



**ATATÜRK  
ÜNİVERSİTESİ  
MERKEZ KAMPÜS  
Karbon ayak izi raporu-2020**



**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ**  
**MERKEZ KAMPÜS**  
**KARBON AYAK İZİ RAPORU**

**Prof. Dr. Erdem KOCADAĞIŞTAN**

**Prof. Dr. Alper Erdem YILMAZ**

**Doç. Dr. Beyhan KOCADAĞIŞTAN**

**Dr. Öğr. Üyesi Fatma EKMEKYAPAR TORUN**

**Dr. Öğr. Üyesi Şahset İRDEMEZ**

Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü

Erzurum-2021

## İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ .....	1
1.1. Amaç.....	1
1.2. Kapsam .....	2
2. TANIMLAMALAR ve METODOLOJİ.....	2
2.1. Tanımlamalar.....	2
2.2. Çalışma metodolojisi .....	3
3. HESAPLAMALAR .....	5
3.1. Veriler.....	5
3.1.1. Nüfus verileri.....	8
3.1.2. Elektrik tüketim verileri .....	8
3.1.3. Doğalgaz tüketim verileri.....	9
3.1.4. Araç sayıları .....	9
3.1.5. Katı atık miktarları .....	10
3.1.6. Uçuş verileri .....	12
3.2. Karbon Emisyon Hesapları.....	12
3.2.1. Elektrik tüketiminden kaynaklanan karbon emisyon miktarı .....	12
3.2.2. Doğalgaz tüketiminden kaynaklanan karbon emisyon miktarı .....	13
3.2.3. Taşıtlardan kaynaklanan karbon emisyon miktarı .....	13
3.2.4. Atık kaynaklı emisyon hesaplamaları .....	16
3.2.5. Uçuşlardan kaynaklı emisyon hesaplamaları .....	16
4. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME .....	18
5. KAYNAKLAR .....	21

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Sera gazı salınım kapsamları.....	4
Şekil 2. Atatürk Üniversitesi kampüs planı.....	11
Şekil 3. Kampüs emisyon kaynaklarının yüzdesel olarak dağılımı.....	19

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. GHG Protokolüne göre sera gazı salınım kapsam tanımları .....	4
Tablo 2. Emisyon kategorileri ve kapsamaları .....	5
Tablo 3. Atatürk Üniversitesi yapısal alanları .....	6
Tablo 4. Atatürk Üniversitesi kampüs nüfusu .....	8
Tablo 5. Atatürk Üniversitesi kampüsüne ait 2020 yılı elektrik tüketim verileri .....	[1] [1] [1]...8
Tablo 6. Atatürk Üniversitesi kampüsüne ait 2020 yılı doğalgaz tüketim verileri .....	9
Tablo 7. Atatürk Üniversitesi kampüsüne ait 2020 yılı araç yakıt tüketim verileri .....	14
Tablo 8. Uçuş mesafeleri .....	17
Tablo 9. Karbon emisyon miktarları .....	18
Tablo 10. Yurt dışında bulunan bazı kampüslerin karbon emisyonları .....	20

## 1. GİRİŞ

Çağımızın en belirleyici problemlerinden biri olarak kabul edilen “iklim değişikliği” için artık karar aşamasındayız. Maalesef ki hava şartlarında, gıda üretimini dahi tehdit eden negatif şartlara gün geçtikçe küresel ölçekte daha çok rastlanmakta ve yaşanan her felaket, bir öncekinden daha güçlü ve benzeri görülmemiş senaryolar üretmektedir. Bu nedenle, sert ve kararlı önlemler alınmazsa, gelecekte bu etkilere uyum sağlamanın ve çözüm üretmenin daha zor ve maliyetli olacağı kaçınılmazdır. Küresel iklim değişiklikleri ve bunun oluşabilecek negatif etkilerini azaltmak için proje üretmenin ilk adımı temel bozucunun insan olduğunu kabul ederek etkisinin büyüklüğünün ortaya konulması olacaktır.

İklim değişikliğine neden olan en önemli faktör sera gazlarının yüksek konsantrasyonlara ulaşması olup, atmosferde tabii yollarla oluşan sera gazları normal konsantrasyonlardayken Dünya ya ulaşan güneş ışınlarının bir kısmının yansıma yoluyla uzaya geri dönmesini önler ve Dünya'nın soğumasını engelleyerek, milyonlarca canlı varlık için yaşanabilir bir ortam oluşmasına yardımcı olur. Ancak, 4.5 milyar yıldan daha yaşlı olan dünyamızda sadece 150 yıllık bir geçmişe sahip hızlı sanayileşme, ormanların aşırı tüketimi ve çok büyük ölçekli tarım ve hayvancılık faaliyetleri sonucunda atmosferdeki sera gazları görülmemiş rekor seviyelere ulaşmış ve daha fazla Güneş ışını dünyada kalarak gezegenimizin sıcaklığının giderek artmasına yol açmıştır. Sera gazlarının yaklaşık üçte ikisini karbondioksit (CO<sub>2</sub>) oluşturmakta ve büyük ölçüde fosil yakıtların yakılması ile ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle de “Karbon Ayak İzi” parametrenin ortaya konması oldukça önemlidir.

Karbon ayak izi ekolojik ayak izinin en büyük bileşenidir. Bireylerin ya da bir arada yaşayan toplumların faaliyetleri sonucunda tabiata atılmasına neden oldukları karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyon miktarına/eşdeğerine o bireyin ya da topluluğun *karbon ayak izi* denilmektedir [2].

### 1.1. Amaç

Bu raporun amacı; karbondioksit emisyonlarını belirleyerek Atatürk Üniversitesi'nin Merkez Kampüsünün karbon ayak izini hesaplamak ve böylece bu izi küçültmek için yapılması gerekenleri ortaya koyacak ileriki çalışmalara yön verebilecek verileri ortaya koymaktır.

Kendisine “Hayatın Hizmetinde Hep İleri” misyon ve vizyonunu belirlemiş olan Üniversitemiz için bu rapor sonucunda ortaya konacak olan karbon emisyon miktarları sayesinde geleceğe yönelik önlemler alınabilmesi mümkün olacak ve raporun sürdürülebilir bir kampüs planının ortaya konmasına hizmet edeceği düşünülmektedir.

## 1.2. Kapsam

Bu çalışma; Atatürk Üniversitesinin Merkez Kampüsündeki tüm ürün ve hizmetleri sonucunda oluşan karbon emisyonlarını ortaya koyarak, karbon ayak izinin hesaplanması için hazırlanmıştır. Bu kapsamda; tüm idari ve akademik birimlere, yaşamsal alanlara, akademik ve idari personele ait veriler yapılan hesaplamalara dâhil edilmiştir.

## 2. TANIMLAMALAR ve METODOLOJİ

### 2.1. Tanımlamalar

Küresel ısınma, iklim değişikliği, hızlı nüfus artışı, fosil yakıtların ve doğal kaynakların azalması ile ekolojik yaşamda kalitenin artırılması için birçok çalışmalar yapılmaktadır. Bunlardan en önemlisi tabiata insan faaliyetleri sonucu bırakılan emisyonların hesaplanmasıdır.

Günümüzde, "karbon ayak izi" terimi, genellikle bir faaliyet veya kuruluş tarafından salınan karbonun çoğunlukla ton cinsinden verildiği bir kısaltma olarak kullanılmaktadır. Karbon ayak izi, ekolojik ayak izinin de önemli bir bileşenidir. Fosil yakıtların yanmasından kaynaklanan karbon emisyonları, bu emisyonları absorbe etmek için ayrılmış yeterli biyolojik kapasite yani yeşil alan yoksa, atmosferde birikir. Bu nedenle de karbon izi hesaplandığında bu emisyonları etkisiz hale getirmek için ne kadar biyolojik kapasite gerektiği de hesaplanabilir.

Karbon Ayak İzi şu anda insanlığın toplam ekolojik ayak izinin yüzde 60'ı ve en hızlı büyüyen bileşenidir. İnsanlığın karbon ayak izi 1961'den beri 11 kat artmıştır. Bu izi azaltmak gezegenimizin imkânları dâhilinde yaşamak için atabileceğimiz en önemli adım olarak kabul edilmektedir.

Karbon ayak izi kişinin, kurumların veya herhangi bir üründen kaynaklı olarak doğaya bırakılan sera gazlarının genel toplam içindeki oranıdır ve araçlarla kat edilen toplam yol, ısıtma amaçlı kullanılan enerji miktarı, elektrik tüketimi vb. birçok parametreyi de içerisine almaktadır.

Bir diğer tanımlamada ise evsel enerji tüketimi ve ulaşım (araba ve uçak vb.) dâhil olmak üzere fosil yakıtlarının yanmasından ortaya çıkan doğrudan CO<sub>2</sub> emisyonlarının toplamı birincil, kullandığımız ürünlerin tüm yaşam döngüsünden bu ürünlerin imalatı ve en sonunda bozulmalarıyla ilgili olan dolaylı CO<sub>2</sub> emisyonlarının ölçüsü ise ikincil karbon ayak izi olarak verilmiştir. Karbon ayak izi hesabında ilk olarak ise bu amaç belirlenmekte, ulaşılabilecek hedefler de bu aşamada tespit edilmektedir. Sonraki adımda belirlenen hedeflere yönelik sınırlar belirlenmektedir. Bundan sonraki adımda veriler toplanarak emisyon faktörleri ile hesaplanmakta ve son adımda elde edilen sonuçlar değerlendirilerek, karbon ayak izi raporlanmaktadır.

## 2.2. Çalışma metodolojisi

Atatürk Üniversitesi *sürdürülebilir kampüs* çalışması kapsamında hazırlanan bu raporda, karbon ayak izi için IPCC hesaplama yönteminden yararlanılmıştır. IPCC; Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'nin (The Intergovernmental Panel on Climate Change) kısaltması olup, iklim değişikliği ile ilgili bilimsel değerlendirme yapan bir Birleşmiş Milletler organıdır. Bu yöntemde salınan emisyon gazları karbondioksit cinsinden hesaplanmaktadır.

Karbon ayak izi temelde iki ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar birincil ve ikincil karbon ayak izi olarak adlandırılır. Birincil karbon ayak izinde evsel enerji tüketimi ve ulaşım için doğrudan fosil yakıt kullanımı sonucu ortaya çıkan CO<sub>2</sub> emisyonları, ikincil karbon ayak izinde ise kullanılan ürünlerin üretimi ve sonunda kullanımı ve tabiatta bozunması vb. sonucu ortaya çıkan dolaylı CO<sub>2</sub> emisyonları ortaya konulur.

IPCC hesaplama yöntemi Tier adı altında 3 farklı kategoriden oluşur [3]:

1. **Tier 1 Yaklaşımı:** Bu yöntemde, ulusal enerji istatistiklerinden elde edilmiş yakılan yakıt türüne göre yakıt miktarı ile varsayılan emisyon faktörleri kullanılır. Yakılan yakıt türüne göre oluşacak emisyonun yakıt miktarıyla orantılı olarak ortaya çıkması prensibine dayanır.
2. **Tier 2 Yaklaşımı:** Bu yöntemde, ulusal enerji istatistiklerinden elde edilmiş yakılan yakıt türüne göre yakıt miktarının, yakıt karakteristiğine bağlı olarak belirlenmiş ve ülkeye veya belirli bölgelere göre belirlenen özel emisyon faktörleri ile yakma teknolojileri bilgileri kullanılır.
3. **Tier 3 Yaklaşımı:** Bu yöntemde, yakıt istatistikleri ve yakma teknolojisine göre belirlenmiş teknolojiye bağlı emisyon faktörleri ile yakma tesislerinin ısı güçleri, beslenme tipi vb. bilgiler kullanılır.

Tier 1 yönteminde yakıtın kullanıldığı yanma teknolojisi hakkında bilgi sahibi olmayı gerektirmeden, elde edilebilen yakıt tüketim veya dağıtım değerleri kullanılır. Bu nedenle oldukça yaygın bir kullanım alanı vardır. Bu çalışmada Tier 1 ve Tier 2 yaklaşımları kullanılmıştır.

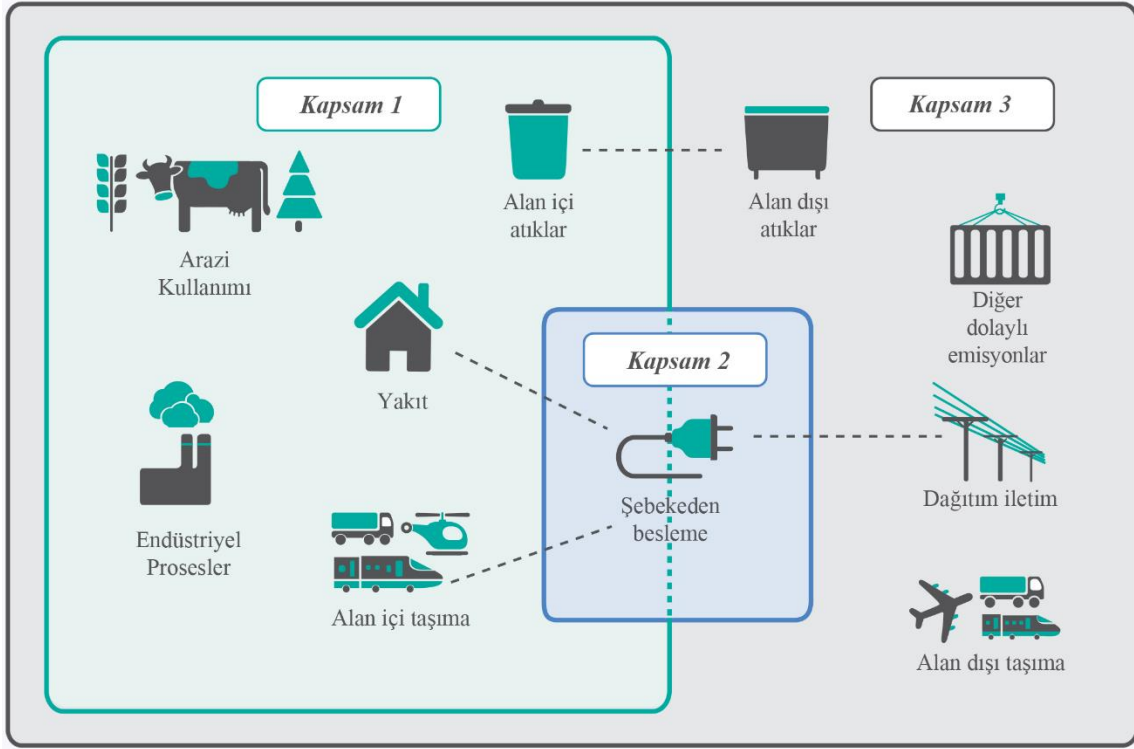
Ayrıca, faaliyet sınırları GHG (Greenhouse Gas) yani sera gazları Protokolünde salınımlar 3 farklı kategoride sınıflandırılmıştır. GHG Protokolü, özel ve kamu sektörü için sera gazı (GHG) emisyonlarını ölçmek ve yönetmek için kapsamlı küresel standartlaştırılmış çerçeveler oluşturan bir protokoldür.

Dünya Kaynakları Enstitüsü (WRI) ve Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi (WBCSD) arasında 20 yıllık bir ortaklığa dayanan GHG Protokolü hükümetler, endüstri dernekleri, STK'lar,

işletmeler ve diğer kuruluşlarla birlikte çalışır. Bu protokolda salınımlar üç farklı kapsamda değerlendirilir. Bu kapsamların açıklaması Tablo 1 ve Şekil 1’de verilmiştir [3].

**Tablo 1. GHG Protokolüne göre sera gazı salınım kapsam tanımları.**

KAPSAM	TANIM
<b>Kapsam-1</b>	Hesap alanı sınırları içerisindeki yakıt tüketimi sonucu oluşan doğrudan gaz salınımları
<b>Kapsam-2</b>	Hesap alanı içerisinde tüketimi yapılan fakat bu alan dışında üretilen ve üretimi sonucu alan sınırları dışında kalan yerlerde meydana gelen dolaylı salınımlar
<b>Kapsam-3</b>	Alan içi aktivitelerin sonucu alan sınırları dışında meydana gelen diğer salınımlar (satın alınan ürünler vb.).



**Şekil 2. Sera gazı salınım kapsamaları.**



Karbon ayak izi hesaplamalarında ele alınan emisyon verileri ve kapsamları Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Emisyon kategorileri ve kapsamları [4].

KATEGORİ	KAPSAM	YÖNTEM	SALINIM KAYNAĞI	AÇIKLAMA
<b>Evsel Kullanımı</b>	Kapsam-2	Tier 1	Elektrik-Mesken (t)	Kullanıldı
	Kapsam-1	Tier 2	Doğalgaz- Mesken (t)	Kullanıldı
	Kapsam-1	Tier 2	Kömür- Fuel Oil (t)	Mevcut değil
	Kapsam-1	Tier 2	Tüp gaz	Mevcut değil
	Kapsam-3	Tier 2	Atık (t)	Kullanıldı
<b>End./Ticari Kullanım</b>	Kapsam-2	Tier 1	Elektrik- Endüstri-Ticari (t)	Mevcut değil
	Kapsam-1	Tier 2	Doğalgaz- Endüstri-Ticari (t)	Mevcut değil
<b>Ulaşım</b>	Kapsam-1	Tier 2	Ulaşım- Kara Taşıtları (t)	Kullanıldı
	Kapsam-3	Tier 2	Ulaşım- Uçuş (t)	Kullanıldı
	Kapsam-1	Tier 2	Ulaşım- Havaalanı (t)	Mevcut değil
	Kapsam-1	Tier 1	Ulaşım- Demir Yolu (t)	Mevcut değil
	Kapsam-1	Tier 2	Deniz Taşıtları (t)	Mevcut değil

### 3. HESAPLAMALAR

#### 3.1. Veriler

Bu çalışmada hesaplanan Atatürk Üniversitesi Merkez Kampüsü Karbon Ayak İzi için 01.01.2020-31.12.2020 tarihleri arasına ait veriler kullanılmıştır [1]. 2020 yılının Mart ayından itibaren tüm dünyada yaşanmakta olan Covid-19 pandemisi nedeniyle verilerde önceki yıllara göre bazı değişiklikler olduğu düşünülmektedir. Pandeminin sona ermesiyle yeni verilerle bir karşılaştırma yapılması düşünülmekte olup, böylece pandeminin karbon ayak izi üzerindeki etkileri de ortaya konulacaktır.

Atatürk Üniversitesi Merkez Kampüsünde toplamda, 21 Fakülte, 1 Yüksekokul, 1 Konservatuvar, 3 Meslek Yüksekokulu, 8 Enstitü ve 28 Araştırma ve Uygulama Merkezi ile Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesine ait poliklinik ve diğer servisler ile idari birimler bulunmaktadır. Bu birimlere ait yapı alanları Tablo 3’te verilmiştir. Üniversitemizde bulunan toplam yapısal alan 1.046.320 m<sup>2</sup> olup, bunun 955.730 m<sup>2</sup>’si merkez kampüste kalan 90.590 m<sup>2</sup>’si ise merkez kampüs dışında ve ilçelerde bulunmaktadır. Merkez kampüs dışındaki yapılar tabloda \* ile işaretlenmiştir.

**Tablo 3.** Atatürk Üniversitesi yapısal alanları [5].

S.N.	YAPI	ALAN (m <sup>2</sup> )							TOPLAM (m <sup>2</sup> )
		İDARİ	DERSLİK	LAB.	ATÖLYE	SOS. TESİS	SPOR	DİĞER	
1	Rektörlük A-B-C Blok	7.274							7.274
2	Oditoryum	4.584							4.584
3	Mühendislik Fakültesi	17.478	3.410	10.560	375	197			32.020
4	Fen Fakültesi	9.280	9.210	5.244	450	423			24.607
5	Edebiyat Fakültesi	2.745	355	5.800	250	255			9.405
6	Ziraat Fakültesi	30.628	3.500	16.320	375	574			51.397
7	Tıp Fak. Dekanlık ve Morfoloji	16.907	2.520	2.740	500	363			23.030
8	Dış Hekimliği Fakültesi	7.404	416	3.468	242	356			11.886
9	İlahiyat Fakültesi (BAUM dahil)	12.428	2.840	3.420	350	382			19.420
10	İktisadi ve İdari Bil. Fakültesi	4.134	7.332	1.258	250	387			13.361
11	K.Karabekir Eğt.Fak. Kampüs	13.259	1.760	1.240	450	625			17.334
12	K.Karabekir Eğt.Fak. Şehir *	8.663	3.990	1.800	960	500	3.357		19.270
13	Hemşirelik Eğitim Fak. + ek bina	4.377	11.133	7.150	365	302			23.327
14	Veteriner Fakültesi ve Hayvan Hast.	11.853	3.610	9.150	650	316			25.579
15	Spor Bilimleri Fakültesi	2.634	1.200		500	288			4.622
16	Erzurum Meslek Yüksekokulu	2.616	1.456	2.165	350	223			6.810
17	Güzel Sanatlar Fakültesi (İletişim+Turizm)	4.680	6.900	9.500	800	320			22.200
18	Yarı Olimpik Yüzme Havuzu *						5.795		5.795
19	Hukuk Fakültesi	9.995	5.000	3.000	300	245			18.540
20	DAYTAM	740	2.150	2.300	175				5.365
21	Oltu Yer Bilimleri Fakültesi *	1.950	1.840	18.000	320	150			22.260
22	Eczacılık Fakültesi	2.250	1.500	4.500	600	150			9.000
23	Lojmanlar	141.530							141.530
24	Aşkale Meslek Yüksekokulu *	100	3.000	250	750	100			4.200
25	İspir Meslek Yüksekokulu *	1.380	2.500	1.000	295	120			5.295
26	Narman Meslek Yüksekokulu *	910	4.000	750	250	90			6.000
27	Oltu Meslek Yüksekokulu *	920	4.000	750	250	80			6.000
28	Pasinler Meslek Yüksekokulu *	2.600	450	200	900	150			4.300
29	Horasan M.Y. Okulu + Ek Bina *	5.500	640			105			6.245
30	Hınıs Meslek Yüksekokulu *	400	1.000	350		50			1.800
31	Tortum Meslek Yüksekokulu *	460	950			40			1.450
32	Uzundere Meslek Yüksekokulu *	580							580
33	Dershane ve Amfiler	1.141	3.750		250	109			5.250
34	Kütüphane	8.505				275			8.780
35	Yapı İşl. Ve Tek. Daire Bşk.	2.140							2.140
36	Sabancı İlköğretim Okulu							5.500	5.500
37	Öğr. Yemekhane (Tarçın+Kampüs Cafe)	9.194			200	266			9.660
38	Isı Merkezi	3.628							3.628
39	Garajlar	9.429							9.429
40	Stadyum						26.000		26.000
41	Aydın Doğan İlköğretim Okulu	2.100	4.235						6.335
42	Üniversite Cami 3 Adet							4.500	4.500
43	Spor Salonu E						2.144		2.144
44	Spor Salonu Y						2.912		2.912
45	Akvaryum Balıkçılığı	577							577
46	Aile Hekimliği Merkezi	450							450
47	Su Terfi Merkezi	1.369							1.369
48	İş bankası							240	240
49	Vakıfbank + Halkbank + Lokal							3.000	3.000
50	PTT							266	266
51	Cebir Kafe + Fitnees					1.102			1.102
52	Sosyal Tesis (Konuk Evi 1)					6.000			6.000
53	Sosyal Tesis (Konuk Evi 2)					2.942			2.942
54	Sosyal Tesis (Konuk Evi 3) *					5.875			5.875
55	Süt Satış Kantini							80	80

**Tablo 3.** (Devam) Atatürk Üniversitesi yapısal alanları [5].

S.N.	YAPI	ALAN (m <sup>2</sup> )							TOPLAM (m <sup>2</sup> )
		İDARİ	DERSLİK	LAB.	ATÖLYE	SOS. TESİS	SPOR	DİĞER	
56	Yeşil Saha Şeflik	350							350
57	Spor Tesisleri (2 Tenis, 2 Halı S., 2 Vol.)						10.000		10.000
58	Kültür Sitesi	1.100				4.000			5.100
59	Kartal Tırmanma Tesisleri						10.000		10.000
60	Tartan Pist						20.000		20.000
61	Rektör Konutu *	1.300							1.300
62	Sığırcılık	3.000							3.000
63	Koyunculuk	2.000							2.000
64	Çiftlik Müdürlüğü	12.000							12.000
65	Trafo, Nizamiye ve Motopomp	1.200							1.200
66	Enstitü (Dilmer)	1.678	5.350		350	236			7.614
67	Dershane ve Amfiler (Yeni)	3.127				173			3.300
68	Ziraat Fak. Hayvan Barnakları	3.000	10.000						13.000
69	Arşt. Uyg. Hst. Kemoterapi Binası	13.200				400			13.600
70	Yakutiye Arşt. Hast. + Ek Bina	89.000							89.000
71	Kalp Damar Hastanesi	17.800							17.800
72	Arşt. Uyg.Hastanesi Anestezi Merkezi	1.900							1.900
73	Arşt. Uyg.Hastanesi Bağlantı Koridoru	3.248							3.248
74	Diş Hekimliği Ek Bina	3.350	4.000						7.350
75	Mühendislik Fakültesi Ek Bina	630	4.000			40			4.670
76	Mimarlık ve Tasarım Fakültesi	25.472	1.638	843	825	322			29.100
77	Ziraat ve Veteriner Arşt. Uyg. Merkezi	3.400							3.400
78	Turizm İşletme ve Uygulama Oteli	8.000	6.400						14.400
79	İletişim Fakültesi Yeni Bina	2.850				150			3.000
80	İktisadi ve İdari Bil. Fak. (Ek bina)	6.900							6.900
81	Kütüphane ve Okuma Salonu	100	7.504			108			7.712
82	Açık Öğretim Fakültesi Sınav Merkezi	500	5.500						6.000
83	Su Ürünleri Fakültesi	250	1.530	440		90			2.310
84	Bowling Salonu					2.110			2.110
85	Düzgün Market							570	570
86	Manav							100	100
87	Erzurum Evi					450			450
88	Ata Teknokent (Sürekli Eğt. Merkez.)	3.194							3.194
89	Ata Döner (Friend Döner)					550			550
90	Güvendik Market							986	986
91	Sağlık M.Y.O. + Ek Bina (Çat y.)	1.629		4.380		221			6.230
92	Erzurum M.Y.O. Ek Bina	640		1.624					2.264
93	Natürel Market							173	173
94	Araştırma Büfe							88	88
95	Manej Alanı	2.000							2.000
96	Edebiyat Fakültesi (Yeni)	35.000	13.700			300			49.000
97	Güzel Sanatlar Fakültesi Atölye				1.600				1.600
98	Kış Bahçesi *					220			220
99	Garajlar (YENİ)	14.866							14.866
<b>TOPLAM (m<sup>2</sup>)</b>		<b>631.476</b>	<b>154.269</b>	<b>118.202</b>	<b>13.932</b>	<b>32.730</b>	<b>80.208</b>	<b>15.503</b>	<b>1.046.320</b>

\* Merkez kampüs sınırları dışında bulunmaktadır.

Erzurum kent merkezine 1,5–2 km. mesafede bulunan Atatürk Üniversitesi Kampüsü 6,5 milyon m<sup>2</sup>'lik açık alana, 1 milyon m<sup>2</sup>'lik kapalı alana sahiptir. Erzurum ovasının büyük bir kısmını kaplayan üniversite arazisi, Türkiye'nin en büyük ikinci kampüsüdür.

### 3.1.1. Nüfus verileri

Atatürk Üniversitesi kampüsüne ait nüfus verileri Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Atatürk Üniversitesi kampüs nüfusu [1].

TÜR		NÜFUS (Kişi)	
Akademik Personel		2.719	
İdari Personel		4.773	
Örgün Öğrenci	Güz yarıyılı sonu	65.602	
	Ara tatil ve pandemi süreci	1.500	
Açık ve uzaktan öğretim öğrencisi ( <i>Aktif öğrenci</i> )		270.000*	
Misafirhaneler 2020 yılı ziyaretçileri		13.268	
Güvenlik personeli		199	
Lojman sakini (64 Blok / 1116 Daire)		4.500	
<b>TOPLAM</b>		<b>Pandemi öncesi</b>	<b>91.061</b>
		<b>Pandemi sonrası</b>	<b>26.959</b>

\* Pandemi süresince Açıköğretim Fakültesi sınavları online olarak yapılmıştır. Bu nedenle normal şartlarda bu fakültenin bu öğrenciler için düzenlediği sınavlara ait olan kitapçık baskısı, nakliye ve geri dönen atık kağıtlar olmadığından bu sayı toplam nüfus hesabında **dikkate alınmamıştır**.

### 3.1.2. Elektrik tüketim verileri

Atatürk Üniversitesi kampüsüne ait elektrik tüketim verileri Tablo 5'te verilmiştir. Bu verilerin tamamı Kapsam 2 içerisindedir.

**Tablo 5.** Atatürk Üniversitesi kampüsüne ait 2020 yılı elektrik tüketim verileri [1].

BİRİM	ELEKTRİK TÜKETİMİ (kWh/yıl)
Lojmanlar*	<b>3.027.800</b>
Sosyal tesisler	<b>278.000</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>Tüm akademik birimler</li><li>Rektörlük ve diğer idari birimler</li><li>Hastaneler</li><li>Atölyeler vb.</li></ul>	<b>31.675.000</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>Market ve kafeteryalar vb.</li><li>Cadde ve aydınlatma</li><li>Hobi bahçeleri</li></ul>	<b>264.000</b>
Yurtlar	<b>2.331.727</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>37.576.527</b>

\*Lojmanlara ait elektrik tüketim değeri ortalama daire başına 180 TL/ay fatura bedeli üzerinden hesaplanmıştır. Bu fatura bedeli üzerinden ödeme yapan bir abone 226,09 kWh enerji harcamaktadır.

Buna göre;

Yıllık lojman elektrik tüketimi = 226,09 x 12 ay x 1116 daire  $\approx$  3.027.800 kWh olarak hesaplanmıştır.

### 3.1.3. Doğalgaz tüketim verileri

Atatürk Üniversitesi kampüsüne ait doğalgaz tüketim verileri Tablo 6’da verilmiştir. Bu verilerin tamamı Kapsam 1 içerisindedir.

**Tablo 6.** Atatürk Üniversitesi kampüsüne ait 2020 yılı doğalgaz tüketim verileri [1].

BİRİM	DOĞALGAZ TÜKETİMİ (m <sup>3</sup> /yıl)
<ul style="list-style-type: none"><li>Lojmanlar (ısınma)</li><li>Tüm akademik birimler</li><li>Rektörlük ve diğer idari birimler</li><li>Hastaneler</li><li>Market ve kafeteryalar vb.</li></ul>	12.293.314
Lojmanlar (sıcak su+mutfak)*	401.706
Atölyeler	197.094
Sosyal tesisler	57.478
Yurtlar	2.535.814
<b>TOPLAM</b>	<b>15.485.406</b>

\* Lojmanlarda tüketilen doğal gaz miktarı için ortalama daire başına 30 m<sup>3</sup>gaz/ay değeri kullanılmıştır.

Buna göre;

Yıllık lojman sıcak su ve mutfak doğal gaz tüketimi = 30 x 12 ay x 1116 daire = 401.706 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır.

### 3.1.4. Araç sayıları

Atatürk Üniversitesine ait araç filosunda toplam 144 adet araç bulunmaktadır [1]. Bu filo 12 adet otobüs, 17 Minibüs, 9 kamyon, 19 pikap ve kamyonet, 42 otomobil, 3 arazi aracı, 20 iş makinası ve 22 traktörden oluşmaktadır. Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığından alınan verilere göre 2020 yılında bu araçların kullandığı yakıt miktarı **302.693 Lt motorin** ve **34.851 Lt benzin** olarak tespit edilmiştir.

Ancak Üniversitemiz kampüsünde tüm halkımıza hizmet veren Araştırma Hastanesi ve Dış Hekimliği fakültesinin yanında iki adet okul bulunduğundan oldukça fazla sayıda özel ve toplu taşıma aracı kampüs içine girip çıkmaktadır.

Üniversitemizin bir toplumsal katkı olarak vermekte olduğu bu hizmet nedeniyle karbon ayak izi hesaplamalarında bu araçların kampüs içerisinde kat ettiği mesafeler boyunca yaydıkları kirletici emisyonlar da hesaplamalara dahil edilmiştir. Kampüsümüzde bulunan HGS sistemi verilerinden

alınan bilgilere göre yıllık 2020 yılı ziyaretçi araç sayısı 4.680.000 adet ve günlük toplu taşıma aracı sayısı 35 adettir. Ayrıca, üniversite personeline ait kayıtlı 8596 adet araç bulunmaktadır. Bu hesaplamalar yapılırken 3 ana araç girişi olan kampüs için bu girişleri kullanan ortalama araç sayısı dikkate alınmıştır. Türkiye'nin ilk planlı kampüsü olma özelliğine sahip olan Atatürk Üniversitesi Kampüsüne ait harita Şekil 2'de verilmiştir. Şekil üzerinde sarı çizgi ile belirtilen yollar kampüse giren misafir araçların en çok kullandığı yolları göstermektedir.

### 3.1.5. Katı atık miktarları

Atatürk Üniversitesi kampüsünde akademik ve idari birimlerde 10,894 ton kâğıt/yıl atık oluşmakta ve geri dönüşüme gitmektedir [1]. Ayrıca, kampüs içerisinde bulunan 56 adet 1000 Lt hacimli (500 kg çöp alabilen) çöp konteynırları belediye tarafından haftada 6 gün boşaltılmaktadır.

Buna göre;

Evsel atık miktarı=  $500 \times 56 \times 12 \times (4 \times 6) = 8.064.000 \text{ kg/yıl} = \mathbf{8.064 \text{ ton atık/yıl}}$

Bu miktarlar *Kapsam 3* içerisinde diğer emisyon kaynakları olarak değerlendirilmiştir.





Şekil 2. Atatürk Üniversitesi kampüs planı.

### 3.1.6. Uçuş verileri

Atatürk Üniversitesi personeli 2020 yılında görevlendirme yoluyla 323 uçuş gerçekleştirmiştir. Ayrıca, pandemi nedeniyle azalan seyahat sayılarından yola çıkılarak üniversite öğrencilerinin yalnızca %1'inin idari ve akademik personelin % 5'inin ve kampüs misafirhanelerinde kalan ziyaretçilerin ise % 10 luk kısmının uçakla seyahat ettiği kabul edilmiştir.

Buna göre 2020 yılı uçuş sayısı

$$\begin{aligned} &= 65.602 \text{ öğrenci} \times 0.01 \\ &+ 9000 \text{ lojman sakini ve diğer personel} \times 0.05 \\ &+ 13268 \text{ misafirhane ziyaretçisi} \times 0.1 \\ &= 656+450+1327 = 2433 \times 2 = 4866 \text{ gidiş-dönüş uçak seyahati bulunmuş olur.} \end{aligned}$$

2020 yılı toplam uçuş sayısı = 4866 + 323 = **5189 adet uçuş** olur.

## 3.2. Karbon Emisyon Hesapları

### 3.2.1. Elektrik tüketiminden kaynaklanan karbon emisyon miktarı

Türkiye’de elektrik üretim, tüketim, enerji kaynağı, ısıl değer, iletim ve dağıtım kaybı vb. verileri TEİAŞ’a ait istatistiki verilerden alınmış birim elektrik tüketim başına emisyon miktarı (kWh elektrik tüketim başına karbon emisyonu) hesaplanmıştır.

Elektrik tüketiminden kaynaklı emisyon hesaplamalarında aşağıda verilen model kullanılmaktadır [6].

$$Et_{CO_2/yıl} = (FV \frac{kWh}{yıl} \times EF \frac{kgCO_2}{kWh}) \times 10^{-3} \quad (1)$$

Burada;

$Et_{CO_2}$  = Emisyon karbondioksit miktarını (ton),

$FV$  = (Faaliyet Verisi) yıllık tüketilen toplam elektrik miktarını (kWh/yıl),

$EF$  = TEİAŞ yıllık raporlarına göre Türkiye için 0,4603 kgCO<sub>2</sub> /kWh olarak alınan Emisyon Faktörünü (kgCO<sub>2</sub>/kWh),

Buna göre Eş. (1)’de Tablo 4’te verilen miktarlar kullanılarak;

$$\begin{aligned} \text{Kampus } Et_{CO_2} &= (37.576.527 \frac{kWh}{yıl} \times 0,4603 \frac{kgCO_2}{kWh}) \times 10^{-3} \\ &= (17.296.475,378) \times 10^{-3} \end{aligned}$$



$$\Rightarrow \text{Kampus } Et_{CO_2} = 17.296,475 \text{ ton CO}_2/\text{yıl}$$

olarak hesaplanmıştır.

### 3.2.2. Doğalgaz tüketiminden kaynaklanan karbon emisyon miktarı

Tablo 6’da verilen, Atatürk Üniversitesi Kampüsü merkezi ısı santrali doğalgaz tüketim verileri, lojmanlarda kullanılan mutfak ve sıcak su amaçlı doğalgaz tüketim verileri ve kampüs içerisinde bulunan yurt binalarında kullanılan toplam doğal gaz miktarına göre hesaplama yapılmıştır. Bu hesaplama için kullanılan denklem aşağıda verilmiştir [7].

$$\frac{Gt_{CO_2}}{yıl} = FV \times Y \times NKD \times EF \times OF \quad (2)$$

Burada;

FV = Faaliyet Verisini (Nm<sup>3</sup>/yıl),

Y = Gaz Yoğunluğu (kg/ m<sup>3</sup>)

EF = Emisyon Faktörünü (tCO<sub>2</sub> /TJ),

NKD = Net Kalorifik Değer [TJ/kt]

OF= Oksidasyon Faktörünü temsil etmektedir.

Hesaplama EF = 56.100 kgCO<sub>2</sub>/TJ, Y = 0,670kg/m<sup>3</sup>, NKD = 44,1 TJ/kt ve YF =1 alınarak [7, 8] ve Tablo 5’te verilen değerler kullanılarak, Eş. (2) yardımıyla;

$$\text{Kampus } Gt_{CO_2} =$$

$$15.485.406 \times 0,670 \times 56.100 \text{ kgCO}_2/\text{TJ} \times 44,1 \times (1) \times 10^{-9}$$

$$\Rightarrow \text{Kampus } Gt_{CO_2} = 25.668,403 \text{ ton CO}_2/\text{yıl}$$

olarak hesaplanmıştır.

### 3.2.3. Taşıtlardan kaynaklanan karbon emisyon miktarı

Atatürk Üniversitesi kampüs içinde karbon emisyonuna sebep olacak taşıt sayıları Bölüm 3.1.4’de verilmiştir. Buna göre yakıt tüketiminden kaynaklı emisyon hesaplamaları alınan referans değerler ile yapılmıştır [8]

- Üniversite araç filosu;

**302.693 Lt motorin/yıl** ve **34.851 Lt benzin/yıl** yakıt tüketimine sahiptir.

- Diğer araçlar;

TÜİK Kasım 2020 verilerine göre ülkemizdeki araçların %38,3'ü dizel, %37,0'ı LPG, % 24,2'si benzinli (kalan kısmı elektrikli) motora sahiptir [9]. Üniversite HGS sisteminden alınan veriler içerisinde toplu taşıma ve ziyaretçiler ile personel araçları da dahil olduğundan tüm araçlar bu sayı içerisinde hesaba katılmıştır. Buna göre;

2020 yılı giriş çıkış yapan \*araç sayısı 4.680.000 adettir. TÜİK verilerinden;

Dizel yakıtlı araç sayısı = 4.680.000 x 0,383 = 1.792.400 adet/yıl

LPG yakıtlı araç sayısı = 4.680.000 x 0,37 = 1.731.600 adet/yıl

Benzin yakıtlı araç sayısı = 4.680.000 x 24,2 = 1.132.560 adet/yıl olur.

Araçlar kampüs içinde ortalama 3 km mesafe kat etmektedirler. Buna göre yıllık miktarı;

Motorin miktarı=

1.792.400 adet/yıl x 3 km/adet x 0,07 Lt motorin/km\* = **376.320 Lt motorin/yıl**

\* Dizel araçlar ortalama 0,07 Lt/km yakıt tüketmektedir.

LPG miktarı =

1.731.600 adet/yıl x 3 km/adet x 0,12 Lt LPG/km\* = **278.568 Lt LPG/yıl**

\*LPG kullanan araçlar ortalama 0,12 Lt/km yakıt tüketmektedir.

Benzin miktarı =

1.132.560 adet/yıl x 3 km/adet x 0,1 Lt benzin/km\* = **339.768 Lt benzin/yıl**

\*Benzinli araçlar ortalama 0,1 Lt/km yakıt tüketmektedir.

Taşıtlara ait yakıt tüketim verileri Tablo 7'de verilmiştir. Bu verilerin tamamı Kapsam 1 içerisinde değerlendirilmiştir.

**Tablo 7.** Atatürk Üniversitesi kampüsüne ait 2020 yılı araç yakıt tüketim verileri.

YAKIT TÜRÜ	YAKIT TÜKETİMİ (Lt/yıl)	TOPLAM (Lt/yıl)
Motorin		
• Üniversite araç filosu	223.755	
• Diğer	376.320	600.075
LPG	278.568	278.568
Benzin		
• Üniversite araç filosu	34.851	
• Diğer	339.768	374.619

- **Benzin tüketiminden kaynaklı emisyon hesaplamaları**

Benzin tüketiminden kaynaklı emisyon hesaplamalarında Eş.3'te verilen model kullanılmaktadır [8].

$$Yt_{co_2} = BK \times Y \times NKD \times EF \times YF \times OF \quad (3)$$

Burada;

$$Yt_{co_2} = \text{Toplam benzin emisyonunu (ton CO}_2\text{)}$$

$$BK = \text{Yıllık benzin kullanımı miktarını (Lt/yıl)}$$

$$Y = \text{Sıvı Yoğunluğu (kg/Lt)}$$

$$EF = \text{Emisyon Faktörünü (kg CO}_2\text{ /TJ)}$$

$$YF = \text{Yükseltgenme Faktörünü (\%)}$$

$$OF = \text{Oksidasyon Faktörünü (\%)}$$

$$NKD = \text{Dönüşüm faktörünü (TJ/kt)}$$

temsil eder. Hesaplama YF= 1, EF = 69.300 kgCO<sub>2</sub> /TJ, Y= 0,735 kg/Lt, NKD = 44,3 TJ/kt ve OF= 0,99 alınarak [10], Tablo 7'de verilen değerler Eş.3'de koyulduğunda;

$$Yt_{co_2} = 374.619 \times 0,735 \times 44,3 \times 10^{-9} \times 69.300 \times 1 \times 0,99$$

⇒ Benzin kaynaklı emisyon miktarı = **836,853 ton CO<sub>2</sub>/yıl** olur.

- **Motorin tüketiminden kaynaklı emisyon hesaplamaları**

Motorin tüketiminden kaynaklı emisyon hesaplamalarında yine Eş.3'te verilen model kullanılmaktadır (IPCC 2006) [3]. Üniversitemiz araç filosunun tüketmiş olduğu toplam 223.755 Lt motorinin 78.938 Lt si toplu taşıma amaçlı (personel servisi) olarak, yani kampüs dışında kullanıldığından bu miktar *Kapsam 3* içerisinde değerlendirilmiştir. Bu durumda;

$$\text{Kapsam 1 içerisinde değerlendirilecek olan motorin miktarı} = 600.075 - 78.938 = 521.137 \text{ Lt}$$

$$\text{Kapsam 3 içerisinde değerlendirilecek olan motorin miktarı} = 78.938 \text{ Lt olur.}$$

Hesaplama YF= 1, EF = 74.100 kgCO<sub>2</sub> /TJ, Y =0,83 kg/Lt, NKD = 43,0 TJ/kt ve OF= 0,99 alınarak [10], Tablo 7'de verilen değerler Eş.3'de yerine koyulduğunda;

$$\text{Kapsam 1 için: } Yt_{co_2} = 521.137 \times 0,83 \times 43,0 \times 10^{-9} \times 74.100 \times 1 \times 0,99$$

⇒ Motorin kaynaklı emisyon miktarı = **1.364,431 ton CO<sub>2</sub>/yıl** olur.

Kapsam 3 için:  $Yt_{co_2} = 78.938 \times 0,83 \times 43,0 \times 10^{-9} \times 74.100 \times 1 \times 0,99$

⇒ Motorin kaynaklı emisyon miktarı = **206,674 ton CO<sub>2</sub>/yıl** olur.

- **LPG tüketiminden kaynaklı emisyon hesaplamaları**

Motorin tüketiminden kaynaklı emisyon hesaplamalarında yine Eş.3'te verilen model kullanılmaktadır [10].

Hesaplama YF= 1, EF = 63.100 kgCO<sub>2</sub> /TJ, Y =0,54 kg/m<sup>3</sup>, NKD = 47,3 TJ/kt ve OF= 0,995 alınarak [4 IPCC tablolar],, Tablo 7'de verilen değerler Eş.3'de yerine koyulduğunda;

$Yt_{co_2} = 278.568 \times 0,54 \times 47,3 \times 10^{-9} \times 63.100 \times 1 \times 0,995$

⇒ LPG kaynaklı emisyon miktarı = **446,723 ton CO<sub>2</sub>/yıl**

Buna göre araçlardan kaynaklanan toplam CO<sub>2</sub> emisyonu;

Benzin, motorin ve LPG kaynaklı emisyon miktarlarının toplamıdır.

Toplam araç kaynaklı emisyon= 836,853 + 1.571,106 + 446,723

⇒ **Kampus  $Yt_{co_2} = 2.854,682$  ton CO<sub>2</sub>/yıl**

### 3.2.4. Atık kaynaklı emisyon hesaplamaları

Atık kaynaklı emisyon hesabında Eş.4 kullanılmıştır [11].

$$Kt_{co_2} = BK \times EF \quad (4)$$

**Burada;**

$Kt_{co_2}$  = Toplam atık emisyonunu (ton CO<sub>2</sub>/yıl)

BK = Yıllık atık miktarını (Ton atık/yıl)

EF = Emisyon Faktörünü (tCO<sub>2</sub> /t atık)

temsil eder. Buna göre atık kaynaklı emisyon miktarı

$$= 8.064 \text{ ton atık/yıl} \times 0,19 \text{ tonCO}_2/\text{ton atık}$$

$$= \mathbf{1.532,16 \text{ ton CO}_2/\text{yıl}} \text{ olur.}$$

### 3.2.5. Uçuşlardan kaynaklı emisyon hesaplamaları

Uçuş kaynaklı emisyon hesabında Eş.5 kullanılmıştır

$$Ut_{CO_2} = BK \times EF \quad (4)$$

**Burada;**

$Ut_{CO_2}$  = Toplam atık emisyonunu (ton CO<sub>2</sub>/yıl)

$BK$  = Toplam uçuş mesafesini (km/yıl)

$EF$  = Emisyon Faktörünü (kgCO<sub>2</sub> /km)

temsil eder.

2020 yılı içerisinde 5189 adet uçuş gerçekleşmiştir. Erzurum ilinden yapılan uçuşların çok büyük bir çoğunluğunun İstanbul (%40), Ankara (%40) ve İzmir (%20) illerine olduğu kabul edilmiştir.

Bu uçuşların mesafeleri Tablo 8’de verilmiştir.

**Tablo 8.** Uçuş mesafeleri.

HAVAALANI	ERZURUM'DAN UÇUŞ MESAFESİ (km)	UÇUŞ SAYISI (adet)	TOPLAM MESAFE (km)
İstanbul	1049	5189 x 0,4 = 2075	2.176.675
Ankara	696	5189 x 0,4 = 2075	1.444.200
İzmir	1223	5189 x 0,2 = 1038	1.269.474
<b>TOPLAM</b>			<b>4.890.349</b>

Emisyon faktörü  $EF = 0,153 \text{ kgCO}_2/\text{km}$  alınarak uçuş kaynaklı emisyon hesaplanabilir [8]. Buna göre uçuş kaynaklı emisyon miktarı

$$= 4.890.349 \text{ km/yıl} \times 0,153 \text{ kgCO}_2/\text{km} \times 10^{-3}$$

$$= \mathbf{748,223 \text{ ton CO}_2/\text{yıl}} \text{ olur.}$$

#### 4. SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRME

Tüm bu hesaplamalar sonucunda elde edilen Atatürk Üniversitesi Kampüsüne ait karbon emisyonları Tablo 9’da özetlenmiştir. Yapılan hesaplamalara göre Atatürk Üniversitesinin 2020 yılına ait *Karbon Ayak İzi* kişi başına **1,78 tCO<sub>2</sub>** olarak bulunmuştur. İçerisinde bulunduğumuz Pandemi nedeniyle sonraki yıllarda bu miktarın değişeceği öngörülmektedir.

**Tablo 9.** Karbon emisyon miktarları.

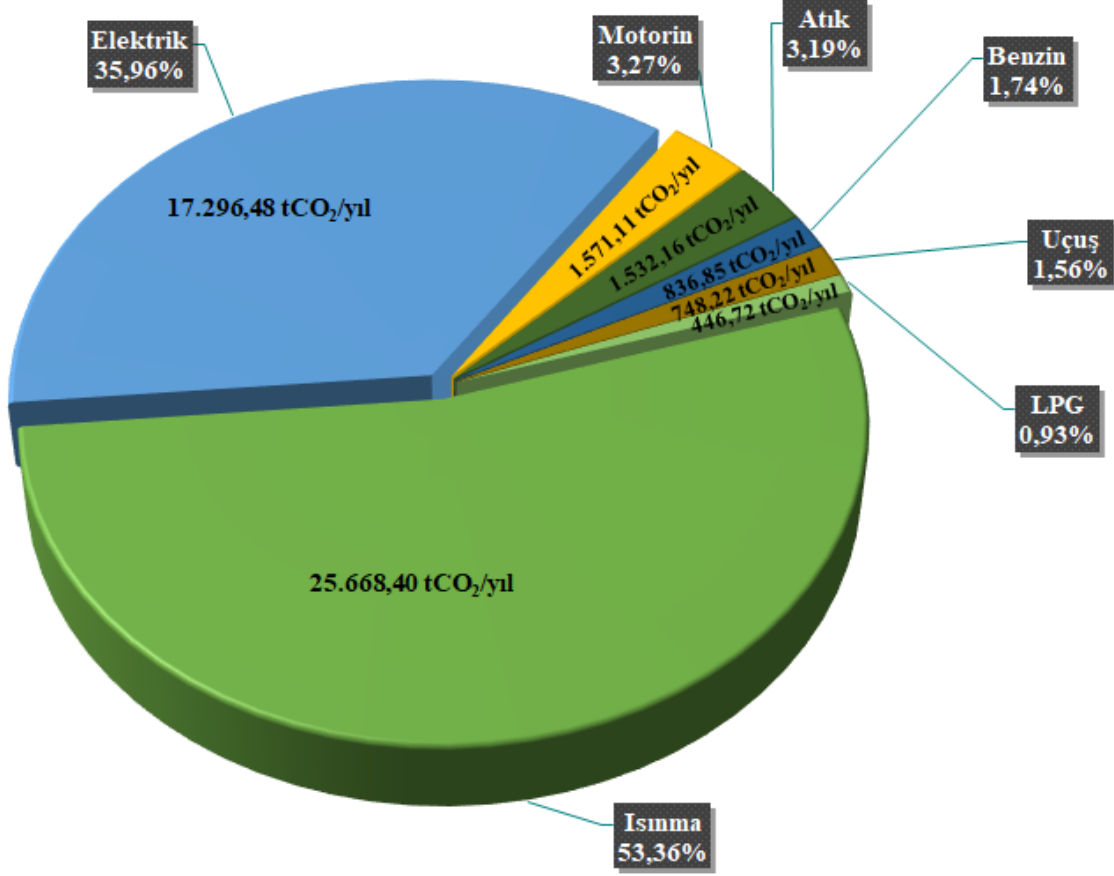
KAYNAK	TÜKETİM	CO <sub>2</sub> EMİSYONU (tCO <sub>2</sub> /yıl)			TOPLAM EMİSYON (tCO <sub>2</sub> /yıl)
		KAPSAM 1	KAPSAM 2	KAPSAM 3	
Elektrik (kWh/yıl)	37.576.527	-	17.296,475	-	17.296,475
Doğal Gaz (m <sup>3</sup> /yıl)	15.485.406	25.668,403	-	-	25.668,403
Araçlar (L/yıl)	Benzin	374.619	836,853	-	836,853
	Motorin	600.075	1.364,431	-	1.571,106
	LPG	278.568	446,723	-	446,723
Atık (t/yıl)	8.064	-	-	1.532,160	1.532,160
Uçuş (km/yıl)	4.890.349	-	-	748,223	748,223
<b>TOPLAM (tCO<sub>2</sub>/yıl)</b>		<b>28.316,410</b>	<b>17.296,475</b>	<b>2.487,057</b>	<b>48.099,943</b>
<b>Kapsam yüzdesi (%)</b>		58,87	35,96	5,17	100
<b>Kişi Başı Değer (tCO<sub>2</sub>/kişi.yıl)</b>					<b>1,78</b>

Şekil 3’te ise emisyon kaynaklarının yüzdesel dağılımı verilmiştir.

Tablo 9’dan da görüldüğü gibi, Atatürk Üniversitesi Merkez Kampüsü kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonlarının büyük bir kısmını Kapsam 1 ve Kapsam 2 oluşturmaktadır. Kapsam 1 içerisindeki en önemli emisyon ise bulunduğu ilin oldukça soğuk kış aylarına sahip iklim şartları nedeniyle ısınma amaçlı tüketilen doğal gaz olup, bunu Kapsam 2 içeriğinde bulunan elektrik tüketimi izlemektedir. Bu durum Şekil 3’te de açıkça görülmektedir.

İçerisinde bulunduğumuz Covid-19 pandemisinin de etkisiyle tüm oranların normal değerler dışında olduğu söylenebilir. Örneğin, pandemi nedeniyle uzaktan yürütülen eğitim faaliyetlerinin özellikle evsel elektrik harcamalarını artırdığı ayrıca, Kapsam 3 içerisine giren ulaşım faaliyetlerinin düştüğü ve bu nedenle de literatüre göre düşük sayılabilecek bir yüzdeye gerilediği söylenebilir (%5,17). Yakıt kaynaklı emisyon miktarının %53,36’lık en büyük paya sahip olmasının bir nedeni de atık miktarları ve alan dışı taşıma gibi diğer bazı faaliyetlerin normal değerlerin altında oluşudur. Örneğin pandemi nedeniyle Ülkemizin tüm illerinden şehrimize gelen öğrencilerimizin neredeyse tamamı bu seyahatlerini gerçekleştiremediklerinden Kapsam 3 içerisine giren emisyon miktarları oluşmamıştır. Ayrıca, Üniversitemizin sahip olduğu Açıköğretim Fakültesinin de tüm Türkiye’ye yayılmış olan oldukça fazla miktarda öğrenci için

daha önce yüz yüze yapılan sınavlar dahil tüm eğitim faaliyetlerini çevrimiçi gerçekleştirmiş olması büyük yekûn tutan nakliye ve kağıt tüketimi gibi emisyon kaynaklarını ortadan kaldırmıştır.



Şekil 3. Kampüs emisyon kaynaklarının yüzdesel olarak dağılımı.

Karşılaştırma yapmak açısından literatürdeki farklı üniversitelere ait çalışmalarda hesaplanmış olan karbon emisyon değerleri Tablo 10’da verilmiştir. Bu tablo incelendiğinde, üniversitemizin literatürde verilen diğer kampüslerdeki emisyon yüzdelerinden bir miktar farklara sahip olduğu (bunun nedeninin yukarıda da anlatıldığı gibi Pandemi olduğu düşünülmektedir) ancak, kişi başı CO<sub>2</sub> emisyonu değerinin normal aralıklarda kaldığı görülmektedir. Daha önce de bahsedildiği üzere pandemi sonrası önceki normale döndüğünde yapılacak çalışmada kantitatif olarak emisyon değerleri ve kapsamı değişse de **1,78 tCO<sub>2</sub> olan kişi başı değer** çok fazla değişeceği düşünülmemektedir.

Ülke geneli ile karşılaştırmak gerekirse, Ülkemizin Sera gazı emisyon envanter sonuçlarına göre [12], 2018 yılı toplam sera gazı emisyonu bir önceki yıla göre %0,5 azalarak 520,9 milyon ton

(Mt) CO<sub>2</sub> eşdeğer olarak hesaplandı. 2018 yılı emisyonlarında CO<sub>2</sub> eşd. olarak en büyük payı %71,6 ile enerji kaynaklı emisyonlar alırken bunu sırasıyla %12,5 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, %12,5 ile tarımsal faaliyetler ve %3,4 ile atık takip etmiştir. Kişi başı toplam sera gazı emisyonu 1990 yılında 4 ton CO<sub>2</sub> eşd., 2017 yılında 6,5 ton CO<sub>2</sub> eşd. ve 2018 yılında 6,4 ton CO<sub>2</sub> olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 10.** Yurt dışında bulunan bazı kampüslerin karbon emisyonları [13].

ÜNİVERSİTE	ÜLKE	YIL	EMİSYON (tCO <sub>2</sub> )	KİŞİ BAŞI DEĞER (tCO <sub>2</sub> /kişi)	KAP.1 (%)	KAP.2 (%)	KAP.3 (%)
De Montfort	İngiltere	2008/09	51.080	1,99	6,0	15,0	79,0
Valencia	İspanya	2010	58.517	0,88	6,3	20,0	73,6
National Autonomous	Meksika	2010	1.577	1,47	5,0	42,0	53,0
Madrid School of Forestry Engineering	İspanya	2010	2.147	1,87	8,3	32,7	59,0
University of Talca (Curico Kampüsü)	Şili	2012	1.568	1,00	16,0	16,0	68,0
Alberta	Kanada	2012-13	325.351	6,51	52,0	40,0	8,0
Cartagena Polytechnic	İspanya	2013	9.088	1,07	3,6	16,9	79,4
Valladolid	İspanya	2014	22.080	1,11	24,6	30,2	45,2
Edith Cowan	Avustralya	2015	24.797	1,73	4,0	69,0	27,0
Cambridge	İngiltere	2016	102,049	3,50	20,0	52,0	28,0
California Berkeley	USA	2016	151.650	2,90	44,2	28,1	27,7
M'alaga	İspanya	2017	24.831	0,66	2,0	57,0	41,0
Autonomous Metropolitan (Cuajimalpa Kam.)	Meksika	2016	2.956	1,07	4,0	24,0	72,0
<b>Atatürk Üniversitesi (Merkez Kampüsü)</b>	<b>Türkiye</b>	<b>2020</b>	<b>48.099</b>	<b>1,78</b>	<b>58,87</b>	<b>35,96</b>	<b>5,17</b>



## 5. KAYNAKLAR

1. *Atatürk Üniversitesi Genel Sekreterliği, Atatürk Üniversitesi Tüketim Verileri* 2021.
2. Chen, R., R. Zhang, and H. Han, *Where has carbon footprint research gone? Ecological Indicators*, 2021. **120**.
3. Wee Kean, F., et al., *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*. Greenhouse Gas Protocol, 2006.
4. Yañez, P., A. Sinha, and M. Vásquez, *Carbon Footprint Estimation in a University Campus: Evaluation and Insights*. Sustainability, 2019. **12**(1).
5. *Atatürk Üniversitesi Strateji Geliştirme Kurulu STRATEJİK PLAN 2019-2023*. 2019.
6. Sprangers, S., *Calculating the carbon footprint of universities, Master's Thesis Economics & Informatics*. 2011: p. 107.
7. Üreden, A. and S. Özden, *Kurumsal Karbon Ayak İzi Nasıl Hesaplanır: Teorik Bir Çalışma*. Anatolian Journal of Forest Research, 2018. **4**(2): p. 10.
8. Loyarte-López, E., M. Barral, and J.C. Morla, *Methodology for Carbon Footprint Calculation Towards Sustainable Innovation in Intangible Assets*. Sustainability, 2020. **12**(4).
9. TÜİK, *Motorlu Kara Taşıtları, Kasım 2020, TÜİK Haber Bülteni*. 2020. p. 3.
10. Gómez, D.R. and J.D. Watterson, *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. 2006(Chapter 2: Stationary Combustion): p. 47.
11. Argun, M.E., R. ErgÜÇ, and Y. Sari, *Konya/SelÇuklu İlÇesİ Karbon Ayak İzİnİn Belİrlenmesİ*. Selcuk University Journal of Engineering ,Science and Technology, 2019. **7**(2): p. 287-297.
12. TÜİK, *Sera Gazı Emisyon İstatistikleri , 1990-2018, TÜİK Haber Bülteni*. 2020. p. 3.
13. Mendoza-Flores, R., R. Quintero-Ramírez, and I. Ortiz, *The carbon footprint of a public university campus in Mexico City*. Carbon Management, 2019. **10**(5): p. 501-511.