

Sanayi Şehri Karabük İlindeki Fosil Yakıt Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi ve Orman Varlıklarının Emisyonu Azaltmadaki Etkisi

Dr. Öğretim Üyesi Ayhan KOCAMAN^{1*}

Geliş tarihi: 21.04.2020

Kabul tarihi: 27.05.2020

Atıf bilgisi:

İzlek AkademikDergi

Sayı: 3 Sayfa: 44-55

Yıl: 2020 Dönem: Bahar

¹Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Karabük, Türkiye,
ayhan.kocaman.ak@gmail.com

ORCID ID 0000-0002-1597-7936

* Sorumlu yazar

ÖZ

Bu çalışma, Karabük ili kent sakinlerinin gündelik yaşamları baz alınarak ulaşım, ısınma ve sanayide kullanılan fosil yakıt kaynaklı karbon salınımının hesaplanması ve mevcut orman varlığının atmosferde oluşan bu sera gazının azaltılmasındaki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada 2017-2019 yıllarına ait Karabük ili Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Çevre durum raporları, TÜİK ve EPDK piyasa sektör rapor verileri kullanılmıştır. Tarımsal faaliyetler, atık kullanımları ve endüstriyel işlemlerden kaynaklı emisyonlar çalışmaya dahil edilmemiştir. Veriler, ulaşım, sanayi ve barınma kullanımı kaynaklı olarak kategorize edilmiştir. Emisyon hesaplamaları sırasında hükümetler arası iklim değişikliği paneli (IPCC) nin önermiş olduğu yaklaşımlardan Tier 1 hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Hesaplamalar sonucunda Karabük ilinin karbon emisyon miktarı; 2017 yılında 2.8 M ton, 2018 yılında 2.3 M ton iken 2019 yılında 7 M ton CO₂ olarak hesaplanmıştır. 2019 yılında Karabük ilinde kişi başına düşen CO₂ miktarı ortalaması, Türkiye ortalamasının 4.4 katı olduğu belirlenmiştir. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğünden alınan verilerine göre Karabük ilinde 232 991 ha verimli orman alanı mevcuttur. Bu alan ise maksimum 1.2 M ton CO₂ emilimi yapmaktadır. Bu hesaplama göre 2019 yılı envanter sonuçları değerlendirildiğinde Karabük ili mevcut orman varlığı, fosil yakıt kaynaklı atmosfere salınan sera gazı miktarını %16 oranda azalttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak iklim değişikliği ile mücadele geniş kapsamlı ve uzun dönemli bir konu olduğundan Ormancılık sektörü için önemli bir araçtır. Bu aracı aktif olarak değerlendirmek ve Karabük ilinde bozuk orman alanlarının da verimli orman alanlarına acilen dönüştürülmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sera gazı, Karbon ayak izi, Karbon emisyonu, Fosil yakıtlar, Orman

Determination of Fossil Fuel Source Carbon Footprint in Industrial City Karabük Province and the Effect of Forest Assets on Emission Reduction

Assist. Prof. Dr. Ayhan KOCAMAN^{1*}

First received: 21.04.2020
Accepted: 27.05.2020

Citation:

İzlek Academic Journal

Issue: 3 **Pages:** 44-55
Year: 2020 **Session:** Spring

¹Karabük University, Faculty of Engineering, Environmental Engineering Department, Karabük, Turkey
ayhan.kocaman.ak@karabuk.edu.tr

* Corresponding Author

ABSTRACT

In this study, the calculation of carbon emission originating from fossil fuel used in transportation, heating, and industry from the daily lives of the city residents of Karabük province made. And its effect on reducing the greenhouse gases they generate in the atmosphere in their existing forests was investigated. In our study, environmental status reports, TUIK and EPDK market sector report data of Karabük Governorate, Provincial Directorate of Environment and Urbanization for 2017-2019 used. Emissions from agricultural activities, waste uses, and industrial processes are do not include in the study. The data are categorized as based on transportation, industry, and housing use. Tier 1 calculation method, one of the approaches proposed by the intergovernmental climate change panel (IPCC), was used in the emission calculations stages. As a result of the calculations, the carbon emission amount of Karabük province; 2.8 M tons in 2017, 2.3 M tons in 2018. In 2019, it was calculated as 7 M tons of CO₂. In 2019, Karabük in CO₂ / person on average in Turkey with CO₂ / person, when we compare the average is karabük, was determined to be more 4.4 times than Turkey. Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry General Directorate of Forestry According to the data provided by those in the province of Karabük, 232 991 hectares are productive forest areas. And this area absorbs a maximum of 1.2 M tons of CO₂. When the inventory results of 2019 was evaluated according to this calculation, and it was determined that the existing forest presence of Karabük reduced the amount of greenhouse gas emitted to the atmosphere originating from fossil fuel by 16%. As a result, tackling climate change is an essential tool for the Forestry sector, as it is a broad and long-term issue. It is necessary to evaluate this tool actively and urgently transforming degraded forest areas into productive forest areas in Karabük province.

Keywords: Greenhouse gas, Carbon footprint, Carbon emission, Fossil fuels, Forest

GİRİŞ

Sanayi devriminden sonra fosil yakıtların kullanımı insanların ihtiyaçları artışına paralel olarak daha da artmıştır. Bu ihtiyaçların karşılanması da yeni iş alanlarının kurulabilmesi için orman arazilerinin azaltılması sonucunda, sanayileşme ile sera gazlarının atmosfere salınım miktarı küresel ısınma kavramının ortaya çıkışında en büyük kaynaktır. 18. Yüzyıldan sonra iklim dengeleri bozulmaya başlamış ve sanayi devrimiyle bu denge tamamen bozulmuştur (Kaya, 2020).

IPCC 2007 raporuna göre 1970-2004 yılları arasında dünyadaki sera gazı emisyonlarının küresel ısınmada özellikle CO₂' in ana kaynağı, enerji üretmek için kullanılan fosil yakıtlardan kömür, doğal gaz, petrol gibi yakıtların yanması sonucudur. Yine 2004 yılında % 56.6'sı fosil yakıtlardan kaynaklı CO₂ emisyonları ve aynı yıl dünyada sera gazı emisyonlarında en büyük pay %26 ile enerji üretimi, %19 ile sanayi faaliyetleri, %17 ile arazi kullanımı değişiklikleri %14 ile tarım ve %13 ile ulaşımdan kaynaklanmaktadır (Bernstein, 2018).

Nüfusun yoğun olduğu şehirlerde üretim ve tüketimin yüksek olması atıkların da miktarının artmasına neden olarak iklim değişikliğine etkilerine neden olmaktadır. Bunun yanı sıra nüfus yoğunluğunun fazla olduğu şehirler sadece kendi alanını değil, ulaştırma ve ticaret gibi yollarla etrafındaki alanları da etkilemektedir. Bu nedenle atmosferdeki karbondioksit birikiminin değişmesine bağlı olarak iklim değişikliği olasılığı, artırmakta olduğu bilinmektedir. (Terreniore, 2019)

Dünyada önemli bir ekonomiye sahip olan ve sera gazı salınımının da dünya sıralamasında yirminci sırada olan Türkiye, sera gazı emisyonları düşük ve orta gelirli ekonomiye sahip ülke konumundadır. Fakat gelişmiş ülkelerden oluşan Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü OECD' nin üyesi olup ekonomisi ve enerji talebi hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu artış da ekonomik büyüme ve kalkınma ya bağlı olarak da süreklilik gösterecektir (Timperley, 2018).

Türkiye'deki sera gazı emisyonlarının, enerji ihtiyacına bağlı olarak özellikle elektriğe olan talebin artmasıyla büyük bölümü fosil yakıtlardan olan kömürün kullanımında önemli miktarlar da artış olması beklenmektedir. 2010 yılında düşük emisyonlu ekonomiye başlangıç yapmak için enerji, ulaştırma, sanayi, arazi kullanımı ve atıklardan oluşan emisyonları 2020 yılına kadar azaltmak için politikalarını belirlemiştir. Bu plan çerçevesinde ise 2011'de yayınlanan İklim Değişiklik Eylem Planında ise iklim değişikliği ile mücadele de tarım ve ormancılık alanlarında karbon miktarının depolanmasının artırılması için 2007 rakamları baz alınarak 2020 itibarıyla %10'luk bir artış hedefi belirlenmiştir (Timperley, 2018).

Şehirler iklim değişikliğiyle bağlantıları, bu soruna çözüm üretmesinde ön sıralarda yer alacaktır. Ülkemiz' de 30'u büyükşehir belediyesi ile toplam 1397 belediye vardır. TÜİK verilerine göre ülke genelinin %94'ü olan 75 milyon kişi, belediye sınırları dahilinde, bu nüfusun %77'si ise büyükşehir belediyelerinin sınırlarında yaşamaktadır (TÜİK, 2016).

Karabük ilinde demir çelik endüstrisinin varlığı sonucunda hızlı kentleşme ve sanayileşme artmıştır ve buna paralel olarak şehrin karbon salınımları ve dolayısıyla iklim değişikliğine etkisi de hızla artmaktadır.

Bu çalışmada, ülke ağır sanayinin temellerini oluşturan Demir Çelik Fabrikaları ve demir çelik ürünlerini işleyen ellinin üzerinde haddehane barındıran Karabük ilinin; 2017-2019 yılları arası TÜİK ve EPDK verilerinden elde edilen ulaşım, barınma, enerji ve üretim kaynaklı fosil kökenli yakıtların oluşturduğu karbondioksit gazı emisyonlarının belirlenmesi ve bu emisyonların azaltılmasında orman varlığının etkililiği belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Karbon ayak izinin hesaplanmasında kaynaklar doğrudan (birincil) ve dolaylı (ikincil) olmak üzere iki ana başlık altında gruplandırılır. Doğrudan CO₂ salınımlarının belirlenmesinde fosil yakıt tüketimi, evsel enerji kullanımı ve ulaştırma, dolaylı olarak atmosfere salınan karbondioksit belirlenmesinde insanların tüm yaşamsal faaliyetlerinde kullandığı ürünlerin üretiminden bozulmasına kadar olan karbon salınımdır. Bu retrospektif tanımlayıcı çalışmada Karabük iline ait Tarımsal faaliyetler, atık kullanımları ve endüstriyel işlemlerden kaynaklı emisyonlar çalışmaya dahil edilmeden, birincil ayak izi hesaplaması hedef alınmıştır.

Çalışmada 2017-2019 yıllarına ait Karabük ili Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nün Çevre durum raporları, TUİK ve EPDK piyasa sektör raporları, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı Orman Genel Müdürlüğü'nün şehirlere göre orman varlığı verileri kullanılmıştır. Tüm veriler envanter yılı olarak seçilen yıllardan elde edilmiştir. Elektrik, doğalgaz, petrol, LPG'ye ait karbon emisyonlarına ait veriler Enerji Piyasası Denetleme kurumu verilerinden, kömür kullanımı sonucu meydana gelen karbon emisyonu ise Çevre Durum raporlarından elde edilmiştir (EPDK, 2017a; EPDK, 2017b; EPDK, 2017c; EPDK, 2017d; EPDK, 2018a; EPDK, 2017b; EPDK, 2018c; EPDK, 2018d; EPDK, 2019a; 2019b; 2019c; 2019d; CDR, 2017; CDR, 2018; CDR, 2019)

Bu çalışmada Emisyon hesaplamaları sırasında hükümetler arası iklim değişikliği paneli (IPCC)'nin önermiş olduğu yaklaşımlardan hesap ve metot yöntemleri olan 1996 ve 2006 Metodoloji Raporları kullanılmıştır.

Bu raporlara göre; IPCC sera gazı envanterinin hesaplanmasında aşağıdaki başlıklar kullanılmaktadır:

1. Enerji
2. Endüstriyel İşlemler
3. Solvent ve diğer ürünlerin kullanımı
4. Tarım
5. Yeryüzü coğrafyasının ve ormanların kullanımı
6. Atıklar
7. Genel Rehberlik ve Raporlama (IPCC,2007)

Çalışmamızda, endüstriyel, ulaştırma kaynaklı ve genel emisyonların içeriğini oluşturan Enerji faaliyeti başlığından faydalanılmıştır. Emisyonları hesaplama modelleri "Tier" olarak adlandırılan çeşitli hesaplama seviyelerine bölünmüştür. Burada faaliyet ve teknoloji detayları seviyeyi belirleyen faktörlerdir. Özellikle birincil yakıtlar ve ikincil yakıt tüketim yöntemleri kullanılmamış bunun yerine resmi raporlardan alınan toplam tüketim verileri kullanılmıştır. Birincil yakıtlar ulaştırma sektöründe doğrudan kullanılmadığından ve işlenmiş şekilde piyasaya sürülen ikincil yakıtlar kullanıldığı için hesaplarda resmi raporlardan alınan bu tüketim değerleri ilk adımda hesaplanacak olandan farklı sonuçlar vermeyecektir. Tier1 yöntemi genel olarak daha az veri içerdiğinden basit bir yöntem olup ve bu metotta kullanılan yanma teknolojileri hesaba katılmadığından örnek olarak x kadar yakıt herhangi bir ülkede kullanılıyorsa bununla orantılı olarak y kadar emisyon çıkar mantığı ile top-down denilen bir yöntemle hesaplandığından Tier1 yöntemi hesaplamada tercih edilmiştir.

Yine bu çalışmada sanayi ve evsel kullanımda kullanılan fosil kaynaklı katı yakıtların, petrol son ürünleri ve doğal gaz gibi enerji üreten yakıtların emisyonlarının hesaplanmasında yine IPCC yayınlarındaki hesaplama yöntemleri ve GHG protokolü tarafından hazırlanan IPCC envanter hesaplama programı ve tabloları kullanılmıştır.

Karbon ayak izinin kurumsal seviyede ölçümü ve raporlanmasına dair Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından yayımlanmış olan ISO 14064 "Sera Gazı Emisyonlarının ve Uzaklaştırmalarının Kuruluş Seviyesinde Hesaplanmasına ve Rapor Edilmesine Dair Kılavuz ve Özellikler" standardı ve GHG protokolü yaygın olarak kullanılmaktadır (GHG,2004)

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sera gazı oluşumuna sebep olan etmenlerden ilk sırayı fosil yakıtlar almaktadır. Önceki yıllarda Karabük ilinde fosil yakıt tüketimine bağlı karbon ayak izi ve karbondioksit emisyonu ile ilgili olarak herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada Karabük ilinin 2017-2019 yılları arasında sanayi, barınma ve ulaşımına bağlı olarak meydana gelen fosil yakıt kökenli karbondioksit emisyonları hesaplanmıştır. Ayrıca Karabük ilindeki orman varlığının oluşan atmosferden sera gazının azaltışındaki etkisi araştırılmıştır.

2017 yılında atmosfere yayılan sera gazı niteliğindeki CO₂ miktarı toplam 2 820.118 Gg'dır. Bu değer 2017 yılında Türkiye'de salınan toplam CO₂ gazı miktarının %0.54 nü oluşturmaktadır.

Tablo 1. Karabük ilinin 2017 envanter yılı ısınma ve enerji kaynaklı meydana gelen fosil yakıt kökenli sera gazı emisyonları IPCC envanter hesaplama modülü tablosu

2006 IPCC Kategorileri	Sıvı yakıt emisyonları (Gg)			Gaz emisyonları (Gg)			Toplam emisyonlar (Gg)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1.A _Yakıt yakma faaliyetleri	323 485 588.6	0.0413	0.0141	348.3625	0.0062	0.0006	323 488 118.7	0.0693	0.0474
1.A.1 _Enerji endüstrileri	323 485 298.6	4E-11	8E-12	348.3625	0.0062	0.0006	323 487 828.8	0.028	0.0333
1.A.1.a _Ana faaliyet olarak elektrik ve ısınma	1.06816E-06	4E-11	8E-12	348.3625	0.0062	0.0006	2 530.15362	0.028	0.0333
1.A.1.a.i Elektrik üretimi	0	0	0	-	-	-	0	0	0
1.A.1.a.ii Karma ısı ve güç üretimi	1.06816E-06	4E-11	8E-12	348.3625	0.0062	0.0006	2 530.15362	0.028	0.0333

48

Karabük ili 2017 yılında ısınma ve enerji alanında kullanılan yakıtlara bağlı olarak 2 530.153 Gg CO₂ 'dir. Bu yanmalara bağlı olarak 0.02798 Gg CH₄, 0.03328 Gg NO₂ salınımı oluşmuştur (Tablo 1).

Tablo 2. 2017 envanter yılı ulaştırma kaynaklı sera gazı emisyonu IPCC envanter hesaplama modülü ekran tablosu

2006 IPCC Kategorileri	Faaliyet (TJ)			Sıvı yakıt emisyonları (Gg)			Toplam emisyonlar(Gg)		
	Katı yakıt	Sıvı yakıt	Gaz	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1.A.3 Taşıma	-	3 977.121	-	289.9655	0.0413	0.0141	289.9655	0.0413	0.0141
1.A.3.b Karayolu taşımacılığı	-	3 977.121	-	289.9655	0.0413	0.0141	289.9655	0.0413	0.0141

Ulaştırmaya bağlı olarak 289.965 Gg CO₂, 0.04132 Gg CH₄, 0.01404 NO₂ gazı salınımları olmuştur (Tablo 2).

2018 yılında atmosfere yayılan sera gazı niteliğindeki CO₂ miktarı toplam 3 159.623 Gg dir. 2018 yılında atmosfere yayılan CO₂ bir önceki yıla göre %12.03 oranında artış göstermiştir. Yine bu değer 2018 yılında Türkiye de salınan toplam CO₂ gazı miktarının %0.61'nü oluşturmaktadır

Tablo 3. Karabük ilinin 2018 envanter yılı ısınma ve enerji kaynaklı meydana gelen fosil yakıt kökenli sera gazı emisyonları IPCC envanter hesaplama modülü tablosu

2006 IPCC Kategorileri	Sıvı yakıt emisyonları (Gg)			Gaz emisyonları (Gg)			Toplam emisyonlar (Gg)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1.A_Yakıt yakma faaliyetleri	323 485 604.8	0.0433	0.0149	333.7992	0.006	0.0006	323 487 958.2	0.0693	0.0457
1.A.1_Enerji endüstrileri	323 485 298.6	9E-11	2E-11	333.7992	0.006	0.0006	323 487 652.1	0.0261	0.0308
1.A.1.a_Ana faaliyet olarak elektrik ve ısınma	2.3607E-06	9E-11	2E-11	333.7992	0.006	0.0006	2 353.473454	0.0261	0.0308
1.A.1.a.i_Elektrik üretimi	0	0	0	-	-	-	0	0	0
1.A.1.a.ii_Karma ısı ve güç üretimi	2.3607E-06	9E-11	2E-11	333.7992	0.006	0.0006	2 353.473454	0.0261	0.0308

2018 yılında ısınma ve enerji alanında kullanılan yakıtlara bağlı olarak CO₂ miktarı 2 353.473 Gg dir. Yine bu yanmalara bağlı olarak 0.02607 Gg CH₄, 0.03077 Gg NO₂ salınımı oluşmuştur (Tablo 3).

Tablo 4. 2018 envanter yılı ulaştırma kaynaklı sera gazı emisyon miktarı tablosu IPCC envanter hesaplama modülü ekran tablosu

2006 IPCC Kategorileri	Faaliyet (TJ)		Sıvı yakıt emisyonları (Gg)			Toplam emisyonlar (Gg)		
	Katı yakıt	Sıvı yakıt	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1.A.3_Taşıma	-	4 198.3168	306.1507	0.0433	0.0149	306.1507	0.0433	0.0149
1.A.3.b_Karayolu taşımacılığı	-	4 198.3168	306.1507	0.0433	0.0149	306.1507	0.0433	0.0149

Ulaştırmaya bağlı olarakta 306.150 Gg CO₂, 0.04327 Gg CH₄, 0.01483 NO₂ gazı salınımları olmuştur (Tablo 4).

2019 yılında atmosfere yayılan sera gazı niteliğindeki CO₂ miktarı toplam 7 401.717 Gg dir. 2019 yılında atmosfere yayılan CO₂ bir önceki yıla göre %123.5 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 5. Karabük ilinin 2019 envanter yılı ısınma ve enerji kaynaklı meydana gelen fosil yakıt kökenli sera gazı emisyonları IPCC envanter hesaplama modülü tablosu

2006 IPCC Kategorileri	Sıvı yakıt emisyonları (Gg)			Gaz emisyonları (Gg)			Toplam emisyonlar (Gg)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1.A_Yakıt yakma faaliyetleri	323 485 639.5	0.045211	0.016711	2 501.514147	0.04459	0.004459	323 700.3	492	0.090742
1.A.1_Enerji endüstrileri	323 485 298.6	2.16E-07	4.32E-08	2 501.514147	0.04459	0.004459	323 359.4	492	0.090972
1.A.1.a_Ana faaliyet olarak elektrik ve ısınma	0.0055728	2.16E-07	4.32E-08	2 501.514147	0.04459	0.004459	7 060.822253	0.090972	0.074031
1.A.1.a.i_Elektrik üretimi	0	0	0	-	-	-	0	0	0

1.A.1.a.ii_Karma ısı ve güç üretimi	0.0055728	2.16E-07	4.32E-08	2 501.514147	0.04459	0.004459	7 060.822253	0.090972	0.074031
-------------------------------------	-----------	----------	----------	--------------	---------	----------	--------------	----------	----------

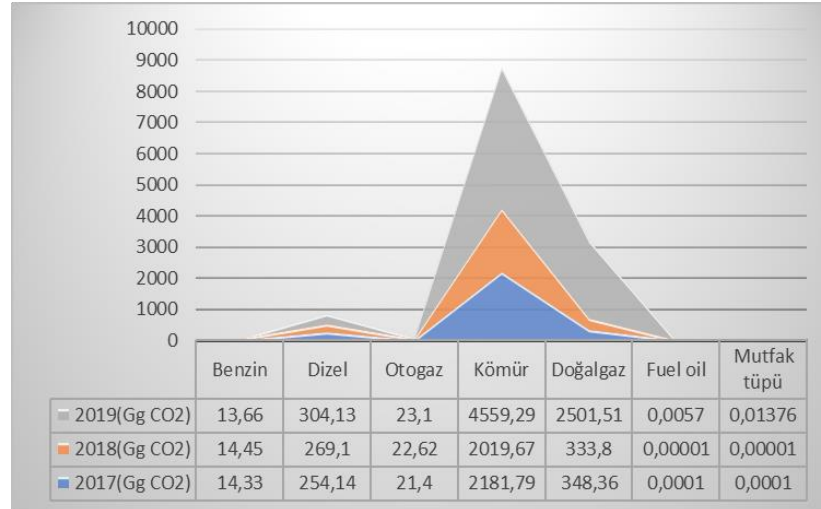
2019 yılında ısınma ve enerji alanında kullanılan yakıtlara bağlı olarak 7 060.822 Gg CO₂ dir. Bu yanmalara bağlı olarak 0.09097 Gg CH₄, 0.07403 Gg NO₂ salınımı oluşmuştur (Tablo 5).

Tablo 6. 2019 envanter yılı ulaştırma kaynaklı sera gazı emisyon miktarı tablosu IPCC envanter hesaplama modülü tablosu

2006 IPCC Kategorileri	Faaliyet (TJ)			Sıvı yakıt emisyonlar (Gg)			Toplam emisyonlar (Gg)		
	Katı yakıt	Sıvı yakıt	Gaz	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1.A.3 _Taşıma	-	4 667.587	-	340.894827	0.045211	0.016711	340.894827	0.045211	0.016711
1.A.3.b Karayolu taşımacılığı	-	4 667.587	-	340.894827	0.045211	0.016711	340.894827	0.045211	0.016711

Ulaştırmaya bağlı olarak 340.895 Gg CO₂, 0.04521 Gg CH₄, 0.01664 NO₂ gazı salınımları olmuştur (Tablo 6).

Karabük ili barınma ve üretim kaynaklı emisyonlar hesaplanırken, katı yakıt tüketim verileri, doğal gaz ve mutfak tüpü niteliğindeki tüketim verileri ve ulaştırma kaynaklı emisyonlar için benzin, dizel ve LPG yıllık toplam tüketim verilerine göre hesaplanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Karabük ili 2017-2019 yılları arası fosil kaynaklı yakıtlara bağlı emisyon değerleri (Gg CO₂)

Ağır sanayinin bulunduğu Karabük şehrinde Fabrika ve Yenişehir planlanırken, şehir planı yabancı bir uzman tarafından çizilmiş ve 1950 yılına kadarda bu plana uyularak devam edilmiştir. Fakat 1950 yıl ve sonrasında özel haddehaneler planlanan şehrin ortasına kurulmaya başlamalarıyla birlikte kent çarpık yerleşim yapısı şekline dönüşmüştür. 1955 yılından sonra Karabük'te göç yoluyla nüfus hızla artmaya devam etmiş ve kısa sürede nüfus artışına bağlı olarak ciddi bir şekilde konut sorunları başlamıştır. Şehrin sahip olduğu topoğrafi ve klima tik koşullar etrafı yüksek dağ ve tepeler ile çevrili olması nedeniyle konveksiyon el hava hareketlerinin zayıf olmasına bağlı olarak hava kirliliğinin etkisini artırmaktadır. Yine hava kirliliğine bağlı olarak oluşan kükürtlü bileşikler atmosferdeki su tanecikleri ile reaksiyona girerek asit yağmurları şeklinde yağarak özellikle şehrin ormanlarında meyve ağaçlarında ve yetiştirilen sebzelerde verim kayıplarına, yaprak sararmaları gibi belirtileri yaygın olarak fark

edilebilmektedir. Halk arasında bu yağış şekline SAN denilmektedir. Özellikle Asit yağmurları yine göl ve akarsulardaki asit dengesinin bozarak canlıları etkilemekte ve bazı canlıların ölümüne neden olmaktadır. Asit yağmurları vasıtasıyla yüzey suları ve toprağa ulaşarak toprak ve suyla ilişkili canlıları da etkilemiştir. Karabük ilinde yağmur iyon konsantrasyonu, karakter yüksekliği, vb. bilgiler ile ilgili olarak bir çalışma yapılmamış olup bu çalışmanın da yapılması bu emisyon oranları ve gözlemler ile bu konu ile alakalı ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğünden alınan verilere göre Karabük ilinde 278 830 ha orman alanı mevcut olup bu alanın 232 991 ha lık alanı verimli orman alanı, 45 839 ha alanı bozuk orman alanı, 110 723 ha alanı ormansız alan olup toplamında 389 553 ha genel alana sahiptir. Bir ağacın yılda 12 kg CO₂ emdiği bilinmekle beraber yıllık 1 000 tonluk bir azalım sağlanabilmesi için 200 ila 500 ha lık bir orman alanına ihtiyaç vardır (Türe, C. 2014). Karabük ilinde 232 991 ha verimli orman alanı mevcuttur. Bu alan ise maksimum 1.2 M ton CO₂ emilimi yaptığı hesaplanmaktadır. Bu hesaplama göre 2019 yılı envanter sonuçları değerlendirildiğinde Karabük ili mevcut orman varlığı, fosil yakıt kaynaklı atmosfere salınan sera gazı miktarını %16 oranda azalttığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak iklim değişikliği ile mücadele, geniş kapsamlı ve uzun dönemli bir konu olduğundan Ormancılık sektörü için önemli bir araçtır. Bu aracı aktif olarak değerlendirmek ve Karabük ilinde bozuk orman alanlarının da verimli orman alanlarına ve gençleştirme faaliyetlerini gerektirmektedir.

Araç sayısı olarak 2017 yılında 66 537, 2018 yılında 66 685, 2019 yılında ise 65 686 trafiğe kayıtlı araç vardır. Araç sayısındaki artış oranı 2019 yılına doğru azalma yönünde olmasına rağmen emisyon oranlarında ve özellikle dizel yakıt oranındaki artış görülmesi il sakinlerinin toplu taşımadan daha çok dizel yakıtla çalışan araçlarla daha fazla ulaşımını sağladığı ve şehir trafiği oluştuğunu düşündürmektedir (Tablo 7). Geniş cadde ve sokakları olmayan Karabük'te trafik akışının tek yönlü olmasına bağlı olarak trafik akışının sürekliliğinin azaltılması egzoz gazı miktarını artırmaktadır. Bu nedenle cadde ve sokakların yeniden düzenlenerek trafiğin akışını hızlandıracak ve yakıt tasarrufu sağlayacak şekilde planlamalar yapılmalıdır. Ayrıca servis ve motor bakımlarının zamanında yapılmaması dizel araçlarda emisyon oranında artışa neden olacağı için özellikle ulaşım konusunda Yakın mesafelere yaya ulaşımının özendirilmesi, bisiklet yollarının kurulması, toplu taşımının artırılması ve yenilenmesi planlamalara koyulmalıdır.

Tablo 7. Yıllara göre yakıt tiplerine göre ulaşım kaynaklı CO₂ emisyon miktarları IPCC envanter hesaplama modülü tablosu

Ülke:	Türkiye				
Sektör:	Enerji				
Kategori:	Yakıt Tüketim Faaliyeti				
Alt kategori:	1.A.3.b – Karayolu Ulaştırma				
Sayfa:	CO ₂ , CH ₄ ve N ₂ O Yakıt tüketiminden kaynaklı oluşan gazların Tier 1'e göre dağılımı				
Parametre:	Tüketim (Kütle, Hacim veya Enerji Birimi)				
Yakıt	Tüketim Birimi	Değiştirme faktörü (TJ/Unit)	2017	2018	2019
Benzin	Gg	44.3	4.67	4.706	4.45
Dizel	Gg	43	79.76	84.449	95.45
Otogaz	Gg	47.3	7.2	7.58	7.74

Nüfus olarak ise toplam il nüfusu 2017 yılı verilerine göre 244 453, nüfus artış hızı % 0.87, 2018 yılında 248 014 nüfus artış hızı %1.46 ve 2019 yılında ise 248 458 kişi yaşamakta nüfus artış oranı ise %0.18 dir (TUİK, 2017; TUİK, 2018; TUİK, 2019). Karabük ili 4 103 km² olup yıllara göre km² ye düşen nüfus

sayısı 2017 ve 2018 yılında 60 km² 2019 yılında ise 61 km² dir. Kent içinde yeşil olarak büyük alan sadece Çamlık Orman Parkı ve 100. Yıl Parkıdır. Çamlık Orman Parkı şehrin periferinde yer alması nedeniyle çoğunlukla hafta sonu etkinliklerinde yeşil alan ihtiyacını karşılayan park özelliğindedir. Yeşil alanları miktar ve alan olarak yetersizdir. Mahalle aralarında bulunan yer alan park ve çocuk bahçeleri alan olarak yeterli değildir. Şehir merkezinde yeşil alan yok denecek kadar azdır. Bu nedenle, Hava ve çevre kirliliği açısından yeşil alanların az olması ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle şehrin merkezinde bulunan mahallelerin çarpık planlamadan dolayı sıkışık ve yeşil alan yetersizliği çok fazladır. Kentsel yeşil alan yüzölçümü toplam 150 000 m² dir. İl merkezinde kişi başına düşen yeşil alan miktarı ise 1.5 m² dir. Bu nedenle yüksek emisyonlarda yeşil alanlar çok önemli rol oynadığından şehir planlamalarında betonlaşmadan daha fazla yeşil alanların planlanması gerekmektedir. Yine Binalarda ve sanayide enerji verimliliği artırılabilir ve doğal gaz kaynaklı tüketimler artırılabilir. Yol kenarlarına ağaçlandırmalar yapılarak hem sera gazı azalımı hem de diğer çevresel kirlilik faktörlerinin azaltılabilir.

Tablo 8. Karabük ilinin 2017-2019 yılları arasında sanayi, barınma bağlı meydana gelen fosil yakıt kökenli CO₂ emisyonlarının IPCC envanter hesaplama modülü tablosu

Ülke:	Türkiye				
Sektör:	Enerji				
Kategori:	Yakıt Tüketim Faaliyeti				
Alt kategori:	I.A.1.a.ii – Karma ısı ve güç üretimi				
Sayfa:	CO ₂ , CH ₄ and N ₂ O Yakıt tüketiminden kaynaklı oluşan gazların Tier'e göre dağılımı				
Parametre:	Tüketim (Kütle, Hacim veya Enerji Birimi)				
Yakıt	Tüketim Birimi	Değiştirme faktörü (TJ/Unit)	2017	2018	2019
Fuel Oil	TJ	1	1.38005E-05	3.05E-05	0.072
Taş kömürü	Gg	26.7	240.56	169.637	1 737.13
Linyit	Gg	11.9	1 289.97	1 309.962	
Mutfak tüpü	TJ	1	0.000158515	0.000135	0.31
Doğalgaz (kuru)	TJ	1	6 209.67	5 950.074	44 590.27

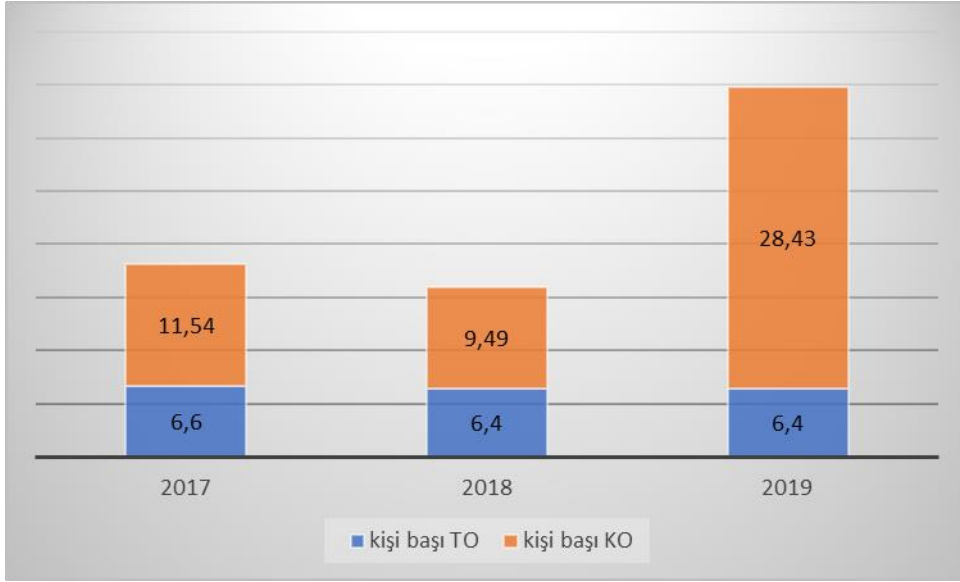
52

Türkiye’de 2017 yılı sera gazı emisyonu toplam miktarı 526.3 milyon ton CO₂ dir. Bu emisyon oranında %72.2 oran ile enerjiye bağlı emisyonlar ilk sırayı alırken %12.6 ile endüstriyel işlemler, %11.9 ile tarımsal faaliyetler, %3.3 ile atık takip etmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu tarafından açıklanan veriye göre Türkiye de kişi başına düşen karbon miktarı da 6.6 ton kişi⁻¹’dir (Gündoğan, 2018).

Karabük ilinde ise sadece üretim barınma ve ulaşım kaynaklı fosil yakıtlardan oluşan karbon emisyonlarından 2017 yılında toplamı 2 820 118 ton CO₂, olup kişi başına düşen 11.54 ton CO₂’dir. Sadece bu hali ile de Türkiye ortalamasının 2 katına yakın bir emisyon üretimim olup bunlara tarımsal faaliyetler, atık kullanımları ve endüstriyel işlemlerden kaynaklı emisyonlar eklendiği takdirde 2 katından fazla emisyon üretim olacaktır.

Türkiye’de toplam sera gazı emisyonu 2018 yılında 520.9 milyon ton CO₂ olmuş ve 6.4 ton kişi⁻¹ olarak Türkiye İstatistik Kurumu tarafından hesaplanmıştır. Buna göre en büyük payı %85.5 ile enerji kaynaklı emisyonlar alırken, bunu sırasıyla %13.9 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, %0.3 ile tarımsal faaliyetler ve atık takip etmiştir. Karabük ilinde 2018 yılında ise toplam üretim barınma ve ulaşım kaynaklı fosil yakıtlardan oluşan karbon emisyonlarının toplamı 2 353 473 Mt CO₂ olup kişi başına 9.49 ton CO₂’dir. Sadece bu hali ile ’de Türkiye ortalamasının çok fazla üzerinde bir emisyon üretimi olup bunlara tarımsal faaliyetler, atık kullanımları ve endüstriyel işlemlerden kaynaklı emisyonlar eklendiği takdirde şehirde kişi başına düşen CO₂ bu verinin üzerine çıkacaktır.

2019 yılında ise 7 060 822 Mt CO₂ olup kişi başına 28.43 ton CO₂ olup yine Türkiye ortalamasının üzerindedir. 200 ha ormanın 1 000 ton CO₂ emisyonunu azalttığı düşünülerek yapılan hesaplamada 2019 yılındaki veriye göre Karabük'te üretilen bu emisyonun atmosfere salınımının azaltılmasında Karabük ormanlarının önemi çok büyük olup bu emisyon salınımının atmosferde etkisini azaltmak için 2 M hektardan fazla Orman alanına ihtiyaç vardır. Mevcutta bulunan verimli orman alanının dahi bu emisyonun sadece %16'lık bir kısmının atmosfere salınımının azaltılmasında etki etmektedir.



Şekil 2. Karabük ili kişi başına düşen (KO) ve Türkiye'deki kişi başına düşen (TO) CO₂ miktarı

SONUÇ

Dünya genelinde ve Türkiye'de de karbon emisyonlarının en önemli kaynağı enerji sektörüdür. Petrol, kömür ve benzeri fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması bu yöndeki en önemli hedeflerden biridir. (Özışık, 2020). Çalışma sonuçlarında sunulan Karabük ili verileri de dünya ve Türkiye verileri ile paralellik içindedir.

Karabük ili kişi başı CO₂'nin ortalamasının üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu emisyonların düşürülmesi bölgesel iklim ve halkı sağlığı açısından önemlidir. Karabük ilinin etrafının yüksek dağlarla çevrili havza tabanında olması, özellikle kış aylarında havanın yoğunlaşarak alçak alanlara doğru çökmesi, yoğun yapılaşmanın sonucu olarak hava koridorlarının yetersizdir (Hacısalıhoğlu, 1994). Bu nedenlerle sera gazı etkisinin insan sağlığı üzerinde etkili olacağı bu nedenle de sera gazının özellikle topoğrafya ve topoğrafyaya bağlı olarak gelişen atmosferik olayların etkisinde kalan canlılardaki etkisinin araştırılması gerekmektedir.

Diğer yandan, ekonomik kalkınma politikalarında ve büyüme stratejilerinde karbon yoğun sektörlerden yüksek teknolojili, düşük karbonlu ve çevreye duyarlı bir üretim ve büyüme anlayışına geçiş önemsenmektedir (Özışık, 2020) Ancak bu süreçte öncelikli yapılması gereken doğal yöntemlerle emisyonların düşürülmesi orman varlığının artırılması ile mümkündür.

Türkiye'de orman varlığının en fazla olduğu il Karabük'tür. İlin yüzde 59'u ormanlık, yüzde 14'ü çalı orman varlığına sahiptir (OGM, 2020). Buna rağmen sanayi şehri olması ve sanayiye bağlı emisyon miktarının fazlalığı nedeniyle 45 839 ha lık bozuk orman alanının verimli orman alanına çevrilerek yıllık 91 678 tonCO₂'nin daha ormanlarda depolanması sağlanarak sera gazı etkisi azaltılabilir. Bu çalışma

sonuçlarından yola çıkılarak Karabük ilinin emisyon oranlarının düşürülmesinde yeni fidanlar dikilerek 110 723 ha bozuk orman alanı verimli orman arazileri haline getirilerek yıllık sadece ulaşım kaynaklı emisyonların ormanlık alanlarda sera gazı azaltmadaki etkisi atmosferden azalttığı karbon ve saldığı oksijen ile alakalı faydalar konusundaki somut bilgileri ortaya koyan bilgilendirmeler ve kampanyalar yapılmalıdır. Yerel yönetimler tarafından da bu tarz çevreci projeler gelenek haline getirilmeli ve çevre bilinci tüm vatandaşlara kazandırılması hedeflenmelidir.

KAYNAKLAR

- Bernstein, L., Bosch, P., Canziani, O., Chen, Z., Christ, R. ve Riahi K (2008). IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report.
- CDR, (2017). Karabük İli 2017 Çevre Durum Raporu. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/karabuk_-cdr2017-20181011121804.pdf. (Erişim Tarihi: 04.08.2020).
- CDR, (2018). Karabük İli 2018 Çevre Durum Raporu. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/karabuk_-cdr2018-20190620140112.pdf. (Erişim Tarihi: 04.08.2020).
- CDR, (2019). Karabük İli 2018 Çevre Durum Raporu.
- EPDK, (2017a). Elektrik Yıllık sektör raporu. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-24/elektrikyillik-sektor-raporu>. (Erişim Tarihi: 04.08.2020).
- EPDK, (2017b). Doğalgaz Yıllık sektör raporu. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-94/yillik-sektor-raporu>. (Erişim Tarihi: 04.08.2020).
- EPDK, (2017c). Petrol piyasası yıllık sektör raporu. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-107/yillik-sektor-raporu>. (Erişim Tarihi: 04.08.2020).
- EPDK, (2017d). LPG piyasası yıllık sektör raporu. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-108/yillik-sektor-raporu>. (Erişim Tarihi: 04.08.2020).
- EPDK. (2018a). Elektrik piyasası gelişim raporu. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-24/yillik-sektor-raporu>. (Erişim Tarihi: 04.08.2020).
- EPDK. (2018b). Doğalgaz Yıllık sektör raporu. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-94/yillik-sektor-raporu>. (Erişim Tarihi: 04.08.2020).
- EPDK, (2018c). Petrol piyasası yıllık sektör raporu. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-107/yillik-sektor-raporu>. (Erişim Tarihi: 04.08.2020).
- EPDK, (2018d). LPG piyasası yıllık sektör raporu. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-108/yillik-sektor-raporu>. (Erişim Tarihi: 04.08.2020).
- EPDK, (2019a). Elektrik piyasası gelişim raporu. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-24/yillik-sektor-raporu>. (Erişim Tarihi: 04.08.2020).
- EPDK, (2019b). Doğalgaz Yıllık sektör raporu. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-94/yillik-sektor-raporu>. (Erişim Tarihi: 04.08.2020).

- EPDK, (2019c). Petrol piyasası yıllık sektör raporu. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-107/yillik-sektor-raporu> (Erişim Tarihi: 04.08.2020).
- EPDK, (2019d). LPG piyasası yıllık sektör raporu. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-108/yillik-sektor-raporu>. (Erişim Tarihi: 04.08.2020).
- GHG, (2004). The Greenhouse Gas Protocol A Corporate Accounting and Reporting Standard Revised Edition.
- Gündoğan, A.C. (2018). Türkiye Sera Gazı Emisyon İstatistiklerine Yakın Bakış. https://www.iklimhaber.org/turkiye-sera-gazi-emisyon-istatistiklerine-yakin-bakis/?gclid=CjwKCAjwjqT5BRAPEiwAJIBuBRmnK1NsU1RVZpCZCUoEDOWlXAqiLfvsV63zN4To2w9rvkmJM5yf_xoCU64QAvD_BwE. (Erişim Tarihi: 04.08.2020)
- Hacısalihoğlu, İ. (1994). Karabük'te hava kirliliği. Türk Coğrafya Dergisi, (29), 475-494.
- IPCC, (2007). Intergovernmental Panel On Climate Change: The Physical Science Basis.1007.
- Kaya, H.E. (2020). Kyoto'dan Paris'e Küresel İklim Politikaları. Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi, 4(10), 165-191
- OGM, (2020). Orman Genel Müdürlüğü İllere Göre Orman Varlığı. <https://www.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarimiz/Ilere-Gore-Orman-Varligi.aspx>. (Erişim Tarihi:04.08.2020).
- Özışık, F.U. (2020). Türkiye'de Bir Kamu Politikası Olarak İklim Değişikliği: Tarihsel Gelişim, Uluslararası Müzakereler, Yapısal ve İdari Sorunlar Çerçevesinde Bir Değerlendirme. Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi, 8(1), 66-96.
- Terrenoire, E., Hauglustaine, D. A., Gasser, T. and Penanhoat, O. (2019). The contribution of carbon dioxide emissions from the aviation sector to future climate change. Environmental research letters, 14(8), 084019.
- Timperley, J. (2018). Carbon Brief Türkiye Profili, <https://www.carbonbrief.org/carbon-brief-turkiye-profil> (Erişim Tarihi: 04.08.2020).
- TUİK, (2016). İllerde Yaşam Endeksi 2015. Haber bülteni. Sayı:24561, 22 Ocak 2016.
- TUİK, (2017). Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü, <https://cip.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi:04.08.2020)
- TUİK, (2018). Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü, <https://cip.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi:04.08.2020)
- TUİK, (2019). Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü, <https://cip.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi:04.08.2020)
- Türe, C. (2014). Şehirlerin İtibari İçin Küçük Karbon Ayak İzi, http://www.skb.gov.tr/wp-content/uploads/2014/12/3.Prof_-Dr.-Cengiz-T%C3%9CRES.pdf (Erişim Tarihi:04.08.2020)