T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜNÜN KARBON AYAK İZİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Buket Ceren ÖZCAN
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Altuğ KARABEY

VAN – 2024

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜNÜN KARBON AYAK İZİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Buket Ceren ÖZCAN

Tez Savunma Sınavı Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Sedat YAYLA (Başkan)

Dr. Öğr. Üyesi Altuğ KARABEY (Danışman)

Doç. Dr. Faruk YEŞİLDAL (Üye)

VAN – 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Dr. Öğr. Üyesi Altuğ KARABEY danışmanlığında, Buket Ceren ÖZCAN tarafından sunulan "Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüsünün Karbon Ayak İzinin Değerlendirilmesi" başlıklı bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 02/04/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Sedat YAYLA İmza:

Üye: Doç. Dr. Faruk YEŞİLDAL İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Altuğ KARABEY İmza:

Üye: İmza:

Üye: İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun …. /.... /…... tarih ve ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

……

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Buket Ceren ÖZCAN

ÖZET

VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜNÜN KARBON AYAK İZİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZCAN, Buket Ceren
Yüksek Lisans Tezi, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Altuğ KARABEY
Nisan 2024, 108 sayfa

Enerji ihtiyacının çoğunluğu, fosil kaynaklı yakıtlardan elde edilmektedir. Bu sebeple fosil kaynaklı yakıtların hızla tüketilmesine ve fosil yakıtlardan kaynaklı açığa çıkan sera gazlarının artmasına neden olmaktadır. Sera gazlarından biri olan karbondioksit (CO_2) gazının fazla yayılması çeşitli iklim değişikliklerini de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle karbon salınımının kontrol edilmesine ve azaltılmasına yönelik yapılacak olan çalışmalar büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin karbon ayak izi belirlenmiştir. Çalışma kapsamında, 2020-2022 yılları arasındaki karbon salınımı incelenmiştir. Karbon emisyonu, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (The Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC) Tier-1 yaklaşımı ve analitik yöntem metodolojisi yardımıyla ayrı ayrı hesaplanmıştır. İnsan faaliyetlerinden kaynaklı dolaylı ve doğrudan emisyonlar dikkate alınmış olup hesaplama kriterleri 3 kapsam altında incelenmiştir. Buna ek olarak kampüsteki binalar toplam doğalgaz emisyonu miktarlarına göre karşılaştırılarak analiz edilmiştir.

Doğalgaz tüketim değerleri incelendiğinde en fazla doğalgaz tüketiminin ve buna bağlı maksimum emisyonun 2020 yılında gerçekleştiği, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'ne ait kayıtlı araçların tüketim değerleri incelendiğinde en fazla yakıt tüketiminin ve buna bağlı maksimum emisyonun 2022 yılında oluştuğu, toplam elektrik tüketim değerleri incelendiğinde en fazla tüketimin ve buna bağlı maksimum emisyonun 2022 yılında meydana geldiği, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'ne kayıtlı olmayan araçların tüketim değerleri incelendiğinde en fazla yakıt tüketiminin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2022 yılında gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Hesaplamalar sonucunda, IPCC ve analitik yöntem metodolojilerine göre en fazla emisyonun Kapsam-1'den kaynaklı olduğu, tüm kapsamlar dikkate alındığında incelenen yıllarda, toplamda en fazla emisyonun 2022 yılında oluştuğu ve artış oranının üniversiteye ait olmayan araçların emisyonlarının en fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Emisyon türleri arasında en fazla emisyonun yakıt türü olarak motorin kullanan araçlardan kaynaklı olduğu belirlenmiştir. Metodolojilere ait yapılan karşılaştırma sonucunda incelenen tüm başlıklardaki tüketimlere bağlı emisyon değerlerinin, yöntemlere göre farklı sayısal değerlerde hesaplandığı buna karşın incelenen tüm başlıklara ait emisyonların yıllık artış oranları değerlendirildiğinde aynı veya birbirine yakın artış oranlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda her iki hesaplama yöntemi karşılaştırılarak analiz edilmiş ve karbon salınımının azaltılmasına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Emisyon, Karbon ayak izi, Sera gazı

ABSTRACT

ASSESSMENT OF THE CARBON FOOTPRINT OF VAN YÜZÜNCÜ YIL UNIVERSITY CAMPUS

ÖZCAN, Buket Ceren
M.Sc. Thesis, Department of Mechanical Engineering
Supervisor: Asst. Prof. Dr. Altuğ KARABEY
April 2024, 108 pages

The majority of energy needs are obtained from fossil fuels. For this reason, it causes rapid consumption of fossil fuels and an increase in greenhouse gases released from fossil fuels. Excessive emission of carbon dioxide (CO_2), one of the greenhouse gases, brings about various climate changes. For this reason, studies to control and reduce carbon emissions are of great importance.

In this study, the carbon footprint of Van Yüzüncü Yıl University was determined. Within the scope of the study, carbon emissions between 2020-2022 were examined. Carbon emissions were calculated separately with the help of The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Tier-1 approach and analytical method methodology. Indirect and direct emissions resulting from human activities were taken into account and the calculation criteria were examined under 3 scopes. In addition, the buildings on the campus were compared and analyzed according to their total natural gas emission amounts.

When natural gas consumption values are examined, the highest natural gas consumption and the maximum emission associated with it occur in 2020. When the consumption values of vehicles registered at Van Yüzüncü Yıl University are examined, the highest fuel consumption and the maximum emission associated with it occur in 2022. When the total electricity consumption values are examined, the highest consumption When the consumption values of vehicles not registered with Van Yüzüncü Yıl University were examined, it was determined that the highest fuel consumption and the highest emission value occurred in 2022.

As a result of the calculations, it was concluded that according to IPCC and analytical method methodologies, the highest emissions were from Scope-1, that when all scopes were taken into consideration, the highest emissions in total occurred in 2022 and that the rate of increase was highest in the emissions of vehicles that did not belong to the university. It has been determined that the highest emissions among emission types come from vehicles that use diesel as the fuel type. As a result of the comparison of the methodologies, it was determined that the emission values related to consumption in all headings examined were calculated at different numerical values according to the methods, but when the annual increase rates of emissions of all headings examined were evaluated, it was determined that they had the same or close increase rates. At the end of the study, both calculation methods were compared and analyzed and suggestions were made to reduce carbon emissions.

Keywords: Carbon footprint, Emission, Greenhouse gas

TEŞEKKÜR

Tez konumu belirleme aşamasında, ilgi alanlarımı ve becerilerimi göz önünde bulundurarak bana çeşitli önerilerde bulunan ve en uygun konuyu seçmeme yardımcı olan, bana gösterdiği rehberlik, destek ve ilgi için, her zaman sabırlı ve anlayışlı yaklaşıp motive ettiği ve en önemlisi bu süreçte inanıp beni cesaretlendirdiği için danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Altuğ KARABEY'e tüm içtenliğimle teşekkür etmek istiyorum. Sayın Hocam**,** göstermiş olduğunuz bu emek ve özveri için size ne kadar teşekkür etsem az. Sizin bilginiz ve deneyiminiz olmadan bu tezi tamamlamam mümkün olmazdı. Sizin rehberliğiniz ve mentorluğunuz, akademik kariyerimde bana ışık tutacak ve bundan sonraki çalışmalarımda da bana ilham kaynağı olacaktır.

Tezimi tamamlamamda gerek bilgi birikimleri ile gerekse manevi destekleriyle bana katkıda bulunan başta Fidan ve Esra olmak üzere tüm dostlarıma verdikleri destek ve katkılar için minnettarım. Sizler bu tezin gizli kahramanlarısınız.

Bana hayattaki en önemli şeyin eğitim olduğunu öğreten, eğitimim için tüm imkanları sunan, her düştüğümde kalkmam için yol gösteren, bu zorlu süreçte bana inanıp her koşulda arkamda olan ilk öğretmenlerim değerli Annem ve Babam, bu tezi tamamlamamdaki en büyük pay sizin. Sizler benim en büyük ilham kaynağımsınız. Bana verdiğiniz emek ve desteğiniz için size minnettarım. Sizin sayenizde bu zorluğun üstesinden geldim ve hedefime ulaştım. Sevginiz, güveniniz ve destekleriniz olmadan, bu tezi tamamlamam ve bu başarıya ulaşmam mümkün olmazdı. Bu zorlu ve uzun yolculukta yanımda olduğunuz için, bana her zaman inandığınız ve cesaret verdiğiniz için size ne kadar teşekkür etsem az.

Sevgili ablam ve kardeşim, siz benim en yakın dostlarımsınız. Sevginizi ve desteğinizi tez sürecim boyunca en derinden hissettirdiniz. Zor zamanlarda çözüm bulmaya çalışarak bana güç verdiniz, her zaman moralimi yüksek tutmaya çalıştınız. Bu tezi sadece ben değil, hepimiz birlikte tamamladık.

Bu tezi, her koşulda arkamda duran değerli annem, babam, ablam ve kardeşime adıyorum. Sizin sayenizde bu hayalimi gerçekleştirebildim, teşekkür ederim.

Sonsuz sevgi ve minnetle,

2024

Buket Ceren ÖZCAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT iii
TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER vii
ÇİZELGELER LİSTESİ xi
ŞEKİLLER LİSTESİ xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR xvii
1. GİRİŞ 1
1.1 Sera Gazları 2
1.2 Küresel Isınma ve İklim Değişikliği 5
1.2.1 Dünyada İklim Değişikliği 5
1.2.2 Türkiye'de İklim Değişikliği 7
1.3 Küresel Isınma ve İklim Değişikliği için Yayınlanan Sözleşme ve Protokoller 7
1.3.1 Montreal Protokolü 8
1.3.2 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) . 9
1.3.3 Kyoto Protokolü 9
1.3.4 Paris Anlaşması 10
1.3.5 Avrupa Yeşil Mutabakatı 11
1.4 Karbon Ayak İzi 13
1.4.1 Karbon ayak izi hesaplaması 14
1.4.2 Karbon ayak izi hesaplama metodolojileri 15
1.4.2.1 ISO 14064 Standardı 15
1.4.2.2 Sera Gazı Emisyon Protokolü (GHG) 16
1.4.2.3 Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 16
1.4.2.4 DEFRA Metodu 18
1.5 UI GreenMetric Dünya Üniversite Sıralaması 18
1.6 Araştırmanın Amacı 19
1.7 Araştırmanın Önemi 20
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ 21

2.1 Üniversitelerde Yapılan Karbon Ayak İzi Uygulamalrında Kaynak Bildirişleri…. 21
2.2 Yapılan Diğer Karbon Ayak İzi Uygulamalarının Kaynak Bildirişleri 24
3. MATERYAL VE YÖNTEM 27
3.1 Çalışma Alanının Tanıtımı 27
3.2 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tüketim Verileririn Toplanması 29
3.3 Sera Gazı Emisyon Protokolü ile Kapsamların Belirlenmesi 32
3.3.1 Kapsam-1 Emisyonlarının Belirlenmesi 33
3.3.1.1 IPCC Metodoloji ile Doğalgaz Tüketimine Ait Emisyonların Hesaplanması 33
3.3.1.2 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Doğalgaz Tüketimine Ait Emisyonların Hesaplanması 33
3.3.1.3 IPCC Metodolojisi ile Üniversiteye ait Araç Filosunun Ulaşım Kaynaklı Yakıt Tüketiminin Toplam Emisyon Miktarının Hesaplanması…… 34
3.3.1.4 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Üniversiteye ait Araç Filosunun Ulaşım Kaynaklı Yakıt Tüketiminin Toplam Emisyon Miktarının Hesaplanması 34
3.3.2 Kapsam-2 Emisyonlarının Belirlenmesi 35
3.3.2.1 IPCC Metodolojisi ile Elektrik Tüketimine ait Toplam Emisyon Miktarının Hesaplanması 35
3.3.3 Kapsam-3 Emisyonlarının Belirlenmesi 35
3.3.3.1 IPCC Metodolojisi ile Üniversiteye Ait Olmayan Araçların Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Toplam Emisyon Miktarının Hesaplanması 35
3.3.3.2 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Üniversiteye Ait Olmayan Araçların Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Toplam Emisyon Miktarının Hesaplanması 36
3.4 IPCC Emisyon Faktörü Seçimi 37
4. BULGULAR 39
4.1 IPCC Metodolojisine Göre Yapılan Analizler 39
4.1.1 Kapsam-1 Emisyonlarının Hesaplanması 39

4.1.1.1 Kapsam-1 Doğalgaz Yakıt Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarı 39
4.1.1.2 Kapsam-1 Üniversitenin Araç Filosunun Yakıt Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarı 43
4.1.2 Kapsam-2 Emisyonlarının Hesaplanması 47
4.1.2.1 Kapsam-2 Elektrik Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarı 47
4.1.3 Kapsam-3 Emisyonlarının Hesaplanması 49
4.1.3.1 Kapsam-3 Ulaşımda Kullanılan Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı 50
4.1.3.1.1 IPCC Metodolojisi ile Hesaplanan 2020 Yılına ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı 50
4.1.3.1.2 IPCC Metodolojisi ile Hesaplanan 2021 Yılına ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı 51
4.1.3.1.3 IPCC Metodolojisi ile Hesaplanan 2022 Yılına ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı 52
4.2 Analitik Yöntem Metolojisine Göre Yapılan Analizler 56
4.2.1 Kapsam-1 Emisyonlarının Hesaplanması 57
4.2.1.1 Kapsam-1 Doğalgaz Yakıt Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarı 57
4.2.1.1.1 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan 2020 Yılına ait Doğalgaz Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarı 57
4.2.1.1.2 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan 2021 yılına ait Doğalgaz Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarı 58
4.2.1.1.3 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan 2022 yılına ait Doğalgaz Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarı 58
4.2.1.2 Kapsam-1 Üniversitenin Araç Filosunun Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı 60

4.2.1.2.1 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan Üniversite Araç Filosunun 2020 Yılına Ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı. 60
4.2.1.2.2 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan Üniversite Araç Filosunun 2021 Yılına Ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı. 61
4.2.1.2.3 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan Üniversite Araç Filosunun 2022 Yılına Ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı. 62
4.2.2 Kapsam-3 Emisyonlarının Hesaplanması 66
4.2.2.1 Kapsam-3 Üniversiteye Ait Olmayan Araçların Yakıt Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarı..... 66
4.2.2.1.1 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan Üniversiteye Ait Olmayan Araçların 2020 Yılına Ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı 67
4.2.2.1.2 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan Üniversiteye Ait Olmayan Araçların 2021 Yılına Ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı 68
4.2.2.1.3 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan Üniversiteye Ait Olmayan Araçların 2022 Yılına Ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı 70
4.3 IPCC ve Analitik Yöntem Metodolojilerinin Karşılaştırılması..... 73
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 97
KAYNAKLAR..... 105
ÖZ GEÇMİŞ..... 109

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 Enerji kaynaklarına göre karbon emisyon değerleri (Erdoğan, 2020) 5
Çizelge 1.2 Küresel ısınmanın önlenmesi amaçlı yayınlanan sözleşme ve protokoller (Çetintaş ve Türköz, 2017) 8
Çizelge 1.3 Karbon ayak izi parametreleri (Güven, 2023)..... 13
Çizelge 1.4 2023 Yılı Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin GreenMetric Sıralaması 19
Çizelge 3.1 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüsünde yer alan binalar 28
Çizelge 3.2 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi 2020, 2021, 2022 yılları öğrenci, idari ve akademik personel sayıları (Yüzüncü Yıl Üniversitesi, 2020, 2021, 2022) 29
Çizelge 3.3 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin yıllara göre doğalgaz tüketimi (m^3) 30
Çizelge 3.4 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin yıllara göre elektrik tüketimi (kWh) 30
Çizelge 3.5 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin yıllara göre kayıtlı araç sayısı 30
Çizelge 3.6 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin yıllara göre kayıtlı olmayan ziyaretçi ve toplu taşıma araç sayısı..... 30
Çizelge 3.7 Van'da trafiğe kayıtlı araçların yakıt türüne göre dağılımı 31
Çizelge 3.8 Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin emisyon kaynakları..... 32
Çizelge 3.9 IPCC kılavuzu emisyon faktörleri..... 37
Çizelge 3.10 ISO 14064 kılavuzu sera gazlarının CO_2 eş değer faktörleri 37
Çizelge 4.1 2020-2021-2022 yılları CO_2, CH_4 ve N_2O emisyonlarının CO_2 eşdeğeri miktarları (tCO_2eq) 40
Çizelge 4.2 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesine ait kayıtlı araçların yakıt tüketimleri (litre) 43
Çizelge 4.3 2020-2021-2022 yılları karbondioksit (CO_2) emisyonunun CO_2 eşdeğeri miktarı..... 48
Çizelge 4.4 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi nizamiyesine giriş yapan araçların yakıt tüketimi (litre)..... 49
Çizelge 4.5 2020 yılı yakıt türüne göre emisyon miktarı (tCO_2eq)..... 50
Çizelge 4.6 2020 yılı yakıt türüne göre emisyon miktarı (tCO_2eq)..... 51
Çizelge 4.7 2022 yılı yakıt türüne göre emisyon miktarı (tCO_2eq)..... 52
Çizelge 4.8 Doğalgaz yakıt tüketimi 57

Çizelge 4.9 Analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan doğalgaz tüketiminden kaynaklı emisyonlar (tCO_2eq) 58
Çizelge 4.10 Üniversite araç filosunun yakıt türüne göre tüketim değerleri..... 60
Çizelge 4.11 Analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan üniversiteye ait araç filosunun yakıt tüketiminden kaynaklı emisyonlar (tCO_2eq) 64
Çizelge 4.12 Üniversite ait olmayan araçların yakıt türüne göre tüketim değerleri..... 66
Çizelge 4.13 Analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan üniversiteye ait olmayan nizamiyeden geçen otomobil ve toplu taşıma araçlarının yakıt tüketiminden kaynaklanan toplam emisyonlar (tCO_2eq)..... 71
Çizelge 4.14 Metodolojilere göre doğalgaz emisyon miktarları 74
Çizelge 4.15 Üniversite araç filosunun yakıt tüketiminden kaynaklanan emisyonların metodolojilere göre miktarı (ton/yıl) 76
Çizelge 4.16 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin Kapsam-1 emisyonlarının metodolojilere göre toplam emisyon miktarı (ton/yıl)..... 78
Çizelge 4.17 IPCC Metodolojisi ile Hesaplanan Toplam Kapsam-1, Kapsam-2, Kapsam-3 Emisyonları (tCO_2eq)..... 82
Çizelge 4.18 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan Toplam Kapsam-1, Kapsam-3 Emisyonları (tCO_2eq) 82
Çizelge 4.19 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2020 yılındaki doğalgaz tüketimlerinin metrekare bazında emisyon değerleri (CO_2eq)..... 89
Çizelge 4.20 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2021 yılındaki doğalgaz tüketimlerinin metrekare bazında emisyon değerleri (tCO_2eq)..... 91
Çizelge 4.21 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2022 yılındaki doğalgaz tüketimlerinin metrekare bazında emisyon değerleri (tCO_2eq)..... 92

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Gazların sera etkisi içerisindeki payları (Dulkadiroğlu, 2018) 3
Şekil 1.2 Sera gazı üreten faaliyetler (Dulkadiroğlu, 2018) 4
Şekil 1.3 Ülkelerin yıllık CO_2 emisyon miktarları ($MtCO_2$) (Küresel Karbon Atlası, 2021) 14
Şekil 3.1 Tez çalışması akış şeması 27
Şekil 3.2 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi konumu 28
Şekil 4.1 Kapsam-1 doğalgaz tüketimine bağlı toplam emisyon miktarı (tCO_2eq) 40
Şekil 4.2 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin doğalgaz tüketiminden kaynaklanan CO_2 emisyonunun CO_2 eşdeğer miktarı (tCO_2eq) 41
Şekil 4.3 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin doğalgaz tüketiminden kaynaklanan CH_4 emisyonunun CO_2 eşdeğer miktarı (tCO_2eq) 41
Şekil 4.4 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin doğalgaz tüketiminden kaynaklanan N_2O emisyonunun CO_2 eşdeğer miktarı (tCO_2eq) 42
Şekil 4.5 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'ne ait kayıtlı araçların yakıt türlerine göre emisyon miktarları (tCO_2eq) 44
Şekil 4.6 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesine ait kayıtlı araçların toplam CO_2 emisyon miktarı (tCO_2eq) 44
Şekil 4.7 IPCC metodolojisi ile hesaplanan toplam Kapsam-1 emisyonları (tCO_2eq) .. 46
Şekil 4.8 IPCC metodolojisi ile hesaplanan doğalgaz ve ulaşımdan kaynaklı Kapsam-1 emisyon miktarı (tCO_2eq) 46
Şekil 4.9 IPCC metodolojisi ile hesaplanan elektrik tüketiminden kaynaklı Kapsam-2 emisyonları (tCO_2eq) 48
Şekil 4.10 2020 yılı yakıt türüne göre emisyon miktarı (tCO_2eq) 51
Şekil 4.11 2021 yılı yakıt türüne göre emisyon miktarı (tCO_2eq) 52
Şekil 4.12 2022 yılı yakıt türüne göre emisyon miktarı (tCO_2eq) 53
Şekil 4.13 IPCC metodolojisi ile hesaplanan toplam Kapsam-3 emisyonları (tCO_2eq) 54
Şekil 4.14 Üniversiteye ait olmayan araçlarım yakıt türlerine göre toplam emisyon miktarı (tCO_2eq) 54

Şekil 4.15 Üniversiteye giriş yapan otobüs ve minibüslerin yakıt türlerine göre emisyon miktarı (tCO_2eq) 55
Şekil 4.16 Analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan yıllara göre doğalgaz tüketiminden kaynaklı emisyonlar (tCO_2eq) 59
Şekil 4.17 Analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan üniversiteye araç filosunun yıllara göre yakıt tüketiminden kaynaklı emisyonlar (tCO_2eq) 64
Şekil 4.18 Analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan üniversiteye ait olmayan nizamiyeden geçen otomobil ve toplu taşıma araçlarının yakıt tüketiminden kaynaklanan toplam emisyonlar (tCO_2eq) 72
Şekil 4.19 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin doğalgaz tüketiminin metodolojilere göre emisyon miktarları (ton/yıl) 74
Şekil 4.20 2020/2021/2022 yıllarındaki doğalgaz tüketimlerinin metodolojilere göre emisyon miktarları (ton/yıl) 74
Şekil 4.21 2020/2021/2022 yıllarındaki üniversite araç filosunun yakıt tüketiminden kaynaklanan emisyonların metodolojilere göre miktarı (ton/yıl) 76
Şekil 4.22 2020/2021/2022 yıllarındaki Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin Kapsam-1 emisyonlarının metodolojilere ve yıllara göre toplam emisyon miktarı (ton/yıl) 78
Şekil 4.23 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2020 yılındaki Kapsam-3 emisyonlarının metodolojilere göre miktarı (ton/yıl) 80
Şekil 4.24 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2021 yılındaki Kapsam-3 emisyonlarının metodolojilere göre miktarı (ton/yıl) 80
Şekil 4.25 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2022 yılındaki Kapsam-3 emisyonlarının metodolojilere göre miktarı (ton/yıl) 81
Şekil 4.26 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin Kapsam-3 emisyonlarının metodoloji ve yıllara göre toplam emisyon miktarı (ton/yıl) 81
Şekil 4.27 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin kapsamlara göre 2020 yılındaki karbon ayak izi 83
Şekil 4.28 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin kapsamlara göre 2021 yılındaki karbon ayak izi 83
Şekil 4.29 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin kapsamlara göre 2022 yılındaki karbon ayak izi 84

Şekil 4.30 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin IPCC Metodolojisi ile hesaplanan Kapsam 1, Kapsam 2 ve Kapsam 3 emisyonlarının yıllara göre toplam emisyon miktarı (tCO_2eq) 84
Şekil 4.31 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin kapsamlara göre 2020 yılındaki karbon ayak izi..... 85
Şekil 4.32 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin kapsamlara göre 2021 yılındaki karbon ayak izi..... 85
Şekil 4.33 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin kapsamlara göre 2022 yılındaki karbon ayak izi..... 86
Şekil 4.34 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin Analitik Yöntem Metodolojisi ile hesaplanan Kapsam 1 ve Kapsam 3 emisyonlarının yıllara göre toplam emisyon miktarı (tCO_2eq)..... 86

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamalarıyla aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	**Açıklama**
d	Yoğunluk
eq	Eşdeğeri
kg	Kilogram
km	Kilometre
kWh	Kilowatt Saat
lt	Litre
m^2	Metrekare
m^3	Metreküp
t	Ton
TJ	Tera joule

Kısaltmalar	**Açıklama**
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BM	Birleşmiş Milletler
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CFC	Kloroflorokarbonlar
CH_4	Metan
CO_2	Karbondioksit
DEFRA	Çevre, Gıda ve Köy İşleri Başkanlığı
EF	Emisyon Faktörü
FV	Faaliyet Verisi
GHG	Sera Gazı Emisyon Protokolü
HCFC	Hidrokloroflorokarbonlar

Kısaltmalar	Açıklama
HFC	Hidroflorokarbonlar
IPCC	Hükümetler Arası İklim Değişikliği
ISO	Uluslararası Standardizasyon Örgütü
KIP	Küresel Isınma Potansiyeli
LPG	Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
MLF	Çok Taraflı Fon
NCV	Yakıtlara ait Alt Isıl Değer
N_2O	Nitröz Oksit
PFC	Perflorokarbonlar
SF_6	Sülfürhekzaflorid
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TV	Tüketim Verisi
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
UNFCC	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü

1. GİRİŞ

Üretimin temeli olan enerji, kısaca iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanır. Mekanik, elektrik, ısı, kimyasal, ışık gibi farklı çeşitleri bulunur ve termodinamiğin birinci yasasına göre bu enerji çeşitleri yok olmamakta ancak birbirlerine dönüştürülebilir olarak ifade edilmektedir.

Son yıllarda dünyada ve ülkemizde artan nüfusun etkisi ile binalarda, endüstride ve ulaşımda enerjiye olan ihtiyaçta artmaktadır. Bu ihtiyaç fosil yakıtların hızla tüketilmesine ve fosil yakıtlardan kaynaklı açığa çıkan sera gazlarının da artmasına sebep olmaktadır. Atmosfere yüksek miktarda sera gazlarının salınması, küresel iklim ve ekosistemi olumsuz yönde değiştirmektedir. Sera gazlarından biri olan karbondioksit (CO_2) gazının fazla yayılması çeşitli iklim değişikliklerini de beraberinde getirmektedir.

İnsan kaynaklı sera gazlarının başlıca sebepleri şunlardır:

- Fosil yakıtların (kömür, petrol ve doğalgaz) enerji elde etmek amacıyla (elektrik üretimi, ulaşım, endüstri ve evlerde) yakılması (CO_2),
- Tarım faaliyetlerindeki değişiklikler (CH_4) ve ormanların yok ediliyor oluşu (CO_2),
- Atıkların araziler üzerinde bertaraf edilmesi (CH_4),
- Endüstriyel florlu gazların kullanımı.

Sera gazları doğal yollar ile açığa çıkan gazlar olsa da insan faaliyetlerinin sera gazı emisyonlarına etkisi göz ardı edilemeyecek kadar büyüktür. Bu artış dünyanın doğal dengesini bozmakta ve yer kürenin ısınmasına sebep olmaktadır. Yer kürenin ısınması seller, şiddetli, kasırgalar, kuraklık gibi olağandan fazla hava olaylarının oluşması, deniz ve okyanuslardaki su seviyelerinin yükselmesi, buzulların erimesi, asit yağmurları ve okyanus sularındaki asit miktarlarının artması gibi tüm ekosistemi etkileyebilecek olumsuz durumların ortaya çıkmasına sebebiyet vermektedir (Karakaya, 2022).

Sera gazlarının yayılımını azaltmak, küresel ısınma ve iklim değişliklerini önleyici çözümler geliştirmek tüm dünya genelinde kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu kapsamda uluslararası toplantılar yapılıp, iklim değişikliklerini önlemek adına çağrılar yapılmıştır. İlk olarak Eylül 1987'de Ozon Tabakasını İncelten Maddeler İlişkin Montreal

Protokolü kabul edilip yayınlanmıştır. Montreal Protokolü, yapılan bilimsel ve teknolojik değerlendirmeleri temel alarak azaltılmasına yönelik oluşturulan takvimin revize edilebileceği şekilde oluşturulmuştur. Yapılan bilimsel değerlendirmeler ile Montreal Protokolüne ait takvimdeki azaltımın hızlandırılması adına 1990'da Londra, 1992'de Kopenhag, 1995'de Viyana, 1997'de Montreal, 1999'da Pekin ve 2007'de Montreal tekrar düzenlenmiştir. Düzenlemeler sonucu alınan yeni önlemler ile 196 ülke taraf olduğu, çevre konusunda en başarılı çok taraflı anlaşma olarak tanımlanmaktadır (UNEP, 2016). Ardından Aralık 1997'de Kyoto Protokolü, Mayıs 1992'de Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 21.Taraflar Konferansında Paris Anlaşması onaylanmıştır (Shigetomi vd., 2018).

Çevre bilimcileri insan faaliyetlerinden kaynaklı ayak izlerini üç başlık altında hesaplamaktadırlar, Bunlar; ekolojik ayak izi, karbon ayak izi ve su ayak izi olarak ifade edilmektedir.CO_2 gazlarının sebep olduğu karbon salınımının belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar son yıllarda artmış ve "Karbon Ayak İzi" kavramı geliştirilmiştir (Toröz, 2015).

Karbon ayak izi, insan faaliyetleri tarafından atmosfere salınan sera gazlarının miktarıdır. Bir bireyin, ailenin, binanın, kurumun, üniversitenin, şehrin hatta bütün bir milletin faaliyetlerine uygulanabilir.

1.1 Sera Gazları

Atmosfer çeşitli gazlardan oluşur, güneş ışınları atmosferi geçerek yeryüzünü ısıtır. Atmosferde bulunan gazlar yeryüzüne gelen ısının bir kısmını tutar. Atmosferin ısıyı tutması ile yeryüzündeki suların sıcaklığı dengede kalır ve suların donmasını engellenir. Atmosferin bu şekilde ısıtma etkisine "sera etkisi" denir (Özmen, 2009). Bu doğal sera etkisi olmasaydı, yerkürenin sıcaklığı şu an olduğundan daha düşük olacaktı ve canlılık olmayacaktı. Sera gazları sayesinde dünyamızın ortalama sıcaklığı 16°C civarındadır. Ancak sera gazlarının fazla yayılımı, yerkürenin ortalama sıcaklığının artmasına neden olacak ve bu durum canlıların yaşamını olumsuz etkileyecektir.

Bilim insanları yaptıkları çalışmalar ile dünyamızın sıcaklığının geçtiğimiz yüzyıla oranla arttığını ve bu sıcaklık artışının büyük bir kısmının insan faaliyetlerinden

kaynaklı olduğunu tespit etmişlerdir. Bilim insanları sera gazı yoğunluğundaki bu artışın temel nedenini, dünyadaki nüfus artışının etkisi ile enerjiye olan ihtiyacın artması ve bu ihtiyacı gidermek adına fosil yakıtların yakıt olarak kullanılıp yakılması olarak açıklamaktadır. Örneğin Amerika Birleşik Devleti'nde (ABD), fosil yakıtların yakılması sonucu açığa çıkan gazlar, toplam ABD karbondioksit (CO_2) emisyonunun %98'ini, metan (CH_4) emisyonunun %24'ünü ve azot oksitleri (NO_x) emisyonunun %18'ini oluşturmaktadır (Pekin, 2006).

Sera gazları ve kaynakları şunlardır;

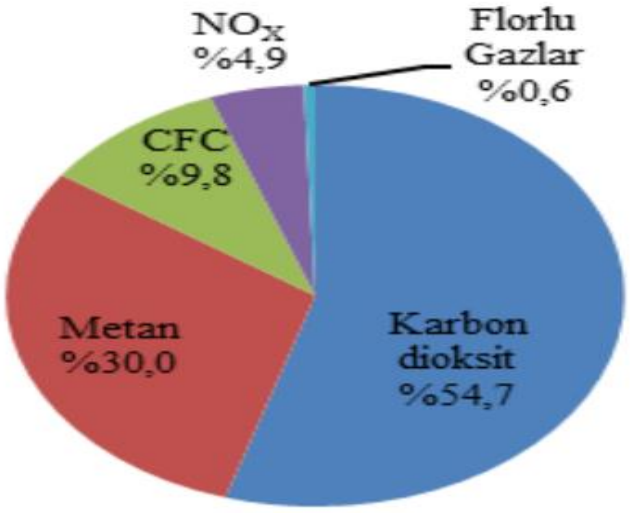
Karbondioksit (CO_2): Fosil yakıtların yakıt olarak kullanılıp yakılması, sanayileşme ile oluşan endüstriyel süreçler, atmosfere yıllık milyonlarca ton karbondioksit salınımına sebep olur.

Metan (CH_4): Biyolojik atıkların parçalanması, çöp sahaları, çiftlik hayvanlarının sindirim sistemi, endüstriyel süreçler, maden ocakları ve doğal gaz boru hatlarındaki sızıntılar metan emisyonlarına sebep olmaktadır.

Azot oksitleri (NO_x): Suni gübreler, endüstriyel süreçler ve otomobil egzozları atmosfere azot oksitlerin salınımına sebep olur.

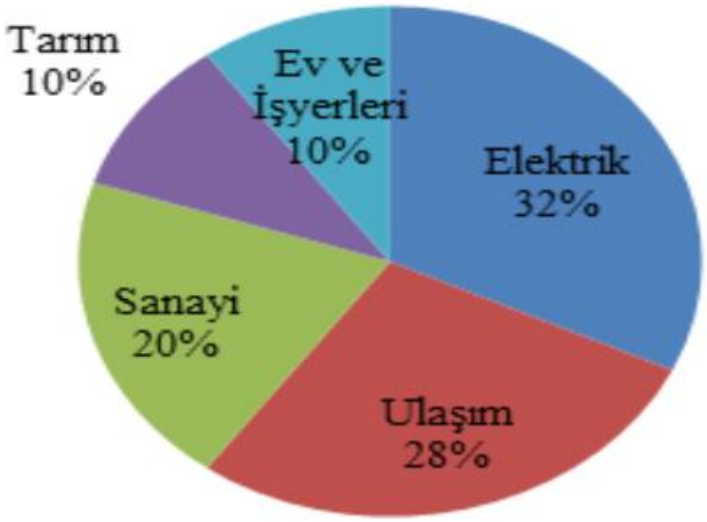
Florlu diğer gazlar: Yangın söndürme sistemleri, klima ve buzdolabı sistemleri, elektrik üretimi, endüstriyel süreçler gibi birçok uygulamalar florlu gazların açığa çıkıp atmosfere salınımına sebep olmaktadır.

İnsan faaliyetleri sonucu açığa çıkan sera gazları incelendiğinde karbondioksit gazının %54.7 ile en yüksek paya sahip olduğu görülmektedir (Şekil 1.1) (Dulkadiroğlu, 2018).



Şekil 1.1 Gazların sera etkisi içerisindeki payları (Dulkadiroğlu, 2018)

Fosil yakıtların yakıt olarak kullanılması sera gazlarının salınımında büyük etkiye sahip olup yapılan faaliyetlerden elektrik üretiminin %32 ile en yüksek paya sahip olduğu görülmektedir (Şekil 1.2) (Dulkadiroğlu, 2018).



Şekil 1.2 Sera gazı üreten faaliyetler (Dulkadiroğlu, 2018)

Enerji üretiminde kullanılan fosil yakıtlar, sera gazlarının oluşumunda göz ardı edilemeyecek kadar önemli bir etkidir. 2015 yılında oluşan sera gazı emisyonlarının %70'inin enerji kaynaklarından dolayı açığa çıktığı ve en çok petrolden kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Termik santrallerde yakıt olarak kullanılan doğal gazın, kömür ve petrole oranla daha az karbondioksit salınımı yapması (Çizelge 1.1), dünyada sera gazının azaltılmasına yönelik yapılan çevre politikaları doğrultusunda daha fazla tercih edilmesine neden olmuştur (Erdoğan, 2020).

Çizelge 1.1 Enerji kaynaklarına göre karbon emisyon değerleri (Erdoğan, 2020)

Kaynak	Ortalama sera gazı emisyonu (ton CO_2/Gwh)	Bir konuta düşen emisyon (kg/ CO_2/yıl)
Linyit	1.054	3.689
İthal kömür	888	3.108
Taş kömürü	888	3.108
Fuel oil	733	2.566
Doğal gaz	499	1.747
Nükleer	66	231
Jeotermal	38	133
Biyokütle	26	91
Hidroelektrik	26	91
Güneş	23	81
Rüzgar	10	35

1.1.1 Küresel Isınma ve İklim Değişikliği

Sera gazlarının nüfus artışı ve sanayileşmenin etkisi ile zaman içerisinde atmosferde birikmesi sonucu küresel ısınma ifadesi ortaya çıkmıştır. Küresel ısınmanın, ekosistemin bütüncül yapısına tehdit oluşturan, binlerce hayvan ve bitki türlerinin yok olmasına sebep olan, sıcaklık artışları, kuraklaşma, suların azalması, buzulların erimesi ve diğer meteorolojik afetlerin artması gibi birçok olumsuz etkisi vardır (Özmen, 2009). Sera gazlarının etkisi, küresel ısınmaya, küresel ısınmada iklim değişikliklerine sebep olmaktadır. İklim değişikliği tüm dünyayı ilgilendiren küresel bir sorun haline gelmiştir. Küresel ısınmanın etkisi ile oluşan iklim değişiklikleri tüm canlı yaşamını tehdit etmektedir. Son yıllarda iklim değişikliklerinden dolayı, buzulların erimesi, orman yangınları, denizlerdeki su seviyelerinin yükselmesi, mercanların beyazlaşması, yağmur miktarlarının artıp büyük kısmının sağanak şeklinde olması ve sel hasarlarının artması gibi olumsuz durumlar gözlemlenmiştir (Özmen, 2009).

1.1.2 Dünyada İklim Değişikliği

İklim değişikliklerinin temel sebebi insan faaliyetleridir. Bu faaliyetler, başta nüfus artışı ile birlikte gelen enerjiye olan ihtiyaçtan kaynaklanmaktadır. Artan bu enerji ihtiyacı Dünya'da fosil yakıtlarında daha fazla kullanılmasına sebep olmuştur. Fosil

yakıtların kullanımı sonucu açığa çıkan sera gazları, dünyamızın gereğinden fazla ısınmasına ve iklim değişikliklerine sebep olmaktadır.

1860 yılından günümüze kadar tutulan kayıtlara göre ortalama küresel sıcaklığın 0,5-0,8 ℃ kadar arttığı tespit edilmiştir (Andrady vd., 2010). Bu ısınma, deniz su seviyelerinin yükselmesi, taşkınlar, buzulların erimesi, aşırı buharlaşma, kuraklığa bağlı yangınlar, göl ve ırmak sularının azalması, biyoçeşitliliğin azalması gibi birçok olumsuz sonuca sebebiyet vermektedir. Biyoçeşitliliğin azalması, gıda üretimlerinde küresel problemlerin yaşanmasına, yaşanan bu problemler yoksulluğun ve salgın hastalıkların artmasına sebep olacağı tahmin edilmektir (Shea vd., 2008).

İklim değişikliği tarım ve besin üretiminde, sulama sistemlerine, bazı ürünlerin sıcaklık artışı ile veriminin düşmesine sebep olmaktadır. Tarım iklim değişikliklerinden etkilenirken bir yandan iklim değişikliğine de etki etmektedir. Tarım alanları oluşturabilmek için orman arazilerinin yok edilmesi karbon salınımlarına ciddi etkisi olmaktadır. Aynı zamanda tarım faaliyetleri sırasında oluşan metan (CH_4) gazı, küresel ısınmaya sebep olan ikinci önemli sera gazıdır. Bitkilerin büyümesi için kullanılan azotlu gübrelerdeki fazla azot toprağa karışır ve çürüme oluşur, azot N_2O'ya dönüşerek atmosfere salınır (Keskin ve Kanat, 2018). N_2O gazı Kyoto Protokolünde belirlenen 3. Önemli sera gazıdır. Dolayısıyla tarım faaliyetleri uygulanırken açığa çıkabilecek sera gazlarının iklime olan olumsuz etkilerinin önüne geçebilmek adına yenilikçi çözümlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin sosyolojik, ekonomik, ekolojik sorunları da beraberinde getireceği düşünülmektedir. Söz konusu ısınma ile birlikte dünyanın bir bölgesinde yoğun kuraklık, yangınlar, aşırı sıcaklar yaşanırken diğer bir bölgesinde, şiddetli kasırgaların, taşkınların, fırtınaların meydana geleceği ileri sürülmektedir (Demir, 2009).

İklim değişikliğinin etkisi ile insan sağlığı da olumsuz yönde etkilenmektedir. Sıcaklık artışı, suların azalması, su ve hava kirliliği iklimle ilişkili salgın hastalıklarında ortaya çıkmasına neden olur.

1.1.3 Türkiye'de İklim Değişikliği

Türkiye, iklim değişikliklerinden diğer ülkeler gibi fazlasıyla etkilenmektedir. Ülkemizde özellikle yaz aylarında artan ortalama sıcaklıklar ve değişen yağış durumları ile su kaynaklarının her geçen yıl azalması, enerji üretimini ve içme suyu arzını etkilemektedir. Ülkemiz değişen ikliminin etkisi sonucu kuraklık riski ile karşı karşıyadır. Söz konusu kuraklığın, tarımsal faaliyetlerdeki üretimi, mevcut su kaynaklarını ve ekosistemi olumsuz yönde etkileyeceği aşikardır. İklim değişikliği Türkiye'deki yağışları da etkilemektedir. Artan yağışların etkisi ile toprak olumsuz yönde etkilenmekte, aynı zamanda akarsuların taşması ve sel oluşumları gibi durumlar söz konusu olmaktadır. Sel oluşumlarının etkisi, altyapı hasarları ve tarım arazilerinin zarar görmesiyle sonuçlanmaktadır (Kurnaz, 2023).

Yazları sıcak ve kurak olan Akdeniz bölgesinde iklim değişikliklerinin etkisi ile orman yangınları riski artmaktadır. Türkiye'de yaklaşık 23 milyon hektarlık orman alanı mevcuttur. Ülkemizde son 10 yılda 25, sadece 2021 yılında 16 adet büyük yangın olarak nitelendirilebilecek 500 hektar ve üzeri orman yangınları meydana gelmiştir. Küresel bir sorun haline gelen bu orman yangınları ciddi çevresel, ekonomik hasarlara sebep olan bir felaket haline dönüşmektedir (Demirel ve Türk, 2023).

1.2 Küresel Isınma ve İklim Değişikliği için Yayınlanan Sözleşme ve Protokoller

Tüm dünyayı tehdit altına alan sera gazının etkisi ile yerkürenin ısınması, küresel ısınmanın açığa çıkması ülkeleri harekete geçirmiş, bu sorunu azaltmaya yönelik uluslararası iş birliği yapılarak çeşitli sözleşmeler ve protokoller hazırlanıp yayınlanmıştır. Hazırlanan sözleşme ve protokoller, Türkiye'nin bu sözleşmelere katılma tarihleri Çizelge 1.2'de verilmiştir.

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

Sözleşme-Protokoller	Tarih	Türkiye'nin Katılımı
Montreal Protokolü	16 Eylül 1987	19 Aralık 1991
Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)	9 Mayıs 1992	24 Mayıs 2004
Kyoto Protokolü	11 Aralık 1997	26 Ağustos 2009
Paris Anlaşması	4 Kasım 2016	7 Ekim 2021
Avrupa Yeşil Mutabakatı	11 Aralık 2019	24 Haziran 2021

1.2.1 Montreal Protokolü

Ozon tabakasını incelten maddelerin azaltılmasına yönelik "Ozon Tabakasının Korunmasına Dair Viyana Sözleşmesi" 1985 yılında kabul edildikten sonra, ozon tabakasını incelten maddelerin kullanımı ve üretiminin kontrol altına alınmasını sağlamak için "Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Montreal Protokolü" 16 Eylül 1987'de kabul edilmiştir. Londra'da 1990 yılında, gelişmiş ülkelerin katkısı ile oluşturulan Montreal Protokolü'nün Uygulanması için Çok Taraflı Fon (MLF) kurulmuştur. Protokole 196 ülke taraf olmuş ve çevre konusunda oluşturulmuş en başarılı çok taraflı anlaşma olarak kabul edilmektedir (UNEP, 2016). Aynı zamanda Montreal Protokolü, Birlemiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin (BMİDÇS) oluşturulmasına öncü olmuştur.

Türkiye bu protokole 19 Aralık 1991 yılında taraf olmuştur ve protokolün şu ana kadarki tüm değişikliklerini kabul etmiştir. Ülkemiz Montreal Protokolünün uygulanmasında en başarılı ülkeler arasında yer almaktadır.

Güçlü sera gazı olarak bilinen kloroflorokarbonlar (CFC), küresel ısınma ve iklim değişikliğinde büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Kloroflorokarbonların yanı sıra hidrokloroflorokarbonlar (HCFC), hidroflorokarbonlar (HFC), bromlu ve klorlu florokarbonlar gibi diğer ozon tabakasını incelten gazlarda dünyamıza tehdit oluşturmaktadır. Montreal Protokolü bu gazların kullanımını aşamalı olarak azaltmayı

hedeflemektedir. 1986 yılından günümüze kadar Montreal Protokolü sayesinde kloroflorokarbonların (CFC) kullanımı büyük oranda azalmış, stratosferde biriken klorlu ve bromlu florokarbonların oranı ciddi derece azalıp iklim değişliğine önemli katkı sağlanmıştır (Velders vd., 2007).

1.2.2 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)

Dünya'da iklim değişiklikleri ile mücadele etmek amacıyla uluslararası iş birliği yapılarak hazırlanan ve atmosferde biriken sera gazlarının, iklim sistemi üzerindeki insan faaliyetlerinden kaynaklı oluşan tehlikeli etkiyi önleyecek düzeyde durdurmayı hedefleyen, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UFFCCC), 9 Mayıs 1992 tarihinde Brezilya'nın Rio şehrinde gerçekleştirilen Yeryüzü Zirvesi'nde imzaya açılmış Birleşmiş Milletler (BM) tarafından kabul edilmiştir. Sözleşme, 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiş ve 184 ülke tarafından imzalanmıştır. Sözleşmeye hali hazırda 197 taraf ülke bulunmaktadır.

Türkiye, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne 24 Mayıs 2004'de 189. taraf ülke olarak katılmıştır.

Sözleşmenin temel amacı, dünya genelinde atmosfere salınan sera gazı emisyonlarını sınırlandırarak, sıfıra indirilebilmesi için uluslararası iş birliğini artırmaktadır. Bu amaç doğrultusunda sözleşme, ülkelerin iklim değişikliği ile mücadele ederken alacakları önlemleri belirlenmesini ve emisyonların azaltılmasına yönelik yeni stratejiler geliştirmesini öngörmektedir (Akyel, 2009).

1.2.3 Kyoto Protokolü

9 Mayıs 1992'de imzalanan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin bir uzantısı olarak imzalanan protokol, sözleşme ile aynı hedefleri amaçlamaktadır. Fakat çerçeve sözleşmesi ile aralarındaki temel farklılık protokolün hukuki olarak bağlayıcıya sahip olmasıdır.

11 Aralık 1997'de Japonya'nın Kyoto şehrinde gerçekleştirilen 10.000 delege, gözlemci ve gazetecinin katılım sağladığı müzakere 192 ülke tarafından onaylanmıştır. Kyoto Protokolü 16 Şubat 2005'de resmîleşmiştir. Türkiye 2009 yılına kadar mali yük

nedeniyle protokolü imzalamayı reddetmiş ancak 26 Ağustos 2009 tarihinde Kyoto Protokolüne taraf olmuştur (Anonim, 2023).

Protokolün temel amacı, sera gazlarının atmosferde iklimi tehdit etmeyecek düzeyde bulunmasını sağlamaktır. Kyoto Protokolüne göre sera gazları şunlardır;

- Karbondioksit (CO_2),
- Metan (CH_4),
- Nitröz Oksit (N_2O),
- Hidroflorür karbonlar (HFCs),
- Perfloro karbonlar (PFCs),
- Sülfürhekza florid (SF_6),
- Klorofloro karbonlar (CFC)

Protokol, 1990 yılında belirlenen sera gazı emisyonlarını 2008-2012 yılları arasındaki birinci taahhüt döneminde %5 altına düşürmeyi amaçlamaktadır. 36 ülke birinci taahhüt dönemini başarı ile geçirmiştir. İkinci taahhüt dönemi 2013-2023 yılları olarak belirlenmiş olup ikinci taahhüt döneminde bulunan ülkelerin, 2020 yılında 1990 yılında belirlenen emisyonlara göre %18 azaltması kararlaştırılmıştır. ABD, Japonya, Rusya ve Yeni Zelanda ikinci taahhüt döneminde yer almamıştır. Türkiye 2009 yılında protokole taraf olduğunda Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne taraf olmadığı için protokolün birinci ve ikinci taahhüt döneminde herhangi bir yükümlülüğü bulunmamaktadır (Aydın, 2023).

Protokol, ülkelerin ekonomik ve gelişmişlik durumuna göre farklı yükümlülükler içermektedir. Belirlenen azaltım hedeflerine ulaşmak için geliştirilen esneklik mekanizmalarına uyulmadığı takdirde uygulanacak yaptırımlar Kyoto Protokolü'nü diğer uluslararası çevre sözleşmelerinden ayıran önemli bir özelliktir. (ETKB, 1998).

1.2.4 Paris Anlaşması

Kyoto Protokolü'nün ilk taahhüt dönemi hedeflerine ulaşamayan ABD ve Kanada taraf olarak istemediğini bildirmesi ardından Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi tarafları taahhütleri gözden geçirmek için toplanmıştır. 12 Aralık

2015 tarihinde kabul edilen, 4 Kasım 2016'da yürürlüğe giren Paris Anlaşması, dünya çapında küresel iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir yere sahiptir. Anlaşmanın asıl amacı sıcaklık artışının 2℃ altında tutulması hatta 1,5℃ ile sınırlandırmaktır. Aynı zamanda iklim değişikliğine karşı uyumun artırılarak uyum süresince gıda üretiminin olumsuz etkilenmemesidir. Bir diğer amacı ise sera gazı emisyonlarını azaltarak iklim değişikliğine karşı güçlü bir kalkınma ile düzenli finansal akışlar sağlanmasıdır. Paris Anlaşması'na göre her ülke kendi imkanları ile sorunlara çözüm üretecektir. Anlaşma ülkeleri sadece gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri kapsamaktadır. Türkiye, 2015 yılında anlaşmayı kabul etmiş ve 22 Nisan 2016'da gelişmekte olan ülke olduğunu sözlü olarak ile getirerek imzalamıştır. 27 Eylül 2021'de de yapılan Kabine Toplantısı ile 2053 net sıfır emisyon hedeflerimiz açıklanmıştır. Bu açıklamanın ardından 2016'da imzalanan Paris Anlaşmasının Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun 7 Ekim 2021 tarihli 31621 sayılı Resmî Gazetede yayımlanmıştır (Sıleybi, 2023).

1.2.5 Avrupa Yeşil Mutabakatı

11 Aralık 2019'da Avrupa Komisyonu tarafından Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'ne sunulan Avrupa Yeşil Mutabakatı, iklim değişikliği konusunda son derece önemli adımlar içeren bir yol haritası içermektedir. Bu yol haritası, karbon temelli ekonomik büyümeyi değil; temiz enerji odaklı, enerjiyi ve malzemeyi verimli kullanan, çevreci akıllı ulaşım, daha temiz bir çevre gibi politikalarla döngüsel ekonomiyi temel alan bir ekonomik büyüme modeli ile iyi bir yaşam kalitesi sağlamayı amaçlamaktadır (Baydemir, 2021).

Sürdürülebilirlik üzerine Avrupa Birliği'nin bir eylem planı olan Yeşil Mutabakat, Avrupa kıtasının 2030 yılına kadar karbon salınımlarını %55 oranında azaltma ve 2050 yılına kadar dünyanın ilk "iklim nötr" kıtası olmayı hedeflemektedir.

Avrupa Yeşil Mutabakatının temel hedefleri şunlardır;

Temiz, güvenli ve ucuz enerji kaynakları kullanımı: Temiz enerji kaynaklarına yönelmek sürdürebilirlik anlamında küresel iklim hedeflerini gerçekleştirmek için büyük önem arz etmektedir. Avrupa Birliği'nin sera gazı emisyonlarının %75'inden fazlası

enerji üretimi ve kullanımından kaynaklandığı bilinmektedir. Enerji üretimi esnasında açığa çıkan emisyonları ortadan kaldırmak için yenilenebilir kaynaklara yönelip, uygun alt yapıları oluşturularak enerji üretim ve kullanımının üst düzey verimlilikte olması amaçlanıyor. Avrupa Birliği tüm kurumlarıyla akıllı ve hibrid enerji sistemleri oluşturmak için çeşitli stratejiler ortaya koyuyor.

Temiz ve döngüsel ekonomi: Döngüsel ekonomi, ürünlerin dayanıklı olarak tasarlanıp değerlerinin uzun süre korunması, atıkların en aza indirilmesi, ürünlerin üretim süresince yenilenebilir enerjinin olabildiğince çok kullanılması ilkelerine dayanmaktadır. Döngüsel ekonomide ürünler, malzemeler ve kaynaklar birden fazla şekilde kullanılabilir şekilde işlenmektedir.

İnşaat sektörü ve bina yenileme çalışmaları: İnşaat sektöründeki enerji tüketimleri, enerji sarfiyatı açısından dünya genelinde büyük harcamalara sebep olmaktadır. Yeni binaların yapımında veya binalar dönüştürüldüğünde enerji performanslarına göre enerjiyi verimli kullanan düşük emisyonlu yapıların inşa edilmesi hedeflenmektedir.

Akıllı ve sürdürülebilir ulaşım ve taşımacılık: Avrupa Birliği'nin emisyonlarının %25'i ulaşım ve taşımacılıktan kaynaklanmaktadır. Bu oran nüfus artışı ile birlikte her geçen gün artmaktadır. 2050 yılına kadar bu emisyonların azaltılması iklim nötr hedefine ulaşabilmek adına kaçınılmazdır. Tüm ulaşım sistemini kapsayacak erişilebilir ve uygun maliyetli temiz enerjili alternatifler emisyon hedeflerine ulaşmak adına büyük önem taşımaktadır.

Adil, sağlıklı ve çevre dostu gıda sistemleri: Artan nüfusla birlikte sağlıklı gıdalara erişim her geçen gün zorlaşmaktadır. Tarım sektöründe kullanılan tarım ilaçları, suni gübre ve antibiyotik kullanımının önemli oranda azaltılması, çevre dostu hayvancılık ve tarıma teşvik edilmesi, topraktaki karbon yönetimi ve depolanması, toprak ve su kalitesinin artırılması, ürünlere ekolojik etiketlemelerin yapılması gibi birçok önlem yer almaktadır.

Ekosistemlerin ve biyoçeşitliliğin muhafaza edilmesi: Birleşmiş Milletler 2019 Küresel İklim Değerlendirme Raporuna göre ekosistemler ve biyoçeşitliliğin risk altında olduğu ve bunun başlıca nedeni olarak kara ve deniz kullanımındaki olumsuz değişiklikler, doğal kaynakların yanlış kullanımı, iklim değişikliği ve çevre kirliliği olduğu belirlenmiştir (Baydemir, 2021).

1.3 Karbon Ayak İzi

Karbon ayak izi, insan faaliyetlerinden kaynaklanan doğrudan ve dolaylı olarak ortaya çıkan karbondioksitin (CO_2) metreküp veya ton cinsinden miktarına denir. Karbon ayak izi, bir bireyin, ailenin, binanın, şehrin üniversitenin hatta bütün bir milletin faaliyetlerinde uygulanabilir.

Karbon ayak izi 2 grupta incelenmektedir;

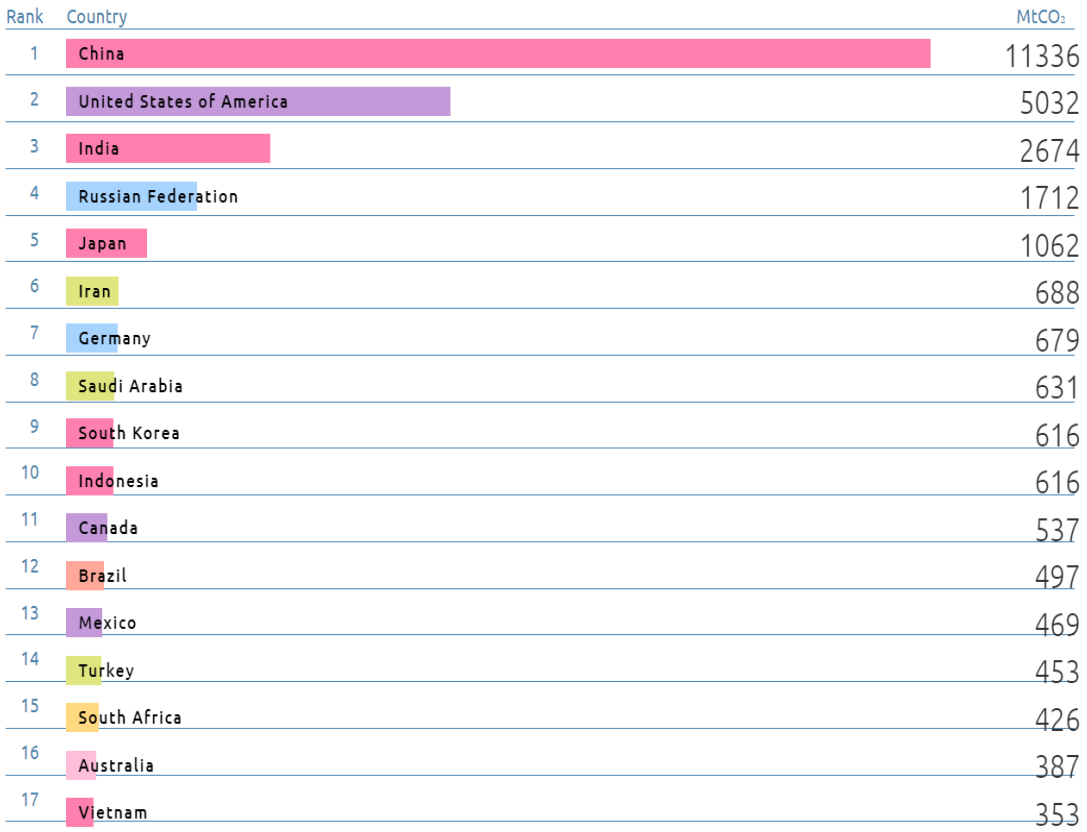
1. Birincil (doğrudan) karbon ayak izi: Kişi veya kurumların tüketimi (enerji, ulaşım) sonucunda açığa çıkan karbondioksit (CO_2) emisyonlarının miktarıdır (Sıleybi, 2023).

2. İkincil (dolaylı) karbon ayak izi: Kullandığımız ürünlerin tüm yaşam döngüsünde, üretiminden tüketimine kadar olan süreçte ortaya çıkan karbondioksit (CO_2) miktarıdır (Sıleybi, 2023).

Çizelge 1.3 Karbon ayak izi parametreleri (Güven, 2023)

Parametre	Birincil ayak izi	İkincil ayak izi
Ulaşım	Yakıt	• Toplu taşıma • Havayolu ulaşımı • Otomobil
Barınma	Doğalgaz	• Elektrik • Su • Atık • Isınma
Gıda		• Tahıl • Sebze • Meyve • Et
Ürün		• Giyim • Ev ürünleri • Kişisel bakım
Hizmet		• Sağlık • Eğlence • Eğitim

Küresel karbon atlası verilerine göre Çin, Amerika Birleşik Devleti, Hindistan ve Rusya'nın karbon emisyonları en üst sıralardadır. Türkiye bu verilere göre 14. sırada yer almaktadır. Şekil 1.3'de ülkelerin yıllık emisyon miktarları gösterilmiştir



Şekil 1.3 Ülkelerin yıllık CO_2 emisyon miktarları ($MtCO_2$) (Küresel Karbon Atlası, 2021)

1.3.1 Karbon Ayak İzi Hesaplaması

Karbon ayak izi, insan faaliyetleri sonucu açığa çıkan sera gazlarının toplamı olarak bilinir.

İnsanlar veya kuruluşların elektrik tüketim, yakıt tüketimi, ulaşım, ambalaj kullanımı, malzeme üretimi gibi iş faaliyetlerinden ötürü doğrudan veya dolaylı bıraktığı karbon ayak izinin hesabı için bu eylemlerin verilerini toplamak gerekmektedir. Karbon ayak izi ton CO_2 eş değeri (tCO_2e) cinsinden ölçülür ve faaliyet verilerinin emisyon faktörü ile çarpılmasıyla hesaplanır. Emisyon hesabı Eşitlik 1'de verilmiştir.

Faaliyet Verisi * Emisyon Faktörü =Emisyon CO_2 (tCO_2e) (1.1)

1.3.2 Karbon Ayak İzi Hesaplama Metodolojileri

İklim değişikliklerinin önüne geçebilmek için karbon ayak izi hesaplamaları ile sera gazı emisyonlarının belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu amaçla uluslararası düzeyde iş birlikleri yapılıp protokoller ve sözleşmeler imzalanmıştır. Uluslararası çalışmalarla karbon ayak izi hesaplama yöntemleri geliştirilmektedir (Lin, 2016). Bu yöntem ve metodolojiler; Uluslararası Standardizasyon Kurumu (ISO 14064), Sera Gazı Emisyon Protokolü (GHG), Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) ve Çevre, Gıda ve Köy İşleri Departmanı (DEFRA) olarak sıralanabilir.

1.3.2.1 ISO 14064 Standardı

ISO 14064, bir kuruluş veya yapının sera gazı emisyonlarının envanter çalışmasının hazırlanması, emisyonların azaltılması için projelerin geliştirilmesi, raporlaması, kalite yönetimi ve doğrulaması ile ilgili gereklilikleri açıklayan bir standarttır. Uluslararası Standardizasyon Kurumu (ISO) tarafından hazırlanmış olup 45 ülkeyi temsil eden 175'in üzerinde uzman katılım sağlamıştır (Sıleybi, 2023). Standart üç bölümden oluşmaktadır. Her bölüm ayrı kapsamları içermektedir (Özyeğin Üniversitesi, 2020).

• ISO 14064-1: Sera gazı envanterlerinin kurum, kuruluş veya şirket seviyesinde tasarlanması, emisyonlarının uzaklaştırmalarının hesaplanmasını ve rapor edilmesini içermektedir.

• ISO 14064-2: Sera gazı emisyonlarına sebep olan eylemlerin belirlenip izlenmesi, raporlaması, azaltımı veya ortadan kaldırılması için iyileştirmelerin yapılması için tasarlanmış sera gazı projelerine dayalı faaliyetlere yer verir.

• ISO 14064-3: Kuruluşların hazırladığı sera gazı envanterleri, emisyon azaltımı için yürütülen projelerin doğrulanması, geçerli kılınması ve raporlaması hakkında ayrıntılı bilgileri içermektedir.

ISO 14064 ilkeleri şunlardır;

1. Uygunluk: Çalışma alanına uygun sera gazı kaynakları, yutakları, rezervuarları, veriler ve metodolojiler seçilmelidir.

2. Tamlık: Sera gazı emisyonları ve uzaklaştırmaların tamamını içermelidir.

3. Tutarlılık: Sera gazı emisyonlarıyla ilgili bilgilerin anlamlı bir şekilde kararlaştırılmasına olanak sağlamalıdır.

4. Doğruluk: Hatalar ve belirsiz durumlar mümkün olduğu kadar azaltılmalıdır.

5. Şeffaflık: Hedef kullanıcının karar verebilmesi için imkân sağlamak amacıyla, sera gazı ile ilgili yeterli bilgiler açıklanmalıdır (Özyeğin Üniversitesi, 2020).

1.3.2.2 Sera Gazı Emisyon Protokolü (GHG)

Sera gazı emisyonlarının belirlenmesinde kabul edilmiş en önemli yöntemler arasında Sera Gazı Emisyon Protokolü (GHG) yer almaktadır. Eylül 2021'de Sera Gazı Protokolü Kurumsal Muhasebe ve Raporlama Standardı dünyaya duyurulduktan sonra 9 ülkede uygulamaları yapılmıştır (Gürsoy, 2023).

Sera Gazı Emisyon Protokolü, sera gazı emisyon hesaplarında ölçüm ve raporlamaların ana çerçevesini oluşturan bir uygulamadır. 3 kapsam altında incelenmektedir.

Kapsam 1: Kurum ya da kuruluşun sahip olduğu ve kontrol edebildiği, doğrudan oluşan emisyonlar (Doğalgaz ve kuruluşa ait araç filosu)

Kapsam 2: Kurum ya da kuruluşlar tarafından satın alınan, tüketilen enerji kaynaklı dolaylı emisyonlar (Elektrik)

Kapsam 3: Kurum ya da kuruluşların faaliyetleri sonucu oluşan ancak kurum ya da kuruluşa ait olmayan ve kontrol edemediği diğer dolaylı emisyonlar

Belirlenen bu kapsamlar doğrultusunda bir bireyin, bir kurumun, bir şehrin veya bir ülkenin karbon ayak izi oluşumundaki etkiler dikkate alınıp hesaplamalar yapılmalıdır (Tosun, 2023).

1.3.2.3 Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)

1988 yılında Kanada'nın Toronto şehrinde düzenlenen, Birleşmiş Milletlere bağlı olarak faaliyet gösteren, Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre

Programı (UNEP) tarafından, iklim değişikliğinin daha iyi anlaşılması amacıyla bilimsel, teknik ve sosyo-ekonomik bilgileri değerlendirerek, gerekli analizleri ortaya koyan bir kuruluştur (Çerçi, 2021).

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), Birleşmiş Milletler ve Dünya Meteoroloji Örgütü üyelerinden oluşan, Türkiye'nin de içinde bulunduğu 195 IPCC üyesi ülkeler tarafından belirlenmiş süreçler ile çalışmaları sürdürmektedir. 1990 yılında ilk raporu yayınlanmış ve beş yılda bir rapor yayınlanmaktadır (Sıleybi, 2023).

IPCC raporları 4 ana gruptan oluşmaktadır (Atabey, 2013).

1. Değerlendirme Raporları
2. Özel Raporlar
3. Yöntem Metotları
4. Birleşmiş Milletler dışı dillere çeviriler

IPCC Kılavuzu kitapçıklarında sera gazı envanterlerini hesaplamak için, enerji, tarım, ormanların kullanımı, atıklar, endüstriyel faaliyetler, ürün kullanımları, genel rehberlik ve raporlama gibi başlıklar yer almaktadır. Emisyonları belirlemek için adım adım nasıl veri toplanacağı, bu verilerin nasıl değerlendirileceği ve raporlamanın nasıl yapılacağı kılavuzda belirtilmektedir. Ülkelerin elde edemeyeceği veriler için kullanılabilecek ortalama değerlerde kılavuzda yer almaktadır. Çalışmada kılavuzun enerji başlığının altında yer alan genel, endüstriyel ve ulaşımdan kaynaklanan emisyonların yer aldığı içerikten yararlanılmıştır. Ulaşım sektöründeki emisyonlar yakıtın yanması ile ilgili olduğundan karbondioksit (CO_2) gazından kaynaklanan emisyonlar net bir şekilde hesaplanabilmektedir, çünkü karbondioksit (CO_2) gazı yanma sonucu ortaya çıkan yanmanın doğal ürünüdür. Raporlarda her ülke için yakıt tüketimleri de yer almaktadır. Ancak ulusal envanter noktasında, ülkelerin imkanları varsa kendi emisyon faktörlerini oluşturup kullanması tavsiye edilir (Atabey, 2013).

IPCC Kılavuzunda emisyon hesaplama metodları "Tier" olarak ifade edilir. Tier-1 yaklaşımında, yanma kaynaklı oluşan salınımlar, yakılan yakıt miktarları ve ortalama bir emisyon faktörü yer alır. CO_2 emisyonu için bu yöntem detaylı düzenlenmiştir. Ancak

karbondioksit (CO_2) dışındaki metan, azot oksit gibi gazlar için ortalama emisyon faktörleri kullanılmaktadır.

Tier-2 yaklaşımında, Tier-1 yaklaşımından farklı olarak ülkeye özgü emisyon faktörleri kullanılır. Bu yaklaşım Tier-1 yaklaşımından daha detaylı ve daha iyi tahminler sağlamaktadır.

Tier-3 yaklaşımında, bireysel tesis düzeyindeki ölçüm ve veriler kullanılır. Bu yaklaşım karbondioksit (CO_2) dışındaki diğer sera gazları için daha iyi tahminler sağlamaktadır. Tier-3 yaklaşımı, ulaştırma sektöründeki yakıtın tüketim değerlerinden farklı olarak araçların yaptıkları yol mesafesi, taşıdıkları yük değerleri de hesaba katılır (Çerçi, 2021).

1.3.2.4 DEFRA Metodu

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

1.4 UI GreenMetric Dünya Üniversite Sıralaması

16 Nisan 2009'da Endonezya Üniversitesi'nin ev sahipliğinde gerçekleşen, Dünya Üniversite Sıralamaları Uluslararası Konferansı'nda üniversitelerin iklim değişikliği ile mücadelede büyük bir rol oynadığını ve sıralamaları belirli kriterlere göre yapılmasının gerekliliği belirtilmiştir. Kriterler ayrıca üniversitenin hem alan hem de nüfus açısından büyüklüğü, kampüs konumu ve yeşil alan miktarı gibi temel bilgilerin yanı sıra enerji kullanımı, ulaşım, su kullanımı ve geri dönüşüm ve atık arıtmaya ilişkin bilgileri de içermektedir (Anonim, 2023).

Uygulama yardımıyla, üniversitelerin enerji ve su tasarrufu, atıkların geri dönüşümü ve yeşil ulaşıma yenilikçi fikirler geliştirerek topluma rol model olması amaçlanmaktadır.

UI GreenMetric Dünya Üniversite Sıralamasına katılmak isteyen üniversitelerden, yeşil kampüs taahhütlerine ilişkin bir dizi kritere ilişkin sayısal veriler sağlamaları istenmektedir.

Bu çalışmanın konusu olan Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2023 yılı GreenMetric sıralaması, Çizelge 1.4'te gösterilmiştir. 1183 üniversite arasında yapılan çalışmada Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi 446. sırada yer almaktadır.

Çizelge 1.4 2023 Yılı Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin GreenMetric sıralaması

Sıra (2023)	Üniversite	Ülke	Toplam Puan
443	Altay Devlet Üniversitesi	Rusya	6585
444	Ryazan Devlet Tıp Üniversitesi	Rusya	6585
445	Vytautas Magnus Üniversitesi	Litvanya	6585
446	Van Yüzünü Yıl Üniversitesi	Türkiye	6585
447	Filistin Teknik Üniversitesi Kodoorie	Filistin	6575

1.5 Araştırmanın Amacı

Üniversiteler, insan popülâsyonunun ve faaliyetlerinin fazla olduğu kurumlar olması nedeniyle, bu gibi kurumların karbon ayak izinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Kurum, kuruluş ve şirketlerde olduğu gibi karbon ayak izinin hesabı için var olan proses veya faaliyetlerin sera gazı emisyonları tayin edilmeli ve karbondioksit cinsinden rapor edilmelidir.

Bu tez çalışmasında, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüsü'nün mevcut karbon salınımı belirlenerek karbon ayak izi hesaplanmıştır. Yenilenebilir temiz enerjiye

yönelimi arttırarak iklim değişikliğini olumsuz etkilerden kurtarmak amacıyla emisyon azaltıcı önlemlerin alınmasına dair önerilerde bulunulmuştur.

Bu tez çalışması ile cevaplanması planlanan sorular şu şekildedir;

i. Üniversite kampüsünde karbon salınımına sebep olan başlıca faktörler nelerdir?
ii. Karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik önlemler nelerdir?
iii. Emisyonların azaltılması ile üniversite kampüsünün Greenmetric değerlendirmesi değişiklik gösterebilir mi?

1.6 Araştırmanın Önemi

Teknolojide yaşanan hızlı gelişmelere paralel olarak enerji tüketiminin artması, tüketim ile ilgili analizlerin yapılması, tüketimden kaynaklı açığa çıkan sera gazı emisyonlarının beraberinde gelen iklim değişiklikleri; yenilenebilir enerji sistemlerine olan ihtiyacı sürekli olarak gündemde tutmakta ve araştırmacı-mühendislerin ilgilerini yenilenebilir enerji sistemlerinin artırılmasına yönelik çalışmalara yönlendirmektedir.

Bu çalışmada, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi karbon ayak izi analiz sonuçlarına göre hangi alanlarda enerji tüketiminin azaltılabileceği ve yenilenebilir enerji ile desteklenebileceği önerilmiştir. Bu sayede kurumumuzun doğa ile barışık ve sürdürülebilirliğinin sağlanarak daha çevreci özelliklere sahip olması hedeflenmektedir. Özellikle Van'ın konumu gereği özellikle güneş enerjisi destekli yenilenebilir enerji sistemlerine yatkınlığı göz önüne alınarak çözüm önerileri geliştirilmiştir. Hazırlanan çalışma dünyada ve ülkemiz gündeminde yer alan emisyonların azaltılmasına yönelik çalışmalara ışık tutacak, bölgemize ve ülkemize hizmet verecektir.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Karbon ayak izi, insan faaliyetleri tarafından atmosfere salınan sera gazlarının miktarıdır. Karbon ayak izi bir bireyin, ailenin, binanın, üniversitenin, bir şehrin hatta bütün bir milletin faaliyetlerinde uygulanabilir. Sera gazları doğal yollar ile açığa çıkan gazlar olsa da insan faaliyetlerinin sera gazı emisyonlarına etkisi de göz ardı edilmeyecek kadar büyüktür (Anonim, 2008).

Sera etkisinin ortaya çıkmasında birçok gazın etkisi vardır (CO_2, CH_4, N_2O, HFC, CFC, SF_6) ancak kirliliğe sebep olan en önemli sera gazı karbondioksit (CO_2) olduğu için sera etkisi yaratan temel gaz olarak karbondioksit kabul edilmektedir. Yapılan çalışmalarda da en çok karbon salınımı araştırılmıştır (Mercan ve Karakaya, 2013). Literatürde karbon ayak izi hesaplamaları için yapılan çalışmalar giderek artmaktadır.

2.1 Üniversitelerde Yapılan Karbon Ayak İzi Uygulamalarında Kaynak Bildirişleri

Küçük şehirler olarak da görülen üniversitelerde karbon ayak izi, sürdürülebilirlik ve yeşil kampüs üzerine literatürde birçok çalışma yapılmış olup çeşitli parametreler incelenmiştir.

Özçelik (2017), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü'nün enerji ve karbon ayak izini değerlendirmiştir. Hesaplamalarında kampüsün yakıt kullanımından kaynaklı doğalgaz tüketimi, üniversitenin araç filosu, tüketilen elektrik, su verileri ve kampüste oluşan atık miktarı ile akademik, idari ve öğrencilerin ulaşımdan kaynaklı emisyonları ele alınmıştır. Ulaşımdan kaynaklı karbon ayak izinin tahmini için iki çeşit yaklaşım yapılmıştır. Yaklaşım-1'de akademik, idari personele ve öğrencilere anket uygulaması yapılırken, Yaklaşım-2'de kampüse giriş-çıkış yapan araç sayıları kameralardan tespit edilerek ortalama bir değer belirlenmiştir. Ele alınan iki yaklaşım kıyaslandığında yaklaşım-1'e göre karbon ayak izi 19706.084 ton CO_2e, yaklaşım-2'ye göre karbon ayak izi 10122.154 ton CO_2e olarak hesaplanmıştır (Özçelik, 2017).

Başoğul (2018), Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nin akademisyen ve idari personelin ekolojik ve karbon ayak izini belirlemiştir. Çalışmada Ekolojik Ayak İzi Hesaplama Anketi programı kullanmış olup, 46 akademisyen ve idari personele anket

uygulanmıştır. Çalışma sonucunda mühendislik fakültesi oranlarının %56'dan fazlasının seyahatten kaynaklı olduğu, seyahat sıklığının fazla olduğu ve kişisel araçlarını ulaşımda daha çok kullanıldığı belirlenmiştir. Çalışmada bölümlere göre değerlendirme yapıldığında, Harita Mühendisliği bölümünde görev yapan akademisyenlerin ekolojik ve karbon ayak izi değerleri diğer bölümlerde görev yapan akademisyenlere göre daha düşük çıktığı sonucuna varılmıştır (Başoğul, 2018).

Binboğa ve Ünal, Manisa Celal Bayar Üniversitesi'nin birincil karbon ayak izini IPCC Metodolojisi Tier-1 yaklaşımı ile hesaplamıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda Üniversitenin 2016 yılı birincil karbon ayak izi 8.953,906 Ton CO_2 olarak bulunmuştur. Bu miktarın %87.85'nin (7865.721 ton CO_2) elektrik tüketiminden kaynaklandığı tespit edilmiştir (Binboğa ve Ünal, 2018).

Gökçek vd. (2019), Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi kampüsünde 9 fakültede bulunan öğrencilerin tüketim alışkanlıklarını ölçen bir anket ile fakültelere göre karbon ayak izi değişimini incelemişlerdir. Yapılan anketlerin sonuçları SPSS 20 programından yararlanılarak elde edilmiştir. Sonuç olarak Tıp Fakültesi öğrencilerinin karbon ayak izinin en yüksek olduğu, cinsiyete göre ele alındığında erkek öğrencilerin karbon ayak izinin kız öğrencilere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bireysel karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik önerilerde bulunulmuştur (Gökçek vd., 2019).

Kumaş vd. (2019), Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulunun karbon ayak izini belirlemişlerdir. Hesaplamalar Defra Annex ölçütlerine göre yapılarak yıl bazında karbon ayak izi değerlendirilmiştir. Karbon ayak izi çalışmasında ısınma, ulaşım ve elektrik enerji tüketimi gibi değerler baz alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Sonuç olarak karbon salınımının en az benzinli araçlardan, en fazla ise doğalgazdan kaynaklandığını tespit etmişlerdir (Kumaş vd., 2019).

Üreden (2019), Çankırı Karatekin Üniversitesi'nin 2017 yılı için karbon ayak izini 3 kapsam altında incelemiştir. Çalışmada en çok salınımın Kapsam 2'de 2527.72 ton tCO_2eq ile elektrik tüketiminden kaynaklandığı görülmüştür. Kapsam 1'de 2175.58 ton tCO_2eq Kapsam 3'de 946.76 ton tCO_2eq salınım olduğu belirlenmiştir. Elektrik tüketiminden kaynaklanan salınımın azaltılması için enerji kaynaklarının yenilenebilir kaynaklarla desteklenmesi durumunda, emisyon oranını %25 azaltacağı belirtilmiştir (Üreden, 2019).

Clabeaux vd. (2020), Clemson Üniversitesi'nin 2014 karbon ayak izinin öğrenci başına yaklaşık ton değerini belirlemişlerdir. Çalışma 3 kapsam altında ele alınmış olup, Kapsam 1 emisyonları, karbon ayak izinin yaklaşık %19'unu oluştururken, Kapsam 2 ve 3 emisyonlarının her biri yaklaşık %41 olduğu tespit edilmiştir. Sera gazı emisyonlarının en büyük kaynağının %41 ile elektrik üretiminden kaynaklı olduğu görülmüştür (Clabeaux vd., 2020).

Seyhan ve Çerçi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi'nin yakıt ve elektrik tüketimini baz alarak karbon ayak izini belirlemişlerdir. Kapsam-1 de yakıt tüketimi, Kapsam-2 de elektrik tüketimi hesaplanmıştır. Çalışma 2019 ve 2020 yılları için yapılmış sonuç olarak 2020 yılında kampüsün karbon ayak izinin düştüğü tespit edilmiştir (Seyhan ve Çerçi, 2022).

Karakaya (2022), Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü Kurumsal Karbon Ayak İzi Hesaplaması ve Değerlendirilmesi başlıklı çalışmasında, 2022 yılının karbon ayak izini belirlemiştir. Kapsam 1, Kapsam 2 ve Kapsam 3 emisyonları hesaplanmış sonuç olarak Kapsam 1 emisyonları 1132 ton CO_2eq, Kapsam 2 emisyonları 5060 ton CO_2eq ve Kapsam 3 emisyonları 17422 ton CO_2eq olarak belirlenmiştir.

Kiehle vd. (2023), Finlandiya'da bulunan Oulu Üniversitesi'nin karbon ayak izini belirlemişlerdir. Yaşam Döngü Analizi (LCA) ve Çevresel Olarak Genişletilmiş Girdi-Çıktı Analizi şeklinde iki farklı yaklaşımlı hibrid bir model üzerinde çalışmışlardır. Kapsam-1 de doğrudan emisyon olan üniversitenin araç filosu ve yakıt yanması, Kapsam-2 de elektrik tüketimi, ısıtma-soğutma ve Kapsam-3 de iş seyahatleri, genel satın almaları ele almışlardır. Sonuç olarak kampüsün CO_2 salınımında en yüksek payın %40 oranında bölgesel ısı kullanımından kaynaklandığını belirlemişlerdir (Kiehle,vd., 2023).

Yavuz vd. (2023), Osmaniye Korku Ata Üniversitesi'nin ISO 14064-1 standardı ve Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) envanterlerinden elde edilen emisyon faktörlerini baz alarak 2019, 2020, 2021 yıllarının tüketim verilerine göre karbon ayak izini belirlemişlerdir. Çalışmada sadece Kapsam 1 ve Kapsam 2 emisyonları hesaplanmıştır. 2019 yılında toplam 2955.30 ton CO_2e, 2020 yılında toplam 1913.96 ton CO_2e, 2021 yılında toplam 2659.14 ton CO_2e bulunmuştur (Yavuz vd., 2023).

Sıleybi (2023), Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü Karbon Ayak İzinin Hesaplanması başlıklı çalışmasında, kampüsün 2021 yılına ait karbon ayak izini belirlemiştir. Hesaplamalar IPCC metodolojine göre yapılmış, sonuç olarak 2021 yılında

toplam karbon emisyonu 11840 ton CO_2 olarak bulunmuştur. Bu emisyonların 7334 ton CO_2 ile en çok elektrik enerjisi tüketiminden kaynaklı olduğu tespit edilmiştir (Sıleybi, 2023).

Tosun (2023), Giresun Üniversitesi'nin 2020-2022 yılları arasındaki karbon ayak izini Sera Gazı Emisyon Protokolü (GHG) ve ISO 14064-1 kılavuzu standartlarına göre hesaplamıştır. 2020 yılında 1696.23 tCO_2e, 2021 yılında 1638.93 tCO_2e ve 2022 yılında 2618.03 tCO_2e bulunmuştur (Tosun, 2023).

Gürsoy (2023), Erciyes Üniversitesi'nin 2017, 2018 ve 2019 yıllarının karbon ayak izini; Sera Gazı Emisyon Protokolü (GHG) kılavuzunda hesaplanan eşdeğer karbon emisyon miktarları, Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) formülleri ile GreenMetric Derecelendirme Platformunun hesapladığı karbon emisyon miktarları karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak 2017 yılında 27304 ton tCO_2e, 2018 yılında 25243 ton tCO_2e ve 2019 yılında 25721 ton tCO_2e karbon salınımının olduğu bulunmuştur. Kişi başı emisyon değeri üç yıl için 0.4 ton tCO_2e olarak hesaplanmıştır (Gürsoy, 2023).

2.2 Yapılan Diğer Karbon Ayak İzi Uygulamalarının Kaynak Bildirişleri

Sunturlu (2017), Fethiye'de turizm sektöründe faaliyet gösteren teknelerin 2011-2014 yılları arasındaki karbon ayak izini hesaplamıştır. Sonuç olarak 2011-2014 yılları arasında tekne sayılarının %9.2 arttığı ve 2014 yılında gezinti teknelerinin 1999.423 tCO_2, yolcu motorlarının 111.116 tCO_2, ticari yatların 3809,061 tCO_2 ve toplamda 5919.6 tCO_2 salınımının olduğu tespit edilmiştir (Sunturlu, 2017).

Türkay (2018), Eskişehir ilinin karayolu ulaşımından kaynaklı karbon ayak izini hesaplamıştır. 2012-2017 yılları arasında karayolu ulaşımından kaynaklanan sera gazı emisyonları IPCC kılavuzunda yer alan Tier I yaklaşımı kullanılarak hesaplanmıştır. Yakıt türleri arasında motorin kullanımından kaynaklanan emisyon miktarının benzin ve LPG' ye oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Nüfus artışından kaynaklı artan araç sayısı ve dolayısıyla artan yakıt tüketiminin, emisyon salınımlarının da artmasına sebep olmaktadır. Bu etki göz önünde bulundurulduğunda emisyon salınımının azaltılmasına yönelik yapılacak olan çalışmalar önem arz etmektedir (Türkay, 2018).

Ayan (2019), Muğla ilinin karayolu ulaşımı için yakıt tüketimleri üzerinden karbon ayak izini belirlemiştir. 2013 ve 2018 yılları arasında karayolu ulaşımı kaynaklı

oluşan sera gazı emisyonları IPCC Tier-1 yaklaşım yöntemi ile hesaplanmıştır. Nüfus artışından kaynaklı emisyon salınımlarının da arttığı sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda turistik bir şehir olan Muğla'da yaz aylarındaki mevsimsel nüfus artışı nedeniyle araç sayılarının arttığı ve bunun sonucunda daha fazla yakıt tüketildiği belirtilmiştir. Dolayısıyla emisyon salınımının yaz aylarında daha fazla olduğu vurgulanmıştır (Ayan, 2019).

Argun vd. (2019), Konya ilinin Selçuklu ilçesinin 2015 yılındaki karbon ayak izini, IPCC kılavuzunun Tier yaklaşımlarıyla belirlemişlerdir. Sonuç olarak emisyonlar içerisinde %54 oranıyla en yüksek payın kömür kullanımından, %41 ile ulaşımdan ve %3'lük oranla en düşük payın katı atıklardan kaynaklı olduğu belirlenmiştir (Argun vd., 2019).

Kumaş vd. (2019), Muğla Dalaman Havalimanı'nın karbon ayak izini, yapılan uçuş sayıları ve uçak tiplerine göre IPCC kılavuzunda yer alan Tier yaklaşımı ile hesaplamışlardır. Toplam emisyonun 93410.750 tCO_2/yıl olduğu tespit edilmiştir (Kumaş vd., 2019).

Civelekoğlu ve Bıyık (2020), Isparta ilinin 2010-2016 yılları arasındaki karayolundan kaynaklı karbon ayak izini, IPCC kılavuzundaki Tier 1 ve Tier 2 metodolojileri ile hesaplamıştır. Sonuç olarak 2010-2016 yılları arasında Tier 1 yaklaşımında %34, Tier 2 yaklaşımında %43'lük artışın olduğu belirlenmiştir (Civelekoğlu ve Bıyık, 2020).

Yavuz (2020), Antalya'da bulunan 1907 yataklı 5 yıldızlı bir otelin 5 yıllık tüketimlerini dikkate alarak karbon ayak izini hesaplamıştır. Yıllık ortalama 5.3 tonluk bir emisyon salınımının olduğu tespit edilmiştir (Yavuz, 2020).

Başoğul vd. (2021), Adıyaman'da bulunan bir tekstil fabrikasının karbon ayak izini 3 ayrı kapsamda Tier 1 yaklaşımı ile hesaplamışlardır. Tekstil fabrikasının 300 gün çalıştığı var sayılarak hesaplanan karbon ayak izi, 297.343 ton CO_2/yıl olarak belirlenmiştir. En fazla salınımın elektrik tüketiminden, en az salınımın atık sudan kaynaklı olduğu tespit edilmiştir (Başoğul vd., 2021).

Aksoy (2023), Aksaray ilinin 2016-2020 yılları arasındaki karayolu ulaşımından kaynaklı karbon ayak izini, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) metodu Tier 1 ve Tier 2 yaklaşımlarını kullanarak hesaplamıştır. Tier 1 metoduna göre, 2016 yılında 456986.99 ton, 2017 yılında 479602.77 ton, 2018 yılında 621087.01 ton,

2019 yılında 742941.29 ton, 2020 yılında 752550.97 ton, Tier 2 metoduna göre 2016 yılında 600463.75 ton 2017 yılında 666158.04 ton, 2018 yılında 644697.45 ton, 2019 yılında 644359.16 ton ve 2020 yılında 660704.17 ton tCO_2e salınımının olduğu belirlenmiştir (Aksoy, 2023).

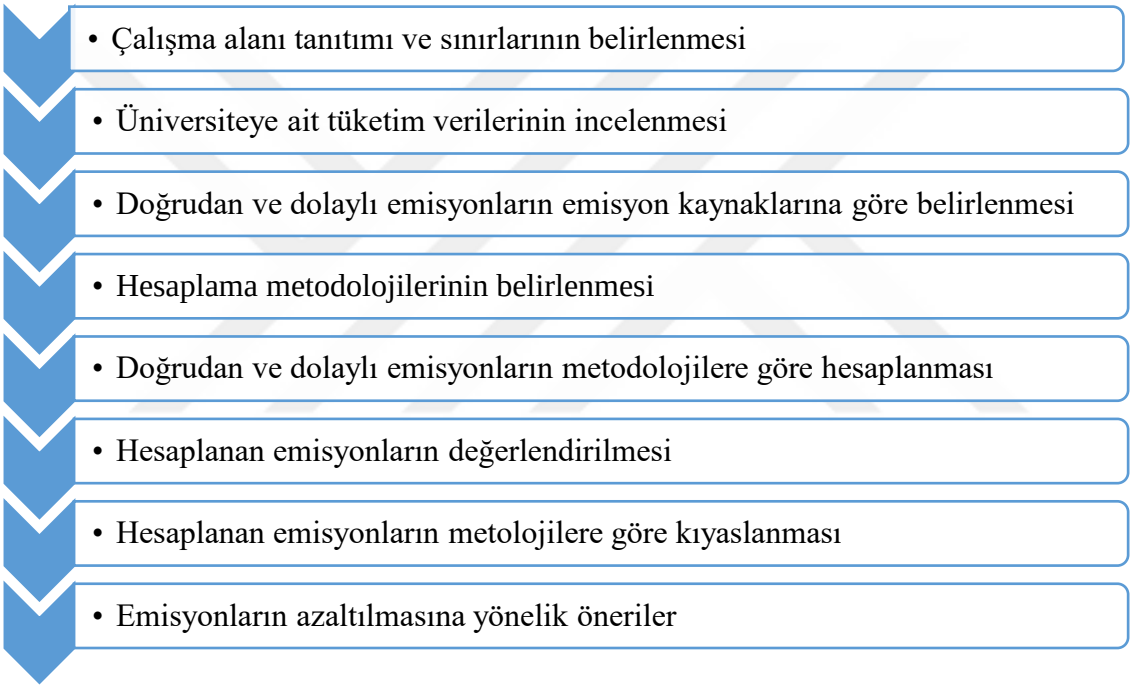
Bulut (2023), Sivas ilinin 2015-2021 yılları arasında karayolundan kaynaklı karbon ayak izini, IPCC kılavuzundaki Tier 1 ve Tier 2 yaklaşımlarıyla hesaplamış sonuç olarak, Tier 1'de 640 Gg CO_2 Tier 2'de 634 Gg CO_2 salınımın olduğu belirlenmiştir. En yüksek emisyonun 2018, en düşük emisyonun 2015 yılında olduğuna, akaryakıtlar arasında en çok emisyonun motorinden kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır (Bulut, (2023).

Işık (2023), Denizli'de bulunan ve ev tekstil ürünleri üreten bir tekstil fabrikasının 2021 yılındaki karbon emisyonunu IPCC Tier yaklaşımı ile hesaplamıştır. Hesaplamalar 3 ayrı kapsam için yapılmış ve kapsamlar arasında en çok salınımın %96 ile Kapsam 2'de elektrik ve buhar tüketiminden kaynaklı olduğu görülmüştür (Işık, 2023).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2020-2022 yılları arasındaki elektrik, doğalgaz ve ulaşım tüketimlerinden kaynaklı karbon ayak izi belirlenmiştir. Belirlenen karbon ayak izini azaltmaya yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Öncelikle çalışma alanının sınırları belirlenmiştir. Üniversiteden alınan veriler incelendikten sonra emisyon kaynaklarına göre doğrudan ve dolaylı emisyonlar belirlenmiş ve hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda emisyonların azaltılmasına yönelik önerilerde bulunulmuştur.



Şekil 3.1 Tez çalışması akış şeması

3.1 Çalışma Alanının Tanıtımı

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, 20 Temmuz 1982 tarihinde 41 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile 7 milyon metrekarelik (m^2) büyük bir alana kurulmuş, 19 fakülte, 5 enstitü, 3 yüksekokul, 11 meslek yüksekokulu, 800 adet lojman ve birçok bağımsız yapı ve binalardan oluşan, bünyesinde toplam 36 bin kişi (akademik personel, idari personel ve öğrenci) barındıran köklü ve büyük bir kamu kurumudur. Şekil 3.2'de üniversitenin konumu, Çizelge 3.1'de fakülteler, meslek yüksekokullar, yüksekokullar ve

enstitüler, Çizelge 3.2'de üniversitenin 2020, 2021, 2022 yıllarındaki öğrenci, idari ve akademik personel sayıları gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi konumu

Çizelge 3.1 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüsünde yer alan binalar

Fakülteler	Denizcilik Fakültesi Diş Hekimliği Fakültesi Eczacılık Fakültesi Edebiyat Fakültesi Eğitim Fakültesi Erciş İşletme Fakültesi Fen Fakültesi Güzel Sanatlar Fakültesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İlahiyat Fakültesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Mühendislik Fakültesi Müzik ve Sahne Sanatları Fakültesi	Yüksekokullar	Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Türk Müziği ve Devlet Konservatuarı Yabancı Diller Yüksekokulu
		Meslek Yüksekokulları	Başkale Meslek Yüksekokulu Çaldıran Meslek Yüksekokulu Erciş Meslek Yüksekokulu Erciş Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Gevaş Meslek Yüksekokulu Muradiye Meslek Yüksekokulu Özalp Meslek Yüksekokulu

Çizelge 3.2 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüsünde yer alan binalar (devam)

Fakülteler	Müzik ve Sahne Sanatları Fakültesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Su Ürünleri Fakültesi Tıp Fakültesi Turizm Fakültesi Veteriner Fakültesi Ziraat Fakültesi	Meslek Yüksekokulları	Van Güvenlik Meslek Yüksekokulu Van Meslek Yüksekokulu Van Organize Sanayi Bölgesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Van Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu
		Enstitüler	Fen Bilimleri Enstitüsü Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sosyal Bilimler Enstitüsü Yaşayan Diller Enstitüsü

Çizelge 3.3 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi 2020,2021,2022 yılları öğrenci, idari ve akademik personel sayıları (Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, 2020, 2021, 2022)

Kampüs Nüfus	Yıl		
	2020	2021	2022
Öğrenci Sayısı	29447	24764	25921
Akademik Personel	1659	1720	1820
İdari Personel	2927	2916	3241
Toplam	34033	29400	30982

3.2 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tüketim Verilerinin Toplanması

Çalışmada Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2020-2022 yılları arasındaki elektrik, doğalgaz yakıt tüketim verileri üniversite rektörlüğüne bağlı İdari ve Mali İşler Müdürlüğü'nden alınmıştır. Üniversiteye kayıtlı ve kayıtlı olmayan araç sayıları ise Güvenlik ve Koruma Müdürlüğü'nden alınmıştır. Doğalgaz yakıt tüketimi (m^3), Çizelge 3.3'te, elektrik tüketimi (kWh) Çizelge 3.4'te, ulaşımdan kaynaklı yakıt tüketimlerinin verileri Çizelge 3.5 ve Çizelge 3.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.4 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin yıllara göre doğalgaz tüketimi (m^3)

Tüketim Kaynağı	Yıl		
	2020	2021	2022
Doğalgaz (m^3)	4850720	4652646	4827921

Çizelge 3.5 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin yıllara göre elektrik tüketimi (kWh)

Tüketim Kaynağı	Yıl		
	2020	2021	2022
Elektrik (kWh)	11765798	11005627	12567887

Çizelge 3.6 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin yıllara göre kayıtlı araç sayısı

Ulaşım Kaynaklı Araç Sayıları	Yıl		
	2020	2021	2022
Benzin	75	99	113
Motorin	116	144	155
LPG	111	137	151
Toplam	302	380	419

Çizelge 3.7 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin yıllara göre kayıtlı olmayan ziyaretçi ve toplu taşıma araç sayısı

Ulaşım Kaynaklı Araç Sayıları (Araç/Yıl)	Yıl		
	2020	2021	2022
Otomobil	Araç sayısı	Araç sayısı	Araç sayısı
Benzin	198000	227760	246240
Motorin	308400	332880	337440
LPG	293600	315360	328320
Toplam	800000	876000	912000

Çizelge 3.8 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin yıllara göre kayıtlı olmayan ziyaretçi ve toplu taşıma araç sayısı (devam)

Ulaşım Kaynaklı Araç Sayıları (Araç/Yıl)	Yıl 2020	2021	2022
Otobüs/Minibüs	Araç sayısı	Araç sayısı	Araç sayısı
Otobüs (Motorin)	7200	9000	10080
Minibüs (Motorin)	25200	25200	33480
Toplam	32400	34200	43560

Üniversiteye kayıtlı ve kayıtlı olmayan, nizamiyeden geçen araçların sayısı Güvenlik ve Koruma Müdürlüğü'nden alınmıştır (Çizelge 3.5 ve Çizelge 3.6). Ancak yakıt türüne göre dağılımları verisine ulaşılmadığından TÜİK'ten alınan, Van'da trafiğe kayıtlı araçların yakıt türüne göre dağılımı verileri doğrultusunda hesaplamalar yapılmıştır. TÜİK'ten alınan yakıt türüne göre dağılım verileri Çizelge 3.7'de gösterilmiştir.

Kapsam-1'de ele alınan ulaşım verilerinde araçların kat ettikleri mesafe kampüs içerisinde 5 km alınmıştır. Kapsam-3'te dolaylı ulaşımdan kaynaklı kat edilen mesafe Van şehir merkezi ve Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüsü arası 20 km olarak alınmıştır.

Çizelge 3.9 Van'da trafiğe kayıtlı araçların yakıt türüne göre dağılımı

Trafiğe kayıtlı otomobillerin yakıt cinsine göre dağılımı							
Yıl	Toplam	Benzin	%	Motorin	%	LPG	%
2020	13 099 041	3 201 894	24.4	5 014 356	38.3	4 810 018	36.7
2021	13 706 065	3 495 172	25.5	5 158 803	37.6	4 923 275	35.9
2022	14 269 352	3 817 104	26.8	5 261 876	36.9	5 005 563	35.1

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi karbon ayak izi çalışmasında öncelikle Sera Gazı Emisyon Protokolü (GHG) ve ISO 14064-1 ile kapsamlar ve sınırlar belirlenmiş daha sonra hesaplamalar, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC) Tier-1 yaklaşımı ile Çevre, Gıda ve Köy İşleri Departmanı'nın (DEFRA) emisyon faktörleri kullanılarak Microsoft Excel programı ile yapılmıştır. Aynı zamanda analitik yöntem metodolojisi ile doğalgaz tüketimine ait emisyon miktarı ve ulaşım kaynaklı yakıt

tüketimine ait emisyon miktarları hesaplanmıştır. Hesaplamalarda yanma denklemlerinden yararlanılmıştır. Daha sonra IPCC Tier-1 yaklaşımındaki sonuçlar ve analitik yöntem metodolojisinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

3.3 Sera Gazı Emisyon Protokolü ile Kapsamların Belirlenmesi

Sera Gazı Emisyon Protokolü'ne (GHG) göre tüketim verileri 3 ayrı kapsam altında ele alınmaktadır. Protokole göre;

Kapsam-1'de üniversitenin kendi faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan, doğrudan sera gazı emisyonuna sebep olan doğalgaz tüketimleri ve üniversiteye ait araç filosundan kaynaklı emisyonlar;

Kapsam-2'de satın alınan elektrikten kaynaklı ortaya çıkan dolaylı sera gazı emisyonları;

Kapsam-3'te ise üniversiteye ait araç filosunun dışında ulaşımlardan kaynaklanan emisyonlar hesaplanmıştır. Kaynaklara göre kapsamların ayrımı Çizelge 3.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.10 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin emisyon kaynakları

Kaynak	Kapsam -1
Isınma için tüketilen yakıt	Üniversite'nin ısınma ihtiyacı için kullanılan doğalgazdan kaynaklanan emisyonlar
Üniversiteye ait araç filosu	Üniversite'ye ait araç filosundaki araçların yakıt tüketiminden kaynaklanan emisyonlar
Kaynak	Kapsam-2
Elektrik tüketimi	Üniversite'nin satın aldığı elektrik tüketiminden kaynaklanan dolaylı emisyonlar
Kaynak	Kapsam-3
Araç emisyonları	Üniversite'ye kayıtlı olmayan ulaşımdan kaynaklı diğer emisyonlar

3.3.1 Kapsam-1 Emisyonlarının Belirlenmesi

Kapsam-1 için toplam emisyon miktarının hesaplamasında, üniversitenin doğalgaz yakıt tüketiminden kaynaklı emisyon değerleri ve üniversitenin araç filosunun yarattığı doğrudan emisyonlar IPCC metodolojisi ve analitik yöntem metodolojisi ile ayrı ayrı hesaplanmıştır. Araçların motor hacimleri ve yakıt türüne göre emisyon faktörleri dikkate alınmıştır. Kapsam-1 için toplam emisyon miktarının hesaplanmasında Eşitlik 3.1'den yararlanılmıştır.

Kapsam-1 İçin Toplam Emisyon Miktarı = Doğalgaz yakıt tüketimi kaynaklı emisyon miktarı + Üniversiteye ait araç filosundan kaynaklı emisyon miktarı (3.1)

3.3.1.1 IPCC Metodoloji ile Doğalgaz Tüketimine Ait Emisyonların Hesaplanması

IPCC yaklaşımı ile doğalgaz yakıt tüketiminden kaynaklı toplam emisyon miktarının hesaplanacağı eşitlikler sırasıyla aşağıda sunulmuştur.

Yakıt Tüketimi = TV x d (3.2)

FV = NCV x Yakıt Tüketimi (3.3)

Emisyon (CO_2) = FV x EF (CO_2) (3.4)

Emisyon (CH_4) = FV x EF (CH_4) (3.5)

Emisyon (N_2O) = FV x EF (N_2O) (3.6)

Sera Gazı (CO_2) = Emisyon (CO_2) x KIP (CO_2) (3.7)

Sera Gazı (CH_4) = Emisyon (CH_4) x KIP (CO_2) (3.8)

Sera Gazı (N_2O) = Emisyon (N_2O) x KIP (CO_2) (3.9)

Toplam Sera Gazı = Sera Gazı (CO_2) + Sera Gazı (CH_4) + Sera Gazı (N_2O) (3.10)

3.3.1.2 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Doğalgaz Tüketimine ait Emisyonların Hesaplanması

Yanma olayı kimyasal bir olay olduğundan bu hesaplama kriterlerinde kimyasal yanma reaksiyonları baz alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Yanma reaksiyonunda çıkan

ürün olarak karbondioksit, su ve ısı açığa çıkmaktadır. Doğalgazın oksijenle yanması Eşitlik 3.11'de ifade edilmiştir.

$$CH_4+2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + ısı \quad (3.11)$$

Reaksiyonda metan (CH_4) ve oksijen (O_2) giren üründür. Moleküller arası bağların kopması sonucu karbondioksit (CO_2), su (H_2O) ve ısı açığa çıkmaktadır. Eşitlik 3.1'de 1 mol CH_4 16 gram, 2 mol O_2 64 gram olması ile toplamda 80 gram giren ürün meydana gelmektedir. Termodinamiğin 1. Yasası'na göre giren enerjilerin toplamı çıkan enerjilerin toplamına eşittir. Bu sebeple 44 gram CO_2, 36 gram H_2O ve ısı ile toplam 80 gram çıkan ürün oluşarak kütle korunur. Buna bağlı eşitlikler, Eşitlik 3.12 ve Eşitlik 3.13'te sunulmuştur.

$$CH_4+2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + ısı \quad (3.12)$$

$$16g\ CH_4 + 64g\ O_2 \rightarrow 44g\ CO_2 + 36g\ H_2O + ısı \quad (3.13)$$

3.3.1.3 IPCC Metodolojisi ile Üniversiteye ait Araç Filosunun Ulaşım Kaynaklı Yakıt Tüketiminin Toplam Emisyon Miktarının Hesaplanması

IPCC yaklaşımı ile ulaşım kaynaklı yakıt tüketimine ait toplam emisyon miktarının hesaplanacağı eşitlikler sırasıyla Eşitlik 3.2 ve Eşitlik 3.10 arasında sunulmuştur.

3.3.1.4 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Üniversiteye ait Araç Filosunun Ulaşım Kaynaklı Yakıt Tüketiminin Toplam Emisyon Miktarının Hesaplanması

Analitik yöntem metodolojisi ile ulaşım kaynaklı yakıt tüketimine ait toplam emisyon miktarının hesaplanacağı eşitlikler sırasıyla Eşitlik 3.16 ve Eşitlik 3.23 arasında sunulmuştur.

3.3.2 Kapsam-2 Emisyonlarının Belirlenmesi

Bu kapsamda yalnızca elektrik tüketiminden kaynaklı emisyon miktarları dikkate alınmaktadır. Kapsam-2 için toplam emisyon miktarının hesaplanmasında üniversitenin elektrik enerjisi tüketimi göz önüne alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Kapsam-2 için toplam emisyon miktarının hesaplanmasında Eşitlik 3.14'den yararlanılmıştır.

Kapsam-2 = Elektrik tüketiminden kaynaklı oluşan emisyonlar (3.14)

3.3.2.1 IPCC Metodolojisi ile Elektrik Tüketimine ait Toplam Emisyon Miktarının Hesaplanması

IPCC yaklaşımı ile elektrik tüketiminden kaynaklı emisyonların hesaplanacağı eşitlikler, Eşitlik 3.4, Eşitlik 3.7 ve Eşitlik 3.15'de sunulmuştur.

Emisyon (CO_2) = FV x EF(CO_2) (3.4)

Sera Gazı (CO_2) = Emisyon(CO_2) x KIP(CO_2) (3.7)

Toplam Sera Gazı (CO_2) = Sera Gazı(CO_2) (3.15)

3.3.3 Kapsam-3 Emisyonlarının Belirlenmesi

Kapsam-3 başlığında hesaplanan toplam emisyon miktarı; üniversitenin kontrolünde olmayan dolaylı olarak oluşan ulaşımlardan kaynaklanan emisyonları ifade etmektedir. Kapsam-3 için kullanılan eşitlik ve denklemler Kapsam-1'de yer alan üniversiteye ait araç filosunun da hesaplamalarında kullanılmaktadır.

3.3.3.1 IPCC Metodolojisi ile Üniversiteye Ait Olmayan Araçların Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Toplam Emisyon Miktarının Hesaplanması

IPCC yaklaşımı ile ulaşım kaynaklı yakıt tüketimine ait toplam emisyon miktarının hesaplanacağı eşitlikler sırasıyla Eşitlik 3.2 ve Eşitlik 3.10 arasında sunulmuştur.

3.3.3.2 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Üniversiteye Ait Olmayan Araçların Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Toplam Emisyon Miktarının Hesaplanması

Benzin, motorin ve LPG yakıtları karbon (C) elementi içerdiğinden bu yakıtların yanma denklemleri ile emisyon miktarları belirlenebilir. Analitik yöntem metodolojisi ile yanma denklemlerinden yararlanarak yanma ürünü olarak açığa karbondioksit CO_2 miktarı hesaplanabilmektedir. Bu hesaplama metodolojinde yakıt içerisinde bulunan elementlerin veya bileşiklerin molekül ağırlıklarının bilinmesi gerekmektedir. LPG %70 bütan %30 propan karışımından oluşmaktadır. Dolaysıyla hesaplamalarda yakıt tüketimleri %70 propan %30 bütan olarak alınmıştır. Benzin, motorin ve LPG karışımının 1 mol için yanma denklemleri Eşitlik 3.16, Eşitlik 3.23 arasında sunulmuştur.

1 mol benzin için yanma reaksiyonu eşitlikleri, Eşitlik 3.16 ve Eşitlik 3.17'de sunulmuştur.

$$C_7H_{16} + 11\ O_2 \rightarrow 7\ CO_2 + 8\ H_2O + \text{ısı} \quad (3.16)$$

$$100g\ C_7H_{16} + 352g\ O_2 \rightarrow 308g\ CO_2 + 144g\ H_2O + \text{ısı} \quad (3.17)$$

1 mol dizel için yanma reaksiyonu eşitlikleri, Eşitlik 3.18 ve Eşitlik 3.19'da sunulmuştur.

$$C_{15}H_{32} + 23\ O_2 \rightarrow 15\ CO_2 + 16\ H_2O + \text{ısı} \quad (3.18)$$

$$212g\ C_{15}H_{32} + 736g\ O_2 \rightarrow 660g\ CO_2 + 288g\ H_2O + \text{ısı} \quad (3.19)$$

1 mol bütan için yanma reaksiyonu eşitlikleri, Eşitlik 3.20 ve Eşitlik 3.21'de sunulmuştur.

$$C_4H_{10} + 6{,}5\ O_2 \rightarrow 4\ CO_2 + 5\ H_2O + \text{ısı} \quad (3.20)$$

$$58g\ C_4H_{10} + 208g\ O_2 \rightarrow 176g\ CO_2 + 90g\ H_2O + \text{ısı} \quad (3.21)$$

1 mol propan için yanma reaksiyonu eşitlikleri, Eşitlik 3.22 ve Eşitlik 3.23'te sunulmuştur.

$$C_3H_{18} + 5\ O_2 \rightarrow 3\ CO_2 + 4\ H_2O + ısı \quad (3.22)$$

$$44g\ C_3H_{18} + 160g\ O_2 \rightarrow 132g\ CO_2 + 72g\ H_2O + ısı \quad (3.23)$$

3.4 IPCC Emisyon Faktörü Seçimi

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi karbon ayak izi hesaplamasında IPCC kılavuzundan alınan emisyon faktörleri Çizelge 3.9'da ISO 14064 kılavuzunda bulunan başlıca sera gazlarının CO_2 eş değer faktörleri Çizelge 3.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.11 IPCC kılavuzu emisyon faktörleri

Emisyon Kaynağı	Sera Gazı	Emisyon Faktörü (EF)	Birimi
Doğalgaz	CO_2	56100	Kg*CO_2/TJ
	CH_4	5	Kg*CH_4/TJ
	N_2O	0.1	Kg*N_2O/TJ
Elektrik	CO_2	472	Kg*CO_2/kWh
Benzinli Araç	CO_2	69300	Kg*CO_2/TJ
	CH_4	25	Kg*CH_4/TJ
	N_2O	8	Kg*N_2O/TJ
Dizel Araç (Motorin)	CO_2	74100	Kg*CO_2/TJ
	CH_4	3.9	Kg*CH_4/TJ
	N_2O	3.9	Kg*N_2O/TJ
LPG'li Araç	CO_2	63100	Kg*CO_2/TJ
	CH_4	0.1	Kg*CH_4/TJ
	N_2O	8.1	Kg*N_2O/TJ

Çizelge 3.12 ISO 14064 kılavuzu sera gazlarının CO_2 eş değer faktörleri

Sera Gazı	Küresel Isınma Potansiyel (KIP) (ton CO_2 eq)
CO_2	1
CH_4	25
N_2O	298

4. BULGULAR

Çalışmada, 2020, 2021, 2022 yılları için Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin karbon ayak izi hesaplaması yapılmıştır. Isınma amaçlı kullanılan doğalgaz miktarı, elektrik tüketim değeri ve kampüse ulaşımın sağlandığı araçların yakıt miktarlarına ait emisyonların hesaplanmasında IPCC kılavuzunun emisyon faktörleri kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar MS Excel yardımıyla yapılmıştır. Çalışmada, aynı zamanda tüketim değerleri baz alınarak karbondioksit (CO_2) salınımı analitik yöntem ile de hesaplanmış ve iki yöntem karşılaştırılmıştır.

4.1 IPCC Metodolojisine Göre Yapılan Analizler

Analizlerde IPCC kılavuzunda yer alan emisyon faktörleri (Çizelge 3.9) ve ISO 14064 kılavuzunda yer alan sera gazlarının karbondioksit (CO_2) eş değer faktörleri (Çizelge 3.10) kullanılmıştır.

4.1.1 Kapsam-1 Emisyonlarının Hesaplanması

Kapsam-1 emisyonları, üniversitenin doğalgaz yakıt tüketiminden kaynaklı emisyon değerleri ve üniversiteye ait araç filosunun yarattığı doğrudan emisyonları kapsamaktadır. Araçların yakıt türüne göre emisyon faktörleri dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

Kapsam-1 için toplam emisyon miktarının hesaplanmasında Eşitlik 3.1'den yararlanılmıştır.

4.1.1.1 Kapsam-1 Doğalgaz Yakıt Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarı

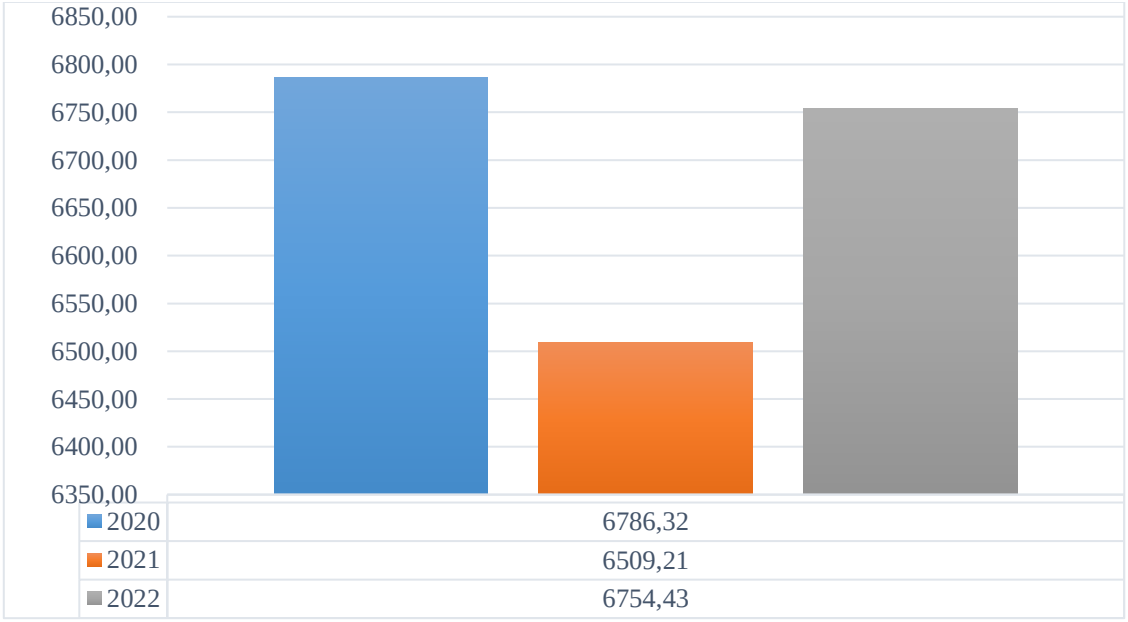
Çizelge 3.3'ten alınan doğalgaz tüketim verilerden yararlanılarak Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüsünün 2020-2022 yılları arasındaki toplam karbon emisyonu hesaplanmıştır. 2020-2022 yılları arasında üniversitenin sırasıyla 4850720 m^3, 4652646 m^3 ve 4827921 m^3 doğalgaz yakıt tüketimi gerçekleşmiştir.

Hesaplamalarda IPCC kılavuzundan alınan emisyon faktörleri (Çizelge 3.9) ve ISO 14064 kılavuzu sera gazlarının karbondioksit (CO_2) eş değer faktörlerinden (Çizelge 3.10) yararlanılmıştır.

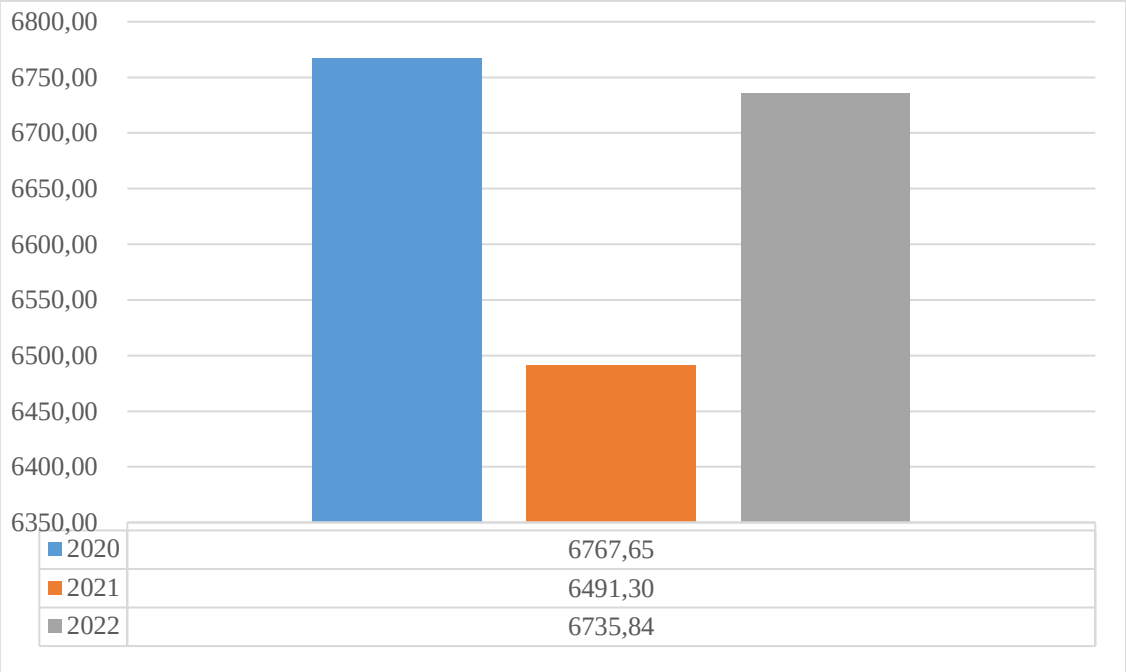
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin IPCC hesaplama metodolojisi ile hesaplanan 2020-2022 yılları arasındaki doğalgazdan kaynaklı karbondioksit (CO_2), metan (CH_4) ve nitrözoksit (N_2O) emisyonlarının karbondioksit (CO_2) eşdeğeri miktarları Çizelge 4.1'de, toplam emisyon miktarı Şekil 4.1'de, CO_2 salınım miktarı Şekil 4.2'de, CH_4 salınım miktarı Şekil 4.3'te ve N_2O sera gazının salınım miktarı Şekil 4.4'de sırasıyla gösterilmektedir.

Çizelge 4.1 2020-2021-2022 yılları CO_2, CH_4 ve N_2O emisyonlarının CO_2 eşdeğeri miktarları (tCO_2eq)

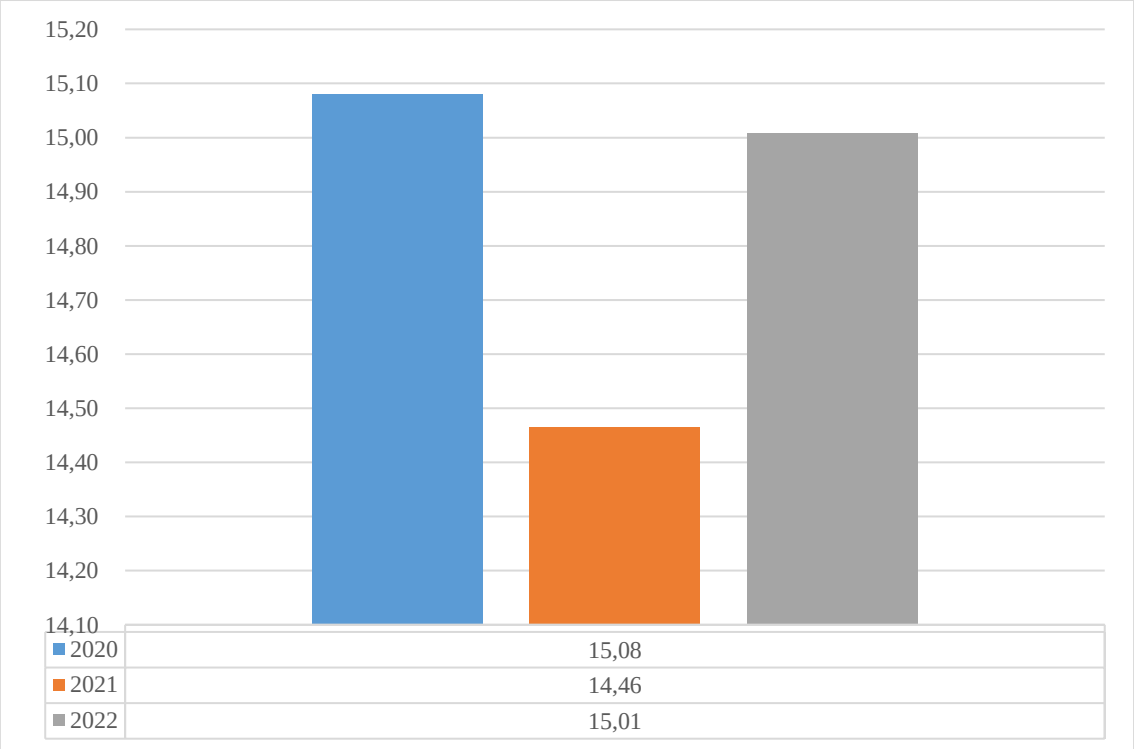
Yıl	CO_2 (CO_2 eq ton/yıl)	CH_4 (CO_2 eq ton/yıl)	N_2O (CO_2 eq ton/yıl)	Toplam CO_2 (ton/yıl)
2020	6767.65	15.08	3.59	6786.32
2021	6491.30	14.46	3.45	6509.21
2022	6735.84	15.01	3.58	6754.43



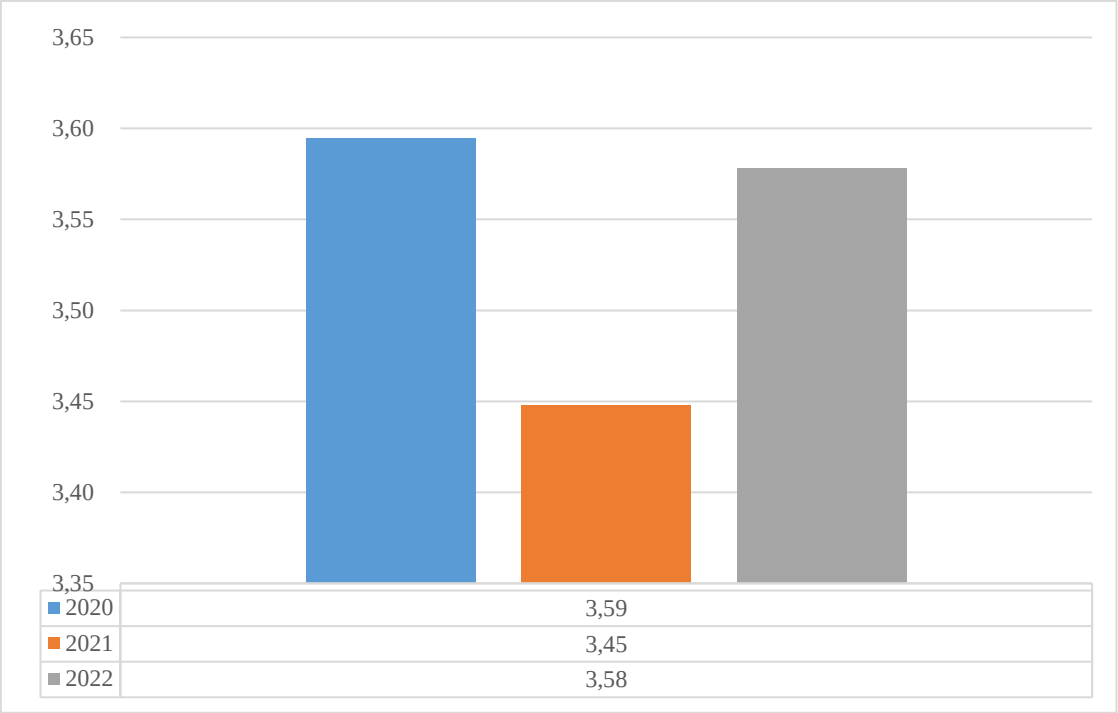
Şekil 4.1 Kapsam-1 doğalgaz tüketimine bağlı toplam emisyon miktarı (tCO_2eq)



Şekil 4.2 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin doğalgaz tüketiminden kaynaklanan CO_2 emisyonunun CO_2 eşdeğer miktarı (tCO_2eq)



Şekil 4.3 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin doğalgaz tüketiminden kaynaklanan CH_4 emisyonunun CO_2 eşdeğer miktarı (tCO_2eq)



Şekil 4.4 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin doğalgaz tüketiminden kaynaklanan N_2O emisyonunun CO_2 eşdeğer miktarı (tCO_2eq)

Yapılan analize göre Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin doğal gaz tüketiminde sera gazlarından en çok salınımın sırasıyla; karbondioksit (CO_2), metan (CH_4) ve nitrözoksit (N_2O) olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebi ise hesaplama faktöründeki emisyon değerleridir.

2020-2022 yılları arası doğalgaz tüketim değerleri incelendiğinde en fazla doğalgaz tüketiminin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2020 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Doğalgaz tüketiminde 2020-2021 yılları arası %4.08 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.77 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.47 azalış yaşandığı belirlenmiştir. Değerler incelendiğinde ölçümlerin alınmaya başladığı yıl olan 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlaması yaşanmıştır. Buna bağlı olarak 2020 yılı bahar dönemi ve 2021-2022 yılı akademik takvimine ait tüm dönemlerde dersler uzaktan eğitimle yürütülmüştür. 2022-2023 akademik yılında ise eğitim öğretim sürecinin normale dönmesiyle eğitim öğretim faaliyetleri kampüs içinde yüz yüze olacak şekilde sürdürülmüştür. Kampüs içerisinde toplam doğalgaz tüketimi, koşulların etkisinde değişkenlik göstermiştir. Sonuç olarak, ilgili sürecin etkisinde doğalgaz tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde, 2020-2021

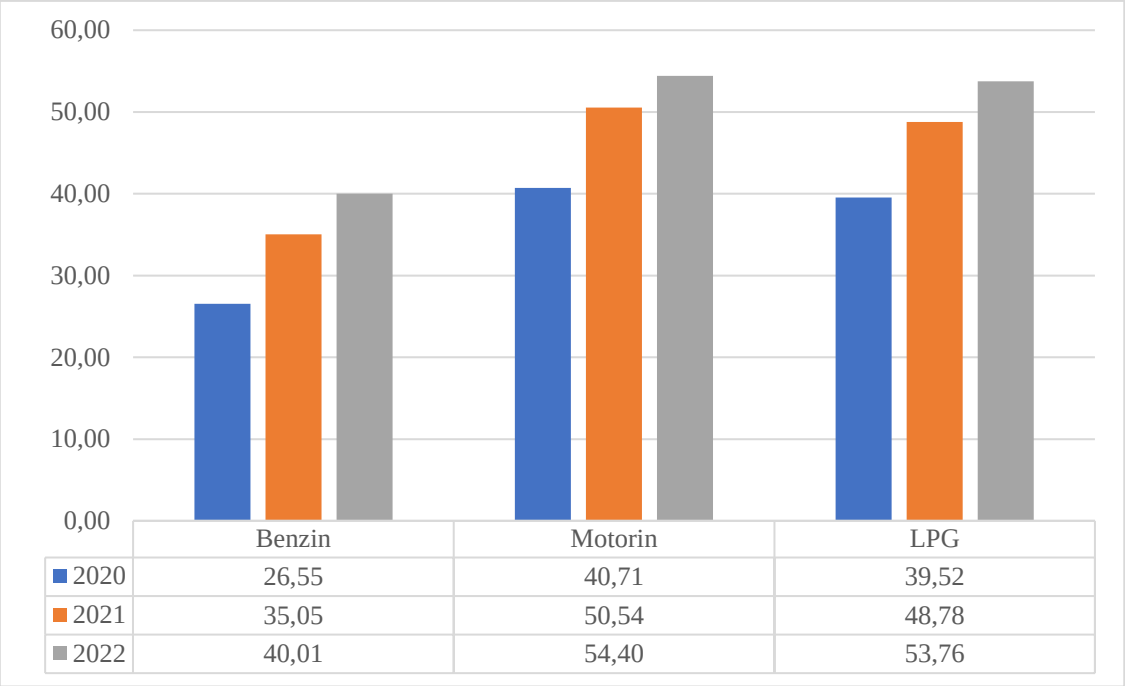
yılları arası %4.08 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.77 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise % 0.47 azalış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden karbondioksit (CO_2) kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %4.08 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.77 artış olduğu, 2020- 2022 yılları arası ise %0.47 azalış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden metan (CH_4) kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %4.11 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.80 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.46 azalış yaşandığı ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden nitröz oksit (N_2O) kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %3.90 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.77 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.28 azalış yaşandığı sonucuna varılmıştır.

4.1.1.2 Kapsam-1 Üniversitenin Araç Filosunun Yakıt Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarı

Çizelge 3.5'ten alınan üniversiteye kayıtlı araçların sayısı ve Çizelge 3.7'de gösterilen TÜİK verilerinden yola çıkarak hesaplanan Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'ne ait araçların yakıt türüne göre tüketimleri Çizelge 4.2'de, yakıt türlerine göre emisyon miktarları Şekil 4.5'te ve üniversiteye ait araçların toplam emisyon miktarı Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

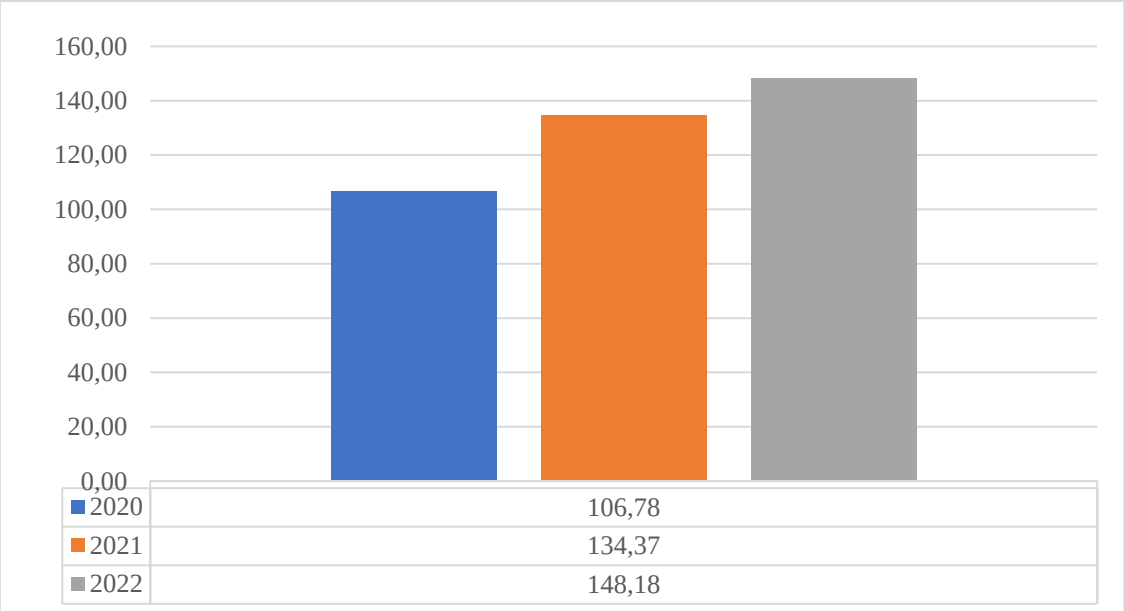
Çizelge 4.2 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'ne ait kayıtlı araçların yakıt tüketimleri (litre)

Üniversiteye kayıtlı araçların yakıt tüketimleri (litre)	Yıl		
	2020	2021	2022
Benzin	11475	15141	17289
Motorin	15242.4	18921.6	20367
LPG	22377.6	27619.2	30441.6
Toplam	49095	61687.8	68097.6



	Benzin	Motorin	LPG
2020	26,55	40,71	39,52
2021	35,05	50,54	48,78
2022	40,01	54,40	53,76

Şekil 4.5 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'ne ait kayıtlı araçların yakıt türlerine göre emisyon miktarları (tCO_2eq)

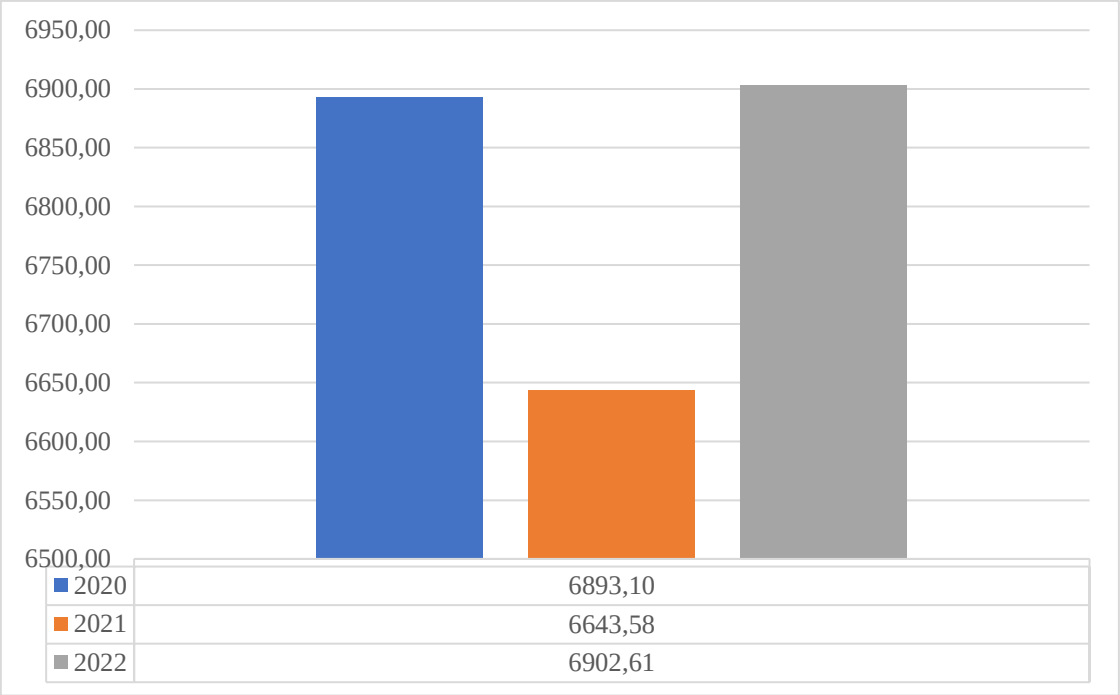


2020	106,78
2021	134,37
2022	148,18

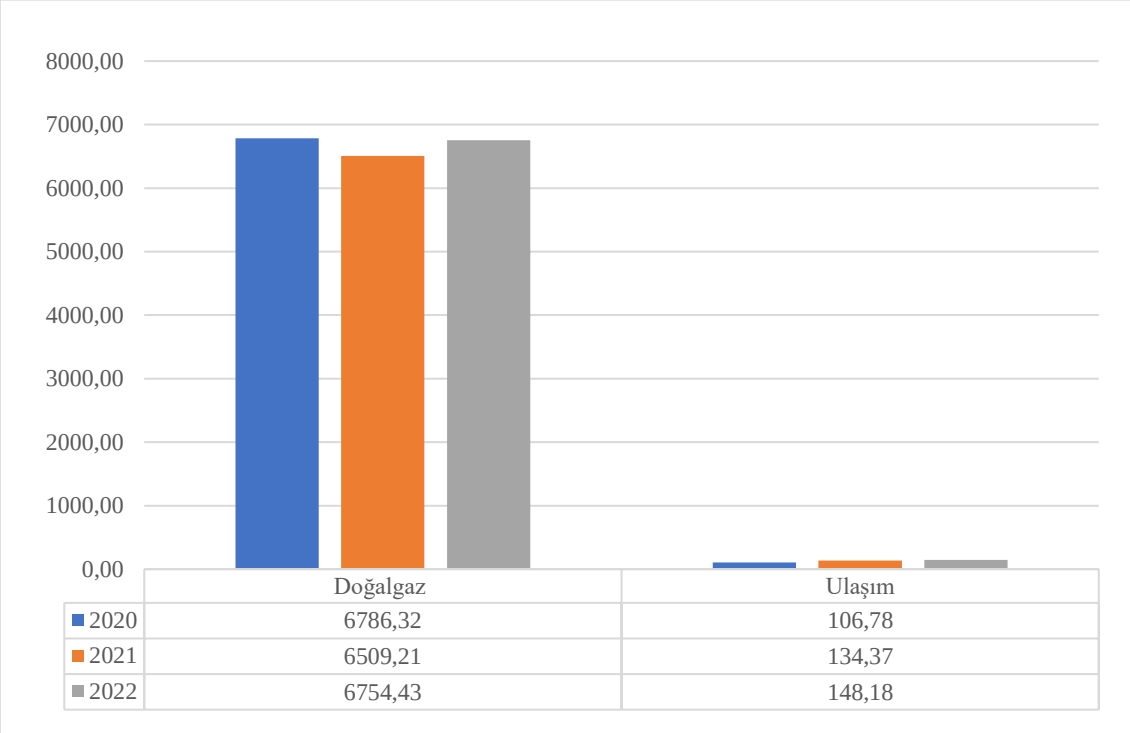
Şekil 4.6 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesine ait kayıtlı araçların toplam CO_2 emisyon miktarı (tCO_2eq)

IPCC metodolojisine göre hesaplanan doğalgaz ve ulaşımdan kaynaklanan Kapsam-1 emisyonları Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de gösterilmiştir.

2020-2022 yılları arası Van Yüzüncü Yıl Üniversitesine ait kayıtlı araçların tüketim değerleri incelendiğinde en fazla yakıt tüketiminin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2022 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Yakıt tüketiminde 2020-2021 yılları arası %25.65, 2021-2022 yılları arası %10.39, 2020-2022 yılları arası ise %38.71 artış yaşandığı belirlenmiştir. Değerler incelendiğinde ölçümlerin alınmaya başladığı yıl olan 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlaması yaşanmış olmasına rağmen yakıt tüketiminin bu durumdan etkilenmediği sonucuna varılmıştır. Kampüs içerisinde üniversiteye ait kayıtlı araçların toplam yakıt tüketimleri incelenen yıllar göz önüne alındığında artış göstermiştir. Sonuç olarak, ilgili sürecin etkisinde üniversiteye ait kayıtlı araçların toplam yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %25.84, 2021-2022 yılları arası %10.28, 2020-2022 yılları arası ise %38.77 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden benzin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %32.02, 2021-2022 yılları arası %14.15, 2020-2022 yılları arası ise %50.70 artış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %24.15, 2021-2022 yılları arası %7.64, 2020-2022 yılları arası ise %33.63 artış yaşandığı ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden LPG kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %23.43, 2021-2022 yılları arası %10.21, 2020-2022 yılları arası ise %36.03 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.7 IPCC metodolojisi ile hesaplanan toplam Kapsam-1 emisyonları (tCO_2eq)



Şekil 4.8 IPCC metodolojisi ile hesaplanan doğalgaz ve ulaşımdan kaynaklı Kapsam-1 emisyon miktarı (tCO_2eq)

2020-2022 yılları arası IPCC metodolojisine göre Kapsam-1'i oluşturan toplam tüketim değerleri incelendiğinde en fazla tüketimin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2022 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Değerler incelendiğinde ölçümlerin alınmaya başladığı yıl olan 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlaması yaşanmıştır. Buna bağlı olarak 2020 yılı bahar dönemi ve 2021-2022 yılı akademik takvimine ait tüm dönemlerde dersler uzaktan eğitimle yürütülmüştür. 2022-2023 akademik yılında ise eğitim öğretim sürecinin normale dönmesiyle eğitim öğretim faaliyetleri kampüs içinde yüz yüze olacak şekilde sürdürülmüştür. Kampüs içerisinde toplam doğalgaz tüketimi ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'ne bağlı kayıtlı araçların tüketimleri, koşulların etkisinde değişkenlik göstermiştir. Sonuç olarak, ilgili sürecin etkisinde doğalgaz ve üniversiteye ait kayıtlı araçların yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %3.62 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.90 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.14 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır.

4.1.2 Kapsam-2 Emisyonlarının Hesaplanması

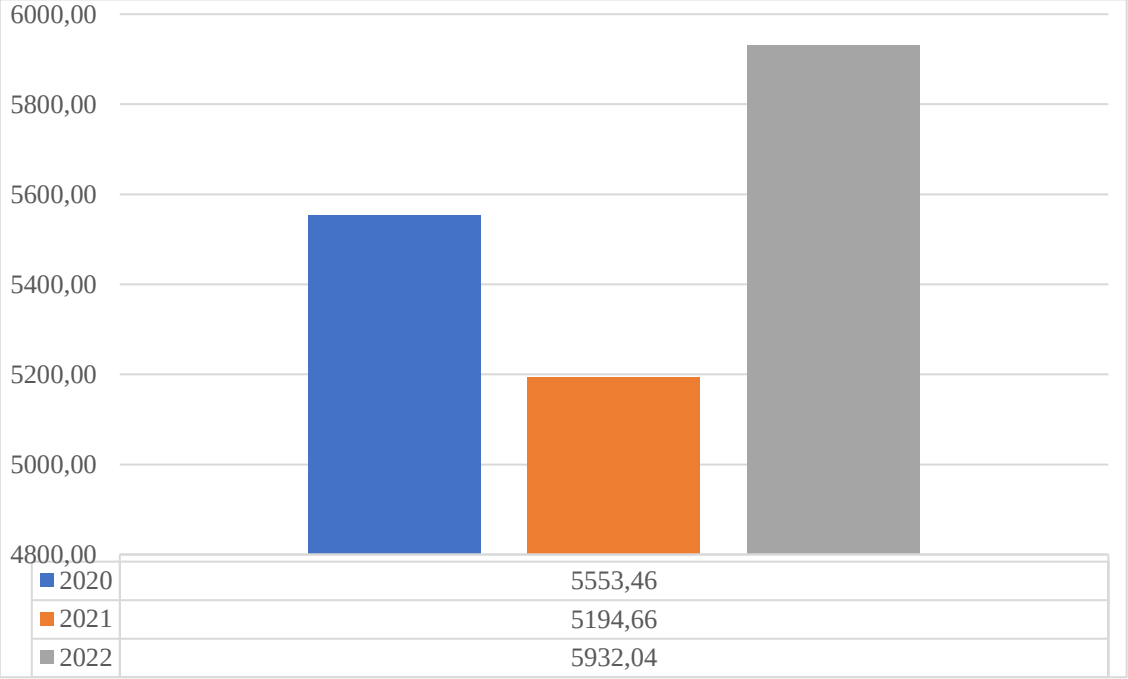
Kapsam-2 emisyonları, üniversitenin satın aldığı elektrikten kaynaklanan emisyonları kapsamaktadır. İdari ve Mali İşler Müdürlüğü'nden alınan veriler doğrultusunda Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2020 yılında 11765798 kWh, 2021 yılında 11005627 kWh ve 2022 yılında 12567887 kWh elektrik tüketiminin olduğu Çizelge 3.4'te gösterilmiştir. Çizelge 3.9'da verilen emisyon faktörü dikkate alınarak hesaplamalar MS Excel'de hesaplanmıştır.

4.1.2.1 Kapsam-2 Elektrik Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarı

2020, 2021, 2022 yıllarında üniversitenin satın aldığı elektrikten kaynaklanan Kapsam-2 emisyonlarının CO_2 eş değeri miktarı Çizelge 4.2 ve Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 2020-2021-2022 yılları karbondioksit (CO_2) emisyonunun CO_2 eşdeğeri miktarı

Yıl	Toplam CO_2 (tCO_2eq)
2020	5553.46
2021	5194.66
2022	5932.04



Şekil 4.9 IPCC metodolojisi ile hesaplanan elektrik tüketiminden kaynaklı Kapsam-2 emisyonları (tCO_2eq)

2020-2022 yılları arası IPCC metodolojisine göre Kapsam-2'yi oluşturan toplam tüketim değerleri incelendiğinde en fazla tüketimin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2022 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Değerler incelendiğinde ölçümlerin alınmaya başladığı yıl olan 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlaması yaşanmıştır. Buna bağlı olarak 2020 yılı bahar dönemi ve 2021-2022 yılı akademik takvimine ait tüm dönemlerde dersler uzaktan eğitimle yürütülmüştür. 2022-2023 akademik yılında ise eğitim öğretim sürecinin normale dönmesiyle eğitim öğretim faaliyetleri kampüs içinde yüz yüze olacak şekilde sürdürülmüştür. Kampüs içerisinde toplam elektrik tüketimi, koşulların etkisinde değişkenlik göstermiştir. Sonuç olarak,

ilgili sürecin etkisinde elektrik tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %6.46 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %14.2 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %6.82 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır. IPCC metodolojisine göre Kapsam-2'yi oluşturan toplam tüketim ve buna bağlı toplam emisyon miktarındaki 2020-2021 yılları arası azalışın pandemi etkisinde gerçekleştiği, buna karşın 2021-2022 yılları arasındaki artışın ise dünyadaki üniversite sıralamaları dikkate alındığında kampüs içerisindeki eğitim-öğretim faaliyetleri ile birlikte araştırma-geliştirme çalışmalarının gerçekleşmesinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

4.1.3 Kapsam-3 Emisyonlarının Hesaplanması

Kapsam-3 emisyonları, üniversitenin dolaylı ulaşımından kaynaklı emisyonları kapsamaktadır. Güvenlik ve Koruma Müdürlüğü'nden alınan veriler doğrultusunda (Çizelge 3.6), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi nizamiyesine, 2020 yılında 800000 otomobil, 7200 belediye otobüsü, 25200 minibüs, 2021 yılında 876000 otomobil 9000 belediye otobüsü 25000 minibüs ve 2022 yılında 912000 otomobil, 10080 belediye otobüsü, 33480 minibüs giriş yapmıştır. Üniversite kampüsü ve şehir merkezi arasında günlük katedilen mesafe 20 km olarak alınmış ve yakıt türlerine göre tüketimleri hesaplanmıştır. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüs nizamiyesine giriş yapan araçların yakıt türüne göre tüketimleri Çizelge 4.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi nizamiyesine giriş yapan araçların yakıt tüketimi (litre)

Üniversite nizamiyesine giriş yapan araçların yakıt tüketimleri (litre)	Yıl 2020	2021	2022
Otomobil	Yakıt tüketimi	Yakıt tüketimi	Yakıt tüketimi
Benzin	336600	387192	418608
Motorin	450264	486004.8	492662.4
LPG	657664	706406.4	735436.8
Toplam	1444528	1579603.2	1646707.2

Çizelge 4.5 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi nizamiyesine giriş yapan araçların yakıt tüketimi (devam)

Üniversite nizamiyesine giriş yapan araçların yakıt tüketimleri (litre)	2020	2021	2022
Otobüs (Motorin)	43056	53820	60278.4
Minibüs (Motorin)	54936	54936	72986.4
Toplam	97992	108756	133264.8

4.1.3.1 Kapsam-3 Ulaşımda Kullanılan Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı

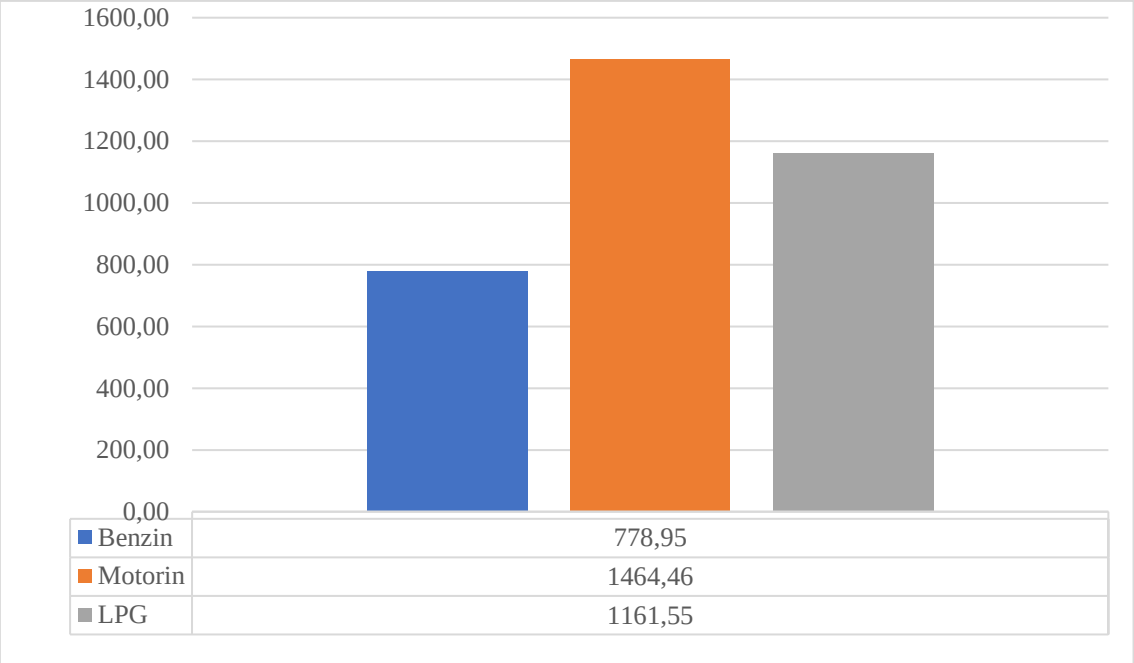
Çizelge 3.9'da verilen IPCC emisyon faktörleri ve Çizelge 4.4'te verilen yakıt tüketimleri baz alınarak Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin dolaylı ulaşımından kaynaklanan, yakıt türlerine göre emisyon miktarları hesaplanmıştır.

4.1.3.1.1 IPCC Metodolojisi ile Hesaplanan 2020 Yılına ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı

IPCC metodolojisi ile hesaplanan 2020 yılına ait yakıt tüketimlerinin CO_2 eşdeğeri miktarı Çizelge 4.5 ve Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6 2020 yılı yakıt türüne göre emisyon miktarı (tCO_2eq)

Yakıt türü	2020
Benzin	778.95
Motorin	1464.46
LPG	1161.55



Şekil 4.10 2020 yılı yakıt türüne göre emisyon miktarı (tCO_2eq)

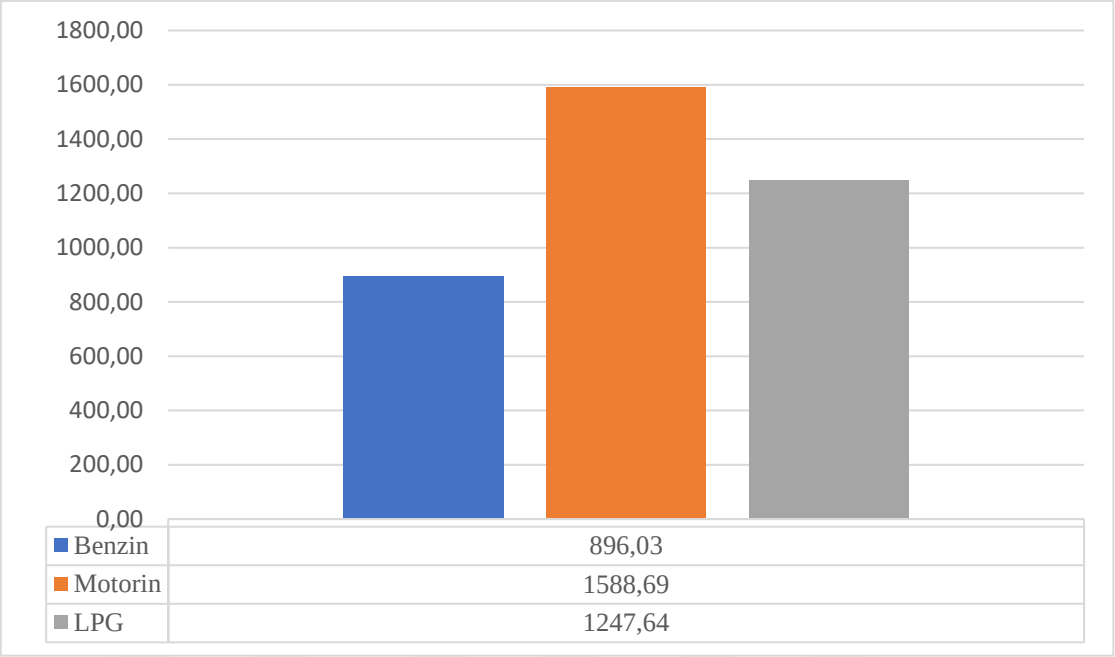
2020 yılı için IPCC metodolojisine göre Kapsam-3'ü oluşturan toplam tüketim değerleri incelendiğinde en fazla yakıt tüketiminin LPG yakıt türünde ve buna karşın en fazla emisyon değerinin dizel araçlardan motorin yakıt türü için gerçekleştiği görülmektedir.

4.1.3.1.2 IPCC Metodolojisi ile Hesaplanan 2021 Yılına ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı

IPCC metodolojisi ile hesaplanan 2021 yılına ait yakıt tüketimlerinin CO_2 eşdeğeri miktarı Çizelge 4.6 ve Şekil 4.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7 2020 yılı yakıt türüne göre emisyon miktarı (tCO_2eq)

Yakıt türü	2021
Benzin	896.03
Motorin	1588.69
LPG	1247.64



Şekil 4.11 2021 yılı yakıt türüne göre emisyon miktarı (tCO_2eq)

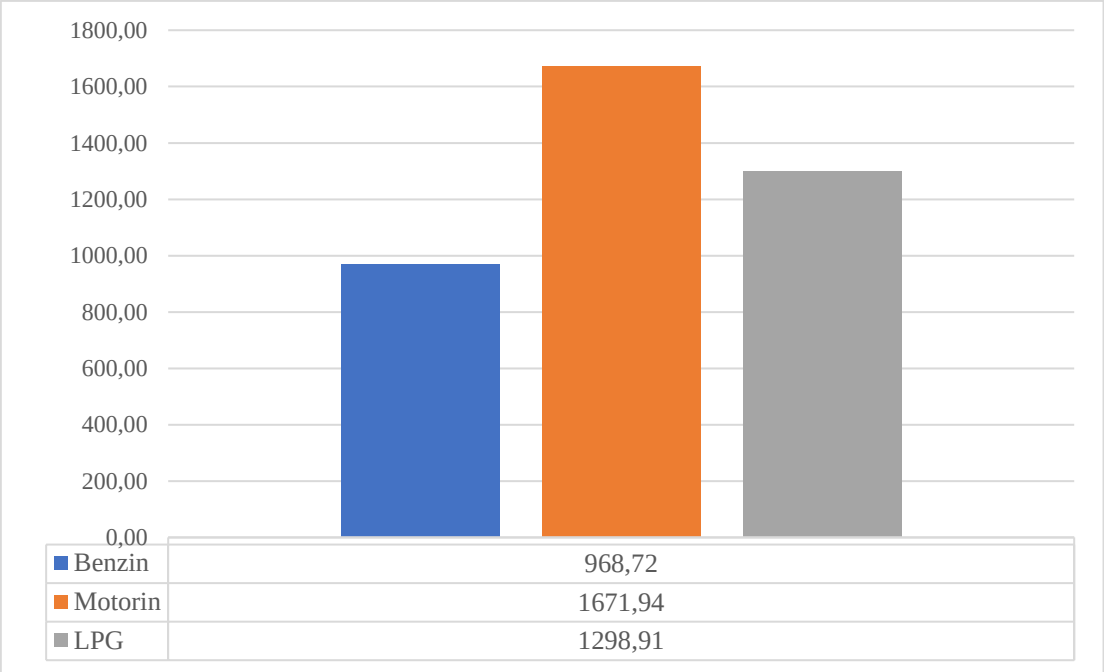
2021 yılı için IPCC metodolojisine göre Kapsam-3'ü oluşturan toplam tüketim değerleri incelendiğinde en fazla yakıt tüketiminin LPG yakıt türünde ve buna karşın en fazla emisyon değerinin dizel araçlardan motorin yakıt türü için gerçekleştiği görülmektedir.

4.1.3.1.3 IPCC Metodolojisi ile Hesaplanan 2022 Yılına ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı

IPCC metodolojisi ile hesaplanan 2022 yılına ait yakıt tüketimlerinin CO_2 eşdeğeri miktarı Çizelge 4.7 ve Şekil 4.12'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8 2022 yılı yakıt türüne göre emisyon miktarı (tCO_2eq)

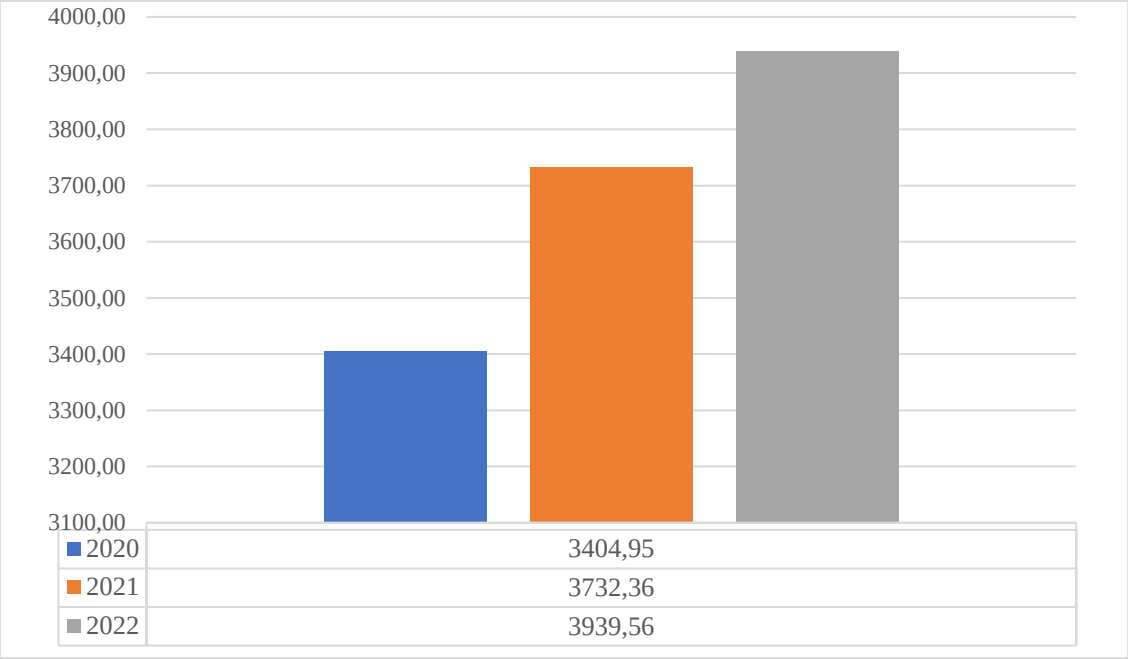
Yakıt Türü	2022
Benzin	968.72
Motorin	1671.94
LPG	1298.91



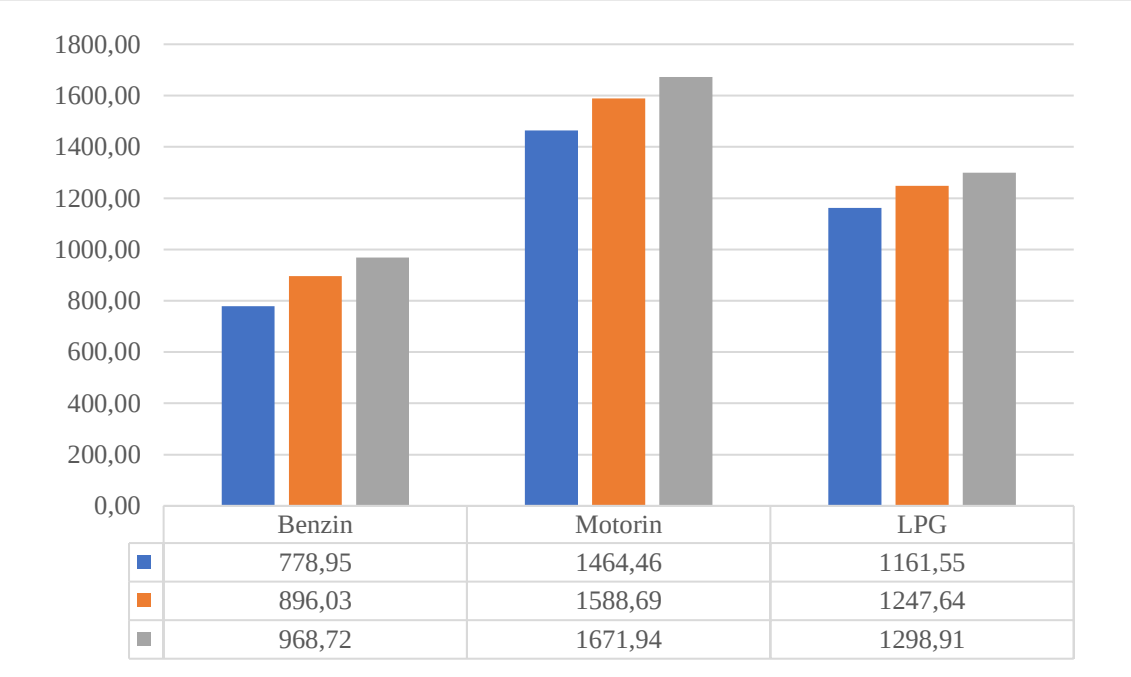
Şekil 4.12 2022 yılı yakıt türüne göre emisyon miktarı (tCO_2eq)

IPCC metodolojisi ile hesaplanan Kapsam-3 toplam emisyon miktarının yıllara göre dağılımı Şekil 4.13'te, üniversiteye ait olmayan araçların (otobüs ve minibüs dahil) yakıt türlerine göre emisyon miktarı Şekil 4.14'te ve üniversiteye giriş yapan otobüs, minibüslerin yakıt türlerine göre emisyon miktarı Şekil 4.15'te gösterilmiştir.

2022 yılı için IPCC metodolojisine göre Kapsam-3'ü oluşturan toplam tüketim değerleri incelendiğinde en fazla yakıt tüketiminin LPG yakıt türünde ve buna karşın en fazla emisyon değerinin dizel araçlardan motorin yakıt türü için gerçekleştiği görülmektedir.



Şekil 4.13 IPCC metodolojisi ile hesaplanan toplam Kapsam-3 emisyonları (tCO_2eq)



Şekil 4.14 Üniversiteye ait olmayan araçlarım yakıt türlerine göre toplam emisyon miktarı (tCO_2eq)



Şekil 4.15 Üniversiteye giriş yapan otobüs ve minibüslerin yakıt türlerine göre emisyon miktarı (tCO_2eq)

2020-2022 yılları arası Van Yüzüncü Yıl Üniversitesine kayıtlı olmayan araçların tüketim değerleri incelendiğinde en fazla yakıt tüketiminin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2022 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Yakıt tüketiminde 2020-2021 yılları arası %9.46, 2021-2022 yılları arası %5.43, 2020-2022 yılları arası ise %15.39 artış yaşandığı belirlenmiştir. Kampüs içerisinde üniversiteye kayıtlı olmayan araçların toplam yakıt tüketimleri incelenen yıllar göz önüne alındığında artış göstermiştir. İlgili sürecin etkisinde üniversiteye kayıtlı olmayan araçların toplam yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %9.62, 2021-2022 yılları arası %5.55, 2020-2022 yılları arası ise %15.70 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır.

Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden benzin tüketimi ve benzin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %15.03, 2021-2022 yılları arası %8.11, 2020-2022 yılları arası ise %24.36 artış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden motorin tüketimi ve motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %8.48, 2021-2022 yılları arası %5.24, 2020-2022 yılları arası ise %14.17 artış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden özel araçlarda motorin tüketimi ve özel araçlar

için motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %7.94, 2021-2022 yılları arası %1.37, 2020-2022 yılları arası ise %9.42 artış yaşandığı ortaya çıkmıştır. Toplu taşıma araçlarında kullanılan minibüs ve otobüs için motorin kaynaklı yakıt tüketimleri ve minibüs ve otobüs için motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %10.99, 2021-2022 yılları arası %22.54, 2020-2022 yılları arası ise %36 artış yaşandığı belirlenmiştir. Benzer şekilde toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden LPG tüketimi ve LPG kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %7.41, 2021-2022 yılları arası %4.11, 2020-2022 yılları arası ise %11.83 artış yaşandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Değerler incelendiğinde üniversite dışı araçlara ait emisyonlar arasında en fazla artışın motorin yakıt türünü toplu taşıma kullanan minibüs ve otobüslerde olduğu belirlenmiştir. Özellikle 2021-2022 yılları arası yakıt tüketiminde buna bağlı emisyon değerlerinde ise %22.54 artış yaşanmıştır. 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlamasının ardından yapılan yasal düzenlemelerde toplu taşımada ayakta yolcu alınmaması ve belirli kişi sayısında seyahat edilmesine yönelik düzenlemeler hatlarda sefer sıklığının artmasına, aynı hatta daha fazla toplu taşıma aracının çalışmasına yol açmıştır. Bunun sonucunda toplu taşıma araçlarında hem yakıt tüketimi hem de yakıt tüketimine bağlı emisyon miktarı artmıştır. Buna ek olarak ilgili yıllar arası üniversiteyi tercih ederek gelen öğrenci sayısının artması, sıfır ve ikinci el araç satışlarındaki artışlar, kampüs içerisine açılan kafe ve marketler nedeniyle yakın yerleşkelerden üniversiteye gelenlerin sayısının artması, ÖSYM ve Açıköğretim Fakültelerine bağlı sınavların yüz yüze yapılmaya başlanmasıyla üniversiteye özellikle hafta sonu giriş-çıkışlarda artış yaşanması yakıt tüketimi ve yakıt tüketimine bağlı emisyonların artmasına neden olmuştur.

4.2 Analitik Yöntem Metolojisine Göre Yapılan Analizler

Analitik yöntem metodolojisinde yanma denklemleri kullanıldığından analizlerde sadece Kapsam-1 ve Kapsam-3 emisyonları hesaplanmıştır. Elektrik tüketiminden dolayı açığa çıkan emisyonları hesaplarken herhangi bir yanma olayı gerçekleşmediğinden Kapsam-2 emisyonları sadece IPCC metodolojisine göre hesaplanmıştır.

4.2.1 Kapsam-1 Emisyonlarının Hesaplanması

Kapsam-1 emisyonları, üniversitenin doğalgaz yakıt tüketiminden kaynaklı emisyon değerleri ve üniversiteye ait araç filosunun yarattığı doğrudan emisyonları kapsamaktadır. Araçların yakıt türüne göre tüketimleri dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

4.2.1.1 Kapsam-1 Doğalgaz Yakıt Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarı

Emisyon hesabı yapılırken toplam doğalgaz tüketimi m^3 cinsinden olduğu için ton cinsine çevrilerek işlem yapılmıştır. Bu nedenle doğalgazın yoğunluğu 0.72 kg/m^3 alınmıştır. 2020 yılında 4850720 m^3, 2021 yılında 4652646 m^3 ve 2022 yılında 4827921 m^3 doğalgaz yakıt tüketimi gerçekleşmiştir. Doğalgazın m^3 cinsinden olan yakıt tüketiminin ton cinsine dönüşümü Çizelge 4.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.9 Doğalgaz yakıt tüketimi

Doğalgaz	Tüketim (m^3)	Tüketim (ton)
2020	4850720	3492.51
2021	4652646	3349.90
2022	4827921	3476.10

4.2.1.1.1 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan 2020 Yılına ait Doğalgaz Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarı

2020 yılı analitik yöntem metodolojisi ile doğalgaz tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında Eşitlik 3.12 ve Eşitlik 3.13'ten yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.1'de gösterilmiştir.

$$3492.51 \text{ ton } CH_4 + 13970.07 \text{ ton } O_2 \rightarrow 9604.43 \text{ ton } CO_2 + 7858.15 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.1)$$

4.2.1.1.2 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan 2021 yılına ait Doğalgaz Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarı

2021 yılı analitik yöntem metodolojisi ile doğalgaz tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında Eşitlik 3.12 ve Eşitlik 3.13'den yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.2'de gösterilmiştir.

$$3349.90 \text{ ton } CH_4 + 13399.62 \text{ ton } O_2 \rightarrow 9212,.24 \text{ ton } CO_2 + 7537.28 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.2)$$

4.2.1.1.3 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan 2022 yılına ait Doğalgaz Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarı

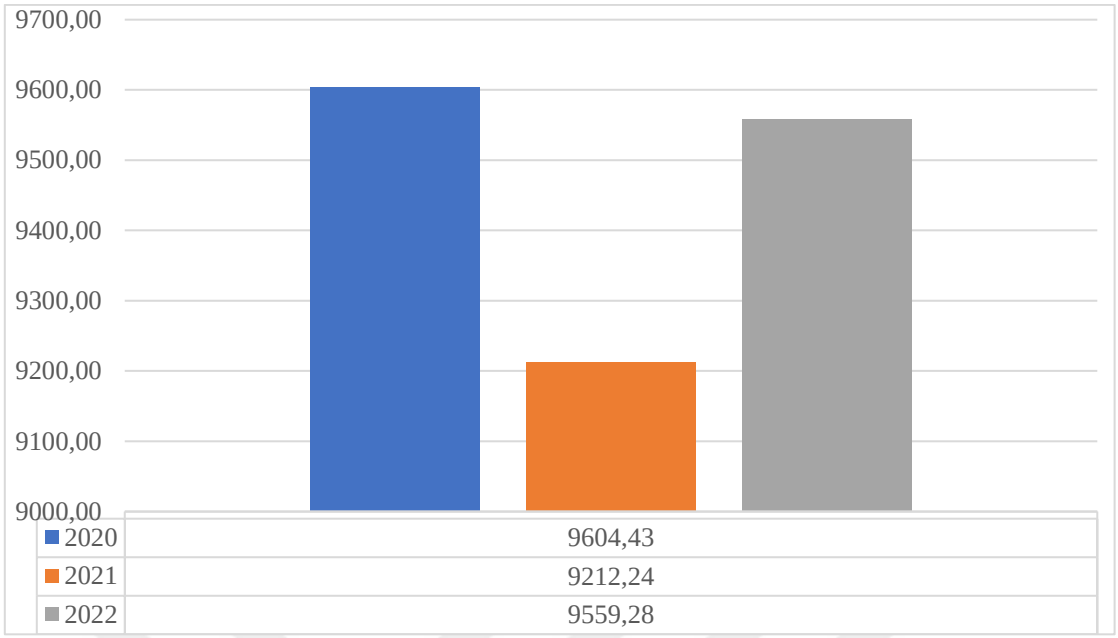
2022 yılı analitik yöntem metodolojisi ile doğalgaz tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında Eşitlik 3.12 ve Eşitlik 3.13'ten yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.3'te gösterilmiştir.

$$3476.10 \text{ ton } CH_4 + 13904.41 \text{ ton } O_2 \rightarrow 9559.28 \text{ ton } CO_2 + 7821.23 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.3)$$

2020,2021,2022 yılları için analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan doğalgaz tüketiminden kaynaklı emisyonlar Çizelge 4.9 ve Şekil 4.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10 Analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan doğalgaz tüketiminden kaynaklı emisyonlar (tCO_2eq)

Yıl	CO_2 (ton)
2020	9604.43
2021	9212.24
2022	9559.28



Şekil 4.16 Analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan yıllara göre doğalgaz tüketiminden kaynaklı emisyonlar (tCO_2eq)

2020-2022 yılları arası doğalgaz tüketim değerleri incelendiğinde en fazla doğalgaz tüketiminin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2020 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Doğalgaz tüketiminde 2020-2021 yılları arası %4.08 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.77 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.47 azalış yaşandığı belirlenmiştir. Değerler incelendiğinde ölçümlerin alınmaya başladığı yıl olan 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlaması yaşanmıştır. Buna bağlı olarak 2020 yılı bahar dönemi ve 2021-2022 yılı akademik takvimine ait tüm dönemlerde dersler uzaktan eğitimle yürütülmüştür. 2022-2023 akademik yılında ise eğitim öğretim sürecinin normale dönmesiyle eğitim öğretim faaliyetleri kampüs içinde yüz yüze olacak şekilde sürdürülmüştür. Kampüs içerisinde toplam doğalgaz tüketimi, koşulların etkisinde değişkenlik göstermiştir. Sonuç olarak, ilgili sürecin etkisinde doğalgaz tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %4.08 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.77 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.47 azalış yaşandığı sonucuna varılmıştır.

4.2.1.2 Kapsam-1 Üniversitenin Araç Filosunun Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı

Emisyon hesabı yapılırken benzin, motorin ve LPG'nin tüketimi ton cinsine çevrilmiştir. Yakıtların litre cinsinden olan yakıt tüketiminin ton cinsine dönüşümü Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Benzinin yoğunluğu 0.735 kg/m^3, motorinin yoğunluğu 0.83 kg/m^3 ve LPG'nin yoğunluğu 0.55 kg/m^3 alınmıştır.

Çizelge 4.11 Üniversite araç filosunun yakıt türüne göre tüketim değerleri

	2020		2021		2022	
Yakıt Türü	Tüketim (litre)	Tüketim (ton)	Tüketim (litre)	Tüketim (ton)	Tüketim (litre)	Tüketim (ton)
Benzin	11475	8.43	15147	11.13	17289	12.70
Motorin	15242.4	12.65	18921.6	15.70	20367	16.90
LPG	22377.6	12.30	27619.2	15.19	30441.6	16.74

4.2.1.2.1 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan Üniversite Araç Filosunun 2020 Yılına Ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı

4.2.1.2.1.1 Benzinli Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2020 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan benzinli araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında Eşitlik 3.16 ve Eşitlik 3.17'den yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.4'te gösterilmiştir.

$$8.43 \text{ ton } C_7H_{16} + 29.69 \text{ ton } O_2 \rightarrow 25.98 \text{ ton } CO_2 + 12.14 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.4)$$

4.2.1.2.1.2 Dizel Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2020 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan dizel araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında Eşitlik 3.18 ve Eşitlik 3.19'dan yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.5'te gösterilmiştir.

$$12.65 \text{ ton } C_{15}H_{32} + 43.92 \text{ ton } O_2 \rightarrow 39.39 \text{ ton } CO_2 + 17.19 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.5)$$

4.2.1.2.1.3 LPG'li Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2020 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan LPG yakıtlı araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında 1 mol bütan için Eşitlik 3.20 ve Eşitlik 3.21'den, 1 mol propan için Eşitlik 3.22 ve Eşitlik 3.23'ten yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.6 ve Eşitlik 4.7'de gösterilmiştir.

Bütan için yanma denklemi;

$$8.61 \text{ ton } C_4H_{10} + 30.89 \text{ ton } O_2 \rightarrow 26.14 \text{ ton } CO_2 + 13.36 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.6)$$

Propan için yanma denklemi;

$$3.69 \text{ ton } C_3H_8 + 13.43 \text{ ton } O_2 \rightarrow 11.08 \text{ ton } CO_2 + 6.04 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.7)$$

4.2.1.2.2 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan Üniversite Araç Filosunun 2021 Yılına Ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı

4.2.1.2.2.1 Benzinli Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2021 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan benzinli araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında Eşitlik 3.16 ve

Eşitlik 3.17'den yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.8'de gösterilmiştir.

$$11.13 \text{ ton } C_7H_{16} + 39.19 \text{ ton } O_2 \rightarrow 34.29 \text{ ton } CO_2 + 16.03 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.8)$$

4.2.1.2.2.2 Dizel Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2021 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan dizel araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında Eşitlik 3.18 ve Eşitlik 3.19'dan yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.9'da gösterilmiştir.

$$15.70 \text{ ton } C_{15}H_{32} + 54.52 \text{ ton } O_2 \rightarrow 48.89 \text{ ton } CO_2 + 21.33 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.9)$$

4.2.1.2.2.3 LPG'li Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2021 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan LPG yakıtlı araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında 1 mol bütan için Eşitlik 3.20 ve Eşitlik 3.21'den, 1 mol propan için Eşitlik 3.22 ve Eşitlik 3.23'den yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.10 ve Eşitlik 4.11'de gösterilmiştir.

Bütan için yanma denklemi;

$$10.63 \text{ ton } C_4H_{10} + 38.14 \text{ ton } O_2 \rightarrow 32.27 \text{ ton } CO_2 + 16.50 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.10)$$

Propan için yanma denklemi;

$$4.56 \text{ ton } C_3H_8 + 16.57 \text{ ton } O_2 \rightarrow 13.67 \text{ ton } CO_2 + 7.46 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.11)$$

4.2.1.2.3 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan Üniversite Araç Filosunun 2022 Yılına Ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı

4.2.1.2.3.1 Benzinli Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2022 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan benzinli araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında Eşitlik 3.16 ve Eşitlik 3.17'den yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.12'de gösterilmiştir.

$$12.70 \text{ ton } C_7H_{16} + 44.73 \text{ ton } O_2 \rightarrow 39.14 \text{ ton } CO_2 + 18.29 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.12)$$

4.2.1.2.3.2 Dizel Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2022 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan dizel araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında Eşitlik 3.18 ve Eşitlik 3.19'dan yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.13'te gösterilmiştir.

$$16.90 \text{ ton } C_{15}H_{32} + 58.69 \text{ ton } O_2 \rightarrow 52.63 \text{ ton } CO_2 + 22.96 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.13)$$

4.2.1.2.3.3 LPG'li Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2022 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan LPG yakıtlı araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında 1 mol bütan için Eşitlik 3.20 ve Eşitlik 3.21'den, 1 mol propan için Eşitlik 3.22 ve Eşitlik 3.23'ten yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.14 ve Eşitlik 4.15'te gösterilmiştir.

Bütan için yanma denklemi;

$$11.72 \text{ ton } C_4H_{10} + 42.03 \text{ ton } O_2 \rightarrow 35.56 \text{ ton } CO_2 + 18.19 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.14)$$

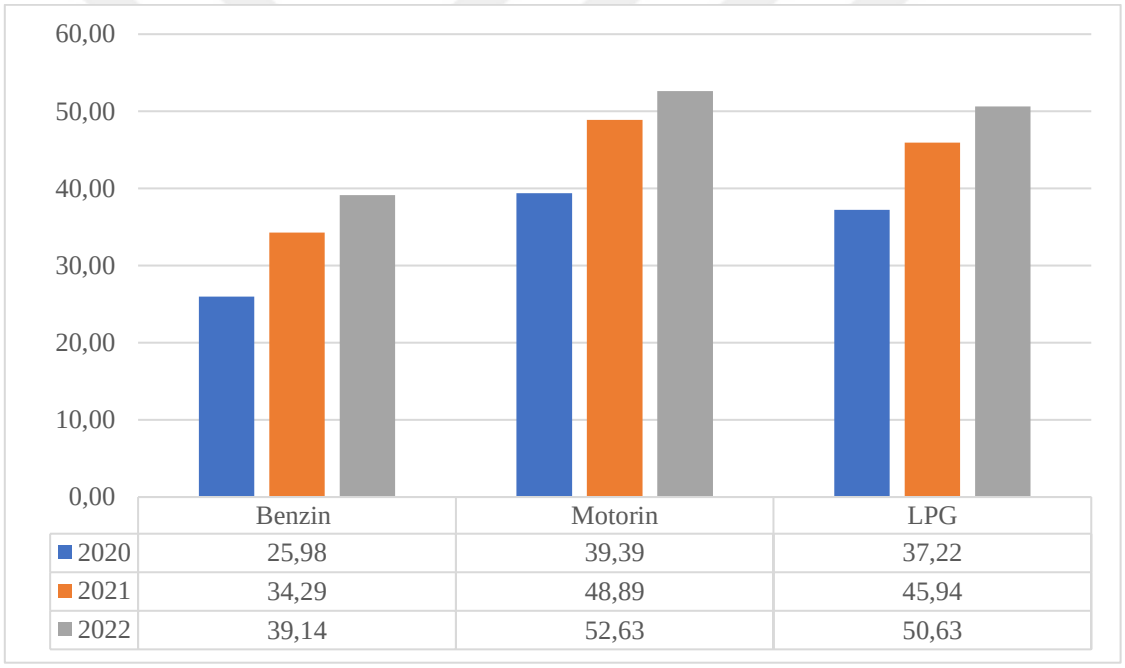
Propan için yanma denklemi;

$$5.02 \text{ ton } C_3H_8 + 18.27 \text{ ton } O_2 \rightarrow 15.07 \text{ ton } CO_2 + 8.22 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.15)$$

2020,2021,2022 yılları için Analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan üniversite araç filosunun yakıt tüketiminden kaynaklanan toplam emisyonlar Çizelge 4.11 ve Şekil 4.17 'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12 Analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan üniversiteye ait araç filosunun yakıt tüketiminden kaynaklı emisyonlar (tCO_2eq)

Yakıt türü	Yıl		
	2020	2021	2022
Benzin	25.98	34.29	39.14
Motorin	39.39	48.89	52.63
LPG	37.22	45.94	50.63



Şekil 4.17 Analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan üniversiteye araç filosunun yıllara göre yakıt tüketiminden kaynaklı emisyonlar (tCO_2eq)

2020-2022 yılları arası Van Yüzüncü Yıl Üniversitesine ait kayıtlı araçların tüketim değerleri incelendiğinde en fazla yakıt tüketiminin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2022 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Yakıt tüketiminde 2020-2021 yılları arası %25.65, 2021-2022 yılları arası %10.39, 2020-2022 yılları arası ise %38.71 artış yaşandığı belirlenmiştir. Değerler incelendiğinde ölçümlerin alınmaya başladığı yıl olan 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlaması yaşanmış olmasına

rağmen yakıt tüketiminin bu durumdan etkilenmediği sonucuna varılmıştır. Kampüs içerisinde üniversiteye ait kayıtlı araçların toplam yakıt tüketimleri incelenen yıllar göz önüne alındığında artış göstermiştir. Sonuç olarak, ilgili sürecin etkisinde üniversiteye ait kayıtlı araçların toplam yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %22.91, 2021-2022 yılları arası %10.29, 2020-2022 yılları arası ise %35.56 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden benzin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %31.99, 2021-2022 yılları arası %14.14, 2020-2022 yılları arası ise %50.65 artış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %24.12, 2021-2022 yılları arası %7.65, 2020-2022 yılları arası ise %33.61 artış yaşandığı ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden LPG kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %15.29, 2021-2022 yılları arası %10.23, 2020-2022 yılları arası ise %27.08 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır.

2020-2022 yılları arası Analitik Yöntem metodolojisine göre Kapsam-1'i oluşturan toplam tüketim değerleri incelendiğinde en fazla tüketimin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2022 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Değerler incelendiğinde ölçümlerin alınmaya başladığı yıl olan 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlaması yaşanmıştır. Buna bağlı olarak 2020 yılı bahar dönemi ve 2021-2022 yılı akademik takvimine ait tüm dönemlerde dersler uzaktan eğitimle yürütülmüştür. 2022-2023 akademik yılında ise eğitim öğretim sürecinin normale dönmesiyle eğitim öğretim faaliyetleri kampüs içinde yüz yüze olacak şekilde sürdürülmüştür. Kampüs içerisinde toplam doğalgaz tüketimi ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'ne bağlı kayıtlı araçların tüketimleri, koşulların etkisinde değişkenlik göstermiştir. Sonuç olarak, ilgili sürecin etkisinde doğalgaz ve üniversiteye ait kayıtlı araçların yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %3.80 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.86 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.09 azalış yaşandığı sonucuna varılmıştır.

4.2.2 Kapsam-3 Emisyonlarının Hesaplanması

Kapsam-3 emisyonları, üniversiteye ait olmayan üniversite nizamiyesinden geçen ziyaretçi, personel, öğrenci araçlarının ve toplu taşımaların yarattığı dolaylı emisyonları kapsamaktadır. Araçların yakıt türüne göre tüketimleri dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

4.2.2.1 Kapsam-3 Üniversiteye Ait Olmayan Araçların Yakıt Tüketiminden Kaynaklanan Karbon Ayak İzi Miktarı

Emisyon hesabı yapılırken benzin, dizel ve LPG'nin tüketimi ton cinsine çevrilmiştir. Yakıtların litre cinsinden olan yakıt tüketiminin ton cinsine dönüşümü Çizelge 4.12'de gösterilmiştir.

Benzinin yoğunluğu 0.735 kg/m^3, dizelin yoğunluğu 0.83 kg/m^3 ve LPG'nin yoğunluğu 0.55 kg/m^3 alınmıştır.

Araçların kat ettikleri mesafe üniversite ile şehir merkezi arası 20 km olarak belirlenmiştir. Yakıt tüketimlerinde, üniversite nizamiyesinden giren yıllık araç sayıları (Çizelge 3.6) dikkate alınarak hesaplanmıştır. Otobüs ve minibüsler motorin yakıtlı araçlar olduğundan hesaplamalarda dizel araçların yanma denklemleri kullanılmıştır.

Çizelge 4.13 Üniversite ait olmayan araçların yakıt türüne göre tüketim değerleri

Yakıt Türü Otomobil	2020 Tüketim (ton)	2021 Tüketim (ton)	2022 Tüketim (ton)
Benzin	247.40	284.58	307.67
Motorin	373.71	403.38	408.90
LPG	361.71	388.52	404.49
Otobüs (Motorin)	35.73	44.67	50.03
Minibüs (Motorin)	45.59	45.59	60.57

4.2.2.1.1 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan Üniversiteye Ait Olmayan Araçların 2020 Yılına Ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı

4.2.2.1.1.1 Benzinli Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2020 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan benzinli araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında Eşitlik 3.16 ve Eşitlik 3.17'den yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.16'da gösterilmiştir.

$$247.40 \text{ ton } C_7H_{16} + 870.85 \text{ ton } O_2 \rightarrow 762 \text{ ton } CO_2 + 356.25 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.16)$$

4.2.2.1.1.2 Dizel Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2020 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan dizel araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında Eşitlik 3.18 ve Eşitlik 3.19'dan yararlanılmıştır. Otomobillerin yakıt tüketiminden dolayı açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.17'de, otobüslerin yakıt tüketiminden dolayı açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.18'de ve minibüslerin yakıt tüketiminden dolayı açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.19'da gösterilmiştir.

Otomobil için;

$$373.71 \text{ ton } C_{15}H_{32} + 1297.44 \text{ ton } O_2 \rightarrow 1163.46 \text{ ton } CO_2 + 507.69 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.17)$$

Otobüs için;

$$35.73 \text{ ton } C_{15}H_{32} + 124.07 \text{ ton } O_2 \rightarrow 111.26 \text{ ton } CO_2 + 48.54 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.18)$$

Minibüs için;

$$45.59 \text{ ton } C_{15}H_{32} + 158.30 \text{ ton } O_2 \rightarrow 141.95 \text{ ton } CO_2 + 61.94 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.19)$$

4.2.2.1.1.3 LPG'li Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2020 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan LPG yakıtlı araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında 1 mol bütan için Eşitlik 3.20 ve Eşitlik 3.21'den, 1 mol propan için Eşitlik 3.22 ve Eşitlik 3.23'ten yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.20 ve Eşitlik 4.21'de gösterilmiştir.

Bütan için yanma denklemi;

$$253.20 \text{ ton } C_4H_{10} + 908.02 \text{ ton } O_2 \rightarrow 768.33 \text{ ton } CO_2 + 392.89 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.20)$$

Propan için yanma denklemi;

$$108.51 \text{ ton } C_3H_8 + 394.60 \text{ ton } O_2 \rightarrow 325.55 \text{ ton } CO_2 + 177.56 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.21)$$

4.2.2.1.2 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan Üniversiteye Ait Olmayan Araçların 2021 Yılına Ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı

4.2.2.1.2.1 Benzinli Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2021 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan benzinli araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında Eşitlik 3.16 ve Eşitlik 3.17'den yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.22'de gösterilmiştir.

$$284.58 \text{ ton } C_7H_{16} + 1001.75 \text{ ton } O_2 \rightarrow 876.53 \text{ ton } CO_2 + 409.80 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.22)$$

4.2.2.1.2.2 Dizel Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2021 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan dizel araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında Eşitlik 3.18 ve Eşitlik

3.19'dan yararlanılmıştır. Otomobillerin yakıt tüketiminden dolayı açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.23'te, otobüslerin yakıt tüketiminden dolayı açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.24'de ve minibüslerin yakıt tüketiminden dolayı açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.25'de gösterilmiştir.

Otomobil için;

$$403.38 \text{ ton } C_{15}H_{32} + 1400.43 \text{ ton } O_2 \rightarrow 1255.82 \text{ ton } CO_2 + 547.99 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.23)$$

Otobüs için;

$$44.67 \text{ ton } C_{15}H_{32} + 155.08 \text{ ton } O_2 \rightarrow 139.07 \text{ ton } CO_2 + 60.68 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.24)$$

Minibüs için;

$$45.59 \text{ ton } C_{15}H_{32} + 158.30 \text{ ton } O_2 \rightarrow 141.95 \text{ ton } CO_2 + 61.94 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.25)$$

4.2.2.1.2.3 LPG'li Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2021 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan LPG yakıtlı araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında 1 mol bütan için Eşitlik 3.20 ve Eşitlik 3.21'den, 1 mol propan için Eşitlik 3.22 ve Eşitlik 3.23'ten yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.26 ve Eşitlik 4.27'de gösterilmiştir.

Bütan için yanma denklemi;

$$271.96 \ C_4H_{10} + 1087.86 \text{ ton } O_2 \rightarrow 747.90 \text{ ton } CO_2 + 611.92 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.26)$$

Propan için yanma denklemi;

$$116.56 \text{ ton } C_3H_8 + 423.84 \text{ ton } O_2 \rightarrow 349.68 \text{ ton } CO_2 + 190.72 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.27)$$

4.2.2.1.3 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan Üniversiteye Ait Olmayan Araçların 2022 Yılına Ait Yakıt Tüketiminden Kaynaklı Karbon Ayak İzi Miktarı

4.2.2.1.3.1 Benzinli Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2022 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan benzinli araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında Eşitlik 3.16 ve Eşitlik 3.17'den yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.28'de gösterilmiştir.

$$307.67 \text{ ton } C_7H_{16} + 1083.02 \text{ ton } O_2 \rightarrow 947.64\ CO_2 + 443.05 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.28)$$

4.2.2.1.3.2 Dizel Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2022 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan dizel araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında Eşitlik 3.18 ve Eşitlik 3.19'dan yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.29 ve Eşitlik 4.31 arasında sunulmuştur. Otomobillerin yakıt tüketiminden dolayı açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.29'da otobüslerin yakıt tüketiminden dolayı açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.30'da ve minibüslerin yakıt tüketiminden dolayı açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.31'de gösterilmiştir.

Otomobil için;

$$408.90 \text{ ton } C_{15}H_{32} + 1419.62 \text{ ton } O_2 \rightarrow 1273.02 \text{ ton } CO_2 + 555.50 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.29)$$

Otobüs için;

$$50.03 \text{ ton } C_{15}H_{32} + 173.69 \text{ ton } O_2 \rightarrow 155.76 \text{ ton } CO_2 + 67.96 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.30)$$

Minibüs için;

$$60.57 \text{ ton } C_{15}H_{32} + 210.31 \text{ ton } O_2 \rightarrow 188.59 \text{ ton } CO_2 + 82.29 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.31)$$

4.2.2.1.3.3 LPG'li Araçların Karbon Ayak İzi Miktarı

2022 yılı analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan LPG yakıtlı araçların tüketiminden kaynaklı açığa çıkan CO_2 emisyonlarının hesaplamalarında 1 mol bütan için Eşitlik 3.20 ve Eşitlik 3.21'den, 1 mol propan için Eşitlik 3.22 ve Eşitlik 3.23'ten yararlanılmıştır. Sonuçta açığa çıkan CO_2 emisyonun denklemi Eşitlik 4.32 ve Eşitlik 4. 33'de gösterilmiştir.

Bütan için yanma denklemi;

$$283.14\ C_4H_{10} + 1015.41 \text{ ton } O_2 \rightarrow 859.19 \text{ ton } CO_2 + 439.36 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.32)$$

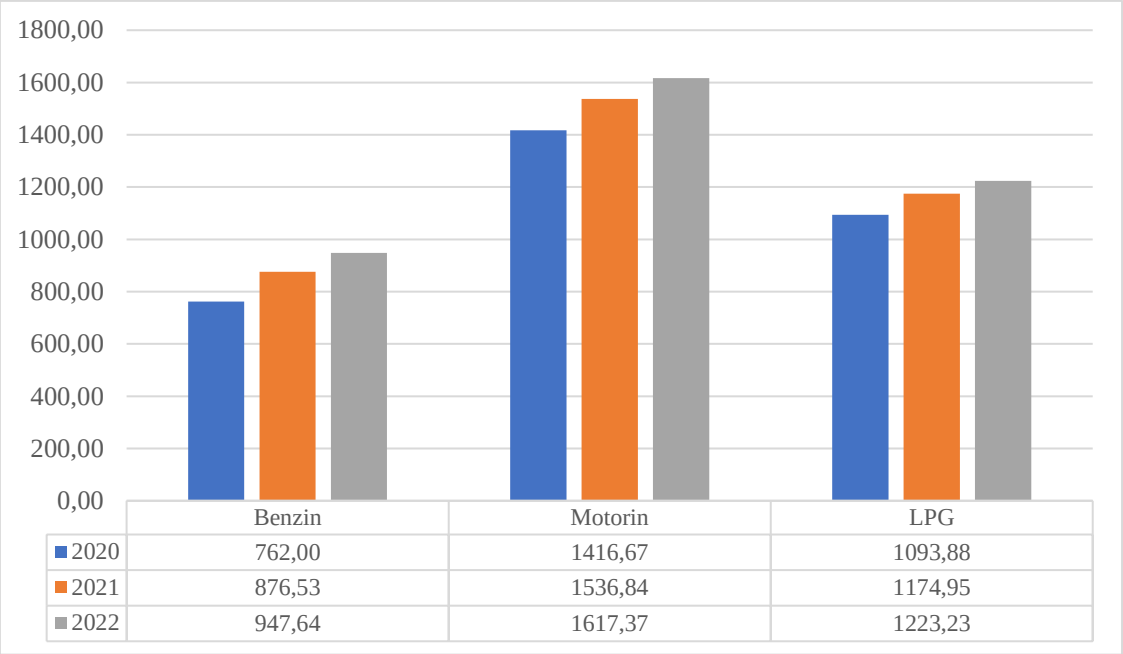
Propan için yanma denklemi;

$$121.35 \text{ ton } C_3H_8 + 441.26 \text{ ton } O_2 \rightarrow 364.04 \text{ ton } CO_2 + 198.57 \text{ ton } H_2O + \text{ısı} \quad (4.33)$$

2020, 2021, 2022 yılları için Analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan üniversiteye ait olmayan nizamiyeden geçen otomobil ve toplu taşıma araçlarının yakıt tüketiminden kaynaklanan toplam emisyonlar Çizelge 4.13 ve Şekil 4.18 'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.14 Analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan üniversiteye ait olmayan nizamiyeden geçen otomobil ve toplu taşıma araçlarının yakıt tüketiminden kaynaklanan toplam emisyonlar (tCO_2eq)

Yakıt türü	Yıl		
	2020	2021	2022
Benzin	762	876.53	947.64
Motorin	1416.67	1536.84	1617.37
LPG	1093.88	1174.95	1223.23



Şekil 4.18 Analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan üniversiteye ait olmayan nizamiyeden geçen otomobil ve toplu taşıma araçlarının yakıt tüketiminden kaynaklanan toplam emisyonlar (tCO_2eq)

2020-2022 yılları arası Van Yüzüncü Yıl Üniversitesine kayıtlı olmayan araçların tüketim değerleri analitik yöntem metodolojisine göre incelendiğinde en fazla yakıt tüketiminin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2022 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Yakıt tüketiminde 2020-2021 yılları arası %9.46, 2021-2022 yılları arası %5.43, 2020-2022 yılları arası ise %15.39 artış yaşandığı belirlenmiştir. Kampüs içerisinde üniversiteye kayıtlı olmayan araçların toplam yakıt tüketimleri incelenen yıllar göz önüne alındığında artış göstermiştir. İlgili sürecin etkisinde üniversiteye kayıtlı olmayan araçların toplam yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %7.29, 2021-2022 yılları arası %5.60, 2020-2022 yılları arası ise %13.30 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır.

Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden benzin tüketimi ve benzin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %15.03, 2021-2022 yılları arası %8.11, 2020-2022 yılları arası ise %24.36 artış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden toplam motorin tüketimi ve toplam motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %8.48, 2021-2022 yılları arası %5.24, 2020-2022 yılları arası ise %14.17 artış yaşandığı belirlenmiştir. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden özel araçlar için

motorin tüketimi ve özel araçlar için motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %7.94, 2021-2022 yılları arası %1.37, 2020-2022 yılları arası ise %9.42 artış yaşandığı ortaya çıkmıştır. Toplu taşıma araçlarında kullanılan minibüs ve otobüs için motorin kaynaklı yakıt tüketimleri ve yakıt tüketimlerine bağlı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %10.98, 2021-2022 yılları arası %22.54, 2020-2022 yılları arası ise %36 artış yaşandığı hesaplanmıştır. Benzer şekilde toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden LPG tüketimi ve LPG kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %7.41, 2021-2022 yılları arası %4.11, 2020-2022 yılları arası ise %11.83 artış yaşandığı sonucuna ulaşılmıştır.

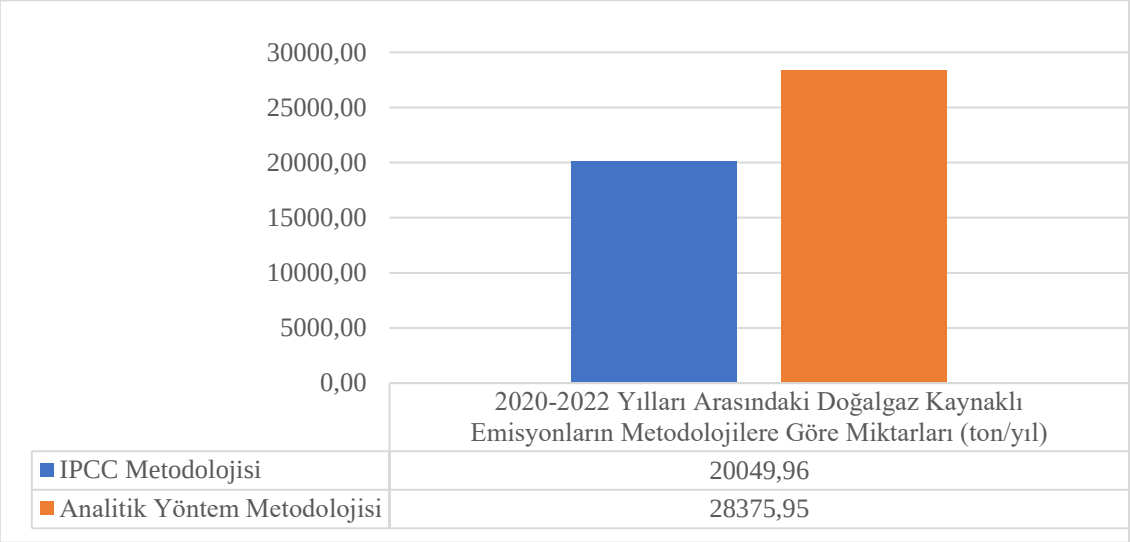
Değerler incelendiğinde üniversite dışı araçlara ait emisyonlar arasında en fazla artışın motorin yakıt türünü toplu taşıma kullanan minibüs ve otobüslerde olduğu belirlenmiştir. Özellikle 2021-2022 yılları arası yakıt tüketiminde ve buna bağlı emisyon değerlerinde %22.54 artış yaşanmıştır. 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlamasının ardından yapılan yasal düzenlemelerde toplu taşımada ayakta yolcu alınmaması ve belirli kişi sayısında seyahat edilmesine yönelik düzenlemeler hatlarda sefer sıklığının artmasına, aynı hatta daha fazla toplu taşıma aracının çalışmasına yol açmıştır. Bunun sonucunda toplu taşıma araçlarında hem yakıt tüketimi hem de yakıt tüketimine bağlı emisyon miktarı artmıştır. Buna ek olarak ilgili yıllar arası üniversiteyi tercih ederek gelen öğrenci sayısının artması, sıfır ve ikinci el araç satışlarındaki artışlar, kampüs içerisine açılan kafe ve marketler nedeniyle yakın yerleşkelerden üniversiteye gelenlerin sayısının artması, ÖSYM ve Açıköğretim Fakültelerine bağlı sınavların yüz yüze yapılmaya başlanmasıyla üniversiteye özellikle hafta sonu giriş-çıkışlarda artış yaşanması yakıt tüketimi ve yakıt tüketimine bağlı emisyonların artmasına neden olmuştur.

4.3 IPCC ve Analitik Yöntem Metodolojilerinin Karşılaştırılması

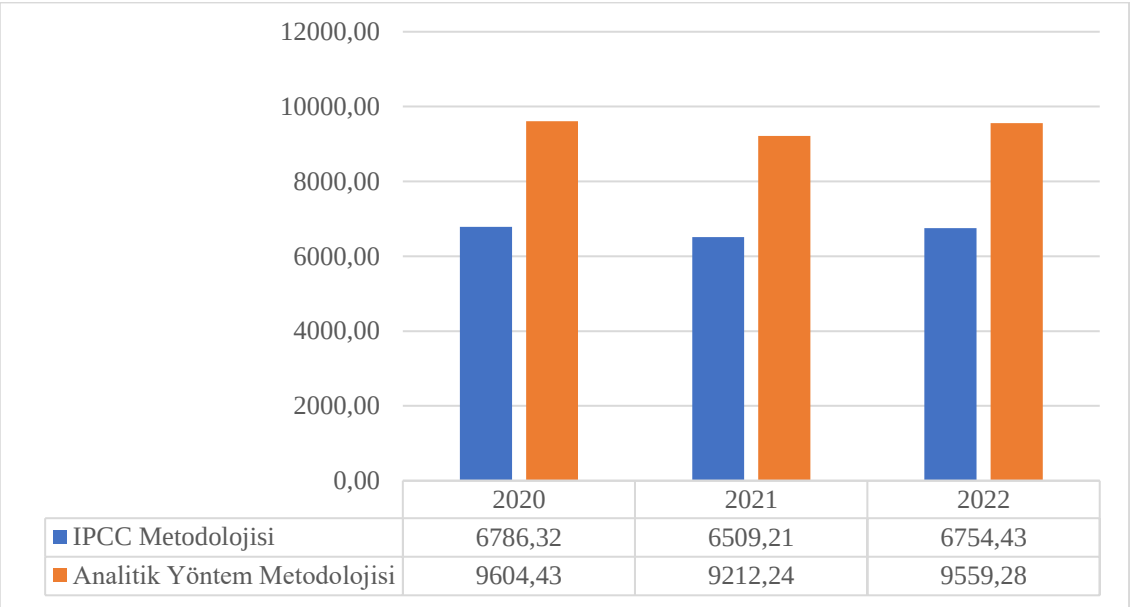
IPCC ve Analitik Yöntem Metodolojilerine göre hesaplanan Kapsam-1 doğalgaz tüketiminden kaynaklanan emisyon miktarları Çizelge 4.14 ve Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.15 Metodolojilere göre doğalgaz emisyon miktarları

2020-2022 Yılları Arasındaki Doğalgaz Kaynaklı Emisyonların Metodolojilere Göre Miktarları (ton/yıl)	IPCC Metodolojisi	Analitik Yöntem Metodolojisi
CO_2 (ton/yıl)	20049.96	28375.95



Şekil 4.19 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin doğalgaz tüketiminin metodolojilere göre emisyon miktarları (ton/yıl)



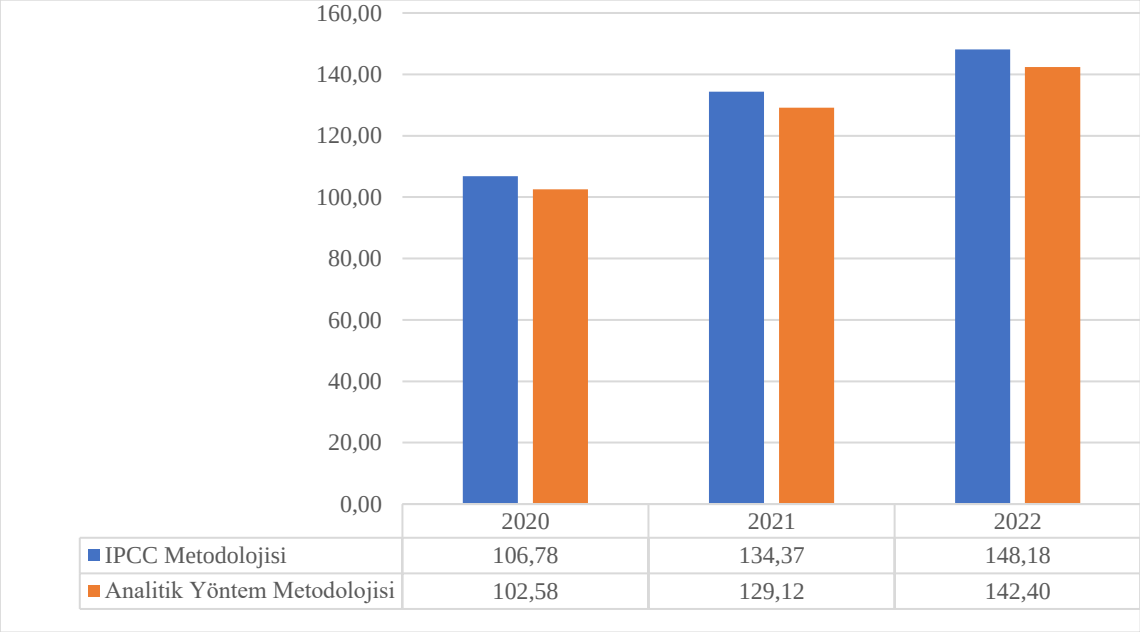
Şekil 4.20 2020/2021/2022 yıllarındaki doğalgaz tüketimlerinin metodolojilere göre emisyon miktarları (ton/yıl)

2020-2022 yılları arası doğalgaz tüketim değerleri incelendiğinde en fazla doğalgaz tüketiminin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2020 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Doğalgaz tüketiminde 2020-2021 yılları arası %4.08 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.77 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.47 azalış yaşandığı belirlenmiştir. Değerler incelendiğinde ölçümlerin alınmaya başladığı yıl olan 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlaması yaşanmıştır. Buna bağlı olarak 2020 yılı bahar dönemi ve 2021-2022 yılı akademik takvimine ait tüm dönemlerde dersler uzaktan eğitimle yürütülmüştür. 2022-2023 akademik yılında ise eğitim öğretim sürecinin normale dönmesiyle eğitim öğretim faaliyetleri kampüs içinde yüz yüze olacak şekilde sürdürülmüştür. Kampüs içerisinde toplam doğalgaz tüketimi, koşulların etkisinde değişkenlik göstermiştir. Sonuç olarak, ilgili sürecin etkisinde doğalgaz tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları IPCC Metodolojisine göre analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %4.08 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.77 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.47 azalış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden karbondioksit (CO_2) kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %4.09 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.78 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.47 azalış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden metan (CH_4) kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %4.11 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.80 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.46 azalış yaşandığı ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden nitröz oksit (N_2O) kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %3.90 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.77 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.28 azalış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Diğer taraftan, ilgili sürecin etkisinde doğalgaz tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları Analitik Yöntem Metodolojisine göre analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %4.08 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.77 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.47 azalış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Metodolojilere ait yapılan karşılaştırma sonucunda doğalgaz tüketimine bağlı emisyon değerlerinin toplamda yöntemlere göre farklı değerlerde hesaplandığı buna karşın doğalgaz tüketiminden kaynaklı emisyonların yıllık artış oranları değerlendirildiğinde aynı artış oranlarına sahip oldukları görülmektedir.

IPCC ve Analitik Yöntem Metodolojilerine göre hesaplanan Kapsam-1 üniversiteye ait araç filosunun ulaşım kaynaklı yakıt tüketimlerinin emisyon miktarları Çizelge 4.15 ve Şekil 4.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.16 Üniversite araç filosunun yakıt tüketiminden kaynaklanan emisyonların metodolojilere göre miktarı (ton/yıl)

Hesaplama Metodolojileri	Yıl 2020	2021	2022
IPCC Metodolojisi	106.78	134.37	148.18
Analitik Yöntem Metodolojisi	102.58	129.12	142.40



Şekil 4.21 2020/2021/2022 yıllarındaki üniversite araç filosunun yakıt tüketiminden kaynaklanan emisyonların metodolojilere göre miktarı (ton/yıl)

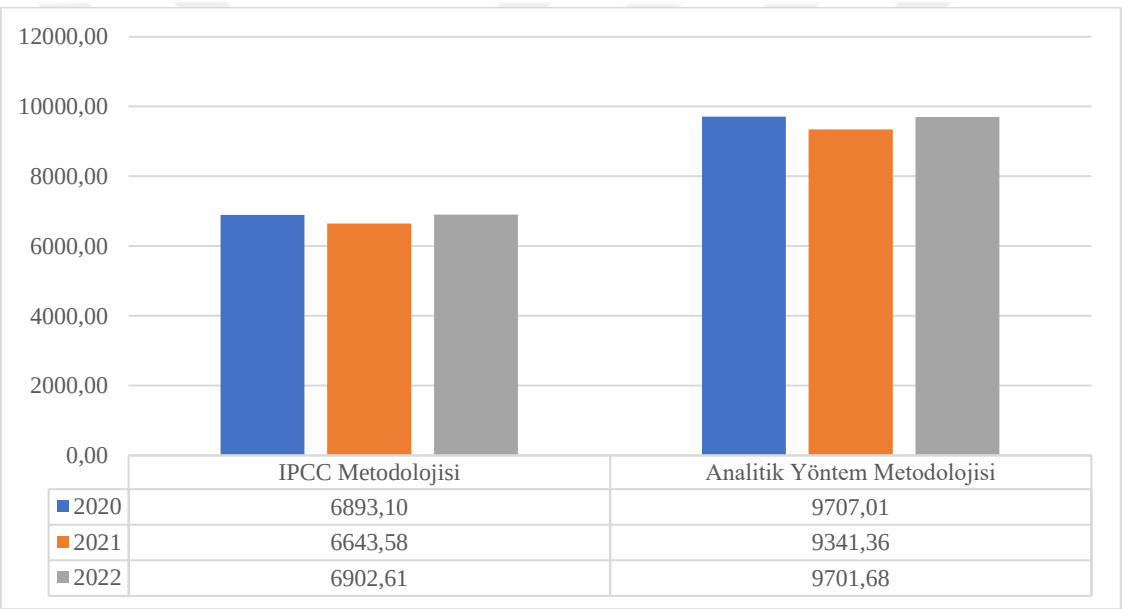
2020-2022 yılları arası Van Yüzüncü Yıl Üniversitesine ait kayıtlı araçların tüketim değerleri incelendiğinde en fazla yakıt tüketiminin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2022 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Yakıt tüketiminde 2020-2021 yılları arası %25.65, 2021-2022 yılları arası %10.39, 2020-2022 yılları arası ise %38.71 artış yaşandığı belirlenmiştir. Değerler incelendiğinde ölçümlerin alınmaya başladığı yıl olan 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlaması yaşanmış olmasına rağmen yakıt tüketiminin bu durumdan etkilenmediği sonucuna varılmıştır. Kampüs

içerisinde üniversiteye ait kayıtlı araçların toplam yakıt tüketimleri incelenen yıllar göz önüne alındığında artış göstermiştir. Sonuç olarak, ilgili sürecin etkisinde üniversiteye ait kayıtlı araçların toplam yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları IPCC Metodolojisine göre analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %25.84, 2021-2022 yılları arası %10.28, 2020-2022 yılları arası ise %38.77 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden benzin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %32.02, 2021-2022 yılları arası %14.15, 2020-2022 yılları arası ise %50.70 artış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %24.15, 2021-2022 yılları arası %7.64, 2020-2022 yılları arası ise %33.63 artış yaşandığı ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden LPG kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %23.42, 2021-2022 yılları arası %10.21, 2020-2022 yılları arası ise %36.03 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Diğer taraftan, ilgili sürecin etkisinde üniversiteye ait kayıtlı araçların toplam yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları Analitik Yöntem Metodolojisine göre analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %22.91, 2021-2022 yılları arası %10.29, 2020-2022 yılları arası ise %35.56 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden benzin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %31.99, 2021-2022 yılları arası %14.14, 2020-2022 yılları arası ise %50.65 artış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %24.12, 2021-2022 yılları arası %7.65, 2020-2022 yılları arası ise %33.61 artış yaşandığı ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden LPG kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %15.29, 2021-2022 yılları arası %10.23, 2020-2022 yılları arası ise %27.08 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Metodolojilere ait yapılan karşılaştırma sonucunda üniversiteye kayıtlı araçların yakıt tüketimine bağlı emisyon değerlerinin toplamda yöntemlere göre farklı değerlerde hesaplandığı buna karşın üniversiteye kayıtlı araçların yakıt tüketiminden kaynaklı emisyonların yıllık artış oranları değerlendirildiğinde aynı veya birbirine yakın artış oranlarına sahip oldukları görülmektedir.

IPCC ve Analitik Yöntem Metodolojilerine göre hesaplanan toplam Kapsam-1 emisyonlarının miktarları Çizelge 4.16 ve Şekil 4.22'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin Kapsam-1 emisyonlarının metodolojilere göre toplam emisyon miktarı (ton/yıl)

Hesaplama Metodolojileri	Yıl		
	2020	2021	2022
IPCC Metodolojisi	6893.10	6643.58	6902.61
Analitik Yöntem Metodolojisi	9707.01	9341.36	9701.68

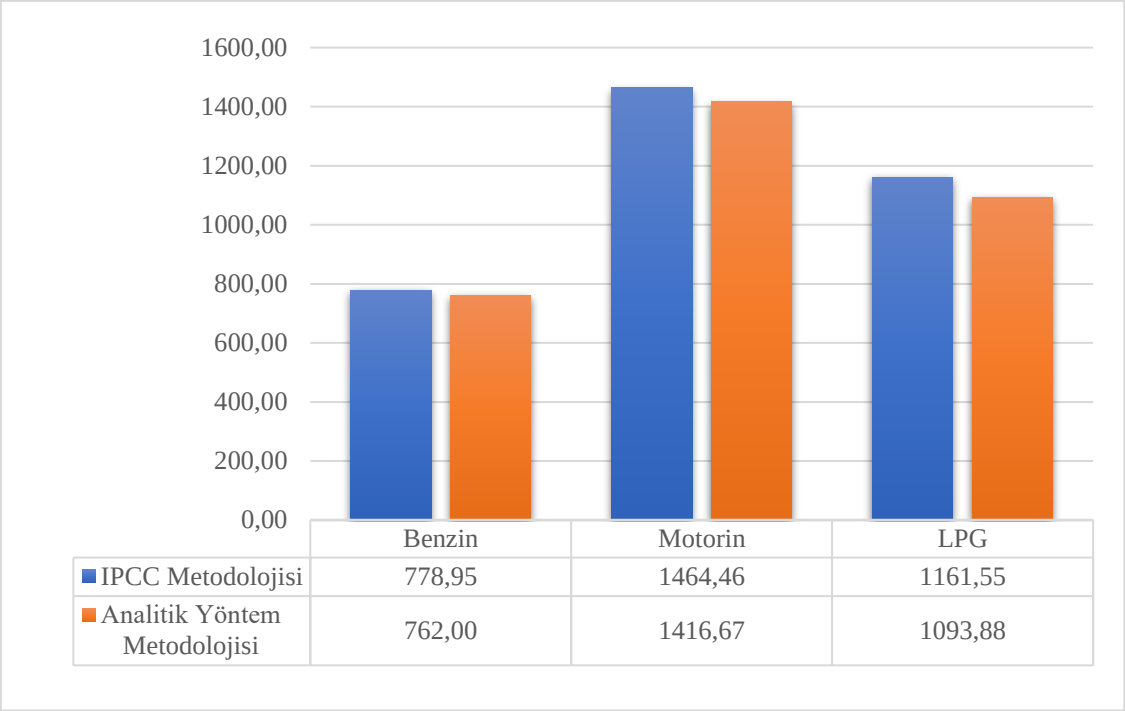


Şekil 4.22 2020/2021/2022 yıllarındaki Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin Kapsam-1 emisyonlarının metodolojilere ve yıllara göre toplam emisyon miktarı (ton/yıl)

2020-2022 yılları arası IPCC metodolojisine göre Kapsam-1'i oluşturan toplam tüketim değerleri incelendiğinde en fazla tüketimin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2022 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Değerler incelendiğinde ölçümlerin alınmaya başladığı yıl olan 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlaması yaşanmıştır. Buna bağlı olarak 2020 yılı bahar dönemi ve 2021-2022 yılı akademik takvimine ait tüm dönemlerde dersler uzaktan eğitimle yürütülmüştür. 2022-2023 akademik yılında ise eğitim öğretim sürecinin normale dönmesiyle eğitim öğretim

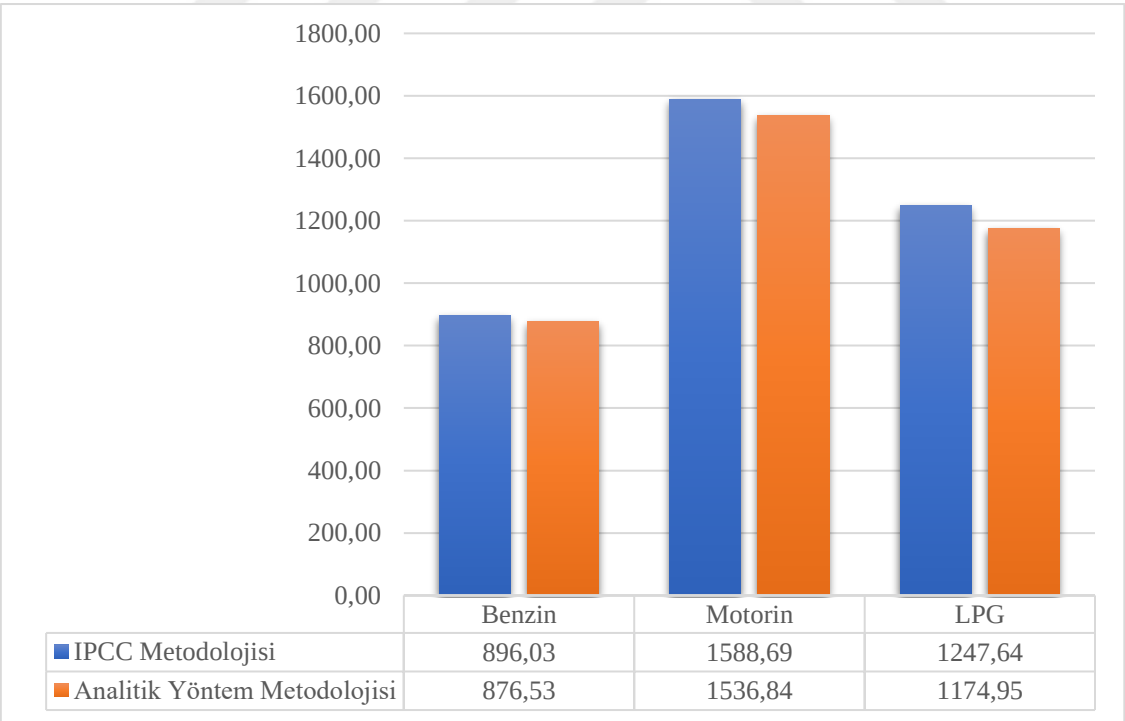
faaliyetleri kampüs içinde yüz yüze olacak şekilde sürdürülmüştür. Kampüs içerisinde toplam doğalgaz tüketimi ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'ne bağlı kayıtlı araçların tüketimleri, koşulların etkisinde değişkenlik göstermiştir. Sonuç olarak, ilgili sürecin etkisinde IPCC Metodolojisine göre doğalgaz ve üniversiteye ait kayıtlı araçların yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %3.62 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.90 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.14 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Diğer taraftan 2020-2022 yılları arası Analitik Yöntem metodolojisine göre Kapsam-1'i oluşturan toplam tüketim değerleri incelendiğinde en fazla tüketimin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2020 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Sonuç olarak, ilgili sürecin etkisinde doğalgaz ve üniversiteye ait kayıtlı araçların yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları Analitik Yöntem Metodolojisine göre analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %3.80 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.86 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.09 azalış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Metodolojilere ait yapılan karşılaştırma sonucunda Kapsam-1'i oluşturan emisyon değerlerinin toplamda yöntemlere göre farklı değerlerde hesaplandığı buna karşın Kapsam-1'i oluşturan toplam emisyonların yıllık artış oranları değerlendirildiğinde birbirine yakın artış oranlarına sahip oldukları görülmektedir.

IPCC ve Analitik Yöntem Metodolojilerine göre hesaplanan Kapsam-3 üniversiteye ait olmayan araçların ulaşım kaynaklı yakıt tüketimlerinin 2020, 2021, 2022 yıllarındaki emisyon miktarı sırasıyla ve Şekil 4.23, Şekil 4.24 ve 4.25'te, metodolojilere göre toplam emisyon miktarı Şekil 4.26'da gösterilmiştir.



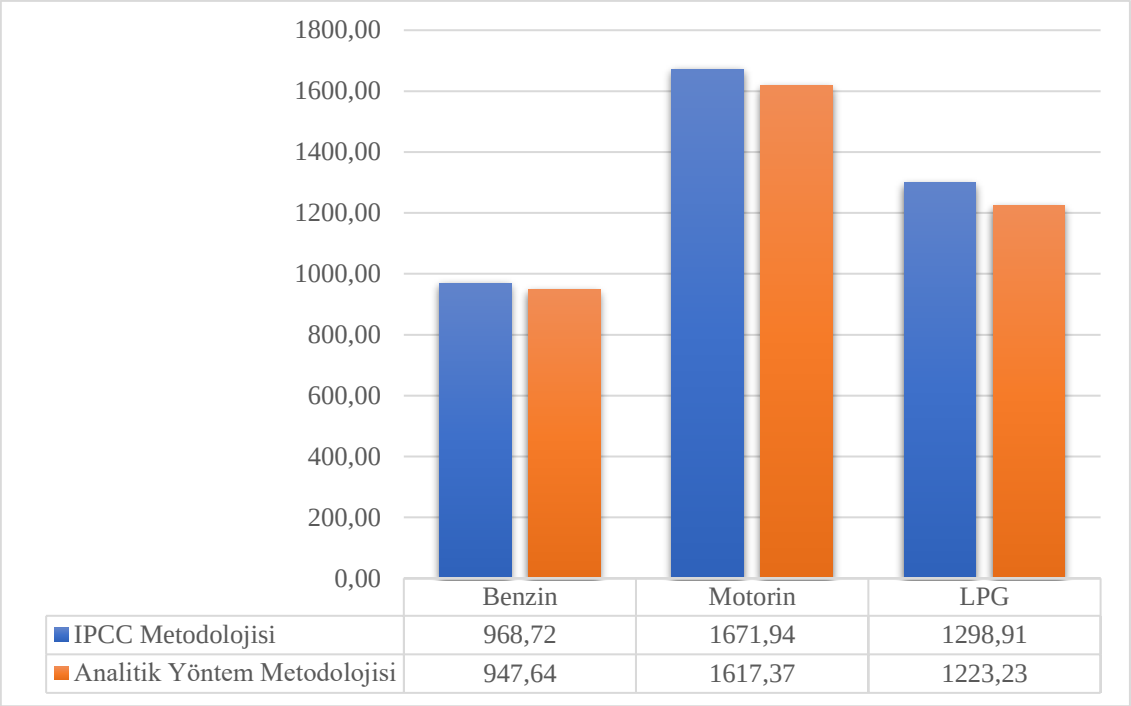
	Benzin	Motorin	LPG
IPCC Metodolojisi	778,95	1464,46	1161,55
Analitik Yöntem Metodolojisi	762,00	1416,67	1093,88

Şekil 4.23 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2020 yılındaki Kapsam-3 emisyonlarının metodolojilere göre miktarı (ton/yıl)



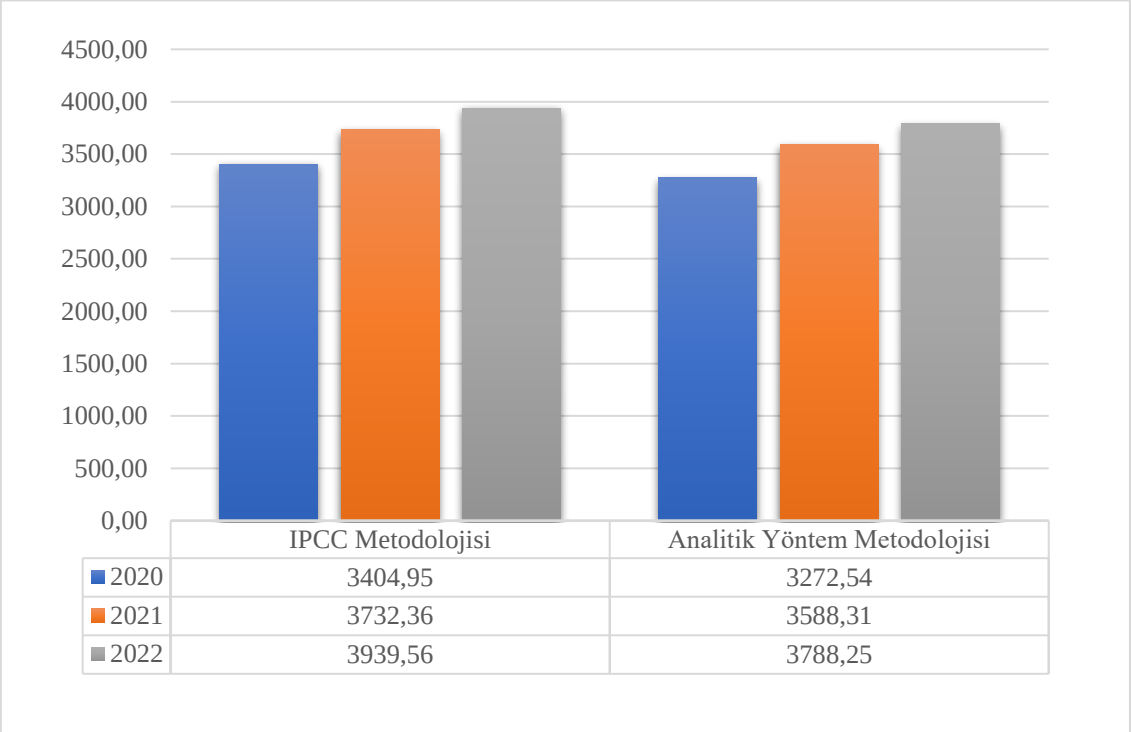
	Benzin	Motorin	LPG
IPCC Metodolojisi	896,03	1588,69	1247,64
Analitik Yöntem Metodolojisi	876,53	1536,84	1174,95

Şekil 4.24 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2021 yılındaki Kapsam-3 emisyonlarının metodolojilere göre miktarı (ton/yıl)



	Benzin	Motorin	LPG
IPCC Metodolojisi	968,72	1671,94	1298,91
Analitik Yöntem Metodolojisi	947,64	1617,37	1223,23

Şekil 4.25 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2022 yılındaki Kapsam-3 emisyonlarının metodolojilere göre miktarı (ton/yıl)



	IPCC Metodolojisi	Analitik Yöntem Metodolojisi
2020	3404,95	3272,54
2021	3732,36	3588,31
2022	3939,56	3788,25

Şekil 4.26 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin Kapsam-3 emisyonlarının metodoloji ve yıllara göre toplam emisyon miktarı (ton/yıl)

IPCC metodolojisi ile hesaplanan Kapsam-1, Kapsam-2 ve Kapsam-3 emisyonları Çizelge 4.17'de Analitik Yöntem Metodolojisi ile hesaplanan Kapsam-1 ve Kapsam-3 emisyonları Çizelge 4.18'de gösterilmiştir.

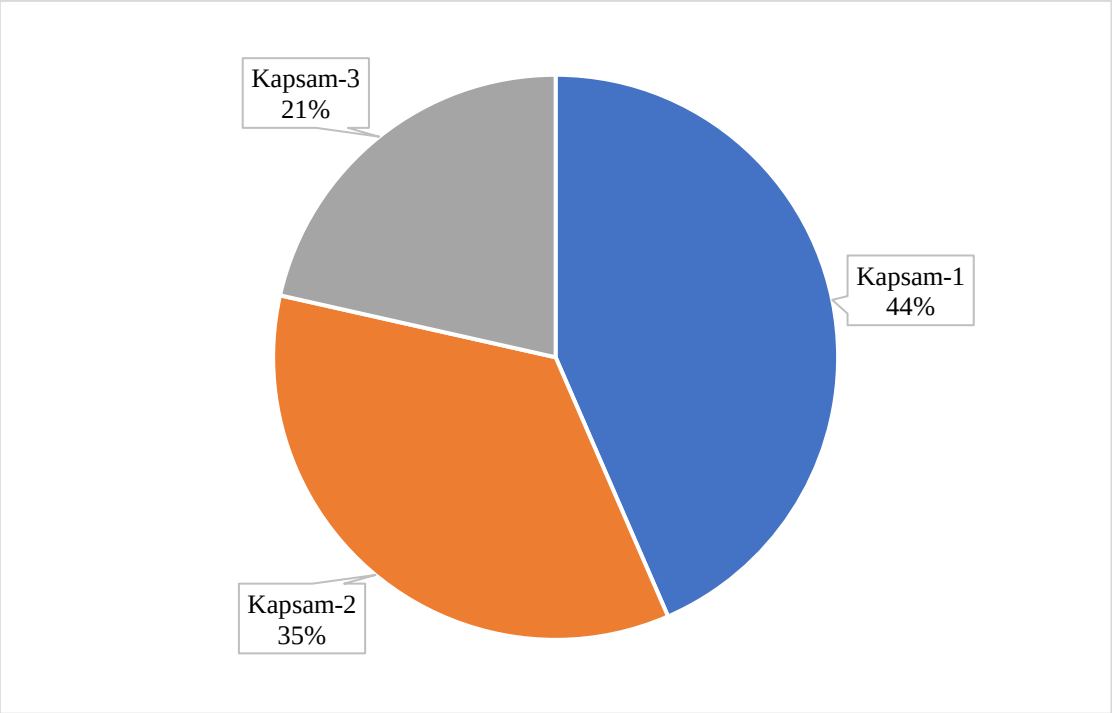
Çizelge 4.18 IPCC Metodolojisi ile Hesaplanan Toplam Kapsam-1, Kapsam-2, Kapsam-3 Emisyonları (tCO_2eq)

IPCC Metodolojisi ile Hesaplanan Toplam Kapsam-1, Kapsam-2, Kapsam-3 Emisyonları		Yıl		
		2020	2021	2022
Kapsam-1	Doğalgaz	6786.32	6509.21	6754.43
	Üniversiteye Ait Araç Filosu	106.78	134.37	148.18
	Toplam	6893.10	6643.58	6902.61
Kapsam-2	Elektrik	5553.46	5194.66	5932.04
Kapsam-3	Üniversiteye Dolaylı Ulaşım	3404.95	3732.36	3939.56
Toplam		15851.51	15570.59	16774.21

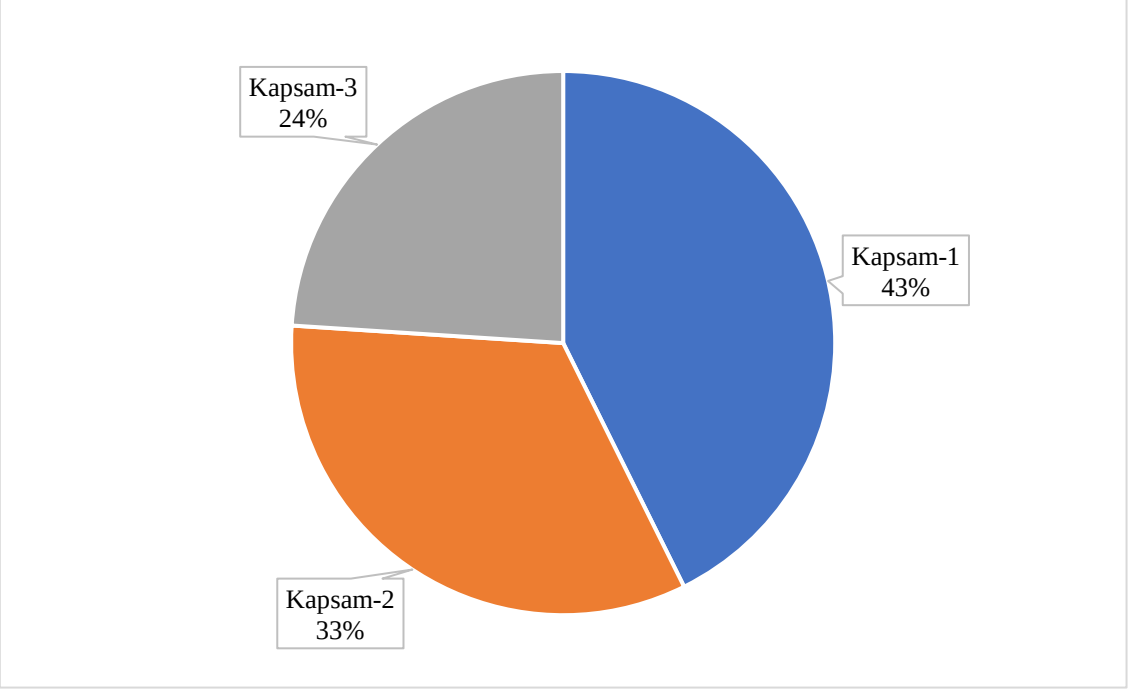
Çizelge 4.19 Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan Toplam Kapsam-1, Kapsam-3 Emisyonları (tCO_2eq)

Analitik Yöntem Metodolojisi ile Hesaplanan Toplam Kapsam-1, Kapsam-3 Emisyonları		Yıl		
		2020	2021	2022
Kapsam-1	Doğalgaz	9604.43	9212.24	9559.28
	Üniversiteye Ait Araç Filosu	102.58	129.12	142.40
	Toplam	9707.01	9341.36	9701.68
Kapsam-3	Üniversiteye Dolaylı Ulaşım	3272.54	3588.31	3788.25
Toplam		12979.55	12929.67	13489.93

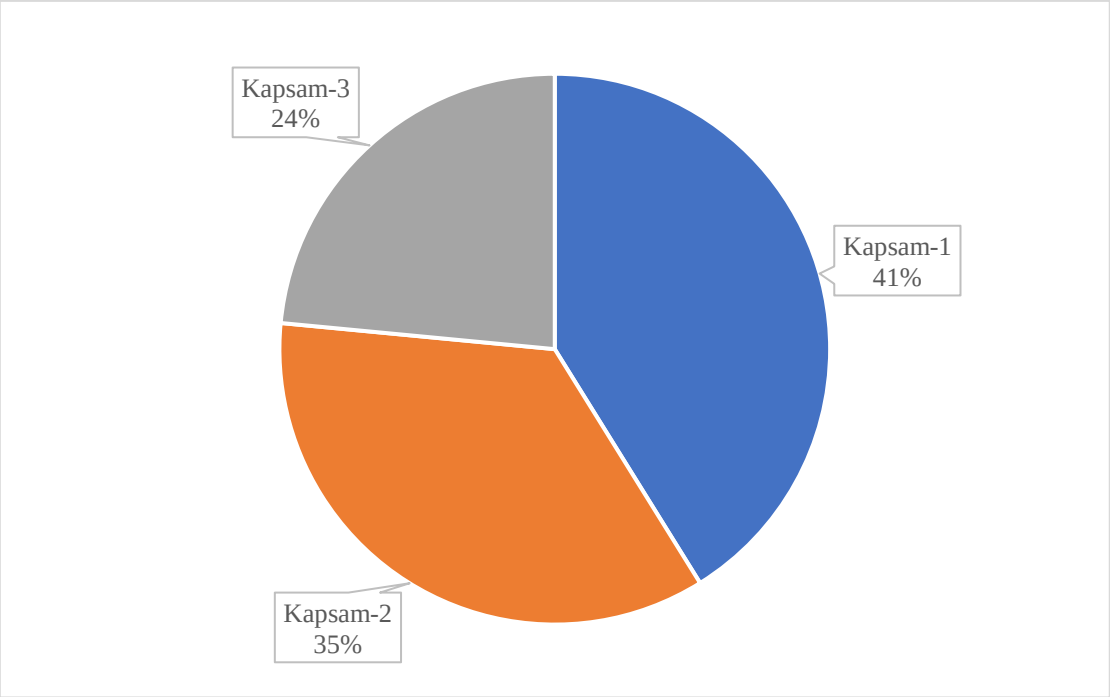
IPCC metodolojisi ile hesaplanan Kapsam-1, Kapsam-2 ve Kapsam-3 emisyonlarının 2020 yılındaki emisyon yüzdesi Şekil 4.27'de, 2021 yılındaki emisyon yüzdesi Şekil 4.28'de, 2022 yılındaki emisyon yüzdesi Şekil 4.29'da ve yıllara göre kapsamların toplam emisyon miktarı Şekil 4.30'da gösterilmiştir.



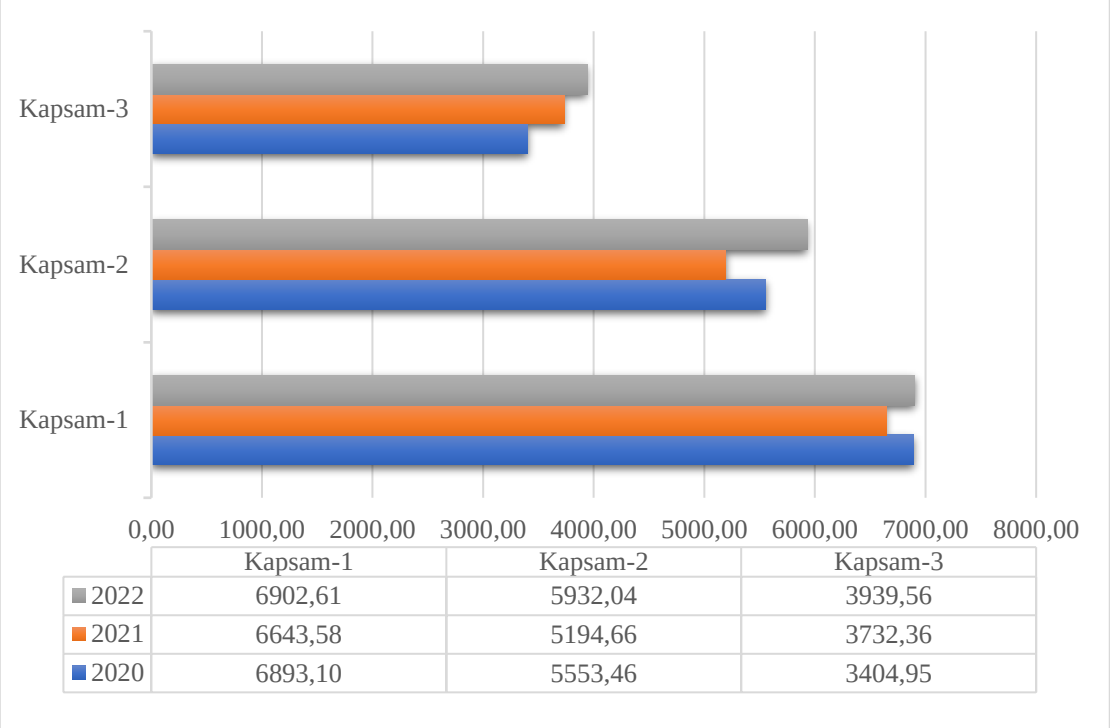
Şekil 4.27 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin kapsamlara göre 2020 yılındaki karbon ayak izi



Şekil 4.28 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin kapsamlara göre 2021 yılındaki karbon ayak izi



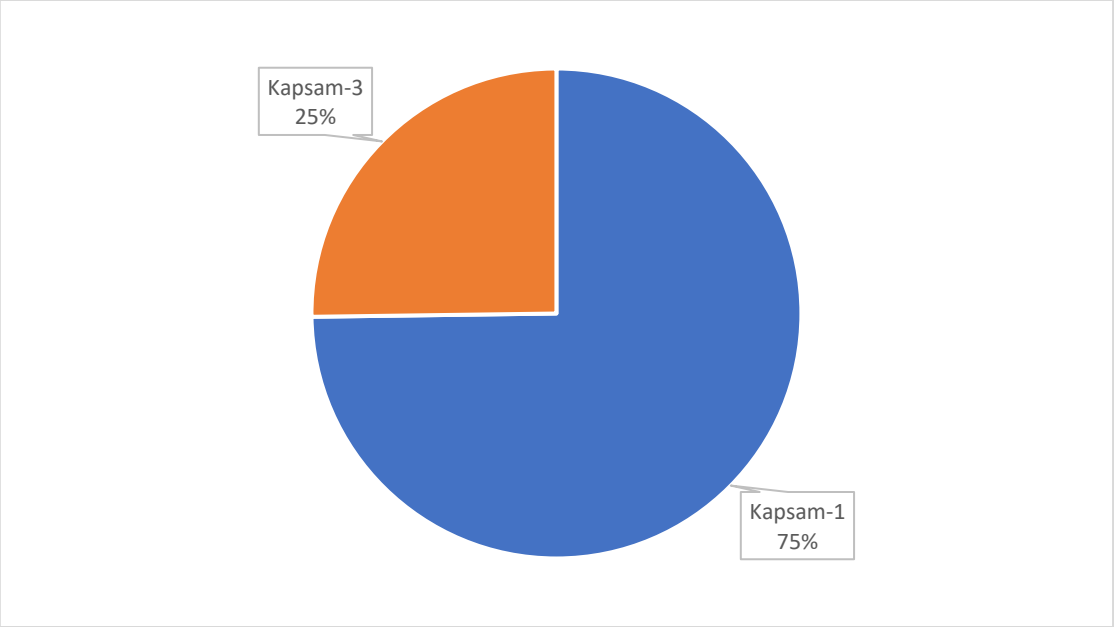
Şekil 4.29 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin kapsamlara göre 2022 yılındaki karbon ayak izi



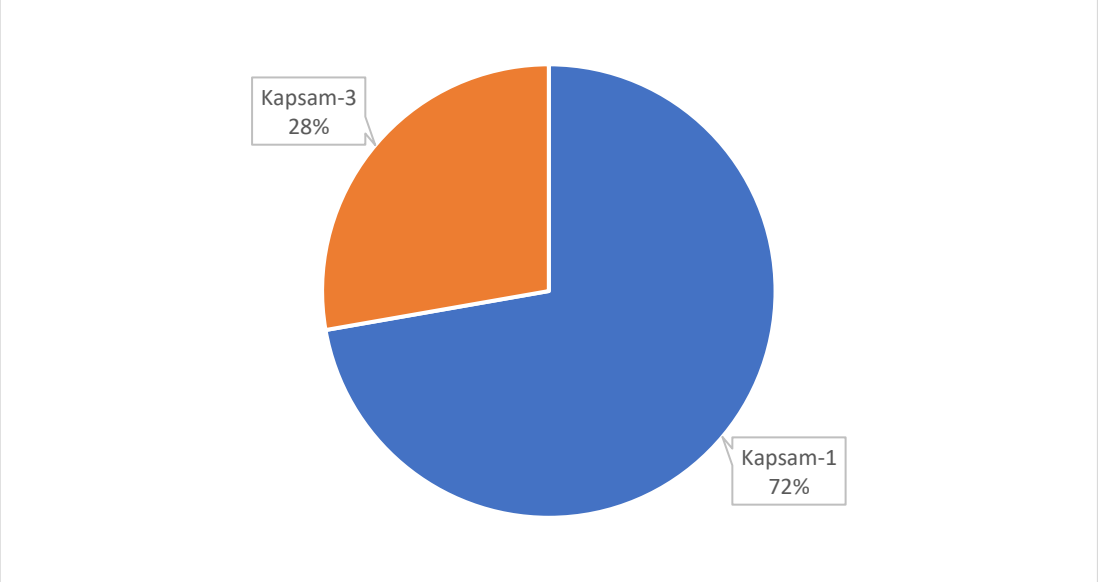
	Kapsam-1	Kapsam-2	Kapsam-3
2022	6902,61	5932,04	3939,56
2021	6643,58	5194,66	3732,36
2020	6893,10	5553,46	3404,95

Şekil 4.30 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin IPCC Metodolojisi ile hesaplanan Kapsam 1, Kapsam 2 ve Kapsam 3 emisyonlarının yıllara göre toplam emisyon miktarı (tCO_2eq)

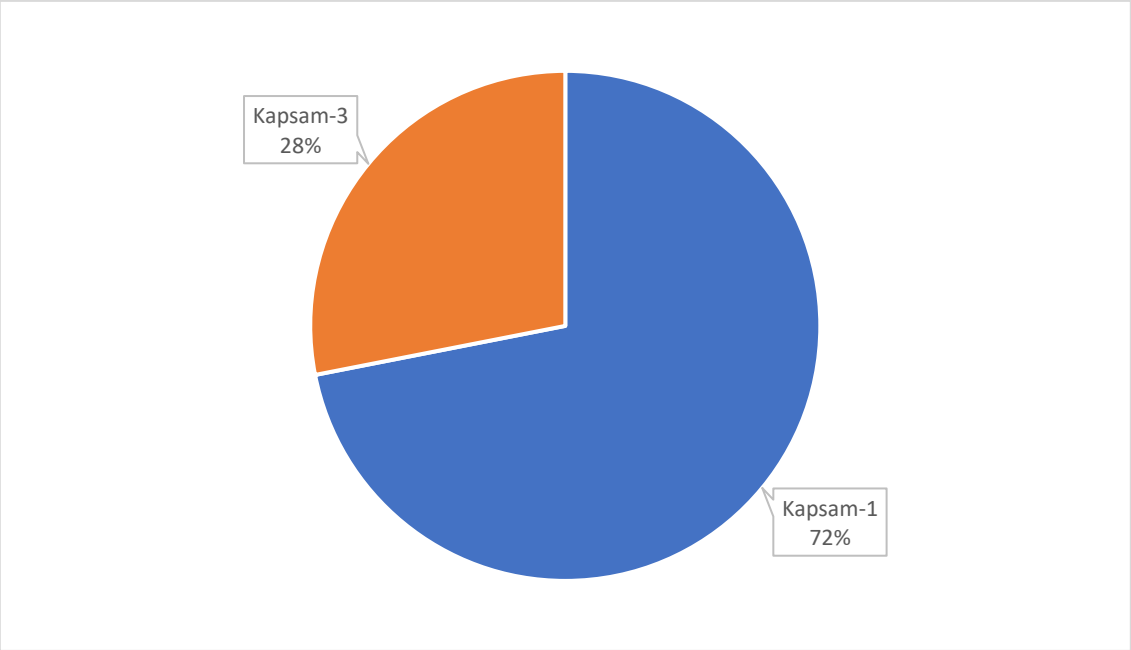
Analitik yöntem metodolojisi ile hesaplanan Kapsam-1 ve Kapsam-3 emisyonlarının 2020 yılındaki emisyon yüzdesi Şekil 4.31'de, 2021 yılındaki emisyon yüzdesi Şekil 4.32'de, 2022 yılındaki emisyon yüzdesi Şekil 4.33'te ve yıllara göre kapsamların toplam emisyon miktarı Şekil 4.34'te gösterilmiştir.



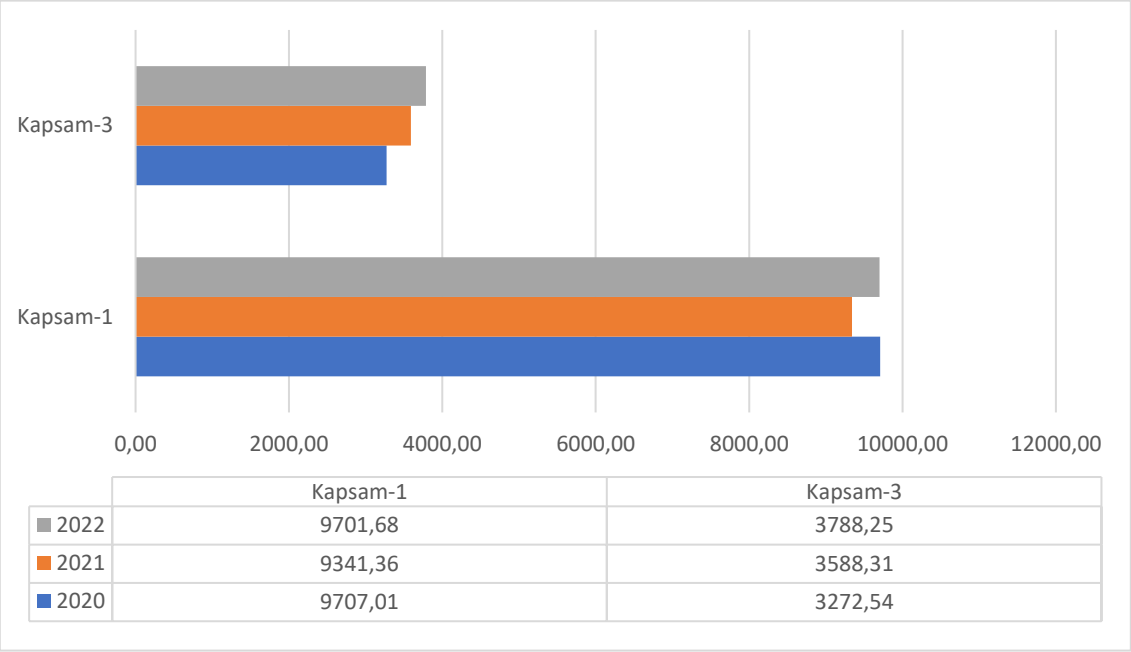
Şekil 4.31 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin kapsamlara göre 2020 yılındaki karbon ayak izi



Şekil 4.32 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin kapsamlara göre 2021 yılındaki karbon ayak izi



Şekil 4.33 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin kapsamlara göre 2022 yılındaki karbon ayak izi



	Kapsam-1	Kapsam-3
2022	9701,68	3788,25
2021	9341,36	3588,31
2020	9707,01	3272,54

Şekil 4.34 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin Analitik Yöntem Metodolojisi ile hesaplanan Kapsam 1 ve Kapsam 3 emisyonlarının yıllara göre toplam emisyon miktarı (tCO_2eq)

2020-2022 yılları arası Van Yüzüncü Yıl Üniversitesine kayıtlı olmayan araçların tüketim değerleri incelendiğinde en fazla yakıt tüketiminin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2022 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Yakıt tüketiminde 2020-2021 yılları

arası %9.46, 2021-2022 yılları arası %5.43, 2020-2022 yılları arası ise %15.39 artış yaşandığı belirlenmiştir. Kampüs içerisinde üniversiteye kayıtlı olmayan araçların toplam yakıt tüketimleri incelenen yıllar göz önüne alındığında artış göstermiştir. İlgili sürecin etkisinde üniversiteye kayıtlı olmayan araçların toplam yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları IPCC Metodolojisine göre analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %9.62, 2021-2022 yılları arası %5.55, 2020-2022 yılları arası ise %15.70 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır.

Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden benzin tüketimi ve benzin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %15.03, 2021-2022 yılları arası %8.11, 2020-2022 yılları arası ise %24.36 artış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden toplam motorin tüketimi ve toplam motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %8.48, 2021-2022 yılları arası %5.24, 2020-2022 yılları arası ise %14.17 artış yaşandığı belirlenmiştir. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden özel araçlar için motorin tüketimi ve özel araçlar için motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %7.94, 2021-2022 yılları arası %1.37, 2020-2022 yılları arası ise %9.42 artış yaşandığı ortaya çıkmıştır. Toplu taşıma araçlarında kullanılan minibüs ve otobüs için motorin kaynaklı yakıt tüketimleri ve yakıt tüketimlerine bağlı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %11, 2021-2022 yılları arası %22.54, 2020-2022 yılları arası ise %36 artış yaşandığı belirlenmiştir. Benzer şekilde toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden LPG tüketimi ve LPG kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %7.41, 2021-2022 yılları arası %4.11, 2020-2022 yılları arası ise %11.83 artış yaşandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Üniversiteye kayıtlı olmayan araçların toplam yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları Analitik Yöntem Metodolojisine göre analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %7.29, 2021-2022 yılları arası %5.60, 2020-2022 yılları arası ise %13.30 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden benzin tüketimi ve benzin kaynaklı emisyon miktarları Analitik Yöntem Metodolojisine göre incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %15.03, 2021-2022 yılları arası %8.11, 2020-2022 yılları arası ise %24.36 artış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden toplam motorin tüketimi ve toplam motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %8.48, 2021-2022 yılları arası %5.24,

2020-2022 yılları arası ise %14.17 artış yaşandığı ortaya çıkmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden özel araçlar için motorin tüketimi ve özel araçlar için motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %7.94, 2021-2022 yılları arası %1.37, 2020-2022 yılları arası ise %9.42 artış yaşandığı ortaya çıkmıştır. Toplu taşıma araçlarında kullanılan minibüs ve otobüs için motorin kaynaklı yakıt tüketimleri ve yakıt tüketimlerine bağlı emisyon değerleri incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %11, 2021-2022 yılları arası %22.54, 2020-2022 yılları arası ise %36 artış yaşandığı belirlenmiştir. Benzer şekilde toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden LPG tüketimi ve LPG kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %7.41, 2021-2022 yılları arası %4.11, 2020-2022 yılları arası ise %11.83 artış yaşandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Değerler incelendiğinde üniversite dışı araçlara ait emisyonlar arasında en fazla artışın motorin yakıt türünü toplu taşıma kullanan minibüs ve otobüslerde olduğu belirlenmiştir. Özellikle 2021-2022 yılları arası yakıt tüketiminde ve buna bağlı emisyon değerlerinde %22.54 artış yaşanmıştır. 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlamasının ardından yapılan yasal düzenlemelerde toplu taşımada ayakta yolcu alınmaması ve belirli kişi sayısında seyahat edilmesine yönelik düzenlemeler hatlarda sefer sıklığının artmasına, aynı hatta daha fazla toplu taşıma aracının çalışmasına yol açmıştır. Bunun sonucunda toplu taşıma araçlarında hem yakıt tüketimi hem de yakıt tüketimine bağlı emisyon miktarı artmıştır. Buna ek olarak ilgili yıllar arası üniversiteyi tercih ederek gelen öğrenci sayısının artması, sıfır ve ikinci el araç satışlarındaki artışlar, kampüs içerisine açılan kafe ve marketler nedeniyle yakın yerleşkelerden üniversiteye gelenlerin sayısının artması, ÖSYM ve Açıköğretim Fakültelerine bağlı sınavların yüz yüze yapılmaya başlanmasıyla üniversiteye özellikle hafta sonu giriş-çıkışlarda artış yaşanması yakıt tüketimi ve yakıt tüketimine bağlı emisyonların artmasına neden olmuştur.

Binalar, küresel sera gazı emisyonlarının önemli bir kaynağıdır. Bu emisyonların büyük bir kısmı, binaların ısıtılması, soğutulması ve aydınlatılması için kullanılan enerjiden kaynaklanır.

Metrekareye göre emisyon, bir binanın metrekare başına yaydığı sera gazı miktarıdır. Bu değer, bir binanın çevresel etkisini değerlendirmenin önemli bir yoludur.

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin tüketim verileri her bir bina için ayrı tutulmadığından üniversite kampüsünde bulunan binaların doğalgaz tüketimleri binaların metrekaresine göre bölünmüştür. 2020 yılına ait metrekare bazında karbondioksit (CO_2) emisyonu Çizelge 4.19'da 2021 yılına ait metrekare bazında karbondioksit (CO_2) emisyonu Çizelge 4.20'de ve 2022 yılına ait metrekare bazında karbondioksit (CO_2) emisyonu Çizelge 4.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.20 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2020 yılındaki doğalgaz tüketimlerinin metrekare bazında emisyon değerleri (CO_2eq)

Bina	CO_2 emisyonu
TOKİ (E1-E6-K2/1-K2/25)	1157.98
Yeni Mühendislik Fakültesi	418.07
Fen Edebiyat Fakültesi A- B1-C1-D-E-B2-C2 Blok	378.77
Spor Kompleksi	356.83
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	333.61
Lojman 2-3-4-5-6-7-8-9	331.23
Morfoloji Binası	294.54
Eğitim Fakültesi A B C	294.07
Ziraat Fakültesi A -B-C-D Blok	265.05
Yeni Merkezi Kütüphane	236.70
Edebiyat Fakültesi	192.83
Yeni Yemekhane	173.45
Van Meslek Yüksekokulu A-B-C Blok	166.17
Diş Hekimliği Fakültesi	154.50
İlahiyat Fakültesi	152.45
Veterinerlik Fakültesi A-B Blok	147.08
Prefabrik Derslikler A-B-C Blok	135.67
Biyoloji Kimya Bölümü	129.17
Cengiz Andıç Konferans Salonu	114.64
Prefabrik Adliye Lojmanları-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17	109.50
Rektörlük İdari Binası	109.38
Kampüs Prefabrikleri-1a1-1a2-A3-A4-A5-A6-A7-A8-A9-A10-A11-B1-B2-B3-B4-B5-B6-B7-B8-B9-B10-B11-B12-C1-C2-C3-C4-C5-C6-C8-C9-C10-C11-C12-C13-C14-C15c16-C17-C18-C19-C20-C21-C22-C23-C24-C25-C26-C27-C28-C29-C30-C31-C32-C33-C35-C37-C38-C39-C40-C41-C45	84.12
Veteriner Araştırma Uyg. Has.	81.06
Deney Hayvanları Ünitesi A-B Blok	75.51
Bilgi İşlem Merkezi	67.58
Merkezi Laboratuvar	66.38

Çizelge 4.21 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2020 yılındaki doğalgaz tüketimlerinin metrekare bazında emisyon değerleri (devam)

Bina	CO_2 emisyonu
Denizcilik Fakültesi/Bilimsel Araştırma ve Uygulama	63.88
500 Kişilik Spor Salonu	59.05
Volkan Apartman	54.52
Ahşap Küme Evler -1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20	53.23
Misafirhane	47.70
Güzel Sanatlar Resim Müzik Bölümü	47.55
Camii	47.35
Zeve İlköğretim Okulu	43.74
Yapı Dairesi Atölyeleri A-B-C-D-E-F Blok	40.94
Van Kedisi Araştırma Mrk. Müd.	33.46
Turizm Meslek Yüksekokulu	31.37
Güzel Sanatlar Prefabrik Derslikler (Çağdaş Yaşam)	29.31
Prefabrik Güzel Sanatlar Derslikleri (Eymir-ODTÜ)	23.67
Kreş Anaokulu	21.77
Lojman (11 Numara)	19.92
Rektörlük Konutu	18.53
Çiftçi Eğitim Merkezi	15.47
Isı Merkezi	14.52
Merkezi Laboratuvar (Eski)	13.77
Araştırma Uygulama Çift. Müd.	11.82
Yaya Allesi (Besyo Tenis Kortu)	10.29
Alle Projesi (Amfi)	9.66
Eflatun Kafe	9.42
Yeşil Alan Müdürlüğü	7.33
Güvenlik Nizamiye Binası	7.04
Simit Dünyası Cafe	5.06
Yıkama Yağlama Binası	3.60
Yeşil Alan Prefabrik	3.35
Sivil Savunma Binası	2.66
El Sanatları B Blok	2.47
Alle Projesi (Spor İdari Binası)	2.24
Süphan Market Lojman	2.22
Şoför Evi	1.53
Tavukçuluk Ünitesi	1.48
Etlik Piliç Tesisi	0
Kreş Ve Okul Öncesi Eğitim Bin.	

Çizelge 4.22 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2021 yılındaki doğalgaz tüketimlerinin metrekare bazında emisyon değerleri (tCO_2eq)

Bina	CO_2 emisyonu
TOKİ (E1-E6-K2/1-K2/25)	1072.59
Yeni Mühendislik Fakültesi	403.13
Fen Edebiyat Fakültesi A- B1-C1-D-E-B2-C2 Blok	365.23
Spor Kompleksi	344.07
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	321.69
Lojman2-3-4-5-6-7-8-9	319.39
Morfoloji Binası	284.02
Eğitim Fakültesi A B C	283.55
Ziraat Fakültesi A -B-C-D Blok	255.58
Yeni Merkezi Kütüphane	228.24
Edebiyat Fakültesi	185.94
Yeni Yemekhane	167.25
Van Meslek Yüksekokulu A-B-C Blok	160.23
Diş Hekimliği Fakültesi	148.98
İlahiyat Fakültesi	147.00
Veterinerlik Fakültesi A-B Blok	141.83
Prefabrik Derslikler A -B-C Blok	130.83
Biyoloji Kimya Bölümü	124.56
Cengiz Andıç Konferans Salonu	110.54
Prefabrik Adliye Lojmanları-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17	105.58
Rektörlük İdari Binası	105.47
Veteriner Araştırma Uyg. Has.	86.32
Kampüs Prefabrikleri-1a1-1a2-A3-A4-A5-A6-A7-A8-A9-A10-A11-B1-B2-B3-B4-B5-B6-B7-B8-B9-B10-B11-B12-C1-C2-C3-C4-C5-C6-C8-C9-C10-C11-C12-C13-C14-C15c16-C17-C18-C19-C20-C21-C22-C23-C24-C25-C26-C27-C28-C29-C30-C31-C32-C33-C35-C37-C38-C39-C40-C41-C45	81.11
Deney Hayvanları Ünitesi A-B Blok	72.81
Bilgi İşlem Merkezi	65.16
Merkezi Laboratuvar	64.00
Denizcilik Fakültesi/Bilimsel Araştırma ve Uygulama	61.59
500 Kişilik Spor Salonu	56.94
Volkan Apartman	52.57
Ahşap Küme Evler -1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20	51.33
Misafirhane	46.00
Güzel Sanatlar Resim Müzik Bölümü	45.85
Camii	45.66
Zeve İlköğretim Okulu	42.18
Yapı Dairesi Atölyeleri A-B-C-D-E-F Blok	39.48

Çizelge 4.23 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2021 yılındaki doğalgaz tüketimlerinin metrekare bazında emisyon değerleri (devam)

Bina	CO_2 emisyonu
Güzel Sanatlar Prefabrik Derslikler (Çağdaş Yaşam)	28.27
Van Kedisi Araştırma Mrk. Müd.	27.59
Kreş ve Okul Öncesi Eğitim Bin.	26.40
Turizm Meslek Yüksekokulu	25.26
Prefabrik Güzel Sanatlar Derslikleri (Eymir-ODTÜ)	22.83
Kreş Anaokulu	20.99
Lojman (11 Numara)	19.21
Rektörlük Konutu	17.87
Isı Merkezi	14.00
Merkezi Laboratuvar (Eski)	13.28
Çiftçi Eğitim Merkezi	12.89
Araştırma Uygulama Çift. Müd.	9.71
Alle Projesi (Amfi)	9.31
Eflatun Kafe	9.09
Yeşil Alan Müdürlüğü	6.54
Güvenlik Nizamiye Binası	6.143
Simit Dünyası Cafe	4.88
Yıkama Yağlama Binası	3.47
Sivil Savunma Binası	2.57
Yeşil Alan Prefabrik	2.39
El Sanatları B Blok	2.38
Alle Projesi (Spor İdari Binası)	2.16
Süphan Market Lojman	2.14
Yaya Allesi (Besyo Tenis Kortu)	1.51
Şoför Evi	1.47
Etlik Piliç Tesisi	0.11
Tavukçuluk Ünitesi	0

Çizelge 4.24 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2022 yılındaki doğalgaz tüketimlerinin metrekare bazında emisyon değerleri (tCO_2eq)

Bina	CO_2 emisyonu
TOKİ (E1-E6-K2/1-K2/25)	917.33
Yeni Mühendislik Fakültesi	430.46
Fen Edebiyat Fakültesi A-B1-C1-D-E-B2-C2 Blok	389.99
Spor Kompleksi	367.40
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	343.50
Lojman2-3-4-5-6-7-8-9	341.04
Morfoloji Binası	303.27
Eğitim Fakültesi A B C	302.78
Ziraat Fakültesi A -B-C-D Blok	272.91

Çizelge 4.25 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2022 yılındaki doğalgaz tüketimlerinin metrekare bazında emisyon değerleri (devam)

Bina	CO_2 emisyonu
Yeni Merkezi Kütüphane	243.71
Edebiyat Fakültesi	198.54
Yeni Yemekhane	178.59
Van Meslek Yüksekokulu A-B-C Blok	171.10
Diş Hekimliği Fakültesi	159.08
İlahiyat Fakültesi	156.96
Veterinerlik Fakültesi A- B Blok	151.44
Prefabrik Derslikler A -B-C Blok	139.69
Biyoloji Kimya Bölümü	133.00
Cengiz Andıç Konferans Salonu	118.04
Prefabrik Adliye Lojmanları-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17	112.74
Rektörlük İdari Binası	112.62
Kampüs Prefabrikleri-1a1-1a2-A3-A4-A5-A6-A7-A8-A9-A10-A11-B1-B2-B3-B4-B5-B6-B7-B8-B9-B10-B11-B12-C1-C2-C3-C4-C5-C6-C8-C9-C10-C11-C12-C13-C14-C15c16-C17-C18-C19-C20-C21-C22-C23-C24-C25-C26-C27-C28-C29-C30-C31-C32-C33-C35-C37-C38-C39-C40-C41-C45	86.61
Veteriner Araştırma Uyg. Has.	83.17
Deney Hayvanları Ünitesi A-B Blok	77.75
Bilgi İşlem Merkezi	69.58
Merkezi Laboratuvar	68.34
Denizcilik Fakültesi/Bilimsel Araştırma ve Uygulama	65.77
500 Kişilik Spor Salonu	60.80
Volkan Apartman	56.13
Ahşap Küme Evler -1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20	54.81
Misafirhane	49.12
Güzel Sanatlar Resim Müzik Bölümü	48.95
Camii	48.75
Zeve İlköğretim Okulu	45.04
Yapı Dairesi Atölyeleri A-B-C-D-E-F Blok	42.16
Spor Kompleksi	39.77
Güzel Sanatlar Prefabrik Derslikler (Çağdaş Yaşam)	30.18
Turizm Meslek Yüksekokulu	29.44
Van Kedisi Araştırma Mrk. Müd.	27.53
Prefabrik Güzel Sanatlar Derslikleri (Eymir-ODTÜ)	24.37

Çizelge 4.26 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin 2022 yılındaki doğalgaz tüketimlerinin metrekare bazında emisyon değerleri (devam)

Bina	CO_2 emisyonu
Kreş Anaokulu	22.41
Lojman (11 Numara)	20.51
Rektörlük Konutu	19.08
Kreş ve Okul Öncesi Eğitim Bin.	17.27
Çiftçi Eğitim Merkezi	15.31
Isı Merkezi	14.95
Merkezi Laboratuvar (Eski)	14.18
Araştırma Uygulama Çift. Müd.	11.35
Yeşil Alan Müdürlüğü	10.57
Alle Projesi (Amfi)	9.94
Eflatun Kafe	9.70
Yaya Allesi (Besyo Tenis Kortu)	7.73
Güvenlik Nizamiye Binası	6.60
Simit Dünyası Cafe	5.21
Yıkama Yağlama Binası	3.70
Sivil Savunma Binası	2.74
El Sanatları B Blok	2.54
Alle Projesi (Spor İdari Binası)	2.31
Süphan Market Lojman	2.29
Yeşil Alan Prefabrik	1.77
Şoför Evi	1.57
Etlik Piliç Tesisi	0.13
Tavukçuluk Ünitesi	0

Metrekare bazında emisyonlar değerlendirildiğinde en yüksek emisyon sırasıyla TOKİ Lojmanları, Mühendislik Fakültesi ve Fen Edebiyat Fakültesine en düşük emisyonun ise sırasıyla Tavukçuluk Ünitesi, Etlik Piliç Tesisi ve Şoför Evine ait olduğu gözlemlenmiştir.

Binaların metrekareye göre emisyonunu azaltmak için birçok şey yapılabilir. Bunlardan bazıları;

Enerji verimliliğini artırmak: Binalarda daha az enerji kullanmak, metrekareye göre emisyonu azaltmanın en etkili yollarından biridir. Bunu başarmak için yalıtım seviyelerini yükseltmek, daha verimli cihazlar kullanmak ve bina otomasyon sistemlerini optimize etmek gibi çeşitli yöntemler kullanılabilir.

Yenilenebilir enerji kullanmak: Güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak, binalardan kaynaklanan emisyonları önemli ölçüde azaltabilir.

Sürdürülebilir malzemeler kullanmak: Sürdürülebilir malzemeler kullanmak, binaların inşası ve işletilmesinden kaynaklanan emisyonları azaltabilir.

Binaların metrekareye göre emisyonunu azaltmak, küresel sera gazı emisyonlarını azaltmak ve iklim değişikliğiyle mücadele etmek için önemlidir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nin karbon emisyonu 3 kapsam altında incelenmiştir. Hesaplamalar IPCC metodolojisi Tier-1 yaklaşımı ve analitik yöntem metodolojisi ile yapılmıştır.

Kapsam 1'de doğrudan emisyon olan üniversitenin doğalgaz tüketimi ve üniversiteye ait araç filosundan kaynaklanan emisyonlar, Kapsam 2'de dolaylı emisyon olan üniversitenin satın aldığı elektrikten kaynaklanan emisyonlar ve Kapsam 3'te diğer dolaylı emisyon olan üniversiteye ait olmayan ancak üniversite nizamiyesinden geçen araçların üniversiteye ulaşımlarından kaynaklanan emisyonlar hesaplanmıştır.

Hesaplamalar sonunda elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

- 2020-2022 yılları arası doğalgaz tüketim değerleri incelendiğinde en fazla doğalgaz tüketiminin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2020 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Doğalgaz tüketiminde 2020-2021 yılları arası %4.08 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.77 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.47 azalış yaşandığı belirlenmiştir. Değerler incelendiğinde ölçümlerin alınmaya başladığı yıl olan 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlaması yaşanmıştır. Buna bağlı olarak 2020 yılı bahar dönemi ve 2021-2022 yılı akademik takvimine ait tüm dönemlerde dersler uzaktan eğitimle yürütülmüştür. 2022-2023 akademik yılında ise eğitim öğretim sürecinin normale dönmesiyle eğitim öğretim faaliyetleri kampüs içinde yüz yüze olacak şekilde sürdürülmüştür. Kampüs içerisinde toplam doğalgaz tüketimi, koşulların etkisinde değişkenlik göstermiştir.

- IPCC Metodolojisine göre 2020-2022 yılları arası doğalgaz tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %4.08 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.77 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.47 azalış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden karbondioksit (CO_2) kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %4.08 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.77 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.47 azalış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam

emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden metan (CH_4) kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %4.11 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.80 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.46 azalış yaşandığı ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden nitröz oksit (N_2O) kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %3.90 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.77 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.28 azalış yaşandığı sonucuna varılmıştır.

- Analitik Yöntem Metodolojisine göre doğalgaz tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde, en fazla emisyon değerinin 2020 yılında gerçekleştiği belirlenmiştir. Doğalgaz tüketimine bağlı emisyonlarda; 2020-2021 yılları arası %4.08 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %3.77 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %0.47 azalış yaşandığı hesaplanmıştır.

- İki metodoloji incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası doğalgaz tüketimine bağlı toplam emisyonların azalışının, koronovirüs pandemisine bağlı kapanma sonucunda araştırma-geliştirme faaliyetlerinin durması ve yüz yüze ders yapılamamasından kaynaklı kampüs binalarında doğalgaz tüketiminin azalması nedeniyle gerçekleştiği belirlenmiştir. Buna karşın 2021-2022 yılları arası doğalgaz tüketimine bağlı toplam emisyonların artışının, pandemi nedenli kapanmanın kademeli şekilde ortadan kalkmasıyla derslerin ve araştırma geliştirme faaliyetlerinin yapılmaya başlanması kaynaklı kampüs binalarında doğalgaz tüketiminin artması nedeniyle gerçekleştiği ortaya çıkmıştır.

- Metodolojilere ait yapılan karşılaştırma sonucunda doğalgaz tüketimine bağlı emisyon değerlerinin toplamda yöntemlere göre farklı değerlerde hesaplandığı buna karşın doğalgaz tüketiminden kaynaklı emisyonların yıllık artış oranları değerlendirildiğinde aynı artış oranlarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

- 2020-2022 yılları arası Van Yüzüncü Yıl Üniversitesine ait kayıtlı araçların tüketim değerleri incelendiğinde en fazla yakıt tüketiminin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2022 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Yakıt tüketiminde 2020-2021

yılları arası %25.65, 2021-2022 yılları arası %10.39, 2020-2022 yılları arası ise %38.71 artış yaşandığı belirlenmiştir.

- IPCC Metodolojisine göre 2020-2022 yılları arası üniversiteye ait kayıtlı araçların toplam yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %25.84, 2021-2022 yılları arası %10.28, 2020-2022 yılları arası ise %38.77 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden benzin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %32.02, 2021-2022 yılları arası %14.15, 2020-2022 yılları arası ise %50.70 artış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %24.15, 2021-2022 yılları arası %7.64, 2020-2022 yılları arası ise %33.63 artış yaşandığı ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden LPG kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %23.43, 2021-2022 yılları arası %10.21, 2020-2022 yılları arası ise %36.03 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır.

- Analitik Yöntem Metodolojisine göre 2020-2022 yılları arası üniversiteye ait kayıtlı araçların toplam yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde en fazla emisyon değerinin 2022 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Üniversiteye ait kayıtlı araçların toplam yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %22.91, 2021-2022 yılları arası %10.29, 2020-2022 yılları arası ise %35.56 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden benzin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %31.99, 2021-2022 yılları arası %14.14, 2020-2022 yılları arası ise %50.65 artış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %24.12, 2021-2022 yılları arası %7.65, 2020-2022 yılları arası ise %33.61 artış yaşandığı ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden LPG kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %15.29,

2021-2022 yılları arası %10.23, 2020-2022 yılları arası ise %27.08 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır.

- Her iki metodoloji yardımıyla yapılan hesaplamalar sonucu üniversiteye ait kayıtlı araçların toplam emisyon değerleri incelendiğinde ölçümlerin alınmaya başladığı yıl olan 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlaması yaşanmış olmasına rağmen yakıt tüketiminin bu durumdan etkilenmediği sonucuna varılmıştır. Kampüs içerisinde üniversiteye ait kayıtlı araçların toplam yakıt tüketimleri incelenen yıllar göz önüne alındığında artış göstermiştir.

- Metodolojilere ait yapılan karşılaştırma sonucunda üniversiteye kayıtlı araçların yakıt tüketimine bağlı emisyon değerlerinin toplamda yöntemlere göre farklı değerlerde hesaplandığı buna karşın üniversiteye kayıtlı araçların yakıt tüketiminden kaynaklı emisyonların yıllık artış oranları değerlendirildiğinde aynı veya birbirine yakın artış oranlarına sahip oldukları belirlenmiştir.

- 2020-2022 yılları arası IPCC metodolojisine göre Kapsam-2'yi oluşturan toplam elektrik tüketim değerleri incelendiğinde en fazla tüketimin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2022 yılında gerçekleştiği görülmektedir.

- IPCC Metodolojisine göre 2020-2022 yılları arası toplam elektrik tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde 2020-2021 yılları arası %6.46 azalış yaşandığı, 2021-2022 yılları arası %14.2 artış olduğu, 2020-2022 yılları arası ise %6.82 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır.

- Toplam elektrik tüketimine bağlı toplam emisyon değerleri incelendiğinde ölçümlerin alınmaya başladığı yıl olan 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlaması yaşanmıştır. Buna bağlı olarak 2020 yılı akademik takvimine ait tüm dönemlerde dersler uzaktan eğitimle yürütülmüştür. 2021 yılında ise eğitim öğretim sürecinin kademeli olarak normale dönmesiyle eğitim öğretim faaliyetleri kampüs içinde yüz yüze olacak şekilde sürdürülmüştür. Kampüs içerisinde toplam elektrik tüketimi, koşulların etkisinde değişkenlik göstermiştir. Sonuç olarak, ilgili sürecin etkisinde elektrik tüketimine bağlı

toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde, IPCC metodolojisine göre Kapsam-2'yi oluşturan toplam tüketim ve buna bağlı toplam emisyon miktarındaki 2020-2021 yılları arası azalışın pandemi etkisinde gerçekleştiği, buna karşın 2021-2022 yılları arasındaki artışın ise dünyadaki üniversite sıralamalarına göre üniversitenin sıralamasının iyileşmiş olması dikkate alındığında, kampüs içerisindeki eğitim-öğretim faaliyetleri ile birlikte araştırma-geliştirme çalışmalarının gerçekleşmesinden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

- Kampüs içerisinde üniversiteye kayıtlı olmayan araçların toplam yakıt tüketimleri incelenen yıllar göz önüne alındığında artış göstermiştir. 2020-2022 yılları arası Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'ne kayıtlı olmayan araçların tüketim değerleri incelendiğinde en fazla yakıt tüketiminin ve buna bağlı en fazla emisyon değerinin 2022 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Yakıt tüketiminde 2020-2021 yılları arası %9.46, 2021-2022 yılları arası %5.43, 2020-2022 yılları arası ise %15.39 artış yaşandığı belirlenmiştir.

- IPCC Metodolojisine göre üniversiteye kayıtlı olmayan araçların toplam yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde, 2020-2021 yılları arası %9.62, 2021-2022 yılları arası %5.55, 2020-2022 yılları arası ise %15.70 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden benzin tüketimi ve benzin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %15.03, 2021-2022 yılları arası %8.11, 2020-2022 yılları arası ise %24.36 artış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden motorin tüketimi ve motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %8.48, 2021-2022 yılları arası %5.24, 2020-2022 yılları arası ise %14.17 artış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden özel araçlarda motorin tüketimi ve özel araçlar için motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %7.94, 2021-2022 yılları arası %1.37, 2020-2022 yılları arası ise %9.42 artış yaşandığı ortaya çıkmıştır. Toplu taşıma araçlarında kullanılan minibüs ve otobüs için motorin kaynaklı yakıt tüketimleri ve minibüs ve otobüs için motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde,

2020-2021 yılları arası %10.99, 2021-2022 yılları arası %22.54, 2020-2022 yılları arası ise %36 artış yaşandığı belirlenmiştir. Benzer şekilde toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden LPG tüketimi ve LPG kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %7.41, 2021-2022 yılları arası %4.11, 2020-2022 yılları arası ise %11.83 artış yaşandığı sonucuna ulaşılmıştır.

- Analitik Yöntem Metodolojisine göre üniversiteye kayıtlı olmayan araçların toplam yakıt tüketimine bağlı toplam emisyon miktarları analiz edildiğinde 2020-2021 yılları arası %7.29, 2021-2022 yılları arası %5.60, 2020-2022 yılları arası ise %13.30 artış yaşandığı sonucuna varılmıştır. Analitik Yöntem Metodolojisine göre toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden benzin tüketimi ve benzin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %15.03, 2021-2022 yılları arası %8.11, 2020-2022 yılları arası ise %24.36 artış yaşandığı hesaplanmıştır. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden toplam motorin tüketimi ve toplam motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %8.48, 2021-2022 yılları arası %5.24, 2020-2022 yılları arası ise %14.17 artış yaşandığı belirlenmiştir. Toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden özel araçlar için motorin tüketimi ve özel araçlar için motorin kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %7.94, 2021-2022 yılları arası %1.37, 2020-2022 yılları arası ise %9.42 artış yaşandığı ortaya çıkmıştır. Toplu taşıma araçlarında kullanılan minibüs ve otobüs için motorin kaynaklı yakıt tüketimleri ve yakıt tüketimlerine bağlı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %10.98, 2021-2022 yılları arası %22.54, 2020-2022 yılları arası ise %36 artış yaşandığı hesaplanmıştır. Benzer şekilde toplam emisyon miktarını oluşturan bileşenlerden LPG tüketimi ve LPG kaynaklı emisyon miktarları incelendiğinde, 2020-2021 yılları arası %7.41, 2021-2022 yılları arası %4.11, 2020-2022 yılları arası ise %11.83 artış yaşandığı sonucuna ulaşılmıştır.

- Metodolojilere ait yapılan karşılaştırma sonucunda üniversite dışı araçların yakıt tüketimine bağlı emisyon değerlerinin toplamda yöntemlere göre farklı değerlerde hesaplandığı buna karşın üniversite dışı araçların yakıt tüketiminden kaynaklı

emisyonların yıllık artış oranları değerlendirildiğinde aynı veya birbirine yakın artış oranlarına sahip oldukları belirlenmiştir.

- IPCC metodolojisine göre 2020 yılında toplam emisyonların %44'ü Kapsam-1, %35'i Kapsam-2, %21'i Kapsam-3 emisyonlarına, 2021 yılında toplam emisyonların %43'ü Kapsam-1, %33'ü Kapsam-2, %24'ü Kapsam-3 emisyonlarına ve 2022 yılında toplam emisyonların %41'i Kapsam-1, %35'i Kapsam-2, %24'ü Kapsam-3 emisyonlarına ait olduğu tespit edilmiştir.

- Analitik yöntem metodolojisine göre hesaplanan Kapsam-1 ve Kapsam-3 emisyonları değerlendirildiğinde 2020 yılında toplam emisyonların %75'i Kapsam-1, %25'i Kapsam-3 emisyonlarına, 2021 yılında toplam emisyonların %72'si Kapsam-1, %28'i Kapsam-3 emisyonlarına ve 2022 yılında toplam emisyonların %72'si Kapsam-1, %28'i Kapsam-3 emisyonlarına ait olduğu belirlenmiştir.

- Değerler incelendiğinde üniversite dışı araçlara ait emisyonlar arasında en fazla artışın motorin yakıt türünü toplu taşıma kullanan minibüs ve otobüslerde olduğu belirlenmiştir. Özellikle 2021-2022 yılları arası yakıt tüketiminde ve buna bağlı emisyon değerlerinde %22.54 artış yaşanmıştır. 2020 yılında koronavirüs pandemisine bağlı sokağa çıkma kısıtlamasının ardından yapılan yasal düzenlemelerde toplu taşımada ayakta yolcu alınmaması ve belirli kişi sayısında seyahat edilmesine yönelik düzenlemeler hatlarda sefer sıklığının artmasına, aynı hatta daha fazla toplu taşıma aracının çalışmasına yol açmıştır. Bunun sonucunda toplu taşıma araçlarında hem yakıt tüketimi hem de yakıt tüketimine bağlı emisyon miktarı artmıştır. Buna ek olarak ilgili yıllar arası üniversiteyi tercih ederek gelen öğrenci sayısının artması, sıfır ve ikinci el araç satışlarındaki artışlar, kampüs içerisine açılan kafe ve marketler nedeniyle yakın yerleşkelerden üniversiteye gelenlerin sayısının artması, ÖSYM ve Açıköğretim Fakültelerine bağlı sınavların yüz yüze yapılmaya başlanmasıyla üniversiteye özellikle hafta sonu giriş-çıkışlarda artış yaşanması yakıt tüketimi ve yakıt tüketimine bağlı emisyonların artmasına neden olmuştur.

Çalışma sonunda bundan sonraki araştırmalarla ilgili aşağıdaki öneriler belirlenmiştir:

- En çok sera gazı emisyonu doğalgaz tüketiminden kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda üniversitede bulunan binaların doğal gaz ve elektrik tüketim verileri her bina bazında ayrı ayrı ölçülüp verileri tutulmalıdır. Hesapların daha sağlıklı olması bu şekilde sağlanabilir.
- Her fakültede atık yönetim planını uygulanıp atık türleri doğru oranda tespit edilmelidir. Bu kapsamda yerel yönetimler ile eş güdümlü çalışılmalıdır. Ayrıca yemekhane atıkları ilerleyen dönemde yapılacak çalışmalarda hesaplamalara katılmalıdır.
- Üniversite kampüsünden peyzaj ve bahçe atıkları için bir yönetim planı gereklidir.
- Kampüse giren araç sayısı kontrol edilmeli ulaşımda temiz ve verimli teknoloji olan elektrikli/hibrid araçlara yönelinmelidir.
- Toplu taşıma araçlarına teşvik edilmelidir.
- Kampüs içinde bisiklet yolları ve yürüyüş parkurları oluşturmak, bisiklet kiralama hizmeti sunmak ve toplu taşımaya erişimi kolaylaştırmak önemlidir.
- Personel ve öğrencilere konu ile alakalı eğitim verilerek bilinçlendirme yapılmalıdır.
- Bina ölçeğinde verimlilik çalışmaları artırılmalı, bina yalıtımları yapılmalıdır.
- Aydınlatmada LED aydınlatma kullanımı olmalıdır.
- Doğal gaz tüketimine bağlı emisyon düşürülmesi için ısı merkezi ile binalar arasında bulunan tesisat boru yalıtımlarının periyodik bakımları yapılmalıdır.
- Kızılçam ağacı ile karbon emisyonu ciddi oranda azaltılabilir. Kampüs alanına uygunluğu doğrultusunda kızılçam ağacı dikimi, uygun olmaması durumunda ise karbon emisyonunu azaltacak ağaç türü belirlenerek dikimi yapılabilir.

KAYNAKLAR

Aksoy, S. (2023). *Aksaray ilinde karayolu kaynaklı karbon ayak izinin belirlenmesi,* Yüksek lisans tezi. Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray, Türkiye.

Akyel, Ö. (2009). *İklim değişikliği çerçeve sözleşmesi ve Türkiye'deki uygulamaları,* Yüksek lisans tezi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

Andrady, A., Aucamp, P. J., Bais, A.F., Ballare, C. L., Björn, L. O., Bornman, J. F., Zepp, R. G. (2010). *Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change: progress report, 2009. Photochemical & Photobiological Sciences: Official Journal of the European Photochemistry Association and the European Society for Photobiology*, 9 (3), 275-294.

Anonim. (2023). Karbon ayak izi. Erişim tarihi: 5 Eylül 2023. Erişim adresi: http://www.carbonfoot-print.com/carbonfootprint.html.

Anonim. (2023). Kyoto protokolü Erişim tarihi: 6 Eylül 2023. Erişim adresi https://iklim.gov.tr/kyoto-protokolu-i-35.

Anonim. (2023). UI GreenMetric world university rankings 2023 reports. Erişim tarihi: 6 Aralık 2023. Erişim adresi: https://greenmetric.ui.ac.id/rankings/overall-rankings-2023.

Argun, M. E., Ergüç, R., Sarı, Y. (2019). Konya/Selçuklu ilçesi karbon ayak izinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 287-297.

Atabey, T. (2013). *Karbon ayak izinin hesaplanması: Diyarbakır örneği,* Yüksek lisans tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elâzığ, Türkiye.

Ayan, N. (2019). *Muğla ilinde yakıt tüketimine bağlı karbon ayak izi değişimi,* Yüksek lisans tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Aydın, Ü. (2023). *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi karbon ayak izi envanterinin hesaplanması,* Yüksek lisans tezi. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, Türkiye.

Başoğul, Y. (2018). Akademisyen ve idari personelin ekolojik ve karbon ayak izinin belirlenmesi: Adıyaman Üniversitesi mühendislik fakültesi örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6 (3), 464-470.

Başoğul, Y., Göksu, T. T., Baran, M. F. (2021). Bir tekstil fabrikasının karbon ayak izinin değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 31, 146-150.

Baydemir, T. (2021). Avrupa yeşil mutabakatı. *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, (3), 19-27.

Binboğa, G., Aylin Ü. (2018). Sürdürülebilirlik ekseninde Manisa Celal Bayar Üniversitesi'nin karbon ayak izinin hesaplanmasına yönelik bir araştırma. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 21, 187-202.

Bulut, A. P. (2023). Sivas ilinde karayolundan kaynaklanan karbon ayak izinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(1), 166-176.

Civelekoğlu, G., Bıyık, Y. (2020). Isparta ilinde karayolu kaynaklı karbon ayak izinin hesaplanması. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 4(2), 78-87.

Clabeaux, R., Carbajales-Dale, M., Ladner, D., Walker, T. (2020). Assessing thecarbon footprint of a university campus using a life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, 273, 122-600.

Çerçi, M. (2021). *IPCC Tier 1 ve DEFRA metodları ile karbon ayak izinin belirlenmesi: Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi örneği,* Yüksek lisans tezi. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan, Türkiye.

Çetintaş, H., Türköz, K. (2017). İklim değişikliği ile mücadelede karbon piyasalarının rolü. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(37), 147-168. doi: 10.31795/baunsobed.645182

Demir, A. (2009). Küresel iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2), 37-54.

Demirel, Y., Türk, T. (2023). Türkiye'de 2015 ile 2022 yılları arasında meydana gelen orman yangınlarının coğrafi bilgi sistemleri ile zamansal ve mekânsal analizi. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, 10(2), 136-150.

Dulkadiroğlu, H. (2018). Türkiye'de elektrik üretiminin sera gazı emisyonları açısından incelenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(1), 67-74. doi: 10.28948/ngumuh.369948

Erdoğan, S. (2020). Enerji, çevre ve sera gazları. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,* 10(1), 277-303. doi: 10.18074/ckuiibfd.670673

ETKB. (1998). *T.C Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı Kyoto protokolü raporu*. Ankara. https://enerji.gov.tr//Media/Dizin/EVCED/tr/%C3%87evreVe%C4%B0klim/%C4%B0klimDe%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi/%C4%B0klimDe%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9FiHakk%C4%B1nda/Belgeler/Kyoto_Protokol%C3%BC.pdf

Gökçek, B., Bozdağ, A., Demirbağ, H. (2019). Niğde Ömer Halisdemir üniversitesi örneğinde karbon ayak izinin belirlenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 8 (2), 721-730.

Gürsoy, F. B. (2022). *Erciyes üniversitesi kampüsünde karbon ayak izinin belirlenmesi,* Yüksek lisans tezi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, Türkiye.

Güven, M. (2023). *Türkiye'de çevresel inovasyonun karbon ayak izi üzerine etkisi,* Tezsiz Yüksek lisans tezi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.

Işık, S. (2023). *Tekstil sektöründe karbon ayak izi hesaplanması*, Yüksek lisans tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye.

Karakaya, H. (2022). *Mersin Üniversitesi Çiftlikköy kampüsü kurumsal karbon ayak izi hesaplaması ve değerlendirilmesi*, Yüksek lisans tezi. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, Türkiye.

Keskin, A., Kanat, Z. (2018). Dünyada iklim değişikliği üzerine yapılan çalışmalar ve Türkiye'de mevcut durum. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(1).

Kiehle, J., Kopsakangas-Savolainen, M., Hilli, M., Pongrácz, E. (2023). Carbon footprint at institutions of higher education: The case of the University of Oulu. *Journal of Environmental Management*, 329, 117056.

Kumaş, K., Akyüz, A. Ö., Zaman, M., Güngör, A. (2019). Sürdürülebilir bir çevre için karbon ayak izi tespiti: Makü Bucak sağlık yüksekokulu örneği. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 6(1), 108-117.

Kumaş, K., Onur, İ., Akyüz, A. Ö., Güngör, A. (2019). Muğla Dalaman havalimanı uçaklardan kaynaklanan karbon ayak izinin belirlenmesi. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, 7(2), 291-297.

Kurnaz, M. L. (2023). İklim değişikliği ve uyum süreçlerinde Türkiye. *Resilience*, 7(1), 199-208.

Kurnuç, S. A., Çerçi, M. (2022). IPCC Tier 1 ve DEFRA metotları ile karbon ayak izinin belirlenmesi: Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi'nin yakıt ve elektrik tüketimi örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(3), 386-397. doi: 10.19113/sdufenbed.1061021

Lin, 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.

Mercan, M., Karakaya, E. (2013). Sera gazı salımının azaltımında alternatif politikaların ekonomik maliyetlerinin incelenmesi: Türkiye için genel denge analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 42, 123-159.

Özçelik, G. (2017). *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu kampüsünün enerji ve karbon ayak izi açısından değerlendirilmesi*, Yüksek lisans tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, Türkiye.

Özmen, M. T. (2009). Sera gazı-küresel ısınma ve Kyoto protokolü. *İMO Dergisi*, 453(1), 42-46.

Özyeğin Üniversitesi. (2020). *ISO 14064-1 Standardı Kurumsal Sera Gazı Envanter Raporu.* İstanbul. https://www.ozyegin.edu.tr/sites/default/files/upload/HSE/qc_raporu_ocak_18-aralik_20_210205.pdf

Pekin, M. A. (2006). *Ulaştırma sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonları*, Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Shea, K. M., Truckner, R. T., Weber, R. W., Peden, D. B. (2008). Climate change and allergic disease. *Journal of allergy and clinical immunology*, 122(3), 443-453.

Shigetomi, Y., Nansai, K., Kagawa, S., Tohno, S. (2018). Fertility-rate recovery and double-income policies require solving the carbon gap under the Paris Agreement. *Resources, Conservation and Recycling*, 133, 385-394.

Sıleybi, L. (2023). *Harran üniversitesi Osmanbey kampüsü karbon ayak izinin hesaplanması*, Yüksek lisans tezi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye.

Sunturlu, Ö. (2017). *Turizm sektöründe faaliyet gösteren teknelerin karbon ayak izinin belirlenmesi: Fethiye örneği*, Yüksek lisans tezi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, Türkiye.

Toröz, A. S. (2015). *Gemi kaynaklı atıkları alan bir atık kabul tesisinde karbon ayak izinin belirlenmesi*, Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Tosun, G. (2023). *Enerji tüketiminin karbon ayak izindeki yeri: Giresun Üniversitesi örnek çalışması,* Yüksek lisans tezi. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun, Türkiye.

Türkay, M. (2018). *Karayolu ulaşımından kaynaklanan sera gazı emisyonunun (karbon ayak izinin) hesaplanması: Eskişehir ili örneği*, Yüksek lisans tezi. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, Türkiye.

UNEP. (2016). *Kigali değişikliği (2016): yirmi sekizinci taraflar toplantısı'nda üzerinde mutabakata varılan Montreal Protokolü'ne yönelik değişiklik*. Kigali. https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/icerikler/k-gal-_amendment_tr-00000003-20191210125805.pdf

Üreden, A. (2019). *Sürdürülebilir yaşam için karbon ayak izi (Çankırı Karatekin Üniversitesi örneği),* Yüksek lisans tezi. Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı, Türkiye.

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi. (2020). *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi 2020 Birim Faaliyet Raporları*. Erişim tarihi: 10 Ekim 2023. Erişim adresi: https://www.yyu.edu.tr/Birimler/strateji/sayfalar/9579).

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi. (2021*). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi 2021 Birim Faaliyet Raporları*. Erişim tarihi: 10 Ekim 2023. Erişim adresi: https://www.yyu.edu.tr/Birimler/strateji/sayfalar/9579).

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi. (2022). *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi 2022 Birim Faaliyet Raporları*. Erişim tarihi: 10 Ekim 2023. Erişim adresi: https://www.yyu.edu.tr/Birimler/strateji/sayfalar/9579).

Velders, G. J., Andersen, S. O., Daniel, J. S., Fahey, D. W., McFarland, M. (2007). The importance of the Montreal Protocol in protecting climate.*Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(12), 4814-4819.

Yavuz, A. B. (2020). *Turizmde karbon ayak izi: Beş yıldızlı otel örneği*, Yüksek lisans tezi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde, Türkiye.

Yavuz, A. B., Kara, O., Yanıktepe, B. (2023). Karbon ayak izi tespiti: Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi örneği. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(4), 1523-1530. doi:10.28948/ngumuh.1327500

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	:	Buket Ceren ÖZCAN

Eğitim Bilgileri

Lisans	:	
Üniversite	:	Erciyes Üniversitesi
Fakülte	:	Mühendislik Fakültesi
Bölüm	:	Enerji Sistemleri Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	:	2018

VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORİJİNALLİK RAPORU

Tarih 17/04/2024

Tez Başlığı: Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüsünün Karbon Ayak İzinin Değerlendirilmesi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın, kapak sayfası, giriş, ana bölümler ve sonuç bölümlerinden oluşan toplam 93 (doksan üç) sayfalık kısmına ilişkin, 17/04/2024 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre tezimin benzerlik oranı %3 (yüzde üç) dür.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Tarih ve İmza
17/04/2024

Adı Soyadı: Buket Ceren ÖZCAN
Öğrenci No: 20910001246
Anabilim Dalı: Makine Mühendisliği
Programı: Enerji Bilim Dalı
Statüsü: (X) Yüksek lisans ( ) Doktora

DANIŞMAN
UYGUNDUR

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR