

EÜAŞ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

KARBON AYAK İZİ



ÇEVRE VE KAMULAŞTIRMA DAİRE
BAŞKANLIĞI

2017 NİSAN

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	2
TABLolar	3
YÖNETİCİ ÖZETİ	4
1. GİRİŞ	5
2. EÜAŞ'IN GENEL DURUMU.....	7
2.1 Enerji.....	7
2.2 Ulaşım	7
3. IPCC METODOLOJİSİ VE HESAPLAMALAR	8
3.1 TİER YAKLAŞIMLARI	8
3.1.1 Tier-1	8
3.1.2 Tier-2	8
3.1.3 Tier-3	8
3.2 Elektrik Detaylı Metot.....	9
3.3 Doğalgaz Detaylı Metot	11
3.4 Karayolu Ulaşımı Detaylı Metot.....	11
a) Yurt İçi Görev (Otobüs)	12
b) Yurt İçi Görev (Kurum Araçları)	13
c) Personel Servisleri	13
3.5 Havayolu Ulaşımı Detaylı Metot.....	13
a) Yurt İçi Görev.....	14
b) Yurt Dışı Görev	14
3.6 Karbon Ayak İzinin Hesaplanması.....	14
4. TÜRKİYEDE VE DÜNYADA NEREDEYİZ?.....	16
5. BULGULAR, SONUÇLAR VE ÖNERİLER	19
KAYNAKLAR.....	22

TABLULAR

Tablo.1	Elektrik Tüketimi Emisyon Faktörü (TÜİK,2012)	9
Tablo.2	Yakıt Çeşitlerinin Elektrik Üretimdeki Payı (TÜİK)	10
Tablo.3	Doğalgazın Standart Emisyon Faktörü.....	11
Tablo.4	Yakıtların Net Kalori Değerleri (TJ/Kt).....	12
Tablo.5	Yakıtların Karbon Emisyon Faktörü (tC/TJ).....	12
Tablo.6	Taşıtların Yakıt Miktarları (litre/100 km)	12
Tablo.7	Karbon Ayak İzi	15
Tablo.8	Ülkelerin Karbon Ayak İzi Değerleri	17
Tablo.9	Bazı Ülkelerin/Bölgelerin/Ekonomik Oluşumların Nüfusları	17
Tablo.10	Bazı Ülkelerin/Bölgelerin/Ekonomik Oluşumların Karbon Ayak İzleri	18
Tablo.11	Karbon Ayak İzini Oluşturan Parametreler	19

YÖNETİCİ ÖZETİ

Karbon Ayak İzi; her insanın ulaşım, ısınma, enerji tüketimi veya satın aldığı her türlü ürün neticesinde atmosfere yayılmasına neden olduğu karbon miktarını anlatmak üzere kullanılan bir terimdir. Başka bir ifadeyle, aldığımız her ürün veya gerçekleştirdiğimiz her faaliyet için gerekli olan enerjinin üretilmesi sırasında atmosfere salınan karbon gazı toplamını ifade etmektedir.

Bu çalışma, EÜAŞ Genel Müdürlüğü Merkez Teşkilatı faaliyetleri kapsamında sera gazı emisyonlarına katkımızı hesaplamak ve bu konudaki yerimizi görmek amacıyla yapılmıştır. EÜAŞ olarak fosil yakıtlar kullanarak elektrik üreten bir kurum olmamıza rağmen karbon ayak izimizi hesaplayarak bu konudaki hassasiyetimizi ortaya koymaya çalışıyoruz.

Çalışma kapsamında, IPCC metodolojisi ve verileri kullanılarak elektrik tüketimi, doğalgaz tüketimi (ısınma), karayolu ulaşımı ve havayolu ulaşımından kaynaklı CO₂ salımları detaylı bir şekilde hesaplanmıştır.

Elektrik tüketimi %54, doğalgaz tüketimi %33 ile Karbon Ayak İzimizi en çok etkileyen parametrelerdir. Karbon Ayak İzimizi azaltmak için yapılacak çalışmalarda bu iki parametreye yoğunlaşmamız en yüksek faydayı almamızı sağlayacaktır. Bu amaçla enerji tüketiminde tasarruf yapmak bir yöntem olduğu gibi elektrik üretmek de diğer bir yöntemdir. Bu çalışma kapsamında, EÜAŞ Genel Müdürlüğü çatısına fotovoltaik güneş enerjisi sistemi kurarak üretilecek elektriğin sağlayacağı katkı da değerlendirilmiştir.

1. GİRİŞ

Hava, yeryüzünün herhangi bir yerinde ve herhangi bir anda yaşanan ya da gözlenen atmosferik olayların tümü olarak, iklim ise, yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar boyunca yaşanan ya da gözlenen tüm hava koşullarının ortalama özelliklerinin yanı sıra, onların oluşma sıklıklarının zamansal dağılımlarının, gözlenen ekstrem (aşırı, uç) değerlerin, şiddetli olayların ve tüm değişkenlik tiplerinin bileşimi şeklinde tanımlanır. Hava ve iklim insanların etkinliklerini çok değişik yönlerden etkilemektedir. İnsanlar, yüzyıllardır yaşamlarını hava ve iklimin değişimlerine ve etkilerine göre şekillendirmiştir. Büyük iklimsel değişiklikler insanların yaşam şekilleri ve alanları üzerinde çok büyük etkilere neden olmuştur. İklim değişikliği de, iklimin ortalama durumunda ya da onun değişkenliğinde onlarca yıl ya da daha uzun yıllar boyunca süren istatistiksel olarak anlamlı değişimler şeklinde tanımlanabilir.

Dünyanın İklim Sistemi, eksen eğikliği gibi dünyanın kendi iç dinamikleri ve dış faktörlerin etkisi sonucu oluşmaktadır. Volkanik faaliyetler, okyanus akıntıları, güneş ışınları gibi doğal dış faktörlerin yanı sıra insan faaliyetlerinin atmosferin bileşimi üzerindeki etkileri de dış faktörleri oluşturur. İklim sistemi, yerkürenin yaklaşık 4,5 milyar yıllık jeolojik tarihi boyunca, milyonlarca yıldan on yıllara kadar tüm zaman ölçeklerinde değişme eğilimi göstermiştir. Son yapılan çalışmalara göre, atmosferdeki CO₂ birikimi yaklaşık 280±10 ppm dolaylarında değişen bir dalgalanma göstermiştir.

19. yüzyılın ortalarından (sanayi devriminden) itibaren, iklimdeki doğal değişikliklere ek olarak, ilk kez insan etkinliklerinin de iklimi etkilediği yeni bir döneme girilmiştir. Özellikle fosil yakıtların yakılması, arazi kullanımı değişiklikleri, ormansızlaşma ve sanayi süreçleri gibi insan kaynaklı faaliyetler sonucunda, atmosferdeki sera gazı birikimleri hızla artış göstermiştir. Sonuç olarak küresel ortalama hava sıcaklıklarının geçen yüzyılda 0.4 ile 0.8 °C arasında arttığı bilinmektedir. Bu ısınma, geçen 1000 yılın herhangi bir dönemindeki artıştan daha büyük ve dikkat çekicidir. Küresel iklimde gözlenen ısınmanın yanı sıra, en gelişmiş iklim modelleri, küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında 1990-2100 döneminde 1.4 ile 5.8 °C arasında bir artış olacağını öngörmektedir. Küresel sıcaklıklardaki artışlara bağlı olarak hidrolojik döngünün değişmesi, kara ve deniz buzullarının erimesi, kar ve buz örtüsünün alansal daralması, deniz seviyesinin yükselmesi, iklim kuşaklarının yer değiştirmesi ve yüksek sıcaklıklara bağlı salgın hastalıkların artması gibi dünya ölçeğinde sosyoekonomik sektörleri, ekolojik sistemleri ve insan yaşamını doğrudan etkileyecek önemli değişikliklerin oluşacağı beklenmektedir.

İklim değişikliği 21. yy'ın baskın sosyoekonomik politika konularından biri haline gelmiştir. Bu nedenle atmosferdeki sera gazı birikimini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek düzeyde durdurmayı amaçlayan ve bu amaca yönelik olarak bazı hedefler belirleyerek bu hedeflere ulaşmak için izlenecek stratejileri gösteren çeşitli yaklaşımlar, küresel işbirliği çerçevesinde

geliştirilmiştir. 1988 yılında iklim değişikliğinin insanlığın ortak sorunu olduğuna dair BM Genel Kurulu kararı ile Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kurulmuş ve 1990 yılında IPCC I.Değerlendirme Raporu hazırlanmıştır. 1992 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ve 1997 Kyoto Protokolü ile devam eden süreçte, sorunun çözümüne yönelik önemli adımlar atılmıştır. Özellikle Birleşmiş Milletler, Avrupa Birliği gibi oluşumların “Doğal kaynakların gelecek kuşakların yaşam hakkını tehlikeye sokmadan, bugünden rasyonel yönetimini sağlayarak kalkınma” anlayışını benimseyerek “sürdürülebilir üretim ve tüketim” çerçevesinde politikalarını şekillendirmeleri atılan adımların temelini oluşturmuştur. İklim değişikliği ile mücadeleyi hedefleyen, 12 Aralık 2015 tarihinde imzaya açılan ve 200’e yakın ülke tarafından imzalanan Paris Anlaşması 4 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Küresel ortalama sıcaklıklardaki artışın 2 °C’nin oldukça altında tutulması, 1,5 °C eşliğinde sınırlandırılması yönünde çalışılması ve 21. yüzyılın ikinci yarısında net sıfır emisyonlara ulaşılmasına dair hedefler Paris Anlaşması’nı kabul eden tüm ülkelere tanınmıştır. Anlaşmayı imzalayan ve parlamentolarında onaylayan ülkelerin sera gazı salımını azaltma taahhütlerini gerçekleştirmeleri beklenmektedir.

Ülkemiz, 24 Mayıs 2004 tarihi itibarıyla Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine (BMİDÇS) 189. taraf olarak katılmıştır. 18 Mayıs 2004 tarihinde Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE /TÜİK) Başkanlığınca gerçekleştirilen toplantı ile emisyon hesaplamalarında IPCC 1996 rehberinde önerilen metodolojinin kullanılacağı kararlaştırılmıştır. Türkiye, Paris Anlaşması’nı imzalayan ülkeler arasında yer almakla beraber henüz anlaşmayı onaylamamıştır.

Karbon Ayak İzi, her insanın ulaşım, ısınma, enerji tüketimi veya satın aldığı her türlü ürün neticesinde atmosfere yayılmasına neden olduğu karbon miktarını anlatmak üzere kullanılan bir terimdir. Başka bir ifadeyle, aldığımız her ürün veya gerçekleştirdiğimiz her faaliyet için gerekli olan enerjinin üretilmesi sırasında atmosfere salınan karbon gazı toplamını ifade etmektedir.

Bu çalışmadaki amaç, Kuruluşumuz merkez teşkilatı kapsamında yürütülen faaliyetlerin, karbondioksit cinsinden ölçülen ve üretilen sera gazı miktarı açısından, çevreye verdiği zararın ölçüsü olan karbon ayak izinin hesaplanmasıdır. Yani EÜAŞ’ ın Karbon Ayak İzi’ni bulmak ve Kurumsal olarak konu hakkında farkındalık oluşturarak karbon ayak izimizi küçültmek için neler yapılabileceğini ortaya koymak amaçlanmaktadır.

2. EÜAŞ'IN GENEL DURUMU

EÜAŞ, kamu yararını gözeterek, halkımızın refahını artırmak yolunda, ülke kaynaklarını en verimli şekilde kullanarak, yasa ile kendisine verilen yetkiler çerçevesinde güvenilir, ekonomik, kaliteli, çevreye duyarlı ve karlılık ilkesi elektrik enerjisi üretme misyonuna ve sektörde modern ve temiz enerji teknolojilerinin kullanımıyla üretim performansını sürekli arttırma vizyonuna sahip bir kamu kuruluşudur.

Bu çalışma sadece EÜAŞ Genel Müdürlüğü merkez teşkilatı için yapılmıştır. EÜAŞ'a bağlı bulunan Termik ve Hidroelektrik Santralleri için benzer bir çalışmanın ilerleyen dönemlerde yapılması planlanmaktadır.

Karbon Ayak İzi; ısınma, elektrik tüketimi, ulaşım (kara-hava), yemek, atıklar, orman gibi etkenler üzerinde hesaplanmaktadır ancak bu çalışmaya sadece ısınma, elektrik tüketimi ve ulaşım (kara-hava) dahil edilmiştir.

2.1 Enerji

Televizyon izlemek, vantilatörü açmak gibi basit gözükken, ancak elektriğe bağlı her türlü insan faaliyeti sera gazlarının salımına neden olmaktadır. Küresel sera gazı emisyonlarının ekonomik sektörlere göre dağılımına bakıldığında enerji sektörü %25'lik pay ile en yüksek payı oluşturmaktadır. Yakıt çıkarma, rafinasyon ve petrol işleme gibi diğer enerji sektörü kaynaklı emisyonların ise toplam sera gazı emisyonları içindeki payı %10'dur. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın verilerine göre, enerji ihtiyacı her yıl yaklaşık %4 artan Türkiye' de enerji gereksinimlerinin üçte birinden fazlası sadece fosil yakıtlarla karşılanmaktadır.

2.2 Ulaşım

Ulaşım sektörü, her yıl küresel olarak salınan sera gazlarının %14'ünün sebebidir. Kara ulaşımında otomobil ve otobüs gibi ulaşım araçları, büyük miktarda sera gazının salınmasına neden olmaktadır. Ancak kişi başına her kilometrede en fazla sera gazı salımına yol açan havacılık sektörü, tüm sera gazı salımlarının yaklaşık % 5'ini oluşturmaktadır. Ulaşım alanındaki enerjinin neredeyse tamamı petrol kaynaklı yakıtlardan özellikle benzin ve dizel yakıtlardan gelmektedir.

3. IPCC METODOLOJİSİ VE HESAPLAMALAR

Bu bölümde karbon emisyon hesabı için kullanılabilen farklı yaklaşımlar, hesaplama yöntemleri ve ihtiyacımız olan emisyon faktörünün hesaplanması ya da bulunması açıklanacaktır. Bu yaklaşımlardan bir olan Tier-1 Metodu en az veri kullanılarak hesaplama yapılan basit bir yöntemdir. Bu metod kullanılarak en az doğrulukla emisyon değeri elde edilebilir. Tier-2 ve Tier-3 yaklaşımları için ise daha fazla veriye ve kaynağa (zaman, uzmanlık, vb.) ihtiyaç vardır. Sonucunda da bu yöntemler daha doğru sonuçlar verir.

3.1 TIER YAKLAŞIMLARI

3.1.1 Tier-1

Bu yaklaşım ile emisyon hesabı için;

- Tüketilen yakıt miktarı
- Standart emisyon faktörünün belirlenmesi yeterlidir.

FORMÜL;

$$\text{Emisyon}_{\text{GHG,FUEL}} (\text{kg GHG}) = \text{Yakıt Tüketimi (TJ)} \times \text{Emisyon Faktörü (Kg GHG/TJ)}$$

3.1.2 Tier-2

Bu yaklaşım ile emisyon hesabı için;

- Tüketilen yakıt miktarı
- Ülkeye özel emisyon faktörünün belirlenmesi (her yakıt için) gerekmektedir.

FORMÜL;

$$\text{Emisyon}_{\text{GHG,FUEL}} (\text{kg GHG}) = \text{Yakıt Tüketimi (TJ)} \times \text{Emisyon Faktörü (Kg GHG/TJ)}$$

Ülkeye özel emisyon faktörünü etkileyen parametrelerden bazıları yakıtın kalitesi, karbon içeriği ve kullanılan yakma teknolojisidir.

3.1.3 Tier-3

Diğer iki metod bize ancak ortalama emisyon değerini verebilir. Aslında emisyon değeri aşağıdaki parametrelere bağlıdır.

- Kullanılan yakıt tipine
- Yakma teknolojisi
- Çalışma şartları
- Kontrol teknolojisi
- Bakımın kalitesi
- Ekipmanların yaşı (yakıtı yakan)

Bu yaklaşım için emisyon faktörünün ve yakıt tüketiminin özel olarak hesaplanması gerekmektedir. Tier-3 ile tesis bazında emisyon faktörü bilgisi kullanılarak en hassas emisyon hesabı yapılmaktadır.

3.2 Elektrik Detaylı Metot

Elektrik Üretim Anonim Şirketi Genel Müdürlüğü ve Enerji Bakanlığı binasında bulunan Kurum personeline ait elektrik tüketim miktarı kullanılarak Tier-2 Metodu ile hesaplama yapılmıştır.

Yıllık tüketim verileri EÜAŞ Destek Hizmetleri Daire Başkanlığından temin edilmiştir.

Emisyon Faktörü TÜİK verilerinden elde edilmiştir (Tablo.1).

FORMÜL;

Emisyon (kg GHG) = Elektrik tüketimi (TJ) x Emisyon Faktörü (kg GHG/TJ)

Tablo.1 Elektrik Tüketimi Emisyon Faktörü (TÜİK,2012)

Years	Emission Factor (kg CO ₂ /kWh)
2000	0,77
2001	0,76
2002	0,72
2003	0,66
2004	0,68
2005	0,68
2006	0,65
2007	0,65
2008	0,62
2009	0,61
2010	0,69
2011	0,68
2012	0,67

Elektrik için emisyon faktörü, elektriği üretmek için kullanılan yakıtların cinsi ve kullanılma miktarlarına bağlıdır. Aşağıdaki tabloda Türkiye elektrik üretimi için yıllara göre kullanılan yakıt tipleri ve kullanım yüzdeleri verilmiştir.

Tablo.2 Yakıt Çeşitlerinin Elektrik Üretimdeki Payı (TÜİK)

Enerji kaynaklarına göre elektrik enerjisi üretimi ve payları						
Electricity generation and shares by energy resources						
Yıl	Toplam	Kömür	Sıvı yakıtlar	Doğal gaz	Hidrolik	Yenilenebilir Enerji ve Atıklar ⁽¹⁾
Year	Total	Coal	Liquid fuels	Natural Gas	Hydro	Renewable Energy and wastes
	(GWh)				(%)	
1970	8.623	32,7	30,2	-	35,2	1,9
1971	9.781	30,4	41,2	-	26,7	1,7
1972	11.242	26,0	43,9	-	28,5	1,6
1973	12.425	26,1	51,3	-	21,0	1,6
1974	13.477	28,8	44,8	-	24,9	1,5
1975	15.623	26,3	34,5	-	37,8	1,4
1976	18.283	23,7	29,6	-	45,8	0,9
1977	20.565	23,8	33,4	-	41,7	1,1
1978	21.726	25,7	30,7	-	43,0	0,6
1979	22.522	28,6	25,1	-	45,7	0,6
1980	23.275	25,6	25,0	-	48,8	0,6
1981	24.673	24,9	23,6	-	51,1	0,4
1982	26.552	24,2	22,4	-	53,4	0,0
1983	27.347	31,4	27,1	-	41,5	0,0
1984	30.614	33,0	23,0	-	43,9	0,1
1985	34.219	43,9	20,7	0,2	35,2	0,0
1986	39.695	49,0	17,6	3,4	29,9	0,1
1987	44.353	39,8	12,4	5,7	42,0	0,1
1988	48.049	26,0	6,9	6,7	60,3	0,1
1989	52.043	38,9	8,2	18,3	34,5	0,1
1990	57.543	35,1	6,8	17,7	40,2	0,2
1991	60.246	35,8	5,6	20,8	37,6	0,2
1992	67.342	36,5	7,8	16,0	39,5	0,2
1993	73.808	32,1	7,0	14,6	46,1	0,2
1994	78.322	36,0	7,1	17,6	39,1	0,2
1995	86.247	32,5	6,7	19,2	41,2	0,4
1996	94.862	32,0	6,9	18,1	42,7	0,3
1997	103.296	32,8	6,9	21,4	38,5	0,4
1998	111.022	32,2	7,2	22,4	38,0	0,3
1999	116.440	31,8	6,9	31,2	29,8	0,3
2000	124.922	30,6	7,5	37,0	24,7	0,3
2001	122.725	31,3	8,4	40,4	19,6	0,3
2002	129.400	24,8	8,3	40,6	26,0	0,3
2003	140.581	22,9	6,6	45,2	25,1	0,2
2004	150.698	22,8	5,0	41,3	30,6	0,3
2005	161.956	26,6	3,4	45,3	24,4	0,3
2006	176.300	26,4	2,4	45,8	25,1	0,3
2007	191.558	27,9	3,4	49,6	18,7	0,4
2008	198.418	29,1	3,8	49,7	16,8	0,6
2009	194.813	28,6	2,5	49,3	18,5	1,2
2010	211.208	26,1	1,0	46,5	24,5	1,9
2011	229.395	28,8	0,4	45,4	22,8	2,6
2012	239.497	28,4	0,7	43,6	24,2	3,1
2013	240.154	26,6	0,7	43,8	24,7	4,2
2014	251.963	30,2	0,9	47,9	16,1	4,9
2015	261.783	29,1	0,9	37,9	25,6	6,5

❖ Hesaplama;

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı kampüs alanında tüketilen elektrik miktarı, her bir binada ayrı ayrı sayaç bulunmaması sebebiyle TEİAŞ, TEDAŞ ve EÜAŞ arasında eşit şekilde paylaşılmaktadır. Kurumumuza düşen elektrik tüketim değeri 2016 yılı için 2.700.035 kWh olarak bildirilmiştir.

Elektrik tüketim emisyon faktörü TÜİK, 2012 verilerinin aritmetik ortalaması olan 0,68 olarak hesaba dahil edilmiştir.

Toplam CO₂ Emisyonu=2.700.035x0,68

Toplam CO₂ Emisyonu=1.836.023 kg

Toplam CO₂ Emisyonu=1.836 ton olarak hesaplanmıştır.

3.3 Doğalgaz Detaylı Metot

Doğal gaz, işletmemizde ısınma amaçlı olarak kış aylarında kullanılmaktadır. Tüketim verileri EÜAŞ Araştırma ve Planlama Daire Başkanlığı'ndan temin edilmiştir. Bu kısımda Tier-1 metodu kullanılmıştır ve doğal gaz için standart emisyon faktörü aşağıdaki tablodan elde edilmiştir.

FORMÜL;

Emisyon (kg GHG) = Doğal gaz tüketimi (TJ) x Emisyon Faktörü (kg GHG/TJ)

Tablo.3 Doğalgazın Standart Emisyon Faktörü

DEFAULT EMISSION FACTORS FOR STATIONARY COMBUSTION IN THE ENERGY INDUSTRIES (kg of greenhouse gas per TJ on a Net Calorific Basis)									
Fuel	CO ₂			CH ₄			N ₂ O		
	Default Emission Factor	Lower	Upper	Default Emission Factor	Lower	Upper	Default Emission Factor	Lower	Upper
Natural Gas	56 100	54 300	58 300	1	0.3	3	0.1	0.03	0.3

Doğal gaz tüketimi m³ cinsinden ölçülür. Burada öncelikle doğal gazın üst ısıl değeri (9155 Kcal/m³) kullanılarak taşıdığı enerji hesaplanmalıdır.

Enerji miktarı(TJ)=Tüketim (m³) x Üst ısıl değeri(Kcal/m³) x 10⁻⁹ x 4,18(TJ/Kcal)

❖ Hesaplama;

EÜAŞ Genel Müdürlüğü doğalgaz tüketim değeri 2016 yılı için 532.207 m³'tür.

Emisyon faktörü IPCC verilerinde 56,1 kgCO₂/GJ olarak verilmiştir ve;

Toplam CO₂ Emisyonu=1.142,6 ton olarak hesaplanmıştır.

3.4 Karayolu Ulaşımı Detaylı Metot

Şirket personeli tarafından kullanılan araçlardan kaynaklı emisyon değerlerinin hesaplanması bu bölümde yapılmıştır. Bu kapsamda yurt içi görev (otobüs), yurt içi görev (şirket araçları) ve personel servisleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Gerekli veriler Destek Hizmetleri Daire Başkanlığı, Mali

İşler Daire Başkanlığı ve TEDAŞ'tan temin edilmiştir. Hesaplama metodu olarak Tier-2 tercih edilmiştir.

FORMÜL;

Emisyon CO₂ (kg)= Mesafe (km) x Aracın yakıt tüketimi (litre/km) x Yakıt Kalorisi (TJ/kt) x Yakıtın Karbon Emisyon Faktörü (tC/TJ) x CO₂ Emisyon Faktörü x Birim Dönüşümü

Hesaplama işleminde kullanılan tablolar aşağıda verilmiştir.

Tablo.4 Yakıtların Net Kalori Değerleri (TJ/Kt)

YAKIT	Net Kalori Değerleri (TJ/k)
Benzin (Otomotiv ve havacılık)	44.80
Jet Yakıtı	44.59
Dizel Yakıt (Motorin)	43.33
Fuel Oil	40.19
LPG	47.31

Tablo.5 Yakıtların Karbon Emisyon Faktörü (tC/TJ)

YAKIT	Karbon Emisyon Faktörü (tC/TJ)
Benzin	18,9
Jet Yakıtı	19,5
Dizel Yakıt (Motorin)	20,2
LPG	17,2
Doğal Gaz (Kuru)	15,3

Tablo.6 Taşıtların Yakıt Miktarları (litre/100 km)

Otomobil			Kamyon	Kamyonet	Minibüs	Otobüs	Motosiklet
Benzil	Dizel	LPG					
8.50	7.30	11.2	29.90	10.90	10.90	29.90	4.00

a) Yurt İçi Görev (Otobüs)

2016 yılı içerisinde EÜAŞ personelinin yurt içi görev amacıyla yaptıkları yolculuklarda otobüs kullandıkları kabul edilmiştir (hava yolu ayrı olarak hesaplanmıştır) ve hesaplamalar bu doğrultuda gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra otobüste bulunan EÜAŞ personeline düşen emisyon miktarı ayrı olarak hesaplanmıştır.

❖ Hesaplama;

2016 yılına ait yurt içi görevleri için aylık bilgiler elimizde bulunmamaktadır. Nisan aylarının görevlendirmelerde en yoğun ay olduğu bilgisi doğrultusunda 2015 yılı nisan ayının %70'i tüm yıl ortalaması kabulüyle;

Toplam CO₂ Emisyonu=22,838 ton olarak hesaplanmıştır.

b) Yurt İçi Görev (Kurum Araçları)

2016 yılı içerisinde şirket araçları kullanılarak yapılan yolculuklar/görevler için hesaplamalar otomobil ve minibüs olarak ayrı ayrı yapılmıştır ve;

Toplam CO₂ Emisyonu=135,175 ton olarak hesaplanmıştır.

c) Personel Servisleri

Personelin işe geliş ve dönüşlerde kullandıkları araçlara ait hesaplamalardır. Personel servisleri EÜAŞ personelinin yanı sıra TEİAŞ, TEDAŞ ve Enerji Bakanlığı personeli tarafından da kullanılmaktadır. Bu amaçla hangi serviste kaç EÜAŞ personeli bulunduğu bilgisi elde edilmiş ve EÜAŞ'a düşen emisyon miktarı;

Toplam CO₂ Emisyonu=148,531 ton olarak hesaplanmıştır.

3.5 Havayolu Ulaşımı Detaylı Metot

Havayolu ulaşımında emisyon hesabı iki bölüme ayrılmaktadır. Bunlar LTO (Landing-Take Off) ve Cruise (yol) durumlarıdır. LTO, uçağın iniş-kalkış ve hava alanındaki bekleme durumunda oluşan (914 metreden daha az), Cruise ise uçağın yolda (914 metreden daha yüksekte) olduğu durumda oluşan emisyon salımlarını ifade etmektedir.

Havayolu ulaşımı da yine üç farklı yaklaşım ile hesaplanabilmektedir.

Tier-1 için gerekli olan tek veri yakıt tüketimi miktarıdır. Bu yaklaşımda LTO ve Cruise diye iki ayırım söz konusu değildir. FORMÜL;

$$\text{Emisyon miktarı} = \text{Yakıt tüketimi} \times \text{Emisyon Faktörü}$$

Tier-2 için LTO sayısı ve yakıt tüketimi miktarı gereklidir. FORMÜL;

$$\text{Toplam Emisyon} = \text{LTO Emisyon} + \text{Cruise Emisyon}$$

$$\text{LTO Emisyon} = \text{LTO Sayısı} \times \text{LTO Emisyon Faktörü}$$

$$\text{LTO Yakıt Miktarı} = \text{LTO Sayısı} \times \text{Her LTO için Yakıt Tüketimi}$$

$$\text{Cruise Emisyon} = (\text{Toplam Yakıt Tüketimi} - \text{LTO Yakıt Tüketimi}) \times \text{Cruise Emisyon Faktörü}$$

Tier-3 için ise uçuşa ait tüm veriler gereklidir. (Hava alanı, uçak tipi, vb.)

Uçakların LTO durumunda oluşan CO₂ salımları ve yakıt tüketim miktarları IPCC kılavuzunda ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Şirket olarak yurt içi ve yurt dışı uçuşlarımızı Türk Hava Yolları ile yapmaktayız ancak personelimiz hangi uçak ile seyahat ettiği bilgisi mevcut olmadığından dolayı tüm THY filosuna ait

ortalama bir çalışma yapılmıştır. Ortalama yakıt tüketimi, ortalama uçak kapasitesi ve ortalama emisyon değeri kullanılarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızda Tier-2 metodu kullanılmış olup LTO ve Cruise durumlarındaki emisyon değerleri ayrı olarak hesaplanmıştır.

LTO durumundaki hesap formülleri yukarıda verilmiştir.

Cruise (yol) durumundaki hesaplar karayolu ulaşımına benzer şekilde jet yakıtı tüketimi (kerosen) üzerinden yapılmıştır. Jet yakıtına ait bilgiler IPCC'de mevcuttur.

a) Yurt İçi Görev

Şirketimiz bünyesinde bulunan hidrolik ve termik santrallere ziyaretler gerçekleştirilmekte ve proje çalışmaları yapılmaktadır. Bu seyahatlerin bir kısmı havayolu ulaşımı ile sağlanmaktadır. Havayolu ulaşımından kaynaklı ortaya çıkan emisyonun şirketimize ait olan kısmı (seyahat eden personele ait) hesaplanarak toplam emisyon değerimize eklenmiştir.

❖ Hesaplama;

2016 yılına ait yurt içi uçuşlar için aylık bilgiler elimizde bulunmamaktadır. Nisan aylarının görevlendirmelerde en yoğun ay olduğu bilgisi doğrultusunda 2015 yılı nisan ayının %70'i tüm yıl ortalaması kabulüyle hesaplamalar yapılmıştır ve;

Toplam CO₂ Emisyonu=106,629 ton olarak hesaplanmıştır.

b) Yurt Dışı Görev

Yurt dışı ortaklıklar, Avrupa birliği projeleri, fuar ve seminer ile geliştirilen projeler kapsamında yurt dışı hareketliliği olmaktadır. Yine bu hareketlilikten kaynaklı ortaya çıkan emisyonun şirketimize ait olan kısmı hesaplanarak toplam emisyon değerimize eklenmiştir.

❖ Hesaplamalar;

2016 yılı yurt dışı uçuşlara ait bilgiler doğrultusunda;

Toplam CO₂ Emisyonu=38,731 ton olarak hesaplanmıştır.

3.6 Karbon Ayak İzinin Hesaplanması

Elektrik tüketimi, doğalgaz tüketimi, karayolu ulaşımı ve havayolu ulaşımına ait CO₂ emisyon değerleri yukarıdaki bölümlerde hesaplanmıştır. Aşağıdaki tabloda tüm bu hesapların özet hali mevcuttur. EÜAŞ Genel Müdürlüğü personel sayısı 953'tür. Bu bilgiler doğrultusunda 2016 yılına ait EÜAŞ Genel Müdürlüğü Karbon Ayak İzi 3,6 Ton/kişi olarak bulunmuştur.



Elektrik Üretim A.Ş.

EÜAŞ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ KARBON AYAK İZİ HESABI

ELEKTRİK TÜKETİMİ					
Elektrik Tüketimi (KWh)	Emisyon Faktörü (kg CO2/KWh)			Toplam CO2 Emisyonu (kg)	
2700035	0,68000			1836023,80	
DOĞALGAZ TÜKETİMİ					
Doğalgaz Tüketimi (m3)	Doğalgaz Enerji Miktarı (Gj)	CO2 Emisyon Faktörü (kg CO2/Gj)	Toplam CO2 Emisyonu (kg)		
532207	20366,4	56,1	1142557,52		
YURT İÇİ SEYAHAT-GÖREV (KARAYOLU)					
Toplam Yapılan Yol (km)	Personel Sayısı (Kişi)	Yakıt Türü	Toplam CO2 Emisyonu (kg)		
180240	1140	Dizel	22838,08		
YURT İÇİ SEYAHAT-GÖREV (HAVAYOLU)					
Toplam Yapılan Yol (km)	Personel Sayısı (Kişi)	Yakıt Türü	Toplam CO2 Emisyonu (kg)		
93391,2	128	Jet Yakıtı	106629,25		
YURT DIŞI SEYAHAT-GÖREV (HAVAYOLU)					
Toplam Yapılan Yol (km)	Personel Sayısı (Kişi)	Yakıt Türü	Toplam CO2 Emisyonu (kg)		
148392	60	Jet Yakıtı	38731,42		
GARAJ ARAÇLARININ GÖREVLERİ (KARAYOLU)					
Araç Tipi	Toplam Yapılan Yol (km)	Yakıt Türü	Toplam CO2 Emisyonu (kg)		
Otomobil	351818	Dizel	82423,76		
Minibüs	150800	Dizel	52752,05		
		Toplam	135175,81		
SERVİSLER (KARAYOLU)					
Araç Türü	Kullanan EÜAŞ Personel Sayısı (kişi)	Yıllık Yaptığı Mesafe (km)	Çalıştığı Miktar (Gün)	Yakıt Türü	Toplam CO2 Emisyonu (kg)
Otobüs	183	107503,04	248	Dizel	35384,96
Midibüs	369	339487,2	248	Dizel	78840,69
Minibüs	212	363057,12	248	Dizel	34306,01
				Toplam	148531,67
TOPLAM PERSONEL SAYISI		953	kişi	TOPLAM (Ton)	3430,49
KARBON AYAK İZİ		3,60	TON/KİŞİ		

Tablo.7 Karbon Ayak İzi

4. TÜRKİYEDE VE DÜNYADA NEREDEYİZ?

Sera gazı salımlarının hızla arttığı ve küresel bir felaketin habercisi durumuna geldiği dünyada, günümüzde ülke ölçeğinde, Türkiye'nin genel durumunun ve uluslararası platformdaki yerinin saptanmasının; bireysel ölçekte ise, hem yaşam biçimlerimiz hem de bu yaşam biçimimizi sürdürmemizi sağlayan altyapı nedeniyle yol açtığımız salımların hangi boyutlarda olduğunu anlamının önemi inkâr edilemez. Toplumsal bilinçlenmenin artırılması ile Türkiye sürdürülebilir kalkınma hedeflerini daha iyi şekillendirebilecek ve gerçekleştirebilecektir.

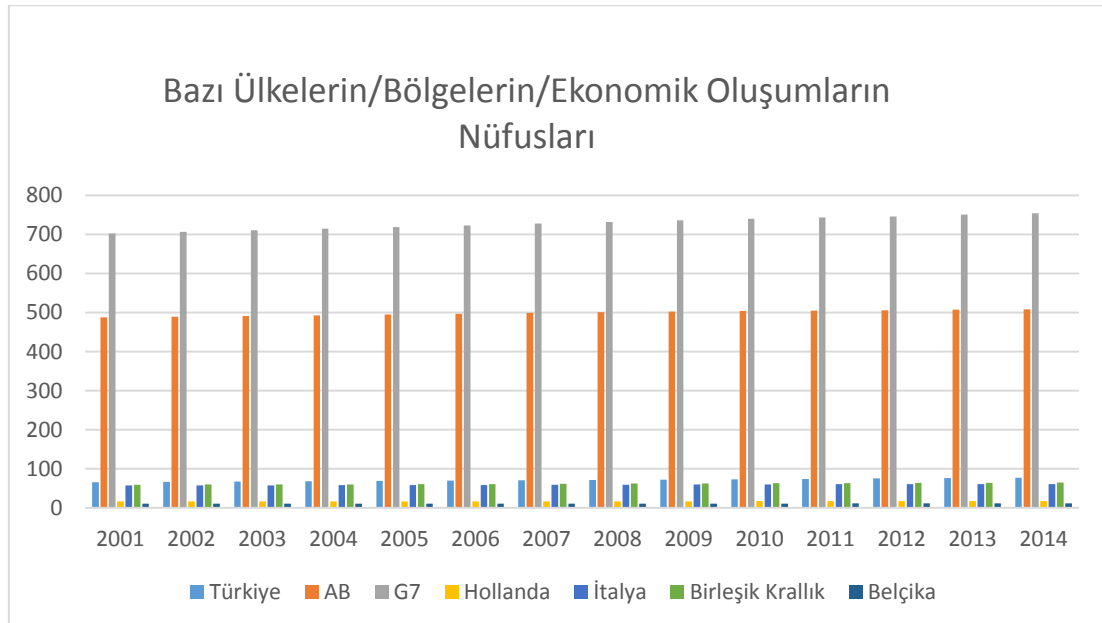
Türkiye'de bireylerin, yöneticilerin ve üst düzey karar vericilerin CO₂ salımları konusunda bilinçlenmesi; küresel olarak var olan çevresel tehdidin giderilmesinde ve ayrıca ulusal olarak karşılaşılabilecek ekonomik ve siyasi olumsuzlukların önlenmesinde büyük katkı sağlayacaktır.

Sera gazlarının küresel ısınma sürecini hızlandırma potansiyelleri, atmosferdeki yoğunlukları ve ömürleri dikkate alındığında salımları acilen azaltılması gereken en etkin sera gazının CO₂ olduğu tespit edilir. Dünya ülkelerinin CO₂ salımları ölçülüp azaltma yolları aranırken, ele alınan en önemli sektörler sanayi, ulaşım ve konut sektörleridir. Uluslararası sıralamalarda da bu sektörlerdeki faaliyetlerden çıkan CO₂ salımları değişik birim göstergeler bazında dizilmekte ve ülkenin konumu hem mutlak değer hem de diğer ülkelerle karşılaştırmalı olarak ortaya çıkmaktadır.

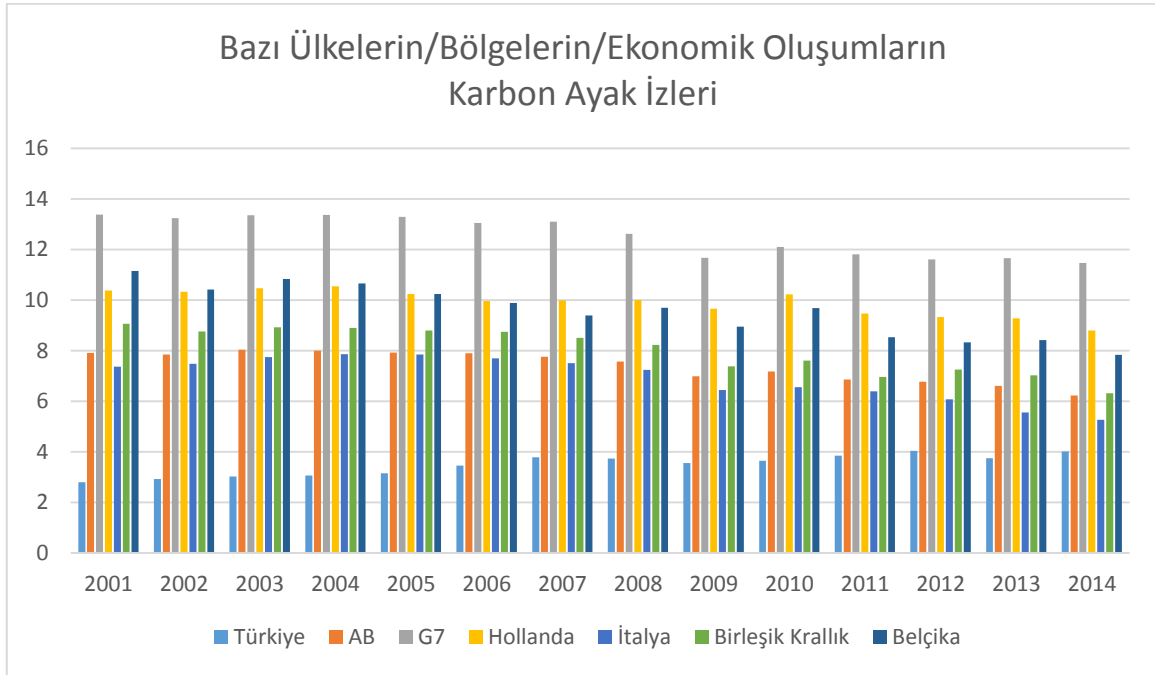
Tablo.8 Ülkelerin Karbon Ayak İzi Değerleri

Ülke/Bölge/ Ekonomik Oluşumlar- Zaman	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
AB Ülkeleri (28 Ülke)	7,91	7,84	8,03	8,00	7,92	7,90	7,76	7,57	6,98	7,17	6,86	6,77	6,60	6,22
G-7 Ülkeleri	13,38	13,23	13,35	13,36	13,29	13,04	13,10	12,62	11,67	12,10	11,81	11,60	11,66	11,47
G-8 Ülkeleri	12,82	12,69	12,84	12,85	12,80	12,66	12,71	12,34	11,42	11,88	11,71	11,47	11,50	11,27
G-20 Ülkeleri	4,65	4,67	4,84	5,02	5,14	5,25	5,40	5,35	5,24	5,51	5,64	5,63	5,68	5,67
TÜRKİYE	2,80	2,92	3,03	3,06	3,15	3,45	3,78	3,73	3,56	3,64	3,85	4,04	3,75	4,01
Kanada	16,39	16,40	16,88	16,47	16,60	16,09	16,91	16,33	15,27	15,46	15,60	15,46	15,64	15,61
ABD	19,65	19,22	19,30	19,39	19,26	18,75	18,85	18,10	16,66	17,26	16,69	16,00	16,11	16,22
Japonya	8,90	9,17	9,21	9,18	9,22	9,09	9,43	8,75	8,28	8,68	9,12	9,48	9,66	9,35
Kore	9,41	9,15	9,14	9,57	9,50	9,60	9,82	9,98	10,21	11,15	11,52	11,50	11,39	11,26
Avusturya	8,24	8,36	8,97	9,05	9,06	8,69	8,38	8,37	7,63	8,21	7,96	7,58	7,58	7,11
Belçika	11,15	10,41	10,83	10,66	10,24	9,88	9,39	9,69	8,95	9,68	8,53	8,32	8,41	7,83
Danimarka	9,77	9,68	10,66	9,59	8,94	10,37	9,45	8,85	8,49	8,51	7,54	6,59	6,88	6,12
İtalya	7,37	7,48	7,75	7,86	7,84	7,69	7,51	7,24	6,44	6,55	6,39	6,08	5,56	5,26
Lüksemburg	19,66	20,95	21,78	24,47	24,63	23,86	22,23	21,72	20,21	20,96	20,25	19,39	17,93	16,57
Hollanda	10,38	10,33	10,46	10,54	10,24	9,96	9,98	9,99	9,65	10,23	9,47	9,32	9,27	8,80
Norveç	7,28	7,16	7,68	7,75	7,46	7,61	7,65	7,40	7,39	7,69	7,31	7,06	6,91	6,87
Polonya	7,55	7,39	7,68	7,77	7,77	8,09	8,04	7,92	7,64	7,99	7,87	7,70	7,59	7,25
Portekiz	5,57	5,92	5,44	5,54	5,84	5,36	5,18	5,00	5,02	4,50	4,46	4,34	4,18	4,12
İspanya	6,86	7,17	7,17	7,45	7,64	7,33	7,47	6,73	5,95	5,63	5,67	5,57	5,05	4,99
İsveç	5,75	5,91	6,03	5,81	5,44	5,13	4,92	4,66	4,38	4,91	4,49	4,13	3,92	3,86
İsviçre	5,96	5,70	5,84	5,84	5,87	5,78	5,47	5,60	5,36	5,49	4,94	5,07	5,14	4,61
Birleşik Krallık	9,06	8,76	8,92	8,89	8,79	8,75	8,50	8,22	7,38	7,60	6,93	7,25	7,02	6,31
Kazakistan	7,35	8,05	9,04	9,75	10,36	11,30	12,09	14,69	12,60	13,55	14,18	13,93	14,63	12,94
Brezilya	1,68	1,65	1,59	1,66	1,65	1,65	1,71	1,79	1,65	1,87	1,94	2,09	2,21	2,31
Azerbaycan	3,18	3,12	3,38	3,30	3,46	3,46	3,11	3,29	2,74	2,60	2,88	3,11	3,13	3,23
Belarus	5,13	5,15	5,24	5,60	5,69	5,96	5,83	6,13	5,88	6,31	6,01	6,11	6,15	6,06
Bosna Hersek	3,55	3,73	3,81	3,97	4,14	4,55	4,80	5,27	5,27	5,34	6,11	5,66	5,63	5,66
Bulgaristan	5,61	5,40	5,97	5,89	6,01	6,19	6,76	6,48	5,70	6,00	6,70	6,08	5,42	5,83
Çin	2,55	2,73	3,15	3,65	4,11	4,51	4,91	4,99	5,28	5,76	6,30	6,38	6,62	6,66

Tablo.9 Bazı Ülkelerin/Bölgelerin/Ekonomik Oluşumların Nüfusları



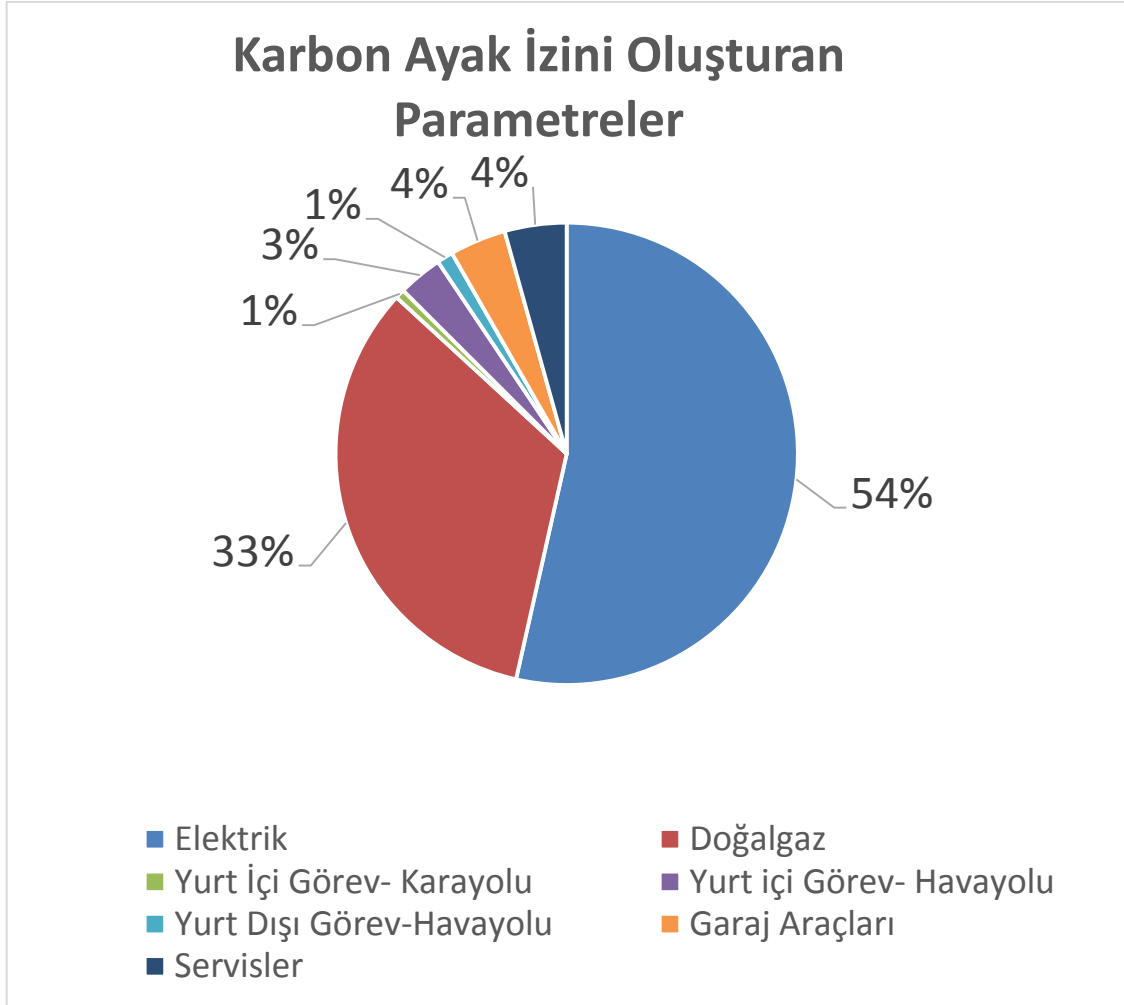
Tablo.10 Bazı Ülkelerin/Bölgelerin/Ekonomik Oluşumların Karbon Ayak İzleri



Yukarıdaki iki tablo incelendiğinde 2001- 2014 yılları arası ülkemizde nüfusun %17,7 artmasına rağmen karbon ayak izi %43,2 artış göstermiştir. Belçika, İtalya, Hollanda, Birleşik Krallık, AB, G-7 gibi ülkelerde/bölgelerde/ekonomik oluşumlarda verilerden de görüleceği üzere nüfus artışı ülkemize kıyasla çok düşüktür. Buna rağmen karbon ayak izinde Belçika' da %29,8, İtalya' da %28,6, Hollanda' da %15, Birleşik Krallık' da %30,3 AB' de %21,3, G-7 de ise %14,3'lük bir azalma sağlanmıştır.

5. BULGULAR, SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Karbon Ayak İzine, parametrelerin etkisi aşağıdaki grafikten görülmektedir. Elektrik tüketiminin %50'yi geçen etkisi ilk göze çarpan parametre olmaktadır. Bunun yanında doğalgazın üçte birlik büyük bir etkisi söz konusudur.



Tablo.11 Karbon Ayak İzini Oluşturan Parametreler

Karbon Ayak İzini nasıl azaltırız sorusunun cevabı toplamda %85'i geçen elektrik ve doğalgaz tüketimlerinin azaltılması olmaktadır. Bu kapsamda neler yapılabileceği hem Karbon Ayak İzi hem de enerji tasarrufu için iyi bir şekilde değerlendirilmelidir.

Elektrik tüketiminin azaltılması için tasarruf yapmak önemli bir katkı ortaya koyabilir. Bunun yanında elektriği yenilenebilir kaynaklardan üretip, ürettiğimiz yerde tüketmek başka bir çözüm yöntemidir. Bu amaçla EÜAŞ Genel Müdürlüğü çatısına uygulanabilecek fotovoltaik güneş enerjisi sistemi ülke ekonomisine yapacağı katkının yanında karbon salım miktarımızın azalmasına yardımcı olacaktır.

Yapılan çalışmalar neticesinde EÜAŞ Genel Müdürlüğü çatısına 120 kWm (100 kWe) kapasiteli güneş enerji sistemi kurulabilmektedir. Bu projenin bize yıllık elektrik katkısı en az 144.700 kWh olacaktır. Projenin uygulanması halinde elektrik tüketiminden kaynaklı olan Karbon Ayak İzi değerimizde %3-4 civarında azalma olacağı hesaplanmıştır. (KLMN Blok olarak hesap yapıldığında 144.700 kWh değeri, toplam tüketimin yaklaşık %25'ine denk gelmektedir ve karbon ayak izine etkisi daha büyük olacaktır.)

Büyük bir tesis içerisinde bulunmamız dolayısıyla KLMN Bloka ait net veriler elimizde bulunmamaktadır. Bu amaçla; ısınma ve elektrik tüketimi için tesis içerisindeki her binaya kalorimetre ve elektrik sayacı bağlanması verilerimiz daha doğru olmasına büyük katkı sağlayacaktır.

Tasarruf amaçlı kurumumuzda yapılabilecekler ise şunlardır:

- Kullanım halinde olmayan ve elektrik tüketen her cihazı (printer, pc, vb.) kapalı tutmak. Özellikle öğle araları yemeğe giderken kapatılacak bilgisayar, yazıcı ve aydınlatmalar önemli katkı sağlayacaktır.
- Aydınlatma hesabı yapılarak gerekli olan ihtiyaca göre ampul sayısını belirlemek ve tasarruflu ampulleri tercih etmek elektrik tüketimimiz azaltacaktır.
- Yaz aylarında soğutma amaçlı kullandığımız klimaları uygun sıcaklık değerlerine ayarlamak ve yüksek enerji sınıfı inverter klimalar kullanmak hem sağlık hem de tasarruf açısından önemlidir. Her insanın konforlu bulunduğu sıcaklık değeri farklı olsa da yaz aylarında 24 °C konfor sıcaklığı için uygun bir değerdir. Özellikle 18-20 °C sıcaklıklarda çalıştırmamak gerekmektedir.
- Ağaçlar karbon yutucu özelliklerinde dolayı Karbon Ayak İzinin azalmasına katkı sağlamaktadır. Bu amaçla bulunduğumuz bölgede ya da kurumumuza bağlı santrallerde ağaçlandırma çalışmaları yaparak çevreye verdiğimiz zararı azaltabiliriz. Bu konuda hassas davranmak ve her yıl için fidan dikme hedefleri koymak geleceğimiz için önem arz etmektedir.
- Hesaplarımıza dâhil etmediğimiz ancak karbon salımına etkisini olduğunu bildiğimiz kâğıt tüketimine dikkat ederek hem karbon salımını azaltmış hem de daha fazla ağaç kesilmesini önlediğimiz için ilave katkı sağlamış oluruz. Bu amaçla kâğıtları mümkün olduğunca arkalı-önlü kullanmak, gereksiz çıktı almamak ve müsvedde kâğıt için gereksiz kâğıtların arkasını kullanmak gerekmektedir.
- Ulaşım yöntemi olarak servis ağını tercih etmek, mümkünse yürüyerek ya da bisiklet ile işe gidip-gelmek, aynı bölgede oturan iş arkadaşları ile aynı aracı kullanmak kişisel olarak uygulanabilecek yöntemlerdir.
- Hesaplarımıza dahil etmediğimiz bir diğer parametre de atıklardır. Atıkların azaltılması, imalatçıların gereksiz ve doğada bozulmayan ambalaj malzemeleri kullanmamaları,

ambalajsız tüketilebilecek ürünlerin ambalaj kullanmadan tüketilmesi karbon ayak izini küçültecektir. Bunun yanında bitkisel ve hayvansal atıkların çöpe atılması yerine bahçede ya da belde parklarında tabii gübre olarak kullanılması, geri dönüşüm konusunda özen gösterilmesi, gerekli olmadıkça çok küçük miktarlarda ambalajlanmış gıda ürünlerinin tüketilmemesi yine pozitif etki edecektir.

- Isıtma amaçlı kullandığımız doğalgaz yerine mümkün mertebe Güneş enerjisi kullanarak bir azaltma sağlanabilir. Kaloriferlerin petek ısıları en alt düzeyde tutulmalı, binalar yeteri kadar havalandırılmalıdır. Buralarda yapılacak iyi bir ısı yalıtımı doğal gaz faturaları meblağını ve karbon ayak izini küçültmede önemli bir rol oynayabilir.

KAYNAKLAR

Ayşe Merve TURANLI, Estimation of carbon footprint; A case study for Middle East Technical University, Mayıs 2015

Teknur ATABEY, Karbon Ayak İzinin Hesaplanması; Diyarbakır Örneği, Ekim 2013

IPCC 2006

IPCC 2014

TÜİK İstatistikleri

Remzi Anıl Yavuz, Türkiye ve Dünya’da İklim Değişikliği Eylem Planları, 2015

Elektrik Üretim Anonim Şirketi Verileri

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Verileri

<http://www.turkishairlines.com/tr-tr/seyahat-bilgileri/turk-hava-yollari-yolcu-kargo-airbus-boeing-tum-ucak-filo>

https://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_economy_in_aircraft

PROJE EKİBİ

Taner AYDOĞDU Mühendis

Ömer Can AYDIN Mühendis

Adem HANCI Teknik Şef

Fatih POLAT Müdür