



Burdur İli Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi **Determination of Burdur Province Carbon Footprint**

İbrahim Kırbaş¹, **Tolga Kocakulak^{1*}**

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Burdur, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar / Corresponding Author *: tkocakulak@mehmetakif.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 30.04.2021

Kabul Tarihi / Accepted: 30.07.2021

Araştırma Makalesi/Research Article

DOI:10.21205/deufmd.2022247028

[Atıf şekli/How to cite:](#) KIRBAŞ,İ.,KOCAKULAK,T.(2022). Burdur İli Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi.DEUFMD, 24(70), 317-327.

Öz

Bu çalışmada, Burdur ilinin tüm ilçelerini kapsayan, karbon ayak izi değeri belirlenmiştir. Karbon ayak izinin belirlenmesinde kapsam 1, kapsam 2 ve kapsam 3 faktörleri hesaba dahil edilmiştir. Kapsam 1’de konut, serbest tüketici ve ulaşımdan kaynaklı salınımlar incelenmiştir. Kapsam 2’de konut, sanayi, ticarethane ve kurumlara ait elektrik tüketiminden dolayı meydana gelen salınımlar dahil edilmiştir. Kapsam 3’te ise çöp işleme tesislerinde meydana gelen salınımlara yer verilmiştir. Kapsam 1 içerisinde bulunan konut faktörü, kömür ve doğalgaz kullanımına bağlı, ulaşım faktörü ise hem araç tiplerine hem de yakıt cinslerine bağlı olarak değerlendirilmiştir. Burdur ili CO₂ emisyon salınımı kapsam 1 ile 723,54, kapsam 2 ile 364,29 ve kapsam 3 ile 9,76 ve toplamda ise 1.097,60 bin ton/yıl olarak belirlenmiştir. Kapsam 1’de gerçekleşen CO₂ salınımının %58,14’ü konut, %32,41’i ulaşım, %9,46’sı serbest tüketiciler tarafından gerçekleştirildiği görülmüştür. Ulaşımda, %69,33’lük oranla en çok emisyon salınımı dizel taşıtlar tarafından gerçekleşirken, %16,41’lik oranla benzinli, %14,19 oranla LPG’li ve %0,17’lik oranla ise elektrikli taşıtların kapsadığı görülmüştür. Kapsam 2 kategorisinde konutun 75,57, sanayinin 182,45, ticarethane ve kurumların 822,83, aydınlatmanın 17,12 ve tarımsal sulamanın 6,28 bin ton/yıl CO₂ emisyonu salınımı gerçekleştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Burdur iline ait ağaç sayısı ile yıllık emilen CO₂ emisyon miktarı 559,16 bin ton/yıl olarak belirlenmiştir. Belirlenen kapsamlar doğrultusunda Burdur ilinde yıllık 538,44 bin ton CO₂ emisyon açığı vermektedir. Bu açığın giderilmesi için yaklaşık 45 milyar ağaç yetiştirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Karbon Ayak İzi, Sera Gazı, İklim Değişikliği, Küresel Isınma, Burdur

Abstract

In this study, the carbon footprint value covering all districts of Burdur province was determined. Scope 1, scope 2 and scope 3 factors were taken into account in determining the carbon footprint. In Scope 1, emissions originating from housing, free consumer and transportation have been examined. In Scope 2, emissions due to electricity consumption of houses, industry, businesses and institutions are included. Scope 3 includes emissions that occur in garbage processing facilities. The housing factor included in Scope 1 is based on the use of coal and natural gas, while the transportation factor has been evaluated based on both vehicle types and fuel types. The CO₂ emission in Burdur is determined as 723.54 with scope 1, 364.29 with scope 2, 9.76 with scope 3 and 1097.60 thousand tons / year in total. 58.14% of the CO₂ emission realized in Scope 1 was realized by housing, 32.41% by transportation, 9.46% by free consumers. In transportation, while diesel vehicles emit the most emission with a rate of 69.33%, it was observed that gasoline with

16.41%, LPG with 14.19% and electric vehicles with a rate of 0.17%. In the Scope 2 category, it has been concluded that houses emit 75.57 tons of CO₂, 182.45 to industry, 822.83 to businesses and institutions, 17.12 to lighting, and 6.28 thousand tons / year to agricultural irrigation. The number of trees belonging to the province of Burdur and the amount of CO₂ emission annually have been determined as 559.16 thousand tons / year. In line with the determined scopes, Burdur has an annual deficit of 538.44 thousand tons of CO₂ emission. In order to eliminate this deficit, it is necessary to grow about 45 million trees.

Keywords: Carbon Footprint, Greenhouse Gas, Climate Change, Global Warming, Burdur

1. Giriş

Yeryüzündeki canlılar yaşamlarının devamı için belirli kaynakları kullanmak zorundadır. Kaynakların kullanılma oranı ve oluşan tahribatın belirlenmesi için kullanılan ve başvurulan yöntemler bütünü ise ekolojik ayak izi olarak tanımlanmaktadır [1]. Daha kısa şekilde tanımlayacak olursak Ekolojik Ayak İzi muhasebesi, Dünya'nın biyolojik kapasitesinin arz ve talebini ölçmektedir [2]. Yaşamsal faaliyetlerimizi doğal kaynakların kendini yenileme süreleri içerisinde gerçekleştirip gerçekleştirmediğimizi belirlemek istiyorsak; Ekolojik Ayak İzini yaşamsal faaliyetimiz süresinde üretebileceğimiz doğal kaynak miktarıyla (biyolojik kapasite/biyo-kapasite) karşılaştırarak görebiliriz [3]. Ayrıca kullanılan kaynakları, kullanılabilir kaynaklar ile karşılaştırmak suretiyle elde edilen ekolojik ayak izi sayesinde sürdürülebilirliği ne kadar sağlandığını da görmemiz mümkündür.

2012 yılında hazırlanan Türkiye'nin ekolojik ayak izi raporuna göre, ekolojik ayak izinin belirlenmesine etki eden 6 alt başlık olduğu bildirilmektedir. Bunlar; Karbon ayak izi (%46), Tarım arazisi ayak izi (%35), Orman ayak izi (%11), Yapılandırılmış alan ayak izi (%3), Otlak ayak izi (%3) ve Balıkçılık sahası ayak izi (%2) dir [3]. Ekolojik ayak izinin alt başlıklarından biri ve en büyük paya sahip olan karbon ayak izi aynı zamanda en hızlı büyüyen bir bileşendir [4,5]. Karbon ayak izi, canlıların faaliyetleri sonucu oluşan sera gazı miktarının karbondioksit (CO₂) eşdeğeri olarak ton (tCO₂) cinsinden belirlenmesidir [6,7].

Karbon ayak izi doğrudan (birincil) ve dolaylı (ikincil) olmak üzere ikiye ayrılır. Birincil ayak izi ulaşım, barınma ve katı atıklardan oluşan CO₂ emisyonlarını kapsamaktadır. İkincil ayak izi ise kullandığımız ürünlerin üretimden taşınmasına, kullanımından doğada yok olmasına kadar geçen süre zarfında meydana

gelen CO₂ emisyonlarını kapsar. İkincil ayak izi kısaca ürünün imalatından başlayıp doğada yok olma süresince oluşan CO₂ emisyonlarının toplamıdır [8].

Karbon ayak izinin belirlenmesi için yapılacak çalışmalar bireysel, kurumsal, bölgesel, organizasyon vb. odaklı olabilmektedir. Genellikle yıl bazında olmak üzere belli bir zaman dilimi için yapılabilir [9,10]. Yakıtların kullanımı sonrası oluşan CO₂ miktarının belirlenmesinde Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) yönergeleri ve standartları kullanılmaktadır. Bu CO₂ miktarının belirlenmesi için Tier 1, Tier 2 ve Tier 3 olmak üzere 3 yöntem bulunmaktadır. Tier 1 yönteminde yakıtların veya enerjilerin kullanımına bağlı belirlenmiş emisyon faktörlerinden faydalanılmaktadır. Tier 2 yönteminde, yakıtların yanma teknolojisi dikkate alınarak, belirlenmiş ülke veya bölge için oluşturulan dönüşüm faktörleri kullanılmaktadır. Tier 2 yönteminde, Tier 1 yöntemine göre daha ayrıntılı bilgiler kullanması gerekmektedir. Tier 3 yönteminde ise yanma teknolojisi, çalışma koşulları, kontrol teknolojisi, bakım kalitesi ve yanma ekipmanının yaşı gibi bilgiler kullanılmaktadır [11,12,13].

Sunuta vd., yaptıkları çalışmada Dan Sai Municipality şehrine ait karbon ayak izi değerlerini hesaplamışlardır. Hesaplama yönteminde, şehrin bulunduğu ülke ve şehre ait kurum ve kuruluşlardan bilgi toplayarak analizini yapmışlardır. Analiz içeriğini kapsam 1, kapsam 2 ve kapsam 3 olarak üç grupta incelemişlerdir. Çalışma sonucunda Dan Sai şehrinin karbon ayak izinin toplam 8.528,04 tCO₂, kapsam 1 5.524 tCO₂, kapsam 2 2.164 ve kapsam 3'ün ise 1.140 tCO₂ olduğu sonucunu elde etmişlerdir [14]. Argun vd., çalışmalarında Konya ili Selçuklu ilçesine ait karbon ayak izinin belirlenmesini ele almışlardır. Karbon ayak

izininin hesaplanması için kullanılan metotta IPCC tarafından önerilen ve Tier yaklaşımlarıyla belirlenmiş olan metodoloji kullanılmıştır. Çalışma sonucunda Selçuklu ilçesinin karbon ayak izi 940 bin ton CO₂ olarak hesaplanmıştır. Çalışmada sanayi faktörü ihmal edilmiş olup, toplam karbon ayak izinin %56'lık oranını barınma, %41'lik oranını ulaşım amaçlı meydana geldiğini saptamışlardır [15]. Kocaman, yaptığı çalışmada Karabük ilinin karbon emisyon miktarını hesaplamıştır. Hesaplama sürecinde kullanılan veriler, sanayi, barınma ve ulaşım kullanımı ile kaynaklı olarak sınıflandırılmıştır. Çalışmada verilerin analizinde, IPCC'nin önermiş olduğu Tier 1 hesaplama metodunu kullanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Karabük ilinin 2017 karbon emisyon değeri 2,8 milyon ton, 2018 yılında 2,3 milyon ton ve 2019 yılında ise 7 milyon ton CO₂ olarak belirlemiştir. Salınımı yapılan bu değerlerin, 1,2 milyon ton CO₂'nin ilde bulunan ağaçlar tarafından emiliminin sağlandığı sonucuna ulaşmıştır [16]. Kumaş vd., yaptıkları çalışmada Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulunun yıllık karbon ayak izi miktarını belirlemiştir. Miktarın belirlenmesinde, Yüksekokulda kullanılan elektrik enerjisi tüketimi, öğrenci ve personelin ulaşımı, ısınma gibi temel faktörler ele alınmıştır. Yüksekokulun toplam karbon ayak izi miktarı yıllık, 214.503 kg olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada, karbon ayak izi değerine en çok etki eden faktör doğalgaz tüketimi olduğu tespit edilmiştir [17]. Kumaş vd., Muğla havalimanından yapılan uçuşlarda, uçak tipi ve sayısına bağlı olarak karbon ayak izi değerini hesaplamışlardır. Hesaplama metodu olarak IPCC'nin önerdiği Tier hesaplama yöntemini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda ele alınan havalimanının karbon ayak izi miktarı yıllık, 93.410,75 tCO₂ olarak belirlenmiştir [18]. Bıyık vd., Isparta ilinin ulaştırma sektöründen kaynaklanan, karayolu karbon ayak izi değerini hesaplamışlardır. Bu çalışmada IPCC'nin önerdiği Tier yaklaşım metodu kullanılmıştır. 2010 ile 2016 yılları arasında hesaplanan karbon ayak izi miktarında %43'lük bir artış olduğu sonucuna ulaşmışlardır [19]. Literatürde bulunan çalışmalarda IPCC'nin önermiş olduğu Tier metodu ile hesaplamaların gerçekleştiği ve başarılı sonuca ulaşıldığı elde edilmiştir. Buna ek olarak karbon ayak izinin hesaplanmasında, Burdur ilini kapsayan bir örneklemin yer almadığı görülmüştür.

Bu çalışmada, Burdur ilinin tüm ilçelerini kapsayan, karbon ayak izi değeri belirlenmiştir. Karbon ayak izinin belirlenmesinde kapsam 1, kapsam 2 ve kapsam 3 faktörleri hesaba dahil edilmiştir. Kapsam 1'de konut, sanayi, ticarethane-kurumlar ve ulaşım kaynaklı salınımlar incelenmiştir. Kapsam 2'de konut, sanayi, ticarethane ve kurumlara ait elektrik tüketiminden dolayı meydana gelen salınımlar dahil edilmiştir. Kapsam 3'te ise çöp işleme tesislerinde meydana gelen salınımlara yer verilmiştir. Kapsam 1 içerisinde bulunan konut faktörü, kömür ve doğalgaz kullanımına bağlı, ulaşım faktörü ise hem araç tiplerine hem de yakıt cinslerine bağlı olarak değerlendirilmiştir yapılmıştır. Burdur iline ait ağaç sayısı ile yıllık emilen CO₂ emisyonunun karbon ayak izine etkisine de yer verilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Çalışma bölgesi olarak belirlenen Burdur ili karbon ayak izinin belirlenmesinde birincil ayak izi hesaplanacak olup, kapsam 1, kapsam 2 ve kapsam 3 içeriğinde yer alan barınma, ulaşım ve katı atıklardan kaynaklı emisyon hesapları yapılmıştır. Ülke ve il bazında bulunan kurum ve kuruluşlardan gerekli veriler toplanıp, uluslararası standartlarda yer alan karbon ayak izi faktörleri kullanımı ile verilerin analizi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Burdur ili fiziki haritası

Burdur İli; Merkez ilçeye birlikte, Ağlasun, Altınyayla, Bucak, Çavdır, Çeltikçi, Gölhisar, Karamanlı, Kemer, Tefenni, Yeşilova olmak üzere; 11 ilçe, 15 belediyeden oluşmaktadır. Belediyeler içinde 127 mahalle ve 193 köy bulunmaktadır. Burdur iline ait fiziki harita Şekil 1'de görülmektedir [20]. Burdur ili toplam nüfusu 267.092, Türkiye nüfus sıralamasında 65. sırada yer almaktadır. Burdur ili 2018

yılında 269.926, 2019 yılında 270.796 ve 2020 yılında ise 267.092 nüfusa sahiptir [21]. Türkiye'nin nüfus yoğunluğu 104 kişi/km² iken Burdur ili nüfus yoğunluğu 38 kişi/km² Türkiye'nin yıllık nüfus artış hızı: %13,5 iken Burdur ilinin yıllık nüfus artış hızı % 12,8 ile 48. sıradadır. Yüzölçümü 7.176 km² ve 950 m rakımda bulunan bir ildir.

2020 yılı itibarıyla Burdur ili 93.815 konut ile Türkiye toplam konut sayısı (24.604.086) içinde %0,38 lik bir paya sahiptir. Konutların kullanım şekillerine göre dağılımı ise %63,2'lik kısmında çekirdek aileler, %24,2'lik kısmında tek kişi ve %10,4'lük kısmında ise geniş (kalabalık) hanehalkı kullanımındadır [21].

Burdur ili doğalgaz dağıtım ve altyapı hizmetleri, Torosgaz Isparta Burdur Doğalgaz Dağıtım A.Ş. şirketinin 28 Haziran 2006 tarihinde Enerji Piyasası Düzenleme Kurumundan dağıtım lisansını almasıyla başlamıştır. İlk olarak Merkez ilçede sanayi ve konutlarda doğalgaz kullanımına başlanmıştır. Daha sonra 2011 yılında Bucak ilçesinde ve 2019 yılında Gölhisar ilçesinde doğalgaz kullanımına başlanmıştır. 2020 yılına ait Burdur Merkez ve diğer iki ilçedeki abone sayısı ile doğalgaz kullanım miktarına ait veriler Tablo 1'de görülmektedir [22,23]. Ayrıca toptan satış lisansı ile Aygaz ve İpragaz şirketleri, sıkıştırılmış doğalgaz lisansı ile Naturel Gaz şirketi, ithalat lisansı ile de Boru Hataları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAS) bölgedeki doğalgaz arzına cevap vermektedir. Tüm bu lisanslı şirketlerin Eysel tüketici haricindeki tüm tüketiciler serbest tüketici statüsünde değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Burdur ili 2020 doğalgaz kullanımı ve abone sayısı

Burdur	Abone Sayısı	Yıllık Doğalgaz Tüketimi (m ³)
Eysel Tüketici	48.040	46.262.520,00
Serbest Tüketici	2.404	33.737.480,00

Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş (TEDAŞ) tarafından 21 farklı bölgeye ayrılarak özelleştirilen Türkiye elektrik dağıtım altyapısı günümüzde tamamen özel sektör tarafından işletilmektedir. Bu özelleştirme ile 28 Mayıs 2013 tarihinden itibaren 10. dağıtım bölgesinde faaliyet gösteren Akdeniz Elektrik Dağıtım A.Ş. (AKDENİZ EDAŞ), Antalya, Isparta ve Burdur

şehirlerine hizmet vermektedir. CK Enerji Akdeniz Elektrik perakende satış şirketi olarak Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu tarafından verilen lisans doğrultusunda ulusal tarifeden perakende elektrik satışı yapmaktadır [24].

Türkiye'de 2019'da 290 milyar 445 milyon 456 bin kilovatsaat (kWh) elektrik tüketilirken, bu rakam 2020'de yüzde 0,14 artarak 290 milyar 856 milyon 21 bin kWh olarak belirlenmiştir. Enerji piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) elektrik piyasası sektör raporuna göre Burdur ilinin elektrik tüketim oranı Türkiye toplam tüketiminin %0,304'ü kadardır. Bu oran sonucunda Burdur ili elektrik tüketimi 2020 yılı ocak ayında 61.001,68 MWh ve yıllık ise 884.202,303 MWh olarak belirlenmiştir. EPDK raporu doğrultusunda Burdur ili ocak ayı tüketici türü bazında elektrik tüketimine ait son üç yıllık veriler Tablo 2'de görülmektedir [25].

Tablo 2. Faturalanan elektrik tüketiminin tüketici türü bazında dağılımı

Tüketici Türü	2018 Ocak (MWh)	2019 Ocak (MWh)	2020 Ocak (MWh)
Aydınlatma	2.267,74	2.658,83	2.872,18
Mesken	13.094,94	12.322,69	12.655,39
Sanayi	47.891,58	26.543,68	30.551,59
Tarımsal Sulama	489,41	574,49	1.051,66
Ticarethane	16.124,60	14.333,90	13.870,86
İl Toplam	79.868,27	56.433,59	61.001,68

Barınma kaynaklı emisyon hesaplarının yapılabilmesi için elde edilen veriler Tablo 3'te özetlenmiştir. Burdur ili içinde 48.040 konut doğalgaz kullanmaktadır. Geriye kalan 45.775 konut ısınma ihtiyaçlarını kömür ile karşıladığı kabul edilmiştir. Günümüzde sıvı yakıt kullanımı ekonomik olmaması nedeniyle tercih edilmezken bazı kamu binaları dışında kullanımı yoktur. Bu yüzden hesaplamalarda ayrı bir kalem teşkil etmemiştir. Isınmada kullanılan yakıt türü olarak doğalgaz ve kömür kullanımının olduğu kabul edilmiştir. Gürsoy Haksevenler, yapmış oldukları Ümraniye belediyesi karbon ayak izinin belirlenmesi adlı çalışmasında Hane başına olan kömür tüketimini ortalama 1,5 ton olarak almıştır [26]. TSE 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları standardına göre İstanbul ili Türkiye 2. Isı bölgesinde yer almaktadır. Burdur ise 3. Isı bölgesi illerindedir ve ısınma için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyar. Argun vd., 3. Isı bölgesi olan Konya ili Selçuklu ilçesi karbon ayak izinin

belirlenmesi adlı çalışmalarında hane başına ortalama kömür kullanımını 2,5 ton olarak hesaplamışlardır [15]. Yakıt dönüşüm faktörleri tablosunda 3 tür kömür için (endüstriyel olarak kullanılan kömür, elektrik dönüşümünde kullanılan kömür ve evsel kullanımdaki kömür) emisyon değeri verilmiştir [27]. Bu sebeple çalışma kapsamında hane başına ortalama kömür tüketimi 2,5 ton ve evsel kömür olarak kullanılacaktır.

Tablo 3. Burdur ili barınma kaynaklı emisyon hesabında kullanılan veriler

Emisyon Kaynağı	Kullanan Hane Sayısı	Yıllık Tüketim (Ton / m ³ / kWh)
Kömür (evsel)	45.775	124.925,00
Doğalgaz	48.040	7.691.048,56
Elektrik		884.202.303,00

Karbon ayak izi belirlenmesinde ikinci sırada yer alan ulaşım kaleminde kullanılacak olan motorlu taşıt sayıları Tablo 4'te verilmiştir [28]. Tablolar halinde verilen tüm bu değerler Türkiye İstatistik Kurumunun Ocak 2021 tarihinde yayınlamış olduğu raporlardan elde edilmiştir.

Tablo 4. Türkiye ve Burdur ili için motorlu kara taşıtları sayısı

Taşıt Türü	Türkiye	Burdur
Otomobil	13.172.111	55.775
Minibüs	492.972	1.376
Otobüs	212.335	824
Kamyonet	3.961.475	16.220
Kamyon	862.484	5.769
Motosiklet	3.520.562	35.095
Özel Amaçlı	71.174	391
Traktör	1.963.628	23.079
Toplam	24.256.741	138.529

Karbon ayak izi belirlenmesinde ikinci sırada yer alan ulaşım kaleminde kullanılacak olan otomobillerin yakıt cinsine göre dağılımının 2020 yılı değerleri Tablo 5'te verilmiştir [35].

Tablo 5. Trafığe kayıtlı otomobillerin yakıt cinsine göre dağılımı

Yakıt Türü	Adet	Oran (%)
Benzin	3.201.894	24,4
Dizel	5.014.356	38,3
LPG	4.810.018	36,7
Elektrikli - Hibrit	36.487	0,3
Bilinmeyen	36.286	0,3
Toplam	13.099.041	

Karbon ayak izi belirlenmesinde ikinci sırada yer alan ulaşım kaleminde kullanılacak olan motorlu taşıtların ortalama yakıt tüketimlerine ait veriler Tablo 6'da verilmiştir. Literatürde bulunan çalışmadan alınan verilere göre, traktörlerin yıllık kullanım süreleri ortalamasının 443 saat olduğu belirlenmiştir [29]. Traktörler ve iş makinelerinde km veya saatlik kesin bir yakıt tüketim değeri vermek mümkün değildir. Çalışma koşulları ve yapılan işlemlerde kullanılan motor gücünde değişiklikleri hesaplamak veya tahmin etmek çok zordur. Bu çalışmada traktör için saatlik ortalama yakıt tüketim değeri, literatürde bulunan çalışmaların doğrultusunda 7,5 L/h olarak kabul edilmiştir [30]. Özel amaçlı araçların yıllık ortalama 8.000 km yaptığı ve bir kamyonet kadar yakıt tüketimine sahip olduğu kabulü yapılmıştır.

Tablo 6. Taşıt cinsine göre yıl-kilometre, yakıt tüketimi istatistikleri [15,28,31]

	Ortalama (km/yıl)	Yakıt Tüketimi (L/100 km)	Şehir içi Kullanım Oranları
Otomobil	13.776	Benzin 8,5 Motorin 7,3 LPG 11,2	0,7
Minibüs	27.077	10,9	1,0
Otobüs	48.826	27,0	1,0
Kamyonet	16.871	10,9	0,5
Kamyon	42.791	29,9	0,2
Motosiklet	3.960	4,0	1,0

Evsel atıklar; kısaca evlerden atılan, tehlikeli ve zararlı atık kavramına girmeyen; mutfak, bahçe gibi yerlerden gelen katı atıklar olarak tanımlanabilir. Evsel katı atıkların çoğunluğunu organik atıklar, kalan kısmını ise kâğıt, karton, tekstil, plastik, deri, ağaç, metal, cam ve kül gibi maddeler oluşturur.

Burdur İli, Merkez İlçesi, Necatibey Mahallesinde Burdur Belediyeler Birliğine ait Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi bulunmaktadır. Düzenli depolama alanına Merkez ilçeden günlük 140,8 ton yıllık olarak 51.392 ton katı atık gelmektedir. Burdur ili Merkez ilçede günlük kişi başı 1,26 kg katı atık üretilmektedir.

İlçelerde mevcut durumda vahşi depolama yapılmaktadır. Çeltikçi, Karamanlı ve Gölhisar ilçelerinde inşaat, izin ve lisans süreci devam eden aktarma istasyonlarının tamamlanması halinde Merkez ilçeye aktarılacak katı atık tonajı ortalama 250 ton/gün'e çıkması

öngörülmektedir. İlçelerdeki yapımı devam eden Aktarma istasyonları aktif hale geldiğinde bütün ilçelerin atıkları düzenli depolama alanına getirilecek ve vahşi depolama alanları rehabilite edilecektir.

Bu çalışmada, Burdur ilinde bulunan ağaçların tahmini yapılarak CO₂ emilimine katkısı eklenmiştir. 6.887 km² yüzölçümü ne sahip Burdur ili, 783.562 km²'lik Türkiye yüzölçümünün %0,87 'sini kaplamaktadır. Burdur ili orman alanları 3 farklı bölge altında toplanmaktadır. Birinci bölge, Burdur/Merkez, Ağlasun, Çamoluk, Yeşilova, ikinci bölge Gölhisar, Gölova, Dirmil, İbecik, Tefenni ve üçüncü bölge ise Bucak, Melli, Pamucak, Çamlık, Uğurlu, Kestel alanlarını kapsamaktadır. Burdur ili orman bölgelerine ait toplam, normal ve bozuk ormanlara ait alanlar Tablo 7'de verilmiştir. Ormanlık alanlar içindeki ağaç türlerinin oransal dağılımı ise Kızılçam (%31,91) Anadolu karaçamı (%28,65), Meşe türleri (%22,07), Ardıç türleri (%14,04) ve diğer ağaçlar (%3,33) olarak bildirilmiştir [32].

Tablo 7. Burdur İli orman bölgelerine ait veriler

Orman Bölgesi	Normal Orman Alan (Ha)	Bozuk Orman Alan (Ha)	Toplam Orman Alan (Ha)
Birinci	54.367	84.498	138.865
İkinci	55.515	32.659	88.175
Üçüncü	54.794	42.483	97.277
Toplam	164.676	159.641	324.317

Carus vd. Burdur-Ağlasun yöresinde doğal, aynı yaşlı, saf ve müdahale görmemiş kızılçam meşcerelerinde ağaç sayısının belirlenmesinde yedi ağaç örnek nokta yöntemini kullanmışlardır. Bölgede yaklaşık 50 yaşında ağaçların bulunduğu 25 noktadan verileri elde etmişler. Bu elde edilen verileri farklı istatistiksel dağılımlar ve alan regresyon modelleri ile analiz etmişler. Örnek alınan bölgedeki bir ağacı merkez olarak belirleyip ona en yakın konumdaki altı ağaç ve bu ağaçların yerleşim mesafeleri kullanılarak yapılan ağaç sayısı hesabında 780 ad/ha kızılçam olduğunu tespit etmişlerdir [33]. Bölgedeki kızılçam ormanları toplam alan içinde %31,91 lik bir alanı kapsamaktadır. Bu çalışmada Burdur ili ağaç sayısının belirlenmesinde ağaç türlerinin dağılımı, tüm alanlardaki ağaç yaşının aynı olmayışı gibi faktörler de dikkate alınmıştır. Tarafımızca yapılan oransal hesaplama sonucunda toplam ağaç sayısının 46.596.890 olduğu kabulü yapılmıştır.

Belirli bir faaliyet için sera gazı emisyonlarının hesaplanmasında, öncelikle faaliyet oluşumundaki aktivite verileri toplanır. Daha sonra bu veriler uluslararası kuruluşlar tarafından hazırlanan sera gazı dönüşüm faktörleri tablosunda ilgili dönüşüm faktörü ile çarpılır. Elde edilen sonuç bize ilgili faaliyet için tahmini sera gazı emisyon miktarını verir. Tüm kapsamlar içinde yer alan sera gazı emisyonları (SGE), eşitlik 1'de bulunan faaliyet verileri (FV) ve emisyon dönüşüm faktörü (EDF) ile hesaplanmaktadır.

$$SGE = FV \times EDF \quad (1)$$

Sera gazı (greenhouse gas, GHG) emisyonlarının belirlenmesi için Birleşik Krallık Hükümeti Enerji ve İklim Değişikliği Başkanlığı (Department of Energy & Climate Change, DECC) ile Çevre, Gıda ve Köy İşleri Bakanlığı (Department for Environment, Food & Rural Affairs, DEFRA) tarafından hazırlanan ve uluslararası platformlarda kabul görmüş dönüşüm faktörleri kullanılmaktadır. Bu çalışmadaki hesaplamalar için gerekli dönüşüm faktörleri Tablo 8'de verilmiştir [15,28,34].

Tablo 8. Emisyon hesaplarında kullanılan dönüşüm faktörleri

Bileşen	Birimi	Dönüşüm Faktörü
Karayolu	tCO ₂ /10 ³ L benzin	2,302
Araçları	tCO ₂ /10 ³ L dizel	2,676
	tCO ₂ /10 ³ L LPG	1,505
Kömür yakıtı	tCO ₂ /t kömür	2,856
Doğalgaz	tCO ₂ /m ³	2,028x10 ⁻³
Elektrik	tCO ₂ /kWh _e	4,12x10 ⁻⁴
Katı atık	tCO ₂ /t atık	0,19

Birleşik Krallık Hükümeti Dönüşüm Faktörleri kullanılarak Sera gazı (GHG) raporlaması ve karbon ayak izinin belirlenmesi üç farklı (Kapsam 1,2,3) kategoride değerlendirilmektedir. Kapsam 1 (doğrudan emisyonlar), bölgedeki kontrol edilebilen faaliyetlerin (yakıt tüketimi vb.) sonucu oluşan doğrudan gaz salınımlarını; Kapsam 2 (dolaylı enerji), bölge dışında üretimi yapılan ve satın alınarak kullanılan elektrik, ısı, buhar ve soğutma gibi enerjilerin bölgede tüketilmesinden kaynaklanan dolaylı salınımları; Kapsam 3 (diğer dolaylı) ise kontrol etmediğiniz ve Kapsam 2 emisyonları olarak sınıflandırılmayan kaynaklardan meydana gelen gaz salınımlarıdır.

Bu sınıflandırmaya örnek olmak üzere, Kapsam 1’de barınma yerlerinde ısınma amaçlı yakıt tüketimi (kömür, doğalgaz vb.) ve ulaşım ve nakliye amaçlı taşıtların yakıt tüketimi (Benzin, Dizel, LPG) kaynaklı gaz salınımlarıdır. Kapsam 2’de konut, sanayi, ticarethane, resmi kurumlar, aydınlatma ve tarımsal sulama gibi alanlarda kullanılan elektrik tüketimi kaynaklı gaz salınımlarıdır. Kapsam 3’te ise bölge sınırları içinde bertaraf edilen çalışma bölgesi yaşayanları tarafından oluşan katı atıklar kaynaklı gaz salınımlarıdır. Kapsam 1, 2 ve 3 dahilinde incelenecek olan emisyon kaynaklarının gruplandırması Tablo 9’da görülmektedir.

Tablo 9. Emisyon kaynağına göre kapsam sınıflandırması

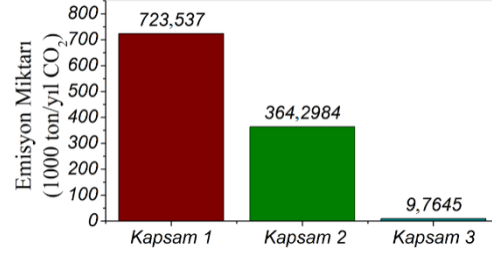
Kapsam	Emisyon Kaynağı
Kapsam 1	
Konut	Kömür Tüketimi Doğalgaz Tüketimi
Serbest tüketici	Doğalgaz Tüketimi Benzin Tüketimi
Ulaşım	Dizel Tüketimi LPG Tüketimi
Kapsam 2	
Konut	Elektrik Tüketimi
Sanayi	Elektrik Tüketimi
Ticarethane ve kurumlar	Elektrik Tüketimi
Aydınlatma	Elektrik Tüketimi
Tarımsal sulama	Elektrik Tüketimi
Kapsam 3	
Konut	Atık Oluşumu

3. Bulgular

Bu çalışmada ele alınan emisyon kaynakları kapsam 1, kapsam 2 ve kapsam 3 olarak ayrı ayrı incelenmiştir. Her bir kapsam kendi içerisinde de detaylandırılarak açıklamaları gerçekleştirilmiştir. Kapsam 1, kapsam 2 ve kapsam 3 ile yıllık üretilen CO₂ miktarının bin ton/yıl birimi ile Şekil 2’de bulunan grafikte verilmiştir. Tüm kapsamlar toplamında 1.097.599,90 ton/yıl CO₂ salınımı gerçekleştirildiği görülmektedir. 2018 yılı sonunda kişi başına karbon salınımı ABD’de 16,6 ton, Çin’de 7 ton, Avrupa Birliği’nde 6,7 ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye’de kişi başına karbon salınımı ise 5,2 ton oldu. Burdur ili için bu rakam kişi başı 4,1 ton olarak tespit edilmiştir.

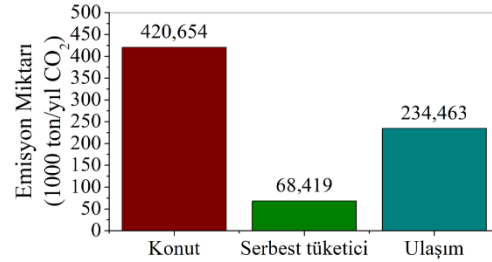
Kapsam 1’de 723,537 bin ton/yıl CO₂, kapsam 2’de 364,29 bin ton/yıl CO₂ ve kapsam 3’te ise 9,76 bin ton/yıl CO₂ salınımı gerçekleştirildiği sonucu elde edilmiştir. Bu çalışmada ele alınan

CO₂ salınımlarının, %65,92 oranında kapsam 1, %33,19 oranında kapsam 2 ve %0,89 oranında kapsam 3 bazlı meydana geldiği saptanmıştır. En az CO₂ salınımı kapsam 3 bazlı olduğu görülmektedir. Bunun nedenlerinden birisi atık toplama sürecinin sadece merkez ilçede gerçekleştirilmesidir. İlçelerde süreci devam eden atık toplama merkezlerinin devreye alınması ile bu oranın artması düşünülmektedir.



Şekil 2. Kapsam 1, 2 ve 3’e ait CO₂ salınımı (1000 ton/yıl) değerleri

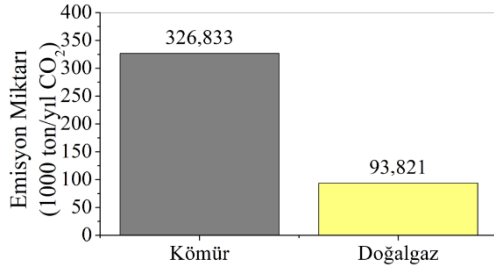
Kapsam 1 çerçevesinde, konut, serbest tüketici ve ulaşımdan kaynaklı meydana gelen CO₂ emisyon miktarları ele alınmış olup Şekil 3’te verilmiştir. Konutlardan kaynaklı 420,654 bin, serbest tüketici 68,419 bin ve ulaşım kaynaklı ise 234,463 bin ton CO₂ salınımı gerçekleşmiştir. Kapsam 1’de gerçekleşen CO₂ salınımlarının %58,14’ü konut, %32,41’ü ulaşım, %9,46’ü serbest tüketiciler tarafından gerçekleştirilmiştir. Kapsam 1 çerçevesinde en yüksek CO₂ salınımı konutlar, ikinci yüksek salınımı ise ulaşım kategorisinin gerçekleştirdiği görülmektedir.



Şekil 3. Kapsam 1 ile salınımı yapılan CO₂ miktarları

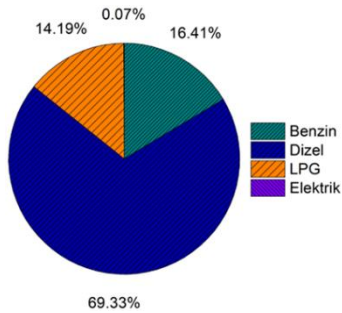
Konutlardan gerçekleşen salınımın yüksek olmasının en temel nedeninin kömür kullanımı olduğu Şekil 4’te de açıkça görülmektedir. Burdur ilinde toplam hane sayısı 93.815, doğal gaz kullanılan hane sayısı 48.040 ve kömür kullanan hane sayısı ise 45.775 olarak belirlenmiştir. Kömür kullanan hane oranı

%48,79 olmasına karşın, konut bazlı CO₂ salınımının %77,7'ünü meydana getirdiği sonucu elde edilmiştir. CO₂ salınımının azaltılması için konutlarda doğal gaz kullanımına geçişin önemli bir kriter olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4. Kapsam 1, konutlar ile yapılan CO₂ salınımı değerleri

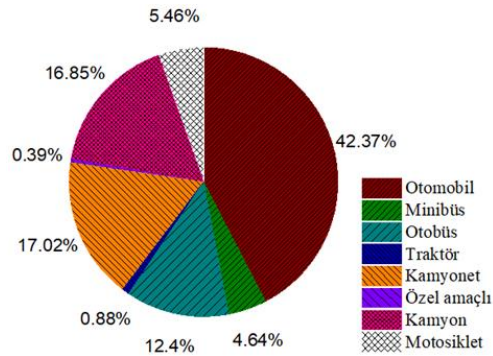
Ulaşım bazlı meydana gelen CO₂ salınımları, benzin, dizel, LPG ve elektrik olarak 4 kategoride incelenmiş olup elde emisyon miktarlarını içeren grafik Şekil 5'te verilmiştir. Dizel yakıt tüketimi otomobil, minibüs, otobüs, kamyonet, kamyon, traktör ve özel amaçlı araçlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Benzin yakıt tüketimi, otomobil ve motosiklet tarafından gerçekleştirilmektedir. Ulaşımında %69,33'lük oranla en çok emisyon salınımı dizel araçlar tarafından gerçekleştirildiği görülmüştür.



Şekil 5. Ulaşım bazlı yapılan CO₂ salınımları

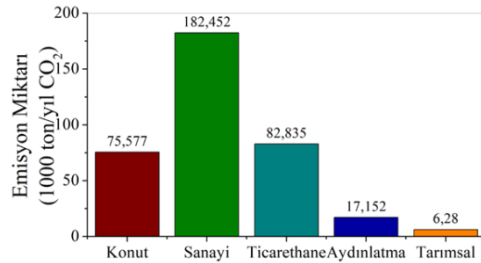
Ulaşım bazlı meydana gelen CO₂ salınımı oranları, otomobil, minibüs, otobüs, kamyon, kamyonet, traktör, motosiklet ve özel amaçlı araçlar olmak üzere 8 kategoride incelenmiştir. Ulaşım bazlı meydana gelen emisyon miktarı, 234,463, otomobil için 99,352, kamyon için 39,503, kamyonet için 39,909 ve minibüs için 10,867 bin ton / yıl CO₂ olarak hesaplanmıştır. Taşıt cinsine bağlı, ulaşım bazlı meydana gelen CO₂ salınımı oranları Şekil 6'da verilmiştir. En yüksek CO₂ salınımını gerçekleştiren taşıt cinsi

%42,37'lik oran ile otomobil olduğu görülmüştür. Toplam otomobil sayısının %24,4'ünü benzinli, %38,3'ünü dizel, %36,7'sini LPG ve %3'lük kısmını elektrikli otomobiller oluşturmaktadır. Bunların gerçekleştirmiş olduğu CO₂ emisyon oranları ise benzinlide %25,84, dizelde %40,5, LPG'de %33,48 ve elektrikli %0,161 olarak belirlenmiştir. CO₂ salınımı bakımından değerlendirdiğinde sırasıyla, elektrikli, LPG'li, benzinli ve dizel araçların kullanımı daha avantajlı olduğu görülmektedir.



Şekil 6. Taşıt bazlı yapılan CO₂ salınımları

Kapsam 2 bazlı CO₂ salınımının tamamı elektrik tüketimine bağlı olarak gerçekleştirilmiştir. Atmosfere kapsam 2 bazlı salınımı gerçekleştiren CO₂ emisyonunun konut, sanayi, ticarethane ve kurumlar, aydınlatma ve tarımsal sulama olarak sınıflandırılması durumunda belirlenen değerler Şekil 7'de bulunan grafikte yer almaktadır. Bu kapsamda konutları 75,57, sanayinin 182,45, ticarethane ve kurumların 82,283, aydınlatmanın 17,12 ve tarımsal sulamanın 6,28 bin ton/yıl CO₂ emisyonu salınımı gerçekleştirdiği görülmektedir. Kapsam 2 bazlı CO₂ salınımının en çok gerçekleştiği bölüm sanayi olurken, en az salınım tarımsal sulama ile gerçekleştiği görülmektedir.



Şekil 7. Kapsam 2 bazlı CO₂ salınımı (bin ton/yıl) değerleri

Ağaç başına yılda 12 kg CO₂ emilimi gerçekleştiği kabulü literatürde yer almaktadır [15,16]. Toplam ağaç sayısı 46.596.890 adet olduğu yazarlar tarafından hesaplanmıştır. Burdur ilinde bulunan mevcut ağaçların tahmini CO₂ emilimi, 559.162,69 ton/yıl olarak belirlenmiştir. Bozuk orman alanlarının ağaçlandırılması durumunda CO₂ emilimine 542.064,55 ton/yıl pozitif katkı sağlaması söz konusudur.

4. Tartışma ve Sonuç

Burdur ili karbon ayak izi belirlenmesinde birincil (doğrudan) ayak izinin belirlenmesi için barınma, ulaşım ve katı atıklardan oluşan karbon salınımı, dönüşüm faktörleri kullanılarak hesaplanmıştır. Toplam 1.097.599,90 tCO₂ salınımı olduğu tespit edilmiştir. Burdur ili için kişi başı CO₂ salınımı 3,62 ton/yıl olarak belirlenmiş olup Türkiye ortalamasının altında olduğu görülmüştür. Burdur ili sınırlarında dikili ağaç sayısının karbon salınımına yapmış olduğu olumlu etkilerde hesaplama dahil edildiğinde net salınım miktarı 538.437,21 tCO₂ olarak belirlenmiştir. Bozuk orman alanlarının ağaçlandırılması ile 542.064,55 ton/yıl CO₂ emilimi gerçekleştirileceği belirlenmiştir. Bozuk orman alanlarının ağaçlandırılması durumunda CO₂ salınım değerinin yaklaşık olarak sıfırlanabileceği hesaplanmıştır.

Tüm dünyanın üzerinde yoğunlaştığı karbon salınımını azaltmaya yönelik çalışmalar göz önüne alındığında, bu azaltma çalışmalarının bir zorunluluk haline aldığı görülmektedir. Burdur ili birincil karbon ayak izi bakımından dünya ve Türkiye ortalamasının altında olmasına rağmen, karbon nötr bölge olması için kısa vadede ve orta vadede yapılacak eylemlere dair bir plan hazırlamalıdır. Bu kapsamda ısınma için kullanılan kömür yerine doğalgaz kullanımının teşvik edilmesi, fosil yakıtlı araçlar yerine elektrikli ve hibrit araçların kullanımının sağlanması önerilmektedir. Bunun yanında bireysel taşıt kullanımı yerine, toplu taşımanın tercih edilmesi de CO₂ salınımında önemli oranda iyileşme sağlayacağı düşünülmektedir. Burdur ili merkezinde bulunan 7 km uzunluğa sahip bisiklet yolu genişletilmeli ve bisiklet kullanımı teşvik edilmelidir. Karbon ayak izinin düşürülmesinde kullanılacak bir diğer yöntem ise salınımı gerçekleştirilen CO₂ gazlarının emilimini

arttırmaktır. Bu gazların emilimini sağlayacak ağaçlandırmanın da genişletilmesi önerilmektedir.

Kaynakça

- [1] Mızık, E., Yiğit Avdan, Z. 2020. Sürdürülebilirliğin Temel Taşı: Ekolojik Ayak İzi. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 6(2): 451-467. Doi: 10.21324/dacd.630825
- [2] Lin D, Hanscom L, Murthy A, Galli A, Evans M, Neill E, Mancini MS, Martindill J, Medouar F-Z, Huang S, Wackernagel M. 2018. Ecological Footprint Accounting for Countries: Updates and Results of the National Footprint Accounts, 2012–2018. Resources, 7(3):58. <https://doi.org/10.3390/resources7030058>
- [3] WWF. 2012. Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzi Raporu, <https://www.wwf.org.tr/yayinlarimiz/raporlarimiz/?1412/>, Son Erişim Tarihi: 17.04.2021
- [4] Isman, M., Archambault, M., Racette, P., Konga, C. N., Llaque, R. M., Lin, D., Ouellet-Plamondon, C. M. 2018. Ecological Footprint assessment for targeting climate change mitigation in cities: A case study of 15 Canadian cities according to census metropolitan areas. Journal of cleaner production, 174, 1032-1043. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.189>
- [5] Mancini, M. S., Galli, A., Niccolucci, V., Lin, D., Bastianoni, S., Wackernagel, M., Marchettini, N. 2016. Ecological footprint: refining the carbon footprint calculation. Ecological indicators, 61, 390-403. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.040>
- [6] Fakher, H. A. 2019. Investigating the determinant factors of environmental quality (based on ecological carbon footprint index). Environmental Science and Pollution Research, 26(10), 10276-10291. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04452-3>
- [7] Bello, M. O., Solarin, S. A., Yen, Y. Y. 2018. The impact of electricity consumption on CO₂ emission, carbon footprint, water footprint and ecological footprint: the role of hydropower in an emerging economy. Journal of environmental management, 219, 218-230. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.04.101>

- [8] Erden Özsoy, C. 2015. Düşük Karbon Ekonomisi Ve Türkiye'nin Karbon Ayak İzi. Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, 4(9), 198-215. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/hakisdergi/issue/7583/99549>
- [9] Solarin, S. A. 2019. Convergence in CO2 emissions, carbon footprint and ecological footprint: evidence from OECD countries. Environmental Science and Pollution Research, 26(6), 6167-6181. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3993-8>
- [10] Chen, J., Fan, W., Li, D., Liu, X., & Song, M. 2020. Driving factors of global carbon footprint pressure: Based on vegetation carbon sequestration. Applied Energy, 267, 114914. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114914>
- [11] Wang, S., Chen, B. 2018. Three-Tier carbon accounting model for cities. Applied Energy, 229, 163-175. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.07.109>
- [12] Özgen, I., Binboğa, G., Güneş, S. T. 2021. An assessment of the carbon footprint of restaurants based on energy consumption: A case study of a local pizza chain in Turkey. Journal of Foodservice Business Research, 1-21. <https://doi.org/10.1080/15378020.2021.1889910>
- [13] Schueler, M., Hansen, S., Paulsen, H. M. 2018. Discrimination of milk carbon footprints from different dairy farms when using IPCC Tier 1 methodology for calculation of GHG emissions from managed soils. Journal of Cleaner Production, 177, 899-907. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.227>
- [14] Sununta, N., Sedpho, S., Sampattagul, S. 2018. City carbon footprint evaluation and forecasting case study: dan sai municipality. Chemical Engineering Transactions, 63, 277-282. <http://dx.doi.org/10.3303/CET1863047>
- [15] Argun, M. E., Ergüç, R., Yunus, Sarı. 2019. Konya/Selçuklu ilçesi karbon ayak izinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(2), 287-297. Doi: 10.15317/Scitech.2019.199
- [16] Kocaman, A. 2020. Sanayi Şehri Karabük İlindeki Fosil Yakıt Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi ve Orman Varlıklarının Emisyonu Azaltmadaki Etkisi. İzlek Akademik Dergi, (3), 44-55.
- [17] Kumaş, K., Akyüz, A. Ö., Zaman, M., Güngör, A. 2019. Sürdürülebilir Bir Çevre İçin Karbon Ayak izi Tespiti: MAKÜ Bucak Sağlık Yüksekokulu Örneği. El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 6(1), 108-117. <https://doi.org/10.31202/ecjse.459478>
- [18] Kumaş, K., Onur, İnan, Akyüz, A. Ö., Güngör, A. 2019. Muğla Dalaman Havalimanı Uçaklardan Kaynaklanan Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 7(2), 291-297. <https://doi.org/10.21541/apjes.466338>
- [19] Civelekoğlu, G., Bıyık, Y. 2020. Isparta İlinde Karayolu Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4(2), 78-87.
- [20] Kaplan, A., Örucü, Ö. K. 2019. Burdur Gölü ve Çevresinin Peyzaj Değerleri Açısından Turizm Potansiyelinin Belirlenmesi. Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi, 4(2), 105-121. <https://doi.org/10.30785/mbud.555622>
- [21] TÜİK. 2021. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, Ocak 2021.
- [22] EPDK. 2021. T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2020 yılı Doğalgaz piyasası sektör raporu.
- [23] GAZBİR. Türkiye Doğalgaz Dağıtıcıları Birliği, 2020 yılı Doğalgaz dağıtım sektör raporu.
- [24] TEDAŞ, CK Akdeniz, <https://www.ckakdeniz.com.tr/>, Son Erişim Tarihi: 17.04.2021
- [25] EPDK. 2021. T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Elektrik Piyasası Sektör Raporu, Ocak 2021. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/DownloadDocu?id=aUa1d3URIMU=>, Son Erişim Tarihi: 17.04.2021
- [26] Gürsoy Haksevenler, B., Çelik Onat, G., Akpınar, B., Bedel, T. 2020. Yerel Yönetimler İçin Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi: Ümraniye Belediyesi Örneği. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 6(2): 319-333. DOI: 10.21324/dacd.639370.
- [27] DEFRA. 2016. Greenhouse gas reporting - Conversion factors 2016, <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2016>, Son Erişim Tarihi: 17.04.2021

- [28] TÜİK. 2020. Taşıt-kilometre İstatistikleri, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni, Sayı:33627 Yayın tarihi: 21 Mayıs 2020.
- [29] Ali, Berk, Keskin, A. H. 2020. Tarım İşletmelerinde Traktör Kullanım Durumu ve Marka Tercihleri; Konya İli Çumra İlçesi Örneği. Ziraat Mühendisliği, (370), 4-17, <https://doi.org/10.33724/zm.710528>.
- [30] Sümer, S., Sabancı, A., Ülker, K. "Tarım Traktörlergnde, Güç Ve Yüklenme Koşullarına Bağlı Olarak, Özgül Yakıt Tüketimi Ve Egzoz Gazı Sıcaklığı Arası İlişkilerin İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma"
- [31] Atabey, T. 2013. Karbon ayak izinin hesaplanması: Diyarbakır örneği. Fırat Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.
- [32] Carus, S., Çatal, Y. 2012. Burdur Yöresi Orman İşletmeciliğinin Temel Özellikleri, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(1): 53-59. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/makufebed/issue/19422/206556>
- [33] Carus, S., Çatal, Y. 2008. Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Meşcerelerinde 7-Ağaç Örnek Nokta Yöntemiyle Meşcere Ağaç Sayısının Çap Basamaklarına Dağılımının Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2: 158-169.
- [34] IPCC. 2019. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) report. 24 September 2019.
- [35] TÜİK, Trafığe kayıtlı otomobillerin yakıt cinsine göre dağılımı, 2004 - 2021.