



Konya Gençlik Merkezi karbon ayak izi Konya Youth Center carbon footprint

Mehmet Zahid Büyükcam^{1,*}, Fatma Bedük²

^{1,2} Necmettin Erbakan Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Konya Türkiye

Öz

Karbon ayak izi, bir kişinin, kurumun veya ülkenin sürdürdüğü faaliyetler ve tükettiği ürünler sonucunda atmosfere salınan karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve diazot monoksit (N₂O) gibi sera gazlarının CO₂ cinsinden karşılığıdır. Bir başka ifadeyle insan faaliyetleri sonucu tüketilen enerjinin çevreye verdiği zararın bir ölçüsüdür. Enerji tüketimi sonucu verilen bu zararın azaltılabilmesi için şirketlerin, kurumların ve kişilerin karbon ayak izinin tespit edilmesi gerekir. Karbon ayak izi bir faaliyetin tonlarca CO₂ emisyonunu ölçmek, mümkün olan en düşük seviyeye indirmek önlemler almak ve girişimlerde bulunmak açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışmada Konya Gençlik Merkezi'nden kaynaklı toplam sera gazı miktarı hesaplanmaya çalışılmış ve 2022 yılına ait kurumsal karbon ayak izinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Konya Gençlik Merkezi'nin sera gazı emisyon kaynakları elektrik, doğalgaz, ulaşım kaynaklı yakıt (LPG, mazot, benzin) ve su tüketimidir. Emisyon hesaplamalarında Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından önerilen ve Tier yaklaşımlarıyla belirlenmiş olan metodoloji kullanılmıştır. Çalışmada doğalgaz kullanımından kaynaklı 45,63 ton (t) CO₂e, elektrik tüketiminden kaynaklı 22,5 tCO₂e ve araç kullanımından kaynaklı 13,43 tCO₂e tespit edilmiştir. Yapılan hesaplamalara göre 2022 yılında Konya Gençlik Merkezi'nin atmosfere saldığı sera gazı emisyon miktarı 82,46 tCO₂e/yıl olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Emisyon, Gençlik merkezi, İklim değişikliği, Karbon ayak izi, Kurumsal, Sera gazı

1 Giriş

Dünya çapında insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonları, küresel iklim değişikliğine yol açmaktadır [1]. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), altıncı değerlendirme raporunda, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının (GHG'ler) atmosferin, okyanusların ve karaların ısınmasına yol açtığının kesin olduğu belirtilmiştir. Bu sorunu hafifletmek için çoğu ülke, küresel ortalama sıcaklık artışını 2 °C'nin altında tutmayı ve sera gazı emisyonlarını 2030'a kadar yarıya indirmeyi kabul etmiştir [2].

Atmosferdeki sera gazları dünyayı ısıtan bir örtü vazifesini görmektedir. Ancak sanayi devriminden bu yana sera gazlarının oranının hızla artması dünyayı olması

Abstract

The carbon footprint is the CO₂ equivalent of greenhouse gases such as carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O) released into the atmosphere as a result of the activities and consumption of a person, institution or country. In other words, the energy consumed as a result of human activities It is a measure of the damage it causes to the environment. In order to reduce this damage caused by energy consumption, It is necessary to determine the carbon footprint of companies, institutions and individuals. The carbon footprint is of great importance in terms of measuring the tons of CO₂ emissions of an activity, taking measures and taking initiatives to reduce it to the lowest possible level.. In this study, the total amount of greenhouse gas originating from Konya Youth Center was tried to be calculated and it was aimed to determine the institutional carbon footprint of 2022. The greenhouse gas emission sources of Konya Youth Center are electricity, natural gas, transportation fuel (LPG, diesel, gasoline) and water consumption. In emission calculations, recommended by the IPCC and Tier The methodology determined by the approaches was used. In the study, 45.63 tons of CO₂ e from natural gas use, 22.5 t CO₂ e from electricity consumption and 13.43 t CO₂ e from vehicle use were determined. According to the calculations, Konya Youth in 2022 The amount of greenhouse gas emissions released by the Center to the atmosphere was found to be 82.46 tons CO₂ e/year.

Keywords: Emission, Youth center, Climate change, Carbon footprint, Corporate, Greenhouse gas.

gerektiğinden çok ısıtmıştır. Bir sera gazının sera etkisine yaptığı katkı, ne kadar ısıyı soğurduğuna, ne kadarını yeniden yaydığına ve atmosferde ne kadar bulunduğu bağlıdır. Hem doğrudan hem de dolaylı olarak karbon ayak izine katkı veren gazlar metan (CH₄), azot monoksit (N₂O), hidroflorokarbonlar (HFC'ler), perflorokarbonlar (PFC'ler), kükürt heksaflorür (SF₆) ve hepsinden önemlisi, en bol bulunan ve 1990'dan bu yana küresel ısınmaya en önemli katkı yapan karbondioksit (CO₂)'tir. Bu gazların emebileceği ve yeniden yayabileceği ısı miktarı açısından (küresel ısınma potansiyeli veya GWP olarak bilinir), CH₄, CO₂'den 23 kat, N₂O, CO₂'den 296 kat daha etkilidir. Bununla birlikte, Dünya atmosferinde CH₄ veya N₂O'dan çok daha fazla CO₂ vardır. 2021 için bu gazların küresel ortalama konsantrasyonu CO₂;

* Sorumlu yazar / Corresponding author, e-posta / e-mail: zahidbuyukcam@gmail.com (M. Z. Büyükcam)
Geliş / Recieved: 06.03.2023 Kabul / Accepted: 11.07.2023 Yayınlanma / Published: 15.10.2023
doi: 10.28948/ngumuh.1243783

415.7 ppm, CH₄; 1 908 ppb ve N₂O; 334.5 ppb'dir. Sonuç olarak, ölçülen atmosferik CO₂ konsantrasyonları, sanayi devrimi öncesi seviyelerden çok daha yüksektir. Halihazırda sera gazı emisyonlarının azaltılarak küresel sıcaklık artışının birkaç derece ile sınırlandırılmasına büyük önem verilmektedir [3,4].

Karbon ayak izi bir kişi veya kuruluşun atmosfere saldığı sera gazlarının CO₂ cinsinden karşılığı olarak adlandırılır. Sera gazlarının toplam değerinin hesaplanabilmesi için karbon dioksit eşdeğerleri (CO₂e) hesaplanır. Birim CO₂ cinsinden hesaplanan karbon ayak izi, bir kişinin veya bir kuruluşun ısınma, aydınlatma, pişirme, ulaşım, hayvancılık faaliyetleri ve endüstriyel süreçleri sonucu doğaya verdiği hasar olarak ifade edilebilir [5,6].

Küresel Ayak İzi Ağına göre şimdiye kadar karbon ayak izi büyümesi durdurulamamış ve 1961'den beri on bir kat artmıştır. Kişisel karbon ayak izi kişinin hareket etmesi, tüketmesi, yemesi/içmesi ve enerji gibi kaynakları kullanması sonucunda geride bıraktıklarıdır. Gezegendeki her bir kişinin her yıl ortalama dört ton CO₂ ürettiği tahmin edilirken, Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerde bu miktar kişi başına ve yılda dört katına kadar çıkmaktadır. 2050 yılına kadar kişisel olarak bireylerin karbon ayak izini yılda iki tonun altına düşürmesi gerektiği ifade edilmektedir. İnsanlar gibi şirketler, kurum ve kuruluşlar da üretim, nakliye ve enerji tüketimi sırasında sera gazı üretmektedirler. Kurumsal karbon ayak izi, doğrudan ve dolaylı olarak, şirketlerden kaynaklanan tüm sera gazı emisyonlarını kapsamaktadır. Bu bağlamda, şirketler genellikle karbon ayak izlerini azaltma veya dengeleme seçeneğine sahiptir. Fakat bir faaliyetin tonlarca CO₂ emisyonu ile ölçülen karbon ayak izini bilmek ve onu mümkün olan en düşük seviyeye indirmek hayli zordur. Karbon ayak izini azaltma seçeneğini kullanmak isteyen bir şirket veya kuruluş enerji verimliliklerini artırmalı, % 100 yenilenebilir kaynaklı enerji tüketmeli, farkındalık yaratmak için kampanyalar yürütmeli ve çevre projelerine yatırım yapmalıdır [7,8].

Bir kuruluşun karbon ayak izinin üç bileşeni vardır [1]:

Kapsam 1 emisyonları, bir kuruluşun kontrol ettiği veya sahip olduğu kaynaklardan kaynaklanan doğrudan sera gazı (GHG) emisyonlarıdır (örneğin, kazanlarda, fırınlarda, araçlarda yakıt yanmasıyla ilişkili emisyonlar).

Kapsam 2 emisyonları, elektrik, buhar, ısı veya soğutma satın alınmasıyla ilişkili dolaylı sera gazı emisyonlarıdır. Kapsam 2 emisyonları, üretildikleri tesiste fiziksel olarak meydana gelseler de kuruluşun enerji kullanımının bir sonucu oldukları için kuruluşun sera gazı envanterinde hesap edilmektedir.

Kapsam 3 emisyonları, raporlama yapan kuruluşun sahip olmadığı veya kontrol etmediği, ancak kuruluşun değer zincirinde dolaylı olarak etkilediği varlıklardan kaynaklanan faaliyetlerin sonucudur. Kapsam 3 emisyonları, bir kuruluşun kapsam 1 ve 2 sınırları içinde olmayan tüm kaynakları içermektedirler. (Örneğin ürün ulaşımı, çalışan iş seyahati ve çalışan işe gidip gelme) Kapsam 3 emisyonları, genellikle bir kuruluşun toplam sera gazı (GHG) emisyonlarının çoğunluğunu temsil etmektedirler.

Kurumsal karbon ayak izi hesaplama çalışmaları son yıllarda hızlıca artmıştır. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Bucak Sağlık Meslek Yüksekokulu'nda yapılan bir çalışmada doğalgaz, elektrik ve ulaşımından kaynaklı toplam karbon ayak izi hesaplanmış CO₂e salınımı 217.5 kg/yıl olarak tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada karbon salınımına en fazla katkı sağlayan faktörün ısınmadan kaynaklı doğalgaz tüketimi olduğu belirtilmiştir. Bu etkiyi azaltmak için yüksekokulun yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerji sistemlerine yönelmesi, ısı yalıtımının yapılması ve yüksek verimliliği olan klimaların kullanılması önerilmiştir [9].

Türkiye'nin nüfus bakımından en büyük şehirlerinden biri olan Bursa'nın en büyük ilçesi Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binasına yönelik karbon ayak izi hesaplanmıştır. Yapılan çalışmada 2014 ile 2017 yılları arasını kapsayan çalışmada kurumun toplam karbon salınımı 2 537 ton CO₂ olarak tespit edilmiştir. Yine karbon ayak izi miktarı bir önceki yıla göre sürekli olarak artış gösterdiğini teyit etmişlerdir. Çalışmada karbon ayak izini azaltmak için bazı önerilerde bulunulmuştur; personeli geri dönüşüme teşvik etmek, elektronik evrak kullanmak, suyu israf etmemek, suyun tekrar kullanılmasını sağlayan teknolojiler kullanmak, ısıtma ve soğutma giderlerini azaltmak, tasarruflu ampuller kullanmak, çevrimiçi toplantılar ile ulaşım kaynaklı yakıt tüketimini indirmek, düşük emisyonlu yakıtlı araçları tercih etmek, yalıtımla enerji kaybını engellemek ve yenilenebilir enerji sistemleri kullanmak [10].

Finlandiya'nın en büyük üniversitelerinden Oulu Üniversitesi'nde yapılan çalışmanın odak noktası kapsam 1 ve 2'nin yanı sıra, tüm ulaşım şekilleri ile iş seyahatleri ve konaklamalar, personel ve öğrencilerin işe gidiş gelişleri, restoran hizmetleri, eğitim, araştırma ve laboratuvarlar için ekipman alımı, atıkların işlenmesi ve kampüsteki binaların yönetimi olmak üzere kapsam 3 kategorisi seçilmiştir. 2019 yılında, üniversitenin emisyon envanterinin toplamı 19 t CO₂e olduğu ve en yüksek pay (%40), bölgesel ısıtmanın kullanılmasından kaynaklandığı bulunmuştur. Isıtmadan sonraki en yüksek pay (%22) kağıt, laboratuvar kimyasalları ve elektronik cihazlar ile mobilya ve büro malzemeleri gibi teğhizatın tedarikinden kaynaklı emisyonlar olduğu gösterilmiştir. Personel ve öğrencilerin üniversiteye gidiş gelişleri daha düşük bir paya sahip olduğu belirtilmiştir. Çalışmada üniversitenin elektriği tamamen yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerjiden dolayı elektrik tüketiminden kaynaklı emisyon sifıra eşittir. Ulaşımından kaynaklı karbon ayak izi azaltmak için daha çevre dostu işe gidip gelme uygulamaları ve kiralık arabaların yerine güncellenmiş seyahat yönergeleri önerilmiştir. Uzaktan çalışmanın veya çevrimiçi konferansların uygulanabilirliği sera gazı emisyonlarını azaltmak için iyi bir seçenek olarak görülmüştür. Yenilenebilir enerji açısından kampüs alanına güneş enerjisi sistemlerini yerleştirmesi önerilmiştir [11].

Kurumsal karbon ayak izi üzerine yapılan bir tez çalışmasında, büyükşehirlerde yaygınlaşan şehir hastanelerinin karbon ayak izlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. 4 pilot bölgedeki şehir hastanelerinde elde edilen kaynaklar kurumsal karbon ayak izini oluşturan bileşenlerin hepsi dikkate alınmıştır. Kapsam 1'i oluşturan kaynaklar jeneratör yakıt tüketimi, iş makinesi yakıt

tüketimi, soğutma sistemi akışkan dolumu, doğalgaz tüketimi ve kiralık araçlardaki yakıt tüketimidir. Kapsam 2 sadece elektrik tüketiminden kaynaklanmaktadır. Kapsam 3'ü oluşturan kaynaklar ise seyahat bilgileri, atıklar, personel servisleri ve ziyaretçi araçların kullanımınıdır. 2017-2019 yılları arasında yapılan araştırmada bir şehir hastanesi için en yüksek karbon ayak izi 192 ton CO₂e olarak tespit edilmiştir. Elektrik tüketimi kaynaklı oluşan karbon emisyonları çok fazla olduğundan dolayı kapsam 2'yi oluşturan kaynaklar en yüksek bulunmuştur. Karbon ayak izine en az katkıda bulunan kaynak hastane içerisinde oluşan atıklardan kaynaklı emisyonlar olduğu belirlenmiştir [12].

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi'nde yapılan bir tez çalışmasında Terzioğlu Kampüsü'nde oluşan kapsam 1 emisyonlarından kaynaklı (doğal gaz kullanımı ve rektörlüğe ait araç filosu) karbon ayak izi miktarı 2 052 ton CO₂e, kapsam 2 emisyonlarından kaynaklı (elektrik tüketimi) karbon ayak izi miktarı ise 4 649 ton CO₂e olarak hesaplanmıştır. Kapsam 3 emisyonlarından kaynaklı oluşan karbon ayak izi miktarı ise 3 421 ton CO₂e bulunmuştur. Bu sonuçlar baz alındığında Kapsam-2 dâhilinde yer alan elektrik tüketimi kampüste en yüksek karbon ayak izini oluşturduğu belirtilmiş bu emisyonları azaltmaya yönelik kampüs içerisinde enerji tasarruflu ampullerin kullanılması tavsiye edilmiştir. Yine kampüsün kendi elektriğini kendi üretmesi için güneş panelleri ve rüzgâr türbini gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması önerilmiştir [13].

Bu çalışmada Konya Gençlik Merkezi'nden kaynaklı toplam sera gazı miktarı hesaplanmaya çalışılmış, kurumsal karbon ayak izinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2 Materyal ve metot

2.1 Çalışma alanının sınırları

Bu çalışma Konya'nın en büyük ilçesi Selçuklu 'da yer alan Şekil 1'de gösterilen Konya Gençlik Merkezi'nde yapılmıştır. Konya Gençlik Merkezi 25.10.2013 tarihinde Dumlupınar Mahallesi mevkiinde Şekil 2'de gösterilen alana kurulmuş Gençlik ve Spor Bakanlığı'na bağlı bir kuruluştur.

Konya Gençlik Merkezi, Bakanlık politikalarına uygun olarak gençlerin fizik, moral güç ve yeteneklerini sağlayan beden eğitimi, oyun, ve spor faaliyetlerini sevk ve idare etmek; gençliğin boş zamanının değerlendirilmesine ilişkin hizmetleri yürütmek, bilgi ve beceri atölyeler düzenlemek, gençlerin kötü alışkanlıklardan korunması için gerekli tedbirleri almak amacıyla çalışmalar yürütmektedir [14].

Yapılan faaliyetler ve çalışan personellerin ulaşımı göz önüne alırsak Konya Gençlik Merkezi birden fazla sera gazı emisyonuna sahiptir.

2.2 Konya Gençlik Merkezi'nin sera gazı emisyon kaynakları

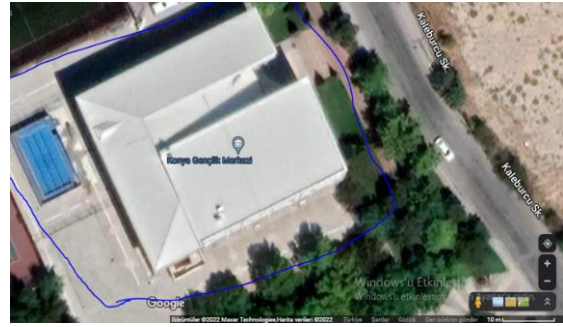
Konya Gençlik Merkezi'nin yıllık aktivitelere bağlı kurumsal karbon ayak izinin hesaplanması için kapsam 1, 2 ve 3'te yer alan aktiviteleri ele alınmıştır. Kuruluşun kapsam 1, 2 ve 3'de yer alan aktiviteleri şekilde gösterilmiştir (Şekil 3).

Konya Gençlik Merkezi'nde oluşan sera gazı emisyonları Şekil 4'te ifade edildiği gibi elektrik tüketiminden, doğalgaz

tüketiminden, ulaşım kaynaklı akaryakıt tüketiminden (mazot, benzin, LPG) ve su tüketiminden kaynaklıdır.



Şekil 1. Konya Gençlik Merkezi

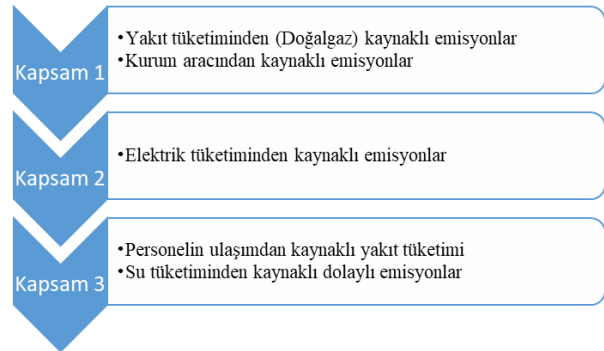


Şekil 2. Konya Gençlik Merkezi'nin sınırları

2.3 Verilerin toplanması

Konya Gençlik Merkezi karbon ayak izinin hesaplanması için kapsam 1, 2 ve 3 kapsamındaki faaliyetlere dair veriler toplanmıştır (Tablo 1).

Doğalgaz kullanımı, su tüketimi ve elektrik tüketimine ait veriler Gençlik Merkezi Müdürlüğü'nün aylık faturalarından kontrol edilmiştir (Tablo 2). Gençlik Merkezi'nde kullanılan transit aracın verileri de taşıt görev emri defterinden alınmıştır (Tablo 3). Yine personelin ulaşımından kaynaklı yakıt tüketimine ait veriler personelle yapılan anket sonucu oluşturulmuştur (Tablo 4).



Şekil 3. Konya Gençlik Merkezi'ne ait karbon ayak izi kaynakları

Tablo 1. Konya Gençlik Merkezi bilgileri

Personel Sayısı	13 Kişi
Personele Ait Araç Sayısı	10 Kişi
Personelin senelik çalışma günü sayısı	220 Gün
Kurumun günlük aktif olduğu saatler	24 Saat

Tablo 2. Konya Gençlik Merkezi'ne ait elektrik, doğalgaz ve su tüketim verileri

Ay	Elektrik Tüketimi (kwh)	Doğalgaz Tüketimi (m ³)	Su Tüketimi (m ³)
Ara.21	4933.32	2912	39
Oca.22	4276.5	5553	19
Şub.22	4822.86	4603	19
Mar.22	4684.8	3840	53
Nis.22	5126.4	1540	80
May.22	5015.94	270	60
Haz.22	3970.8	0	85
Tem.22	3888.6	0	15
Ağu.22	4543.68	0	62
Eyl.22	1529.34	0	75
Eki.22	4068.06	519	104
Kas.22	4278.24	2469	36
Genel Toplam	51138.54	21706	647

Tablo 3. Kurum aracı veriler

Aracın Motor Gücü	Yakıt Türü	Toplam km/yıl	Şehir İçi-Şehir Dışı Tüketim (100 km) L	Yıllık Harcanan Yakıt (L)
2.0	Dizel	25000	7.8	1950

Tablo 4. Personele ait ulaşım veriler

Personel	Ulaşım Türü	Yakıt Türü	Günlük Kat Edilen Mesafe (km)	Şehir İçi Yakıt Tüketimi, L (100 km)	Yıllık Harcanan Yakıt, L
1	Araba	LPG	17 km	9.8	366.52
2	Araba	Benzin	14 km	6.8	209.44
3	Araba	Dizel	10 km	6	132
4	Araba	Dizel	11 km	5.6	135.52
5	Araba	LPG	10 km	9	198
6	Araba	Dizel	12 km	5.2	137.28
7	Araba	Benzin	10 km	9.2	202.4
8	Araba	LPG	4 km	11	96.8
9	Otobüs	Dizel	14 km	38	1421.2
10	Yürüyüş Mesafesinde				
11	Araba	Benzin	22 km	9.6	464.64
12	Araba	Benzin	8 km	9.9	174.24
13	Otobüs	Dizel	4 km	38	334.4

2.4 Karbon ayak izi hesaplama yöntemleri

IPCC sera gazı emisyon envanterinin “Tier” olarak bilinen metodolojik bir yaklaşım ile hesaplanmasını göz önünde bulundurmıştır. Tier yaklaşımında üç farklı hesaplama yöntemi önerilmiştir [15].

Tier 1 temel yöntemdir,

Tier 2 - orta seviye

Tier 3 - karmaşıklık ve veri gereksinimleri açısından en zorlu olanıdır.

2. ve 3. Aşamalar bazen daha yüksek düzeyli yöntemler olarak adlandırılır ve genellikle daha doğru oldukları kabul edilir [16].

Tier 1 yaklaşımında IPCC kılavuzunda açıklanan emisyon faktörleri ve tüketilen yakıt miktarına göre hesaplanmaktadır. Tier 2 yaklaşımı temel olarak tier 1 yaklaşımı ile benzerliği vardır. Fakat emisyon faktörleri ülkeye göre değişiklik göstermektedir. Bu yöntemle hesap yapılırken ülkeye özgü emisyon faktörleri ve tüketilen yakıt miktarı göz önüne alınır. Tier 3 yönteminde ise daha kapsamlı ve spesifik bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Tier 3 metodolojisi yakma tesislerinin ısı güçleri yakma teknolojisine göre belirlenmiş emisyon faktörleri gibi bilgileri içermektedir [17].

Bu çalışmada elde edilen tüketim verileri ve farklı unsurlar baz alınarak karbon ayak izi IPCC Tier 1 metoduyla ve daha detaylı hesaplamaya imkân tanıyan Tier 2 metodu ile eşitlik 1'deki formül kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır [17,18].

$$CF = AD \times EF \quad (1)$$

CF: Kirleticilerin karbondioksit cinsinden karbon ayak izi miktarı

AD: Faaliyet Verisi

EF: Emisyon Faktörü

3 Bulgular ve tartışma

Tier 1 ve Tier 2 yaklaşımına göre CO₂ cinsinden yapılan hesaplama Kapsam 1, Kapsam 2 ve Kapsam 3 başlıkları altında ifade edilmiştir.

3.1 Kapsam 1

Doğalgaz tüketiminden kaynaklı karbon ayak izi yoğunluk, net kalorifik değer ve emisyon faktörlerinin çarpılmasıyla hesaplanmış ve Tablo 5'te ifade edilmiştir.

Tablo 5. Konya Gençlik Merkezi 2022 yılı doğalgaz tüketiminden kaynaklı karbon ayak izi

Doğalgaz Kullanımı	Birim	Miktar	Referans
Faaliyet Verisi	m ³	21 706	
Yoğunluk	kg/m ³	0,78	[19]
Net Kalorifik Değer	TJ /Gg	48	[18]
Emisyon Faktörü (EF)			
CO ₂ EF	kg	56 100	
CH ₄ EF	kg	1	[18]
N ₂ O EF	kg	0,1	
Emisyon			
CO ₂	t	45,59	
CH ₄	t	0,0008	
N ₂ O	t	0,00008	
Küresel Isınma Potansiyeli (KIP)			
CO ₂	tCO _{2e}	1	
CH ₄	tCO _{2e}	28	[20]
N ₂ O	tCO _{2e}	265	
Toplam Karbon Ayak İzi	tCO _{2e}	45,63	

Ülşan emisyonlar KIP ile çarpılarak eşdeğer t CO₂'ye dönüştürüldü.

Resmi Araç kullanımından kaynaklı karbon ayak izi yoğunluk, net kalorifik değer ve emisyon faktörlerinin çarpılmasıyla hesaplanmış ve **Tablo 6**'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Konya Gençlik Merkezi 2022 yılı resmi araç kullanımından kaynaklı karbon ayak izi

Resmi Araç Kullanımı	Birim	Miktar	Referans
Faaliyet Verisi	L	1 950	
Yoğunluk	kg/L	0.83	[21]
Net Kalorifik Değer	TJ /Gg	43	[18]
Emisyon Faktörü (EF)			
CO ₂ EF	kg	74 100	
CH ₄ EF	kg	3.9	[18]
N ₂ O EF	kg	3.9	
Emisyon			
CO ₂	kg	5 157	
CH ₄	kg	0.27	
N ₂ O	kg	0.27	
Küresel Isınma Potansiyeli (KIP)			
CO ₂	tCO _{2e}	1	
CH ₄	tCO _{2e}	28	[20]
N ₂ O	tCO _{2e}	265	
Toplam Karbon Ayak İzi	tCO _{2e}	5.23	

Oluşan emisyonlar KIP ile çarpılarak eşdeğer t CO₂'ye dönüştürüldü.

3.2 Kapsam 2

Elektrik tüketiminden kaynaklı karbon ayak izi yoğunluk, net kalorifik değer ve emisyon faktörlerinin çarpılmasıyla hesaplanmış **Tablo 7**'de belirtilmiştir.

Tablo 7. Konya Gençlik Merkezi 2022 yılı elektrik tüketiminden kaynaklı karbon ayak izi

Elektrik Tüketimi	Birim	Miktar	Referans
Faaliyet Verisi	kwh	51 138.54	
Yoğunluk	kg/L	0.83	[21]
Net Kalorifik Değer	TJ /Gg	43	[18]
Emisyon Faktörü (EF)			
CO ₂	t /MWh	0.44	[22]
Emisyon			
CO ₂	tCO _{2e}	22.5	
Toplam Karbon Ayak İzi	tCO _{2e}	22.5	

Oluşan emisyonlar KIP ile çarpılarak eşdeğer t CO₂'ye dönüştürüldü.

3.3 Kapsam 3

Otogaz tüketiminden kaynaklı karbon ayak izi yoğunluk, net kalorifik değer ve emisyon faktörlerinin çarpılmasıyla hesaplanmış **Tablo 8**'de belirtilmiştir.

Tablo 8. Konya Gençlik Merkezi 2022 yılı otogaz tüketiminden kaynaklı karbon ayak izi

Otogaz Tüketimi	Birim	Miktar	Referans
Faaliyet Verisi	L	661,32	
Yoğunluk	kg/L	0,002477	[21]
Net Kalorifik Değer	TJ /Gg	46	[18]
Emisyon Faktörü (EF)			
CO ₂ EF	kg	63 100	
CH ₄ EF	kg	1	[18]
N ₂ O EF	kg	0,1	
Emisyon			
CO ₂	kg	4,88	
CH ₄	kg	0,000077	
N ₂ O	kg	0,000077	
Küresel Isınma Potansiyeli (KIP)			
CO ₂	tCO _{2e}	1	
CH ₄	tCO _{2e}	28	[20]
N ₂ O	tCO _{2e}	265	
Toplam Karbon Ayak İzi	tCO _{2e}	0,0048	

Oluşan emisyonlar KIP ile çarpılarak eşdeğer t CO₂'ye dönüştürüldü.

Motorin tüketiminden kaynaklı karbon ayak izi yoğunluk, net kalorifik değer ve emisyon faktörlerinin çarpılmasıyla hesaplanmış **Tablo 9**'da belirtilmiştir.

Tablo 9. Konya Gençlik Merkezi 2022 yılı motorin tüketiminden kaynaklı karbon ayak izi

Motorin Tüketimi	Birim	Miktar	Referans
Faaliyet Verisi	L	2 160,4	
Yoğunluk	kg/L	0,83	[21]
Net Kalorifik Değer	TJ /Gg	43	[18]
Emisyon Faktörü (EF)			
CO ₂ EF	kg	74 100	
CH ₄ EF	kg	3,9	[18]
N ₂ O EF	kg	3,9	
Emisyon			
CO ₂	kg	5 713,45	
CH ₄	kg	0,3	
N ₂ O	kg	0,3	
Küresel Isınma Potansiyeli (KIP)			
CO ₂	tCO _{2e}	1	
CH ₄	tCO _{2e}	28	[20]
N ₂ O	tCO _{2e}	265	
Toplam Karbon Ayak İzi	tCO _{2e}	5,8	

Oluşan emisyonlar KIP ile çarpılarak eşdeğer t CO₂'ye dönüştürüldü.

Benzin tüketiminden kaynaklı karbon ayak izi yoğunluk, net kalorifik değer ve emisyon faktörlerinin çarpılmasıyla hesaplanmış **Tablo 10** 'da belirtilmiştir.

Tablo 10. Konya Gençlik Merkezi 2022 yılı benzin tüketiminden kaynaklı karbon ayak izi

Benzin Tüketimi	Birim	Miktar	Referans
Faaliyet Verisi	L	1 050.72	
Yoğunluk	kg/L	0.73	[21]
Net Kalorifik Değer	TJ /Gg	44.3	[18]
Emisyon Faktörü (EF)			
CO ₂ EF	kg	69 300	
CH ₄ EF	kg	25	[18]
N ₂ O EF	kg	8	
Emisyon			
CO ₂	kg	2 370.88	
CH ₄	kg	0.85	
N ₂ O	kg	0.27	
Küresel Isınma Potansiyeli (KIP)			
CO ₂	tCO _{2e}	1	
CH ₄	tCO _{2e}	28	[20]
N ₂ O	tCO _{2e}	265	
Toplam Karbon Ayak İzi	tCO _{2e}	2.4	

Oluşan emisyonlar KIP ile çarpılarak eşdeğer t CO₂'ye dönüştürüldü.

Su tüketiminden kaynaklı karbon ayak izi su tüketim verileri ile emisyon faktörleri çarpılarak hesaplanmış **Tablo 11** 'de ifade edilmiştir. Emisyon faktörü diğerlerinden farklı olarak Defra, 2022 verileri kullanılarak yapılmıştır.

Tablo 11. Konya Gençlik Merkezi 2022 yılı su tüketiminden kaynaklı karbon ayak izi

Su Tüketimi	Birim	Miktar	Referans
Faaliyet Verisi	L	647 000	
Emisyon Faktörü			
CO ₂	kg	0.0014	[23]
Emisyon			
CO ₂	t	0.9	

4 Sonuçlar ve öneriler

Son zamanlarda, iklim değişikliği dünya genelinde dikkate alınması gereken en önemli konulardan biri haline gelmiştir. İklim değişikliğinin en büyük payı antropojenik faaliyetlerden kaynaklandığı herkes tarafından bilinmektedir. Karbon ayak izinin hesaplanması, emisyon azaltımına yönelik değerli ilk adımdır. Çünkü karbon ayak

izi hesaplanması kişinin, kuruluşun veya ülkenin küresel iklim değişikliğine karşı bir tepki olarak görülmektedir. Üniversiteler, okullar, kamu binaları, oteller ve hastaneler gibi farklı türdeki kuruluşlar günümüzde karbon ayak izi hesaplanmasında çaba göstermektedir. Karbon Ayak İzi, kuruluşların faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkisini ölçmelerini ve iletmelerini sağlayan çok kullanışlı bir karar alma aracıdır [24].

Bu çalışmada Konya ilinde yer alan Gençlik ve Spor Bakanlığı'na bağlı Konya Gençlik Merkezi binasına ait CO₂ salınım miktarları belirlenmiş ve güncel personel sayısı esas alınarak karbon ayak izi hesabı yapılmıştır. Gerek bünyesinde çalışan personelden kaynaklı, gerekse Selçuklu İlçe Merkezinde görülen bir konumda olması sebebiyle çevreye olan etkileri bakımından önemli bir kuruluştur. Yapılan hesaplamalara göre 2022 yılında Konya Gençlik Merkezi'nin atmosfere saldırdığı sera gazı emisyon miktarı 82.46 ton CO_{2e}/yıl olarak bulunmuştur. Kurumsal karbon ayak izi çalışmalarına bakıldığında Gençlik Merkezi'nde hesaplanan karbon ayak izinin başka birçok kuruluşa kıyasla daha düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 12. Literatürdeki çalışmalar

Isınma Kaynaklı (tCO ₂)	Ulaşım Kaynaklı (tCO ₂)	Elektrik Tüketiminden Kaynaklı (tCO ₂)	Toplam Karbon Ayak İzi (tCO ₂)	Referans
104.8	52.2	60.5	217.5	[9]
91.2	193.6	373	657.8	[10]
18185	1636	43172	64213	[12]
1805.5	246.3	4649.2	6701	[13]
316.3	105.2	1777	2198.5	[25]

Sera gazı emisyonlarını azaltma ihtiyacına bir yanıt olarak kuruluşlar, karbon ayak izlerini hesaba katmak için giderek daha fazla çaba harcamaktadır. **Tablo 12**'de belirtilen literatürdeki örnek çalışmaları kıyasladığımızda bu çalışmada hesaplanan karbon ayak izi miktarı daha düşüktür. Bunun sebebi Konya Gençlik Merkezinde enerji tüketimi minimum düzeyde olmasından kaynaklanmaktadır. Toplam karbon ayak izi bakımından çalışmamıza en yakın sonuçlar 217.5 tCO₂ ile Buca Sağlık Yüksekokulunda tespit edilmiştir. En uzak sonuçlar ise 64213 tCO₂ ile Şehir Hastaneleri üzerine yapılan çalışmada hesaplanmıştır. Isınmadan kaynaklı çalışmamıza en yakın sonuçlar 91.2 tCO₂ miktarı ile Osmangazi Belediyesi'nde hesaplanmıştır. Çalışmamızda en çok ısınmadan kaynaklı karbon ayak izi oluşmaktadır. **Tablo 11**'de yer alan çalışmalar baktığımızda elektrik tüketiminden kaynaklı karbon ayak izi miktarı daha yüksektir.

Elektrik tüketimi toplam karbon ayak izine önemli bir katkı sağladığından, bu kuruluş enerji verimli teknolojilere ve enerji tasarrufuna yatırım yapabilir. Personelin Gençlik Merkezi'ne ulaşımında hibrid ya da elektrikli sistemle çalışan araçları tercih etmesi veya bireysel araçlar yerine toplu taşıma araçlarının kullanılması ulaşım kaynaklı emisyonları önemli düzeyde düşürecektir. Doğalgaz genellikle yandığında daha az CO₂ saldırdığı için hem kömür hem de

petrolden önce en temiz fosil yakıt olarak bilinir. Ancak kuruluştaki ısıtmadan kaynaklı doğalgaz tüketimi CO₂e emisyon miktarlarının artmasında en büyük etken olduğu tespit edilmiştir. Verimli ve sağlıklı bir ısıtma için doğalgaz brülörleri, kaloriferleri ve kombilerin gaz ayar ve kontrolleri yapılmalıdır. Yine bunun yanında baca gazı analizleri yapılmalıdır. Tüm bu işlemler sonucunda CO₂e emisyonlar düşecek ve ısı kayıpları azalacaktır.

Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler

Benzerlik oranı (iThenticate): % 13

Kaynaklar

- [1] EPA, GHG Inventory Development Process & Guidance. <https://www.epa.gov/climateleadership/scope-3-inventory-guidance>, Accessed 18 December 2022.
- [2] A. Bolten, D.S. Kringos, I.J.B. Spijkerman, N.H. Sperna Weiland, The carbon footprint of the operating room related to infection prevention measures: a scoping review, *Journal of Hospital Infection*, 64-73, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2022.07.011>.
- [3] J. Thøgersen, P. Nørnberg, K. Finster, S.J.K. Jensen, Greenhouse gas capture by triboelectric charging. *Chemical Physics Letters*, 783, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cplett.2021.139069>.
- [4] The British Geological Survey, The greenhouse effect. <https://www.bgs.ac.uk/discovering-geology/climate-change/how-does-the-greenhouse-effect-work/>, Accessed 18 December 2022.
- [5] K. Plassmann, G. Edwards-Jones, 15 – Carbon footprinting and carbon labelling of food products, *Environmental Assessment and Management in the Food Industry*, 272-296, 2010. <https://doi.org/10.1533/9780857090225.3.272>.
- [6] iklimBU, Boğaziçi Üniversitesi İklim Değişikliği ve Politikaları Uygulama ve Araştırma Merkezi (iklimBU). <http://climatechange.boun.edu.tr/karbon-ayakizi/>, Accessed 18 December, 2022.
- [7] İberdrola, What is the carbon footprint and why will reducing it help to combat climate change? <https://www.iberdrola.com/sustainability/carbon-footprint>, Accessed 18 December 2022.
- [8] The Nature Conservancy, Calculate Your Carbon Footprint. <https://www.nature.org/en-us/get-involved/how-to-help/carbon-footprint-calculator/>, Accessed 18 December 2022.
- [9] K. Kumaş, A.İ. A. Akyüz, M. Zaman, A. Güngör, Sürdürülebilir bir çevre için karbon ayak izi tespiti. *El-Çezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 108-117, 2019. <https://doi.org/10.31202/ecjse.459478>.
- [10] R. B.Turan, Bursa Osmangazi Belediyesi Kurumsal Karbon Ayak İzi Hesabı ve İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 17-24, 2019. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/idec/issue/44131/468302>.
- [11] J. Kiehle, M. Kopsakangas-Savolainen, M. Hilli, E. Pongrácz, Carbon footprint at institutions of higher education: The case of the University of Oulu, *Journal of Environmental Management*, 1-14, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117056>.
- [12] M. Özyıldırım, Şehir hastanelerinin döngüsel ekonomi kapsamında enerji ve karbon ayak izlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Türkiye, 2020.
- [13] G. Özçelik, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü'nün enerji ve karbon ayak izi açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 2017.
- [14] R.G, 2022-31847, Gençlik ve Spor Bakanlığı, Gençlik Merkezleri Yönetmeliği, 2022. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/05/20220526-2.htm>, Accessed 25 December, 2022.
- [15] H.A. Çelik, Konya İlinde Ulaşımın Kaynaklı Karbon Ayak İzi Ve Çevresel Fayda Maliyet Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Türkiye 2020.
- [16] UNFCCC, Methodological Choice and Key Categories Analysis: 2006. https://unfccc.int/files/national_reports/non-annex_i_natcom/cge/application/pdf/3_key_categories_ps_lesotho_2016.pdf, Accessed 27 December 2022.
- [17] A. Karakoç, Yerel yönetimler için karbon ayak izinin hesaplanması; Kahramankazan örneği. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 2022.
- [18] IPCC, "Energy. In 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories", <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>, Accessed 17 December 2022.
- [19] Anonim, Çevre Mühendisleri Odası. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/10/20111027-5.htm>, Accessed 22 December 2022.
- [20] Global Warming Potential Values, Greenhouse Gas Protocol. https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf, Accessed 05 January 2023.
- [21] Enerji Kaynaklarının Ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik. <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=15437&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeli&mevzuatTertip=5>, Accessed 06 January 2023.
- [22] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye Ulusal Elektrik Şebekesi Emisyon Faktörü, 2022. <https://www.ikmib.org.tr/files/images/ebulten2/TR%20Elektrik%20Üretimi%20ve%20Tüketim%20Noktası%20Emisyon%20Faktörleri-ek.pdf>, Accessed 05 January 2023.
- [23] DEFRA, Government conversion factors for company reporting of greenhouse gas emissions. Department for Environment, Food & Rural Affairs -GOV.UK. <https://www.gov.uk/government/collections/government-conversion-factors-for-company-reporting>, Accessed 07 January 2023.

[24] M.G.G. Awanthi, C.M. Navaratne, Carbon Footprint of an Organization: a Tool for Monitoring Impacts on Global Warming. *Procedia Engineering*, 729-735, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.094>.

[25] M. Çerçi, İpcc Tier 1 Ve Defra Metodları İle Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi: Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 2021.

