



Makale / Research Paper

**Sürdürülebilir Bir Çevre İçin Karbon Ayak izi Tespiti:
MAKÜ Bucak Sağlık Yüksekokulu Örneği**

Kazım KUMAŞ¹, Ali AKYÜZ¹, Muhammad ZAMAN², Afşin GÜNGÖR^{3*}

¹Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Emin Gülmez TBMYO, 15300, Burdur /TÜRKİYE

²Pakistan Institute of Engineering & Applied Sciences, Department of Chemical Engineering, Islamabad/Pakistan,

³Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, 15300, Burdur /TÜRKİYE

kkumas@mehmetakif.edu.tr, akyuz@mehmetakif.edu.tr, zaman@pieas.edu.pk, afsingungor@hotmail.com

Received/Geliş: 12.09.2018

Accepted/Kabul: 13.11.2018

Öz: Dünyada gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin en önemli gündem maddelerinin başında sera gazı salınımları gelmektedir. Sanayi devriminin başlaması ile doğal iklim değişimleri yaşanmış ve buna ilave olarak insan faaliyetlerinin de iklimi etkilediği yepyeni bir döneme girilmiştir. Dünyada küresel ısınma ve iklim değişikliği tehdidine karşı düşük karbonlu ekonomiye geçmeye yönelik adımlar atılmakta ve çalışmalar yapılmaktadır. Küresel ısınmaya doğrudan etki eden CO₂ gazının hesaplanabilmesi yapılan çalışmalarda karbon ayak izi kavramı ortaya çıkarılmıştır. Atmosferdeki CO₂ miktarının artması ile birlikte araştırmacılar farklı alanlarda karbon ayak izi hesaplama çalışmalarına yönelmişlerdir. Bu çalışmada Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokuluna ait karbon ayak izi hesabı yapılmıştır. Karbon ayak izi hesabı için Defra Annex hesaplama kriterleri kullanılmış ve yıllık karbon ayak izi miktarı tespit edilmiştir. Karbon ayak izi tespitinde toplam elektrik enerjisi tüketimi, ısınma değerleri, personelin ve öğrencilerin günlük ulaşım değerleri, personelin kullandığı araçların yakıt türleri gibi veriler göz önünde bulundurulmuştur. Çalışma sonucunda karbon salınımı miktarının en fazla doğalgazdan, en az ise benzinli araçlardan kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Karbon ayak izi, sera gazı salınımı, iklim değişikliği, küresel ısınma

**Carbon Footprint Determination for a Sustainable Environment:
MAKÜ Bucak School of Health Example**

Abstract: Greenhouse gas emissions are at the forefront of the most important agenda items of developed and developing countries in the world. With the beginning of the industrial revolution, natural climate changes have taken place, and in addition, a new round of human activity has also affected the climate. For the danger of global warming and climate change have been taking steps towards the transition to low carbon economy towards. Calculation of the CO₂ gas directly affecting global warming has led to the concept of carbon footprint. With the increase in the amount of CO₂ in the atmosphere, researchers turned to carbon footprint calculations in different areas. In this study, Burdur Mehmet Akif Ersoy University Bucak School of Health's carbon footprint was calculated. For the carbon footprint calculation, Defra Annex calculation criteria were used and annual carbon footprint quantities have been determined. In determining the carbon footprint, data such as total electricity energy consumption, heating values, daily transportation values of personnel and students, fuel types of the vehicles belonging to the personnel used were considered. As a result of the study, it was found that the amount of carbon emission was mostly caused by natural gas and the least by gasoline vehicles.

Keywords: Carbon footprint, greenhouse gas emissions, climate change, global warming.

Bu makaleye atıf yapmak için

Kumaş, K., Akyüz, A., Zaman, M., Güngör, A., "Sürdürülebilir Bir Çevre İçin Karbon Ayak izi Tespiti: MAKÜ Bucak Sağlık Yüksekokulu Örneği" El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi 2019, 6 (1); 108-117.

How to cite this article

Kumaş, K., Akyüz, A., Zaman, M., Güngör, A., "Carbon Footprint Determination for a Sustainable Environment: MAKÜ Bucak School of Health Example" El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 2019, 6 (1); 108-117.

1. Giriş

Dünyada üretim ve tüketimin artması, sanayi sektörünün hızla gelişmesi kentleşme ve çevre sorunlarını arttırmaktadır. Doğal yapının bozulması, iklim değişikliği, çölleşme ve bazı biyolojik türlerin giderek azalması ciddi tehlike oluşturmaktadır [1].

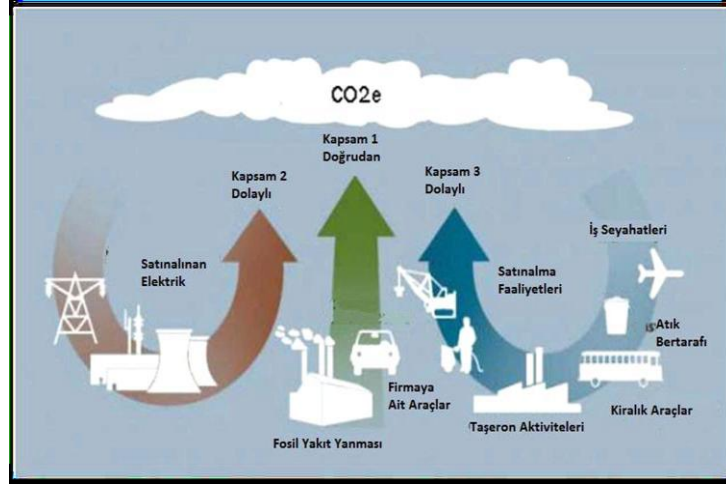
Fosil yakıtların kullanımı ile ortaya çıkan sera gazları, toprak ve arazinin düzensiz kullanımı iklim değişikliğine neden olan etkenlerin başında gelmektedir ve orman alanlarının azaltılması kullanımı karbon tutma potansiyelini azaltmaktadır. Yirminci yüzyılın ikinci yarısı ile birlikte sanayileşme, enerji tüketimi vb. durumlardan kaynaklanan küresel ısınma etkisini göstermiş, önlem alınmazsa daha sonraki dönemlerde de etkisinin süreceği ve bu etkinin telafisi olmayan bir durum getireceği belirtilmiştir. Fosil yakıtların bilinçsiz ve verimsizce kullanılması küresel ısınmanın kaynağı CO₂ başta olmak üzere atmosferdeki sera gazlarını artışına sebep olmaktadır. Ülkeler sera gazı salınımlarını azaltma amacına yönelik hedef koyamaması ve gerekli alt yapıyı hazırlayamaması sebebiyle bir sözleşmeye gerek duyulmuş ve 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolü ile bu durum giderilmiştir. Protokol kapsamında çeşitli mekanizmalar oluşturulmuştur [2]. Tüm bu ifade edilen sorun ve öneriler, yaklaşımlar, oluşturulan mekanizmalar; karbon salınımını azaltmaya yönelik ülkelere, kurum ve kuruluşlara, yatırımcılara, üreticilere farkındalık oluşturmuştur ve karbon ayak izini belirleme çalışmaları hız kazanmıştır [3].

Ülkemizde, Avrupa Birliği uyum süreci kapsamında sera gazı salınımı takibi hakkında yönetmelik 2014 yılında yürürlüğe girmiştir. Üretim ve tüketim safhasında gerçekleşen CO₂ gazının atmosfere etkisinin, üretimin her aşamasında hesaplanması gelişmekte olan ülkemizde etraflıca değerlendirilmelidir [4].

Letete vd., (2011) yaptıkları çalışmada Cape Town Üniversitesinin 2007 yılı için karbon ayak izini hesaplamışlardır. Hesaplama kampüsün enerji tüketimi, ulaşım, mallar ve katkı hizmetleri gibi parametreler kullanılmıştır. 2007 yılına ait üniversitenin karbon ayak izi miktarını 83400 tCO₂e olduğunu ve bu miktarın %80'nin elektrik tüketiminden kaynaklandığını tespit etmişlerdir. Ayrıca öğrenci başına düşen yıllık salınım değerlerini farklı üniversite değerleri ile karşılaştırmışlardır [5]. Aroonsrimorakot et al., (2013) yaptıkları çalışmada Mahidol Üniversitesi Çevre ve Kaynak Araştırmaları Fakültesinin karbon ayak izini hesaplamışlardır. Karbon ayak izini hesabında elektrik ve su tüketimi, atık su ve çöp miktarı, yakıt miktarı vb. parametreleri kullanmışlardır. Sonuç olarak fakültenin karbon ayak izi 1.091.85 tCO₂e olarak hesaplanmış, salınımın en fazla elektrik tüketiminden oluştuğunu ve bunu katı atıkların izlediğini tespit etmişlerdir [6]. Turanlı (2015) yaptığı çalışmada Orta Doğu Teknik Üniversitesinin 2000-2014 yılları arasındaki karbon ayak izini belirlemiştir. Hesaplama ulaşım, elektrik, doğal gaz ve gıda tüketimi gibi salınım gerçekleştiren parametreleri kullanmıştır. 2014 yılına ait CO₂ salınım yüzdelik oranlarına bakıldığında elektrik tüketiminin %40, ulaşımın %31, doğal gaz tüketiminin % 25 ve beslenme % 4'ü olduğu tespit etmiştir [7]. Sreng and Yiğit (2017) yaptıkları çalışmada, Sakarya Üniversitesi Esentepe kampüsünün 2015 yılına ait karbon ayak izi hesabını yapmışlardır. Hesaplama (IPCC) Tier 1 metodu, (WRI) ve (WBCSD)'nin sınır belirleme metodlarını kullanmışlardır. Sonuç olarak Esentepe kampüsünün karbon ayak izini 12,330.73 tCO₂e olarak tespit etmişlerdir. Bu miktarın oluşmasında en büyük payın elektrik tüketiminden oluştuğu bunu sırasıyla öğrenci ve çalışanlardan kaynaklı salınım miktarları takip ettiğini ifade etmişlerdir [8]. Binboğa ve Ünal (2018), yaptıkları çalışmada Manisa Celal Bayar Üniversitesinin karbon ayak izini hesaplamışlardır. Hesaplama birincil karbon ayak izi IPCC Modeli Tier 1 yaklaşımını kullanmış ve 2016 yılına ait karbon ayak izi miktarını 8.953,906 tCO₂e olarak tespit etmişlerdir. Bu salınım değerinin en fazla elektrik tüketiminden, en az ise benzin tüketiminden kaynaklı olduğunu ifade etmişlerdir [9].

Karbon ayak izi hesabı, bir kişinin bir yıl içerisinde doğa ortamına saldığı CO₂ miktarının belirlenmesi ile bulunur. Ulaşım, ısınma, yeme, içme vb. aktiviteler ile üretilen ve tüketilen ürünler

sonucunda oluşan karbon miktarı karbon ayak izini belirlemektedir. Kişilerin küresel ısınmadaki payının ölçüsünü karbon ayak izi belirler. Bir başka ifade ile bir karbon ayak izi kişinin, kurumların veya herhangi bir üründen kaynaklı olarak doğaya bırakılan sera gazlarının genel toplam içindeki oranıdır. Karbon ayak izi hesabı, araçlarla kat edilen toplam yol, ısıtma amaçlı kullanılan enerji miktarı vb. birçok parametreyi içerisine almaktadır. Bu bakımdan karbonun birincil ve ikincil izleri belirlenirken dikkat edilmelidir. Karbon ayak izi doğrudan (birincil) ve dolaylı (ikincil) olmak üzere iki kısımdan meydana gelmektedir. Evsel enerji tüketimi, ulaşım, fosil yakıt kullanımı ile meydana gelebilecek CO₂ salınımları belirlemede birincil ayak izi, tüm yaşam boyunca kullandığımız ürünlerin imalatı ve son olarak bozulmasına kadar atmosfere salınan CO₂'yi belirlemede ise ikincil ayak izi kullanılır [10]. Başlıca sera gazı kaynakları Şekil 1’de verilmiştir [2].



Şekil 1. Sera Gazı Kaynakları

Bu çalışmada Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulunun karbon ayak izi hesabı Defra-Annex kriterleri kullanılarak yapılmıştır. Karbon ayak izi hesabında yüksekokulun toplam elektrik enerjisi tüketimi, ısınma amaçlı kullanılan yakıt değerleri, personelin ve öğrencilerin günlük ulaşım değerleri, personelin kullandığı araçların yakıt türleri gibi parametre değerleri kullanılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulunda 17 akademik personel 6 idari personel ve 357 öğrenci bulunmaktadır. Karbon ayak izi hesabının belirlenirken ilk olarak yüksekokulun toplam elektrik enerjisi tüketimi ve ısınma amaçlı kullanılan doğalgaz tüketimi ele alınmıştır. Bucak Sağlık Yüksekokulunun kullandığı binada farklı bir yüksekokul daha bulunmaktadır. Elektrik enerjisi ve doğalgaz tüketimi ayrı faturalandırılmamaktadır. Bu nedenle elektrik enerjisi ve doğalgaz tüketimi için binanın toplam tüketim verileri alınmıştır. Elektrik tüketimi bina içerisinde bulunan aydınlatma, klima, ofislerde kullanılan araçlar ve asansörden kaynaklanmaktadır. Doğalgaz ise binanın ısıtılması amaçlı kullanılmaktadır. İkinci olarak ise yüksekokul personeli ve öğrencilerin kullandığı araçlardan kaynaklı atık gazların oluşturduğu CO₂ salınımdır. Salınım değerlerinin tespiti için birimlerde bulunan tüm personelin kullandığı araçların motor hacimleri ve günlük kat ettikleri mesafeler belirlenmiştir. Öğrencilerin kullandığı toplu taşıma araçları için ise ilçe merkezi ile yüksekokul arasındaki mesafe kabul edilmiştir. Bu verilerin yanında tüm araçların aynı motor hacminde ve aynı yakıt kullanması durumundaki karbon ayak izindeki değişim Defra-Annex kriterlerine göre hesaplanmıştır. Yüksekokula ait diğer salınım verileri Tablo1’de verilmiştir. Bu çalışmada, doğrudan ve dolaylı sera gazı salınımları üç kapsam altında incelenmiştir. Yüksekokulda ısınma amaçlı kullanılan doğalgaz tüketimi kapsam 1 altında değerlendirilirken, toplam elektrik tüketimi kapsam 2 altında değerlendirilmiş, öğrencilerin ve tüm personelin ulaşımından kaynaklı salınım ise kapsam 3 altında değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Bucak Sağlık Yüksekokuluna ait diğer salınım verileri

Emisyon Kaynakları	Bucak Sağlık Yüksekokulu
Öğrenci Sayısı	357
Personel Sayısı	23
Personel Araç Sayısı	16
Okulda Kullanılan Yakıt Türü	Doğalgaz
Dolmuş ile Öğrenci Taşıma Mesafesi	2 km
Günlük Dolmuş Sefer Sayısı	25-30/gün
Dolmuş Yakıt Türü	Dizel
Diğer illerden Gelen Araç Sayısı	7
Okulun Bucak Merkeze Uzaklığı	2 km

Bucak Sağlık Yüksekokulu salınım verilerine göre karbon ayak izi hesabı Tablo 3 ile Tablo13 arasında verilmiştir. Yüksekokulun kullandığı binaya ait toplam elektrik enerjisi tüketimi 2017 yılı için 114840 kWh'dir. Bucak Sağlık Yüksekokuluna ait salınım kaynakları verilerine göre karbon ayak izi hesabı aşağıdaki gibidir.

Bucak sağlık yüksekokulunun bünyesinde farklı bir yüksekokul daha bulunmaktadır. Bu nedenle binaya ait toplam tüketim değeri kullanılmıştır. Elektrik tüketiminden kaynaklı karbon salınım değeri Tablo 2'deki dönüşüm faktörleri verilmiştir [11,12]. 11 numaralı referanstaki dönüşüm parametrelerinden faydalanılarak Tablo 3'deki değerler hesaplanmıştır.

Tablo 2. Elektrik Tüketimi Dönüşüm Faktörleri [11]

Ülkeler	1990-2009 Elektrik Dönüştürme Faktörleri: kg CO ₂ kWh Elektrik				
	2005	2006	2007	2008	2009
Türkiye	0.42638	0.43822	0.47821	0.49528	0.47993

Tablo 3. Elektrik Tüketiminden Kaynaklanan CO₂ Salınımı

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 ₂	Toplam kg CO ₂	kWh başına kg CO ₂	Toplam kg CO ₂ e	kWh başına kg CO ₂	Toplam kg CO ₂ e
Türkiye	0.46360	53.240	0.06304	7.240	0.52664	60.479

Tablo 4. Benzinli Araçlar ile Kat Edilen Mesafe

Karayolu yolcu taşıma dönüştürme faktörleri: Benzinli otomobiller	
Otomobil Türü	Toplam Yol (km)
1.4-2.0 litre arası motorlu benzinli otomobiller	15040

Tablo 5. Benzinli Araçlar ile Kat Edilen Mesafe

Kapsam 1 veya Kapsam 3			Kapsam 3	Tüm Kapsamlar	
CO₂	CH₄	N₂O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO₂	Toplam kg CO ₂ e	Toplam kg CO ₂ e	Toplam kg CO ₂ e	Toplam kg CO ₂ e	Toplam kg CO ₂ e
3.111	2	10	3.123	626	3.749

Personele ait verilen 1.4-2.0 litre arası motor hacmindeki benzinli otomobillerin aldıkları yıllık toplam yol verileri Tablo 4’de yer almaktadır. Bu verilere göre benzinli otomobillerden kaynaklı karbon salınım miktarı Tablo 5’dedir.

Tablo 6. Dizel Araçlar ile Kat Edilen Mesafe

Karayolu yolcu taşıma dönüştürme faktörleri: Dizel otomobiller	
Otomobil Türü	Toplam Yol (km)
1.7 litre ve altı motorlu dizel otomobiller	196480

Tablo 7. Dizel Araçlardan Kaynaklanan CO₂ Salınımı

Kapsam 1 veya Kapsam 3			Kapsam 3	Tüm Kapsamlar	
CO₂	CH₄	N₂O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO₂	Toplam kg CO ₂ e	Toplam kg CO ₂ e	Toplam kg CO ₂ e	Toplam kg CO ₂ e	Toplam kg CO ₂ e
27.733	10	348	28.091	5.580	33.671

Personel dizel otomobillerinin aldıkları yıllık toplam yol Tablo 6’da verilmiştir. Buna göre dizel otomobillerin oluşturduğu karbon salınım miktarı Tablo 7’de yer almaktadır.

Tablo 8. LPG’li Araçlar ile Kat Edilen Mesafe

Karayolu yolcu taşıma dönüştürme faktörleri: Alternatif yakıtlı otomobiller	
Otomobil Türü	Toplam Yol (km)
LPG otomobil	15040

Tablo 9. LPG’li Araçlardan Kaynaklanan CO₂ Salınımı

Kapsam 1 veya Kapsam 3			Kapsam 3	Tüm Kapsamlar	
CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO ₂	Toplam kg CO ₂ e	Toplam kg CO ₂ e	Toplam kg CO ₂ e	Toplam kg CO ₂ e	Toplam kg CO ₂ e
2.833	6	20	2.859	355	3.214

Personele ait LPG’li otomobillerin aldıkları yıllık toplam yol değeri Tablo 8’de verilmiştir. Bu değere göre personele ait LPG’li otomobillerden oluşan karbon salınım miktarı Tablo 9’dadır.

Tablo 10. Farklı Araçlar ile Kat Edilen Mesafe

Taksi, Otobüs, Demiryolu ve feribot yolcu taşımacılığı dönüşüm faktörleri	
Otomobil Türü	Toplam Yol (km)
Otobüs(Ortalama otobüs)	85680

Tablo 11. Farklı Araçlardan Kaynaklanan CO₂ Salınımı

Kapsam 1 veya Kapsam 3			Kapsam 3	Tüm Kapsamlar	
CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Toplam Doğrudan Sera Gazı	Toplam Dolaylı Sera Gazı	Genel Toplam Sera Gazı
Toplam kg CO ₂	Toplam kg CO ₂ e	Toplam kg CO ₂ e	Toplam kg CO ₂ e	Toplam kg CO ₂ e	Toplam kg CO ₂ e
9.508	10	74	9.592	2.019	11.611

Öğrencilerin okula ulaşmaları için kullandıkları otobüsün yıllık aldığı toplam yol Tablo10’da verilmiştir. Buna göre öğrenci ulaşımından oluşan karbon salınım Tablo11’de yer almaktadır.

Tablo 12. Farklı yakıt türlerinin bir enerjiye dönüştürülmesi

Yakıt türlerinin bir enerjiye dönüştürülmesi	
Yakıt Türü	Yıllık kullanılan miktar (kWh)
Doğalgaz	512741.6

Tablo 13. Doğalgazdan kaynaklanan CO₂ Salınımı

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

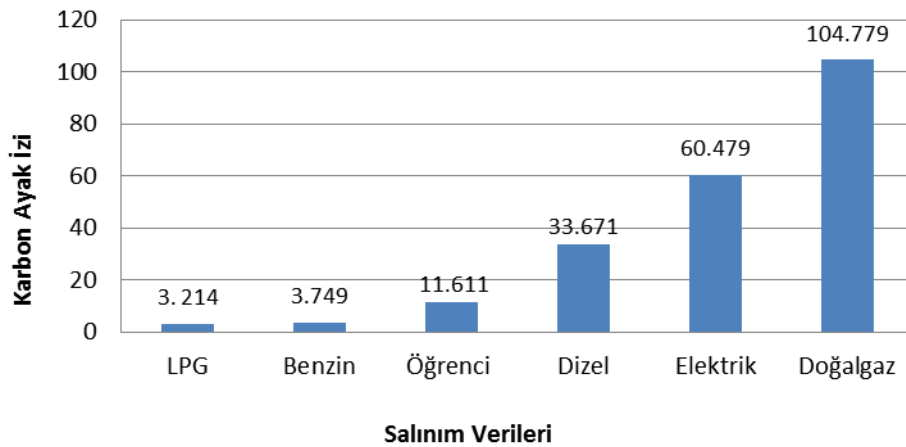
Binanın ısınma amaçlı tüketilen yıllık toplam doğalgaz miktarı Tablo 12’de verilmiştir. Buna göre doğalgazdan dolayı oluşan salınım miktarı Tablo 13’de yer almaktadır. Personelin kullandığı araçların her bir motor gücü ve yakıt türüne göre yıllık aldıkları mesafe değerleri ayrıntılı olarak Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14. Motor Güçlerine Göre Kat Edilen Mesafe

Motor Gücü/Yakıt	Yıllık Toplam Gidilen Mesafe (km/yıl)
1.4 Benzin	640
1.6 Benzin	14400
1.4 Benzin-LPG	640
1.6 Benzin-LPG	14400
1.5 Dizel	81280
1.6 Dizel	115200

3. Bulgular ve Tartışma

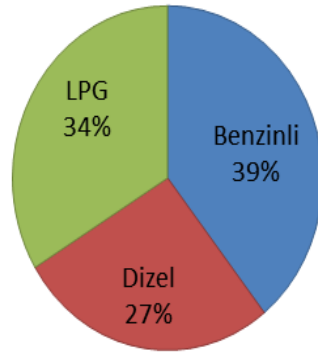
Karbon ayak izi, insan aktiviteleri (ulaşım, elektrik tüketimi, su tüketimi, ısınma, yakıt tüketimi vb.) gibi sonuçlardan oluşan sera gazı salınımlarının toplamından ibarettir. Sürdürülebilir bir çevre ve kalkınma için dünyada karbon salınımlarının az olduğu ekonomilere dönük adımlar atılmaktadır. Bu sebeple insan kaynaklı sera gazı salınımlarının azaltılması ve çevreye olan etkisini dengelemek için karbon ayak izi kavramı oluşturulmuştur [9].

**Şekil 2.** Bucak Sağlık Yüksekokulu Karbon Ayak İzi

Bucak Sağlık Yüksekokulu karbon salınım verilerine göre karbon ayak salınım dağılımları Şekil 2’de verilmiştir.

Bu çalışmada Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulunun karbon ayak izi hesabı yapılmıştır. Hesaplama gerçekleştirilirken Kapsam1, Kapsam 2 ve Kapsam 3 olmak üzere üç parametrede değerlendirme yapılmıştır. Hesaplama yıllık toplam elektrik tüketimi, yıllık toplam doğalgaz tüketimi, personel ve öğrencilerin ulaşımdan kaynaklı yakıt tüketimi gibi salınım verileri kullanılmıştır. Sonuçta Bucak Sağlık Yüksekokulunun yıllık karbon salınımı 217.503 CO₂e olarak bulunmuştur.

Bu hesaplamalardan farklı olarak yüksekokuldaki toplam personelin kullandığı araçların aynı motor gücü ve yakıt türünde olması durumunda karbon salınımı benzinli araçlar için toplam 56.475 kg, dizel araçlarda 38.826 kg ve LPG li araçlarda 48.423 kg olduğu görülmektedir. 1.6 litre motor gücü ve yakıt türüne göre karbon salınımlarının yüzdesel dağılımı Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Aynı Yakıt Türü ve Motor Hacmine Göre Karbon Salınımı

Yüksekokulun karbon salınımları dikkate alındığında ısınma amaçlı kullanılan doğalgaz tüketiminin karbon salınımında en önemli etkiye sahip olduğu ve bunu sırasıyla elektrik tüketimi, dizel araçlar, öğrenci, benzin ve LPG takip etmektedir.

Sonuçta Bucak Sağlık Yüksekokuluna ait verilere göre doğalgaz, elektrik ve öğrenci ile personel ulaşımından kaynaklı toplam CO₂e salınımı 217.503 kg/yıl’dır. Personel ulaşımı için toplam kat edilen mesafe 226560 km’dir. Araçların yakıt türü olarak benzin, dizel ve LPG kullanılmaktadır. Toplamda kat edilen mesafe benzinli araçlar ile yapıldığında karbon ayak izi 56.475 kg CO₂e, dizel araçlarla yapıldığında 38.826 kg CO₂e, LPG’li araçlar ile yapıldığında ise 48.423 kg CO₂e olarak tespit edilmiştir.

Yüksekokulun bulunduğu bölgeyi düşündüğümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olması, fotovoltaik sistemlerle elektrik enerjisini ihtiyacının karşılanması mümkündür. Bu durum karbon salınımını azaltılması için önemli bir adım olacaktır.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulunun karbon ayak izi tespit edilmiştir. Defra-Annex kriterleri kullanılarak tespit edilen karbon ayak izi hesabında yıllık olarak; ısınma amaçlı kullanılan doğalgaz, elektrik tüketimi, öğrenci ve personel kaynaklı ulaşım gibi salınım neden olan parametreler altında 2017 verileri kullanılmıştır. Karbon ayak izini azaltmaya yönelik alınacak tedbirler için oldukça önemlidir.

Bucak Sağlık Yüksekokulunun doğalgaz, elektrik ve öğrenci ile personel ulaşımından kaynaklı toplam CO₂e salınımı 217.503 kg/yıl olarak bulunmuştur. Hesaplamalar sonucunda karbon salınımında en büyük etkinin ısınma amaçlı kullanılan doğalgaz tüketiminden kaynaklandığını ve bu sırasıyla elektrik tüketimi, dizel, benzin ve LPG'li araçlardan oluşan salınımlar takip etmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre CO₂ eşdeğeri 2016 toplam sera gazı emisyonu 1990'a göre %135 artış göstermiştir. CO₂ eşdeğer emisyonu 3,8 ton/kişi, 2016 yılında 6,3 ton/kişi olarak hesaplanmıştır [13].

Doğalgazdan tüketiminin sebep olduğu karbon salınımını engellemek için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeli, binalara ısı yalıtımı yapılmalıdır. Elektrik tüketimi genel olarak ısıtma, soğutma, ofis araçları ve asansör kullanımından kaynaklanmaktadır. Tasarruflu lambaların kullanılması, gereksiz ofis araçlarının kapatılması, verimliliği yüksek klimaların seçilmesi hem çevre hem de sağlığımız için asansör yerine merdivenlerin tercih edilmesi elektrik kaynaklı karbon salınımını azaltacaktır. Fotovoltaik güneş enerjisi sistemleri kullanılarak binanın kendi elektriğini kendi üretmesi için çalışmalar yapılmalıdır. Yakıt tüketiminden kaynaklanan salınımları azaltıcı düşük hacimli motorlar ve enerji tasarrufu sağlayıcı araçlar kullanılmalı, Personel ve öğrencilerin günlük kullandıkları mesafeler göz önünde bulundurularak minimum düzeyde enerji tüketimi sağlanmalıdır.

Bu veriler ışığında yüksekokulda sürdürülebilir bir yaşam için çevre ve küresel ısınmadan kaynaklı oluşan iklim değişikliği önlemede karbon ayak izini düşürecek yeni tedbirler şu şekilde alınabilir;

- Çevre sorunları ve küresel iklim değişikliği ile ilgili farkındalık oluşturacak eğitim seminerleri düzenlenmeli ve projeler üretilmelidir.
- Yüksekokul bünyesinde bulunan programlarda çevre kirliliği, iklim değişiklikleri ve doğal kaynaklarımızın doğru kullanımına yönelik uygun seçmeli derslerin program müfredat içerisinde bulundurulması ve bu tür derslerin seçilmesi desteklenmelidir.
- Karbon salınımını azaltmaya yönelik düzenli bir şekilde yıllık ağaçlandırma çalışmaları yapılmalıdır.
- Çevresel ürünler ve geri dönüşümlü malzeme kullanımını yaygın hale getirecek projeler düzenlenmelidir.
- Karbon ayak izini etkileyen su, doğalgaz, atık, elektrik, ısınma, ulaşım gibi konularda tasarrufa gidilmelidir.
- Alternatif enerji kaynaklarının kullanımı teşvik edilmeli ve bu alana yönelik çalışmalar hızlandırılmalıdır. Kamu kurumları kendi elektriğini kendi üretecek hale gelmelidir.

Önerilen bu çalışmalar sayesinde Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulunun karbon ayak izi azaltılmış ve gelecekte nesillerin çevre bilincine sahip birer bireyler olması için önemli adım atılmış olacaktır.

Kaynaklar

- [1] Rana R., Ingrao C., Lombardi M., Tricase C., "GreenhouseGas Emissions Of An Agro-Biogas Energy System: Estimation Under The Renewable Energy Directive", Science of The Total Environment, 2016, 550:1182-1195.
- [2] Özçelik G. "Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü'nün Enerji ve Karbon Ayak İzi Açısından Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 76 sayfa, (2017).
- [3] Bonamente E., Pelliccia L., Merico C.M., The Multifunctional Environmental Energy Tower: Carbon Footprint and Land Use Analysis of an Integrated Renewable Energy Plant, Sustainability, 2015, 7: 13564-13584.

- [4] Güller S., “Muğla Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Karbon Ayak İzinin Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 90 sayfa, (2018).
- [5] Letete T.C.M., Mungwe N.W., Guma M., Marquard A., Carbon footprint of the University of Cape Town. *Journal of Energy in Southern Africa*, 2011, 22(2): 2-12.
- [6] Aroonsrimorakot S., Yuwareeb C., Arunlertareeb C., Hutajareornb R., Buaditb T., Carbon Footprint of Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Salaya Campus. *Science direct APCBEE Procedia*, 2013, 5:175-180.
- [7] Turanlı A.M., Estimation of Carbon Footprint: A Case Study For Middle East Technical University, Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, 122 sayfa, (2015).
- [8] Sreng R., Gümrükçüoğlu Yigit M., Carbon footprint studies on Esentepe Campus of Sakarya University, Turkey in 2015, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2017, 21(5): 1095-1099.
- [9] Binboğa G., Ünal A., Sürdürülebilirlik Ekseninde Manisa Celal Bayar Üniversitesi'nin Karbon Ayak İzinin Hesaplanmasına Yönelik Bir Araştırma, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 2018, 21:187-202.
- [10] Kaypak Ş., “Ekolojik Ayak İzinden Çevre Barışına Bakmak”, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 2013,6 (1),154-159.
- [11] <https://ghgprotocol.org/calculation-tools> (07.11.2018)
- [12] Yaka İ. F., Koçer A., Güngör A., “Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Karbon Ayak İzinin Tespiti”, *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2015, 12(3) . 37-45.
- [13] <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.doid=27675>, (06.11.2018).