



# **Erciyes Üniversitesi Karbon Ayak İzi Raporu**

# İÇİNDEKİLER .....1

Erciyes Üniversitesi Karbon Ayak İzi Raporu .....	1
1. GİRİŞ.....	3
2. METODOLOJİ.....	3
2.1 Sınırların Belirlenmesi.....	3
2.1.1.Organizasyonel Sınır .....	3
3. EMİSYONLARIN HESAPLANMASI .....	4
3.2. Hesaplama Metodolojisi .....	5
3.3. Emisyonların Hesaplanması .....	6
4. ERCİYES ÜNİVERSİTESİNİN KARBON AYAK İZİ .....	6
4.1. Kapsamlar Göre Sera Gazı Emisyonları .....	6
5. ÖNERİLER .....	9

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Erciyes Üniversitesi 2017 Yılı Karbon Ayak İzinin Emisyon Kaynaklarına Göre Yüzdelerik Dağılımı .....	7
Şekil 2. Erciyes Üniversitesi 2018 Yılı Karbon Ayak İzinin Emisyon Kaynaklarına Göre Yüzdelerik Dağılımı .....	8
Şekil 3. Erciyes Üniversitesi 2019 Yılı Karbon Ayak İzinin Emisyon Kaynaklarına Göre Yüzdelerik Dağılımı .....	8
Şekil 4. Erciyes Üniversitesi 2017/2018/2019 Yıllarındaki Emisyon Miktarlarının Kapsamlara Göre Dağılımı .....	9

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. 2017/2018/2019 Erciyes Üniversitesi Özellikleri [1].....	3
Tablo 2. Kampüs karbon ayak izi hesabı için kullanılan veri setlerinin özellikleri.....	5
Tablo 3. Emisyon Faktörleri Tablosu .....	6
Tablo 4. IPCC Kılavuzunda CO <sub>2</sub> 'ye Göre CO <sub>2</sub> Eş Değer Faktörleri.....	6
Tablo 5. Erciyes Üniversitesi'nin 2017–2019 Yılları Arasındaki Sera Gazı Emisyonları	7

## 1. GİRİŞ

Yüksek öğretim kurumları kendilerini eğitim yoluyla toplumları sera gazı emisyonları azaltma konusunda model olarak sunmaktadırlar. Her biri ayrı ayrı lider yetiştiren üniversiteler iklim değişikliği ile mücadele girişimlerinde kilit bir konumdadır. Günümüzde birçok üniversite Kyoto Protokolüne katılıp çevresel sürdürülebilirliği destekleyerek entelektüel topluma liderlik sağlamışlardır. Sürdürülebilir kalkınmanın en önemli modüllerinden biri de karbon ayak izidir. Karbon ayak izi, enerji üretimi, atık üretimi, ulaşım ve tüketim gibi faaliyetler sonucu açığa çıkan sera gazı emisyonları olarak tanımlanabilmektedir. Genellikle ton cinsinden karbondioksit eş değeri şeklinde hesaplanmaktadır. Yüksek öğretim kurumları karbon ayak izinlerini azaltarak nötr karbon kampüs, yeşil kampüs gibi girişimlerde bulunmuşlardır. Bu rapor, Erciyes Üniversitesi kampüsünün tüketim verilerini ele alıp karbon ayak izi ölçümlerini yaparak hesaplanan karbon salınım miktarını azaltmak ve sürdürülebilir üniversite girişimlerinde bulunmak amacıyla hazırlanmıştır.

Raporda, Sera Gazı Protokolü ve ISO 14064:2006 yönergeleri ve IPCC kılavuzu kullanılarak Kayseri ilinde yer alan Erciyes Üniversitesi'nin 2017, 2018 ve 2019 yılları arasındaki atmosfere yayılan sera gazı emisyon miktarları hesaplanmıştır. Karbon ayak izi; 2017, 2018 ve 2019 yılları için Erciyes Üniversitesinde tüketilen doğal gaz ve elektrik miktarları gerekli birimlerden alınan veriler, üniversite kampüsünde yol giden araç km yaklaşımı ve yıllık oluşan atık miktarları ile tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda atmosfere yayılan sera gazı emisyon miktarları göz önünde bulundurularak kapsamlı bir şekilde değerlendirilip öneriler sunulmuştur.

## 2. METODOLOJİ

### 2.1 Sınırların Belirlenmesi

#### 2.1.1. Organizasyonel Sınır

Karbon ayak izi hesaplama çalışması yapılırken organizasyonel sınır olarak Erciyes Üniversitesi kampüsü seçilmiştir. Erciyes Üniversitesi, İç Anadolu Bölgesindeki Kayseri ilinin Talas ilçesinde bulunan yüksek öğretim kurumudur. Bölgede akarsu olmayıp Erciyes Dağı'na 7 km mesafede bulunmaktadır. Bölge yağış oranı fazlalığı, kurak ve soğuk hava şartları sebebi ile karasal iklime sahiptir. Kış mevsimlerinde ortalama sıcaklık  $-2$  °C olarak belirlenmiştir. Erciyes Üniversitesi fakülteler, laboratuvarlar, hizmet binaları, spor salonları, yemekhaneler, idari ofisler ve ormanlık alanlar dahil  $5.047.630$  m<sup>2</sup>'lik alandan oluşmaktadır. Kampüs karbon ayak izi hesaplamalarına dahil edilen bina alanları ve nüfus dağılımları yıllara göre Tablo 1'de verilmektedir.

**Tablo 1.** 2017/2018/2019 Erciyes Üniversitesi Özellikleri [1]

Özellikler	Yıl		
	2017	2018	2019
Toplam Akademik Bina Alanı	784.008 m <sup>2</sup>	771.423 m <sup>2</sup>	771.423 m <sup>2</sup>
Lisans Öğrenci Sayısı	57.597	44.162	44.550
Yüksek Lisans/ Doktora Öğrenci Sayısı	8.380	7.871	7.451
Akademik Personel Sayısı	2.215	2.240	2.217
İdari Personel Sayısı	2.571	2.455	2.409

### 2.1.2. Operasyonel Sınır

Erciyes Üniversitesi kampüsü için yapılan karbon ayak izi hesaplamasına dahil edilecek olan emisyon kaynaklarını belirlemek için operasyonel sınırlar belirlenmiştir. Operasyonel sınır olarak kurum ve kuruluşların karbon ayak izi hesaplamalarında yaygın olarak kullanılan Sera Gazı Protokolü ve ISO 14064 yönergelerini rehber alarak adil ve doğru bir sera gazı emisyon envanteri hazırlanmıştır.

Sera Gazı Protokolü, kaynakları üç kapsamda kategorize ederek hazırlanmıştır. **Kapsam 1:** doğrudan emisyonları yani kurumun sahip olduğu ve kontrol edebildiği emisyon kaynaklarını içermektedir. **Kapsam 2:** dolaylı satın alınan emisyonları içermektedir. **Kapsam 3:** diğer dolaylı yani kurum tarafından kontrol edilemeyen emisyon kaynaklarını içermektedir. Rapor için her bir kapsamın açıklanması aşağıda verilmiştir.

- Kapsam 1: Erciyes Üniversitesi'nin sahip olduğu veya kontrol edebildiği kaynaklar sonucu açığa çıkan sera gazı emisyonlarını ele almaktadır. Bu doğrultuda Erciyes Üniversitedeki sabit emisyon kaynağı olarak doğal gaz bulunmaktadır.
- Kapsam 2: Dolaylı emisyonlar, yani Erciyes Üniversitesi dışında ihtiyaç duyulup satın alınan kaynaklar sonucu açığa çıkan sera gazı emisyonlarını ele almaktadır. Bu doğrultuda dolaylı emisyon kaynağı olarak Erciyes Üniversitesi için elektrik üretim şirketinden satın alınan elektrik alınmaktadır.
- Kapsam 3: Diğer dolaylı emisyonlar Erciyes Üniversitesinin sahip olmadığı ve kontrol edemediği emisyon kaynaklarını içermektedir. Kampüs nüfusunun Erciyes Üniversitesine geliş gidiş için kat ettiği mesafe, ulaşım türü ve ürettiği atık bu kapsamda emisyon kaynağı olarak alınmaktadır.

### 2.1.3. Zamansal Sınır

Zamansal sınır olarak 2020 Pandemi yılından önceki yılların faaliyet kısıtlaması olmadığı için daha sağlıklı olacağını düşünerek 2017-2018-2019 yılları alınmıştır. Temel yıl olarak 2017 yılı seçilmiştir.

## 3. EMİSYONLARIN HESAPLANMASI

### 3.1. Emisyon Kaynakları Verileri

Bu raporda, Erciyes Üniversitesi'nde Sera Gazı Protokolü'nde ayrılan kapsamlardaki sera gazı kaynaklarının verilerine hepsi kayıt altında tutulmamaktadır. Kapsam 1 ve Kapsam 2'de yer alan kaynakların tüketim verileri üniversite bünyesinde bulunmaktadır. Fakat Kapsam 3'de yer alan ulaşım ve atık emisyon kaynaklarının veri bilgileri kayıt altında tutulmamaktadır. O yüzden bu raporda Kapsam 1 ve Kapsam 2'de ölçülen, Kapsam 3'de ise yaklaşım yapılarak ele alınan verilerle hesaplanmıştır. Kullanılan veri setleri özet bir şekilde Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Kampüs karbon ayak izi hesabı için kullanılan veri setlerinin özellikleri

Emisyon Kaynağı	Emisyon Türü ve Açıklaması	Alındığı Kaynak	Tarih aralığı/ Periyod	Birim
Isınma Yakıt Tüketimi	<b>Kapsam 1-</b> Kampüs içerisindeki bütün birimlerin ısınma amaçlı kullandığı yakıtın doğrudan emisyonu	Isı Merkezi Birimi	2017-2019 /Yıllık	m <sup>3</sup>
Yemekhane Yakıt Tüketimi	<b>Kapsam 1-</b> Yemekhane ocaklarındaki kullanılan yakıtın doğrudan emisyonu	Isı Merkezi Birimi	2017-2019 /Yıllık	m <sup>3</sup>
Elektrik Tüketimi	<b>Kapsam 2-</b> Üniversite bünyesindeki bütün birimlerin aydınlanma ve cihazlar için satın alınan elektrik tüketimindeki dolaylı emisyonu	Yapı İşleri Birimi	2017-2019 /Yıllık	Kwh
Kampüs alanına Günlük Ulaşım	<b>Kapsam 3-</b> Üniversiteye giriş yapan araçlardan kaynaklanan dolaylı emisyonu	TÜİK Varsayım	2017-2019 /Yıllık	Km-L
Atık Tüketimi	<b>Kapsam 3-</b> Üniversite bünyesinde oluşan tüm katı atıklardan kaynaklı dolaylı emisyonu	TÜİK Varsayım	2017-2019 /Yıllık	Kg

### 3.2. Hesaplama Metodolojisi

Kyoto Protokolü'nde belirtilen sera gazları Karbon dioksit (CO<sub>2</sub>), Metan (CH<sub>4</sub>), Nitröz Oksit (N<sub>2</sub>O), Hidroflorür karbonlar (HFCs), Perfloro karbonlar (PFCs), Sülfürhekza florid (SF<sub>6</sub>) şeklindedir. Bu sera gazların her birinin küresel ısınmaya etkisi birbirinden farklı olduğundan Emisyon faktörü, sera gazı faaliyetlerini sera gazı emisyonu ile ilişkilendiren katsayı ile karbon dioksit eş değeri (CO<sub>2</sub>e) birimine çevrilerek tek birim üzerinden toplanarak küresel ısınmaya etkisi hesaplanmaktadır. Sera gazlarını karbondioksit eşdeğerine çevirerek tek bir birimde toplayıp toplam karbondioksit eşdeğer miktarına ulaşabilmek için bu raporda emisyon faktörünü ve küresel ısınma potansiyeli katsayıları IPCC (Tier 1-Tier 2) kılavuzundan alınmıştır. Referans alınan emisyon faktörleri ve Küresel ısınma potansiyel katsayıları Tablo 3 ve Tablo 4'de verilmiştir.

**Tablo 3.** Emisyon Faktörleri Tablosu

Emisyon Kaynağı	Emisyon Faktörleri			Kaynak	
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O		
Doğal Gaz	56.100	5	0,1		
Elektrik	472	-	-		
Ulaşım	Benzin	69.300	25	8	
	Dizel	74.100	3,9	3,9	
	LPG	63.100	5	0,1	[2]
Atık	Kağıt	8,1	-	-	
	Plastik	5,9	-	-	
	Cam	3,4	-	-	
	Metal	1,4	-	-	
	Diğer	19,9	-	-	

Tablo 4. IPCC Kılavuzunda CO<sub>2</sub>'ye Göre CO<sub>2</sub> Eş Değer Faktörleri

Sera Gazı	Küresel Isınma Potansiyeli (ton CO <sub>2</sub> eq)	Kaynak
CO <sub>2</sub>	1	
CH <sub>4</sub>	25	[2]
N <sub>2</sub> O	298	

### 3.3. Emisyonların Hesaplanması

Erciyes Üniversitesi bünyesinde Kapsam 1 ve Kapsam 2 de yer alan doğal gaz ve elektrik emisyon kaynaklarının tüketim değerleri faturalar kayıt altında tutulup gerekli birimlerden alınmıştır. Kapsam 3'de yer alan emisyon kaynaklarının ve tüketim değerleri kayıt altında tutulmadığı için TÜİK verileri ve daha önce yapılan devlet üniversitelerinde yapılan karbon ayak izi çalışmaları referans yapılarak bir yaklaşım oluşturulmuştur. Atık emisyon yaklaşımı kısaca; TÜİK'den alınan her iki yılda bir kişi başı düşen atık miktarını (kg) ERÜ nüfusuna oranladıktan sonra referans alınan devlet üniversitelerinde yapılan atık karakterizasyonu çalışmalarıyla atık ayrışımı yapılmıştır. Ulaşım emisyon yaklaşımı kısaca; hesaplama yıllarında TÜİK'den alınan kişi başı düşen otomobil ve otobüs sayısını Erciyes Üniversitesi'ne göre oranlandı. Kampüs içi mesafeyi ise Greenmetric 2019 raporundan alındı. Karayolu taşıt Müdürlüğü'nden bir aracın ortalama yıl kilometresini ve burada tükettiği yakıt tüketimi de alınarak tahmini araç sayısı ve araç yakıt miktarlarına varsayımına ulaşılmıştır.

## 4. ERCİYES ÜNİVERSİTESİNİN KARBON AYAK İZİ

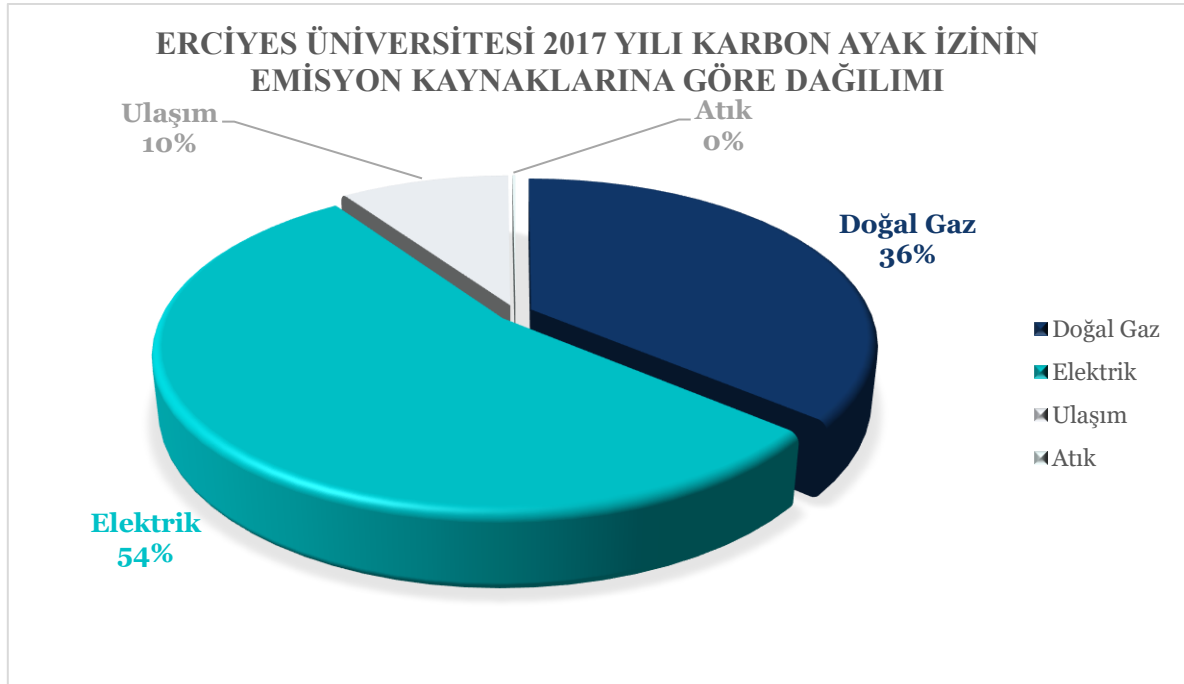
### 4.1. Kapsamlar Göre Sera Gazı Emisyonları

Erciyes Üniversitesinin 2017, 2018 ve 2019 yıllarında karbon ayak izini GHG protokolü ve IPCC kılavuzu referans alınarak hesaplanmıştır. Bu üç yıl içinde doğal gaz, elektrik, araç yakıt (benzin, dizel ve LPG) ve atık olmak üzere dört ana emisyon kaynakları hesaplamaya dahil edilmiştir. 2017 yılı içerisinde toplam 27.336 ton, 2018 yılı içerisinde 25.270 ton ve 2019 yılı içerisinde 25.748 ton CO<sub>2</sub> eq atmosfere salınım yapıldığı hesaplanmıştır. Seçilen yıllarda

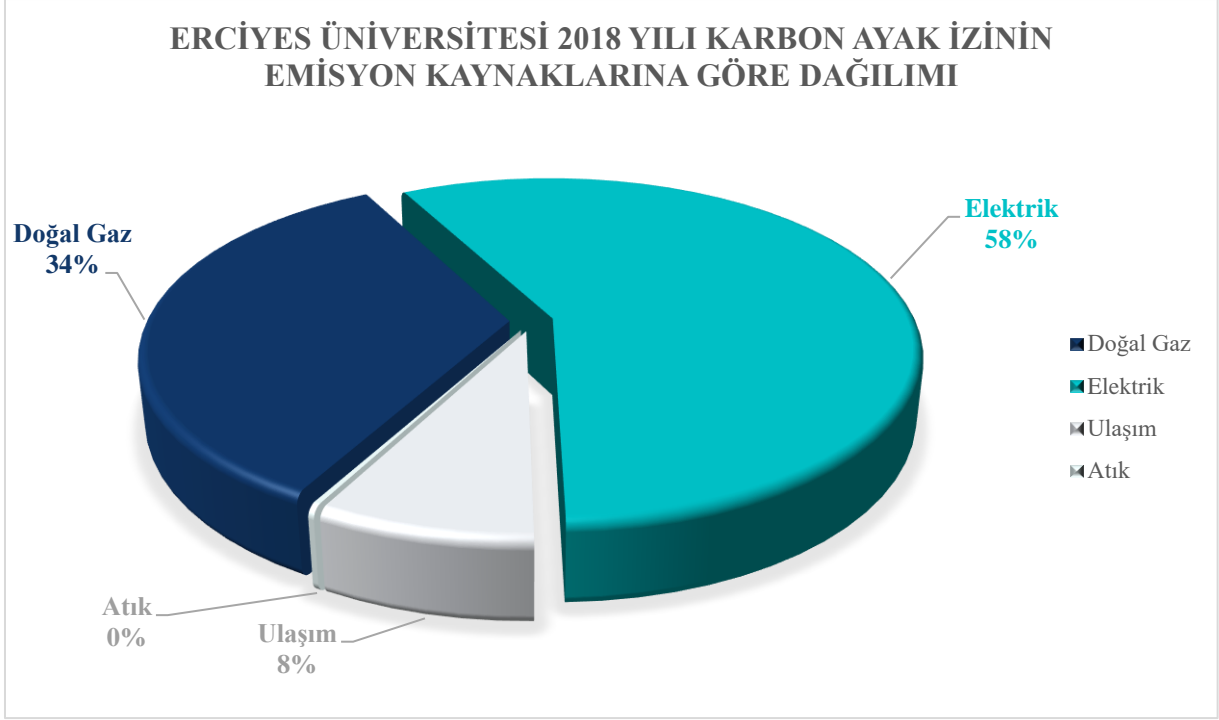
hesaplanan toplam ve kişi başı emisyon miktarları Tablo 5’de verilmiştir. Ayrıca dört ana emisyon kaynağına göre hesaplanan emisyon yüzdeleri 2017 yılı için Şekil 1’de, 2018 yılı için Şekil 2’de ve 2019 yılında Şekil 3’de gösterilmiştir. Kapsama göre emisyon miktarları ise ton eş değer cinsinden Şekil 4’de verilmiştir.

**Tablo 5.** Erciyes Üniversitesi'nin 2017–2019 Yılları Arasındaki Sera Gazı Emisyonları

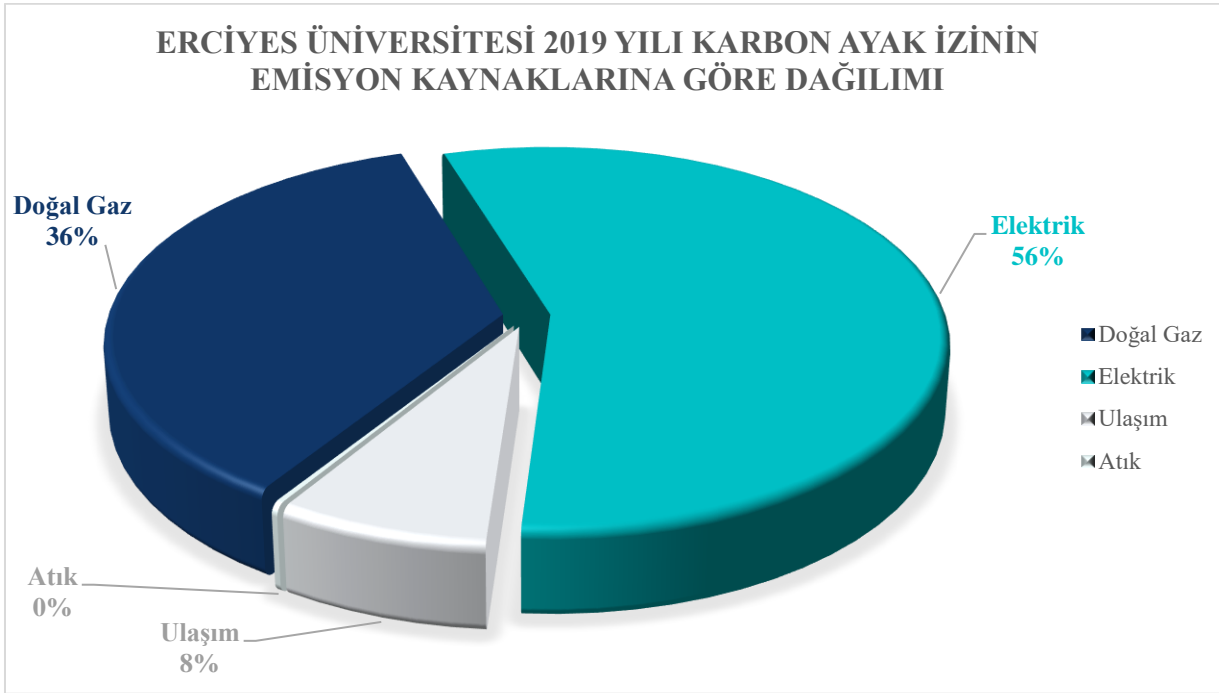
Üniversite Nüfusu			Kapsam	Kaynak	Karbondiyoksit Emisyon Değeri (ton)			Kişi Başı CO <sub>2</sub> Eşdeğeri(ton)		
2017	2018	2019			2017	2018	2019	2017	2018	2019
70.763	59.728	56.627	Kapsam 1	Doğal Gaz	9.859	8.638	9.281	0,14	0,15	0,16
			Kapsam 2	Elektrik	14.816	14.515	14.402	0,21	0,26	0,25
			Kapsam 3	Ulaşım Atık	2.583 77	2.052 64	2.000 64	0,04	0,04	0,04
			Toplam Emisyon		27.336	25.270	25.748	0,39	0,45	0,45



**Şekil 1.** Erciyes Üniversitesi 2017 Yılı Karbon Ayak İzinin Emisyon Kaynaklarına Göre Yüzdeleri Dağılımı



**Şekil 2.** Erciyes Üniversitesi 2018 Yılı Karbon Ayak İzinin Emisyon Kaynaklarına Göre Yüzdeleri Dağılımı

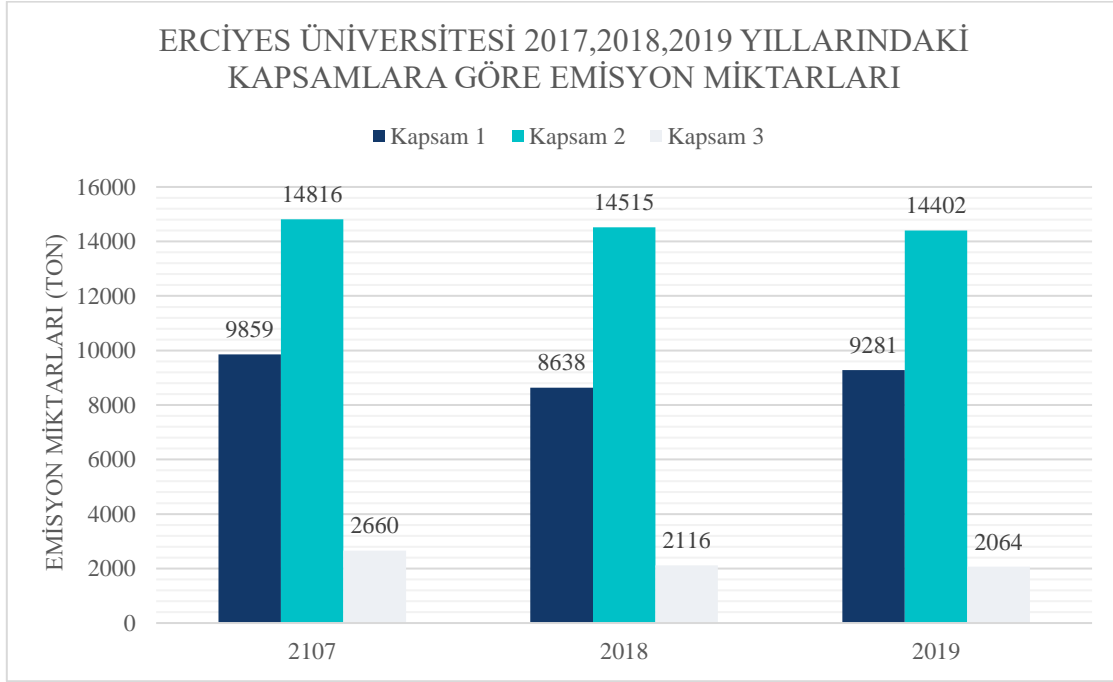


**Şekil 3.** Erciyes Üniversitesi 2019 Yılı Karbon Ayak İzinin Emisyon Kaynaklarına Göre Yüzdeleri Dağılımı

Rapor sonucunda 2017–2019 yıllarında doğal gaz kaynaklı emisyon oranı aynı iken 2018 yılında 2017 yılına göre %2’lik düşüş görülmektedir. Elektrik kaynaklı emisyonunda, 2017 yılında %54 iken 2018 yılında %58 ve 2019 yıllarında %56’larda bir değer görülmektedir.



Ulaşım kaynaklı emisyonunda, 2017 yılında 10 iken 2018 ve 2019 yılında %2'lik düşüş gerçekleşerek %8 değerinde bulunmuştur. Atık kaynaklı emisyonunda ise üç yılda da toplam emisyona katkısı çok düşüktür. 2017 yılında %0,2 2018 ve 2019 yıllarında ise %0,1 değerinde katkı sağlamıştır.



**Şekil 4.** Erciyes Üniversitesi 2017/2018/2019 Yıllarındaki Emisyon Miktarlarının Kapsamlara Göre Dağılımı

## 5. ÖNERİLER

Erciyes Üniversitesi Kampüsünün karbon ayak izini azaltmanın birçok yolu mevcuttur. Toplanan veriler kullanıp analiz edildikten sonra emisyon azaltma adımları önerilmektedir. İlk olarak Erciyes Üniversitesinde ISO 50001 enerji yönetim sisteminin benimsenmesi toplam enerji tüketimini azaltmak için büyük katkıda bulunabilir. Enerji tüketiminde oluşan azalma doğrudan sera gazı emisyonunun da azalacağını göstergesidir. Yönetim ve koordinasyondan sorumlu kişiler tanımlanarak veri yöneticileri oluşturulup bütün birimlerde düzenli veri kaydı sağlana bilinir. Erciyes Üniversitesi'nin ikinci ana emisyon kaynağının yer aldığı Kapsam 1'de yapılacak iyileştirme önemli bir adım olabilir. Erciyes Üniversitesi'ndeki tüm binalar yalıtılabilir. Erciyes Üniversitesi kampüsü ısınma için daha az doğal gaz kullanacak ve artan bina yalıtımı sonucunda %35'lik emisyon payı azalacaktır.

Erciyes Üniversitesi Kapsam 2'de ele aldığı emisyon kaynağı olan elektriği satın almaktadır. Üç yılda ortalama 30 milyon kWh elektrik tüketimi ve yaklaşık 14500 ton CO<sub>2</sub> salınımı sağlandı. Bu sonuçla Kapsam 2, üç yıl bazında toplam emisyonların %56'sını temsil etmektedir. Kapsam 2'de değerlendirilen elektrik faaliyetleri Erciyes Üniversitesi'nin toplam emisyonlarına son üç yılda en büyük katkıyı yaptığı için bu kapsam üzerinde durulmalıdır. Bu doğrultuda M. Carpio ve ark. [3] çalışmalarında fosil yakıtların yerine yenilenebilir temiz enerji kaynakları kullanılması durumunda ekipmanların %23'ünü değiştirerek karbon ayak izinde CO<sub>2</sub> emisyonunu %17 oranında azaltarak katkıda bulunulacağını göstermişlerdir. Bu doğrultuda Erciyes Üniversitesi kampüsünde yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisinden yararlanılıp santral kurula bilinir. Ayrıca kampüs içerisinde yer alan binalardaki

bütün aydınlatmalar LED'lere dönüştürülüp hareket sensörlerinin kullanılması toplam karbon ayak izine %56'lık katkı sağlayan Kapsam 2'deki emisyonu azaltmak adına bir strateji olarak belirlenmiştir. Bu sayede ihtiyaç durumunda elektrik kullanılması sağlatılarak verimli enerji kullanımını gerçekleştirecektir.

Üniversite içerisindeki bireysel faaliyetler yerine toplu ortak faaliyetler, (ders çalışmak için derslik yerine kütüphaneleri kullanmak, paketli gıdalar yerine yemekhanede yemek yenmesi vb.) üniversiteye gidip gelmek için toplu taşıma ve bisiklet kullanılması gibi faaliyetlere teşvik sağlanarak karbon ayak izine Kapsam 3 kategorisinde alınan bileşenlerinin azaltılması sağlanacaktır.

Karbon ayak izi azaltmanın bir yolu olarak da karbon dengeleme işlemidir. Karbon dengeleme işlemi ağaçlar ile sağlanabilmektedir. Bu teori üzerine çalışma yapmış olan birçok bilim insanı [4],[5] ağaçların hektar başına yılda 1 tona kadar karbon stoklayabileceğini öne sürmüşlerdir. Karbon salınımı azaltmanın en etkili yolu bireyleri bu konuda bilinçlendirmektir. Erciyes Üniversitesinde öğrencileri, akademik ve idari personellere yönelik bilgilendirici dersler, konferanslar, çeşitli eğitimler ve çalışmalar yapılarak tüketimlerini azaltma yolları hakkında eğitilmesi önerilmektedir. E.C. Cordero ve D. Centeno ve [6] öğrencilere bir yıllık karbon ayak izi ve azaltma yolları hakkında eğitim vererek beş yıl boyunca yılda yaklaşık 2,8 ton CO2 azalmanın gerçekleştiği görülerek eğitime olan önem vurgulanmıştır.

**Not:** Raporun hazırlanmasında; Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Sistemleri Mühendisliği öğrencisi Fidan Gürsoy'un Prof. Dr. Mustafa Serdar GENÇ ve Doç. Dr. Şükrü Taner Azgın'ın danışmanlığında 2023 yılında tamamladığı "**Erciyes Üniversitesi kampüsünde karbon ayak izinin belirlenmesi**" adlı yüksek lisans tez çalışmasından faydalanılmıştır. (YÖK-Tez No: 778052)

## KAYNAKÇA

- [1] Erciyes Üniversitesi Faaliyet Raporları, 2017, 2018, 2019. (Web Sayfası: <https://strateji.erciyes.edu.tr/tr/idare-faaliyet-raporlari>), (Erişim Tarihi: Ağustos 2022).
- [2] IPCC Guidelines. (Web Page: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>) (Access Date: March 2022)
- [3] Carpio Martínez, M. (2018). Environmental and economic effects of using renewable energy in residential thermal installations according to 2030 targets: Case study in the province of Granada (Spain).
- [4] Brown, S. (2002). Measuring carbon in forests: current status and future challenges. Environmental pollution, 116(3), 363-372
- [5] Nowak, D. J., & Crane, D. E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. Environmental pollution, 116(3), 381-389.
- [6] Cordero, E. C., Centeno, D., & Todd, A. M. (2020). The role of climate change education on individual lifetime carbon emissions. PloS one, 15(2), e0206266



# ERCIYES ÜNİVERSİTESİ

[www.erciyes.edu.tr](http://www.erciyes.edu.tr)