

## BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ BUCAK YERLEŞKESİ YÜKSEKÖĞRETİM BİRİMLERİNİN KARBON AYAK İZİ TESPİTİ

Kazım KUMAŞ<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0002-2348-4664)

Ali AKYÜZ<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0001-9265-7293)

Afşin GÜNGÖR<sup>2</sup> (ORCID: 0000-0002-4245-7741)\*

<sup>1</sup>Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Burdur, Türkiye

<sup>2</sup>Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Teknoloji Fakültesi, Burdur, Türkiye

*Geliş / Received:* 03.07.2018

*Kabul / Accepted:* 08.05.2019

### ÖZ

Sera gazı emisyonlarındaki artış iklim değişikliklerindeki etkiyi de beraberinde getirmektedir. Karbondioksit, metan, azot oksit ve kloroflorokarbonlu gazlar küresel ısınmaya etki eden sera gazları olarak bilinmektedir. Karbondioksit gazı emisyon hacminin yüksek olması küresel ısınmayı arttıran önemli etkenlerden biridir. Küresel ısınmaya doğrudan etki eden karbondioksit miktarının rasyonel olarak hesaplanabilmesi için yapılan çalışmalarda karbon ayak izi kavramı ortaya çıkarılmıştır. Atmosferdeki gaz miktarının artış göstermesi araştırmacıları değişik alanlarda karbon ayak izi hesaplama çalışmalarına yöneltmiştir. Bu çalışmada Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesine bağlı Bucak yerleşkesinde yer alan üç yükseköğretim biriminin karbon ayak izi hesabı yapılmıştır. Karbon ayak izi hesabı için Annex 2014 hesaplama kriterleri kullanılarak yıllık karbon ayak izi miktarı tespit edilmiştir. Karbon ayak izi hesabı için birimlerin toplam elektrik enerjisi tüketimi, ısınma değerleri, personellere ait araçların yakıt türleri ve öğrencilerin günlük ulaşım değerleri parametre olarak seçilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Emisyon, karbon ayak izi, küresel ısınma

## THE DETERMINATION OF CARBON FOOTPRINT FOR HIGHER EDUCATION UNITS OF BURDUR MEHMET AKİF ERSOY UNIVERSITY IN BUCAK CAMPUS

### ABSTRACT

The increase in greenhouse gas emissions also brings about the impact of climate change. Carbon dioxide, methane, nitrous oxide and chlorofluorocarbons are known as greenhouse gases that affect global warming. The high emission volume of carbon dioxide gas is one of the important factors that increase global warming. In order to rationally calculate the amount of carbon dioxide directly affecting global warming, the concept of carbon footprint has been revealed. The increase in the amount of gas in the atmosphere led researchers to study on carbon footprint calculations in various areas. In this study, carbon footprint calculation of three higher education units in Bucak campus of Burdur Mehmet Akif Ersoy University was analyzed. For the carbon footprint calculation, annual carbon footprint quantities were determined using Annex 2014 calculation criteria. For the carbon footprint, the total electricity consumption of the units, heating values, fuel types of the vehicles belonging to the personnel and the daily transportation values of the students were selected as parameters.

**Keywords:** Emission, carbon footprint, global warming

\*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 248 325 99 00 ; e-mail / e-posta: afsingungor@hotmail.com

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda hızla artan nüfus, sanayi, teknolojinin gelişmesi ve bilinçsizce yapılan tüketim gibi etkenler sorunlarının artmasına sebep olmaktadır. Sanayi devrimiyle birlikte atmosferdeki sera gazları artış göstermekte ve yeryüzüne yansıyan ışınları daha fazla tutması dünyanın ortalama sıcaklığının artmasına sebep olmaktadır. Fosil yakıtlarının tüketimi ile çevre olumsuz etkilenmekte ve iklim değişikliği, kuraklık, kıtlık, göç, su kaynaklarının azalması vb. gibi ekolojik felaketleri beraberinde getirmektedir [1].

Sera gazları ile oluşan iklim değişikliğinin sebeplerinin başında hidrokarbon, kömür, petrol ve doğalgaz gibi enerji kaynakları yer almaktadır ve sera gazları da dünyanın karbon tutma kapasitesinin azalmasına neden olmaktadır. Bu etkiler sebebiyle atmosferdeki sera gazı birikiminin azaltılması, iklim değişikliğinin insan üzerindeki etkisini engellemek amacıyla yönelik hedefler belirlenmiş ve 2005 yılında Kyoto Protokolü bu hedef doğrultusunda oluşturulmuştur [2]. Kyoto Protokolü ile sorumlu olan ülkelere karbon emisyonlarını hesaplayabilmek için emisyon salınım kotası getirilmiş, kotayı aşmamak kaydıyla sera gazına neden olan emisyonun karbon ayak izi hesabının yapılması, gerekli sera gazı envanterinin oluşturulması gerektiği belirtilmiştir. Bu yapılan hedef ve yaklaşımlar, sorun ve çözüm önerileri ile kurum ve kuruluşlar, yatırımcılar, üretici konumundaki kişileri emisyon azaltılması konusunda farkındalık oluşturulmuş, emisyon azaltımını cazip hale getirmiştir. Bu sebepler neticesinde değişik sektörlerde karbon ayak izi belirlenme çalışmaları yapılmaktadır [1]. Standart kabul edilen bir tanımlı olmayan karbon ayak izi, ekolojik ayak izi kavramından türetilmiş gerçekleştirdiğimiz her bir faaliyet veya aldığımız her bir ürün için üretilen sera gazı emisyonunun doğal ortama verdiği zararın birim karbondioksit cinsinden miktarı olarak ifade edilmesidir [2]. Karbon ayak izi hesabı şirketler, kurum ve kuruluşlar tarafından sera gazı protokol taahhütlerini yerine getirmek, iklim değişikliği üzerindeki etkilerini belirlemek ve emisyon ticaret mekanizmalarına katılım için yapılmaktadır. Hesaplama gerek kişisel gerekse kurumsal olarak yapılabilmektedir. Kişi bazında gerçekleştirilen karbon ayak izi hesabı insan faaliyetleri sonucunda oluşan emisyonun ölçüsüdür ve iki grupta incelenmektedir [3]. Birincisi doğrudan sera gazına neden birincil karbon ayak izi ve diğeri ise dolaylı yollardan sera gazına neden olan ikincil karbon izidir [4]. Birincil karbon ayak izi evsel enerji tüketimi, ulaşım ve tüketilen fosil yakıtlarda dâhil edilmesi birlikte, yanma sonucunda oluşan doğrudan karbondioksit emisyonlarını ifade etmekte, ikincil karbon ayak izi ise insanların yaşamları boyunca ihtiyaç duyduğu ürünlerin imalatından yok olmalarına kadar geçen süreçte atmosfere salınan dolaylı CO<sub>2</sub> emisyonlarının miktarı olarak ifade edilmektedir [5]. Dünyada ve Türkiye’de karbon ayak izi ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmaktadır.

Larsen ve diğ. yaptıkları çalışmada Norveç Teknoloji ve Bilim Üniversitesi için girdi-çıkı modeli kullanarak karbon ayak izi hesabını yapmışlardır. Bölüm ve fakülte olarak incelenen karbon ayak izi hesabında farklılıklar olduğunu görmüşlerdir. Karbon ayak izi miktarını 4,6 CO<sub>2</sub>e ton/öğrenci olarak tespit etmişlerdir [6]. Gustavsson ve Tumlin yaptıkları çalışmada İskandinav ülkelerindeki on altı belediyenin atık su arıtma tesisinin karbon ayak izini basit bir model ile tahmin etmişlerdir. Azot oksit emisyonlarının karbon ayak izine büyük oranda etki ettiğini, karbon emisyonlarının azaltılmasında atık su pompalarının yüksek performanslarının neden olduğunu ifade etmişlerdir [7]. Atabey IPCC tarafından önerilen Tier yaklaşımının metodolojisini kullanarak Diyarbakır için karbon ayak izi hesabını yapmıştır. Yapılan hesaplamalarda ulaşım alanında CO<sub>2</sub> emisyonunun büyük bir paya sahip olduğunu, sanayi alanından kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonunun yaklaşık 92 kiloton olduğunu belirtmiştir [8]. Rippon Cape Town Üniversitesi için sürdürülebilir bir yerleşke hedefi için karbon ayak izinin önemli bir kriter olduğuna vurgu yapmıştır. 2013’de oluşturduğu karbon ayak izi raporunu 2012 yılında yapılan benzer çalışmalar ile karşılaştırmıştır. Karbon ayak izi hesabının gerçekleştirilmesinde emisyon kaynaklarını üç ayrı kategoride incelemiştir [9]. Pendik Belediyesi Strateji Müdürlüğü (2014) tarafından Pendik ilçesinde yer alan farklı sektörlerin karbon ayak izi hesabı yapılmıştır. Hesaplama fosil yakıtlar ile enerji tüketimi ile oluşan veriler kullanılmıştır. Üç farklı kapsamda için yapılan karbon ayak izi hesabının CO<sub>2</sub> değerleri 2012 yılı için 2232, 2013 yılı için 4028 ve 2014 yılı için ise 7093 kiloton olarak hesaplamıştır [10]. Yaka ve diğ.(2015) yaptıkları çalışmada Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulunun toplam elektrik enerjisi tüketimi, personel araçlarının yakıt türleri, personelin günlük ulaşım değerleri gibi parametreleri kullanarak karbon ayak izi hesabını yapmışlardır. Hesaplama Annex 2014 hesaplama kriterleri kullanılmış ve karbon ayak izi miktarının 98307 kg/yıl olduğunu bulmuşlardır [11]. Vasquez ve diğ. (2015) yaptıkları çalışmada, Şili Talca Üniversitesi yerleşkesinin karbon ayak izini hesaplamışlardır. Hesaplamalarında ayak izini kapsamlara ayırmışlardır. Çalışma sonucunda 2012 yılı için toplam karbon ayak izini için 1 ton CO<sub>2</sub>e olarak tespit etmişlerdir. Tespit edilen emisyon değerinin %68’ni kapsam 3 , %16 sını kapsam 2 ve % 16 sının ise kapsam1’ in oluşturduğunu bulmuştur [12].

Özcelik yaptığı çalışmada Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesinin Terzioğlu yerleşkesinin kullanımından kaynaklı doğalgaz, tüketilen elektrik ve su, kampüste oluşan atık miktarı, personelin ve öğrencilerin ulaşımın kaynaklı emisyon verileri kullanılarak karbon ayak izi hesabını yapmıştır. Hesaplama için iki farklı yaklaşım kullanmıştır. Karbon ayak izini birinci yaklaşıma göre 19706 ton CO<sub>2</sub>e, ikinci yaklaşıma göre ise 10122 ton CO<sub>2</sub>e

**BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ BUCAK YERLEŞKESİ YÜKSEKÖĞRETİM BİRİMLERİNİN KARBON AYAK İZİ TESPİTİ**

olarak bulmuştur [13]. Onat Türkiye’de inşaat sektörü alanında uluslararası tedarik zincirini içine alan ilk web tabanlı ve küresel karbon ayak izini çıkartmıştır. 2000-2009 yılları arasında karbon ayak izinin etkileri incelenerek, ulusal ve küresel çapta analizlerini incelemiştir. Elde edilen analiz sonuçlarında inşaat sektöründeki büyümesiyle karbon ayak izinin yıllara göre artış gösterdiğini, sektörde dolaylı salınımın toplam emisyonların %80’ni oluşturduğunu belirtmiştir [14].

**2. MATERYAL VE METOT**

Yerleşkenin karbon ayak izi hesabının belirlenirken öncelikli olarak üç ayrı birimin toplam elektrik enerjisi tüketimi ve ısınma amaçlı kullanılan doğalgaz tüketimi ele alınmıştır. Elektrik tüketimi bina içerisinde bulunan aydınlatma, klima, ofislerde kullanılan araçlar ve asansörden kaynaklanmaktadır. Doğalgaz ise binanın ısıtılması amaçlı kullanılmaktadır.

Hesaplama da ek olarak personel ve öğrencilerin kullandığı araçlardan kaynaklı atık gazların oluşturduğu CO<sub>2</sub> emisyonudur. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesine bağlı Bucak yerleşkesinde yer alan üç yükseköğretim birimde 76 akademik personel 44 idari ve teknik personel bulunmaktadır. Emisyon değerlerinin tespiti için birimlerde bulunan tüm personelin araçlarının motor hacimleri ve günlük kat ettikleri mesafeler belirlenmiştir. Öğrencilerin kullandığı toplu taşıma araçları için ise ilçe merkezi ile yüksekokullar arasındaki mesafe kabul edilmiş ve yıllık veriler oluşturulmuştur. Ayrıca tüm araçların aynı motor hacminde ve aynı yakıt kullanması durumundaki karbon ayak izindeki değişim de hesaplanmıştır. Hesaplama da Defra-Annex kriterlerine göre kullanılmıştır [11]. Yükseköğretim birimlerine ait diğer emisyon verileri Tablo1’de verilmiştir.

Bu çalışmada, doğrudan ve dolaylı sera gazı emisyonlarının üç kapsamı aşağıdaki gibi uygulanmıştır. Yükseköğretim birimlerinin ısınma amaçlı kullanılan doğalgaz tüketimi kapsam 1 altında değerlendirilirken, toplam elektrik tüketimi kapsam 2 altında, ulaşım kaynaklı emisyonlar ise kapsam 3 altında değerlendirilmiştir.

**Tablo 1.** Yükseköğretim birimlerine ait emisyon verileri

Emisyon Kaynakları	Bucak Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu	Hikmet Tolunay Meslek Yüksekokulu	Zeliha Tolunay Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu
Öğrenci Sayısı	1484	2679	2802
Personel Sayısı	33	35	52
Personel Araç Sayısı	28	28	50
Okulda Kullanılan Yakıt Türü	Doğalgaz	Doğalgaz	Doğalgaz
Dolmuş ile Öğrenci Taşıma Mesafesi (km)	2	2	4
Günlük Dolmuş Sefer Sayısı	25-30/gün	25-30/gün	25-30/gün
Dolmuş Yakıt Türü	Dizel	Dizel	Dizel
Diğer illerden Gelen Araç Sayısı	7	16	16
Okulun Bucak Merkeze Uzaklığı (km)	2	2	4

Bucak Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokuluna ait emisyon verilerine göre karbon ayak izi hesabı Tablo 2-12’de verilmiştir. Yüksekokula ait yıllık toplam elektrik enerjisi tüketimi 114840 kWh’dir. Elektrik dönüştürme faktörleri değerleri kullanılarak Tablo 2’deki değerler bulunmuştur [11].

K. KUMAŞ, A. AKYÜZ, A. GÜNGÖR

**Tablo 2.** Elektrik Tüketiminden Kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

2009 5 Yıllık Ortalama	Kapsam 2		Kapsam 3		Bütün Kapsamlar	
	Toplam Doğrudan Sera Gazı		Toplam Dolaylı Sera Gazı		Genel Toplam Sera Gazı	
kWh Yıllık Tüketim	kWh başına kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub>	kWh başına kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	kWh başına kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e
<b>Türkiye</b>	<b>0.46360</b>	53.240	<b>0.06304</b>	7.240	<b>0.52664</b>	60.479
<b>Alt Toplam</b>		53.240		7.240		60.479
<b>Genel Toplam</b>		53.240		7.240		60.479

**Tablo 3.** Benzinli Araçlar ile Kat Edilen Mesafe

Benzinli Otomobiller	
Otomobil Türü	Toplam Yol (km)
1.4 litre ve altı motorlu benzinli otomobiller	4680
1.4-2.0 litre arası orta motorlu benzinli otomobiller	22320
<b>Benzinli otomobiller için toplam</b>	<b>27000</b>

**Tablo 4.** Benzinli Araçlardan Kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

Kapsam 1 veya Kapsam 3				Kapsam 3	Tüm Kapsamlar
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e
769	1	3	773	155	928
4.617	3	15	4.365	929	5.564
5.386	4	18	5.408	1.084	6.492

Personele ait verilen farklı motor hacmindeki benzinli otomobillerin aldıkları yıllık toplam mesafeler Tablo 3'de verilmiştir. Bu değerlere göre farklı motor hacimlerindeki benzinli otomobillerden kaynaklı hesaplanan karbon emisyon değerleri Tablo 4'de verilmiştir.

**Tablo 5.** Dizel Araçlar İle Kat Edilen Mesafe

Dizel Otomobiller	
Otomobil Türü	Toplam Yol (km)
1.7 litre ve altı motorlu dizel otomobiller	41520
<b>Dizel otomobiller için toplam</b>	<b>41520</b>

Personele ait 1.7 motor hacmine kadar olan dizel otomobiller için yıllık mesafeler Tablo 5'de verilmiştir. Tablo 5'deki değerlere göre 1.7 motor hacmine kadar olan dizel otomobillerden kaynaklı hesaplanan karbon emisyon değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

*BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ BUCAK YERLEŞKESİ YÜKSEKÖĞRETİM BİRİMLERİNİN KARBON AYAK İZİ TESPİTİ***Tablo 6.** Dizel Araçlardan Kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

Kapsam 1 veya Kapsam 3				Kapsam 3	Tüm Kapsamlar
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e
5.861	2	73	5.936	1.179	7.115
5.861	2	73	5.936	1.179	7.115

**Tablo 7.** LPG'li Araçlar İle Kat Edilen Mesafe

Alternatif Yakıtlı Otomobiller	
Otomobil Türü	Toplam Yol (km)
Orta LPG otomobil	17160
<b>Alternatif yakıtlı otomobiller için toplam</b>	<b>17160</b>

**Tablo 8.** LPG'li Araçlardan Kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

Kapsam 1 veya Kapsam 3				Kapsam 3	Tüm Kapsamlar
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e
3.232	7	23	3.262	405	3.668
3.232	7	23	3.262	405	3.668

Personele ait alternatif yakıtlı LPG'li otomobillerin aldıkları yıllık toplam yol değeri Tablo 7'de verilmiştir. Bu değere göre personele ait LPG'li otomobillerden kaynaklı karbon emisyon değeri Tablo 8'de verilmiştir.

**Tablo 9.** Farklı Araçlar ile Kat Edilen Mesafe

Taksi, Otobüs, Demiryolu ve Feribot Yolcu Taşımacılığı Dönüşüm Faktörleri	
Türü	Toplam Yol (km)
Otobüs	Ortalama otobüs
	356160
<b>Toplam</b>	<b>356160</b>

**Tablo 10.** Farklı Araçlardan Kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

Kapsam 1 veya Kapsam 3				Kapsam 3	Tüm Kapsamlar
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e
39.523	43	306	39.872	8.395	48.267
39.523	43	306	39.872	8.395	48.267

K. KUMAŞ, A. AKYÜZ, A. GÜNGÖR

Öğrencilerin ulaşım amacıyla kullandıkları otobüsün yıllık aldığı toplam yol değeri Tablo 9'da verilmiştir. Bu değere göre hesaplanan ulaşımından kaynaklı karbon emisyonu Tablo 10'da verilmiştir.

**Tablo 11.** Yakıt türlerinin bir enerjiye dönüştürülmesi

Yakıt Türlerinin Bir Enerjiye Dönüştürülmesi	
Yakıt Türü	Her yıl kullanılan miktar (kWh)
Doğalgaz	512741.6
<b>Toplam</b>	<b>512741.6</b>

**Tablo 12.** Doğalgazdan kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

Kapsam 1 veya Kapsam 3				Kapsam 3	Tüm Kapsamlar
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e
94.770	138	56	94.965	9.814	104.779
94.770	138	56	94.965	9.814	104.779

Yükseköğretim biriminin ısınma amacı ile kullandığı doğalgaza ait yıllık toplam tüketim değeri Tablo 11'de verilmiştir. Bu değere göre doğalgazdan kaynaklı karbon emisyon değeri Tablo 12'de gösterilmiştir.

**Tablo 13.** Motor Güçlerine Göre Kat Edilen Mesafe

Motor Gücü/Yakıt	Yıllık Toplam Gidilen Mesafe (km)
1.4 Benzin	4680
1.6 Benzin	22320
1.4 Benzin-LPG	6240
1.6 Benzin-LPG	10920
1.5 Dizel	41520

Personele ait farklı motor hacminde ve yakıt türündeki otomobillerin yıllık aldıkları toplam yol Tablo13'de verilmiştir. Sonuç olarak Bucak Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokuluna ait verilere göre doğalgaz, elektrik ve öğrenci ile personel ulaşımından kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonu 230.8 kg/yıl'dır. Personel ulaşımı için toplam kat edilen mesafe 85680 km'dir. Araçların yakıt türü olarak benzin, dizel ve LPG kullanılmaktadır. Toplamda kat edilen mesafe benzinli araçlar ile yapıldığında karbon ayak izi 21.357 kg CO<sub>2</sub>e, dizel araçlarla yapıldığında 14.683 kg CO<sub>2</sub>e, LPG'li araçlar ile yapıldığında ise 2.023 kg CO<sub>2</sub>e olarak tespit edilmiştir.

Bucak Hikmet Tolunay Meslek Yüksekokuluna ait emisyon verilerine göre göre karbon ayak izi hesabı Tablo 14-24'de verilmiştir. Yüksekokula ait yıllık toplam elektrik enerjisi tüketimi 111550 kWh'dir. Elektrik Dönüştürme faktörleri değerleri kullanılarak Tablo 14'deki değerler hesaplanmıştır [11].

Personele ait verilen farklı motor hacmindeki benzinli otomobillerin aldıkları yıllık toplam yol değerleri Tablo 15'de verilmiştir. Bu değerlere göre hesaplanan farklı motor hacimlerdeki benzinli otomobillerden kaynaklı karbon emisyon değerleri Tablo 16'da yer almaktadır.

*BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ BUCAK YERLEŞKESİ YÜKSEKÖĞRETİM BİRİMLERİNİN KARBON AYAK İZİ TESPİTİ***Tablo 14.** Elektrik Tüketiminden Kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

2009 5 Yıllık Ortalama	Kapsam 2		Kapsam 3		Bütün Kapsamlar	
	Toplam Doğrudan Sera Gazı		Toplam Dolaylı Sera Gazı		Genel Toplam Sera Gazı	
kWh Yıllık Tüketim	kWh başına kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub>	kWh başına kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	kWh başına kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e
<b>Türkiye</b>	<b>0.46360</b>	51.715	<b>0.06304</b>	7.032	<b>0.52664</b>	58.747
<b>Genel Toplam</b>		51.715		7.032		58.747

**Tablo 15.** Benzinli Araçlar İle Kat Edilen Mesafe

Benzinli Otomobiller	
Otomobil Türü	Toplam Yol (km)
1.4 litre ve altı motorlu benzinli otomobiller	17280
1.4-2.0 litre arası orta motorlu benzinli otomobiller	44160
<b>Benzinli otomobiller için toplam</b>	<b>61440</b>

**Tablo 16.** Benzinli Araçlardan Kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

Kapsam 1 veya Kapsam 3				Kapsam 3	Tüm Kapsamlar
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e
2.841	3	11	2.855	572	3.427
9.134	7	29	9.170	1.838	11.008
11.976	9	40	12.025	2.410	14.434

**Tablo 17.** Dizel Araçlar İle Kat Edilen Mesafe

Otomobil Türü	Toplam Yol(km)
1.7 litre ve altı motorlu dizel otomobiller	118400
<b>Dizel otomobiller için toplam</b>	<b>118400</b>

**Tablo 18.** Dizel Araçlardan Kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

Kapsam 1 veya Kapsam 3				Kapsam 3	Tüm Kapsamlar
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e
16.712	6	210	16.928	3.363	20.290
16.712	6	210	16.928	3.363	20.290

Personele ait 1.7 motor hacmine kadar olan dizel otomobillerin aldıkları yıllık toplam yol Tablo 17'de verilmiştir. Bu değere göre 1.7 motor hacmine kadar olan dizel otomobillerden kaynaklı karbon emisyon değerleri Tablo 18'de gösterilmiştir.

K. KUMAŞ, A. AKYÜZ, A. GÜNGÖR

**Tablo 19.** LPG’li Araçlar İle Kat Edilen Mesafe

Otomobil Türü	Toplam Yol (km)
Orta LPG otomobil	185920
<b>Alternatif yakıtlı otomobiller için toplam</b>	185920

**Tablo 20.** LPG’li Araçlardan Kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

Kapsam 1 veya Kapsam 3				Kapsam 3	Tüm Kapsamlar
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e
35.022	76	249	35.347	4.390	39.737
35.022	76	249	35.347	4.390	39.737

Personele ait alternatif yakıtlı LPG’li otomobillerin aldıkları yıllık toplam yol değeri Tablo 19’da verilmiştir. Bu değere göre personele ait LPG’li otomobillerden kaynaklı karbon emisyon değeri Tablo 20’de verilmiştir.

**Tablo 21.** Farklı Araçlar İle Kat Edilen Mesafe

Türü		Toplam Yol (km)
Otobüs	Ortalama otobüs	642960
<b>Toplam</b>		642960

**Tablo 22.** Farklı Araçlardan Kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

Kapsam 1 veya Kapsam 3				Kapsam 3	Tüm Kapsamlar
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e
71.349	77	553	71.979	15.155	87.134
71.349	77	553	71.979	15.155	87.134

Öğrencilerin ulaşım amacıyla kullandıkları otobüsün yıllık aldığı toplam yol Tablo 21’de verilmiştir. Bu değere göre hesaplanan ulaşımından kaynaklı karbon emisyonu Tablo 22’de verilmiştir.

**Tablo 23.** Yakıt türlerinin bir enerjiye dönüştürülmesi

Yakıt Türü	Her yıl kullanılan miktar (kWh)
Doğalgaz	445135.04
<b>Toplam</b>	445135.04



*BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ BUCAK YERLEŞKESİ YÜKSEKÖĞRETİM BİRİMLERİNİN KARBON AYAK İZİ TESPİTİ***Tablo 24.** Doğalgazdan kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

Kapsam 1 veya Kapsam 3				Kapsam 3	Tüm Kapsamlar
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e
82.274	120	49	84.443	8.520	90.963
82.274	120	49	84.443	8.520	90.963

Okulun ısınma amacı ile kullandığı doğalgaza ait yıllık toplam tüketim değeri Tablo 23’de verilmiştir. Bu değere göre doğalgazdan kaynaklı karbon emisyon değeri Tablo 24’de gösterilmiştir.

**Tablo 25.** Motor Güçlerine Göre Kat Edilen Mesafe

Motor Gücü/Yakıt	Yıllık Toplam Gidilen Mesafe (km)
1.4 Benzin	17200
1.6 Benzin	44160
1.4 Benzin-LPG	70400
1.6 Benzin-LPG	115520
1.5 Dizel	118400

Personele ait farklı motor hacminde ve yakıt türündeki otomobillerin yıllık aldıkları toplam yol Tablo 25’de verilmiştir.

Sonuç olarak Bucak Hikmet Tolunay Meslek Yüksekokuluna ait verilere göre doğalgaz, elektrik, öğrenci ile personel ulaşımından kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonu 311.305 kg/yıl’dır. Personel ulaşımı için toplam kat edilen mesafe 365680 km’dir. Araçların yakıt türü olarak benzin, dizel ve LPG kullanılmaktadır. Toplamda kat edilen mesafe benzinli araçlar ile yapıldığında karbon ayak izi 91.153 kg CO<sub>2</sub>e, dizel araçlarla yapıldığında 62.667 kg CO<sub>2</sub>e, LPG’li araçlar ile yapıldığında ise 78.157 kg CO<sub>2</sub>e olarak tespit edilmiştir.

Bucak Zeliha Tolunay Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu ait emisyon verilerine göre göre karbon ayak izi hesabı Tablo 26-36’da verilmiştir. Yüksekokula ait yıllık toplam elektrik enerjisi tüketimi 179150 kWh’dir. Elektrik dönüştürme faktörleri değerleri kullanılarak Tablo 26’deki değerler hesaplanmıştır [11].

**Tablo 26.** Elektrik Tüketiminden Kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

2009 5 Yıllık Ortalama	Kapsam 2		Kapsam 3		Bütün Kapsamlar	
	Toplam Doğrudan Sera Gazı		Toplam Dolaylı Sera Gazı		Genel Toplam Sera Gazı	
kWh Yıllık Tüketim	kWh başına kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub>	kWh başına kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	kWh başına kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e
<b>Türkiye</b>	<b>0.46360</b>	83.054	<b>0.06304</b>	11.294	<b>0.52664</b>	94.348
<b>Alt Toplam</b>		83.054		11.294		94.348
<b>Genel Toplam</b>		83.054		11.294		94.348

**Tablo 27.** Benzinli Araçlar İle Kat Edilen Mesafe

Otomobil Türü	Toplam Yol (km)
1.4 litre ve altı motorlu benzinli otomobiller	29120
1.4-2.0 litre arası orta motorlu benzinli otomobiller	30080
<b>Benzinli otomobiller için toplam</b>	<b>59200</b>

K. KUMAŞ, A. AKYÜZ, A. GÜNGÖR

**Tablo 28.** Benzinli Araçlardan Kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

Kapsam 1 veya Kapsam 3				Kapsam 3	Tüm Kapsamlar
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e
4.788	4	19	4.811	963	5.774
6.222	5	20	6.246	1.252	7.498
11.010	9	39	11.057	2.215	13.273

Personele ait verilen farklı motor hacmindeki benzinli otomobillerin aldıkları yıllık toplam yol değerleri Tablo 27'de verilmiştir. Bu değerlere göre farklı motor hacimlerdeki benzinli otomobillerden kaynaklı karbon emisyon değerleri Tablo 28'de hesaplanmıştır.

**Tablo 29.** Dizel Araçlar İle Kat Edilen Mesafe

Dizel Otomobiller	
Otomobil Türü	Toplam Yol (km)
1.7 litre ve altı motorlu dizel otomobiller	171840
<b>Dizel otomobiller için toplam</b>	<b>171840</b>

**Tablo 30.** Dizel Araçlardan Kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

Kapsam 1 veya Kapsam 3				Kapsam 3	Tüm Kapsamlar
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e
24.255	9	304	24.568	4.880	29.448

Personele ait 1.7 motor hacmine kadar olan dizel otomobillerin aldıkları yıllık toplam yol değeri Tablo 29'da verilmiştir. Bu değere göre 1.7 motor hacmine kadar olan dizel otomobillerden kaynaklı karbon emisyon değerleri Tablo 30'da hesaplanmıştır.

**Tablo 31.** LPG'li Araçlar İle Kat Edilen Mesafe

Otomobil Türü	Toplam Yol(km)
Orta LPG otomobil	126720
<b>Alternatif yakıtlı otomobiller için toplam</b>	<b>126720</b>

**Tablo 32.** LPG'li Araçlardan Kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

Kapsam 1 veya Kapsam 3				Kapsam 3	Tüm Kapsamlar
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e	Toplam kg CO <sub>2</sub> e
23.870	52	170	24.092	2.992	27.084

**BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ BUCAK YERLEŞKESİ YÜKSEKÖĞRETİM BİRİMLERİNİN KARBON AYAK İZİ TESPİTİ**

Personele ait alternatif yakıtlı LPG'li otomobillerin aldıkları yıllık toplam yol değeri Tablo 31'de verilmiştir. Bu değere göre personele ait LPG'li otomobillerden kaynaklı karbon emisyon değeri Tablo 32'de hesaplanmıştır.

**Tablo 33.** Farklı Araçlar İle Kat Edilen Mesafe

Türü		Toplam Yol (km)
Otobüs	Ortalama otobüs	672480
<b>Toplam</b>		<b>672480</b>

**Tablo 34.** Farklı Araçlardan Kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

Kapsam 1 veya Kapsam 3				Kapsam 3	Tüm Kapsamlar
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2e</sub>	Toplam kg CO <sub>2e</sub>	Toplam kg CO <sub>2e</sub>	Toplam kg CO <sub>2e</sub>	Toplam kg CO <sub>2e</sub>
74.625	81	578	75.284	15.850	91.134
74.625	81	578	75.284	15.850	91.134

Öğrencilerin okul ile kaldıkları yer arasında ulaşım amacıyla kullandıkları otobüsün yıllık aldığı toplam yol değeri Tablo 33'de verilmiştir. Bu değere göre öğrencilerin ulaşımından kaynaklı karbon emisyonu Tablo 34'de hesaplanmıştır. Personele ait farklı motor hacminde ve yakıt türündeki otomobillerin yıllık aldıkları toplam yol Tablo37'de verilmiştir.

Sonuç olarak Zeliha Tolunay Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu ait verilere göre doğalgaz, elektrik ve öğrenci ile personel ulaşımından kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonu 417.48 kg/yıl'dır. Personel ulaşımı için toplam kat edilen mesafe 357760 km'dir. Araçların yakıt türü olarak benzin, dizel ve LPG kullanılmaktadır. Toplamda kat edilen mesafe benzinli araçlar ile yapıldığında karbon ayak izi 89.179 kg CO<sub>2e</sub>, dizel araçlarla yapıldığında 61.309 kg CO<sub>2e</sub>, LPG'li araçlar ile yapıldığında ise 76.464 kg CO<sub>2e</sub> olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 35.** Yakıt türlerinin bir enerjiye dönüştürülmesi

Yakıt Türü	Her yıl kullanılan miktar (kWh)
Doğalgaz	793701.44
<b>Toplam</b>	<b>793701.44</b>

**Tablo 36.** Doğalgazdan kaynaklanan CO<sub>2</sub> Emisyonu

Kapsam 1 veya Kapsam 3				Kapsam 3	Tüm Kapsamlar
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO <sub>2</sub>	Toplam kg CO <sub>2e</sub>	Toplam kg CO <sub>2e</sub>	Toplam kg CO <sub>2e</sub>	Toplam kg CO <sub>2e</sub>	Toplam kg CO <sub>2e</sub>
146.700	214	87	147.001	15.191	162.193

Yükseköğretim biriminin ısınma amacı ile kullandığı doğalgaza ait yıllık toplam tüketim değeri Tablo 35'de verilmiştir. Bu değere göre hesaplanan doğalgazdan kaynaklı karbon emisyon değeri Tablo 36'da yer almaktadır.

K. KUMAŞ, A. AKYÜZ, A. GÜNGÖR

**Tablo 37.** Motor Güçlerine Göre Kat Edilen Mesafe

Motor Gücü/Yakıt	Yıllık Toplam Gidilen Mesafe (km)
1.4 Benzin	29120
1.6 Benzin	30080
1.4 Benzin-LPG	38400
1.6 Benzin-LPG	88320
1.5 Dizel	171840

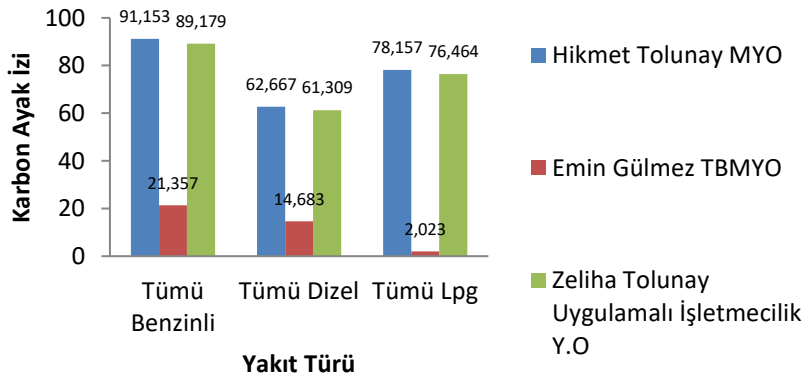
Personele ait farklı motor hacminde ve yakıt türündeki otomobillerin yıllık aldıkları toplam yol Tablo37’de verilmiştir.

Sonuç olarak Zeliha Tolunay Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu ait verilere göre doğalgaz, elektrik ve öğrenci ile personel ulaşımından kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonu 417.48 kg/yıl’dır. Personel ulaşımı için toplam kat edilen mesafe 357760 km’dir. Araçların yakıt türü olarak benzin, dizel ve LPG kullanılmaktadır. Toplamda kat edilen mesafe benzinli araçlar ile yapıldığında karbon ayak izi 89.179 kg CO<sub>2</sub>e, dizel araçlarla yapıldığında 61.309 kg CO<sub>2</sub>e, LPG’li araçlar ile yapıldığında ise 76.464 kg CO<sub>2</sub>e olarak tespit edilmiştir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

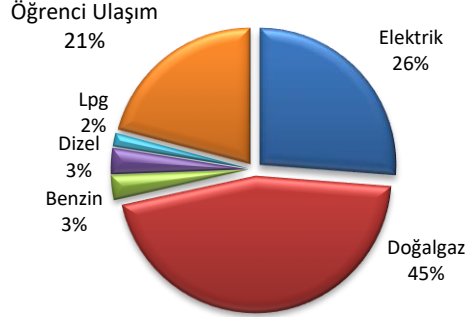
Karbon ayak izi insan aktiviteleri sonucu ortaya çıkan karbon emisyonu olarak tanımlanır. Doğal dengeyi koruyabilmek için ortaya çıkan emisyon değerlerini belli bir seviyede tutmak oldukça önemlidir. Emisyon miktarları tespit edilerek farklı yöntemler ile karbon emisyonları azaltılmalıdır. Bu çalışmada Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak yerleşkesine bağlı yükseköğretim birimlerinin her birinin karbon ayak izi hesabı yapılmıştır. Hesaplama gerçekleştirilirken Kapsam1, Kapsam2 ve Kapsam3 olmak üzere üç parametrede değerlendirme yapılmıştır. Hesaplama birimlerin yıllık toplam elektrik tüketimi, yıllık toplam doğalgaz tüketimi, personel ve öğrencilerin ulaşımından kaynaklı yıllık tüketimi gibi veriler kullanılmıştır. Hesaplama sonucunda Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokuluna ait yıllık karbon emisyonu 230.8 CO<sub>2</sub>e, Hikmet Tolunay Meslek Yüksekokuluna ait yıllık karbon emisyonu 311.305 CO<sub>2</sub>e ve Zeliha Tolunay Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokuluna ait karbon emisyonu yıllık 417.48 CO<sub>2</sub>e olarak bulunmuştur.

Yapılan hesaplamaların dışında yükseköğretim birimlerindeki toplam personel ait araçların aynı motor gücünde ve aynı yakıt türünü kullanması durumunda gerçekleştirilen hesaplamalarda karbon emisyonunun benzinli araçlar için toplam 201,689 kg, dizel araçlarda 138.659kg ve lpg li araçlarda 156,644 kg olduğu görülmektedir. Aynı motor gücünde ve aynı yakıt türünü de olması durumunda birimlere göre ait dağılım Şekil 1’de verilmiştir.

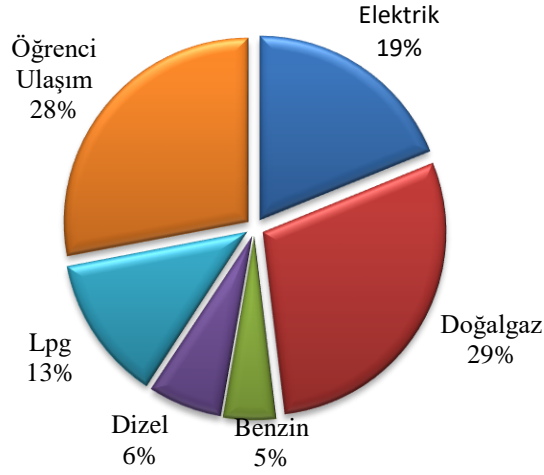
**Şekil 1.** Aynı Yakıt Türü ve Motor Hacmine Göre Karbon Emisyonu

Bucak Yerleşkesine ait yükseköğretim birimleri ait karbon emisyon verilerine göre karbon ayak izi dağılımları Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4’de verilmiştir.

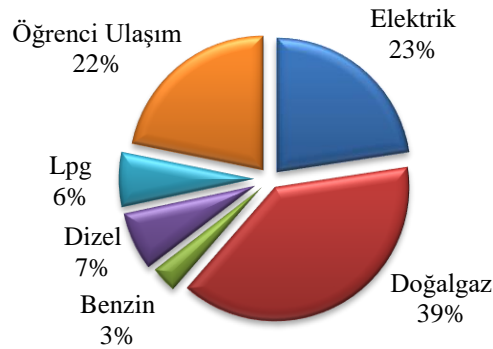
*BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ BUCAK YERLEŞKESİ YÜKSEKÖĞRETİM BİRİMLERİNİN KARBON AYAK İZİ TESPİTİ*



**Şekil 2.** Bucak Emin Gülmez Teknik Bilimler MYO Karbon Emisyonu



**Şekil 3.** Hikmet Tolunay MYO Karbon Emisyonu



**Şekil 4.** Zeliha Tolunay Uygulamalı İşletmecilik Y.O Karbon Emisyonu

Bucak yerleşkesinde bulunan birimlerin karbon emisyon sonuçları değerlendirildiğinde en önemli payı doğalgaz, öğrenci ulaşımı ve elektrik tüketimi almaktadır. Doğalgaz enerji tüketiminin Bucak yerleşkesi ayak izi en büyük bileşeni olması sebebiyle bu alanda emisyonları azaltmaya yönelik doğalgaz kullanımı azaltılmalı alternatif enerji kaynaklarına yönelim sağlanmalıdır. Diğer bir bileşen olan elektrik tüketiminden kaynaklı karbon salınımı daha çok ısıtma, soğutma, aydınlatma, ofislerde kullanılan ekipmanlar ve asansör gibi

K. KUMAŞ, A. AKYÜZ, A. GÜNGÖR

etkenlerden oluşmaktadır. Bu amaçla ısınma ve soğutmada kaynaklanan emisyonu azaltmak için yeşil bina olarak bilenen yeni tip yapılar tasarlanmalı, binalara ısı yalıtımı uygulanmalı, yüksek tasarruf sağlayan klimalar kullanılmalıdır. Aydınlatmadan kaynaklı emisyon için ise enerji tasarruflu ampuller kullanılmalı, aydınlanmanın sağlandığı durumlarda gereksizce kullanım yapılmamalıdır. Ofislerde kullanılan ekipmanlardan kaynaklı emisyon için ise yüksek enerji harcayan ekipmanlar tasarruflu ekipmanlar ile değiştirilmeli, cihazlar ihtiyaç duyulduğunda kullanılmalı ve diğer zamanlarda fişi çekilmelidir. Asansörün kullanılması enerji tüketiminin artmasına sebep olduğu için gerekli durumlarda kullanılmalı, personel ve öğrencilere bu konuda enerji tüketiminde farkındalık oluşturacak eğitici seminerler düzenlenmelidir. Ulaşımdan kaynaklı ortaya çıkan emisyonlar karbon ayak izini artmasına sebep olmaktadır. Karbon ayak izini önemli derecede arttıran ulaşımdan kaynaklı emisyonu azaltmak için ise araçların bakımları zamanında yaptırılmalı, araç kullanım hızları daha düşük olmalı, karbon emisyonu yaymayan bisikletler için uygun güzergahlar, yürüyüş alanları oluşturulmalı ve bu konuda eğitimlerin verilmesi karbon ayak izinin azaltılmasını sağlayabilir.

Genel olarak birimlerin kendi elektriğini kendisi üretmesi bunun için bulunduğu konum itibarıyla alternatif enerji kaynakları olan güneş panelleri ve rüzgar türbinleri vb. enerji kaynakları kullanılarak çözüme ulaşılabilir. Yıl bazında değerlendirildiğinde yüksek oranda güneş ışınımı potansiyeli sahip olan ilçemiz için güneş panelleri ile elektrik enerji ihtiyacının karşılanması oldukça mümkündür. Buda karbon emisyonunun azaltılması için oldukça önemlidir.

#### 4. SONUÇLAR

Sanayi devrimiyle başlayan ve günümüze kadar artış gösteren insan aktiviteleri sonucu atmosfere salınan sera gazı emisyonunun ısı tutma kapasitesinin yüksek olması nedeniyle küresel ısınmaya sebep olmaktadır.

Tüm dünyada ülkelerin iklim değişikliği sebebiyle düşük karbon ekonomisini geçmeleri kaçınılmaz bir hale gelmiştir. Bu çıkarımdan kurum ve kuruluşlar, hükümetler, bireyler ve özel yatırımcılar emisyonu azaltacak yönelik adımları atmaları gerekmektedir.

Bu çalışmada, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak yerleşkesine ait üç yükseköğretim kurumuna ait karbon ayak izi hesabı gerçekleştirilmiştir. Annex kriterleri kullanılarak tespit edilmek istenen karbon ayak izi ısınma amaçlı kullanılan doğalgaz, elektrik tüketimi, öğrenci ve personel kaynaklı ulaşım gibi emisyon neden olan parametreler altında 2017 verileri kullanılarak tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen karbon ayak izi hesabı ve sonuçları yerleşkede karbon ayak izini azaltıcı önlemlerin alınmasında oldukça önemli hale gelecektir.

Yapılan hesaplamalarda üç ayrı birim içinde karbon emisyonunun da en büyük oranın ısınma amaçlı kullanılan doğalgaz olduğu görülmektedir. Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulunda bu sırasıyla elektrik tüketimi alırken, Hikmet Tolunay Meslek Yüksekokulu ve Zeliha Tolunay Uygulamalı İşletmecilik Yüksekokulunda öğrenci ulaşımı ve elektrik tüketimi şeklinde sıralanmaktadır.

Kapsam1, Kapsam 2 ve Kapsam 3 altında gerçekleştirilen hesaplamalarda birimlere ait karbon emisyonu Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokuluna ait yıllık karbon emisyonu 230.8 CO<sub>2</sub>e, Hikmet Tolunay Meslek Yüksekokuluna ait yıllık karbon emisyonu 311.305 CO<sub>2</sub>e ve Zeliha Tolunay Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokuluna ait karbon emisyonu yıllık 417.48 CO<sub>2</sub>e olarak tespit edilmiştir.

Yükseköğretim personeline ait araçların aynı motor gücünde ve aynı yakıt türünü kullanması durumunda gerçekleştirilen hesaplamalarda karbon salınımının benzinli araçlar için toplam 201,689 kg, dizel araçlarda 138.659kg ve lpg tipi araçlarda 156,644 kg olduğu görülmektedir.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde enerji tüketimi artmakta ve daha çok karbon emisyonuna yol açılmaktadır. Tespit edilen veriler ışığında daha çevreci ve sağlıklı olan alternatif enerji kaynaklarına geçilmesi oldukça önemli olacaktır. Kamu kurumları, özel firmalar vb. kuruluşlar sıcak su kullanımı ve elektrik enerjisi üretimi için güneş enerjisi sistemleri, rüzgâr enerjisi gibi alanlara yönelmeli, ulaştırma kaynaklı oluşan emisyon için yakıt tüketimi azaltılmalı ve yakıt tüketimini azaltıcı yeni motor sistemlerine geçilmelidir. Bunun yanı sıra enerji tasarrufu sağlayan lamba kullanımı artırılmalı, kullanılmayan ofis cihazlarının kapatılması gerekmektedir. Binalara ısı yalıtımı yapılmalı ve doğayı koruyucu ve gelecekte insanlığa emisyonu azaltma kullanılabilecek yöntemlerle ilgili profesyoneller tarafından farkındalık eğitimi verilmesi sağlanmalıdır.

#### KAYNAKLAR

- [1] TORÖZ, A.S., Gemi Kaynaklı Atıkları Alan Bir Atık Kabul Tesisinde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2015.
- [2] DEMİRBAŞ, F., Geri kazanım tesisinde karbon ayak izinin değerlendirilmesi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 2018.

*BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ BUCAK YERLEŞKESİ YÜKSEKÖĞRETİM BİRİMLERİNİN KARBON AYAK İZİ TESPİTİ*

- [3] KITZES, J., PELLER, A., GOLDFINGER S., WACKERNAGEL, M., “Current Methods For Calculating National Ecological Footprints Accounts”, Science for Environment and Sustainable Society, 4, 1-9, 2007.
- [4] ÜÇÜNCÜ, O., “Türkiye’de HES’lerin Son Durumu: Teknik, Çevre Siyaseti ve Çevre Hukuku Açısından Bir Değerlendirme”, Uluslararası Enerji ve Mühendislik Konferansı, 252-269, Gaziantep, Türkiye, 2016.
- [5] MATTILA, T., KUJANPAA, M., DAHLBO, H., SOUKKA, R., MYLLYMAA, T., “Uncertainty and Sensitivity in the Carbon Footprint of Shopping Bags”, Journal of Industrial Ecology, 15, 217-227, 2011.
- [6] LARSEN N. H., PETTERSEN J., SOLLI, C., HERTWICH, E. G., “Investigating the Carbon Footprint of a University—The Case of NTNU”, Journal of Cleaner Production, 48, 39-47, 2011.
- [7] GUSTAVSSON, D., TUMLIN, S., “Carbon Footprints of Scandinavian Waste Water Treatment Plants”, Water Science and Technology, 68, 887-893, 2013.
- [8] ATABEY, T., Karbon Ayak İzinin Hesaplanması: Diyarbakır Örneği, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, 2013.
- [9] RIPPON, S., University of Cape Town Carbon Footprint for 2013, South Africa, 32 p, 2014.
- [10] Pendik Belediyesi Strateji Geliştirme Müdürlüğü, “Pendik İlçesi Karbon Ayak İzi Çalışması”, İstanbul, 2014.
- [11] YAKA, İ.F., KOÇER, A., GÜNGÖR, A., “Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Karbon Ayak İzinin Tespiti”, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 12, 37-45, 2015.
- [12] VASQUEZ, L., IRIARTE, A., ALMEIDA, M., VILLALOBOS, P., “Evaluation Off Greenhouse Gas Emissions and Proposals for Their Reduction At A University Campus in Chile”, Journal of Cleaner Production, 108, 924-930, 2015.
- [13] ÖZÇELİK, G., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü’nün Enerji ve Karbon Ayak İzi Açısından Değerlendirilmesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, 2017.
- [14] ONAT, N.C., “Türkiye İnşaat Sektörünün Global Karbon Ayak İzi Analizi”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22, 529-545, 2018.