T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HARRAN ÜNİVERSİTESİ OSMANBEY KAMPÜSÜ KARBON AYAK İZİNİN HESAPLANMASI

Lama SILEYBİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....i
ABSTRACT.....ii
TEŞEKKÜR.....iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....iv
ÇİZELGELER DİZİN.....v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....vi
1. GİRİŞ 1
1.1. Sera Gazları ve Çevre Üzerine Olumsuz Etkileri…….....2
1.2. İklim Değişikliği Kapsamında Küresel Isınmanın Azaltılması için Hazırlanan Sera Gazı Emisyonu Sözleşme ve Protokolleri.....6
1.2.1. Montreal protokolü……..……..……..……..……..……...7
1.2.2. Birleşmiş milletler iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi……...……...……..…....7
1.2.3. Kyoto protokolü…….……..…8
1.2.4. Paris sözleşmesi……..……..……..……..……..…….....9
1.2.5. Avrupa yeşil mutabakatı…….....……..…….....10
1.3. Karbon Ayak İzi……..……..…….....11
1.3.1. Karbon ayak izi hesaplama metodolojileri……..……..…….15
1.3.1.1. DEFRA metodu……..……..……..…….15
1.3.1.2. ISO 14064 standardı……..……..……..……..……...15
1.3.1.3. Hükümetler arası iklim değişikliği paneli (IPCC)……...……..…….....16
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR……..……..…….19
3. MATERYAL ve YÖNTEM..... 23
3.1.Materyal.....23
3.2.Yöntem…….……..…...24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA…….……..…….30
4.1. Çalışma Alanı……..... 30
4.2. Elektrik Tüketiminden Kaynaklı Karbon Salım Hesaplamaları.....31
4.3. Doğalgaz Tüketiminden Kaynaklı Karbon Salım Hesaplamaları.....32
4.4. Benzin Tüketiminden Kaynaklı Karbon Salım Hesaplamaları.....32
4.5. Motorin Tüketiminden Kaynaklı Karbon Salım Hesaplamaları ……..……..…….....33
4.6. Yangın Söndürme Tüplerinden Kaynaklı Karbon Salım Hesaplamaları ……...……...33
4.7. Soğutucu ve İklimlendirme Makinalarından Kaynaklı Karbon Salım Hesaplamaları...…….....34
4.8. Osmanbey Kampüsüne Ulaşımda Özel Araç Kullanımından kaynaklı Karbon Salım Hesaplamaları.....34
4.9. Toplu Ulaşım Araçlarından kaynaklı Karbon Salım Hesaplamaları……..…..…....39
4.10. Kağıt Atıklarından Kaynaklanan Karbon Salım Hesaplamaları……..……..… ……42
4.11. Ağaçlık Alanları…….……..…….....43
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER……..……..……..……...49
5.1. Sonuçlar……..…..……..……..…49
5.2. Öneriler……..……..……..……..…….50
KAYNAKLAR……..…..……..…….53
EKLER……..……..……..……..……..59
EK 1……..……..……..……..……...59
EK 2 ……..……..……..……..……60

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HARRAN ÜNİVERSİTESİ OSMANBEY KAMPÜSÜ KARBON AYAK İZİNİN HESAPLANMASI

Lama SILEYBİ

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hakki GÜLŞEN
Yılı:2023, Sayfa:60

İnsan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan sera gazı emisyonları sera etkisini güçlendirerek küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine sebep olmaktadır. Karbon ayak izi, Kyoto Protokolü tarafından belirlenmiş olup farklı faaliyetler sonucunda oluşan sera gazları etkilerinin birim karbondioksit (CO_2) cinsinden eşdeğerlerinin hesaplanması çalışmasıdır. Bu yöntem sayesinde karbonun üretilen miktarı ve çevreye yansıyan zararı öğrenilebilmektedir. Dünya genelinde karbon ayak izinin düşürülmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların insanların bilinçlendirilmesi, sürdürülebilir tüketim davranışının kazanılması, yenilenebilir enerjinin ön plana alınması temellerine bağlı olarak yürütülmektedir. Atmosfere salınan sera gazı miktarının yükselmesiyle birlikte karbon ayak izi hesaplama çalışmaları farklı alanlarda araştırmacılar tarafından başlanmıştır. Bu çalışmada Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü 2021 yılına ait karbon ayak izi Üreden ve Özden (2018) tarafından geliştirilen hesaplama denklemleri IPCC metodolojisine göre hesaplanmıştır. Karbon ayak izi hesaplamasında toplam elektrik enerjisi tüketimi, ısınma amaçlı enerji tüketimi, personel ve öğrencilerin günlük ulaşım verileri, personelin kullandığı araçların yakıt türleri, ağaçlık alanları gibi veriler kullanılmıştır. Osmanbey Kampüsünün karbon ayak izi 11.840 $EtCO_2$/yıl olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan karbon emisyonların en yüksek değeri 7.334 $EtCO_2$/yıl ile elektrik enerjisi tüketiminden kaynaklanmaktadır. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre üniversitedeki karbondioksit emisyonlarının azaltmasına enerji tasarruf önlemlerinin ve yenilenebilir enerji üretimine yönelik öneriler sunulmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: Sera Gazları, İklim Değişikliği, Küresel Isınma, Karbon Ayak İzi

ABSTRACT

Master Thesis

CALCULATION OF HARRAN UNIVERSITY OSMANBEY CAMPUS CARBON FOOTPRINT

Lama SILEYBİ

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hakki GÜLŞEN
Year: 2023, Page:60

Greenhouse gas emissions from human activities enhance the impact of global warming and cause global warming and climate change. The carbon footprint was determined by the Kyoto Protocol and is a study to calculate the equivalents of greenhouse gas impacts from different activities in carbon dioxide (CO_2) units. Thanks to this method, it is possible to know the amount of carbon produced and the damage to the environment. Studies are being held to reduce the carbon footprint around the world. These studies are conducted with the aim of raising people's awareness, gaining sustainable consumption behavior, and prioritizing renewable energy. As the amount of greenhouse gases emitted into the atmosphere increases, studies of carbon footprint calculation have been initiated by researchers in various fields. In this study, the carbon footprint of Osmanbey campus at Harran University for 2021 was calculated according to the calculation equations developed by Üreden and Özden (2018) and the IPCC methodology. Data such as total electric power consumption, energy consumption for heating, daily transportation data for employees and students, vehicle fuel types used by individuals, and tree areas were used to calculate the carbon footprint. The carbon footprint of the Othman campus was calculated 11.840 $EtCO_2$ / year. The highest calculated value of carbon emissions is due to electrical energy consumption at 7.334 $EtCO_2$/year. According to the results of the study, proposals were made for energy saving and renewable energy production measures to reduce CO_2 emissions at the university.

KEYWORDS: Greenhouse Gases, Climate Change, Global Warming, Carbon Footprint

TEŞEKKÜR

Lisans ve Yüksek Lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren, sonsuz sabırla beni her zaman çalışmaya teşvik eden ve güven veren, öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyacağım tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Hakkı GÜLŞEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım ve beni her zaman destekleyen, başarılı olmam için bana ilham veren Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümündeki tüm hocalarıma teşekkür ediyorum.

Son olarak hayatımın her alanında olduğu gibi, tez çalışmam boyunca beni yüreklendiren, manevi desteğini eksik etmeyen, haklarını asla ödeyemeyeceğim aileme ve arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Sera gazı emisyonlarının yüzdesel olarak dağılımı……..……...…….....…..4
Şekil 1.2. Sera gazı emisyonlarının kaynakları……...…….....……..5
Şekil 3.1. İletim ve dağıtım kayıpları (%)……...……...…….....……..25
Şekil 4.1. Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü……..…….....……31
Şekil 4.2. Personellerin üniversiteye ulaşımda kullandıkları araç türüne göre oransal dağılım….....35
Şekil 4.3. Personellerin üniversiteye ulaşımda kullandıkları araç türüne göre dağılım……...……35
Şekil 4.4. Araçlarda kullanılan yakıt türüne göre oransal dağılım……...…..…….....……36
Şekil 4.5. Araçlarda kullanılan yakıt türüne göre dağılım……..…….....…….36
Şekil 4.6. Araçların motor hacmine göre oransal dağılım……...……...…….....…….37
Şekil 4.7. Dizel ile çalışan otomobillerin özelliklerine göre 100 km'de tükettikleri yakıt miktarı…..…38
Şekil 4.8. Araç karbon ayakizi hesaplanması…….....…….....…….39
Şekil 4.9. Toplu ulaşım araçlarından kaynaklanan toplam karbon salımları…….……..42
Şekil 4.10. Bir ton kağıt ne kazandırır…….....…….....……...…42
Şekil 4.11. ağaçlar (karbon yutağı)…….....…….....…….43
Şekil 4.12. Karbon emisyonun kaynaklarına göre grafiksel dağılım…….....……...46
Şekil 4.13. Karbon emisyonun kaynaklarına göre oransal dağılım……...……...……..46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Enerji kaynağı kullanımına göre karbon emisyon değerleri…….....…….....3
Çizelge 1.2. Küresel ısınmanın önlenmesi amacıyla yayınlanan sözleşme ve protokoller…….....….6
Çizelge 1.3. Karbon Ayak izi Parametreleri…….....……...12
Çizelge 1.4.Türkiye'de tüketimler sonucu ortaya çıkan emisyonların toplam karbon ayak izine olan katkıları…….……...……...…….....……..13
Çizelge 1.5. Ülkelere göre kişi başına ortaya çıkan karbon ayak izi değerleri.....…….....……...14
Çizelge 3.1. Yakıt türlerinin CO_2 emisyon ve yükseltgenme faktörleri…….....……..27
Çizelge 3.2. Yakıt türlerinin litre cinsinden kg cinsine çevirme katsayıları…….....…….....27
Çizelge 4.1. Elektrik tüketim verileri ve oluşan salınımlar…….…….....…….31
Çizelge 4.2. doğalgaz tüketim verileri ve oluşan salınımlar…….....…….....…….32
Çizelge.4.3. Benzin tüketim verileri ve oluşan salınımlar…….…….....….…….32
Çizelge 4.4. Motorin tüketim verileri ve oluşan salınımlar……...…….....…….33
Çizelge 4.5. Özel araçlar kullanımından tüketilen yakıt miktarı ve oluşan karbon salımları….....…39
Çizelge 4.6. Belediye otobüslerin Osmanbey Kampüsüne yaptığı km ve tükettiği yakıt miktarı….....40
Çizelge 4.7. Belediye otobüslerden kaynaklanan karbon salımı…….....……...…40
Çizelge 4.8. Harran Üniversitesi personel servislerinden kaynaklanan karbon salımı……..……..…..41
Çizelge 4.9. Toplu ulaşım araçlarından kaynaklanan toplam karbon salımları……..….....41
Çizelge 4.10. Osmanbey Kampüsünde toplam karbonayakizi miktarları…….....…….45

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

BM	Birleşmiş Milletler
BSI	British Standards Institution
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
DEFRA	Department for Environment Food and Rural Affairs
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GHGP	Greenhouse Gas Protocol
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
LPG	Likit petrol gazı
NDC	Nationally Determined Contributions
TEİŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNCED	The United Nations Conference on Environment and Development
UNEP	United Nations Environment Programme
WMO	World Meteorological Organization
WRI	World Resources Institute
WWF	World Wide Fund for Nature
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development

1. GİRİŞ

Dünya genelindeki sıcaklık artışı, deniz seviyesi yükselmesi ve aşırı hava olayları gibi etkilerle kendini gösteren İklim değişikliği, dünyanın karşı karşıya olduğu en büyük sorunlardan biri olmakla beraber gezegenimizin ekolojik dengesine büyük bir tehdit oluşturmaktadır. İklim değişikliğinin ana nedeni, sera gazlarının atmosferde birikmesiyle atmosfer tabakasının incelmesi olarak ortaya konmaktadır (Erdoğan, 2020).

Sera gazlarının ana kaynakları, fosil yakıtların yanması, endüstriyel süreçler, ormansızlaşma, sera gazı emisyonlarının ana kaynaklarıdır. Karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), azot oksitleri (NOx) ve florlu gazlar gibi sera gazları, insan etkinlikleri nedeniyle atmosferdeki konsantrasyonlarını arttırmaktadır (Özçelik, 2017).

19. yüzyılın ikinci yarısından günümüze kadar sera gazı emisyonlarının azaltılması amacıyla Montreal Protokolü, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC), Kyoto Protokolü, Paris Sözleşmesi ve Avrupa Yeşil Mutabakatı gibi küresel çapta sözleşmeler hazırlanmış ve deklere edilmiştir (Şenel ve Atabey, 2020). Bu sözleşmeler küresel bir sorun olan sera gazı emisyonlarının tasniflenmesi, insanlığın bilinçlenmesi ve ortaya koyduğu şartlar ile yükümlülüklerin arttırılması hususunda önemli katkılar sağlamıştır. Mevcut küresel sera gazlarının tasnif edilmesiyle birlikte alt başlıklar altında yeni tanımlamalar oluşturulmuş ve bu sayede sera gazı emisyonları kişisel, kurumsal, ulusal ve bölgesel olarak belirlenebilmektedir.

İnsan faaliyetlerinin sera gazı emisyonlarına olan katkısı, karbon ayak izi olarak ölçülebilmektedir. Karbon ayak izi, bireysel, kurumsal ve ulusal düzeyde hesaplanabilir ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunmak için kullanılabilir. Karbon ayak izi, bir bireyin yıl boyunca yaptığı seyahatler, evlerinde kullandığı enerji kaynakları, beslenme şekli ve tükettiği ürünler gibi birçok faktöre dayanarak hesaplanabildiği gibi kurumlar ve hükümetler de karbon ayak izlerini hesaplayarak, sera gazı emisyonlarını azaltmak için atabilecekleri adımları belirleyebilmektedirler.

Harran Üniversitesi Osman Bey Kampüsü, Şanlıurfa ilinin tek üniversitesi olup, üniversitenin genel merkezi konumundadır. 2021 yılı itibariyle Osman Bey Kampüsünde 24000 öğrenci öğrenim görmekte olup personel dairesi başkanlığından alınan verilere göre kampüste 830 akademik personel ve 1880 idari personel olmak üzere toplam 2710 personel görev yapmaktadır. Ayrıca Tıp Fakültesi'nde bulunan eğitim ve araştırma hastanesi yoğun insan popülasyonuna önemli bir katkı sunmaktadır. Popülasyon yoğunluğunun yüksek olduğu Osman Bey kampüsünde sera gazı emisyonlarının belirlenmesi ve azaltılması çalışmaları büyük bir önem arz etmektedir. Bu amaçla çalışmamızda; Osmanbey kampüsünde gerçekleştirilen faaliyetlerden (toplam elektrik enerjisi tüketimi, ısınma amaçlı enerji tüketimi, personel ve öğrencilerin günlük ulaşım değerleri ve personelin kullandığı araçların yakıt türleri) dolayı ortaya çıkan emisyon verileri kullanılarak Üreden ve Özden (2018) tarafından geliştirilen hesaplama denklemleri ve IPCC (2006) metodolojileri ile kampüsün karbon ayak izi belirlenerek elde edilen veriler ışığında kampüs ayak izine en büyük katkı değeri sağlayan faaliyetler tespit edilecek ve karbon ayak izinin düşürülmesi için öneriler sunulacaktır.

1.1. Sera Gazları ve Çevre Üzerine Olumsuz Etkileri

"Sera gazı" terimi ilk olarak 1827 yılında Fransız matematikçi Joseph Fourier tarafından kullanılmıştır. Fourier, dünya atmosferinin, sera etkisi nedeniyle ısındığını ve bu ısınmanın dünya ikliminde değişikliklere neden olabileceğini öne sürmüştür (Fleming, 1999). Ancak, sera gazlarının etkisi ve önemi daha sonra 1859 yılında İngiliz kimyager John Tyndall tarafından keşfedilmiştir (Arbuckle ve ark., 2013). Tyndall, sera gazlarının atmosferdeki sıcaklığı artırdığını gösteren ilk deneylerden birini yapmıştır (Jackson, 2020). Daha sonra 1896 yılında İsveçli fizikçi Svante Arrhenius, atmosferdeki karbondioksit miktarının artışının sera etkisini artıracağını öne sürmüştür (Uppenbrink, 1996). Bu çalışmalar, sera gazlarının etkileri ve önemini ortaya koymuş ve günümüzdeki iklim değişikliği konusunun temelini oluşturmuştur.

İnsan kaynaklı sera gazı emisyonları, fosil yakıtların yanması, endüstriyel faaliyetler, tarım, ormansızlaşma ve hayvancılık gibi faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Yıllık 3500 kWh tüketim için enerji kaynağı kullanımına göre

ortaya çıkan karbon emisyon değerleri ve konut başına emisyon değerleri Çizelge 1.1.'de verilmiştir (Erdoğan, 2020).

Çizelge 1.1. Enerji kaynağı kullanımına göre karbon emisyon değerleri (Erdoğan, 2020)

Enerji Kaynağı	**Ortalama Sera Gazı Emisyonu (Ton CO_2 /GWh)**	**Konut Başı emisyon (kg CO_2 /yıl)**
Linyit	1054	3689
İthal Kömür	888	3108
Taş Kömürü	888	3108
Fuel Oil	733	2566
Doğal Gaz	499	1747
Nükleer	66	231
Jeotermal	38	133
Biyokütle	26	91
Hidroelektrik	26	91
Güneş	23	81
Rüzgar	10	35

Sera gazları, insan kaynaklı aktivitelerin neden olduğu emisyonlarla atmosfere salınmaktadır ve dünya genelindeki iklim değişikliği sorununun ana nedenlerinden biri haline gelmiştir.

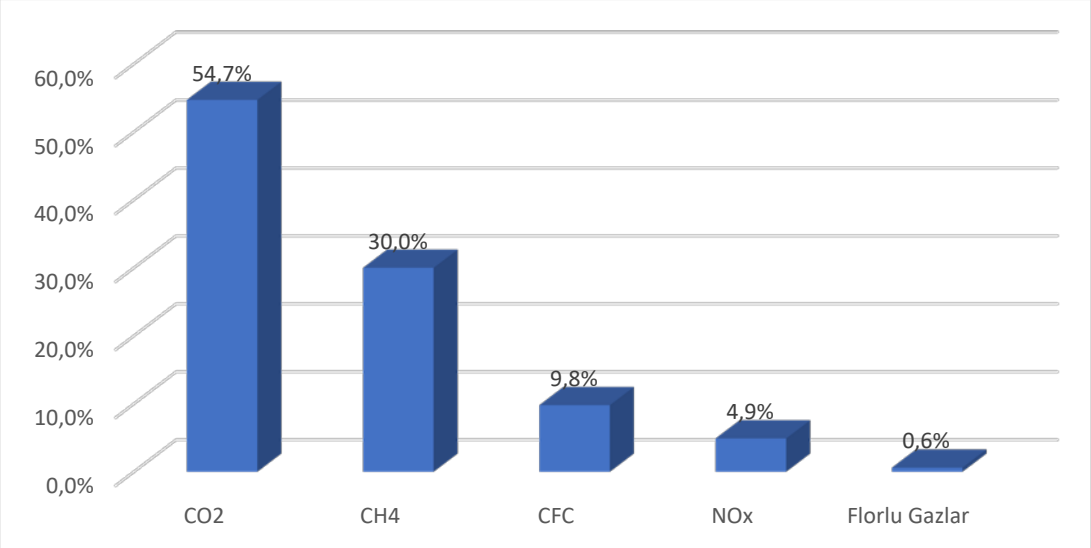
Sera gazları, atmosferdeki enerjinin bir kısmını tutarak Dünya'nın sıcaklığını yükselten gazlardır. Bu gazlar, güneş ışınlarının Dünya'ya gelmesine izin verirken,

yeryüzünden yansıyan ısıyı uzaya salmalarını engellerler. Sera Gazlarının etkilerinin azaltılması için sera gazı kaynaklarının belirlenmesi gerekir.

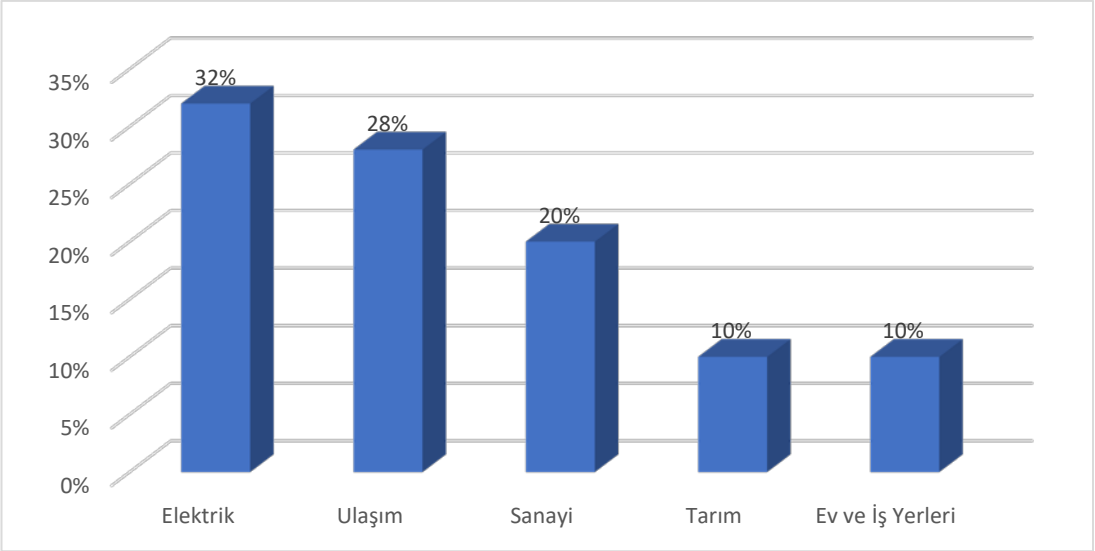
Sera gazları ve ana kaynakları şunlardır:

- **Karbondioksit (CO_2):** Fosil yakıtların yanması, ormanların yok edilmesi ve endüstriyel süreçler gibi insan faaliyetleri, atmosfere yıllık olarak milyarlarca ton CO_2 salar.
- **Metan (CH_4):** Çiftlik hayvanlarının sindirim sistemi, biyolojik atık parçalanması, doğal gaz kaynaklarından sızıntılar ve endüstriyel faaliyetler, metan emisyonlarının kaynaklarıdır.
- **Azot oksitleri (NOx):** Otomobil egzozları, endüstriyel tesisler ve gübreler, atmosfere azot oksitlerinin salınmasına neden olur.
- **Florlu gazlar:** Klima ve buzdolabı sistemleri, elektrik üretimi, sanayi süreçleri ve yangın söndürme sistemleri gibi birçok uygulama, florlu gazların emisyonlarına yol açar.

Sera Gazı emisyonlarının yüzdesel olarak dağılımı ve sera gazı emisyonlarının kaynakları Şekil 1.1. ve Şekil 1.2.'te verilmiştir (Dulkadiroğlu, 2018).



Şekil 1.1. Sera gazı emisyonlarının yüzdesel olarak dağılımı (Dulkadiroğlu, 2018)



Şekil 1.2. Sera gazı emisyonlarının kaynakları (Dulkadiroğlu, 2018)

Gelecek projeksiyonlar; Sera gazı emisyonlarının artışı ile küresel çapta 2100 yılına kadar yüzey sıcaklıklarında 1-3,5 ^{o}C arasında artış olacağını göstermektedir. Bu verilere bağlı olarak deniz seviyesinin 0,15-0,95 m aralığında bir yükseliş göstereceği ön görülmektedir (Türkeş, 2000).

Sera gazlarının çevre üzerindeki olumsuz etkileri şöyle özetlenebilir:

- **İklim değişikliği:** Sera gazları atmosferde birikmesi ile gezegenin sıcaklığının artırır ve iklim değişikliğine neden olur. İklim değişikliği, aşırı hava olayları, deniz seviyesinde yükselme, buzulların erimesi ve yaşam alanlarının kaybı gibi birçok olumsuz etkiye yol açabilir (Özmen, 2009).
- **Su kaynakları:** İklim değişikliği, su kaynaklarına da etki eder. Kuraklık, sel ve yüzey sularının kuruması gibi olaylar, su kaynaklarının kıtlığına neden olabilir (Öztürk, 2022).
- **Biyolojik çeşitlilik:** İklim değişikliği, doğal yaşam alanlarının yok olmasına ve türlerin yok olma riskine neden olabilir (Özmen, 2009).
- **Sağlık:** Sıcak hava dalgaları, hava kirliliği ve hastalıklı böcekler veya hayvanların yayılması gibi faktörler, insan sağlığı üzerinde de olumsuz etkilere neden olabilir (Uyar ve Cengiz, 2011).
- **Ekonomi:** Küresel ekonomik ve sosyoekonomik yapının bozulmasına ve kayıpların meydana gelmesine neden olabilir (Özmen, 2009).

- **Göç:** Yukarıda sıralanan etkiler dolayısıyla insanların yaşamlarını sürdürebilecekleri nispeten daha iyi koşullara sahip yerlere göç etmelerine neden olabilir.

1.2. İklim Değişikliği Kapsamında Küresel Isınmanın Azaltılması için Hazırlanan Sera Gazı Emisyonu Sözleşme ve Protokolleri

Sera Gazı Emisyon Protokolleri, sera gazı emisyonlarını azaltmak için belirlenen hedeflere ulaşmak için ülkelerin sorumluluklarını belirler. Protokoller, katılımcı ülkelerin (gelişmiş ülkelerin) yükümlülüklerini belirleyen hedefler ve politikalar belirlemekte ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için uygulanacak yöntemleri belirlemektedir. Protokollerin amacı, küresel ısınmanın neden olduğu tehlikeli iklim değişikliği etkilerini azaltmaya yardımcı olmak ve dünya genelinde sera gazı emisyonlarının azaltılması hedeflenmektedir.

Sera gazı emisyonlarının azaltılması amacıyla hazırlanan protokol ve sözleşmeler kronolojik olarak sıralanmış ve Türkiye'nin bu sözleşmelere katılım tarihleri Çizelge 1.2.'te verilmiştir.

Çizelge 1.2. Küresel ısınmanın önlenmesi amacıyla yayınlanan sözleşme ve protokoller (Çetintaş ve Türköz, 2017)

Sözleşme-Protokol	Tarih	Türkiye Katılım Tarihi
Montreal Protokolü	16 Eylül 1987	19 Aralık 1991
Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi	9 Mayıs 1992	24 Mayıs 2004
Kyoto Protokolü	11 Aralık 1997	26 Ağustos 2009
Paris Sözleşmesi	4 Kasım 2016	7 Ekim 2021
Avrupa Yeşil Mutabakatı	11 Aralık 2019	24 Haziran 2021

1.2.1. Montreal protokolü

Montreal Protokolü, ozon tabakasındaki hasarı azaltmak amacıyla, ozon tabakasına zarar veren maddelerin üretimini ve tüketimini azaltmak amacıyla 16 Eylül 1987 tarihinde Montreal'de düzenlenen bir konferans sonucu kabul edilmiş ve 1 Ocak 1989 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Nelders ve ark., 2007).

Protokolün ana hedefi, ozon tabakasının incelmesini önlemek için, ozon tabakasını incelten ve yok eden kimyasalların üretim ve kullanımını sınırlandırmaktır (Carpenter ve ark., 2014).

Bu kimyasalların başında kloroflorokarbonlar (CFC'ler) gelmektedir. Montreal Protokolü, kloroflorokarbonların yanı sıra, hidroflorokarbonlar (HFC'ler), hidrokloroflorokarbonlar (HCFC'ler), bromlu ve klorlu florokarbonlar gibi diğer ozon tabakası tüketici maddelerin üretim ve tüketimini de sınırlandırmaktadır (Newman, 2018).

Protokol, ülkelerin bu maddelerin üretimini ve tüketimini sınırlandırmak için zaman içinde belirlenen hedeflere ulaşmalarını öngörür. Ayrıca, protokol, ozon tabakasının korunması için çeşitli iş birliği, raporlama ve izleme önlemlerini de içermektedir. Montreal Protokolü, ozon tabakasının korunmasında önemli bir adım olmuştur ve uluslararası toplum tarafından geniş bir destek görmektedir (Newman, 2018).

1.2.2. Birleşmiş milletler iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC), dünya genelinde iklim değişikliği ile mücadele etmek amacıyla uluslararası bir çerçeve sağlamak için Birleşmiş Milletler (BM) tarafından kabul edilen bir sözleşmedir (Sands, 1992).

Sözleşme, 9 Mayıs 1992 tarihinde BM Çevre ve Kalkınma Konferansı'nın (UNCED) Rio de Janeiro'da düzenlenen toplantısında kabul edilmiştir. Sözleşme, 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiş ve 184 ülke tarafından imzalanmıştır (Sands, 1992).

Sözleşmenin ana hedefi, dünya genelinde sera gazı emisyonlarının sınırlandırılması ve sıfıra indirilmesi için uluslararası iş birliğini artırmaktır. Bu amaçla, sözleşme, ülkelerin iklim değişikliği ile mücadele ederken alacakları tedbirleri belirlemelerini ve sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik stratejiler geliştirmelerini öngörür (Akyel, 2009).

Sözleşme, dünya genelindeki tüm ülkelerin sorumluluk aldığı ve her ülkenin kendi emisyonlarını azaltmak için gönüllü taahhütlerde bulunabileceği esnek bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, sözleşme, uluslararası iş birliği ve ortak sorumluluk anlayışını vurgulamaktadır.

Sözleşme, ayrıca, gelişmekte olan ülkelerin iklim değişikliği ile mücadele etmek için teknik ve finansal yardım almalarını sağlamayı hedeflemektedir. Bu amaçla, gelişmiş ülkeler, gelişmekte olan ülkelerin iklim değişikliği ile mücadele ederken ihtiyaç duydukları kaynakları sağlamak için finansal ve teknolojik destek sağlamayı taahhüt etmektedirler (Tompkins ve Amundsen, 2008). UNFCCC, küresel bir çabayı teşvik ederek iklim değişikliği ile mücadeleye büyük bir önem vermektedir ve Paris Anlaşması gibi diğer iklim değişikliği ile mücadele eden anlaşmaların temelini oluşturur.

1.2.3. Kyoto protokolü

Kyoto Protokolü, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve küresel ısınmanın etkilerinin azaltılması için 1997 yılında Japonya'nın Kyoto kentinde düzenlenen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin (UNFCCC) bir parçası olarak imzaya açılan ve 192 ülke tarafından onaylanan bir uluslararası anlaşmadır (Gürsoy, 2023).

Kyoto Protokolü'nün ana hedefi, 1990 yılına göre sanayileşmiş ülkelerin sera gazı emisyonlarını %5,5 oranında azaltmaktır (Bayrak, 2012). Bu hedef, 2008-2012 yılları arasında son bulmuştur. Protokol, dünya genelindeki 36 sanayileşmiş ülkeyi kapsamakta ve bu ülkeler, küresel sera gazı emisyonlarının %55'ine denk gelmektedir (Kaya, 2020).

Kyoto Protokolü, 1997 yılında kabul edilmiş ve 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Ancak, ABD, dünya genelindeki en büyük sera gazı emisyon kaynağı olarak, Protokolü imzalamayarak anlaşmanın etkinliğini azaltmıştır (Kaya, 2020). Ülkemiz bu protokole oluşabilecek mali yük nedeniyle 2009 yılına kadar taraf olmamış olup 2009 Şubat ayında imzalanmış ve Mayıs ayında resmi gazetede yayımlanmıştır (Şişbot 2015).

Kyoto Protokolü'nün etkisi; ABD, Rusya ve Çin gibi ülkelerin sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik yükümlülükleri yerine getirme konusunda sağlanamamıştır. Çoğu ülke, hedeflerine ulaşmak için yeterli politika, yasal veya finansal kaynakları geliştirememiş ayrıca, 2000'li yılların başından beri, dünya genelindeki sera gazı emisyonları hızla artmıştır. Bununla birlikte, Kyoto Protokolü, dünya genelindeki iklim değişikliği konusundaki farkındalığı artırmış ve küresel çapta sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik uluslararası çabaların önemini ortaya çıkartmıştır.

1.2.4. Paris sözleşmesi

Paris Sözleşmesi, iklim değişikliği ile mücadele etmek için hazırlanan bu sözleşme 31 sayfa ve 29 maddeden meydana gelmektedir (Savaresi, 2016). Bu sözleşme, 2015 yılında Fransa'nın başkenti Paris'te düzenlenen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) Taraflar Konferansı'nda kabul edilmiştir (Falkner, 2016).

Paris Sözleşmesi, 4 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe girdi ve 196 ülke tarafından imzalanmıştır. Sözleşmenin ana hedefi, küresel ısınmanın 1,5°C'nin altında kalmasını sağlamak için, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılması ve sıfıra indirilmesi için uluslararası iş birliğini artırmaktır (Clémençon, 2016).

Sözleşme, ülkelerin ulusal katkıları (Nationally Determined Contributions - NDC'ler) olarak bilinen kendi sera gazı emisyon azaltma hedeflerini belirlemelerini ve her 5 yılda bir güncellemelerini öngörür (Rajamani, 2016). Ayrıca, gelişmiş ülkelerin finansal ve teknolojik desteği sağlamaları, gelişmekte olan ülkelerin iklim değişikliği

ile mücadele ederken yardım almalarını sağlamak amacıyla düzenlenmiştir. Sözleşme aynı zamanda, iklim değişikliğine uyum sağlamak ve iklim etkileri ile mücadele etmek için gerekli adımların atılması için bir çerçeve oluşturur (Falkner, 2016).

Paris Sözleşmesi, küresel bir çabayı teşvik ederek iklim değişikliği ile mücadeleye büyük bir önem vermektedir ve iklim değişikliği ile mücadeleye yönelik uluslararası iş birliğinin önemli bir simgesidir.

1.2.5. Avrupa yeşil mutabakatı

Avrupa Yeşil Mutabakatı, Avrupa Birliği tarafından 2019 yılında oluşturulmuştur. Bu mutabakat, Avrupa Birliği'nin 2050 yılına kadar net sıfır sera gazı emisyonuna ulaşma hedefine yönelik bir strateji belgesidir (Ecer ve ark., 2021).

Avrupa Yeşil Mutabakatı, Avrupa Birliği'nin çevre ve iklim değişikliği politikalarını yeniden düzenlemeyi ve güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda, mutabakatın öncelikleri arasında çevre dostu bir ekonomi, temiz enerji, sürdürülebilir ulaşım, çiftliklerde sürdürülebilir tarım ve ormanların sürdürülebilir yönetimi bulunmaktadır (Mirici ve Berberoğlu, 2022).

Avrupa Yeşil Mutabakatı, üye ülkelerin ve kurumların uyumlu bir şekilde hareket etmelerini sağlamak için bir dizi hedef ve şart belirlemiştir. Bu şartlar arasında, iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarının azaltılması, enerji verimliliğinin artırılması, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş yapılması, doğal kaynakların korunması ve geri dönüştürülmesi, kirliliğin azaltılması ve sürdürülebilir üretim ve tüketim alışkanlıklarının teşvik edilmesi bulunmaktadır (Çayırağası ve Sakıcı, 2021).

Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın şartları şunlardır:

- **İklim değişikliği ile mücadele:** AB, 2050 yılına kadar karbon nötr olmayı hedeflemektedir. Bu amaçla, sera gazı emisyonlarının azaltılması için politikalar ve teknolojik yenilikler benimsenmelidir (Çayırağası ve Sakıcı, 2021).

- **Sürdürülebilir ulaşım:** AB, ulaşım sektöründeki emisyonları azaltmak için alternatif yakıtlara, elektrikli araçlara ve karbon nötr ulaşım çözümlerine yatırım yapmayı hedeflemektedir (Karakaya, 2021).
- **Daha temiz enerji:** AB, yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmeyi ve fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltmayı hedeflemektedir (Mirici ve Berberoğlu, 2022).
- **Tarım ve ormancılık:** AB, tarım ve ormancılık sektörlerinde sürdürülebilir uygulamaları teşvik etmek ve biyoçeşitliliği korumak için politikalar benimsemeyi amaçlamaktadır.
- **Sıfır kirlilik:** AB, hava, su ve toprak kirliliğini azaltmayı ve çevreyi korumayı hedeflemektedir (Aydınoğlu ve Özdemir, 2022).
- **Döngüsel ekonomi:** AB, atık üretimini azaltmayı ve geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımını teşvik etmeyi hedeflemektedir (Ecer ve ark., 2021).
- **Adil geçiş:** AB, enerji geçişinin toplumun tüm kesimleri için adil olmasını sağlamayı ve yenilenebilir enerji sektöründeki iş fırsatlarını artırmayı hedeflemektedir (Karakaya, 2021).

Bu şartlar doğrultusunda, AB, çeşitli politikalar ve finansman araçları ile Avrupa Yeşil Mutabakatını hayata geçirmeyi planlamaktadır.

1.3. Karbon Ayak İzi

İnsan faaliyetleri sonucu doğrudan veya dolaylı olarak ortaya çıkan ve CO_2 birimi cinsinden ölçülen sera gazlarının miktarı olarak tanımlanmaktadır (Muthu, 2017). Başka bir tanıma göre; bir kişinin, bir kuruluşun veya bir ürünün sera gazı emisyonlarının ölçüsüdür (Yüksel, 2017). Bu emisyonlar, fosil yakıt kullanımı, elektrik tüketimi, gıda üretimi, seyahatler ve diğer faaliyetler yoluyla atmosfere salınan karbondioksit ve diğer sera gazlarıdır (Özçelik, 2017).

Karbon ayak izi birincil ve ikincil karbon ayak izi olarak 2 grupta incelenmektedir (Demirci, 2018).

Birincil (doğrudan) karbon ayak izi; Kişi veya kurumların tüketimleri (ulaşım, elektrik, üretim vb.) sonucu yaratmış oldukları CO_2 emisyonlarının ölçüsü olarak tanımlanmaktadır (Yüksel, 2017).

İkincil (dolaylı) karbon ayak izi; Bir ürünün üretiminden tüketimine kadar yaşam döngüsü boyunca çıkan ortaya CO_2 emisyonlarının ölçüsü olarak tanımlanmaktadır (Yüksel, 2017).

İnsani tüketimler sonucu meydana gelen CO_2 emisyonlarının etkilerini minimum seviyeye indirgemek için karbon ayak izlerinin hesaplanması hayati bir önem taşımaktadır. Bu veri günlük yaşantımızın her alanında yer kaplayan (yeme-içme, ısınma, seyahat ve enerji gibi) tüketimleri içermektedir (Güven, 2023). Bu tüketimler yaşam alışkanlıklarına göre ülkeden ülkeye, bölgeden bölgeye hatta kişiden kişiye farklılık göstermektedir (Kitzes ve Wackernagel, 2009). Bu içerikler ülkelere yaşam tarzlarına tüketim alışkanlıklarına göre farklılık gösterebilmektedir. Karbon ayak izi gösterge parametreleri Çizelge 1.3.'te verilmiştir (Güven, 2023).

Çizelge 1.3. Karbon ayak izi parametreleri (Güven, 2023)

Parametreler	Birincil karbon ayak izi	İkincil karbon ayak izi
Ulaşım	Yakıt	Toplu taşıma, hava ulaşımı, otomobil
Barınma	Doğal Gaz	Elektrik, su ve atık, ısınma
Gıda		Tahıl, sebze, meyve, et
Ürün		Giyim, ev ürünleri, kişisel bakım
Hizmet		Sağlık, eğlence, eğitim

Dünya Yabani Yaşam Vakfı (WWF) tarafından 2012 yılında yayımlanan 2008 yılındaki değerlere göre Türkiye'de yaşayan her bir birey başına düşen ekolojik ayak izi değeri 2.55 gha iken, biyolojik kapasite değeri 1.31 gha olarak hesaplanmıştır.

Sonuç itibariyle Türkiye'de yaşamını sürdüren bir bireyin bir yıl içerisinde tüketimleri sonucu ortaya çıkardığı sera gazı emisyonlarının durdurulması ve tüketilen kaynakların tekrar üretilmesi için iki yıl gibi bir süreye ihtiyaç duyulmaktadır (Güven, 2023). Türkiye'de tüketimler sonucu ortaya çıkan emisyonların toplam karbon ayak izine olan katkıları Çizelge 1.4.'da verilmiştir (Güven, 2023).

Çizelge 1.4. Türkiye'de tüketimler sonucu ortaya çıkan emisyonların toplam karbon ayak izine olan katkıları (Güven, 2023)

Ekolojik ayak izinin bileşenleri	**% Dağılım**
Elektrik üretimi	26
İmalat sanayi ve inşaat	22
İthal ürünlerin gömülü emisyonları	16
Ulaştırma	15
Konut ve hizmetler	12
Uluslararası taşımacılık kaynaklı emisyonlar	4
Tarım, orman, balıkçılık	2
Diğer	3

Karbon ayak izi hesaplamaları hem yerel hem de küresel çapta insani tüketimler sonucu ortaya çıkan emisyonların ortaya çıkarılması ve bu veriler ışığında küresel bir sorun olan iklim değişikliğine sera gazı etkilerinin azaltılması hususunda oldukça önemli bir etkiye sahiptir. 2009 yılında Perters ve Hertwich tarafından yapılan çalışmada ülkelere göre kişi başına ortaya çıkan karbon ayak izi değerleri hesaplanmış ve Çizelge 1.5.'de verilmiştir (Güven, 2023).

Çizelge 1.5. Ülkelere göre kişi başına ortaya çıkan karbon ayak izi değerleri (Güven, 2023)

Ülke	Karbon ayak izi (Ton /kişi)	Evsel karbon ayak izi payı (%)	Nüfus (Milyon)
Almanya	15.1	63	82
Amerika	28.6	82	277.5
Arjantin	6.5	88	37.5
Belçika	16.5	46	10.3
İngiltere	15.4	62	59.3
Bulgaristan	6.1	81	8.1
Brezilya	4.1	88	172.3
Finlandya	18	67	5.2
Fransa	13.1	64	59.5
Güney Amerika	6	90	43.4
Hindistan	1.8	95	1032.1
Hollanda	16.7	53	16
İtalya	11.7	62	57.5
Japonya	13.8	68	126.8
Kanada	19.6	75	31.2
Luksemburg	33.8	56	0.4
Madagaskar	1.5	90	16

1.3.1. Karbon ayak izi hesaplama metodolojileri

Karbon ayak izi hesaplanması iklim değişikliği ile sera gazı emisyonlarının arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için oldukça önem taşımaktadır (Turanlı, 2015). Bu amaçla uluslararası çalışmalarla karbon ayak izi hesaplama yöntemleri geliştirilmektedir (Lin, 2016). Bu standartlar; BSI (İngiliz Standartları Kurumu), DEFRA (Çevre, Gıda ve Köy İşleri Departmanı), GHGP (GHG Protokol Standardı), IPCC (Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli) ve ISO 14064 (Uluslararası Standardizasyon Kurumu) şeklinde sıralanabilir.

1.3.1.1. DEFRA metodu

Çevre, Gıda ve Köy İşleri Departmanı (DEFRA) 2009 yılında sera gazı protokollünü (GHG) temel alarak sera gazı emisyonlarının ölçülmesi ve raporlanması amacıyla yayınlanmış bir metottur. DEFRA metodunun asıl amacı Birleşik krallıktaki kuruluşların iklim değişikliğine olan etkilerinin azaltılmasıdır. Bu amaçla metot uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) 14064-1 standardına uyumlu hale getirilmiştir (Tauringana ve Chithambo, 2015).

1.3.1.2. ISO 14064 standardı

Bir kuruluş veya yapının sera gazı emisyonlarının raporlanması, sera gazı envanterlerinin ortaya çıkarılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması için projelerin geliştirilmesi ve geçerli kılınması amacıyla Uluslararası Standardizasyon Kurumu (ISO) tarafından hazırlanan rehber niteliğindeki standartlar dizisidir (Kaplan, 2011). ISO 14064 Standardı, 45 ülkeyi temsilen katılım sağlayan 175'in üzerinde uzmanın katılımıyla geliştirilmiştir (Wintergreen ve Delaney, 2007).

ISO 14064-1 standardı sera gazı emisyonlarının kurum, kuruluş veya şirket özelinde tasarımı, yönetimi ve raporlanması amacıyla sahip olunması gereken ilkeler ve şartlar hakkında detaylı bilgiler yer alır (Kaplan, 2011). Bu standart, sera gazı emisyon sınırlarının belirlenmesi, kurum veya kuruluşların sera gazı emisyonlarının hesaplanması veya faaliyetlerinin tanımlanması için gerekli bilgileri içerir. Ayrıca, doğrulama çalışmaları için envanter kalite yönetimi, raporlanması, iç tetkikleri ve kuruluşların yerine getirmesi gereken şartları içerir.

ISO 14064-2 standardı, Projeler kapsamında sera gazı emisyonlarının azaltılmasına dayalı faaliyetlere yer verir. Bu standardın yayınlanma amacı proje sahip olması gereken esasları belirleme, projenin performansını izleme, değerlendirme ve rapor etme şartlarını oluşturmaktır (Kaplan, 2011).

ISO 14064-3 standardı, sera gazı envanterlerinin doğrulanması, geçerli kılınması ve raporlanması hakkında ayrıntılı bilgiler içerir (Wintergreen ve Delaney, 2007). Emisyon envanteri; sera gazı emisyonlarının miktarlarıyla beraber sera gazı emisyonlarını hapseden alanları da içermektedir (Kaplan, 2011).

1.3.1.3. Hükümetler arası iklim değişikliği paneli (IPCC)

1988 yılında Kanada da düzenlenen Değişmekte olan Atmosfer Konferansında BM'nin BM Çevre Programı (UNEP) ile Dünya Meteoroloji Örgütünün (WMO) katkılarıyla kurulmuştur. İnsan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan emisyonlarının neden olduğu iklim değişikliği üzerine etkilerini değerlendirmek amacıyla kurulan uluslararası özerk bir kuruluştur. IPCC üye sayısı, Türkiye Cumhuriyeti Devleti dahil olmak üzere 195 üyesi bulunmaktadır. Panelin ilk raporu 1990 yılında yayınlanmış ve periyodik olarak beş yılda bir rapor yayınlanmaktadır. Yayınlanan raporlarda üyelerin kıyaslamalı metotları kullanarak sera gazı emisyonlarını hesaplamaları istenmektedir (Atabey, 2013).

IPCC raporları dört gruptan meydana gelmektedir (Atabey, 2013).

- Metotlar
- Özel Raporlar
- Değerlendirme Raporları
- Rapor Çevirileri

Emisyon yükü hesaplamalarında IPCC tarafından geliştirilen Tier Yaklaşımları kullanılmaktadır (Civelekoğlu ve Bıyık, 2020).

Tier 1 metodu; Ulusal enerji verileri kullanılarak, kullanılan yakıt türüne baz alınarak yakıt miktarı ve sadece belirlenmiş emisyon faktörleri ile yapılan hesaplamaları içermektedir (Şenel ve Atabey, 2020).

Tier 2 metodu; Ulusal enerji verileri kullanılarak, kullanılan yakıt türü baz alınarak yakıt miktarı, yakıt karakterine bağlı olarak belirlenmiş bölge veya alana özel emisyon faktörleri, yakma teknolojilerine göre yapılan hesaplamaları içermektedir (Şenel ve Atabey, 2020).

Tier 3 metodu; Yakıt istatistiği ile yakma teknolojileri baz alınarak belirlenmiş teknolojik emisyon faktörleri, yakma tesislerinin ısıl güçleri, beslenme tipi vb. bilgilerin kullanıldığı hesaplamaları içermektedir (Şenel ve Atabey, 2020).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Adeyeye ve ark. (2023), WRI ve WBCSD metodlarını kullanarak Nijerya İbadan Üniversitesinin karbon ayak izini hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda, karbon salınımı 5270,952 $EtCO_2$/yıl olarak hesaplanmıştır. En yüksek karbon ayak izi katkısının %90'lık oranla elektrik tüketiminden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Aroonsrimorakot ve ark. (2019), IPCC metodunu kullanarak Tayland mahidol üniversitesi salaya kampüsünün Çevre ve Kaynak Çalışmaları Fakültesinin karbon ayak izini hesaplamışlardır. Çalışmada karbon ayak izi gösterge parametreleri 3 grupta değerlendirilerek hesaplanmıştır. Kapsam 1 (Atık su arıtma proseslerinden kaynaklanan yakıt tüketimi ve sera gazı miktarı açısından seyahatler), kapsam 2 (Enerji ithalatı ile elektrik ve su temini alımından kaynaklanan emisyonlar) ve kapsam 3 (kağıt kullanımı, üretilen atıklar, laboratuvarda kullanılan kimyasalların miktarı ve laboratuvar malzemelerinin kullanımı gibi dolaylı sera gazı emisyonları) tüketimleri çerçevesinde değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda 2010 yılında karbon ayak izi toplam 1091,85 $EtCO_2$/yıl olarak hesaplanmıştır. Ayrıca kapsam sınıflarına göre en yüksek karbon ayak izi katkısının kapsam 2'de yer alan elektrik tüketimlerden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Başoğul (2018), Adıyaman üniversitesinde çalışan akademisyen ve idari personellerin karbon ayak izi anket yöntemiyle hesaplanmıştır. Anket çalışması ulaşım (7), tüketim mal ve hizmetleri (6), barınma (6) ve gıda (4) konu başlıkları altında toplam 23 soru yöneltilmiştir. Akademisyen ve idari personeller unvanlarına göre değerlendirildiğinde en yüksek karbon salınımının Arş.Gör. ünvanına sahip akademik kadrodan kaynaklandığı bildirilmiştir. Ayrıca akademisyenlerin bölümlere göre en yüksek karbon salınımlarının en yüksek inşaat mühendisi akademisyenlerinden en düşük ise harita mühendisliği akademisyenlerinden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Binboğa ve Ünal (2018), Çalışmalarında Celal Bayar Üniversitesinin karbon ayak izini IPCC Modeli Tier 1 yöntemiyle hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda, 2016 yılı için karbon ayak izi miktarı 8953,906 $EtCO_2$/yıl olarak hesaplanmıştır. En yüksek

karbon ayak izi katkısının %87,85'lik oranla elektrik tüketiminden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Gökçek ve ark. (2019), Ömer Halisdemir Üniversitesi kampüsü sınırları içerisinde yer alan 9 fakültedeki öğrencilerin tüketim alışkanlıkları doğrultusunda anket çalışması yapılarak karbon ayak izi hesaplamışlardır. Anket sonuçları istatistiksel olarak SPSS programı kullanılarak analiz edilmiş ve fakültelere göre öğrencilerin karbon ayak izi değişimleri ve bu değişimlerin mekânsal olarak dağılımı Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak ArcGIS 10.2 yazılımı ile incelenmiştir. Karbon ayak izleri Cinsiyete göre sınıflandırıldığında erkek öğrencilerin karbon ayak izinin 392 $kgCO_2$/yıl, kız öğrencilerin karbon ayak izinin 354 $kgCO_2$/yıl olduğu tespit edilmiştir. Erkek Öğrencilerin karbon ayak izinin kız öğrencilerin karbon ayak izine göre daha yüksek olmasının nedeni erkek öğrencilerin öğrenci evlerinde kalmalarından dolayı elektrik ve su tüketimlerinin yüksekliği ve erkek öğrencilerin daha çok seyahat etmeleri bildirilmiştir.

Kiehle ve ark. (2023), çalışmalarında Finlandya oulu üniversitesinin karbon ayak izini hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda 2019 yılında oulu üniversitesinin karbon ayak izi 19,072 $EtCO_2$/yıl olarak hesaplanmıştır. En yüksek karbon ayak izi katkısının %40,62'lik oranla ısı tüketiminden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Kumaş ve ark. (2018), Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak sağlık yüksek okulunun karbon ayak izi hesaplanmıştır. Çalışmada; elektrik, doğal gaz ve üniversite personelleri ile öğrencilerin ulaşımı gösterge parametreleri olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada 2017 yılında Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak sağlık yüksek okulunun karbon ayak izi 217503 $kgCO_2$/yıl olarak hesaplanmış olup en yüksek CO_2 salınımının doğal gaz kaynaklı tüketimden ileri geldiği bildirilmiştir.

Letete ve ark. (2011), 2007 yılında Cape Town Üniversitesinin karbon ayak izini hesaplamışlardır. Çalışmada; enerji tüketimi, mal ve hizmetler ve ulaşım gibi gösterge parametreler kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, Cape Town üniversitesinin karbon ayak izi miktarı 83400 $EtCO_2$/yıl olarak hesaplanmış ve en yüksek karbon ayak izi katkısının % 80'lik oranla elektrik tüketiminden kaynaklandığı belirlenmiştir.

Mendoza-Flores ve ark. (2019), IPCC metodunu kullanarak Özerk Metropolitan Üniversitesinin Cuajimalpa Kampüsünün karbon ayak izini hesaplamışlardır. Çalışmada karbon ayak izi gösterge parametreleri 3 grupta değerlendirilerek hesaplanmıştır. Kapsam 1 (hareketli veya sabit kaynaklar ve soğutucular), kapsam 2 (elektrik enerjisi kullanımı) ve kapsam 3 (kağıt, gıda, su, gaz, temizlik ürünleri, çözücüler, atık su arıtma, evsel ve tehlikeli atıklar ve seyahat) tüketimleri çerçevesinde değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda 2016 yılında karbon ayak izi toplam 3000 $EtCO_2$/yıl olarak hesaplanmıştır. Ayrıca kapsam sınıflarına göre en yüksek karbon ayak izi katkısının %72'lik oranla kapsam 3'te yer alan tüketimlerden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Seyhan ve Çerçi (2022), 2019 ve 2020 yılında Binali Yıldırım Üniversitesinin karbon ayak izini hesaplamışlardır. Hesaplama işlemlerinde gösterge parametreler olarak elektrik tüketimi (Doğal gaz, aydınlanma ve ofis araç gereçlerinin kullanımı) ve ulaşımda kullanılan araçların mazot/benzin tüketimleri kullanılmıştır. Çalışmada önce IPCC Modeli Tier 1 (birincil karbon ayak izi) yöntemi sonra DEFRA (İngiltere Çevre, Gıda ve Köy İşleri Bakanlığı) metodolojisiyle karbon ayak izi hesaplanmıştır. Tier 1 metodu kullanılarak yapılan karbon ayak izi çalışmasında 2019 yılı için 2753,2 $EtCO_2$/yıl, 2020 yılı için 2383,74 $EtCO_2$/yıl emisyonu hesaplanmıştır. DEFRA dönüşüm faktörleri kullanılarak yapılan karbon ayak izi çalışmasında 2019 yılı için 2314,53 $EtCO_2$/yıl, 2020 yılı için $EtCO_2$/yıl emisyonu hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda Tier 1 metodu ile hesaplanan emisyon miktarının 2019 yılından 2020 yılına kadar %13,42 azaldığı, DEFRA metodu ile hesaplanan emisyon miktarının 2019 yılından 2020 yılına kadar %21,08 azaldığı gözlenmiştir. Metotlar arasında oluşan farklılıkların Tier 1'de Genel emisyon faktörlerinin kullanılması, DEFRA'da ise İngiltere ulusal verilerinin kullanılmasından kaynaklandığı bildirilmiştir. Ayrıca IPCC Tier 1 ve DEFRA metotlarında en yüksek karbon salınımlarının elektrik tüketiminden ileri geldiği bildirilmiştir.

Song ve ark. (2016), çalışmalarında Çin Dalian teknoloji üniversitesi karbon ayak izini hesaplamışlardır. Anket çalışması 600 lisansüstü öğrenciye toplam 19 soru sorularak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda ortalama 1 yayının hazırlanması aşamasında 5,44 kg CO_2/yıl salınımının ortaya çıktığı bildirilmiştir.

Turanlı (2015), Orta Doğu Teknik Üniversitesinin karbon ayak izini hesaplamıştır. Hesaplama işlemlerinde gösterge parametreler olarak doğal gaz, elektrik, gıda tüketimi ve ulaşım kullanmıştır. Çalışma sonucunda, seçilen karbon ayak izi parametreleri ışığında birey başı 1815,96 kg CO_2/yıl üretildiği ve alansal dağılımda metrekare başı 91,67 kg CO_2/yıl düştüğü hesaplanmıştır. Ayrıca çalışmada, CO_2 salınımına katkı yüzdesi; elektrik tüketiminde %40, ulaşımda %31, doğal gaz tüketiminde % 25 ve beslenmede % 4'olduğu bildirilmiştir.

Yaka ve ark. (2015), Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulunun karbon ayak izini hesaplamışlardır. Hesaplama işlemlerinde gösterge parametreler olarak elektrik tüketimi (üniversite binası aydınlatma araçları, klima ile asansör kullanımları ve ofis araçları) ve ulaşımda kullanılan araçlarından çıkan atık gaz emisyonları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, karbon salınımı 98307 kg CO_2/yıl olarak belirlenmiştir.

Özçelik (2017), 18 Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü ayak izini hesaplamıştır. Çalışmada gösterge parametreler olarak üniversitedeki elektrik kullanımı, personeller tarafından kullanılan araç sayısı, akademik ve idari personel tüketimleri ve öğrencilerin ulaşım kaynaklı emisyonları kullanılmıştır. Ulaşım kaynaklı emisyonların hesaplanması için IPCC Tier 1 ve Tier 2 metodları kullanılmıştır. Bu kapsamda anket çalışması ve kamera verileri kullanılarak üniversiteye giriş yapan ortalama araç sayısı tespit edilerek çalışmalar yürütülmüştür. IPCC Tier 1 Metoduna göre hesaplanan karbon ayak izi miktarı19706,084 $EtCO_2$/yıl, Tier 1 Metoduna göre hesaplanan karbon ayak izi miktarı10122,154 $EtCO_2$/yıl olarak hesaplanmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada Harran üniversitenin 2021 yılına ait elektrik, doğalgaz, benzin, motorin ve kağıt verileri materyal olarak kullanılmıştır. Bu veriler Harran Üniversitesi'ne bağlı akademik ve idari birimlerinden alınmıştır.

Harran Üniversitesi Osmanbey kampüsünde özel araçlardan kaynaklanan salım hesaplamaları yapabilmek için çalışan elemanlara üniversiteye ulaşım için kullandıkları özel araçlar ile ilgili anket yapıldı. Salım hesaplamaları yapılan (EK 2) de anketteki bulunan sorulara verilen cevaplardan araç verileri alarak yapılmıştır (Üreden, 2019).

Özel araçlar kullanan personeller üniversiteye gidiş ve üniversiteden konuta dönüş yıllık ortalama 11750 km yapmaktadır. Personellerin kullandıkları araçları ürettikleri firmaların web sitelerinden araçların 100 km'de tükettiği yakıt miktarı öğrenilmiş olup 11750 km başına tüketilen yakıt miktarı hesaplanmıştır.

Osmanbey Kampüsüne ulaşım hizmeti sağlayan toplu ulaşım araçlardan kaynaklanan karbon emisyonları hesaplamalarında belediye yetkililerinden elde edilen çalışma saatleri ve sefer sayısı verileri içeren çizelgelerden faydalanmıştır. Bu verileri kullanarak yıllık yapılan km'yi ve yıllık yakıt tüketimi hesaplanmıştır.

Harran Üniversitesi personel servislerinin günlük kat ettiği yolunun mesafesi üniversitenin sitesinden öğrenilerek bu araçlardan kaynaklanan karbon emisyonları hesaplanmıştır (HRÜ, 2023).

Harran Üniversitesinde yangın tüpü, iklimlendirme ve soğutma makinaları elementlerin verilerine ulaşılamadığından "Sürdürülebilir Yaşam için Karbon Ayak İzi (Çankırı Karatekin Üniversitesi Örneği)" başlıklı yüksek lisans çalışmasındaki

bulunan değerlerine göre kabuller yapıp Harran Üniversitesindeki karbon emisyon hesaplamalarına eklenmiştir (Üreden, 2019).

Kağıt atıklarından kaynaklanan salım hesaplamaları için akademik ve idari birimleri kayıtlarından 2021 yılındaki kağıt tüketim bilgileri kullanılmıştır.

Üniversitenin karbon ayak izini hesaplayıp fosil yakıt kaynakları kullanılarak elde edilen enerjiye olan ihtiyacını azaltabilmek ve yenilenebilir enerji kaynakları açısından önerilerde bulunmak için, Şanlıurfa ili hakkından kurumsal veriler ve literatür taramalarından yararlanılmıştır.

3.2. Yöntem

Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü birimlerinden karbon salınımına neden olan faaliyetlerinin 2021 yılı verileri, IPCC (2006) metodolojisi veri toplama kılavuzlarına göre alınmıştır (EK 1).

$$\mathbf{E\ tCO_{2/yıl} = ((FV_{kWh/yıl}\ x\ EF_{kgCO2/\ kWh}\ x\ İ\&DK\%) + (FV_{kWh/yıl}\ x\ EF_{kgCO2/kWh}))\ x\ 10^{-3}} \quad (3.1)$$

Elektrik tüketiminden kaynaklanan karbon salımları denklem “3.1” kullanarak hesaplanmıştır (Üreden ve Özden, 2018).

Burada;

“$EtCO_2$: emisyon karbondioksit miktarını (ton),

FV : yıllık tüketilen toplam elektrik miktarını Faaliyet Verisi (kWh/yıl),

EF : emisyon faktörü (kgCO2/kWh),

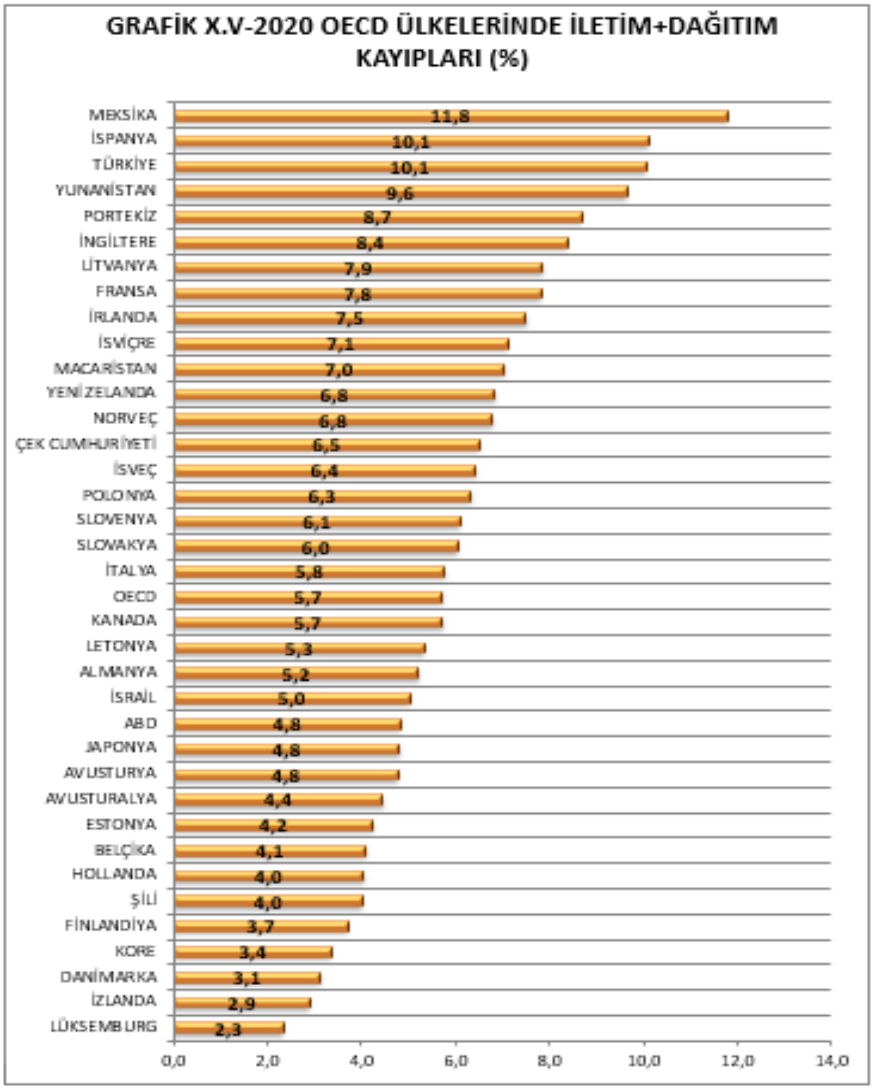
İ&DK : iletim ve dağıtım kayıpları,

$10^{-3:}$ kg’dan Ton’a çevirme katsayısıdır”.

Türkiye için Emisyon faktörü 0,437 kgCO2/kWh olarak alınmıştır (ETKB 2022). Türkiye için İ&DK değeri %10,1 olarak alınmıştır (Şekil 3.1) (TEİAŞ 2020).

Yıllık elektrik tüketimi üniversitenin ödeme yaptığı faturalardan kWh cinsinden alınarak denklemde kullanılmıştır. Emisyon faktörü değeri “T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı” tarafından yayınlanan Türkiye Elektrik Üretimi ve Elektrik

Tüketim Noktası Emisyon Faktörleri Bilgi Formundan, iletim ve dağıtın kayıpları değeri ise TEİAŞ tarafından yayınlanan Türkiye Elektrik Üretim-İletim İstatistiklerinden alınarak denklemde kullanılmıştır. Bu değerleri kullanarak elektrik enerjisinden kaynaklanan karbon ayak izi hesaplanmıştır. (ETKB, 2020; TEİAŞ, 2020; Üreden ve Özden, 2018).



Şekil 3.1. İletim ve dağıtım kayıpları (%) (TEİAŞ, 2020)

$$\mathbf{EtCO_{2/yıl}} = (((\mathbf{DOY_{kg/\,m3}\ x\ DK_{m3/\,yıl}})\ \mathbf{x}\ 10{-}3)\ \mathbf{x}\ (\mathbf{EF_{kgCO2/\,TJ}\ x}\ 10{-}3)\ \mathbf{x}\ \mathbf{YF_{TJ}\ x\ OF})\mathbf{x}\ 10{-}3 \quad (3.2)$$

Doğalgaz tüketiminden kaynaklanan karbon salımları denklem "3.2" kullanarak hesaplanmıştır (Üreden ve Özden, 2018).

Burada;

"$EtCO_2$: emisyon karbondioksit miktarını (ton),

$DOY_{kg/m3}$: (doğal gazın m3 biriminden kg birimine çevirme katsayısıdır) doğalgaz ortalama yoğunluğunu,

$DK_{m3/yıl}$: (m3) yıllık doğalgaz kullanım miktarını,

$EF_{kgCO2/TJ}$: emisyon faktörü,

YF_{TJ} : yükseltgenme faktörü,

OF : oksidasyon faktörü".

Doğal gaz ortalama yoğunluğu 0,670 kg/m^3 olarak alınmıştır (ETKB 2011).

Doğal gaz Emisyon faktörü 56,1 t CO2/TJ olarak alınmıştır (CSB 2014).

Yükseltgenme faktörü 48 TJ olarak alınmıştır (CSB 2014).

Oksidasyon faktörü IPCC kılavuzlarında "1" olarak kabul edilmektedir.

Yıllık doğalgaz kullanım miktarı üniversitenin ödeme yaptığı faturalardan m3 cinsinden alınmıştır. Doğalgaz ortalama yoğunluğu değeri ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı) tarafından 27 Eylül 2011 günü yayınlanan "Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması İçin Alacakları Önlemler Hakkında Yönetmeliğin" Ek.2 deki cetvelinden alınarak denklemde kullanılmıştır. Doğalgaz emisyon ve yükseltgenme faktörlerin değerleri Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından hazırlanan ve 22 Temmuz 2014 Tarihli ve 29068 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Sera Gaz Emisyonlarının İzlenmesi Ve Raporlanması Hakkında Tebliğin" EK-5 sayılı tablo 5.1'den alınmıştır. Denklem "3.2" de bu veriler yerlerine konularak doğalgaz enerjisinden kaynaklanan karbon ayak izi hesaplanmıştır (ETKB, 2011; CSB, 2014).

$$\mathbf{EtCO_{2/yıl}} = (((\mathbf{BOY_{kg/\ell}} \mathbf{x}\ \mathbf{BK_{\ell/yıl}})\ \mathbf{x}\ \mathbf{10^{-3}})\ \mathbf{x}\ (\mathbf{EF_{kgCO2/TJ}}\ \mathbf{x}\ \mathbf{10^{-3}})\ \mathbf{x}\ \mathbf{YF_{TJ}}\ \mathbf{x}\ \mathbf{OF})\mathrm{x}\ \mathbf{10^{-3}} \quad (3.3)$$

Akaryakıt tüketiminden kaynaklanan karbon salımları denklem "3.3" kullanarak hesaplanmıştır (Üreden ve Özden 2018).

Burada;

"$EtCO_{2/yıl}$: emisyon karbondioksit miktarını (ton),

$BOY_{kg/\ell}$: (akaryakıtı litre biriminden kg birimine çevirme katsayısı) akaryakıt ortalama yoğunluğu,

$BK_{\ell/yıl}$: yıllık akaryakıtın kullanım miktarı (ℓ),

$EF_{kgCO2/TJ}$: emisyon faktörü,

YF_{TJ} : yükseltgenme faktörü,

OF : (IPCC kavuzlarına göre "1" olarak alındı) oksidasyon faktörü".

Çizelge 3.1 Yakıt türlerinin CO_2 emisyon ve yükseltgenme faktörleri (CSB 2014)

Yakıt Tipi	Emisyon Faktörü (t CO_2/TJ)	Net Kalorifik Değer (TJ/Gg)	Kaynak
Benzin	69,3	44,3	IPCC 2006
Motorin	74,1	43,0	IPCC 2006
LPG	63,1	47,3	IPCC 2006

Çizelge 3.2 Yakıt türlerinin litre cinsinden kg cinsine çevirme katsayıları (ETKB, 2011)

Yakıt Tipi	Yoğunluk	Kaynak
Benzin	0,735 kg/ℓ	IPCC 2006
Motorin	0,830 kg/ℓ	IPCC 2006
LPG	0,56 kg/ℓ	IPCC 2006

Akaryakıtların (benzin, motorin) yıllık tüketim miktarlarını üniversitenin ödeme yaptığı faturalardan litre cinsinden alınmıştır.

Akaryakıtların litre cinsinden kg cinsine çevirme katsayıları ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı) tarafından 27 Eylül 2011 günü yayınlanan "Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması İçin Alacakları Önlemler Hakkında Yönetmeliğin" Ek.2 deki cetvelinden alınarak denklemde kullanılmıştır (çizelge 3.1). Akaryakıtların emisyon ve yükseltgenme faktörlerin değerleri Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından hazırlanan ve 22 Temmuz 2014 Tarihli ve 29068 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Sera Gaz Emisyonlarının İzlenmesi Ve Raporlanması Hakkında Tebliğin" EK-5 sayılı tablo 5.1'den alınmıştır (çizelge 3.2). Denklem "3.3" de bu veriler yerlerine konularak akaryakıtların tüketiminden kaynaklanan karbon ayak izi hesaplanmıştır (ETKB 2011; CSB 2014).

$$\mathbf{MK_{\ell/yıl} = (YK_{yıl} \times 0{,}25_{\ell})/KS} \quad (3.4)$$

Toplu ulaşım ve toplu seyahat araçlardan kaynaklanan karbon salımları denklem "3.4" kullanarak hesaplamaktadır (Üreden ve Özden 2018).

Burada;

"$YK_{yıl}$: yıllık yapılan (km),

$0{,}25_{\ell}$: Otobüsünün km'de yaktığı ortalama yakıt (ℓ),

KS : kişi sayısı (aracının yolcu taşıma kapasitesi),

$MK_{\ell/yıl}$: yıllık akaryakıtın kullanım miktarı (ℓ), (kişi başı) ".

Toplu ulaşım araçlarından kaynaklanan salım hesaplamaları için "3.3" ve "3.4" nolu denklemleri kullanılmıştır (Üreden ve Özden 2018). Günlük yapılan km'yi şehir merkezinden (Bamyasuyu Aktarma Merkezi) ile Osmanbey Kampüsü arasında km'yi, toplu taşıma araçlarının bir günde yaptığı sefer sayısı ile çarpılarak elde edilmiştir. Buradaki seferlerin gidiş-dönüş şeklinde olduğu için çıkan sonucu 2 ile çarpılmıştır. Toplu ulaşım araçların yolcu taşıma kapasiteleri tiplerine göre öğrenilmiştir (Üreden ve Özden, 2018).

$$\mathbf{EtCO_{2e}} = (\mathbf{THFG_{HFC\text{-}227ea}\ x\ 10^{-3}\ tHFC\text{-}227ea}) \mathbf{\ x\ TŞ\ \%\ x\ KIP_{tCO2/THFC\text{-}227ea}} \quad (3.5)$$

Yangın söndürücü gazlardan kaynaklanan karbon salımları denklem "3.5" kullanarak hesaplanmaktadır (Üreden ve Özden, 2018).

"$EtCO_{2e}$: toplam HFC-227ea söndürücü gaz emisyonu (karbon eşdeğeri).

THFG : sistemde yüklü söndürücü gaz (kg) (Sera Gazı Protokolü, Küresel Isınma Potansiyel Değerleri).

TŞ % : sisteme yüklenen toplam söndürücü gazının % değerinden oranı, yıllık % 1 civarı bir emisyon gerçekleşmektedir.

KIP : küresel ısınma potansiyelini göstermektedir (Sera Gazı Protokolü)".

Bu denklem ile yangın tüplerinden kaynaklanan sera etkisi yapan gazların kaçaklarının meydana getiren salımlarını hesaplanmaktadır (Üreden, 2019).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çalışma alanında gerekli olan veriler IPCC (2006) kılavuzlarında 1, 2 ve 3 kapsam gruplarına giren materyallere göre belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada;

- Fosil yakıt tüketiminden kaynaklanan karbon salımları,
- Elektrik tüketiminden kaynaklanan karbon salımları,
- Yangın söndürme tüplerinin kaçak gazlardan kaynaklanan karbon salımları,
- Soğutucu ve iklimlendirme makinalarından kaynaklanan karbon salımları,
- Özel araçlardan kaynaklanan karbon salımları,
- Toplu taşıma araçlarından kaynaklanan karbon salımları,
- Kağıt atıklarından kaynaklanan karbon salımları olarak elde edilen veriler hesaplamalarda kullanılmıştır.

Ayırıcı üniversitedeki yeşil alanlarda bulunan ağaçların karbon tutma miktarı bularak hesaplanan toplam karbon salımlarından düşürüldü.

Bu çalışmada karbon ayak izi hesaplamaları, Üreden ve Özden tarafından IPCC kılavuzları, GHG (sera gaz protokolü) ve ulusalarası standardizasyon örgütü ışığında geliştirilen, tier 1 ve tier 2'nin yanı sıra tier 3 kapsamına giren Türkçe literatüre kazandırılan hesaplama denklemleri ile gerçekleşti.

4.1. Çalışma Alanı

Şanlıurfa il sınırları içeresinde bulunan Harran Üniversitesi Osmanbey Yerleşkesi bünyesinde "Fen-Edebiyat, Mühendislik, İktisadi ve idari Bilimler, İlahiyat, Eğitim, Ziraat, Sağlık Bilimleri, Tıp ve Güzel Sanatlar Fakülteleri ile Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Turizm ve Otel İşletmeciliği Yüksekokulu, Devlet Konservatuvarı Eğitim-Öğretim vermektedir" (Şekil 4.1)(HRÜ, 2023).



Şekil 4.1 Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü

Harran Üniversitesi Osmanbey Yerleşkesinde 2021 yılında 24000 öğrenci eğitim görmektedir. Personel İşleri Daire Bakanlığından alınan veriye göre Osmanbey Kampüsünde 830 Akademik, 1880 idari personel olmak üzere toplam 2710 kişi görev yapmaktadır. Üniversitede gerçekleşen farklı faaliyetler sonucunda karbon salınımına neden olmaktadır. Üniversitenin karbon ayak izini hesaplayarak ülke ve dünya toplumuna başaralı bir örnek teşkil edecektir.

4.2. Elektrik Tüketiminden Kaynaklı Karbon Salım Hesaplamaları

Harran Üniversitesi Osmanbey kampüsü birimlerindeki ödemesi yapılmış 2021 yılı elektrik faturalarından elde edilen elektrik tüketimi toplamda 15243453 kWh olarak görülmüştür (HRÜ, 2023). “3.1” nolu denklem kullanılarak elektrik tüketiminden kaynaklanan emisyon karbondioksit miktarı 7334 $EtCO_{2/yıl}$ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1)(Üreden ve Özden, 2018).

Çizelge 4.1 Elektrik tüketim verileri ve oluşan salınımlar (HRÜ, 2023)

Yerleşkeler	2021 yılı Elektrik Tüketimi (kWh)	$EtCO_{2/yıl}$
Osmanbey kampüsü	15243453	7334

4.3. Doğalgaz Tüketiminden Kaynaklı Karbon Salım Hesaplamaları

Harran Üniversitesi yönetiminden elde edilen 2021 yılı doğalgaz faturalarından Osmanbey kampüsünün toplam yıllık doğalgaz tüketimi 393144 m^3 olarak görülmüştür (HRÜ 2023). "3.2" nolu denklem kullanılarak doğalgaz tüketiminden kaynaklanan emisyon karbondioksit miktarı 709 $EtCO_{2/yıl}$ olarak hesaplanmıştır (Üreden ve Özden, 2018; Çizelge 4.2). Üniversitede ısınma amaçlı kullanılan doğalgaz Üniversite yönetiminden toplam tüketim değerini alınmıştır. Birim bazlı alınmamıştır (HRÜ, 2023).

Çizelge 4.2. doğalgaz tüketim verileri ve oluşan salınımlar (HRÜ, 2023)

Yerleşkeler	2021 yılı Doğalgaz Tüketimi (m^3)	$EtCO_{2/yıl}$
Osmanbey kampüsü	393144	709

4.4. Benzin Tüketiminden Kaynaklı Karbon Salım Hesaplamaları

Harran Üniversitesi Osmanbey kampüsü bünyesinde 2021 yılında tüketilen benzin miktarı 12064 litre olarak elde edilmiştir (HRÜ, 2023). Benzin tüketiminden kaynaklanan emisyon karbondioksit miktarı "3.3" nolu denklem kullanılarak 27 $EtCO_{2/yıl}$ olarak hesaplanmıştır (Üreden ve Özden, 2018; Çizelge 4.3).

Çizelge.4.3 Benzin tüketim verileri ve oluşan salınımlar (HRÜ, 2023)

Yerleşkeler	2021 yılı Benzin Tüketimi (litre)	$EtCO_{2/yıl}$
Osmanbey kampüsü	12064	27

4.5. Motorin Tüketiminden Kaynaklı Karbon Salım Hesaplamaları

Harran Üniversitesi Osmanbey kampüsü bünyesinde 2021 yılında tüketilen motorin miktarı 61590 litre olarak elde edilmiştir (HRÜ, 2023). Üniversite Yönetiminden alınan verilerde tüketilen motorinin iş makinalarda kullanıldığını görülmüştür. Motorin tüketiminden kaynaklanan emisyon karbondioksit miktarı "3.3" nolu denklem kullanılarak 163 $EtCO_{2/yıl}$ olarak hesaplanmıştır (Üreden ve Özden, 2018; Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Motorin tüketim verileri ve oluşan salınımlar (HRÜ, 2023)

Yerleşkeler	2021 yılı Motorin Tüketimi (litre)	$EtCO_{2/yıl}$
Osmanbey kampüsü	61590	163

4.6. Yangın Söndürme Tüplerinden Kaynaklı Karbon Salım Hesaplamaları

"Sürdürülebilir Yaşam için Karbon Ayak İzi (Çankırı Karatekin Üniversitesi Örneği)" başlıklı yüksek lisans çalışmasında 303 adet yangın söndürme tüplerinden kaynaklanan karbon emisyonu "3.5" nolu denklem kullanılarak 75 $EtCO_{2/yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Yangın tüpünün içindeki CO_2 itici ya da söndürücü gazlarda ortalama % 1 kaçak oluşmaktadır. Meydana gelen bu kaçaklar sera gaz salımına neden olmaktadır (Üreden, 2019).

Harran Üniversitesinde yangın tüpü elementlerine ulaşılamamıştır. Harran Üniversitesi hem personel hem öğrenci hem de yapılaşma bakımından Çankırı Karatekin Üniversitesinden yaklaşık iki kat daha büyüktür, buna göre yangın tüplerinden kaynaklı karbon emisyon salınımı Çankırı Üniversitesinin 2 katı olarak kabulü yapılmıştır. Bu doğrultuda sera gazı emisyonu 150 $EtCO_2$/yıl olarak kabul edilmiştir.

4.7. Soğutucu ve İklimlendirme Makinalarından Kaynaklı Karbon Salım Hesaplamaları

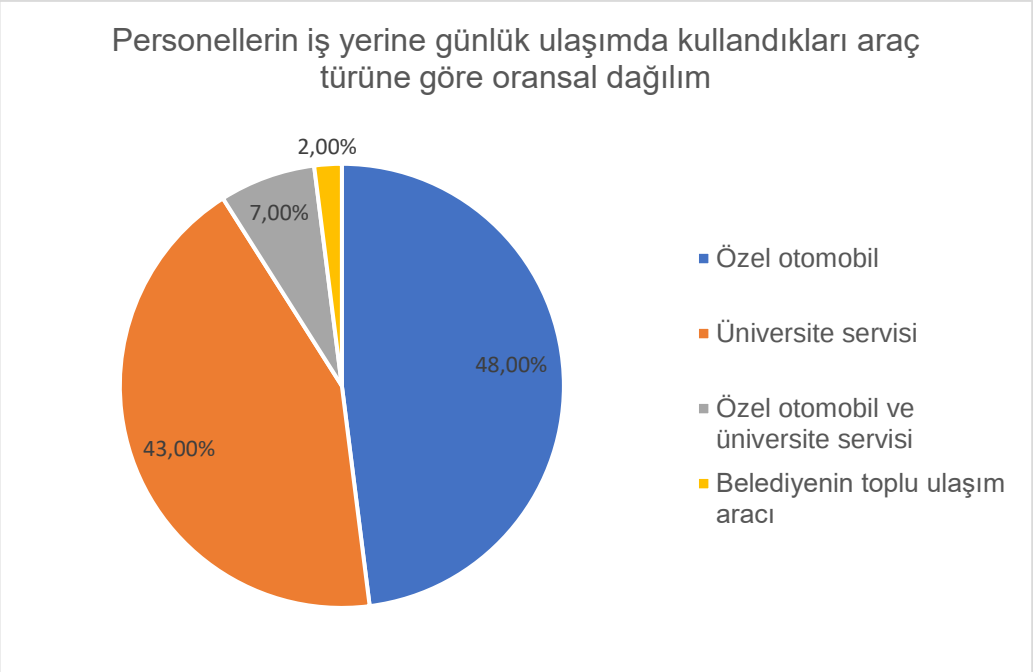
"Sürdürülebilir Yaşam için Karbon Ayak İzi (Çankırı Karatekin Üniversitesi Örneği)" başlıklı yüksek lisans çalışmasında soğutucu ve iklimlendirme makinalarından (klima, buzdolabı ve su sebili) kaynaklanan emisyonu cihazlardaki soğutucu olarak kullanılan gazın türü ve sisteme yüklenen gazının miktarı gibi bilgileri alınarak hesaplanmıştır. Hesaplanan yıllık karbon emisyonu toplam emisyon içerisinde 1,48 $EtCO_2$/yıl gibi küçük bir değer çıkmıştır (Üreden, 2019).

Harran Üniversitesi personel olarak (yaklaşık 1/2) daha fazla personele sahip ve Çankırı Karatekin Üniversitesi Harran Üniversitesine göre ülkemizin güneyinde yer almaktadır. Harran Üniversitesinde yaz aylarında iklimlendirme cihazı kullanımı fazladır, bunun için Çankırı Üniversitesi için hesaplanan 1,48 $EtCO_2$/yıl emisyonun %50 artırılarak yaklaşık 2,25 $EtCO_2$/yıl olarak kabul edilmiştir.

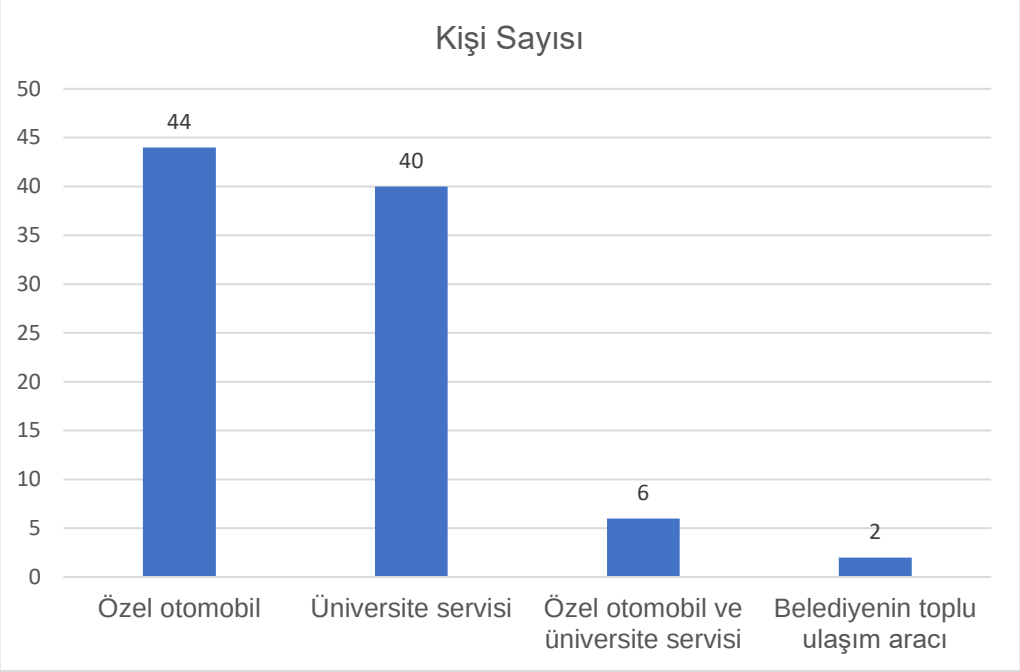
4.8. Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsüne Ulaşımda Özel Araç Kullanımından kaynaklı Karbon Salım Hesaplamaları

Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü Personeline Etik Kuruldan ve Üniversite Rektörlükten izin alınarak çalışmanın amaçlarına yönelik WEB tabanlı anket yapılmıştır (EK 1). Personellerin ankete verdikleri cevaplardan faydalanarak oluşan karbon emisyonu hesaplanmıştır (Üreden, 2019; EK 2).

Osmanbey Kampüsünde çalışan toplam 2710 personelden ankete 92'si katılım sağlamıştır. Ankete katılan personellerin üniversiteye ulaşımda %48'sinin özel araçlarını, %43'ünün üniversite servisi, %7'snin hem üniversite servisi hem de özel araçlarını, %2'sinin ise belediyenin toplu ulaşım araçlarını kullandıklarını belirtmişlerdir (Şekil 4.2, Şekil 4.3).

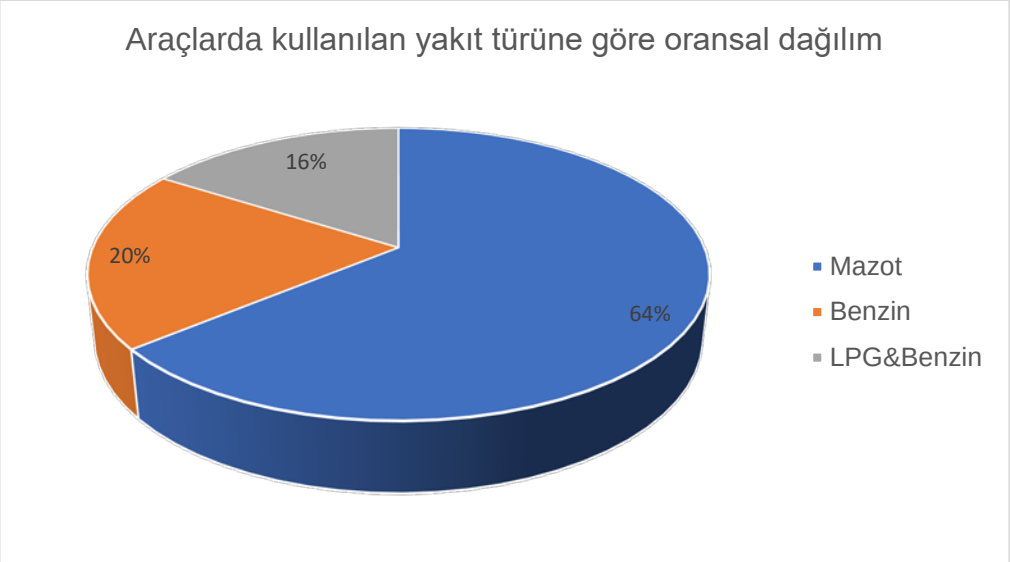


Şekil 4.2 Personellerin üniversiteye ulaşımda kullandıkları araç türüne göre oransal dağılım

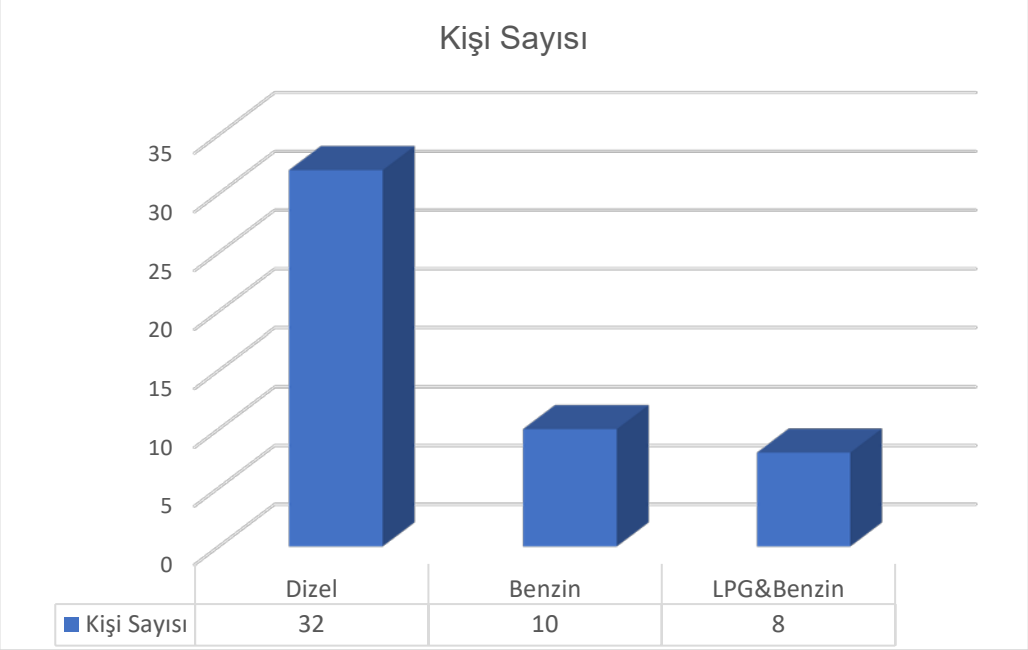


Şekil 4.3 Personellerin üniversiteye ulaşımda kullandıkları araç türüne göre dağılım

Ankete katılan 92 kişiden 50 kişi üniversiteye ulaşımda her zaman ya da ara sıra kendi otomobillerini kullandıklarını belirtmişlerdir (Şekil 4.3). Bu da katılımcıların %55' ine denk gelmektedir. Bu personellerin %64' ü araçlarının dizel yakıtı, %20'si benzin, %16' sı ise LPG&benzin ile çalıştığını ifade etmişlerdir (Şekil 4.4, Şekil 4.5).

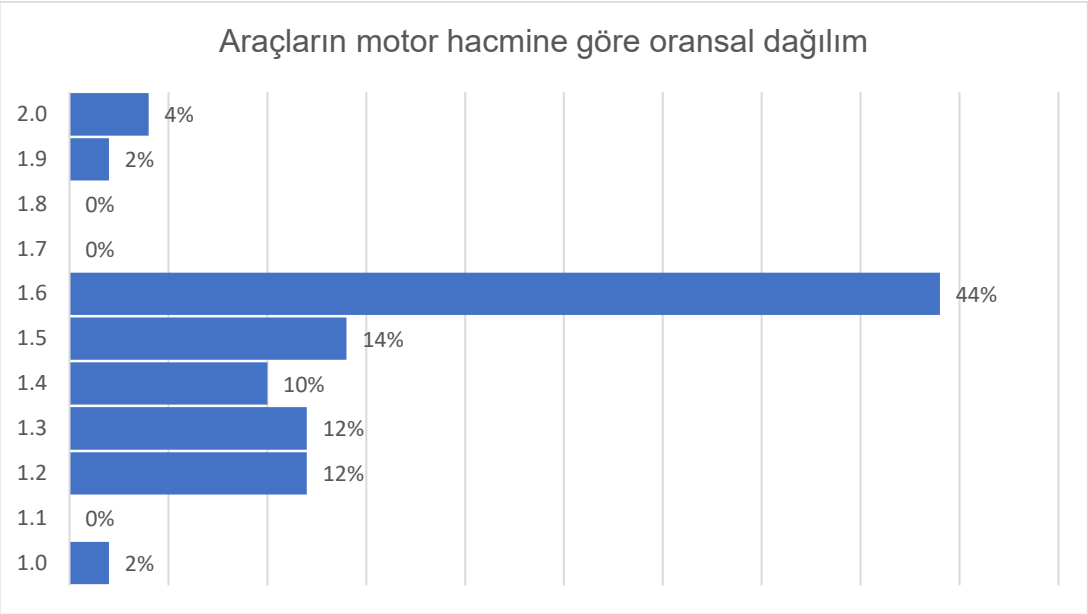


Şekil 4.4 Araçlarda kullanılan yakıt türüne göre oransal dağılım



Şekil 4.5 Araçlarda kullanılan yakıt türüne göre dağılım

Özel araç kullanan 50 kişinin 22'si kullandığı otomobillerinin motor hacimlerinin 1,6 cc olduğunu belirtmişlerdir. Katılımcıların %94' ünün araçlarının motor hacmi 1,6 ve altı olduğu göstermektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Araçların motor hacmine göre oransal dağılım

Anketteki günlük konuttan iş yerine gidiş ve iş yerinden konuta dönüş için yapılan km sorusunun cevabının ortalama değeri 50 km'dir. Üniversitedeki personel iş yerine yılda 235 gün gittiği varsayarak yıllık ortalama 11750 km yapmaktadır.

Özel araçlardan kaynaklanan CO_2 emisyonu hesaplamasında iki yöntem kullanılmış olup iki yöntemde yaklaşık olarak aynı değere ulaşılmıştır. 1. Yöntemde anketteki bulunan sorulara verilen cevaplardan elde edilen otomobillerin özelliklerinden yararlanarak araçların 100 km başına litre cinsinden tüketilen yakıtın miktarını öğrenilmiş olup 11750 km başına tüketilen yakıtın miktarına çevrilmiştir (Şekil 4.7). İş yerine ulaşımda özel araçların tarafından harcanan yıllık yakıt miktarını bulunduktan sonra "3.3" nolu denklem kullanılarak $EtCO_{2/yıl}$ değeri hesaplanmıştır.

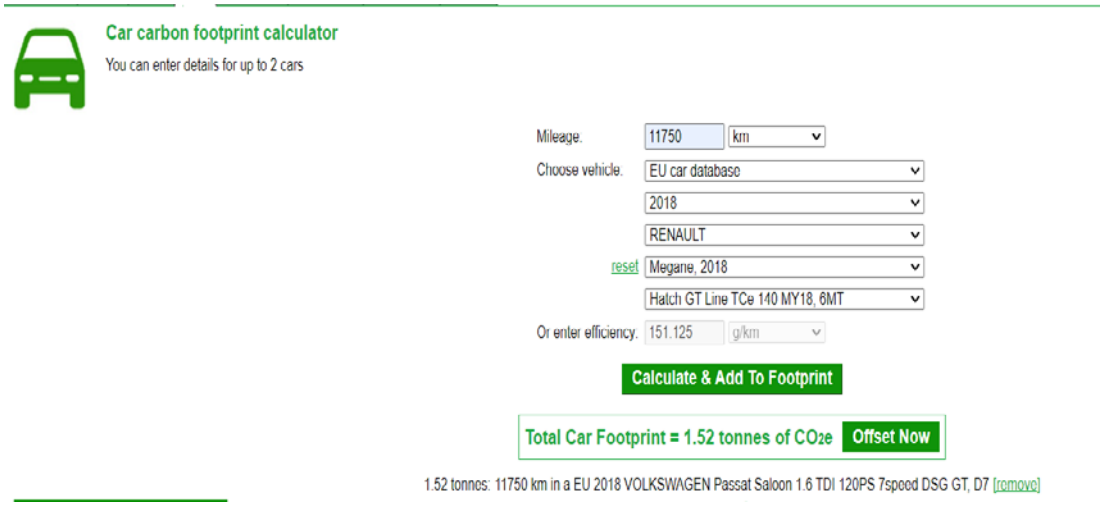
Dizel yakıtlı otomobilleri kullanan personellerin ankete verdikleri bilgilerle yıllık toplam 16532 litre dizel yakıtı tükettiklerini bulunmuştur. Bunun sonucunda oluşan emisyon karbondioksit miktarı 44 $EtCO_{2/yıl}$ olarak hesaplanmıştır.

Toplamda 28646 litre yakıt tüketiminden kaynaklanan karbondioksit emisyon değeri 67 $EtCO_{2/yıl}$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar ankete katılan özel araç kullandıklarını ifade eden 50 personele aittir. Anketten elde edilen ulaşım yöntemi ve yakıt türü ile ilgili oransal yüzdeleri üniversitenin tüm personeline homojen olarak dalımı yapılmıştır. Buna göre Harran Üniversitesinde Osmanbey Kampüsünde çalışan 2710 personelin %54' ünün Üniversiteye ulaşımda her zaman ya da ara sıra kendi otomobillerini kullandıkları, %46' sının ise üniversiteye diğer ulaşım yöntemleri kullandıkları sonucuna varılmıştır (Şekil 4.2). Bu hesaplamaların sonucunda iş yerine özel araçları kullanan personellerin tükettiği yakıt miktar 843791 litre ve bunun soncunda oluşan emisyon karbondioksit miktarı 1988 EtCO2/yıl olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.5).

Özel aracınızın marka	Aracınızın kullandığı yakıt türü	Aracınızın motor hacmi	Aracınızın model yılı	100 km'de tüketilen yakıt miktarı
Nissan X Trail	Mazot	1598	2017	4,9 litre
Ford	Mazot	1500 cc	2015	4,9 litre
Ford Focus	Mazot	1600 cc	2013	4,2 litre
volkswagen caddy	Mazot	2000	2017	4,6 litre
Renault Laguna	Mazot	1500 cc	2010	4,2 litre
Wolksvagen golf	Mazot	1600 cc	2013	3,9 litre
Seat Leon	Mazot	1600 cc	2014	3,8 litre
Volkswagen Passat	Mazot	1600cc	2018	4 litre
Mercedes Benz CLA	Mazot	1600	2014	3,8 litre
Citroen c4	Mazot	1600 cc	2013	3,8 litre
Volkswagen Caddy	Mazot	1900 cc	2005	6,2 litre
Nissan Qashqai	Mazot	1,6 cc	2017	4,4 litre
Volkwagen-Passat	Mazot	1600	2018	4 litre
Renault Megane	Mazot	1.5 dCi EDC 90 bg	2019	3,8 litre
Nissan Juke	Mazot	1500	2018	4 litre
Nissan Qashqai	Mazot	1500 cc	2018	3,8 litre
toyota corrolla	Mazot	1300	2017	4,1 litre
Fıat Doblo	Mazot	1248	2008	5,8 litre
volkswagen polo	Mazot	1400cc	2016	3,5 litre
Skoda	Mazot	1600	2018	4,1 litre
Pejo 3008	Mazot	1600	2013	5 litre
Skoda Octavia	Mazot	1600	2014	3,9 litre
Fiat Linea	Mazot	1300 cc	2017	4,9 litre
Audi Q	Mazot	1600 cc	2020	4,4 litre
vw passat	Mazot	1600	2014	4 litre
Skoda Superb	Mazot	1600 cc	2020	4,2 litre
Volkswagen passat	Mazot	1600cc	2013	4,3 litre
Chewrolet Captiva	Mazot	2000	2012	8,6 litre
opel astra	Mazot	1300	1996	4 litre
peugeot	Mazot	1500	2019	3,9 litre
Skoda Octavia	Mazot	1600 cc	2013	3,8 litre
Renault symbol	Mazot	165cc	2011	3,9 litre

Şekil 4.7 Dizel ile çalışan otomobillerin özelliklerine göre 100 km'de tüketikleri yakıt miktarı

2. yöntemde ise özel araçlardan kaynaklanan karbon emisyonun değerini (Car carbon footprint calculator) web sitesi kullanarak bulunmuştur. Ankete katılan personellerin verdikleri cevaplardan faydalanarak her bir arabanın özelliklerini sitede seçerek otomobillerin karbon ayak izini bulunduktan sonra toplam yıllık karbon emisyonu hesaplanmıştır. (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 Araç karbon ayakizi hesaplanması

Çizelge 4.5 Özel araçlar kullanımından tüketilen yakıt miktarı ve oluşan karbon salımları

	Tüketilen Yakıt Miktarı (ℓ)	**$EtCO_{2/yıl}$**
Dizel Araçlar	487185	1288
Benzinli Araçlar	177125	400
LPG'li araçlar	179481	300
Toplam	843791	1988

4.9 Toplu Ulaşım Araçlarından kaynaklı Karbon Salım Hesaplamaları

Şanlıurfa Büyükşehir Belediyesi 90 otobüsü ile Osmanbey Kampüsüne ulaşımda hizmet vermektedir. Bu otobüs hattında ilk durak Bamyasuyu Aktarma Merkezi olup son durak ise Osmanbey Kampüsü durağıdır. Bu güzergahta 28 durak bulunup toplam seyahat süresi 32 dakikadır. Belediye yetkilileriyle yapılan görüşmelerde Osmanbey

kampüsüne giden otobüslerin sabah 6.00 - akşam 23.45 saatleri arasında seferler yapıldığını, sefer aralıkları ise yoğun olan saatlerde 7 dakika diğer saatlerde ise 15 dakika olarak gerçekleştirildiğini belirtmişlerdir. Gidiş-dönüş tek sefer olmak üzere Osmanbey Kampüsüne günlük 120 sefer yapılmaktadır. Üniversiteye giden toplu ulaşım araçların 152 kişilik yolcu kapasitesine sahiptir. Hesaplamalar araçların yolcu kapasitelerinin tam dolu varsayılarak yapılmıştır. Osmanbey Kampüsü ile Bamyasuyu Aktarma Merkezi (şehir merkezi) arasındaki mesafeyi 20,2 km, tek sefer (gidiş + dönüş) olarak sayılması için 2 ile çarpılmıştır. Sonrasında sefer sayısı ile çarpılarak günlük yapılan km'yi bulunmuştur. Çıkan değeri de 365 gün ile çarpılarak 2021 yılı için toplam yapılan mesafeyi km cinsinden bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Elde edilen veriler ile "3.4" nolu denklemde yerlerine konularak yılık tüketilen akaryakıtın miktarını bulunmuş olup sonrasında bu değeri "3.3" denklemde yerine konularak belediye otobüslerden kaynaklanan emisyon karbondioksit miktarı 1170 EtCO2/yıl olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.6 Belediye otobüslerin Osmanbey Kampüsüne yaptığı km ve tükettiği yakıt miktarı

Mesafe (km)	Günlük yapılan sefer sayısı	Günlük yapılan km	Yıllık yapılan km	Aracının kişi kapasitesi	Yıllık Motorin tüketimi (ℓ/yıl) (kişi başı)
20,2	120	4848	1769520	152	2910

Çizelge 4.7 Belediye otobüslerden kaynaklanan karbon salımı

Yıllık Yakıt tüketimi (ℓ/yıl) (kişi başı)	EtCO2/yıl 1 kişi için	Seyahat eden kişi sayısı	Toplam EtCO2/yıl
2910	7,7	152	1170

Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü servisleri ile personellere ulaşım hizmeti sağlamaktadır. 27 yolcunun kapasitesine sahip midibüslerin günde 40 sefer yapmaktadır. Midibüslerin ilk durakları farklı olmasından dolayı gidilen güzergahların mesafeleri (km'leri) de farklıdır. Harran Üniversitesi İdari ve Mali İşler Daire

Başkanlığı tarafından yayınlanan personel servis tablosunda midibüslerin toplam gittiği mesafelerin uzunluğu bulunmaktadır (HRÜ). Buna göre günlük toplam gidilen mesafe 1936 km olarak hesaplanmıştır. Bu araçların hafta sonlarında çalışmadığı için yılda 261 gün üniversiteye gittiğine göre yıllık yapılan mesafe 505348 olarak bulunmuştur.

Harran Üniversitesi personel servislerinden kaynaklanan emisyon karbondioksit miktarı 334 EtCO2/yıl olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.8).

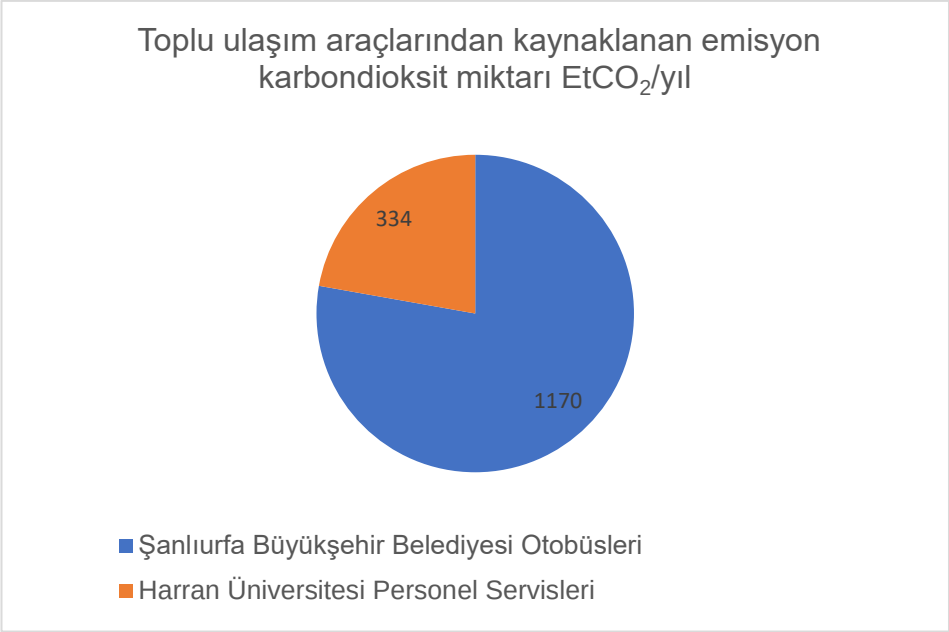
Çizelge 4.8 Harran Üniversitesi personel servislerinden kaynaklanan karbon salımı

Günlük yapılan km	Yıllık Yapılan km	Aracının kişi kapasitesi	Yıllık Motorin tüketimi (ℓ/yıl) (kişi başı)	EtCO2/yıl 1 kişi için	Seyahat eden kişi sayısı	Toplam $EtCO_2$/yıl
1936	505348	27	4679	12,4	27	334

Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsüne ulaşım hizmetleri sağlayan belediye otobüsleri ve personel servislerinden kaynaklan toplam emisyon karbondioksit miktarı 1504 EtCO2/yıl olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.9, Şekil 4.9).

Çizelge 4.9 Toplu ulaşım araçlarından kaynaklanan toplam karbon salımları

CO_2 Emisyon Kaynakları	$EtCO_2$/yıl
Şanlıurfa Büyük Şehir Belediyesi otobüsleri	1170
Harran Üniversitesi personel servisleri	334
Toplam	1504



Şekil 4.9 Toplu ulaşım araçlarından kaynaklanan toplam karbon salımları

4.10 Kağıt Atıklarından Kaynaklanan Karbon Salım Hesaplamaları

Kağıt üretmek için ağaçların kesilmesi ile İklim değişikliğinin mücadelesinde önemli bir rol oynayan ormanların tahrip edilmesine neden olmaktadır. 1 ton kağıt üretimi için yaklaşık olarak 17-24 ağaç kesilmesine sebep olmaktadır.

1 ton kullanılmış kağıdın geri kazandırılması ile kağıt üretimi için ihtiyaç duyulan enerji, normal işlemlere gerekli olanın %50'si kadardır. Bu halde, 1 ton kullanılmış kağıdı geri kazandırılarak 4100 kilovat-saatlik enerji tasarruf edilir ve 17 ağaç kurtarılır. (ÇŞB, 2019; Şekil 4.10).



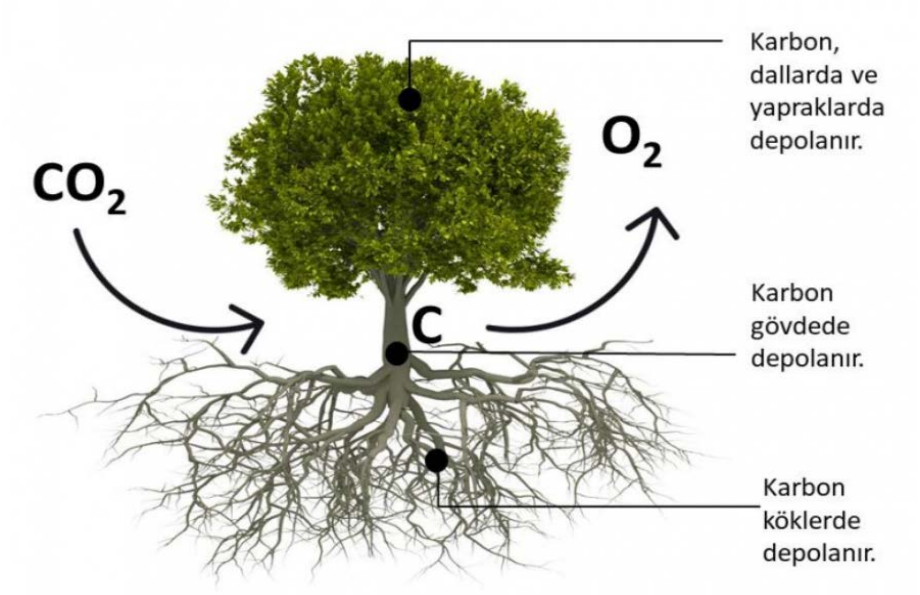
Şekil 4.10 Bir ton kağıt ne kazandırır (ÇŞB, 2019)

Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsünün birimlerinde üniversite yönetiminden alınan verilere göre 10,4 ton kağıt tüketilmiştir.

1 ton kağıt üretimi için 3,15 m^3 oduna ihtiyacı vardır, buna göre 10,4 ton kağıt için 32,76 m^3 oduna ihtiyacı vardır. 3.15 m^3 odun elde etmek için çapları (20-22) olan 17 adet sarıçam ağacının kesilmesi gerekmektedir. Buna göre 32,76 m^3 odun için çapları (20-22) olan 177 adet sarıçam ağacının kesilmesi gerekmektedir. (20-22) çapları olan sarıçam ağacının karbon tutma kapasitesi 0,07 tondur (Üreden 2019). Bu halde, 10,4 ton kağıdının geri kazandırılmadığında 12,39 ton karbonunun tutulmasını engellenmesine neden olacaktır.

4.11 Ağaçlık Alanları

Ağaçların fotosentez yoluyla atmosferdeki karbondioksiti alarak su ile birleştirir sonrasında karbonhidrata ve oksijene dönüştürür. Ağaçların dönüştürdükleri karbonhidratı köklerinde, gövdesinde, dallarında ve yapraklarında biyokütle olarak depolanır (Şekil 4.11; BUÜ, 2022). Ağaçların karbon tutma kapasitesi ile karbon emisyonları azaltarak iklim değişikliğine karşı mücadelede önemli bir rolü vardır.



Şekil 4.11 ağaçlar (karbon yutağı) (BUÜ, 2022)

Ağacın Karbon tutma kapasitesi, her bir ağacın türü, çapı, yüksekliği, yaprak biyokütlesi, yıllık büyüme miktarı ve sağlık durumuna gibi faktörlere bağlıdır (Gül, Tuğler ve Akkuş, 2021).

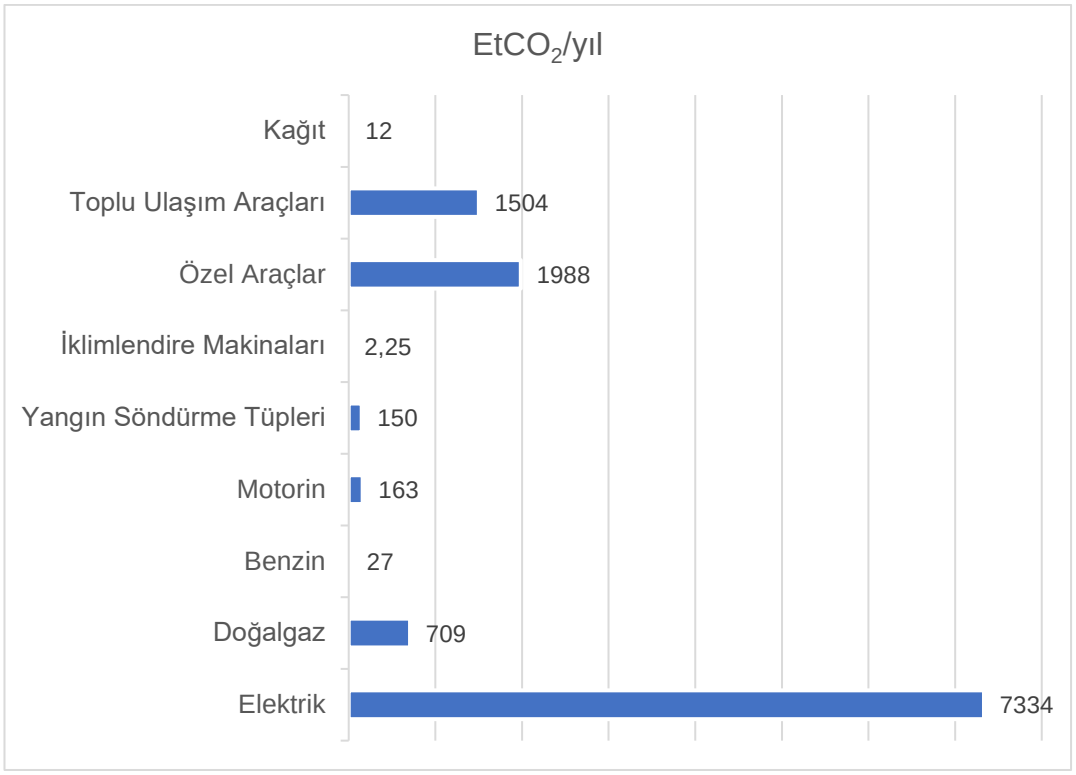
"Sürdürülebilir Yaşam için Karbon Ayak İzi (Çankırı Karatekin Üniversitesi Örneği)" başlıklı yüksek lisans çalışmasında yapılan hesaplamalara göre Çankırı Üniversitesinde bulunan ağaçlık alanlarda yaklaşık olarak 13.966 adet ağacın bulunduğu, ve bu ağaçların yıllık artımı 40 m^3 olduğunu belirlenmiştir. Çankırı Üniversitesinde ağaçların yıllık 17 ton CO_2 tuttuğu sonucuna varılmıştır (Üreden, 2019).

Harran Üniversitesi Osmanbey yerleşkesinde bulunan ağaçlık alanları ve peyzaj alanları yaklaşık olarak Çankırı Üniversitenin 2 katı olup 2021 yılı sonu itibari ile 50 ton CO_2 tutma verisi kabul edilmiştir.

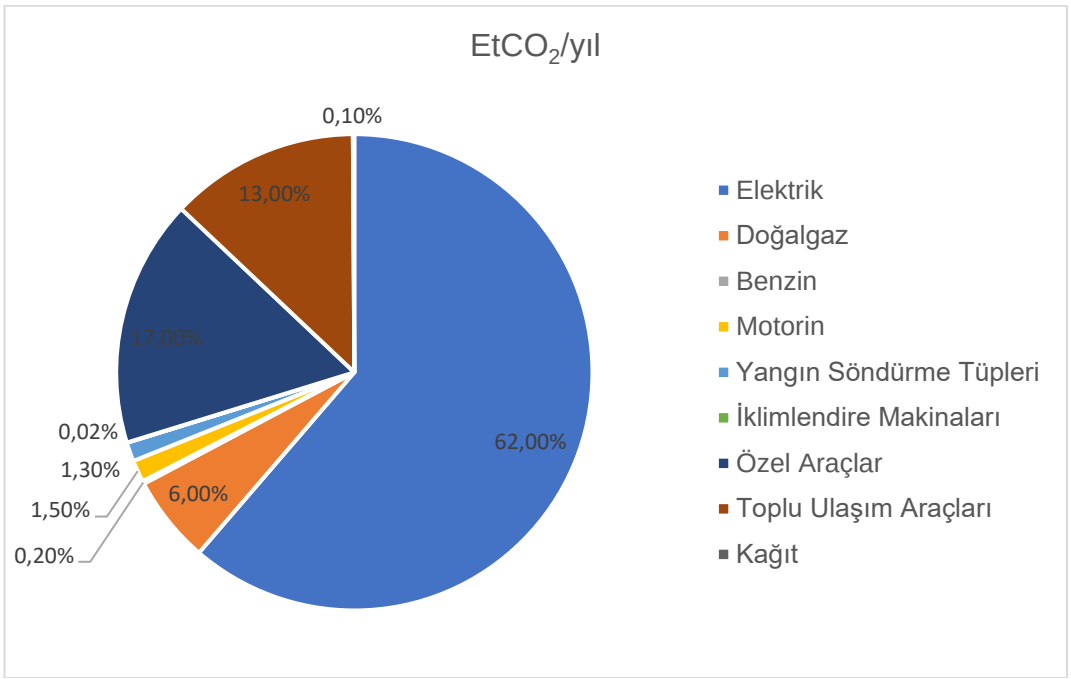
Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsünün faaliyetleri sonucunda oluşan toplam karbon salımı 11840 $EtCO_2$/yıl olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 Osmanbey Kampüsünde toplam karbonayakizi miktarları

Emisyon Kaynakları	**Tüketim Miktarı**	**Birimi**	**$EtCO_{2/yıl}$**
Elektrik	15243453	KWh	7334
Doğalgaz	393144	m^3	709
Benzin	12064	litre	27
Motorin	61590	litre	163
Yangın Söndürme Tüpleri	——	——	150
İklimlendirme Makinaları	——	——	2,25
Özel Araçlar	843791	litre	1988
Toplu Ulaşım Araçları	568716	litre	1504
Kağıt		ton	12
Ara Toplam			11890
Ağaç Alanları	——		50
Genel Toplam			11840



Şekil 4.12 Karbon emisyonun kaynaklarına göre grafiksel dağılım



Şekil 4.13 Karbon emisyonun kaynaklarına göre oransal dağılım

Şekil 4.13 de gösterildiği gibi en büyük emisyon değeri %62 elektrikten kaynaklıdır. Ona takiben % 17'si özel araç, % 13'ü toplu ulaşım araçlar, %6'sı ise doğalgaz gelmektedir.

Binboğa ve Ünal (2018), Çalışmalarında Celal Bayar Üniversitesinin karbon ayak izini IPCC Modeli Tier 1 yöntemiyle hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda, 2016 yılı için karbon ayak izi miktarı 8953,906 $EtCO_2$/yıl olarak hesaplanmıştır. En yüksek karbon ayak izi katkısının %87,85'lik oranla elektrik tüketiminden kaynaklandığı bildirilmiştir. Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü için yapılan bu çalışmada da %62'lik oranı ile en yüksek sera gazı salımı elektrik tüketiminden kaynakladığını bulunmuştur. Ancak Binboğa ve Ünal (2018) ikinci en yüksek karbon ayak izi kaynağını linyit kömür tüketimi olarak bulurken, bu çalışmada ikinci en yüksek karbon ayak izi kaynağı özel araç kullanımından olarak bulunmuştur.

Kumaş ve ark. (2018), Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak sağlık yüksek okulunun karbon ayak izi hesaplanmıştır. Çalışmada; elektrik, doğal gaz ve üniversite personelleri ile öğrencilerin ulaşımı gösterge parametreleri olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada 2017 yılında Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak sağlık yüksek okulunun karbon ayak izi 217503 $kgCO_2$/yıl olarak hesaplanmış olup en yüksek CO_2 salınımının doğal gaz kaynaklı tüketimden ileri geldiği bildirilmiştir. Harran Üniversitesi karbon ayak izi hesaplanmasında doğal gaz tüketiminden sera gaz salımı kaynaklarının dördüncü düzeyde salıma sebep olduğu bulunmuştur.

Yaka ve ark. (2015), Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulunun karbon ayak izini hesaplamışlardır. Hesaplama işlemlerinde gösterge parametreler olarak elektrik tüketimi (üniversite binası aydınlatma araçları, klima ile asansör kullanımları ve ofis araçları) ve ulaşımda kullanılan araçlarından çıkan atık gaz emisyonları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, karbon salınımı 98307 kg CO_2/yıl olarak hesaplanmıştır. En yüksek sera gazı salımı kaynağı elektrik tüketiminden kaynaklandığı belirlenmiştir. Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü çalışmasında da 7334 $EtCO_2$/yıl ile en yüksek karbon ayak izi kaynağı elektrik tüketiminden bulunmuştur.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Atmosfere salınan sera emisyonlarının atmosferin iç yüzeyini kapladığı için güneşten gelen ışınların geri yansımalarını engelliyor ve böylece dünyanın ısısı yükselmesi, tehlike sinyalleri veren büyük bir iklim sorununa yol açmaktadır. Karbon ayak izi ortaya çıkan sera gazı miktarı açısından insan faaliyetleri sonucunda çevreye verilen zararların ölçüsüdür (Gökkür ve Doğan, 2018).

Bu çalışmadaki amaç Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsünün karbon ayak izini hesaplayarak üniversitedeki kullanılan kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanımına ve iklim değişikliği ile mücadelede alınması gereken tedbirlere dikkate çekmektir.

Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsünün faaliyetleri sonucunda 2021 yılında oluşan karbon salımı 11890 $EtCO_2$/yıl olarak hesaplanmıştır. Karbon yutağı olan ağaçlık alanların absorbe ettiği 50 ton CO_2 hesaplanan karbon salımı değerinden çıkartılarak son sonuç 11840 $EtCO_2$/yıl olarak bulunmuştur.

En büyük karbon emisyon değeri %62 elektrikten kaynaklıdır. Ona takiben % 17'si özel araç, % 13'ü toplu ulaşım araçlar, %6'sı ise doğalgaz gelmektedir.

Küresel Protokolü (GPC) sera gaz salımları üç kapsamda gruplara ayırarak sınıflandırmaktadır. Kurumdaki yakıt kullanımı ve kurum içinde ulaşım faaliyetleri sonucunda oluşan sera gaz salımları doğrudan salım kaynağı olup 1.kapsama girmektedir. Elektrik ve soğutma/ısıtma amaçlı kullanılan enerji üretimi esansında oluşan sera gaz salımları dolaylı salım kaynağı olup 2. kapsama girmektedir. Kurumdaki satın alınan ürün veya hizmetlerin üretimi/nakliyesi gibi faaliyetlerin sonucunda oluşan sera gazı salımları 3. kapsama girmektedir (REC, 2018).

Kapsam 1 ve 2'ye giren verilere ulaşım üniversitede ilgili birimlerinin personelleri yardımı ile kolay olurken kapsam 3'e giren verilerin bir kısmına (yangın

söndürme tüpleri ve iklimlendirme makinaları) ulaşılmadığından Çankırı Üniversitedeki yapılan çalışmadan hesaplanan değerleri baz alarak kabuller yapılmış olup son sonuçlara varılmıştır.

5.2. Öneriler

Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsünün karbon ayak izi hesaplamalarında en yüksek karbon salım kaynağı elektrik tüketimin 7334 $EtCO_{2/yıl}$ olduğunu görülmüştür. Bu sebeple elektrik tüketiminden kaynaklanan karbon emisyonları azaltarak karbon ayak izinin düşürmesinde büyük bir önemi vardır. Elektrik tüketiminden oluşan karbon emisyonları azaltılması için üniversitenin enerji ihtiyaçlarını karşılamasında yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeli ve enerjiyi verimli bir şekilde kullanılmalıdır.

Harran Üniversitesi yenilenebilir enerjisi açısından önemli bir adım atmış olup üniversitenin enerji giderlerini azaltmak ve kamu harcamaları düşürmek amacıyla güneş enerji santralleri kurarak Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesinin enerji ihtiyacını karşılamaktadır. Osmanbey Yerleşkesinde 2018 yılında kurulan 5 MWh enerji kapasiteli güneş enerji santralleri hastanenin günlük enerji tüketiminin tamamını sağlamaktadır.

Üniversitenin karbon ayak izini azaltabilecek öneriler bu şeklide sıralanabilir:

- Osmanbey Yerleşkesinde elektrik tüketimine bağlı emisyonlarının azaltılmasında en iyi yolunun güneş enerji ve rüzgar enerji sistemleri kurulmasıdır. Elektrik ve ısı enerjisi üreten güneş enerji sistemleri kullanılması halinde üniversitenin karbon ayak izini önemli oranda düşürecektir.

- Üniversitede enerji verimliliği sağlayan aydınlatma sistemleri kullanılması, ofis ve sınıflarda kullanılan ekipmanların enerji tasarrufu sağlayan araçlarla

değiştirilmesi, elektrik cihazların kullanılmadığı halde kapatılmaları sağlanması elektrik kaynaklı karbon emisyonları azaltacaktır.

- Ofis ve sınıflarda oda kaloriferin ısısını azaltması, sıcak suyun ısısını azaltması, ihtiyaç duyulduğunda radyatörlerin iç temizliği yapılması, çalışmayan vanaların değiştirilmesi ile doğalgaz tüketiminden kaynaklanan karbon ayak izini düşürecektir.

- Üniversiteye ulaşımda özel araçlar kullanan personellerin oranı yüksektir. Bunun en önemli sebebi Osmanbey kampüsünün şehir merkezine uzak olduğunu gösterilmektedir. Sera gazı salınımı, iş yerine personellerin ulaşımda toplu taşıma araçlarının kullanması ciddi miktarda azalmasına neden olacaktır. Bu nedenle Üniversitedeki bütün personellere bu konu hakkında bilgilendirme eğitimleri düzenlenmesi gerekmektedir.

- Sıfır karbon emisyonlu elektrikli otobüslerin kullanmaya başlanması üniversite ve şehir için karbon salınımı düşmesini sağlayacaktır.

- Üniversite atıkları için geri dönüşüm imkanların sağlanması hususunda çalışmalar yapılmalıdır.

- Harran Üniversite bünyesinde yeni binaların çevreci şekilde tasarlanması ile üniversitenin karbon ayak izini düşürecektir.

- Ağaçların karbon tutma özelliği ile emisyonların azaltmasına yardımcı olduğu için üniversitede ağaçlandırma çalışmalarına önem verilmelidir.

- Üniversitenin personeli ve öğrencilerine çevre sorunları ve iklim değişikliği ile ilgili farkındalık artması ve sürdürülebilir tüketim alışkanlıkları oluşturması için sürdürülebilir kalkınma eğitimleri düzenlenmelidir.

KAYNAKLAR

ADEYEYE, D., OLUSOLA, A., ORİMOLOYE, I. R., SİNGH, S. K., and ADELABU, S., 2023. Carbon Footprint Assessment and Mitigation Scenarios: a Benchmark Model for GHG İndicator in a Nigerian University. Environment, Development and Sustainability, 25(2): 1361-1382.

AKYEL, Ö., 2009. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye'deki Uygulamaları. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 393s.

ARBUCKLE, J. G., PROKOPY, L. S., HAİGH, T., HOBBS, J., KNOOT, T., KNUTSON, C., and WİDHALM, M., 2013. Climate Change Beliefs, Concerns, and Attitudes Toward Adaptation and Mitigation Among Farmers in the Midwestern United States. Climatic Change, 117(1): 943-950.

AROONSRİMORAKOT, S., YUWAREE, C., ARUNLERTAREE, C., HUTAJAREORN, R., and BUADİT, T., 2013. Carbon Footprint of Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Salaya Campus, Thailand. APCBEE Procedia, 5(1):175-180.

ATABEY, T., 2013. Karbon Ayak İzinin Hesaplanması: Diyarbakır Örneği. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, 98s.

AYDINOĞLU, A. U., ve ÖZDEMİR, B. E., 2022. Yeşil Mutabakat: Tarihçe ve Akademik Araştırmaların İncelenmesi. Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi, 11(2): 107-121.

BAŞOĞUL, Y., 2018. Akademisyen ve İdari Personelin Ekolojik ve Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi: Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Örneği. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6(3): 464-470.

BAYRAK, M. R., 2012. Sürdürülebilir Kalkınma için Türkiye'de Düşük Karbon Ekonomisi ve Kyoto Protokolü'nün Finansman Kaynakları/Low Carbon Economy and Financial Sources of The Kyoto Protocol for Sustainable Development in Turkey. Journal of History Culture and Art Research, 1(4): 266-279.

BİNBOĞA, G., ve ÜNAL, A., 2018. Sürdürülebilirlik Ekseninde Manisa Celal Bayar Üniversitesi'nin Karbon Ayak İzinin Hesaplanmasına Yönelik Bir Araştırma. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, (21), 187-202.

BUÜ (Bursa Uludağ Üniversitesi), 2022. Kampüsümüzdeki ağaçların ne kadar karbondioksit tuttuğunu biliyormusunuz. https://www.uludag.edu.tr/haber/view/12779/kampusumuzdeki-agaclarin-ne-kadar-karbondioksit-tuttugunu--biliyor-musunuz. Son erişim tarihi 01.01.2023.

CARPENTER, L. J., REİMANN, S., BURKHOLDER, J. B., CLERBAUX, C., HALL, B. D., HOSSAİNİ, R., ... AND YVON-LEWİS, S. A., 2014. Update on Ozone-Depleting Substances (ODSs) and other Gases of interest to the Montreal Protocol. World Meteorological Organization, Geneva, 416s.

CİVELEKOĞLU, G., ve BIYIK, Y., 2020. Isparta İlinde Karayolu Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4(2): 78-87.

CLÉMENÇON, R., 2016. The Two Sides of the Paris Climate Agreement: Dismal Failure or Historic Breakthrough?. The Journal of Environment and Development, 25(1): 3-24.

ÇAYIRAĞASI, F., ve SAKICI, Ş., 2021. Avrupa Yeşil Mutabakatı (Green Deal) ve Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Perspektifinde Sürdürülebilir Dijital Pazarlama Stratejileri. Gaziantep University Journal of Social Sciences, 20(4): 1916-1937

ÇETİNTAŞ, H., ve TÜRKÖZ, K., 2017. İklim Değişikliği ile Mücadelede Karbon Piyasalarının Rolü. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 20(37): 147-167

ÇŞB, 2014. Sera Gaz Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ. Resmi Gazete, 46.

ÇŞB, 2019. Kağıt Atık. Sıfır Atık: https://sifiratik.gov.tr/kagit-atik.

DEMİRCİ, E., 2018. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Konutlarda Karbon Ayak İzinin Azaltılmasındaki Rolü. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 43s.

DULKADİROĞLU, H., 2018. Türkiye'de Elektrik Üretiminin Sera Gazi Emisyonları Açısından İncelenmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7(1): 67-74.

ERDOĞAN, S., 2020. Enerji, Çevre ve Sera Gazları. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10(1): 277-303.

ETKB, 2011. Sanayi Kuruluşların Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması İçin Alacakları Önlemler Hakkında Yönetmelik. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 27 Ekim 2011 tarih ve 28097 sayılı resmi gazete.

ETKB, 2022. Türkiye Elektrik Üretimi ve Elektrik Tüketim Noktası Emisyon Faktörleri Bilgi Formu. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, https://enerji.gov.tr/evced-cevre-ve-iklim-turkiye-ulusal-elektrik-sebekesi-emisyon-faktoru.

FALKNER, R., 2016. The Paris Agreement and the New Logic of İnternational Climate Politics. International Affairs, 92(5): 1107-1125.

FLEMİNG, J. R., 1999. Joseph Fourier, the 'Greenhouse Effect', and the Quest for a Universal Theory of Terrestrial Temperatures. Endeavour, 23(2): 72-75.

GÖKÇEK, B., BOZDAĞ, A., ve DEMİRBAĞ, H., 2019. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Örneğinde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(2): 721-730.

GÖKKÜR, S., ve DOĞAN S.., 2018. İklim Değişikliği ve Karbon Salınımı. Apelasyon E-Dergi, (59).

GÜRSOY, B. F., 2023. Erciyes Üniversitesi Kampüsünde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi/Determination of the Carbon Footprint on the Erciyes University Campus. Erciyesi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 94s.

GÜL, A., TUĞLUER, M., ve AKKUŞ, F. G. (2021). Kentsel Yol Ağaçları Envanteri ve Karbon Tutma Kapasitesinin Belirlenmesi. Dergi Park, 5(2): 516-535.

GÜVEN, M., 2023. Türkiye'de Çevresel İnovasyonun Karbon Ayak İzi Üzerine Etkisi (The Impact of Environmental Innovation on Carbon Footprint in Turkey). Available at SSRN 4362196.

HRÜ, 2023. Akademik ve idari birimlerin genel bilgileri. https://www.harran.edu.tr.

IPCC, 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html.

JACKSON, R., 2020. Eunice Foote, John Tyndall and a question of priority. Notes and Records, 74(1): 105-118.

KAPLAN, İ., 2011. Karbon Yönetim Sistemi ve ISO 14064. İzmir Rüzgâr Sempozyumu ve Sergisi, 23-24 Aralık, İzmir.

KARAKAYA POLAT, R., ŞAHİN, Ü., ve KEYMAN, F., 2021. Dünya'nın İklim Krizi Gündemi. https://acikerisim.isikun.edu.tr/xmlui/handle/11729/3566. Son Erişim Tarihi 01.01.2023

KAYA, H. E., 2020. Kyoto'dan Paris'e Küresel İklim Politikaları. Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi, 4(10):165-191.

KİEHLE, J., KOPSAKANGAS-SAVOLAİNEN, M., HİLLİ, M., and PONGRÁCZ, E., 2023. Carbon Footprint at İnstitutions of Higher Education: The Case of the University of Oulu. Journal of Environmental Management, 329, 117056.

KİTZES, J., and WACKERNAGEL, M., 2009. Answers to Common Questions in Ecological Footprint Accounting. Ecological İndicators, 9(4): 812-817.

KUMAŞ, K., AKYÜZ, A. Ö., ZAMAN, M., ve GÜNGÖR, A., 2019. Sürdürülebilir bir Çevre için Karbon Ayak İzi Tespiti: Makü Bucak Sağlık Yüksekokulu Örneği. El-Cezeri, 6(1): 108-117.

KÜBRA, E. C. E. R., GÜNER, O., ve ÇETİN, M., 2021. Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türkiye Ekonomisinin Uyum Politikaları. İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi, 9(2): 125-144.

LETETE T.C.M., MUNGWE N.W., GUMA M., and MARQUARD A., 2011. Carbon Footprint of the University of Cape Town. Journal of Energy in Southern Africa, 22(2): 2-12.

LİN, S. M., 2016. Reducing Students' Carbon Footprints Using Personal Carbon Footprint Management System Based on Environmental Behavioural Theory and Persuasive Technology. Environmental Education Research, 22(5): 658-682.

MENDOZA-FLORES, R., QUİNTERO-RAMÍREZ, R., and ORTİZ, I., 2019. The Carbon Footprint of a Public University Campus in Mexico City. Carbon Management, 10(5): 501-511.

MİRİCİ, M. E., ve BERBEROĞLU, S., 2022. Türkiye Perspektifinde Yeşil Mutabakat ve Karbon Ayak İzi: Tehdit mi? Fırsat mı?. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 8(1): 156-164.

MUTHU, S. S., 2015. Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing. Woodhead Publishing, 400p.

NEWMAN, P. A., 2018. The Way Forward for Montreal Protocol Science. Comptes Rendus Geoscience, 350(7): 442-447.

ÖZMEN, M. T., 2009. Sera Gazı-Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü. İMO Dergisi, 453(1): 42-46.

ÖZÇELİK, G., 2017. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü'nün Enerji ve Karbon Ayak İzi Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, 106s.

ÖZTÜRK, K., 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1).

PANDEY, D., AGRAWAL, M., and PANDEY, J. S., 2011. Carbon Footprint: Current Methods of Estimation. Environmental Monitoring and Assessment, 178: 135-160.

PETERS, G. P., and HERTWİCH, E. G., 2008. CO_2 Embodied in İnternational Trade with İmplications for Global Climate Policy. Environmental Science & Technology 2008 42(5): 1401-1407.

PROTOCOL, K., 1997. Kyoto Protocol. UNFCCC Website.

RAJAMANİ, L., 2016. Ambition and Differentiation in the 2015 Paris Agreement: Interpretative Possibilities and Underlying Politics. International & Comparative Law Quarterly, 65(2): 493-514.

REC, 2018. Sera Gazı Envanteri ve İklim Değişikliği Eylem Planı. Kocaeli Sera Gazı Envanteri ve İklim Değişikliği İnisiyatifi Projesi (KİDEP), https://www.iklimin.org/wp-content/uploads/2018/01/Sera_Gazi_Envanteri_Raporu.pdf. Son Erişim Tarihi 01.01.2023

SANDS, P., 1992. The United Nations Framework Convention on Climate Change. Rev. Eur. Comp. & Int'l Envtl. L., 1, 270.

SAVARESİ, A., 2016. The Paris Agreement: a new Beginning?. Journal of Energy & Natural Resources Law, 34(1): 16-26.

SEYHAN, A. K., ve ÇERÇİ, 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.

SONG, G., CHE, L., and ZHANG, S., 2016. Carbon Footprint of a Scientific Publication: A Case Study at Dalian University of Technology, China. Ecological Indicators, 60: 275-282.

ŞENEL, G. U., ve ATABEY, T., 2020. Diyarbakır İlinde Farklı Sektörlerden Kaynaklanan Karbondioksit Salınımının Hesaplanması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23(1): 37-47.

ŞİŞBOT, S., YİLDİRAN, U., and TUNC, M., 2015. Optimal Distribution of Electrical Energy Sources in Turkey with the İmpact of the Kyoto Protocol. Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, 10(3): 288-297.

TAURİNGANA, V., and CHİTHAMBO, L., 2015. The Effect of DEFRA Guidance on Greenhouse Gas Disclosure. The British Accounting Review, 47(4): 425-444.

TOMPKİNS, E. L., and AMUNDSEN, H., 2008. Perceptions of the Effectiveness of the United Nations Framework Convention on Climate Change in Advancing National Action on Climate Change. Environmental Science & Policy, 11(1): 1-13.

TEİAŞ, 2020. Türkiye Elektrik Üretim-İletim İstatistikler. https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri.

TURANLI, A. M., 2015. Estimation of Carbon Footprint: a Case Study for Middle East Technical University. Orta Doğu Teknik üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 142s.

TÜRKEŞ, M., SÜMER, U. M., ve ÇETİNER, G., 2000. Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/1_iklimetkileri.pdf Son Erişim Tarihi 01.01.2023

UPPENBRİNK, J., 1996. Arrhenius and Global Warming. Science, 272(5265): 1122-1122.

UYAR, S., ve CENGİZ, E., (2011). Karbon (Sera Gazı) Muhasebesi. Mali Cozum Dergisi/Financial Analysis, 21(105): 47-68.

ÜREDEN, A., ÖZDEN, S., 2018. Kurumsal Karbon Ayak İzi Nasıl Hesaplanır: Teorik Bir Çalışma. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 4(2): 10-20.

ÜREDEN, A., (2019). Sürdürülebilir Yaşam için Karbon Ayak İzi (Çankırı Karatekin Üniversitesi Örneği). Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çankırı, 69s.

VELDERS, G. J., ANDERSEN, S. O., DANİEL, J. S., FAHEY, D. W., and MCFARLAND, M., 2007. The İmportance of the Montreal Protocol in Protecting Climate. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104(12): 4814-4819.

WİNTERGREEN, J., ve DELANEY, T., 2007. ISO 14064, International Standard for GHG Emissions İnventories and Verification. In 16th Annual İnternational Emissions İnventory Conference, Raleigh, NC.

YAKA, İ. F., KOÇER, A., ve GÜNGÖR, A., 2015. Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Karbon Ayak İzinin Tespiti. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 12(3): 37-45.

YÜKSEL, B. Ş., 2017. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Çalışanlarının Karbon Ayak İzi Saptanması. Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıpta Uzmanlık Tezi, Ankara, 79s.

EKLER

EK 1. Üniversitenin karbon ayak izini çalışmasında kurumdan alınan verilerin konulu makamdan alınan izin.

Evrak Tarih ve Sayısı: 18.10.2022-173893

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Genel Sekreterlik
Yazı İşleri Şube Müdürlüğü

Sayı : E-26130895-602.08.01-173893 18.10.2022
Konu : Veri Toplama (Dr.Öğr.Üyesi Hakkı GÜLŞEN)

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

İlgi : 13.10.2022 tarihli ve 172751 sayılı yazı,

İlgi yazınız ile, Üniversitemiz yüksek lisans öğrencisi Lama SILEYBİ tarafından yürütülen "Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsünde Karbon Ayak İzinin Hesaplanması" başlıklı tez çalışması için; Üniversitemizdeki personele web tabanlı anket uygulaması Rektörlüğümüzce uygun görülmüş olup, anılan tez çalışmasında kullanılmak üzere ihtiyaç duyulan verilerin Dekanlığınız tarafından ilgili birimlerle gerekli yazışmaların yapılıp, temin edilmesi hususunda;

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Mehmet Sabri ÇELİK
Rektör

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :*BSLK7NFSSE* Pin Kodu :42592 Belge Takip Adresi : https://ebys.harran.edu.tr/envision/Validate_Doc.aspx?eD=BSLK7NFSSE&eS=17389 3

Adres:Harran Üniversitesi Rektörlüğü Osmanbey Yerleşkesi 63300 Haliliye/Şanlıurfa
Telefon:0414 318 3012 Faks:0414 318 3190
Web:http://www.harran.edu.tr/
Kep Adresi:harranuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Zehra Mehtap BAY
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni
Tel No: 0414 318 3000 (2033)

EK 2. Harran Üniversitesi Osmanbey kampüsü personeline yapılan WEB tabanlı anket (Üreden 2019)

1- Konuttan işyerinize ulaşımınızı nasıl sağlıyorsunuz?

a. Üniversite servisi ile
b. Belediyenin toplu ulaşım aracı ile
c. Kendi otomobilim ile

(Bu soruya birden çok yanıt seçilebilir.)

2- Özel aracınızın markası ve modelini yazınız. (Örnek: Renault Megane)

3- Aracınızın kullandığı yakıt türünü seçiniz.

a. Mazot
b. Benzin
c. Benzin/LPG
d. Hibrit
e. Elektrikli

4- Aracınızın motor hacmini yazınız. (Örnek : 1600 cc)

5- Aracınızın model yılını yazınız. (1990-2022 arasında olanlar).

6- Günlük konuttan iş yerine gidiş ve iş yerinden konuta dönüş için yaptığınız toplam km'yi yazınız.