB (t)	TB (t)	Karbon Stoğu (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ :Eşdeğeri (Gg)
Acer palmatum" Atropurpurea"	8	0,00	0,45	0,11	0,55	0,26	0,96	0,00
Acacia dealbata	4	0,00	0,22	0,05	0,28	0,13	0,48	0,00
Acer platanoides "Crimson King"	12	0,01	0,67	0,16	0,83	0,39	1,43	0,00
Acer saccharinum	15	0,01	0,84	0,20	1,04	0,49	1,79	0,00
Acer saccharinum Pyramidalis	7	0,00	0,39	0,09	0,48	0,23	0,84	0,00
Acer pseudoplatanus spaetthii	6	0,00	0,34	0,08	0,42	0,20	0,72	0,00
Aesculus carnea	10	0,00	0,56	0,13	0,69	0,33	1,19	0,00
Aesculus hippocastanum	8	0,00	0,45	0,11	0,55	0,26	0,96	0,00
Albizia julibrissin	15	0,01	0,84	0,20	1,04	0,49	1,79	0,00
Betula alba	14	0,01	0,78	0,19	0,97	0,46	1,67	0,00
Betula alba Pendula	20	0,01	1,12	0,27	1,39	0,65	2,39	0,00
Catalpa bungei	29	0,01	1,62	0,39	2,01	0,94	3,46	0,00
Cercis siliquastrum	16	0,01	0,89	0,21	1,11	0,52	1,91	0,00
Fraxinus americana	67	0,03	3,74	0,90	4,64	2,18	8,00	0,01
Hibiscus syriacus	21	0,01	1,17	0,28	1,45	0,68	2,51	0,00
Lagerstroemia indica	26	0,01	1,45	0,35	1,80	0,85	3,10	0,00
Liquidambar straciflua	32	0,01	1,79	0,43	2,22	1,04	3,82	0,00
Magnolia grandiflora	12	0,01	0,67	0,16	0,83	0,39	1,43	0,00
Magnolia grandiflora Tijli	7	0,00	0,39	0,09	0,48	0,23	0,84	0,00
Magnolia soulengena	25	0,01	1,40	0,34	1,73	0,81	2,98	0,00
Malus floribunda	25	0,01	1,40	0,34	1,73	0,81	2,98	0,00
Platanus acerifolia	45	0,02	2,51	0,60	3,12	1,47	5,37	0,01
Platanus orientalis	16	0,01	0,89	0,21	1,11	0,52	1,91	0,00
Prunus ceracifera Pissardii Nigra	21	0,01	1,17	0,28	1,45	0,68	2,51	0,00
Prunus cistena	14	0,01	0,78	0,19	0,97	0,46	1,67	0,00
Prunus serrulata Kanzan	10	0,00	0,56	0,13	0,69	0,33	1,19	0,00
Quercus robur	19	0,01	1,06	0,25	1,32	0,62	2,27	0,00
Quercus rubra	11	0,01	0,61	0,15	0,76	0,36	1,31	0,00
Robinia hispida Rosea	25	0,01	1,40	0,34	1,73	0,81	2,98	0,00
Salix babylonica	7	0,00	0,39	0,09	0,48	0,23	0,84	0,00
Salix caprea	5	0,00	0,28	0,07	0,35	0,16	0,60	0,00
Syringa vulgaris	16	0,01	0,89	0,21	1,11	0,52	1,91	0,00
Tamarix rubra	11	0,01	0,61	0,15	0,76	0,36	1,31	0,00
Tamarix tetrandra	9	0,00	0,50	0,12	0,62	0,29	1,07	0,00
Tilia tomentosa	27	0,01	1,51	0,36	1,87	0,88	3,22	0,00
Washingtonia filifera	33	0,02	1,84	0,44	2,29	1,07	3,94	0,00
Washingtonia filifera	57	0,03	3,18	0,76	3,95	1,86	6,80	0,01
TOPLAM	705	0,33	39,38	9,45	48,84	22,95	84,16	0,08

Çizelge 6.14. Çalışma alanı 2. etap ibreli bitki türleri karbon stoğu.

İbreli Ağaç Türleri	Adet	Alan (ha)	AGB (t)	BGB (t)	TB (t)	Karbon Stoğu (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ :Eşdeğeri (Gg)
Abies bornmulleriana	21	0,01	1,37	0,38	1,75	0,82	3,02	0,00
Cedrus atlantica Glauca	19	0,01	1,24	0,35	1,59	0,75	2,73	0,00
Cedrus deodora	45	0,02	2,93	0,82	3,75	1,76	6,47	0,01
Cedrus deodora Aurea	13	0,01	0,85	0,24	1,08	0,51	1,87	0,00
Cedrus libani	58	0,03	3,78	1,06	4,84	2,27	8,34	0,01
Cupressus sempervirens Stricta	24	0,01	1,56	0,44	2,00	0,94	3,45	0,00
Cupressocyparis leylandii	104	0,05	6,78	1,90	8,68	4,08	14,95	0,02
Cupressus arizonica Glauca	18	0,01	1,17	0,33	1,50	0,71	2,59	0,00
Juniperus virginiana Skyrocket	26	0,01	1,69	0,47	2,17	1,02	3,74	0,00
Picea excelsa	17	0,01	1,11	0,31	1,42	0,67	2,44	0,00
Picea pungens	23	0,01	1,50	0,42	1,92	0,90	3,31	0,00
Picea pungens Glauca	14	0,01	0,91	0,26	1,17	0,55	2,01	0,00
Picea pungens Glauca Hoopsi	21	0,01	1,37	0,38	1,75	0,82	3,02	0,00
Pinus pinea	157	0,07	10,23	2,87	13,10	6,16	22,57	0,02
TOPLAM	560	0,26	36,50	10,22	46,72	21,96	80,51	0,08

Çizelge 6.15. Çalışma alanı 2. etap çalı türleri karbon stoğu.

Çalı Türleri	Adet	Alan (ha)	AGB (t)	BGB (t)	TB (t)	Karbon Stoğu (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ :Eşdeğeri (Gg)
Aucuba japonica	88	0,04	0,41	0,08	0,49	0,23	0,85	0,00
Bambusa multiplex	67	0,03	0,31	0,06	0,37	0,18	0,65	0,00
Bambusa nigra	60	0,03	0,28	0,06	0,34	0,16	0,58	0,00
Berberis veitchii	41	0,02	0,19	0,04	0,23	0,11	0,39	0,00
Berberis thunbergii Atropurpurea	35	0,02	0,16	0,03	0,20	0,09	0,34	0,00
Berberis thunbergi Atr. Nana	2185	1,02	10,17	2,03	12,21	5,74	21,04	0,02
Buddleia davidii Charming	77	0,04	0,36	0,07	0,43	0,20	0,74	0,00
Buddleia davidii Black Kni.	40	0,02	0,19	0,04	0,22	0,11	0,39	0,00
Cortaderia selloana	181	0,08	0,84	0,17	1,01	0,48	1,74	0,00
Cotoneaster horizontalis	57	0,03	0,27	0,05	0,32	0,15	0,55	0,00
Cotoneaster franchetti	28	0,01	0,13	0,03	0,16	0,07	0,27	0,00
Escallonia "Peach Blossom"	286	0,13	1,33	0,27	1,60	0,75	2,75	0,00
Escallonia Pride of Donard	66	0,03	0,31	0,06	0,37	0,17	0,64	0,00
Hebe spesiosa	51	0,02	0,24	0,05	0,28	0,13	0,49	0,00
Hibiscus rosa chinesis	18	0,01	0,08	0,02	0,10	0,05	0,17	0,00
Hydrangea involucrata	18	0,01	0,08	0,02	0,10	0,05	0,17	0,00
Hydrangea arborescens Grandiflora	334	0,16	1,55	0,31	1,87	0,88	3,22	0,00
Hydrangea macrophylla Blue Monnet	134	0,06	0,62	0,12	0,75	0,35	1,29	0,00
Juniperus horizontalis	118	0,05	0,55	0,11	0,66	0,31	1,14	0,00
Miscanthus sinensis	54	0,03	0,25	0,05	0,30	0,14	0,52	0,00
Nandina domestica "Firepower"	85	0,04	0,40	0,08	0,47	0,22	0,82	0,00
Nerium oleander	106	0,05	0,49	0,10	0,59	0,28	1,02	0,00

Çizelge 6.15. (devam) Çalışma alanı 2. etap çalı türleri karbon stoğu.

Phormium tenax	23	0,01	0,11	0,02	0,13	0,06	0,22	0,00
Phormium tricolor	138	0,06	0,64	0,13	0,77	0,36	1,33	0,00
Photinia red robin	73	0,03	0,34	0,07	0,41	0,19	0,70	0,00
Pittosporum tobira Nana	552	0,26	2,57	0,51	3,08	1,45	5,31	0,01
Pittosporum tobira	104	0,05	0,48	0,10	0,58	0,27	1,00	0,00
Prunus lauracerasus	16	0,01	0,07	0,01	0,09	0,04	0,15	0,00
Punica granatum	103	0,05	0,48	0,10	0,58	0,27	0,99	0,00
Pyracanta coccinea	75	0,03	0,35	0,07	0,42	0,20	0,72	0,00
Pyracantha novaja	104	0,05	0,48	0,10	0,58	0,27	1,00	0,00
Rosa sp.	177	0,08	0,82	0,16	0,99	0,46	1,70	0,00
Rosa meyland	124	0,06	0,58	0,12	0,69	0,33	1,19	0,00
Spirea vanhouettii	61	0,03	0,28	0,06	0,34	0,16	0,59	0,00
Viburnum tinus	32	0,01	0,15	0,03	0,18	0,08	0,31	0,00
Yucca flamentosa	81	0,04	0,38	0,08	0,45	0,21	0,78	0,00
TOPLAM	5792	2,70	26,96	5,39	32,36	15,21	55,76	0,06

Çizelge 6.16. Çalışma alanı 2. etap yer örtücü ve otsu türleri karbon stoğu.

Yer Örtücü ve Otsu Türleri	Adet	Alan (ha)	AGB (t)	BGB (t)	TB (t)	Karbon Stoğu (t)	CO ₂ Eşdeğeri (t)	CO ₂ Eşdeğeri (Gg)
Agapanthus sp.	3441	1,60	3,20	0,64	3,84	1,81	6,63	0,01
Iris "Fulvala"	46	0,02	0,04	0,01	0,05	0,02	0,09	0,00
Iris "Joyce"	212	0,10	0,20	0,04	0,24	0,11	0,41	0,00
Iris "Sun Miracle"	995	0,46	0,93	0,19	1,11	0,52	1,92	0,00
Iris pseudacorus	161	0,08	0,15	0,03	0,18	0,08	0,31	0,00
Kniphofia sp.	495	0,23	0,46	0,09	0,55	0,26	0,95	0,00
Lavandula angustifolia	3059	1,42	2,85	0,57	3,42	1,61	5,89	0,01
TOPLAM	8409	3,91	7,83	1,57	9,40	4,42	16,19	0,02

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Elif SANCAKLI

Yabancı Dili :İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Peyzaj Mimarlığı	Düzce Üniversitesi	2024
Lisans	Peyzaj Mimarlığı	Düzce Üniversitesi	2018
Lise	Sayısal	Gölcük İhsaniye Anadolu Lisesi	2014

TEZDEN ÇIKAN YAYIN(LAR)

Sancaklı, E. (2024). Türkiye’de Karbon Ayak İzi Konulu Lisansüstü Tezlerinin İncelenmesi. *Peyzaj*, 6(1), 50-60.

