



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ



**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ TERZİOĞLU
KAMPÜSÜ'NÜN ENERJİ VE KARBON AYAK İZİ AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Görkem ÖZÇELİK

Enerji Kaynakları ve Yönetimi Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.
ANAkkALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANAkkALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ TERZİOĞLU
KAMPÜSÜ'NÜN ENERJİ VE KARBON AYAK İZİ AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Görkem ÖZÇELİK

Enerji Kaynakları ve Yönetimi Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih:03/07/2017

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Nilgün AYMAN ÖZ

ANAkkALE

Görkem ÖZÇELİK tarafından Doç.Dr. Nilgün AYMAN ÖZ yönetiminde hazırlanan ve **03/07/2017** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü’nün Enerji ve Karbon Ayak İzi Açısından Değerlendirilmesi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Enerji Kaynakları ve Yönetimi Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Doç. Dr.Nilgün AYMAN ÖZ

.....

Başkan

Yrd. Doç. Dr.Sibel MENTEŞE

.....

Üye

Yrd. Doç. Dr. Hasan Volkan ORAL

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Görkem ÖZÇELİK

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Doç. Dr. Nilgün AYMAN ÖZ'e, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım süresince desteğini esirgemeyen Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Rektörlüğü'ne ve ilgili birimlere, Fen Bilimleri Enstitüsü'ne ve Enstitü çalışanlarına, istatistik çalışmalarında yardımcı olan Ar. Gör. Dr. Tuğba SÖKÜT AÇAR'a, tez çalışmam sırasında ve hayatta bana her türlü destek olan arkadaşım Melek TAŞÖREN, anket çalışmaları sırasında destek olan arkadaşlarım Ecem Nilay KARAMAN, Cansu SUNAR, Nihan UĞURLU ve Hande ÖZDEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Görkem ÖZÇELİK
Çanakkale, Temmuz2017

SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CH4:	Metan
CO2e	Karbondioksit Eşdeğeri
ÇOMÜ	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
DEFRA	Department for Environment, Food&RuralAffairs – Çevre, Tarım&Gıda Köy İşleri Bakanlığı
GHG:	Greenhouse Gas – Sera Gazı
GSYİH	Gayri Safi Yurt içi Hâsıla
GWP	Global Warming Potential - Küresel Isınma Potansiyeli
HFCs	Hidrofloro karbonlar
HNO3	Nitrik asit
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change - Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
ISO	International Organization forStandardization
İDÇS	İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
N2O	Diazot Monoksit
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
OTC	Over The Counter
OY	Ortak Yürütme
P	Anlamlılık
PAS	Publically Available Specification - Halka Açık Şartnameler
PDD	Project Design Document - Proje Tasarımı Dokümanı
PEGSÜ	Pazar Ekonomisine Geçiş Süresindeki Ülkeler
PFCs	Perfloro karbonlar
SF ₆	Sülfür Heksaflorür
TKM	Temiz Kalkınma Mekanizması
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
VCS	Verified Carbon Standard

ÖZET

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ TERZİOĞLU KAMPÜSÜ'NÜN ENERJİ VE KARBON AYAK İZİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Görkem ÖZÇELİK

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Enerji Kaynakları ve Yönetimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Nilgün AYMAN ÖZ

03.07.2017,79

Karbon ayak izi, aldığımız her ürün veya gerçekleştirdiğimiz her faaliyet için ihtiyaç duyulan enerjinin üretilmesi sırasındaki karbon gazı emisyonunu ifade etmektedir. Karbon ayak izi, ürün ve işlemlerin yaşam boyunca çevreyi kirleticilikleri ile ilgili olup insan faaliyetlerinin çevreye verdiği zararın birim karbondioksit veya karbon cinsinden ölçülen miktarıdır. Karbon ayak izi enerji ile ilgili bir tanım olduğu için karbon ayak izinin azaltılması aynı zamanda enerji tüketiminin azaltılması veya optimizasyonu anlamına gelmektedir. Dolayısıyla yakın zamanda şirketler, kurumlar ve kuruluşlar kendi karbon ayak izini hesaplayacaktır.

Karbon ayak izi insan aktivitelerinin sonucu oluşan bir kavram olduğunda, üniversiteler gibi insan nüfusunun fazla olduğu kurumlarda ayak izinin hesabı önem teşkil etmektedir.

Bu çalışmada Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesinin Terzioğlu Kampüsü incelenmiş ve çeşitli kaynakların karbon ayak izi hesaplanmıştır. Bu hesaplama yapılırken kampüsün yakıt kullanımından kaynaklı doğalgaz kullanımı, Üniversite yönetimine ait araç filosu, üniversitenin tüketmiş olduğu elektrik, su verileri ve kampüste oluşan atık miktarı ile akademik, idari ve öğrencilerin ulaşımdan kaynaklı emisyonları dâhil edilmiştir. Ulaşımdan kaynaklı karbon ayak izi tahmini için iki çeşit yaklaşım geliştirilmiştir. Yaklaşım-1'de akademik, idari personele ve öğrencilere anket uygulaması yapılırken, yaklaşım-2'de kampüse giriş-çıkış yapan araç sayıları kameralardan ortalama olarak belirlenmiştir. Hesaplanan verilere göre yaklaşım-1'e göre karbon ayak izi 19706,084 ton CO_{2e}, yaklaşım-2'ye göre karbon ayak izi ise 10122,154 ton CO_{2e} hesaplanmıştır. Bulunan değerler arasındaki fark, Yaklaşım-1'de ulaşım emisyonlarının hesabında kayıtlı tüm

öğrenciler için yapılan hesaplamadan gözlemlenmiştir. Yaklaşım-2 sonuçlarına göre, enerji tüketimi kampüs ayak izinin en büyük bileşeni, ikinci olarak ise kampüs ulaşımıdır. Bu nedenle enerji ve ulaşım açısından karbon ayak izinin azaltılması sürdürülebilir bir kampüs yaşamı için önemlidir.

Anahtar sözcükler: Karbon Ayak İzi, Enerji ve Çevre, CO₂emisyon, Kampüs, Çanakkale



ABSTRACT

EVALUATION of ÇANAKKALE ONSEKİZ MART UNIVERSITY TERZIOĞLU CAMPUS in terms of ENERGY and CARBON FOOTPRINT

Görkem ÖZÇELİK

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Energy Resources and Management

Advisor: Assoc. Dr. Nilgün AYMAN ÖZ

03.07.2017, 79

Carbon footprint refers to the emission of carbon gas in the produce of the required energy for each product we got or each activity we performed. Carbon footprint is the quantity of products and processes related to environmental pollution throughout life, measured in terms of unit carbon dioxide or carbon as the harmful effects of human activities on the environment. Since carbon footprint is also a relevant definition of energy, reducing carbon footprint also means reducing or optimizing energy consumption. So, in the near future, companies, institutions and organizations will calculate their own carbon footprint.

When the carbon footprint is a conclusion that is the result of human activities, the footprint account is important in institutions where there are more human populations like universities.

In this study, Terzioğlu Campus of Çanakkale Onsekiz Mart University was examined and carbon footprints of various sources were calculated. This calculation included the use of natural gas from the campus's fuel consumption, the vehicle fleet of the university administration, the electricity, water consumption that the university had consumed, the amount of waste generated on campus and the transportation, academics, administrative, and student-generated emissions of the students. Two approaches have been developed for estimating carbon footprint for transport. In Approach 1, a questionnaire was applied to academic, administrative and students in order to determine carbon footprint due to transportation while the number of vehicles entering and leaving the campus was determined from camera as an average value in Approach 2 . According to the calculated values, the carbon footprint is calculated as 19706.84 tons CO_{2e}forApproach

1, and 10122,154 ton CO₂ for Approach 2. The difference between the values is due to the emissions from the transportation sources calculated for all registered students in Approach 1. According to the results of Approach 2, energy consumption is the largest component of the campus footprint and secondly campus transportation. Therefore, optimization of carbon footprint in terms of energy and transportation is important for a sustainable campus life.

Keywords: Carbon Footprint, Energy, Energy and Environment, CO₂ emission, Campus, Canakkale



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği	3
1.2. Sera Gazları	5
1.2.1. Karbondioksit (CO ₂).....	5
1.2.2. Metan (CH ₄).....	6
1.2.3. Perflorokarbonlar (PFCs), Hidroflorokarbonlar (HFCs) ve Kükürt Hekza Florür (SF ₆).....	6
1.2.4. Diazot monoksit (N ₂ O).....	6
1.3. Türkiye’de Sera Gazı Emisyonları ve İklim Değişikliğinin Olası Etkileri	7
1.4. Sera Gazı Envanteri.....	10
1.5. İklim Alanında Sürdürülebilir Kalkınma	13
1.6. Karbon Ayak İzi	14
1.6.1.Gönüllü Karbon Piyasası ve Mekanizmaları	16
1.6.2.Emisyon Ticaret Sistemi.....	17
1.7. Enerji Kullanımı ve Karbon Ayak İzi	18
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	25
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE METOT	29
3.1. Çalışma Alanının ve Sınırların Belirlenmesi	29
3.2. Yöntem ve Emisyon Kaynaklarının Belirlenmesi.....	30
3.3. Verilerin Toplanması ve Anket Uygulanması.....	32
3.4. Emisyon Faktörlerinin Uygulanarak Karbon Ayak İzinin Kapsam-1, Kapsam-2 ve Kapsam-3 için Hesaplanması.....	36

3.4.1. Kapsam-1 Emisyonların Hesabı	36
3.4.2. Kapsam-2 Emisyonların Hesabı	37
3.4.3. Kapsam-3 Emisyonların Hesabı	37
3.5. Kampüste Çevre ve Enerji Farkındalığının Anket Çalışması ile Belirlenmesi.....	39
BÖLÜM 4	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	41
4.1. Terzioğlu Kampüsü 2016 Yılı için Karbon Ayak İzi.....	41
4.1.1. Kapsam-1	41
4.1.2. Kapsam-2	44
4.1.3. Kapsam-3.....	45
4.2. Enerji ve Çevre Uygulamaları Konusundaki Eğilimler	65
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	73
KAYNAKLAR	76
EKLERİ	I
EK 1. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü Enerji ve Çevre Uygulamaları Konusundaki Eğilimler Anketi	II
EK 2. Çanakkale Belediyesi Halk Otobüsünün Özellikleri (Otokar Kent LF) (Otokar Sultan City)	IV
EK 3. DEFRA (2016) Emisyon Faktörleri.....	VI
EK 4. Kapsam-3 Karbon Ayak İzi Hesapları.....	VIII
ÖZGEÇMİŞ	XII

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Sera gazı kaynakları.....	11
Şekil 1.2. Emisyon ticareti.....	18
Şekil 1.3. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması	19
Şekil 1.4. Nüfus, GSYİH büyüme oranı ve birincil enerji talebi projeksiyonları.....	19
Şekil 1.5. Türlerine göre fosil yakıt rezervlerinin kalan ömürleri	20
Şekil 1.6. Dünya birincil enerji kaynaklarının yakıtlara göre dağılımı	20
Şekil 1.7. Türkiye'nin elektrik üretimi	23
Şekil 3.1. ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü karbon ayak izi hesaplama adımları	29
Şekil 3.2. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) Terzioğlu Kampüsü'nün sınırları	30
Şekil 3.3. ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü karbon ayak değerlendirmesi.....	32
Şekil 3.4. ÇOMÜ Terzioğlu konteynerlerin yerlerinin gösterimi.....	38
Şekil 4.1. Araçların Yakıt türlerine göre dağılımı	51
Şekil 4.2. Kampüs Ulaşımında araçlarını paylaşılanların dağılımı.....	55
Şekil 4.3. Terzioğlu kampüsünün yaklaşım-2 ile hesaplanan karbon ayak izinin kapsamlara göre dağılımı	63

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. BMİDÇS ülkelerinin sınıflandırılması	2
Çizelge 1.2. Kyoto Protokolü'nde baz alınan sera gazları.....	5
Çizelge 1.3. Sera gazı emisyon envanteri	8
Çizelge 1.4. Sektörlere göre CO ₂ eşdeğeri cinsinden toplam sera gazı emisyonları	9
Çizelge 1.5. Sera gazı emisyonlarının hesaplanması ve değerlendirilmesi için metot ve standartlar	13
Çizelge 1.6. Dünya birincil enerji tüketimi.....	21
Çizelge 1.7. Türkiye'nin elektrik enerjisi üretiminin birincil enerji kaynaklarına göre dağılımı	22
Çizelge 2.1. Karbon ayak izi çalışmaları	26
Çizelge 3.1. ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü emisyon kaynakları	31
Çizelge 3.2. ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsüne ait veriler	33
Çizelge 3.3. Rektörlüğe ait araç filosu ve özellikleri.....	34
Çizelge 4.1. Doğalgaz tüketiminden dolayı oluşan emisyon değerleri.....	42
Çizelge 4.2. Üniversite araç filosu emisyonları- küçük araçlar	43
Çizelge 4.3. Üniversite araç filosu emisyonları- büyük araçlar.....	43
Çizelge 4.4. Elektrik tüketimi emisyon faktörü	45
Çizelge 4.5. Terzioğlu kampüsünün elektrik tüketiminden kaynaklı karbon ayak izi	45
Çizelge 4.6. Su tüketimi için emisyon faktörleri	46
Çizelge 4.7. ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü su tüketiminden dolayı oluşan karbon ayak izi.....	46
Çizelge 4.8. Evsel atıklar için emisyon faktörü	47
Çizelge 4.9. Okula ulaşım araçlarının dağılımı	48
Çizelge 4.10. Öğrencilerin ulaşım araçlarını kullanma sıklığı	48
Çizelge 4.11. Akademik ve idari personelin kat ettikleri mesafe	49
Çizelge 4.12. Akademik ve idari personelin ulaşım aracına göre kat ettikleri mesafe	50
Çizelge 4.13. Üniversitedeki personel ve öğrencilerin araçlarının yakıt türü ve motor hacmine göre dağılımı.....	52
Çizelge 4.14. Servis-Otobüsle gelen öğrencilerin emisyonları.....	55
Çizelge 4.15. Kişisel arabasıyla gelen öğrencilerin emisyonları	56
Çizelge 4.16. Motosikletli öğrencilerin emisyonları	56
Çizelge 4.17. Akademik ve idari personelin servis-otobüs kullanımdan dolayı oluşan emisyonlar	56
Çizelge 4.18. Akademik ve idari personelin kişisel arabalarından dolayı oluşan emisyonlar	57
Çizelge 4.19. Motosikletli akademik ve idari personelin emisyonları	57
Çizelge 4.20. Otomobillerin kampüste yarattığı emisyonlar	58
Çizelge 4.21. Motosikletlerin emisyonları.....	58
Çizelge 4.22. Kampüse giriş yapan halk otobüsü-servisi emisyonları	59
Çizelge 4.23. ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü karbon ayak izi (Yaklaşım-1)	59
Çizelge 4.24. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü karbon ayak izi (Yaklaşım-2)	61
Çizelge 4.25. Terzioğlu kampüsü alan ve kişi başına karbon ayak izi değerleri.....	63
Çizelge 4.26. Terzioğlu kampüsünün karbon ayak izinin diğer çalışmalarla karşılaştırılması	64
Çizelge 4.27. Ankete katılanların cinsiyetlerine göre katılımı	65
Çizelge 4.28. Ankete katılanların öğrenci ve çalışanların dağılımı	66
Çizelge 4.29. Katılımcıların enerji ve çevre bilinçliliği konusundaki davranış eğilimleri ..	67

Çizelge 4.30. Statüye göre enerji-çevre davranışlarının karşılaştırılması	68
Çizelge 4.31. Yaş aralıklarına göre enerji-çevre davranışlarının karşılaştırılması	69
Çizelge 4.32. Katılımcıların karbon ayak izini etkileyecek davranışlardaki tutumu.....	70
Ek Çizelge 1. Kendi aracıyla gelen öğrencilerin araçlarının yakıt türüne göre ayrımı.....	X



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Dünyadaki hızlı nüfus artışı, artan üretim ve tüketim, sanayileşme ve şehirleşme çevresel sorunların giderek büyümesine neden olmaktadır. Doğal çevrenin kirlenmesi, küresel iklim değişikliği, çorak alanların artması ve bazı türlerin azalarak yok olması küresel ölçekte tehlike yaratmaktadır. Bahsedilen çevre sorunlarından en belirgin olarak yaşanan iklim değişikliği, insan aktiviteleri sonucunda atmosfere kadar ulaşan ve biriken sera gazı emisyonlarından kaynaklanmaktadır(Rana ve diğ.,2016).

Fosil yakıtların yakılması nedeniyle açığa çıkan sera gazları, plansız toprak ve arazi kullanımı iklim değişikliğinin en önemli sebeplerindendir. Plansız arazi kullanımı ve ormansızlaşma dünyanın karbon tutma potansiyelini azaltmaktadır. 20. Yüzyılın ikinci yarısından itibaren etkisi hissedilen küresel ısınmada; tüketim alışkanlığı, fosil yakıtların kullanımı, sanayileşme, enerji tüketiminin ve kaynak kullanımının giderek artması gibi beşeri aktiviteler büyük rol oynamaktadır (Kaypak, 2012).Yapılan değerlendirmeler, önlem alınmadığı takdirde bu etkilerin içinde bulunduğumuz dönem ve sonrası için artarak devam edeceğini, etkilerin geri alınamayacak kadar ciddi boyutlara ulaşacağını belirtmektedir (Kaypak, 2012).İnsanlığın refah içerisinde yaşaması için harcanan enerjinin karşılanmasında büyük oranda petrol, kömür, doğalgaz vb. fosil kaynaklar verimsizce ve bilinçsizce kullanılmaktadır(Kaypak,2012). Dolayısıyla küresel ısınmanın kaynağı olan CO₂başta olmak üzere atmosferdeki sera gazlarındaki artış hızlanmaktadır. Bu artışta en büyük pay gelişmekte olan ülkelerde olup, nüfus artışı sonucunda çeşitli sektörlerdeki enerji ihtiyacını karşılamada fosil kaynakların ağırlıklı olarak kullanılması etkili olmaktadır (Özlem, 2013).1994 yılının 21 Mart'ında yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ülkelerin sera gazı emisyonlarını ıazaltmaya yönelik hedef koyamaması ve/veya hedefler doğrultusunda gerekli zemini oluşturamaması bir sözleşmeye ihtiyaç olduğunu göstermiştir (ÇSB, 2016). 1997 yılında imzalanan ve 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolü bu ihtiyacı gidermek için oluşturulmuştur. Kyoto Protokolü kapsamında Ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik hedeflerini yerine getirmelerini kolaylaştırmak amacıyla, protokol kapsamında “Esneklik Mekanizmaları” olarak adlandırılan Temiz Kalkınma Mekanizması (TKM), Ortak Yürütme (OY) ve Emisyon Ticareti gibi düzenekler oluşturulmuştur. Etkin bir şekilde emisyon taahhütlerine ulaşılmasını sağlamak, bu mekanizmaların en önemli özelliklerindendir(Özlem, 2013). Bu mekanizma, Kyoto Protokolünü imzalayan Ülkelerde

(Ek-1 Ülkeleri-Gelişmiş Ülkeler) kurulmuş emisyon hedeflerini gerçekleştirme zorunluluğu olanlara, protokolün Ek-2 Ülkeleri (Gelişmekte olan Ülkeler) listesinde olan veya BMİDÇS’ni imzalamış ülkelerdeki CO₂ azaltma sağlayanlardan emisyon satın alma hakkını vermektedir. Bu ülkeler Çizelge 1’de verilmiştir. Bu sistem ve mekanizmalara alternatif başka mekanizmalar da oluşmuştur. Bu mekanizmaları yükümlülüğü ve emisyon azaltma taahhüdü olmayan sadece proses ve faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonlarını azaltmak isteyen şirket, kurum ve kuruluşlar kapsamında yer almayan sektörler ile doğrudan emisyonları bulunmayan ancak sosyal sorumluluk prensibi kapsamında kurumsal faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonlarını denkleştirmek isteyen şirket ve kurumlar oluşturmuştur. Kyoto Protokolü Emisyon Ticareti dışında alternatif mekanizmalar oluşturmuşlardır. Bu amaçla katılımcılara herhangi bir hukuksal yük getirmeyen Gönüllü Emisyon Ticareti sistemi oluşturulmuştur. Bu oluşum kamu kuruluşlarına, şirketlere ve katılmak isteyen şahıslara açıktır(Özlem, 2013).

Çizelge 1.1.BMİDÇS ülkelerinin sınıflandırılması (UNFCCC, 2015)

LİSTELER	ÜLKELER	SORUMLULUKLAR
Ek-1	OECD + AB + PEGSÜ (41 Ülke) Ülke(Özel Şartları tanınarak)	Emisyon Azaltımı
Ek-2	OECD + AB -15 (24 Ülke) Ülke Hariç	Teknoloji Transferi ve Mali Destek Sağlamak
Ek- 1 Dışı	Diğer Ülkeler (Çin, Hindistan, Pakistan, Meksika, Brezilya,)	Yükümlülükleri yok

Yukarıda sözü edilen bütün yaklaşımlar, sorunlar ve çözüm önerileri ülke, kurum, kuruluş, yatırımcı ve üreticilere emisyon azaltımı konusunda farkındalık kazandırmıştır. Karbon ticareti için bir mekanizmanın var oluşu, karbon ayak izinin çeşitli birimlerde belirlenmesine yönelik çalışmaların hız kazanmasına neden olmuştur(Bonamente ve diğ.,2015). Karbon ayak izi, aldığımız her ürün veya gerçekleştirdiğimiz her faaliyet için ihtiyaç duyulan enerjinin üretilmesi sırasındaki atmosfere salınan sera gazı emisyonunu ifade etmektedir (Bonamente ve diğ.,2015).Her faaliyet farklı karbon ayak izine sahip

olduğundan kişisel ya da şirketler bazında çalışmalar yapılarak, farklı etkenlerin hesaplanması gerekmektedir(Wiedmannve diğ., 2008). Karbon ayak izi hesaplamasında uluslararası alanda çeşitli yöntem ve standartlar geliştirilmiştir. Kyoto Protokolünde 6 ana sera gazının (CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, HFCs, SF₆) ele alındığı standartların başında Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin yayınlamış olduğu yöntemlerin yanında, GHG Protokolü, ISO 14064, PAS 2050 gelmektedir(Güllü,2011).Bu yaklaşımlar doğrultusunda yeni uygulamalar, kanunlar ve vergiler çıkacak, tedarikte veya alım/satımda kısıtlamalar gündeme gelecek ve şirketler veya kurumlar karbon ayak izini hesaplamak/hesaplatmak zorunda kalacaklardır. Dolayısıyla yakın zamanda şirketler, kurumlar ve yerel yönetimler faaliyetleri için karbon ayak izini hesaplayarak, bu kapsamdaki etkilerini azaltmak için optimizasyon çalışmaları yapmaya başlamışlardır (Özlem, 2013). Karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik hedefler koyabilmek için öncelikle mevcut durumun analizi gerekmektedir. Sera gazı muhasebesinde ortaya çıkan bir gösterge niteliğinde olan karbon ayak izi(Wiedmann ve diğ., 2010), doğrudan ve dolaylı sera gazı emisyonlarını da kapsayan bir tedbir olarak ortaya çıkmaktadır (WRI/WBCSD, 2004).

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü, Çanakkale'nin tek üniversitesi olup, üniversitenin pek çok fakülte ve biriminin Terzioğlu kampüsünde oluşundan merkez kampüsü durumundadır. 20000'den fazla öğrenci, 2000'den fazla çalışanı ile bölgenin en yoğun insan popülasyonunun olduğu bir bölge konumundadır. İnsan aktivitelerinin ve faaliyetlerinin yoğun olarak yaşandığı bu kampüste sera gazı emisyonlarının azaltımı önem teşkil etmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) Terzioğlu Kampüsünün çeşitli faaliyetlerinden dolayı (yakıt kullanımı, elektrik tüketimi, araç emisyonları, su tüketimi, atık miktarı gibi) oluşan emisyonları belirlenerek kampüsün karbon ayak izi çıkarılacak ve bu ayak izinin hangi faaliyetlerden dolayı arttığı gözlemlenecektir. Son olarak ayak izinin azaltılmasına yönelik ne gibi çalışmalar yapılacağı belirlenecektir.

1.1.Küresel Isınma ve İklim Değişikliği

Sanayi devrimine kadar dengede olan iklim düzeni sanayi devriminin yaşandığı 18. yüzyıldan sonra bozulmuştur. Sanayileşmenin etkisiyle fosil yakıtların tüketimindeki artış, farklı sanayi faaliyetlerinden dolayı sera gazlarının atmosfere salınımı, küresel ısınmayı oluşturan ve artıran en büyük kaynaklardır (WRI, 2015). Kyoto Protokolü altı adet sera gazını dikkate almaktadır. Çizelge 1.2' de sera gazlarının, CO₂eş değeri (GWP) ve bu gaz

emisyonlarının kaynakları verilmektedir. Tabloda yer alan CO₂ eş değeri; CO₂ dışındaki diğer sera gazlarının aynı miktar CO₂ ile karşılaştırıldığında kaç kat daha fazla ısı tutabilme kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. CO₂ eşdeğeri kullanılarak, tüm sera gazlarının ortak bir birimde toplanması ve emisyon hesaplamalarının daha kolay yapılması sağlanmıştır. Bu çizelgeye göre en etkili sera gazı Sülfür Heksaflorür, en az etkili olan gaz ise CO₂ gibi görünmektedir (WRI, 2015). Fakat miktar açısından CO₂ diğer sera gazlarından çok daha yüksek seviyede oluşması nedeniyle CO₂ gazı daha fazla dikkate alınmaktadır (Özlem, 2013). Küresel ısınmanın bir sonucu olarak dünya yüzeyindeki ortalama hava sıcaklığındaki artış, 2000 yılında sona eren yüz yıllık süreçte $0,6\pm0,2^{\circ}\text{C}$ olmuştur ve bu artış 2005 yılında sona eren geçmiş yüz yıllık süreç içerisinde ise $0,74\pm0,18^{\circ}\text{C}$ ’ ye yükselmiştir (WWF, 2013). Yapılan iklim modellemelerine göre ortalama sıcaklık artışının 21. yy da $1,1-6,4^{\circ}\text{C}$ arasında olabileceği görülmektedir (WWF, 2013). BMİDÇS ve Kyoto Protokolü küresel iklim değişikliği ile ilgili en önemli yasal düzenlemeler olup, değişikliğe karşı mücadele için oluşturulmuştur. BMİDÇS ve Kyoto Protokolü’nün amacı, insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının iklim sistemi üzerindeki etkisini önlemek ve ülkelerin zamana bağlı emisyon azaltım hedeflerini gerçekleştirmelerine rehber olmaktır. Kyoto Protokolünde yer alan esneklik mekanizmalarıyla bir yandan küresel sera gazı emisyonlarının azaltılması hedeflenirken, diğer yandan teknoloji transferine ve küresel sermaye hareketlerine etki edilmektedir. Bunun sonucunda yenilenebilir enerji kaynakları ve birçok alanda yeni istihdam alanları sağlanmaktadır. Türkiye 2004 yılında BMİDÇS’ ye, 2009 yılında ise Kyoto Protokolüne taraf olmuştur. Türkiye’nin, azaltım hedeflerini/ yükümlülüklerini yerine getirebilmesi ve iyi şekilde uygulayabilmesi için; finansal, teknolojik kapasitesinin artırılması konusunda görüşmeler ve müzakereler devam etmektedir. 194 ülke BMİDÇS’ ne taraf olmuştur (ÇSB, 1999, <http://iklim.cob.gov.tr>, Erişim: 13 Nisan 2017).

Çizelge 1.2.Kyoto Protokolü'nde baz alınan sera gazları (WRI, 2015)

SEMBOL	İSİM	CO ₂ EŞDEĞERİ	ANA KAYNAK
CO ₂	Karbondioksit	1	Fosil Yakıtların Yanması, Orman Yangınları, Çimento Üretimi
CH ₄	Metan	21	Düzenli Depolama Sahaları, Petrol ve Doğalgazın Üretimi ve Dağıtımı, Çiftlik Hayvanlarının Sindirim Sistemlerindeki Fermantasyon
N ₂ O	Diazot monoksit	310	Fosil Yakıtların Yanması, Gübreler, Naylon Üretimi
HFC _s	Hidrofloro karbonlar	140-11.700	Buzdolabı Gazları, Alüminyum Eritme, Yarı İletken Üretimi
PFC _s	Perfloro karbonlar	6.500-9.200	Alüminyum Üretimi, Yarı İletken Üretimi
SF ₆	Sülfür Heksaflorür	23.900	Elektrik İletim ve Dağıtım Sistemleri, Magnezyum Üretimi

1.2.Sera Gazları

Kızılötesi ışınları absorbe edip soğuran tüm gazlar sera etkisine neden olan, sera gazları olarak adlandırılan gazlardır. Kyoto Protokolü'nde bahsedilen Karbondioksit (CO₂), Metan (CH₄), Diazot monoksit (N₂O), Hidroflorokarbonlar (HFC_s), Perflorokarbonlar (PFC_s), Sülfür Heksaflorür(SF₆) olmak üzere sera gazları ile ilgili detaylı bilgi aşağıdaki bölümde verilmektedir.

1.2.1. Karbondioksit (CO₂)

Atmosferde meydana gelen her çeşit yanma olayı CO₂ gazını açığa çıkarır. CO₂ gazı fosil kaynaklı yakıtların (petrol, kömür ve doğalgaz) kullanılması sonucunda, karbonatlı kayaçların fiziksel veya kimyasal yollarla ayrışması sonucunda atmosfere karışmaktadır. Atmosfere ulaşan CO₂'in %75-85'i fosil kaynaklı yakıtlardan, geri kalan %20-25'lik kısmı da canlıların solunumundan ve organik maddelerin çürütmesinden dolayı kaynaklanmaktadır (Özlem, 2013). Bir yandan fosil kaynaklı yakıtların kullanımının artması öte yandan fotosentez ile CO₂ harcayan bitki örtüsü ve ormanların giderek yok olması atmosferdeki CO₂ miktarını artırmıştır (WWF, 2013).Yapılan ölçümler bu artışın devam ettiğini göstermektedir. Küresel ısınmada, CO₂'in tüm sera gazları arasındaki payı %50'dir (Topçu, 2008). Bu duruma CO₂ moleküllerinin atmosferde kalma süresinin 50-

100 yıl gibi uzun olması da etki etmektedir, dolayısıyla küresel ısınmaya karşı alınacak önlemlerin başında CO₂ salınımının azaltılması gelmektedir(Topçu, 2008).

1.2.2. Metan (CH₄)

Metan, CO₂'e göre 20-25 kat daha fazla ısı tutar. Doğal gazın temel bileşenidir. Metan gazı emisyonuna fosil yakıtların yanması, atıkların gömülmesi veya depolanması sonucu çürümesi, hayvancılık faaliyetleri, zirai faaliyetler neden olmaktadır ve bu aktiviteler geçtiğimiz son 50-100 yıllık zaman diliminde daha da artış göstermiştir (Pekin, 2006). Atmosferdeki metanın konsantrasyonu küresel olarak sadece son yirmi yılda ölçülmüştür. Meydana gelmiş olan ve hala devam eden küresel çaptaki ısınma anaerobik çürümeyi de hızlandırmış, CO₂ kadar metan üretimini de arttırmıştır. Atmosferdeki metan konsantrasyonu sanayi devrimi sonrası %150 artış göstermiştir(Pekin, 2006).IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)atmosfere karışan metan miktarının yarısından fazlasının insan aktiviteleri ve faaliyetleri sonucu gerçekleştiğini belirtmektedir(Pekin, 2006).

1.2.3. Perflorokarbonlar (PFCs), Hidroflorokarbonlar (HFCs) ve Kükürt Heksaflorür (SF₆)

Yüksek küresel ısınma etkisine sahip olan HFCs, PFCs ve SF₆ gazları, soğutucu ve buzdolabı üretiminde, alüminyum ve magnezyum üretiminde, yarı iletken imalatında ve spreylerde kullanılmışlardır. Montreal Protokolü'nde kullanımı yasaklanan CFCs sonucunda, HFCs, PFCs ve SF₆'nın kullanımı artmış olup, dolayısıyla bu gazlardan dolayı oluşan emisyonlar da artmaya başlamıştır (Baird, 1999).HFCs, ozonu incelten maddeler yerine kullanılmaktadır. Şu anda küresel ısınma etkileri düşüktür, fakat toplamda sera gazı özelliği taşıyan maddelere etkisi bulunmaktadır (Pekin, 2006).PFCs ve SF₆ gazlarının küresel ısınma etkileri düşük olmakla birlikte, hızlı bir artış oranına, çok uzun atmosfer ömürlerine sahip olmaları ve kızılötesi ışınları tutabilme özellikleri vardır. Bu özellikleri nedeniyle gelecekte iklim üzerinde etkili olabilecekleri düşünülmektedir (Topçu, 2008).

1.2.4. Diazot monoksit (N₂O)

Azot oksitler sera gazları içinde önemli bir yere sahiptir. Atmosferde 120 yıl gibi bir ömre sahip olmakla beraber yüksek ısı tutma potansiyeline de sahiptir (IPCC, 2007). N₂O'nun insan aktiviteleri sonucunda üretilmesinde büyük payı, tarım arazilerinde yapay ve doğal gübre kullanımı, ulaşırmada kullanılan fosil kaynaklı yakıtların kullanımı, nitrik

asit (HNO_3) üretimi, atık su arıtımı, atıkların ve biyokütlelerin yakılması oluşturmaktadır. Stratosferde güneş ışığının fotolitik davranışı sonucu N_2O atmosferden eksilmektedir (Baird, 1999).

1.3. Türkiye’de Sera Gazı Emisyonları ve İklim Değişikliğinin Olası Etkileri

Türkiye’nin 1990-2015 yılları arasında sera Gazı Emisyon Envanteri Çizelge 1.3’de verilmektedir. Buna göre, 2015 yılında toplam sera gazı emisyonu karbondioksit eşdeğeri(CO_{2e}) olarak 475,1 milyon ton (Mt) olarak hesaplanmıştır. Karbondioksit eşdeğeri olarak 2015 yılı toplam sera gazı emisyonu, 1990 yılına kıyasla % 122 artış göstermektedir.



Çizelge 1.3. Sera gazı emisyon envanteri, (TÜİK 2015)

Sera gazı emisyonları (CO ₂ eşdeğeri)					(Milyon ton)
Yıl	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	F*	Toplam
1990	148,2	41,2	23,8	0,7	214,0
1991	154,2	42,2	23,8	0,9	221,1
1992	160,1	42,1	24,5	0,8	227,4
1993	168,5	41,9	25,6	0,8	236,7
1994	165,2	41,5	22,8	0,7	230,3
1995	181,4	41,2	23,3	0,6	246,6
1996	197,5	41,5	24,2	1,1	264,2
1997	209,9	40,7	23,9	1,1	275,6
1998	210,0	40,9	25,5	1,2	277,6
1999	207,0	42,3	25,9	1,2	276,4
2000	227,7	42,3	25,1	1,4	296,5
2001	211,7	41,8	22,7	1,5	277,7
2002	219,9	39,9	23,1	1,7	284,6
2003	235,3	42,1	24,7	2,0	304,1
2004	244,3	42,8	25,8	2,3	315,1
2005	263,9	44,4	26,3	2,6	337,2
2006	284,8	45,9	28,1	2,9	361,7
2007	316,1	48,3	27,3	3,3	395,0
2008	313,3	49,3	25,7	3,5	391,8
2009	320,5	49,1	27,9	3,4	400,9
2010	322,1	51,2	28,8	4,7	406,8
2011	348,0	53,4	29,7	5,2	436,4
2012	355,5	56,8	30,7	5,9	448,9
2013	347,7	55,6	32,8	6,1	442,2
2014	359,2	56,8	32,7	6,8	455,6
2015	383,4	51,4	33,3	6,9	475,1
(Tablodaki rakamlar, yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir. Ormancılık ve diğer arazi kullanımından kaynaklanan emisyonlar ve yutaklar dâhil edilmemiştir)					
F : Florlu Sera Gazları					

Sera gazı emisyonlarının sektörlere göre dağılımı ise Çizelge 1,4’deverilmektedir.Sektörler arası bir karşılaştırma yapıldığında ise 2005 yılından itibaren tarımsal faaliyetler ve atıklardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarında fazla bir artış olmazken; toplam emisyonlardaki artışın büyük oranda enerji üretim ve tüketiminden ve endüstriyel süreçlerden kaynaklandığı görülmektedir. Çizelge 1.4’e bakıldığından 1990 yılından enerji üretim ve tüketiminden ve endüstriyel süreçlerden kaynaklanan sera gazı emisyonları 158,1 milyon ton karbondioksit eşdeğeri iken, 2015 yılında ise bu değer 400,7 milyon ton karbondioksit eşdeğeri olarak toplam emisyonlardaki en fazla payı almaktadır.

Çizelge1.4.Sektörlere göre co₂ eşdeğeri cinsinden toplam sera gazı emisyonları (TÜİK, sera gazı emisyon envanteri, 2015)

Yıl	Enerji	Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı	Tarımsal faaliyetler	Atık	Toplam (Milyon ton)	1990 yılına göre değişim (%)
1990	134,4	23,7	44,8	11,1	214,0	-
1991	138,5	25,4	45,8	11,3	221,1	3,3
1992	144,7	25,1	46,1	11,5	227,4	6,3
1993	152,2	26,0	46,8	11,8	236,7	10,6
1994	148,9	25,3	44,0	12,0	230,3	7,6
1995	163,5	27,3	43,4	12,4	246,6	15,2
1996	179,2	28,1	44,2	12,7	264,2	23,5
1997	191,2	29,0	42,1	13,2	275,6	28,8
1998	191,0	29,3	43,7	13,5	277,6	29,7
1999	190,2	27,8	44,4	14,0	276,4	29,2
2000	211,7	27,8	42,5	14,5	296,5	38,6
2001	195,0	27,9	39,8	15,0	277,7	29,8
2002	201,9	29,3	38,0	15,4	284,6	33,0
2003	216,6	30,5	41,2	15,9	304,1	42,1
2004	223,3	33,1	42,2	16,5	315,1	47,3
2005	241,0	35,9	43,3	16,9	337,2	57,6
2006	260,5	39,0	44,8	17,5	361,7	69,0
2007	291,4	41,5	44,4	17,7	395,0	84,6
2008	288,5	43,4	42,1	17,8	391,8	83,1
2009	294,6	45,1	43,4	17,9	400,9	87,4
2010	291,8	51,0	45,8	18,2	406,8	90,1

Çizelge 1.4. devamı

2011	313,9	55,8	48,1	18,5	436,4	103,9
2012	319,3	57,7	53,8	18,1	448,9	109,8
2013	308,3	60,2	57,2	16,5	442,2	106,6
2014	321,2	60,8	57,2	16,4	455,6	112,9
2015	340,0	60,7	57,4	16,9	475,1	122,0

Küresel iklim değişikliğinin sebeplerinin ve bu değişikliğe sebep olan etkenlerin değerlendirildiği IPCC Beşinci Değerlendirme Raporu'nda, 1951-2011 arası dönemde küresel sıcaklıklardaki yükselişin, kesin olarak insan aktivitelerinden kaynaklandığı gösterilmiştir. 1951-2011 yılları arasında küresel sıcaklıklarda yaklaşık 0,9-1°C artış görüldüğünü ortaya koyan raporda, ortalama yüzey sıcaklıklarının sanayi devrimine kıyasla 2°C yüksek olduğu, deniz seviyesinin son buzul arası dönem ile karşılaştırıldığında 5 - 10 metre daha yüksek olduğu belirtilmiştir (WWF, 2013). Raporda küresel iklim değişikliğine neden olan sera gazı seviyelerindeki artışın ana sorumlusunun enerji sektörü olduğu açıkça belirtilmiş ve çözümler için öneriler sunulmuştur. Fosil yakıtlara dayalı enerji projeleri ve yatırımları yerine enerjinin verimli kullanımını sağlamak ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı, sürdürülebilir enerji altyapısını oluşturmak öncelikli hedefler arasındadır (WWF, 2013).

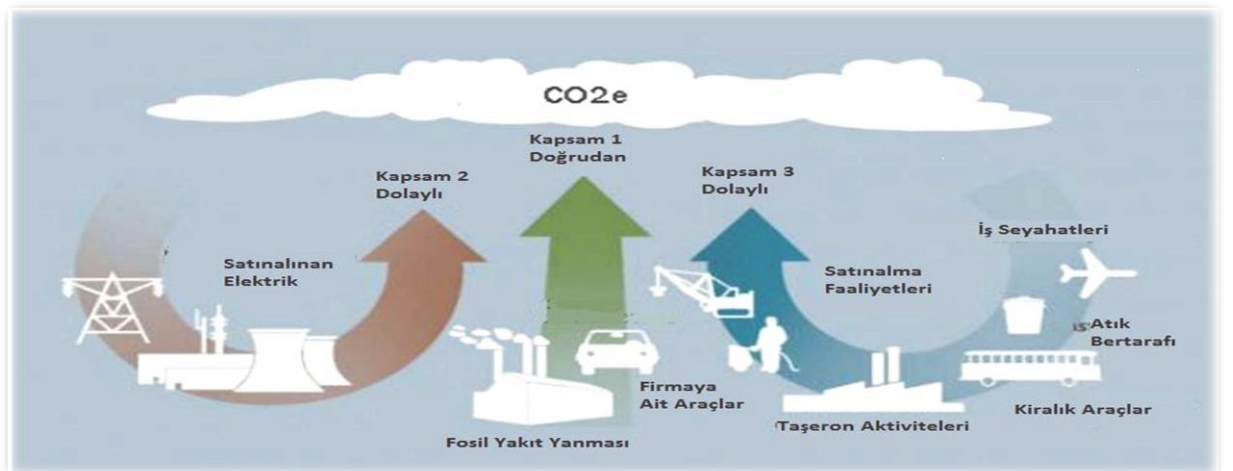
Türkiye, IPCC sürecinde yer alarak, küresel iklim değişikliği ve getirdiği riskler ile iklim değişikliği ile mücadelenin önemini kabul etmektedir. Gerek IPCC raporu, gerekse yürütülen bir dizi ulusal ve uluslararası bilimsel model çalışmaları, Türkiye'nin yakında gelecekte daha sıcak, daha kurak ve yağışlar açısından daha belirsiz bir iklim yapısına sahip olacağını ortaya koymuştur (WWF, 2013). Türkiye'nin, iklim değişikliğinin özellikle su kaynaklarının azalması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme, bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi olumsuz etkiler ile karşılaşacağı öngörülmektedir. Akdeniz Havzası'nda genel sıcaklık artışının 1°-2°C'ye ulaşacağı, kuraklığın geniş bölgelerde hissedileceği ve özellikle iç kesimlerde sıcak hava dalgalarının ve aşırı sıcak günlerin sayısının artacağı ifade edilmektedir. Türkiye'de ise yıllık ortalama sıcaklığın gelecek yıllarda 2,5°-4°C artacağı, Ege ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde 4°C'yi, iç bölgelerinde ise bu artışın 5°C'yi bulacağı tahmin edilmektedir(WWF, 2013).

1.4. Sera Gazı Envanteri

Sera gazı envanteri bir şirket veya kuruluş bünyesinde doğrudan ve dolaylı oluşan

tüm emisyonların saptanması esasına dayanır. Sera gazı envanteri ‘küresel ısınmaya etki potansiyeli’ kullanılmak sureti ile farklı sera gazlarını karbondioksit eş değeri olarak hesaplamaktadır (Özlem, 2013). Kyoto Protokolü’ne taraf olan ülkelerin insan kaynaklı sera gazı emisyonlarına ilişkin envanterlerini her yıl bildirmeleri bir zorunluluktur. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’ni imzalamış olan ülkeler de yıllık sera gazı emisyonlarını raporlamakla yükümlüdürler, Ayrıca emisyonazaltım hedeflerinin gerçekleştirilmesine yönelik kaydettikleri ilerlemeyi takip etmek için şirket ve kuruluşlar sera gazı envanterine gereksinim duyarlar (Arıkan, 2006).Türkiye’de henüz bir zorunluluk olmamakla birlikte, sürece hazırlıklı olmak isteyen öncü şirketler sera gazı emisyon envanterlerini oluşturmaya başlamıştır. Sera gazı envanterinin hesaplanmasının ortaya çıkmasındaki en önemli etkenler; rekabetçilik, liderlik, çevresel ve sosyal sorumluluk ile birlikte geleceğe yönelik mevzuata hazırlıklı olmaktır (Özlem, 2013).

Sera gazı envanteri belirli bir standart yönetime göre oluşturulur. Bu çerçevede kullanılan en yaygın standartlar Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) tarafından hazırlanan “ISO 14064”, Dünya Kaynaklar Enstitüsü (WRI) ve Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi (WBCSD) tarafından hazırlanan “GHG Protokolü ”dür (Pekin, 2006). Aslında, ISO ve GHG Protokolü kurumsal sera gazı envanteri hesaplamasına yönelik birbiri ile tutarlı ve birbirini tamamlayan standartlardır. ISO 14064 sera gazı envanteri hesaplaması ve doğrulanmasına ilişkin uluslararası düzeyde kabul görmüş gereklilikleri detaylandırmakta, GHG Protokolü ise gerekliliklerin yanı sıra hesaplama ve raporlamanın nasıl yapılacağına dair bilgi veren bir kılavuz niteliği taşımaktadır(WRI/WBCSD, 2004). ISO 14064 Standardının temel aldığı başlıca sera gazı kaynakları Şekil 1.1’deki gibidir.



Şekil 1.1. Sera gazı kaynakları (WRI/WBCSD, 2004)

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 protokol yaygın olarak kullanılmaktadır. Karbon ayak izinin ürün seviyesinde ölçülmesine dair yayınlanan PAS (Publicly Available Specification) standartları da en yaygın kullanılan standartlardandır. ISO 14064 standardı kuruluşun, sera gazı emisyonlarının ve uzaklaştırmalarının doğru şekilde raporlanması, kurum, kuruluş veya şirketin sera gazı envanterlerinin belirlenmesi ve ardından belirlenen sera gazı emisyonlarının azaltımı, uzaklaştırılması veya iyileştirilmesi projelerine sera gazı bildirimlerinin doğrulanması için kullanılan bir standarttır (Genç, 2009). Ürünlerin sera gazı salımlarının değerlendirilebilmesinde gerekenleri belirlemek için hazırlanan PAS 2050 ve PAS 2060 Standartları ise ISO 14064 standardındaki prensipleri benimsemiştir. Arasındaki fark; PAS 2050 ve PAS 2060 standartları kurum, kuruluş veya firmalar faaliyetleri için envanteri, hizmet ve ürünleri için karbon ayak izini tedarikçiden son müşteriye kadar daha spesifik olarak hesaplayabilmektedir (Genç, 2009).

Bu standartlar özetle, kuruluş sınırlarından kaynaklanan doğrudan sera gazı emisyonlarını, kuruluşun kendisi tarafından ithal edilerek tüketilen elektrik, ısı veya buharın üretilmesinde oluşan enerji kaynaklı sera gazı emisyonları ve diğer dolaylı emisyonların hesaplanmasındaki esasları belirler. Bu standartlar uyarınca oluşturulan emisyon envanterinin ancak bağımsız bir denetim firması tarafından doğrulanması ve belgelendirilmesi durumunda geçerliliği/kullanılabilirliği/uygulanabilirliği söz konusudur. Sera gazı envanteri hazırlanması sırasında kuruluşun sera gazı emisyonu ile ilgili faaliyetlerine ilişkin verilerin tamlığı ve güvenilirliği envantere ait belirsizliklerin azaltılmasında büyük önem taşımaktadır. İyi bir veri toplama ve arşivleme sistemine sahip kuruluşlar sera gazı envanteri oluşturma çalışmalarını çok daha rahat yürütebilecek ve envanter yüksek seviyede doğrulama sağlayabilecektir. Sera gazı emisyonlarının hesaplanması ve değerlendirilmesi için metot ve standartlar Çizelge 1.5’de verilmiştir.

Çizelge1.5.Sera gazı emisyonlarının hesaplanması ve değerlendirilmesi için metot ve standartlar(Özlem,2013)

Rapor	Metot/Standart
Sera Gazı Azaltım Hesaplamaları	IPCC Metodjileri (1996 ve 2006)
Yaşam Döngü Analizleri (LCA)	ISO 14048, PAS 2050, PAS 2060
Kurum ve Kuruluşlar için Envanter Hazırlama	ISO 14064 GHG Protokol
Karbon Ticareti	Temiz Kalkınma Mekanizması, Ortak Uygulama, Gönüllü Karbon Piyasaları (VCS, Gold Standard, SocialCarbon, vb)

1.5. İklim Alanında Sürdürülebilir Kalkınma

Kalkınma kavramı, 1970’li yıllardan sonra, özellikle II. Dünya Savaşı sonrası artış gösteren ekonomik gelişmenin ekolojik denge üzerindeki olumsuz etkilerinin farkına varılmasıyla daha fazla önem kazanmış ve “kalkınma ve çevre” ilişkisi gündeme gelmiştir. Bu görüşe göre; yeryüzündeki kaynaklar, biyolojik çeşitlilik, atmosfer, enerji kaynakları, iklim sistemi ve doğal çevre gelecek kuşakların yaşama hakları göz önünde bulundurularak yönetildiğinde sürdürülebilir kalkınma sağlanabilecektir (Özlem, 2013).İklim alanında sürdürülebilirlik ise iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarının iklim sisteminin olumsuz etkilenecek seviyede tutulması ile gerçekleştirilebilir(Kılıç, 2009).

Birleşmiş Milletler tarafından oluşturulan Dünya ve Çevre Kalkınma Komisyonu’nun yayınladığı Brundtland raporunda çevre sorunları, yoksulluk ve eşitsizlik kavramlarının yanı sıra ekonomik gelişmenin çevreyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Ağca, 2002). Sürdürülebilir kalkınma, doğal kaynakların akılcı bir şekilde yönetimini sağlayarak gelecek nesillere yaşayabilecekleri doğal, fiziki ve sosyal bir çevre bırakmak ve aynı zamanda insan sağlığı ve doğal dengeyi koruyarak ekonomik kalkınmanın sürdürülebilirliğini amaçlamaktadır. Yoksulluğun ortadan kaldırılması, doğal kaynaklardan sağlanan yararın eşit dağıtılması, nüfus artışının kontrolü ve çevre için faydalı teknolojilerin geliştirilmesi sürdürülebilir kalkınma ile doğrudan ilgilidir. Bu nedenle, kalkınma kavramı içerisinde sosyal ve siyasal boyutu da barındıran bir süreci ifade etmektedir (Ağca, 2002). Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasında, ortak

hareket etme ve iş birliği dünya genelinde kabul edilmektedir. Bu yüzden Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir role sahiptir. Gelecek nesillere sürdürülebilir yaşam, yaşanılabilir bir çevre bırakmak için iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarının olumsuz etkileri yaşanılabilir düzeyde tutulması gerekmektedir(Özlem, 2013).

BMİDÇS, sera gazı emisyonlarındaki artışın yol açtığı iklim değişikliğini gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin oluşturduğu uluslararası bir iş birliği ile çözümlemeyi amaçlamaktadır. Sözleşme'nin temel unsurları arasında yer alan "Sözleşmeye taraf ülkeler sürdürülebilir kalkınmayı destekleme hakkına sahiptir ve de desteklemelidirler. İklim sistemini insanların sebep olduğu değişikliğe karşı koruma önlemleri alınmalıdır. Tarafların her birinin özel koşullarına uygun olmalı ve iklim değişikliğine cevap verecek önlemleri almak için ekonomik gelişmenin gerekli olduğu dikkate alınarak, bu politika ve önlemler ulusal kalkınma programlarına entegre edilmelidir." ifadeleriyle de kalkınma ve iklim değişikliğinin birbirine bağlı olduğu belirtilmektedir. Sözleşme, İklim değişikliği sorununun başarılı politikalarının bir parçası olan sürdürülebilir kalkınma ve ekonomik büyüme ile aşılabileceğini belirtmektedir (Arıkan, 2006).

Sera gazı emisyonlarının önemli bir kısmını gelişmiş ülkeler oluşturduğu için emisyonlarının azaltılmasına yönelik uygulamalarda gelişmiş ülkelerin diğer ülkelere öncülük etmesi ve gelişmekte olan ülkelerin iklim değişikliği ile mücadelelerinde finansal ve teknolojik olarak destekte bulunmaları gerektiği uluslararası görüşmelerde vurgulanmıştır(Özlem, 2013).Türkiye'de çevrenin korunması, yönetilmesi ve geliştirilmesi faaliyetlerinin sürdürülebilir kalkınmayla paralel olarak yürütülmesi çevre politikalarının temel hedefi olmalı ve çevre politikaları, sürdürülebilir kalkınma ilkesi doğrultusunda geliştirilmeli ve kalkınma planlarına entegre edilmelidir(Kılıç, 2009). Türkiye'de bugüne kadar sera gazı emisyonlarını doğrudan azaltmaya ya da denetim altına almaya yönelik herhangi bir yasal düzenlemeye gidilmemiştir. Buna karşılık, genel olarak doğal çevrenin korunması ve enerji tasarrufu gibi, sera gazı emisyonlarını dolaylı olarak azaltmaya yönelik çok sayıda düzenleme (yasa, yönetmelik, duyuru, vb.) bulunmaktadır (Özlem, 2013).

1.6. Karbon Ayak İzi

Uluslararası ölçekte en önemli çevre sorunu olan iklim değişikliği, günlük yaşamımızın birçok evresini etkilediği için, öncelikli olarak ele alınmaktadır. Gelişmiş çok

sayıda ÷lkede yeni enerji politikalarının oluşturulması sırasında g÷z önüne alınan önemli kriterlerden biride karbon salınımını az seviyede tutmaktır ve ayrıca sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için iklim değışikliğine yol açmamak gerektiğı Birleşmiş Milletler çalışmalarında da yer almaktadır(Özlem, 2013). Bu çalışmaların ölçütü olarak karbon ayak izi kavramı ortaya çıkmaktadır. Karbon ayak izi yapılan her türlü faaliyetten dolayı atmosfere yayılan sera gazı emisyonlarının karbondioksit cinsinden ifade edilmesidir (Wiedmann ve diğ., 2008).

Karbon ayak izi şirketlere, kurum veya kuruluşlara zorunlu veya gönüllü sera gazı taahhütlerini sağlamak, iklim değışikliğine etkilerini belirlemek ve emisyon ticaret mekanizmalarına katılım amacıyla hesaplanmaktadır. Karbon ayak izini, kişisel ve kurumsal olarak hesaplamak mümkündür. Kişisel karbon ayak izi insanların aktiviteleri sonucunda yarattıkları emisyonların ölçüsüdür ve ikiye ayrılmaktadır (Kitzes ve diğ., 2007). Birincil karbon ayak izi kişilerin kalmış oldukları yerde kullandıkları elektrik, ısınma veya başka ihtiyaçları için kullandıkları yakıtlar bu kategoride yer almaktadır. İkincil karbon ayak izi ise, kişilerin kullandıkları ürünlerin tüm yaşam döngüsünü yani, imalatından en son haline kadar olan süreçteki dolaylı emisyonların karbondioksit cinsinden belirtilmesidir (Kitzes ve diğ., 2008).

Kurumların yıllık faaliyetlerini ifade eden kurumsal ayak izini hesaplamak için IPCC, GHG Protokol gibi standartlarında belirttiğı gibi 3 parçadan oluşan sistematik değerlendirme yapılmaktadır. Buna göre kapsam-1 doğrudan karbon ayak izi yaratan faaliyetleri kapsamaktadır. Bu kategorinin içinde kurum, kuruluşların ısınma veya enerji ihtiyacı için kullandıkları fosil yakıtlar ve kuruluşun bünyesinde olan araçların yakıtlarının yarattığı emisyonlar yer almaktadır. Kapsam-2 dolaylı karbon ayak izi, kurumun başka bir kurum veya şirketten satın aldığı buhar, soğutma veya sıcak suya bağı emisyonlar ile kurumu tükettiğı elektrik enerjisinin neden olduğu emisyonlar bu kategori altında yer almaktadır. Kapsam-3 diğere dolaylı karbon ayak izi, doğrudan kurum veya kuruluşun emisyonu olmayan fakat kurumun faaliyetlerinden kaynaklanan ve hesaplanması en zor olan kapsam olmaktadır. Bu kapsam içinde kurumun veya şirketin kendisine ait olmayıp şirket faaliyeti için emisyon yaratan faaliyetler yer almaktadır. Dışarıdan alınan ulaşım hizmeti, kurum veya kuruluşun atıklarından kaynaklanan emisyonlar, dışarıdan alınan yemek hizmeti gibi faaliyetler bu kapsam dâhilindedir (Turanlı, 2015).

Karbon salımının küresel ekonomiye maliyeti hususunda en dikkat çekici çalışmalardan biri İngiliz İktisatçı Lord Stern'in İngiliz hükümetinin talebi üzerine iklim değışikliğinin maliyetini araştırdığı, "The Stern Review/Stern Değerlendirmesi" isimli

çalışmadır (Özlem, 2013). Stern Değerlendirmesi, iklim değişikliği ile ilgili alınacak etkili ve erken eylemlerin sağlayacağı faydaların, oluşacak maliyetleri dengeleyebileceğini belirtmektedir (Stern, 2006).

Sera gazı emisyonlarının artmasıyla birlikte, dünyada pek çok ülke, şirket ve kuruluş faaliyetlerini yeniden değerlendirerek ürünlerini düşük karbon emisyonlu gerçekleştirebilmek amacıyla yenilikçi girişimler ve teknolojiler uygulamaya başlamışlardır(Pekin, 2006).Düşük karbon ekonomisinin başlıca hedefi yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin değerlendirilmesini sağlayarak karbon emisyonunu en aza indirmektir (Özlem, 2013). Sürdürülebilir ve düşük emisyonlu karbon ekonomisine sürece geçişte özel sektör, tüketicilerin alışkanlıklarının değiştirilmesinden teknolojik yenilikçiliğin gerçekleştirilmesine kadar değişen geniş bir ölçekte etkin çalışmalar yürütmelidir.

1.6.1. Gönüllü Karbon Piyasası ve Mekanizmaları

Gönüllü karbon piyasası bireylerin, kurum ve kuruluşların, firmaların, sivil toplum örgütlerinin faaliyetleri sonucu oluşan sera gazı emisyonlarını gönüllü olarak azaltımlarını ve denkleştirmelerini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan bir pazardır. Bu pazar Kyoto Protokolüne benzer bir piyasadır. Fakat bu piyasaları Kyoto Protokolünden ayıran en önemli fark; bu piyasalarda işlem gören emisyon azaltımlarının ulusal yükümlülük kapsamı dışında kısacası, devletlerin belirlediği politikalar ve hedeflerden bağımsız olarak gönüllülük esasında gerçekleştirilmeleridir (ÇSB, 2012).Katılım için herhangi bir sınırlama yoktur. Karbon emisyonunu azaltmak isteyen organizasyonlar, faaliyetlerine dayalı sera gazı emisyonlarını diğer bir ifadeyle karbon ayak izlerini hesaplayarak, gönüllü bir standart çerçevesinde sağlanmış emisyon azaltımları ile oluşturulan karbon sertifikalarını satın alırlar. Gönüllü karbon mekanizması, zorunlu karbon mekanizması ile benzerlik göstermektedir. Gönüllü standart projelerindeki süreç, niceliksel çevresel ve sosyal faydalar hakkında bilgi veren proje tasarım dokümanının hazırlanması ile başlar. Bağımsız taraflarca onaylanan proje, resmi kayıt için ilgili standart kuruluşun yetkilisine sunulur. Standart kuruluşu tarafından değerlendirilen ve uygun bulunan projeler için sertifika oluşturulur ve OTC (Over the Counter-Tezgâh Üstü Piyasa) üzerinden satışa sunulmaları halinde, o dönemdeki piyasa fiyatları üzerinden satış işlemleri gerçekleştirilmiş olur (Hamilton ve diğ., 2010).

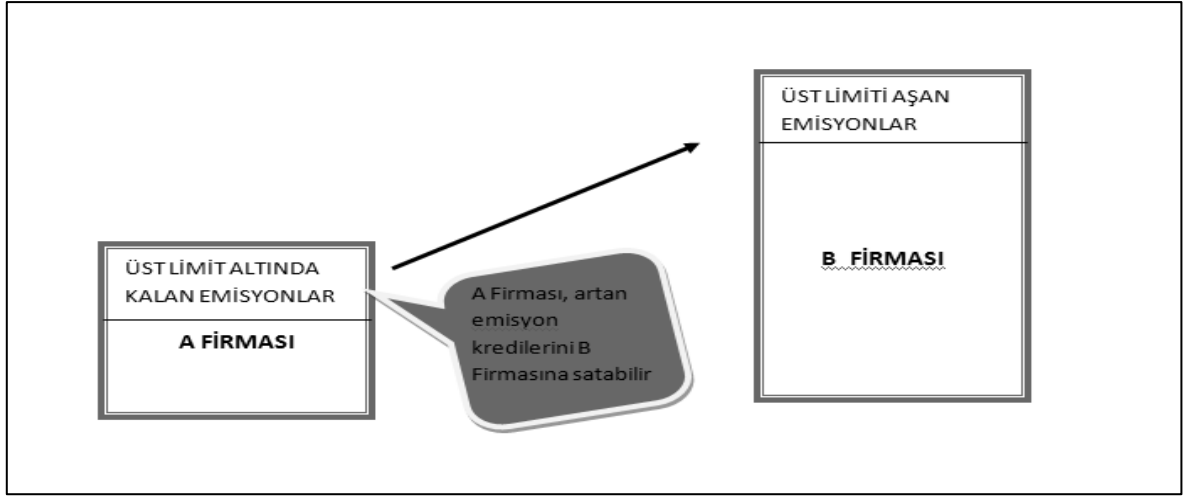
BMİDÇS kapsamında Ek-I ve Protokol kapsamında ise Ek-B dışı ülke statüsünde bulunan Türkiye, herhangi bir sayısallaştırılmış sera gazı sınırlama veya azaltım

yükümlülüğüne sahip olmaması nedeniyle Protokol'ün esneklik mekanizmalarından faydalanamamaktadır. Piyasanın büyüklüğüne dair tahminler; gönüllü piyasadaki projelerin kesin sayısı ve buna bağlı olarak üretilen karbon varlığının değeri konusunda bir belirsizlik olmasına rağmen göstergeler, projeler ve üretilen karbon kredileri anlamında güçlü bir pazar potansiyeline işaret etmektedir(Özlem, 2013).Projelerin çoğunluğu hidroelektrik, rüzgâr gibi yenilenebilir enerji alanında olup, jeotermal, atıktan enerji üretimi ve biyokütle alanında projeler de mevcuttur(ÇSB, 2012).

1.6.2. Emisyon Ticaret Sistemi

Piyasa temelli esneklik mekanizması olan Emisyon Ticaret Sistemi (ETS), Kyoto protokolü altında sayısallaştırılmış emisyon azaltım yükümlülüğüne sahip olan ülkelerin emisyon hedeflerine ulaşmalarını sağlamaktadır (Karakaya, 2008).Emisyon ticaret sistemi, Protokol'e taraf ülkeler arasında gerçekleştirilmektedir. Bu sisteme göre, emisyon azaltım yükümlülüğüne göre daha fazla azaltım sağlayan taraf ülke ilave azaltımlarını başka ülkeye satma hakkına sahiptir. Bunun yanı sıra, bölgesel ve ülke çaplı geliştirilen ETS'ler de bulunmaktadır (Karakaya, 2008).

2005 yılında yürürlüğe giren Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi, dünyadaki en gelişmiş ve en büyük sera gazı emisyon ticaret sistemidir. Bu tür ETS'ler başta enerji üreticileri ve imalatçı firmalar gibi yüksek sera gazı emisyonlarına sahip işletmeleri hedef almaktadır. Sistem çerçevesinde işletme bazında sera gazı üst limiti belirlenerek, hedeflerine ulaşmaları için işletmelerin kendi aralarında sera gazı azaltım kredilerini alıp satmalarına imkân tanınmaktadır (Karakaya, 2008).ETS'in çalışma prensibi bir örnek üzerinden açıklanacak olursa, emisyon azaltım taahhüdünün çok altında azaltım sağlayan A firması, taahhüt sınırına ulaşamayan ve üst limitinin üzerinde sera gazı salınımı yapan B firmasına bu emisyon kredilerini satabilir. Bu sistem basit bir çizimle Şekil 1.2'de anlatılmaktadır. Böylece, ETS üzerinden kazanılan finansman aracılığıyla, marjinal azaltım maliyeti birim emisyon tonu başına daha düşük olan A firmasının emisyon azaltım faaliyetleri desteklenmiş olmaktadır. Diğer bir ifadeyle, ETS kapsamında maliyet etkin olan emisyon azaltım faaliyetlerine kaynak sağlanmış olur.



Şekil1.2.Emisyon ticareti

1.7. Enerji Kullanımı ve Karbon Ayak İzi

Gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerdeki artan nüfus artışı, hızla gelişen teknoloji, sanayileşme gibi insan faaliyetlerinin etkisi enerji ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Zorunlu bir ihtiyaca dönüşen enerji, gelişmişlik, refah ve kalkınmada büyük paya sahiptir (Koç, 2008). Enerji kaynaklarının ihtiyacı, temini ve kullanımı karbon ayak izini doğrudan ve dolaylı etkileyebildiğinden enerji kaynakları karbon ayak izini azaltmada önem arz etmektedir. Dolayısıyla karbon ayak izi çalışması aslında kuruluşlar için alternatif enerji kullanım kültürünün geliştirilmesi anlamına gelmektedir (Gönençgil, 2008). Küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi ciddi sorunlara neden olan fosil kaynaklar, verimsiz ve bilinçsizse tüketildiğinden dolayı sera gazı emisyonları ve sera gazı emisyonlarının bir göstergesi olan karbon ayak izi de artmaktadır(Özlem, 2013). Yenilenemeyen fosil kaynaklardan doğan sorunların çözümü ise yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaktan geçmektedir. Çünkü yenilenebilir enerji kaynaklarının sera gazı emisyonları diğer kaynaklara göre daha az olması, bu kaynakların uzun gelecekte tükenmemesi ve çevreye fosil kaynaklara kıyasla çok daha az zarar vermesi dolayısıyla kullanılması gerekmektedir(Koç, 2013).

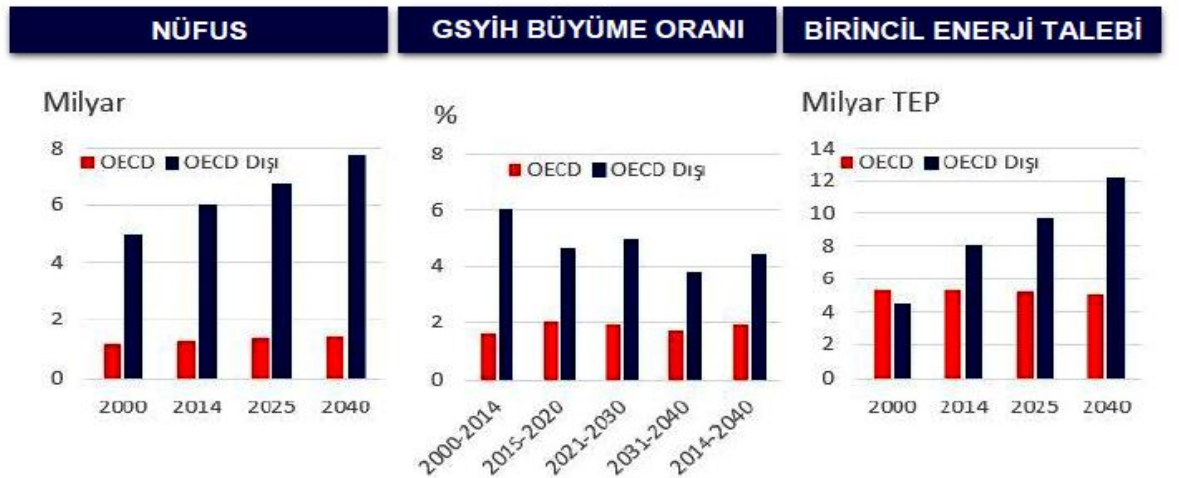
Hayatımızın her anında, her aşamasında kullanılan enerji;kimyasal, nükleer, mekanik, ısı, jeotermal, hidrolik, güneş, rüzgâr enerjisi gibi değişik şekillerde bulunabilmekte ve birbirlerine dönüştürülebilmektedir. Kullanılabilirliklerine göre enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları diye ayrılmaktadır. Yenilenemez enerji kaynakları genelde fosil kaynaklı yakıtlar olup yakın zamanda tükeneceğön görülen enerji kaynaklarıdır (Şenel, 2012).Enerji kaynakları,dönüştürülebilirliklerine göre birincil enerji kaynakları ve ikincil enerji kaynakları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Enerjinin

herhangi bir dönüşüm veya değişime uğramamış haline birincil enerji kaynakları denilmektedir ve fosil kaynaklar bu kategoride yer almaktadır. Birincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesi sonucu da ikincil enerji kaynakları elde edilmektedir. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması Şekil 1.3’de gösterilmektedir (Şenel, 2012). Geçtiğimiz yüzyıllarda fosil kaynaklar temin edilebilirliği kolay olmaları ve üretim teknolojilerinin bu kaynaklara dayalı olması nedeniyle yaygın bir kullanım alanı bulmuşlar ve diğer enerji kaynaklarına kıyasla daha fazla kullanılmışlardır.



Şekil 1.3. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması (Koç ve diğ., 2013)

Şekil 1.4’den görüldüğü üzere, nüfus ile artan büyüme oranı ve bu büyümenin yarattığı etkiyle enerji talebinin artması beklenmektedir (ETKB, 2016).



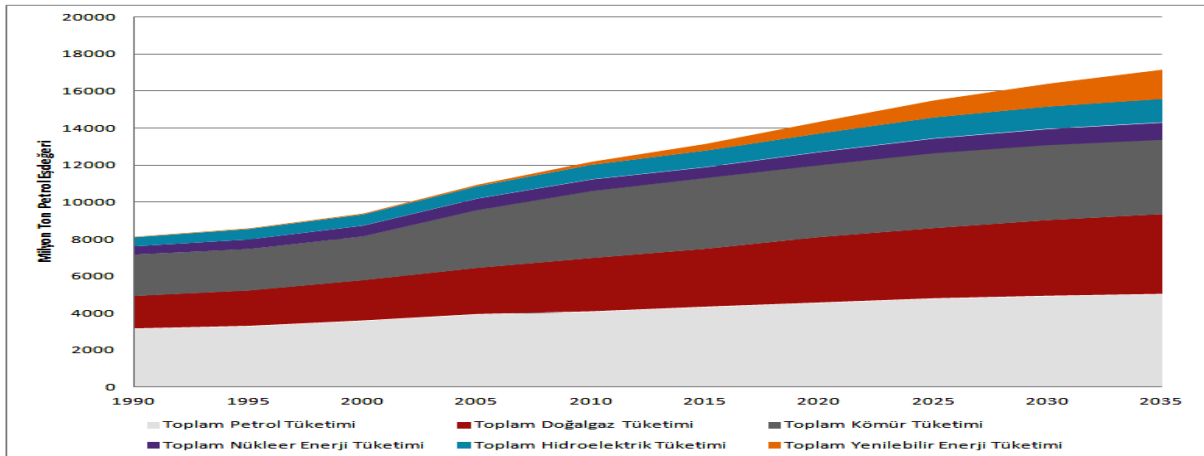
Şekil 1.4. Nüfus, GSYİH büyüme oranı ve birincil enerji talebi projeksiyonları (ETKB, 2016)

Fosil yakıt rezervleri azalmakta olup özellikle petrol ve doğal gaz rezervleri kritik seviyelere yaklaşmaktadır. Şekil 1.5’de dünya kömür, doğal gaz ve petrol rezervlerine ilişkin bilgi verilmiştir. Dünyadaki toplam petrol rezervleri, yaklaşık 51 yıllık doğalgaz ise 53 yıllık tüketimi karşılayabilecektir (ETKB, 2016). Dünya kömür rezervleri küresel tüketimi 114 yıl boyunca karşılamaya yeterli olup tüm yakıtlar arasında en yüksek rezerv üretim oranına sahiptir (ETKB, 2016).



Şekil 1.5. Türlerine göre fosil yakıt rezervlerinin kalan ömürleri (ETKB, 2016)

Yapılan yaklaşım ve projeksiyonlara dayanarak fosil kaynaklı yakıtların 2040 yılına kadar azalma eğiliminde olmasına rağmen, hala en çok kullanılacak kaynaklar olduğu görülmektedir (Şekil 1.6). Bu yaklaşımlara göre küresel enerji talebi 2040 yılına kadar en az üçte bir oranında artış gösterecektir ve artan enerji talebiyle birlikte CO₂ emisyonları da artacaktır (Günel, 2011).



Şekil 1.6. Dünya birincil enerji kaynaklarının yakıtlara göre dağılımı (ETKB, 2016)

Dünyada kullanılmakta olan enerjinin çoğu kömür, petrol ve doğalgaz gibi birincil enerji kaynaklarından elde edilmektedir (BP, 2016). 2016 yılı verilerine göre dünyada birincil enerji kullanım miktarı 13147,3 MTEP (milyon ton eşdeğer petrol) ölçülmüştür

(Çizelge 1.6). Çizelge 1.6'da birincil enerji tüketiminde en büyük paya sahip olan ülkelerin başında sırasıyla; Çin (%22,9), ABD (%17,3) ve Hindistan(%5,3) olduğu görülebilmektedir. Türkiye dünya birincil enerji tüketiminde 19. sırada yer almaktadır (ETKB, 2016).

Üretilen enerjinin büyük bir bölümü elektrik olarak kullanılmaktadır. Haberleşme cihazlarının çalıştırılmasından, elektrik enerjisini ısı enerjisine kolayca çevirebilen elektrik ocakları ve sobalar, klimalar, çamaşır, bulaşık makinesi ve diğer birçok küçük cihazlar için elektrikten yararlanılır(Güler, 2014).

Çizelge 1.6. Dünya birincil enerji tüketimi (Milyon TEP) (ETKB, 2016)

ÜLKELER	2013	2014	2015	Dünya Toplamındaki Payı(%)	Sıra
Çin	2903,9	2970,3	3014,0	22,9	1
ABD	2271,7	2300,5	2280,6	17,3	2
Hindistan	626,0	666,2	700,5	5,3	3
Rusya	688,0	689,8	666,8	5,1	4
Japonya	465,8	453,9	448,5	3,4	5
Kanada	335,0	335,5	329,9	2,5	6
Almanya	325,8	311,9	320,6	2,4	7
Brezilya	290,0	297,6	292,8	2,2	8
Güney Kore	270,9	273,1	276,9	2,1	9
İran	247,6	260,8	267,2	2,0	10
Suudi Arabistan	237,4	252,4	264,0	2,0	11
Fransa	247,4	237,5	239,0	1,8	12
Endonezya	175,0	188,3	195,6	1,5	13
Birleşik Krallık	201,4	188,9	191,2	1,5	14
Meksika	188,9	190,0	185,0	1,4	15
İtalya	155,7	146,8	151,7	1,2	16
İspanya	134,2	132,1	134,4	1,0	17
Avustralya	130,7	129,9	131,4	1,0	18
Türkiye	120,3	123,9	126,9	1,0	19
Tayland	120,3	123,4	124,9	0,9	20
Güney Afrika	124,6	128,0	124,2	0,9	21

Çizelge 1.6 devamı

Tayvan	109,9	111,4	110,7	0,8	22
BAE	97,2	99,0	103,9	0,8	23
Polonya	96,0	92,4	95,0	0,7	24
Ukrayna	114,7	101,0	85,1	0,6	25
TOPLAM	12873,1	13020,6	13147,3	100	

Birçok gelişmekte olan ülke gibi Türkiye’de de sürekli artan bir nüfus ve buna bağlı olarak büyük bir enerji ve elektrik ihtiyacı vardır. Doğan bu ihtiyacın özellikle fosil yakıtlardan karşılanması sera gazı salınımlarını da arttırmaktadır. Bu enerji ve elektrik ihtiyacını karşılarken Türkiye fosil kaynakların yanında güneş, rüzgâr enerjisi gibi birincil enerji kaynaklarını da kullanmaktadır (ETKB, 2016). Türkiye’nin elektrik üretimi 2016 yılı sonu itibariyle 273,4 milyar kWh, elektrik tüketimini ise 278,3 milyar kWh olduğunu görülmektedir (ETKB, 2016). Ülkemizin artan nüfusu ve kalkınmasıyla birlikte elektrik tüketiminin arttığı ve 2002 yılına kıyasla 2 katına çıktığı görülmektedir(Çizelge 1.7).

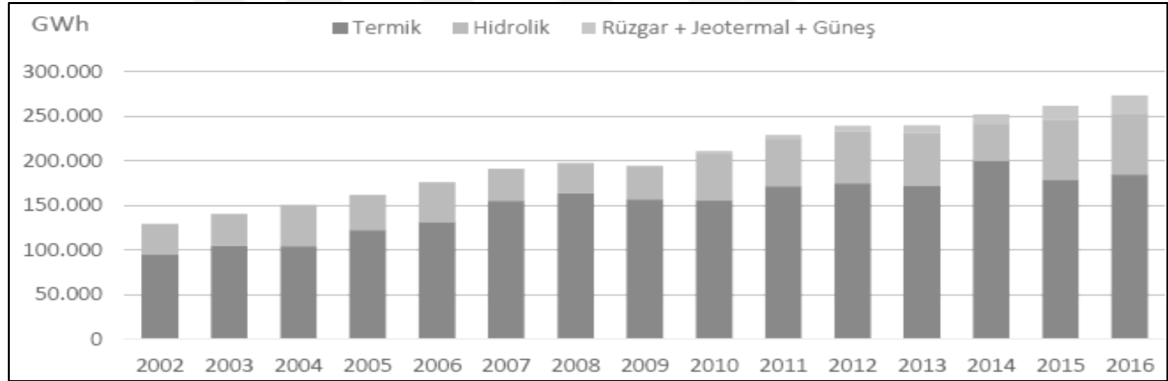
Çizelge 1.7.Türkiye’nin elektrik enerjisi üretiminin birincil enerji kaynaklarına göre dağılımı (ETKB, 2016)

Birincil Enerji Kaynağı		2014		2015		2016	
		Elektrik Üretimi (GWh)	Toplam Üretim İçindeki Payı(%)	Elektrik Üretimi (GWh)	Toplam Üretim İçindeki Payı(%)	Elektrik Üretimi (GWh)	Toplam Üretim İçindeki Payı(%)
Kömür	Taş Kömürü + İthal Kömür + Asfaltit	39.647	15,7	44.830	17,12	53.778	19,67
	Linyit	36.615	14,5	31.336	11,97	38.460	14,07
Sıvı Yakıtlar	FuelOil	1.663	0,66	980	0,37	1.103	0,40
	Motorin	482	0,19	1.244	0,48	1.548	0,57
	LPG	-	0,0	-	0,0	-	0,0
	Nafta	-	0,0	-	0,0	-	0,0
Doğalgaz + LNG		120.576	47,9	99.219	37,9	87.820	32,1
Yenilenebilir +Atık		1.433	0,57	1.758	0,67	2.179	0,80

Çizelge 1.7 devamı

Termik	200.417	79,5	179.366	68,52	184,889	67,63
Hidrolik	40.645	16,1	67.146	25,6	67.268	24,6
Rüzgâr	8.520	3,4	11.652	4,45	15.492	5,67
Jeotermal	2.364	0,9	3.424	1,31	4.767	1,74
Güneş	17.4	0,01	194	0,07	972	0,36
Genel Toplam	251.963	100	261.783	100	273.387	100

Toplam elektrik üretimine bakıldığında 2016 yılı sonu itibariyle termik santrallerin etkisinin fazla olduğu (özellikle de kömür ile çalışan termik santraller) görülmektedir. Şekil 1.7 Türkiye’de elektrik üretimi ile ilgili kaynakları özetlemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş-rüzgâr-jeotermal) elektrik üretimindeki payının 2002 yılına kıyasla arttığı görülmektedir (ETKB, 2016).



Şekil 1.7. Türkiye’de elektrik üretimi (ETKB, 2016)

Sürdürülebilir kalkınmanın en önemli öğelerinden olan enerji kullanımının karbon ayak izini olumlu yönde etkileyecek şekilde kullanılması önem arz etmektedir (Atabey, 2013). Ulaşımdan atıklara, ısınmadan alınan ürün ve hizmete kadar geniş bir alanı kapsayan karbon ayak izi (Kitzes, 2008) enerji ile ilgili bir tanım olduğu için karbon ayak izinin azaltılması aynı zamanda enerji tüketiminin azaltılması veya optimizasyonu anlamına gelmektedir (Jones, 2011). Karbon ayak izi, kurum, kuruluş bünyesinde hesaplanmaya başlanmış, üniversiteler bazında da çalışmalar başlamıştır (Conway, 2007).

Üniversiteler, insan popülasyonunun ve faaliyetlerin fazla olduğu kurumlar olduğu için, bu kurumların karbon ayak izinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Kurum, kuruluş ve şirketlerde olduğu gibi karbon ayak izinin hesabı için var olan proses veya faaliyetlerin

sera gazı emisyonları tayin edilmeli ve karbondioksit cinsinden rapor edilmelidir. Dolayısıyla bu çalışmada, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü'nün, sınırları belirlenerek ve kampüs içinde gerçekleşen çeşitli faaliyetlerden kaynaklanan emisyon kaynakları kapsamına göre ayrılarak karbon ayak izi hesabı GHG protokolünden yararlanılarak yapılmıştır.



BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ARAŞTIRMALAR

Karbon ayak izinin azaltılması için kurumlar bünyesindeki mevcut durum belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu amaçla çeşitli üniversitelerde(Conway ve diğ.,2007; Larsen ve diğ.,2011; Rippon 2014; Aroonsrimorakot ve diğ.,2013; Turanlı, 2015; Vasquez ve diğ.,2015;Yaka ve diğ., 2015), resmi kurum, kuruluş ve belediyelerde(Atabey, 2013;Pendik Belediyesi Strateji Müdürlüğü, 2014),şirketlerde veya fabrikalarda(Özlem, 2013) karbon ayak izinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yürütülmüştür. Yapılan çalışmaların özet gösterimi Çizelge 2.1’de verilmektedir.

Vasquez ve diğ. (2015) Şili’de bulunan Talca ÜniversitesiCorico kampüsü için sera gazı emisyonlarını hesaplamış ve bunları GHG protokolündeki gibi kapsamlara ayırmışlardır. 2012 Yılı için toplam emisyonları öğrenciler için 1 ton CO₂e olarak hesaplamış ve bu değer %68’inin kapsam-2 emisyonlarda, %16’nın kapsam-1 emisyonlardan ve %16’nın da kapsam-2 emisyonlardan kaynaklandığı belirtmiştir. Bu emisyonlar öğrencilerin, personellerin ulaşımından ve elektrik tüketiminden meydana gelmektedir. Bulunan sonuçlar dünya genelinde gelişmiş ülkelerde bulunan diğer yüksek öğrenim kurumlarıyla karşılaştırıldığında Corico Kampüsü’nün ortalamanın altında olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca sera gazı emisyonlarını azaltmak için dört yaklaşımlı bir analiz gerçekleştirilmiş ve en etkili yaklaşımın motorlu araçlar yerine bisiklet kullanan öğrencilerin ayak izini olumlu etkilediği yaklaşım olduğunu gözlemlenmiştir.

Conway ve diğ.(2007)ekolojik ayak izini hesaplamak için çalışma yapmış ve bu çalışmayı Toronto Üniversitesi’ne uygulamışlardır. Üç farklı yaklaşım ile ekolojik ayak izi değişimini incelemişlerdir. Birinci yaklaşımda dışarıdan alınan elektriğin üniversite içinde yapılan değişikliklerle (güneş panelleri, yakıt hücreleri ve mikro türbinler) sağlanması, ikinci yaklaşımda ise öğrencilerin okula ulaşımından dolayı açığa çıkan emisyonlar üzerine çalışılmıştır. Bu yaklaşıma göre öğrencilere otobüsler için otomatik geçişi sağlayan ve yıllık cüzi bir miktara verilecek otobüs kartları ile seyahatleri sağlanarak, toplu taşıma teşvik edilecektir. Son yaklaşımları ise kâğıt kullanımına yönelik olmuştur. %25, %50 veya %100 geri dönüştürülmüş kâğıtları tüm kampüs birimlerinde kullanarak ayak izine etkisine incelemişlerdir. Sonuçlara göre enerji tüketiminin Toronto Üniversitesi’nin ayak izinin en büyük bileşenini oluşturduğu, ikinci olarak ise kampüs ulaşımının yarattığı etki olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 2.1.Karbon ayak izi çalışmaları

Yapılan Çalışmalar	Yapılan Yer	Değer
Conway ve diğ.(2007)	Toronto Üniversitesi	8744 hektar/yıl
Larsen ve diğ. (2011)	Norveç Teknoloji ve Bilim Üniversitesi	4,6 ton CO _{2e} /öğrenci
Turanlı (2015)	Orta Doğu Teknik Üniversitesi	50,143 kiloton CO ₂ (%10 olasılıkla) 56,037 kiloton CO ₂ (%90 olasılıkla)
Özlem (2013)	Seçilen Bir Kâğıt Fabrikası	98,948 kiloton CO ₂
Atabey (2013)	Diyarbakır İli	92 kiloton CO ₂
Rippon (2014)	Cape Town Üniversitesi	85,360 kiloton CO ₂
Aroonsrimorakot ve diğ. (2013)	Mahidol Üniversitesi	1091,85 ton CO _{2e}
Pendik Belediyesi Strateji Müdürlüğü (2014)	Pendik İlçesi	2013 yılı için;4028,25 kiloton CO ₂ 2014 yılı için;7092,92 kiloton CO ₂
Yaka ve diğ. (2015)	Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu	98307 kg CO ₂ /yıl
Vasquez ve diğ. (2015)	Talca Üniversitesi	1 ton CO _{2e} /öğrenci

Başka bir çalışmada ise Larsen ve diğ. (2011) Norveç Teknoloji ve Bilim Üniversitesi için karbon ayak izi çalışması yapmış ve bunun için girdi-çıktı modeli uygulamışlardır. Sonuç olarak Norveç Teknoloji ve Bilim Üniversitesi'nin karbon ayak izini 4,6 ton/öğrenci olarak hesaplanmışlardır. Larsen ve diğ.(2011) araştırmalarında bölüm/fakülte bazında da karbon ayak izi çıkarmış ve ayak izlerinde büyük farklılıklar olduğunu gözlemlemişlerdir. Sosyal bilimler ve beşeri bilimler fakülteleri doğa bilimleri, mühendislik ve özellikle tıp fakültesiyle kıyaslandığında karbon ayak izlerinin düşük olduğunu gözlemlemiş ve bunun doğa, mühendislik ve tıp fakültelerinde kimyasal, sarf ve ekipman alımının fazla olmasından kaynakladığını tespit etmişlerdir.

Rippon (2014), Cape Town Üniversitesi'nde sürdürülebilir bir üniversite yaşamı için çalışmalar yapmış ve bunun için karbon ayak izini hesaplamıştır. 2013 yılı için rapor

ettikleri çalışmayı, 2012 yılında yapılan çalışma ile karşılaştırmışlardır. Karbon ayak izi tayinini yaparken GHG Protokolünde belirtildiği gibi emisyon kaynaklarını doğrudan ve dolaylı şekilde ayırarak 3 kapsamda değerlendirmiştir. Buna göre Rippon ve diğ.(2013) üniversiteye ait filo araçlarını ve LPG kullanımından dolayı oluşan emisyonları Kapsam-1 altında değerlendirmiş, 2012 yılına kıyasla %12,7'lik bir azaltma gerçekleştirmişlerdir. Kapsam-2 emisyonlara ise üniversite içindeki kampüslerin kullandıkları elektrik tüketimini hesaba dâhil etmişlerdir. Son olarak Kapsam-3 dâhilinde ise diğer dolaylı araç emisyonları, personellerin iş veya çalışma için yaptıkları seyahatler, yemek tüketimi, su tüketiminden doğan emisyonları dâhil etmişlerdir. 2013 yılı için hesapladıkları emisyon değeri 85360 ton CO_{2e} hesap edilmiştir ve bu değeri 2012 yılı değeri ile kıyasladıklarında %2,7'lik bir azaltma gerçekleştirdiklerini gözlemlemişlerdir. Emisyon yoğunluğunu kişi başına 2,87 ton CO_{2e}'den, 2013 yılında 2,75 ton CO_{2e}'e düşürmüşlerdir. Emisyonlarda etkili olan ana faktörleri gözlemlemiş ve tıp kampüsünde kullanılan elektriğin ve personellerin iş ve seyahat amaçlı ulaşımından doğan emisyonların bu etkiyi yarattığını belirtmiştir. Toplam emisyonların %76,07'sinin elektrik tüketiminden kaynaklı olduğu rapor edilmiştir. Cape Town Üniversitesi'nin, Kaliforniya Üniversitesi(2,74 ton CO_{2e}) ve Monash Üniversitesi (2,47 ton CO_{2e}) ile karşılaştırıldığında daha fazla emisyonu sahip oldukları belirtilmiştir.

Ülkemizde karbon ayak izi çalışmaları iller, kurumlar ve şirketler bazında incelenmeye başlanmıştır. Yapılan çalışmalara özetle değinecek olursak; Turanlı (2015), Orta Doğu Teknik Üniversitesi için karbon ayak izi çalışması yaparken, Yaka ve diğ. (2015), karbon ayak izi çalışmasını Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu'na uygulamıştır. İl bazında Atabey (2013), Diyarbakır iline karbon ayak izi çalışması yapmıştır. Pendik Belediyesi Strateji Müdürlüğü (2014) ise Pendik ilçesinde karbon ayak izini belirlemiştir. Karbon ayak izinin şirket bazında hesabı konusunda da Özlem (2015) seçtiği bir kağıt fabrikasında uygulamıştır.

Atabey (2013), karbon ayak izini Diyarbakır için hesaplamış ve bu değerlendirmeyi yaparken IPCC metodolojisini kullanmıştır. CO₂ emisyonlarında en fazla payı ulaştırma sektörünün aldığını görmüştür. Sanayiden kaynaklı CO₂ emisyonunu ise yaklaşık 92 kiloton olarak hesaplamıştır.

Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu'nda yapılan çalışmada okulun karbon ayak izi hesaplanmıştır(Yaka ve diğ.,2015). Yüksekokulun toplam elektrik enerjisi tüketimi, personelinin günlük ulaşım değerlerini ve personel araçlarının yakıt türlerini hesaplamada kullanarak karbon ayak izi miktarını 98307 kg/yıl

olarak hesaplamıştır.

Özlem (2013) seçtiği bir kâğıt fabrikasında karbon ayak izini belirlemiş ve bunun için elde ettiği verilerden model geliştirerek fabrikanın kâğıt üretiminden dolayı açığa çıkardığı karbondioksit emisyonlarını hesaplamıştır. Model doğrultusunda fabrikada kâğıt üretim faaliyetlerinden ortaya çıkan CO₂ miktarına ek şirkete ait araçların emisyonlarını da hesaba katarak 98,948 kiloton CO₂ salınım yapıldığını gözlemlemiştir.

Ulaşım, elektrik kullanımı, doğal gaz kullanımı, yemek tüketimi gibi etkenleri göz önüne alarak Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nin karbon ayak izini hesaplayan Turanlı (2015) 2000-2014 seneleri arasındaki verilerle çalışmıştır. Verilerindeki eksikleri ise Monte Carlo Simülasyonu ile hesaplamış, sonuç olarak karbon ayak izini %10 olasılıkla 50,143 kiloton CO₂, %90 olasılıkla 56,037 kiloton CO₂ olduğunu rapor etmiştir. Bu hesaplanan değerlerde 2000-2014 arası 14 yıllık süreçte doğalgaz tüketiminden kaynaklı emisyonların yerini ulaşım faaliyetlerinden dolayı oluşan emisyonlar aldığı gözlemlenmiştir.

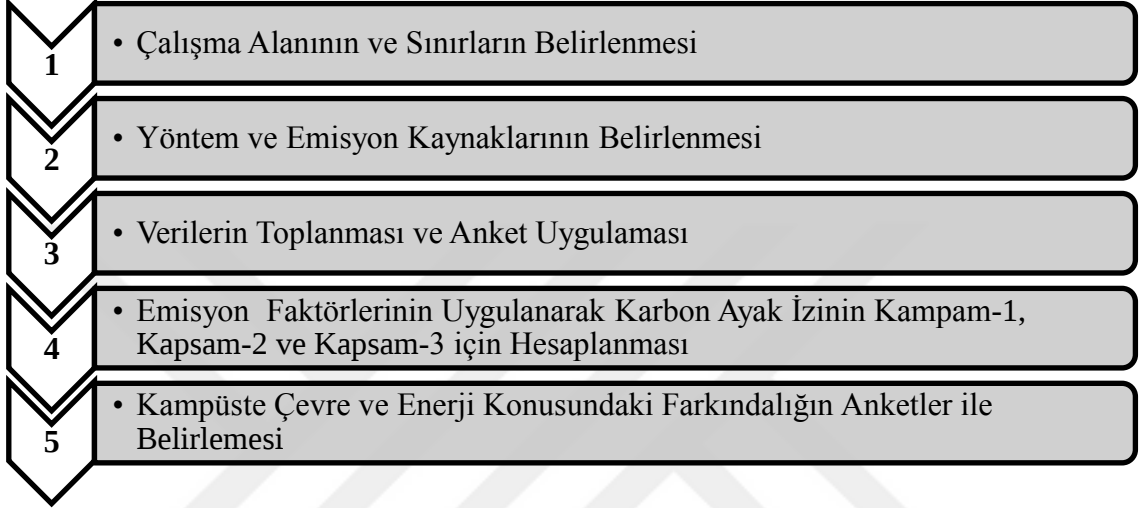
Pendik Belediyesi Strateji Müdürlüğü (2014) tarafından Pendik ilçesinde farklı sektörlerdeki fosil yakıtlar ile enerji tüketimi nedeniyle oluşan karbon ayak izi hesaplanmıştır. Standartlarda belirtildiği gibi 3 kapsama ayırarak hesapladıkları karbon ayak izi; 2012 yılı için 2232,41 kiloton CO₂, 2013 yılı için 4028,25 kiloton CO₂ ve 2014 yılı için 7092,92 kiloton CO₂ olarak hesaplanmıştır. Bu değerleri etkileyen en önemli unsurun artan nüfus ve turizm dolayısıyla hareketlenen ulaşım sektörü olduğu görülmüştür.

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü, gerek kapladığı alan gerekse yürütülen faaliyetler bakımından Çanakkale'de önemli bir alanı temsil etmektedir. Hem bölge kurum, kuruluşlarında hem de Çanakkale'de karbon ayak izi ile ilgili çalışma olmamasından dolayı ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsünün karbon ayak izinin hesaplanması önem arz etmektedir. Karbon ayak izi hesaplandıktan sonra bu sonuca bağlı olarak sonuç ve öneriler getirilmiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL-METOD

ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü karbon ayak izi belirlenirken Şekil 3.1’deki gibi adımlar izlenmiş ve bu adımlarda değerlendirilen konular alt bölümlerde detaylı şekilde açıklanmıştır.



Şekil 3.1. ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü karbon ayak izi hesaplama adımları

3.1. Çalışma Alanının ve Sınırların Belirlenmesi

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi’nin merkez kampüsü olan Terzioğlu Kampüsü, üniversitenin birçok bölüm ve fakültesi ile birlikte 2016 yılında yaklaşık 23285 öğrenciyi, 1121 idari personeli ve 1111 akademisyeni bünyesinde bulundurması ve üniversite faaliyetlerinin büyük bölümünün bu kampüste gerçekleşmesinden dolayı çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çanakkale şehir merkezine yaklaşık 7,5 km uzaklıkta denize birkaç yüz metre ve şehre tepeden bakan bir konumdadır. ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü karbon ayak izi hesaplanırken öncelikle sınırlar belirlenmiştir. Bu çalışma dâhilinde kampüsün sınırları Şekil 3.2’deki gibi belirlenmiştir. Kampüs sınırları çizilirken kampüste çalışanlar ve öğrenim gören öğrenciler hesaba katılmıştır. Buna göre sınırlar kampüs girişinden başlayıp kampüsün en son fakültesine kadar belirlenmiştir. Yurtlar bölgesi çalışma sınırlarına dâhil edilmemiştir.



Şekil 3.2.Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) Terzioğlu Kampüsü'nün sınırları

3.2. Yöntem ve Emisyon Kaynaklarının Belirlenmesi

Üniversiteye ait veya üniversite tarafından kontrol edilen faaliyetlerden kaynaklanan emisyonlar doğrudan sera gazı emisyonları olarak adlandırılır. Bu çalışmada, doğrudan ve dolaylı sera gazı emisyonlarının üç kapsamı aşağıdaki gibi uygulanmıştır. Kuruluşun kendisinden kaynaklanan doğrudan sera gazı emisyonu yayan kaynaklar Kapsam-1 altında değerlendirilir.

Satın alınan elektrik, ısı, buhar ve soğutma gibi enerji dolaylı tüketiminizle ilişkili olarak atmosfere salınan emisyonlar Kapsam-2 altında değerlendirilir ve üniversitenin enerji kullanımının bir sonucu olan, ancak kendine ait olmayan veya kontrol edemediği kaynaklarda gerçekleşen dolaylı emisyonlarıdır (Aroonsrimorakot, 2013).Kapsam-3emisyonları, üniversitenin faaliyetlerinden kaynaklanan, okulun kontrolünde olmayan ve Kapsam-2 emisyonları olarak sınıflandırılmayan kaynaklardan dolayı oluşan emisyonlardır(WRI/WBCSD, 2004).

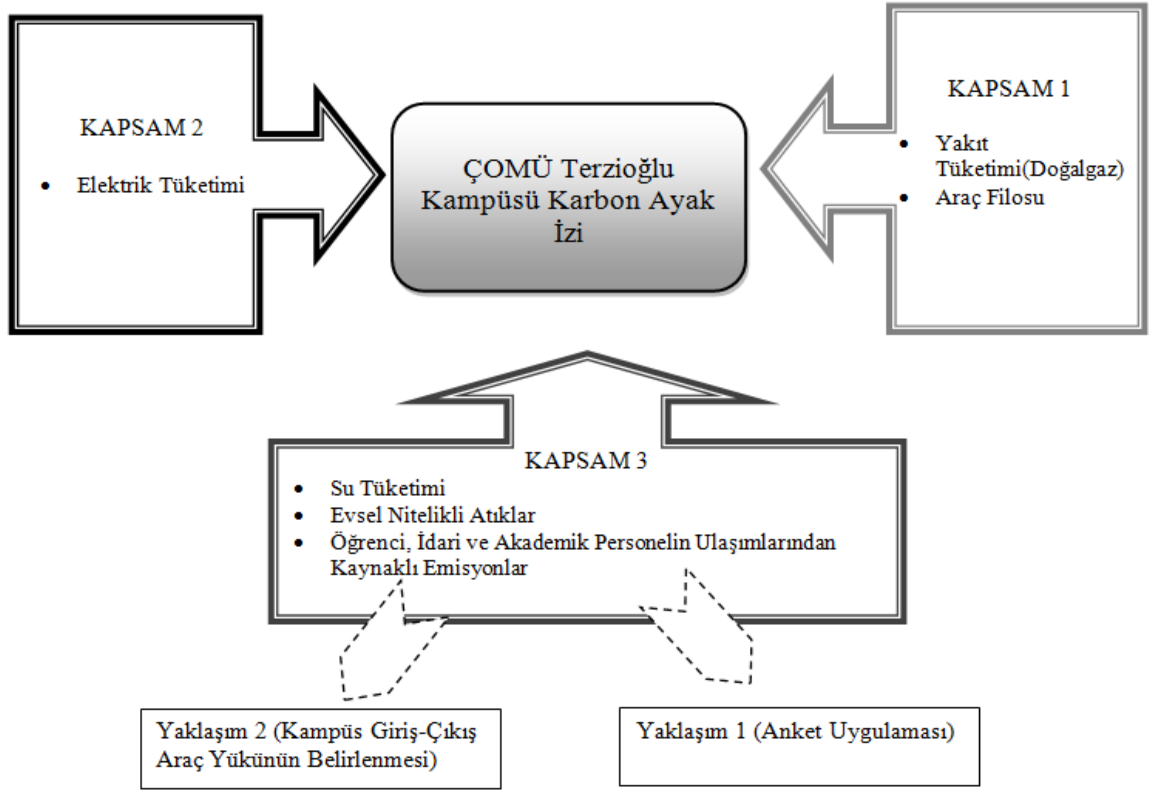
ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü dâhilinde kapsamlar detaylı olarak Çizelge3.1'de verilmektedir. Buna göre üniversitenin yakıt tüketimi için kullandığı doğalgaz tüketimi ve rektörlüğe ait araç filosunu yaratmış olduğu emisyonlar Kapsam-1 altında değerlendirilirken, elektrik tüketimi kapsam-2 altında değerlendirilmiştir. Kapsam-3 içinde ise öğrenci, idari ve akademik personellerin ulaşımdan kaynaklı emisyonları, üniversitenin su tüketimi ve evsel nitelikli atıklarından oluşan emisyonları

değerlendirilmiştir. Yemek hizmeti/tüketimi, alınan kimyasal/sarf malzemeler verilerin yetersizliğinden dolayı karbon ayak izi hesabına katılmamıştır.

Çizelge 3.1.ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü emisyon kaynakları

Kaynak	Kapsam-1
Yakıt Tüketimi (Isınma için)	Okulun ısınma ihtiyacı için kullandığı yakıtlar
Rektörlüğe ait araç filosu	Rektörlüğe ait araçlardan kaynaklanan emisyonlar
Kaynak	Kapsam-2
Elektrik Tüketimi	Üniversitenin satın aldığı elektriğin tüketiminden kaynaklanan dolaylı emisyonları kapsar
Kaynak	Kapsam-3
Araç emisyonları	Akademik personelin okula ulaşimleri için kullandıkları kişisel araçları
Araç emisyonları	İdari personelin okula ulaşimleri için kullandıkları kişisel araçları
Araç emisyonları	Öğrencilerin kaldıkları yerden okula gelirken kullandıkları kişisel araçları
Araç emisyonları	Öğrencilerin kaldıkları yerden okula gelirken kullandıkları servis-otobüsler
Su Tüketimi	Su Kullanımından dolayı emisyonlar, sayaçlardan okunan değerler
Evsel Nitelikli Atıklar	Kampüste oluşan evsel nitelikli atıklardan dolayı oluşan emisyonlar

ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü Karbon Ayak İzi hesabında kullanılan yaklaşım Şekil 3,3'te verilmektedir. Kapsam-3'dâhilinde olan ulaşım kaynaklı emisyonların hesabında kullanılmak üzere anket çalışması ve kameralar yardımı ile araç yükünün belirlenmesine yönelik iki farklı yaklaşım kullanılmıştır.



Şekil 3.3. ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü karbon ayak değerlendirmesi

3.3. Verilerin Toplanması ve Anket Uygulanması

Bu çalışmada Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü'nün karbon ayak izinin tespiti hesaplanmıştır. Bunun için ayak izinin sınırları ve kapsamı belirlendikten sonra, faaliyetlere dair veriler toplanıp, envanter çalışması yapılmıştır. Kapsam-1; ısınma için kullanılan doğalgaz kullanımı ve rektörlüğe ait araç filosu, Kapsam-2; elektrik tüketimi ve Kapsam-3; su tüketimi ile ilgili veriler 2016 yılı için üniversite rektörlüğünden alınmıştır. Doğalgaz kullanımı, su tüketimi ve elektrik tüketimine ait verilerin temininde üniversitenin aylık faturalarından ÇOMÜ Rektörlüğü İdari ve Mali İşler Başkanlığı'nın izniyle temin edilmiştir (Çizelge 3.2). Üniversiteye ait araç filosunun verileri ise üniversite ÇOMÜ Rektörlüğü İdari ve Mali İşler Başkanlığı'ndan temin edilmiştir (Çizelge 3.3).

Kapsam-3 içerisinde yer akademik ve idari personelin okula ulaşimleri için kullandıkları araçları, öğrencilerin barındıkları yerden kampüse ulaşimleri için kullandıkları kişisel araçları ve kullandıkları halk otobüsü-servisi gibi ulaşım kaynaklı emisyonların temini için iki türlü yaklaşım sergilenmiştir. Yaklaşım-1'e göre, öğrenci, akademik ve idari personelin okula ulaşımından kaynaklanan emisyonların tespiti için yaklaşık 23285 öğrenci, 1121 idari personeli ve 1111 akademisyen olmak üzere gönüllülük

esasına dayalı olarak anket uygulanmıştır(Ek-1). Araştırmanın evreni üzerinden 0,05 hata ile öngörülen minimum örneklem genişliği 393 öğrenci, 287 idari personel ve 286 akademik personel olarak hesaplanmış(Çıngı, 1994), araştırmanın örnekleminde ise 410 öğrenci, 287 idari ve 287 akademik personel yer almıştır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde, SPSS 21.0 sürümü kullanılmıştır. Yürütülen anket çalışması ile ilgili detaylı bilgi Bölüm 4’de verilmektedir.

Yaklaşım-2’ye göre ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsüne giriş-çıkış yapan araçlar kamera görüntüleri ile haftalık olarak gözlemlenmiştir. Dolayısıyla Kapsam-3 öğrenci, idari ve akademik personele ait veriler iki yaklaşımla belirlenmiştir.

Çizelge 3.2. ÇOMÜ Terzioğlu kampüsüne ait veriler

SIRA NO	TERZIOĞLU KAMPÜSÜ (2016 Yılı)	DOĞALGAZ TÜKETİM MİKTARI (m ³)	ELEKTRİK TÜKETİM MİKTARI (kWh)	SU TÜKETİM MİKTARI (m ³)
1	Ocak	232.162,00	831.063,60	10.094,00
2	Şubat	150.538,00	807.810,60	7.074,00
3	Mart	135.364,00	943.678,50	8.165,00
4	Nisan	11.200,00	695.147,40	11.188,00
5	Mayıs	1.127,00	728.571,00	14.983,00
6	Haziran	75,00	846.181,50	15.691,00
7	Temmuz	51,00	866.181,50	16.092,00
8	Ağustos	132,00	875.886,00	26.613,00
9	Eylül	53,00	692.780,70	23.385,00
10	Ekim	14.472,00	645.460,50	20.037,00
11	Kasım	137.587,00	766.107,00	12.708,00
12	Aralık	275.098,00	1.151.168,40	13.184,00
GENEL TOPLAM		957.859,00	9.850.095,00	179.214,00

Çizelge 3.3. Rektörlüğe ait araç filosu ve özellikleri

Sıra No	Güncel km	Aylık Ortalama km	Araç Cinsi	Yakıt Türü	Markası	Motor Hacmi	Araç Azami Ağırlığı(kg)
1.	489.650	2050	Minibüs	Dizel	IVECO M29.14	136 BG	-
2.	289.879	1860	Taksi	Benzin	FIAT ALBEA	1.2 16 EL	
3.	91.664	765	Otobüs	Dizel	MERCEDES O302	10964	-
4.	205.054	1708	Minibüs	Dizel	VOLKSWAGEN CRAFT	2461	3880
5.	376.982	2050	Minibüs	Dizel	IVECO M29.12 HAVALI KAPI	115 BG	-
6.	286.391	1461	Kamyon	Dizel	IVECO KAMYON KAPALI 80.12	3908	-
7.	87.757	2060	İtfaiye	Dizel	BMC FATİH 170-25/FHX	5880	25000-27000
8.	69.847	975	Panel Van	Dizel	PEUGEOT BOXER 290	2800	2900
9.	318.584	1712	Minibüs	Dizel	ISUZU MD 23 SA	4334	7866
10.	151.152	2500	Taksi	Benzin	FIAT ALBEA	1.4 8V	
11.	52.944	392	Ambulans	Dizel	FORD 190 DV	2496	3500
12.	62.405	465	Panel Van	Dizel	FORD TRANSİT 350 E	2402	3500
13.	4.702	100	İtfaiye	Dizel	FORD CARGO 1824	7330	18000
14.	306.340	2310	Taksi	Dizel	RENAULT MEGANE 2	1.5 DCI	
15.	185.444	1584	Pikap	Dizel	FORD RANGER STD 4X2	2500	2845
16.	233.578	2100	Taksi	Dizel	RENAULT MEGANE 2	1.5DCI	

Çizelge 3.3. devamı

17.	32.454	700	Ambulan s	Dizel	BMC MEGASTA R	2402	3500
18.	54.567	690	Taksi	Benzin	FIAT ALBEA	1.4 8V	
19.	216.947	2240	Minibüs	Dizel	PRESTIJ PR1 SUPER DELUXE	3908	8160
20.	184.211	2024	Otobüs	Dizel	TEMSA METROPOL INTERSTY	4580	13500
21.	115.511	3600	Camlı Van	Dizel	FORD TRANSİT CONNECT	1753	3195
22.	136.523	1551	Taksi	Benzin	RENAULT SYMBOL	1461	
23.	164.346	1911	Taksi	Dizel	RENAULT SYMBOL	1461	
24.	203.403	2610	Minibüs	Dizel	FIAT DUCATO	2287	3500
25.	149.643	2030	Minibüs	Dizel	FIAT DUCATO	2287	3500
26.	121.153	1840	Minibüs	Dizel	RENAULT MASTER	2299	3500
27.	117.306	1550	Minibüs	Dizel	FORD TRANSİT	3199	4100
28.	216.359	13000	Camlı Van	Dizel	RENAULT KANGOO MULTEX	1461	1389
29.	81.454	1280	Taksi	Dizel	RENAULT FLUENCE	1461	
30.	131.889	1980	Taksi	Dizel	RENAULT MEGANE	1461	
31.	88.056	1600	Camlı Van	Dizel	MERCEDES VİANO	2.2 CDI	3050
32.	109.350	1025	Pikap	Dizel	NISSAN NAVARA	2468	1960
33.	8.039	690	Otobüs	Dizel	MERCEDES TOURISMA RHD	11967	18000
34.	87.505	1630	Otobüs	Dizel	MERCEDES TOURISMA RHD	11967	18000
35.	56.138	1040	Taksi	Dizel	RENAULT FLUENCE	1461	

3.4. Emisyon Faktörlerinin Uygulanarak Karbon Ayak İzinin Kapsam-1, Kapsam-2 ve Kapsam-3 için Hesaplanması

Çalışmada, İklim Değişikliği Hükümetler Arası Panel (IPCC) tarafından sağlanan GHG emisyonlarının hesaplama yöntemi kullanılmıştır (WRI/WBCSD, 2004). Bu hesaplama metodu, emisyon kaynaklarının verileri ile ilgili emisyon faktörleri arasındaki çarpımla bulunabilmektedir (DEFRA, 2016). Emisyon faktörleri her ülkede farklılık gösterebileceği gibi zamanla değişebilmektedir. Emisyon faktörleri için IPCC (2006) kılavuzu, GHG Protokolü (2015) ve DEFRA (2016) kaynaklar kullanılmaktadır. Türkiye için bazı emisyon faktörleri olmadığından DEFRA (2016) emisyon faktörleri kullanılarak karbon ayak izi hesaplanmıştır. Raporlama yaparken 2016 yılı takvim yılına ait veriler için 2016 etiketli faktörler kullanılmıştır. Üniversiteden alınan bilgiler doğrultusunda ve yapılan anket çalışmasından elde edilen veriler doğrultusunda Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi'nin 2016 yılı için karbon ayak izi hesaplanmıştır. Alınan veriler dahilinde karbon ayak izinin hesabı denklem (3.1)'de gösterilmektedir. Buna göre alınan verilerin, uygun emisyon faktörleri ile çarpılmasıyla elde edilen ve eşdeğer karbon dioksit cinsinden belirtilen emisyon değeri bize karbon ayak izini vermektedir.

$$\text{Karbon Ayak İzi} = \text{Aktivite Verileri} \times \text{Emisyon Faktörü} \quad (3.1)$$

3.4.1. Kapsam-1 Emisyonların Hesabı

Üniversitede ısınma amaçlı yakıt olarak doğalgaz kullanıldığından doğalgaz için emisyon faktörleri (Ek-3) kullanılmıştır. Hesaplama yapılırken doğalgaz verileri ile doğalgaz için seçilen emisyon faktörleri çarpılarak emisyon değerleri hesaplanmıştır.

Kapsam-1 emisyonları içinde bir diğer emisyon kaynağı üniversite yönetimine ait araç filosunun yarattığı emisyonlar gelmektedir. Bu kaynağın hesaplanmasında rektörlükten üniversiteye ait araçların verileri kullanılmış olup DEFRA (2016)'dan alınan uygun emisyon faktörleri çarpılarak emisyon değerleri hesaplanmıştır. Üniversite araç filosu ait emisyonlar hesaplanırken araçlar; yolcu araçları, büyük araçlar olarak rapor edilmiştir. Yolcu araçları genelde küçük tip taksi diye adlandırılan araçlar olup emisyon hesabında motor hacmi ve yakıt türüne göre emisyon faktörü seçilmektedir. Büyük araçlar genelde yük taşımacılığı, üniversite içi-dışı ulaşım ve diğer faaliyetler için kullanılan araçlar olup bunların emisyon hesabında araçların aks ağırlıkları veya azami yüklü ağırlıkları dikkate alınarak emisyon faktörleri seçilmiştir. Kapsam-1 emisyonların hesaplanması denklem (3.2) 'de gösterilmektedir. Denklem (3.2) kapsamında yakıt tüketimi

ve üniversiteye ait araç filosunun emisyonları yer almaktadır.

$$\text{Kapsam-1} = \text{Yakıt tüketimi (ısınma için)} + \text{Üniversiteye ait araç filosu} \quad (3.2)$$

3.4.2. Kapsam-2 Emisyonların Hesabı

Kapsam-2, üniversitemizin enerji kullanımının bir sonucu olan, ancak kendine ait olmayan veya kontrol edemediği kaynaklarda gerçekleşen dolaylı emisyonlarıdır. Satın alınan elektrik, ısı, buhar ve soğutma gibi enerji dolaylı tüketiminizle ilişkili olarak atmosfere salınan emisyonlar Kapsam-2 altında değerlendirilir (Aroonsrimorakot, 2013). Dolayısıyla bu emisyonlar Terzioğlu Kampüsü'nün satın aldığı elektriğin tüketiminden kaynaklanan emisyonları kapsar. Rektörlükten alınan veriler doğrultusunda DEFRA (2016)'dan alınan emisyon faktörleri ile emisyon değerleri hesaplanmıştır. Kapsam-2'nin hesaplanma metodu denklem (3.3)'de gösterilmektedir. Buna göre Kapsam-2 de sadece elektrik tüketiminden kaynaklı oluşan emisyonlar yer almaktadır.

$$\text{Kapsam-2} = \text{Elektrik tüketiminden dolayı oluşan emisyonlar} \quad (3.3)$$

3.4.3. Kapsam-3 Emisyonların Hesabı

Kapsam-3 emisyonları, üniversitenin faaliyetlerinden kaynaklanan, okulun kontrolünde olmayan ve Kapsam-2 emisyonları olarak sınıflandırılmayan kaynaklardan dolayı oluşan emisyonlardır. Kapsam-3 dâhilinde üniversiteye ait su tüketimi, evsel atıklar ile öğrenci ve personellerin ulaşımından kaynaklanan emisyonları hesaplanmıştır (3.4) (Aroonsrimorakot, 2013).

$$\text{Kapsam-3} = \text{Su tüketimi} + \text{Evsel Nitelikli atıklar} + \text{Öğrenci, idari ve akademik personelin ulaşımından kaynaklı emisyonlar} \quad (3.4)$$

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü karbon ayak izi Kapsam-3 dâhilinde su tüketiminden kaynaklı emisyonlarda hesaplanmıştır. Su verileri üniversite yönetiminde aylık ödenen su faturalarından temin edilmiştir. Emisyon değerleri hesaplanırken rapor edilen emisyon faktörleri Türkiye'de böyle bir envanter çalışması olmadığından Sawant ve diğ. (2015)'nin yapmış oldukları çalışmadan ve DEFRA (2016) verileri kullanılarak hesaplanmıştır (Ek 3).

Kapsam-3 dâhilinde hesaplanması gereken diğer kaynak kampüsten çıkan atık

miktarının hesabıdır. Bu verinin hesaplanmasında Çanakkale Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü'nden kampüsteki çöplerin kaç günde ve ne zaman toplandığı hakkında bilgiler edinilmiştir. Buna göre çöp kamyonu Terzioğlu kampüsünün atıklarını tek seferde ve her gün toplayıp depolama sahasına götürmektedir. Atıklardan dolayı oluşacak emisyonların tayini için konteyner sayılarını belirlenmiştir. Kampüsteki konteyner sayıları ve yerlerinin gösterimi Şekil 3.4'de verilmiştir. Terzioğlu kampüsünde 33 adet 770 litrelik çöp konteyneri bulunmaktadır. Birim hacim ağırlığı genellikle evdeki çöp kaplarında 1 kg/lt ' den azdır, hatta 0,5 kg/lt'nin altına 0,2 kg/lt değerlerine inmektedir(Süleymanoğlu, 2016). ÇOMÜ Terzioğlu kampüsündeki çöpün karakterizasyonu bilinmediğinden emisyon değerinin hesabında bu konteynerlerin doluluk oranlarını konteynerlerin sayıları belirlenirken gözlemler üzerine %90 ve birim hacim ağırlıkları 0,5 kg/l kabul edilmiştir. Emisyon değerleri hesaplanırken rapor edilen emisyon faktörleri, DEFRA (2016) verileri kullanılarak hesaplanmıştır (Ek 4).



Şekil 3.4.ÇOMÜ Terzioğlu konteynerlerin yerlerinin gösterimi

Ulaşımdan kaynaklı emisyonları hesaplamak için iki yaklaşım sergilenmiştir. Yaklaşım-1'e göre akademik personelin okula ulaşimleri için kullandıkları kişisel araçları, idari personelin okula ulaşimleri için kullandıkları kişisel araçları, öğrencilerin kaldıkları yerden okula gelirken kullandıkları kişisel araçları, öğrencilerin kaldıkları yerden okula gelirken kullandıkları servis-otobüsler yapılan anket (Ek 1) uygulaması ile belirlenmiştir ve 2016 yılı ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsündeki toplam kişi sayısına uygulanmıştır. Hesaplamaya ait detaylar Ek 4'de verilmektedir. Öğrencilerin, idari ve akademik personelin Terzioğlu Yerleşkesi'ne ulaşimleri için kullandıkları halk otobüsünün teknik özellikleri Ek 2' de verilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda DEFRA (2016)'nın emisyon cetvelinden uygun emisyon faktörleri seçilerek öğrencilerin servis-otobüs kullanımlarından

dolayı oluşturduğu karbon ayak izi miktarı hesaplanabilmektedir.

Yaklaşım-2'ye göre ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsüne giriş-çıkış yapan araçlar kamera görüntüleri ile haftalık olarak belirlenmiştir. Gözlemlenen bu veriler ortalama olarak belirlendikten sonra uygun emisyon faktörleri ile çarpılarak emisyon değerleri hesaplanmıştır. Belirlenen bu veriler ortalama olarak belirlendikten sonra uygun emisyon faktörleri ile çarpılarak emisyon değerleri hesaplanmıştır. Buna göre kampüse ortalama günlük 2180 otomobil,180 motosiklet giriş-çıkış yapmaktadır. Bu araçların üniversite filosuna ait olduğu bilinmediğinden bu araçlardan kaynaklanan emisyonlar Kapsam-3 altında değerlendirilmiştir. Bu otomobillerin yakıt türlerine göre ayrımı ise yapılan anket sonuçları ile değerlendirilmiş ve sonuç olarak giriş yapan otomobillerin %43,2'i benzinli, %46,6'ı dizel ve %10,2'i LPG olarak değerlendirilmiştir. Çanakkale şehir merkezi ile Terzioğlu Kampüsü arası yaklaşık 7,5 km'dir ve yapılan anket sonuçları da katılımcıların ortalama günlük 7,5 km yol aldıklarını göstermektedir. Bu veriler doğrultusunda bu araçların günlük 7,5 km/gün yol aldıkları kabul edilmiştir. Bu araçların karbon ayak izi ise Bölüm 3.6 'de belirtildiği gibi emisyon kaynağı ile emisyon faktörünün çarpılması şeklinde olmaktadır. Bu verilerin hesaplanmasında DEFRA (2016) 'nın emisyon faktörlerinden yararlanılmıştır (Ek 3).Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü'ne günlük ortalama 415 halk otobüsü-servisi giriş-çıkış yapmaktadır. Bu araçların kampüs içinde aldıkları yol kampüsten şehir merkezine kadar 7,5 km olmaktadır. Halk otobüs-servislerinin özellikleri Ek-2 'de verilmiştir. Yakıt türü olarak bu otobüs-servisler dizel yakıt kullanmaktadır. Ek 4'de hesaplama ait detaylar verilmektedir.

3.5. Kampüste Çevre ve Enerji Farkındalığının Anket Çalışması ile Belirlenmesi

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü'nde yürütülen anket çalışması iki amaca yönelik yapılmıştır. Birinci amacı Kapsam-3'de öğrenci, akademik ve idari personelin ulaşımından kaynaklanan karbon ayak izinin hesaplanmasında gerekli verilerin elde edilmesi amacıyla yapılmıştır (Ek 4).

Anket çalışmasının diğer amacı ise, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü öğrenci, akademik ve idari personelin enerji ve çevre uygulamaları konusundaki duyarlılıklarını ve eğilimlerini belirlemek, karbon ayak izini azaltabilmek için öneriler sunabilmektir. Hızla gelişen teknoloji, fosil yakıtların kullanımı, ormansızlaştırma, artan nüfus ve ekonomik ihtiyaçların etkisi ile oluşan iklim değişikliği ile mücadele için, enerji ve çevre ilişkisi birlikte değerlendirilmelidir. Gerek enerji gerek diğer ihtiyaçların, çevre sorunu yaratmadan sürdürülebilir bir şekilde karşılanması için katılımcılığın ve bilinç

düzeyinin arttırılması önem arz etmektedir (Vasquez ve diğ., 2015).



BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu tez kapsamında ÇOMÜ Terzioğlu kampüsünün 2016 yılı için karbon ayak izi hesaplanmıştır. Kampüsün karbon ayak izini incelemek için doğrudan ya da dolaylı sera gazı emisyonları dikkate alınmıştır. Kampüsün kendisinden kaynaklanan doğrudan sera gazı emisyonu yayan kaynaklar Kapsam-1 altında değerlendirilmiştir. Isınma için kullanılan yakıt tüketimi, rektörlüğe ait araç filosu bu kapsamda ele alınmıştır. Üniversitenin enerji kullanımının bir sonucu olan, ancak kendine ait olmayan veya kontrol edemediği kaynaklarda gerçekleşen dolaylı emisyonlar Kapsam-2 altında değerlendirilmiştir(Aroonsrimorakot, 2013). Üniversitenin kullandığı elektrik kullanımı bu kapsam altına alınmıştır. Kapsam-3emisyonları, üniversitenin faaliyetlerinden kaynaklanan, okulun kontrolünde olmayan ve Kapsam-2emisyonları olarak sınıflandırılmayan kaynaklardan dolayı oluşan emisyonlardır (WRI/WBCSD, 2004). Bu kapsam dâhilinde kampüste öğrenim gören öğrencilerin, kampüste görev yapan idari ve akademik personelin okula ulaşımından dolayı oluşan emisyonlar, kampüsün su kullanımı ve atıklarından dolayı oluşan emisyonlar hesaba katılmıştır.

4.1. ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü 2016 Yılı için Karbon Ayak İzi

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü karbon ayak izi hesaplanırken Kapsam-1, Kapsam-2 ve Kapsam-3 olmak üzere üç ana başlıkta değerlendirme yapılmıştır. Hesaplama dâhilinde yer alan faaliyetlerden kaynaklanan emisyonların kapsamlarına göre ayrımı yapılarak aşağıda sırasıyla sonuçları verilmektedir.

4.1.1. Kapsam-1

Kapsam-1 kapsamında kampüsün karbon ayak izini hesaplamak için ısınma nedeniyle yakıt tüketimi ve rektörlüğe ait araç filosunun emisyonları dikkate alınmıştır. Kampüste ısınma amaçlı yakıt olarak doğalgaz kullanıldığından, doğalgaz için emisyon faktörleri(Ek 3) hesaplamalarda kullanılmıştır. Hesaplama kampüste kullanılan aylık doğalgaz verileri ile doğalgaz için seçilen emisyon faktörleri çarpılarak ısınma amaçlı yakıttan kaynaklanan karbon ayak izi hesaplanmıştır. Karbon ayak izi,sera gazı emisyonlarının CO_{2e} cinsinden belirtilmesidir. Buna göre Çizelge 4.1’de sera etkisi en fazla olan sera gazları (WRI, 2015) cinsinden ve CO_{2e} cinsinden hesaplama yapılmıştır. Sonuç olarak yakıt tüketiminden kaynaklanan karbon ayak izi 2016 yılı için toplam 1805,56 ton

CO₂e olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.1.Doğalgaz tüketiminden dolayı oluşan emisyon değerleri

		EMİSYON DEĞERLERİ			K.A.İ.*
Aylar	DOĞALGAZ TÜKETİM MİKTARI (m ³)	ton N ₂ O	ton CH ₄	ton CO ₂	ton CO ₂ e
Ocak	232162	3,90E-02	437,62	437,625	437,63
Şubat	150538	2,50E-02	283,76	283,764	283,76
Mart	135364	2,30E-02	255,156	255,161	255,16
Nisan	11200	2,00E-03	21,12	211,12	21,112
Mayıs	1127	1,90E-04	2,124	2,124	2,124
Haziran	75	1,26E-05	0,141	0,141	0,141
Temmuz	51	9,00E-06	0,096	0,096	0,096
Ağustos	132	2,22E-05	0,249	0,249	0,249
Eylül	53	9,00E-06	0,100	0,100	0,100
Ekim	14472	2,00E-03	27,279	27,280	27,280
Kasım	137587	2,30E-02	259,346	259,35	259,351
Aralık	275098	4,60E-02	518,549	518,560	518,560
GENEL TOPLAM	957859	0,160	1805,53	1805,56	1805,56
*:Karbon Ayak İzi					

Üniversite rektörlüğüne ait araç filosu için emisyonlar hesaplanırken araçlar; yolcu araçları, büyük araçlar olarak rapor edilmiştir (DEFRA, 2016).Yolcu araçları genelde küçük tip taksi diye adlandırılan araçlar olup karbon ayak izi hesabında motor hacmi ve yakıt türüne göre emisyon faktörü seçilmektedir. Büyük araçlar genelde yük taşımacılığı, üniversite içi-dışı ulaşım ve diğer faaliyetler için kullanılan araçlar olup, bunların emisyon hesabında araçların aks ağırlıkları veya azami yük ağırlıkları dikkate alınarak emisyon faktörleri seçilmiştir. Seçilen emisyon faktörleri araçların güncel km bilgileri ile çarpılarak emisyon değerleri hesaplanmıştır. Üniversite araç filosunda bulunan küçük ve büyük araçlar için hesaplanan değerler sırasıyla Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3’de verilmektedir. Buna göre küçük araçlardan kaynaklı karbon ayak izi 37,59 tonCO₂e olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.3’de ise rektörlüğe ait büyük araçların emisyonları verilmiştir ve bu araçlar için

karbon ayak izi 208,752ton CO_{2e}olarak hesaplanmıştır. Toplamda rektörlüğün araçlarının karbon ayak izi 246,342 tonCO_{2e}olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.2.Üniversite araç filosu emisyonları- küçük araçlar

Güncel km		Aylık Ort.km	Araç Cinsi	Yakıt Türü	Motor Hacmi	K.A.İ*	EMİSYON DEĞERLERİ			
							ton CO _{2e}	ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O
1	289879	1860	Taksi	Benzin	1.2 16 EL	3,58	3,56	8,0E- 03	1,1E- 02	
2	151152	2500	Taksi	Benzin	1.4 8V	6,01	5,98	1,1E- 02	1,5E- 02	
3	54567	690	Taksi	Benzin	1.4 8V	1,66	1,65	3,0E- 03	4,0E- 03	
4	136523	1551	Taksi	Benzin	1461	3,73	3,71	7,0E- 03	9,0E- 03	
5	306340	2310	Taksi	Dizel	1.5 DCI	4,92	4,86	3,0E- 04	5,3E- 02	
6	233578	2100	Taksi	Dizel	1.5DCI	4,47	4,42	2,5E- 04	4,8E- 02	
7	164346	1911	Taksi	Dizel	1461	4,07	4,02	2,3E- 04	4,4E- 02	
8	81454	1280	Taksi	Dizel	1461	2,73	2,70	1,5E- 04	2,9E- 02	
9	131889	1980	Taksi	Dizel	1461	4,24	4,17	2,4E- 04	4,5E- 02	
10	56138	1040	Taksi	Dizel	1461	2,214	2,19	1,2E- 04	2,4E- 02	
Toplam						37,59	37,2	0,029	0,283	
*: Karbon Ayak İzi										

Çizelge 4.3.Üniversite Araç filosu emisyonları- büyük araçlar

Sıra No	Aylık Ortalama km	Araç Cinsi	Araç Ağırlığı (kg)	K.A.İ.	EMİSYON DEĞERLERİ			
				ton CO _{2e}	ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	
1	392	Ambulans	3500	1,25	1,241	7,0E-05	9,0E-03	
2	700	Ambulans	3500	2,233	2,217	1,3E-04	1,6E-02	
3	3600	Camlı Van	3195	12,29	12,211	6,8E-04	8,1E-02	
4	13000	Camlı Van	1389	24,083	23,789	2,0E-03	2,9E-01	
5	1600	Camlı Van	3050	4,66	4,63	3,0E-03	3,6E-02	

Çizelge 4.3 devamı

6	2060	İtfaiye	25000-27000	20,55	20,37	9,0E-03	1,7E-01
7	100	İtfaiye	18000	1,1	1,085	3,5E-04	1,2E-02
8	1461	Kamyon		16,04	15,85	5,0E-03	1,8E-01
9	2050	Minibüs		6,54	6,49	4,0E-04	4,6E-02
10	1708	Minibüs	3880	5,45	5,409	3,2E-04	3,8E-02
11	2050	Minibüs		6,54	6,492	3,9E-04	4,6E-02
12	1712	Minibüs	7866	5,46	5,42	3,2E-04	3,8E-02
13	2240	Minibüs	8160	7,14	7,094	4,2E-04	5,0E-02
14	2610	Minibüs	3500	8,32	8,27	4,9E-04	5,8E-02
15	2030	Minibüs	3500	6,47	6,43	3,8E-04	4,5E-02
16	1840	Minibüs	3500	5,87	5,83	3,5E-04	4,1E-02
17	1550	Minibüs	4100	4,94	4,91	2,9E-04	3,5E-02
18	765	Otobüs		8,4	8,301	3,0E-03	9,5E-02
19	2024	Otobüs	13500	22,22	21,96	7,0E-03	2,5E-01
20	690	Otobüs	18000	7,58	7,49	2,0E-03	8,6E-02
21	1630	Otobüs	18000	17,9	17,69	6,0E-03	2,0E-01
22	975	Panel Van	2900	3,33	3,31	2,0E-04	2,2E-02
23	465	Panel Van	3500	1,48	1,47	9,0E-05	1,0E-02
24	1584	Pikap	2845	5,41	5,37	3,0E-04	3,5E-02
25	1025	Pikap	1960	3,5	3,48	2,0E-04	2,3E-02
Toplam				208,752	206,79	4,0E-05	1,917

Sonuç olarak Kapsam-1 emisyonlarının toplam karbon ayak izi yakıt tüketimi (ısınma için) (1805,56 ton CO_{2e}) ve üniversiteye ait araç filosu (246,342 ton CO_{2e}) için toplam **2051,902 ton CO_{2e}** olarak hesaplanmıştır.

4.1.2. Kapsam-2

ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü'nün satın aldığı elektriğin tüketiminden kaynaklanan emisyonlar Kapsam-2 altında değerlendirilmiştir. Rektörlükten alınan aylık elektrik faturalarının verileri, DEFRA (2016)'dan alınan emisyon faktörleri ile çarpılarak emisyon

değerleri hesaplanmıştır.Çizelge 4.4’de karbon ayak izini hesaplamak için kullanılan emisyon faktörü verilmiştir. Verilen emisyon faktörü ile Çizelge 4.5’deki elektrik tüketim verileri çarpılarak karbon ayak izi hesaplanmıştır. Buna göre ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü’nünKapsam-2 toplam karbon ayak izi**4649,22 ton CO_{2e}**olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.4.Elektrik Tüketimi emisyon faktörü(DEFRA, 2016)

		KARBON AYAK İZİ	EMİSYON FAKTÖRÜ
Faaliyet	Birim	kg CO _{2e}	kg CO ₂
Elektrik Tüketimi	kWh	0,472	0,472

Çizelge 4.5.Terzioğlu kampüsünün elektrik tüketiminden kaynaklı karbon ayak izi

SIRA NO	ÇOMÜ TERZİOĞLU YERLEŞKESİ(2016)	ELEKTRİK TÜKETİM MİKTARI(kWh)	EMİSYON DEĞERİ (kg)	KARBON AYAK İZİ (ton CO_{2e})
1	Ocak	831063,6	392262,02	392,26
2	Şubat	807810,6	381286,60	381,29
3	Mart	943678,5	445416,25	445,42
4	Nisan	695147,4	328109,57	328,11
5	Mayıs	728571	343885,51	343,89
6	Haziran	846181,5	399397,67	399,40
7	Temmuz	866181,5	408837,67	408,84
8	Ağustos	875886	413418,19	413,42
9	Eylül	692780,7	326992,49	326,99
10	Ekim	645460,5	304657,36	304,66
11	Kasım	766107	361602,50	361,60
12	Aralık	1151168,4	543351,48	543,35
GENEL TOPLAM		9850095	4649217,32	4649,22

4.1.3. Kapsam-3

Kapsam-3dâhilinde; su tüketiminden, evsel nitelikli atıklardan, öğrenci, idari ve akademik personelin ulaşımından kaynaklı emisyonlar dikkate alınmıştır.

Su tüketiminden kaynaklanan karbon ayak izinin hesaplanması için gerekli aylık su tüketim verileri üniversite yönetiminden temin edilmiştir. Su tüketim verileri ile emisyon faktörleri çarpılarak su tüketiminden dolayı oluşan karbon ayak izi hesaplanmıştır. Çizelge 4.6’de su tüketimi için emisyon faktörleri verilmiştir. Çizelge 4.7’de kampüsün su tüketim verileri ile bu verilerin emisyon faktörü ile çarpılarak hesaplanan karbon ayak izi verilmiştir. Buna göre su tüketiminden dolayı oluşan karbon ayak izi 232,442 ton CO₂e hesaplanmıştır.

Çizelge 4.6. Su tüketimi için emisyon faktörleri

Faaliyet	Tip	Birim	kg CO ₂ e
Su Tüketiminden Dolayı Oluşan Emisyonlar	Su Kullanımı	m ³	1,4E-06
		L	0,0014 (Sawant ve diğ.,2015)

Çizelge 4.7. ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü su tüketiminden dolayı oluşan karbon ayak izi

ÇOMÜ TERZİOĞLU KAMPÜSÜ(2016 Yılı)	SU TÜKETİM MİKTARI(m ³)	SU TÜKETİM MİKTARI(Litre)	KARBON AYAK İZİ (ton CO ₂ e)
OCAK	10094	10094000	14,132
ŞUBAT	7074	7074000	9,904
MART	8165	8165000	11,431
NİSAN	11188	11188000	15,663
MAYIS	14983	14983000	20,976
HAZİRAN	15691	15691000	21,967
TEMMUZ	16092	16092000	22,529
AĞUSTOS	26613	26613000	37,258
EYLÜL	23385	23385000	32,739
EKİM	20037	20037000	28,052
KASIM	12708	12708000	17,791
ARALIK	13184	13184000	18,458
GENEL TOPLAM	179214	179214000	232,442

Evsel nitelikli atıklarından dolayı oluşan emisyonların tayini için kampüsten çıkan atık miktarı tespit edilmiştir. Kampüsün atıklarının toplanma periyoduna dair bilgiler Çanakkale Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü’nden alınmıştır. Alınan bilgilere göre kampüsün atıkları her gün ve gün sonunda toplanılmaktadır. Terzioğlu Kampüsü’nde 33 adet 770 litrelik çöp konteyneri bulunmaktadır. Birim hacim ağırlığı genellikle evdeki çöp

kaplarında 1 kg/lt'den azdır, hatta 0,5 kg/lt'nin altına 0,2 kg/lt değerlerine inmektedir (Süleymanoğlu, 2016). ÇOMÜ Terzioğlu kampüsündeki çöpün karakterizasyonu bilinmediğinden emisyon değerinin hesabında, konteynerlerin doluluk oranları %90 ve birim hacim ağırlıkları ise 0,5 kg/l olarak kabul edilmiştir. Bu veriler ışığında kampüsteki atık miktarı yıllık 3841992 kg olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplanan miktar, Çizelge 4.8'de verilen emisyon faktörü ile çarpılarak karbon ayak izi belirlenmiştir. Buna göre evsel atıklardan dolayı oluşan karbon ayak izi miktarı **80,7 ton CO_{2e}** olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.8.Evsel atıklar için emisyon faktörü

		EMİSYON FAKTÖRÜ	ATIK MİKTARI	KARBON AYAK İZİ
Atık Tipi		kg CO _{2e}	kg	Ton CO _{2e}
ÇÖP	Evsel atık	21,0	3841992	80,7

Ulaşımdan kaynaklı emisyonları hesaplamak için iki yaklaşım sergilenmiştir. Yaklaşım-1'e göre akademik ve idari personelin okula ulaşimleri için kullandıkları kişisel araçları, öğrencilerin kaldıkları yerden okula gelirken kullandıkları kişisel araçları, öğrencilerin kaldıkları yerden okula gelirken kullandıkları servis-otobüsler yapılan anket uygulaması ile belirlenmiştir. Daha sonra elde edilen bu sonuçlar 2016 yılı ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü toplam nüfusuna uygulanmıştır. Yaklaşım-2'ye göre ise ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsüne giriş-çıkış yapan araçlar kamera görüntüleri ile haftalık olarak gözlemlenmiştir. Gözlenen bu veriler ortalama olarak belirlendikten sonra uygun emisyon faktörleri ile çarpılarak karbon ayak izi hesaplanmıştır.

Yaklaşım-1'e göre öğrenci, idari ve akademik personele yapılan anket sonuçları değerlendirilerek ulaşımdan kaynaklı karbon ayak izi hesaplanmıştır (Ek 4). Hesaplanan km verileri ile DEFRA (2016)'nın emisyon cetvelinden uygun emisyon faktörleri (Ek 3) ile çarpılarak öğrencilerin ulaşımdan kaynaklanan karbon ayak izi hesaplanmıştır.

Kapsam-3 dâhilinde, karbon ayak izi hesabı için öğrenci, idari ve akademik personele okula ulaşimleri hakkında sorular sorulmuştur. Okula ulaşimleri için kullandıkları araçlarla ilgili bilgi Çizelge 4.9'da verilmektedir. Buna göre katılımcıların % 52,8'i okula ulaşım için servis-otobüsü kullanırken, %35,5'i kişisel arabalarını, %3,9'u kişisel motosikletlerini kullanmaktadır. % 6,7'lik kısım ise okula ulaşımını yaya olarak sağlamaktadır.

Çizelge 4.9.Okula ulaşım araçlarının dağılımı

ULAŞIM ARACI	Frekans	%
Servis-Otobüs	520	52,8
Kişisel Motosiklet	38	3,9
Kişisel Araba	349	35,5
Bisiklet	11	1,1
Yaya	66	6,7
Toplam	984	100,0

ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü Kapsam-3 emisyonları hesaplamak için öğrenci ve personellerin hangi ulaşım araçlarını kullandıklarının yanında bu araçlarla ne kadar km yol kat ettikleri ve ne sıklıkla bu araçları kullandıkları da önem arz etmektedir. Öğrenci, idari ve akademik personelin ulaşım araçları ile ilgili bilgileri Ek1’de verilen anket sonuçları ile belirlenmiştir. Çizelge 4.10’da öğrencilerin hangi ulaşım aracını ne sıklıkla kullandığı belirtilmiştir.

Çizelge 4.10. Öğrencilerin ulaşım araçlarını kullanma sıklığı

Ulaşım Sıklığı	Ulaşım Aracı,n (% n)					Toplam
	Servis-Otobüs	Kişisel Motosiklet	Kişisel Araba	Bisiklet	Yaya	
Haftada 1 gün	3 %100,0	0 %0,0	0 %0,0	0 %0,0	0 %0,0	3 %100,0
Haftada 2 gün	19 %63,3	0 %0,0	1 %3,3	0 %0,0	10 %33,3	30 %100,0
Haftada 3 gün	31 %68,9	1 %2,2	5 %11,1	0 %0,0	8 %17,8	45 %100,0
Haftada 4 gün	139 %76,0	10 %5,5	9 %4,9	2 %1,1	23 %12,6	183 %100,0
Her gün	118 %79,2	1 %0,7	7 %4,7	3 %2,0	20 %13,4	149 %100,0

Çizelge 4.10’a göre haftada 1 gün okula gelen öğrencilerin tamamı otobüsü kullanarak ulaşımını sağlamaktayken her gün gelen öğrencilerin %79,2’i servis-otobüs ile, %0,7 ‘i motosiklet ile, %4,7’i kişisel arabası ile, %2’si bisiklet ile, %13,4’ü ise yaya olarak okula ulaşımını sağlamaktadır.

Çizelge 4.11, akademik ve idari personelin kat ettikleri mesafeyi vermektedir. Çizelge 4.11'e göre akademik personelin %34'ü hergün gelip günde ortalama 5-10 km yol alırken, haftada 2 gün gelip günde ortalama 5-10 km yol alan akademik personel bulunmamaktadır. İdari personelin %30,9'u hergün gelip ortalama 5-10 km yol almaktayken, haftada 2 gün gelip ortalama 10-20 km yol alan idari personel bulunmamaktadır.

Çizelge 4.11. Akademik ve idari personelin kat ettikleri mesafe

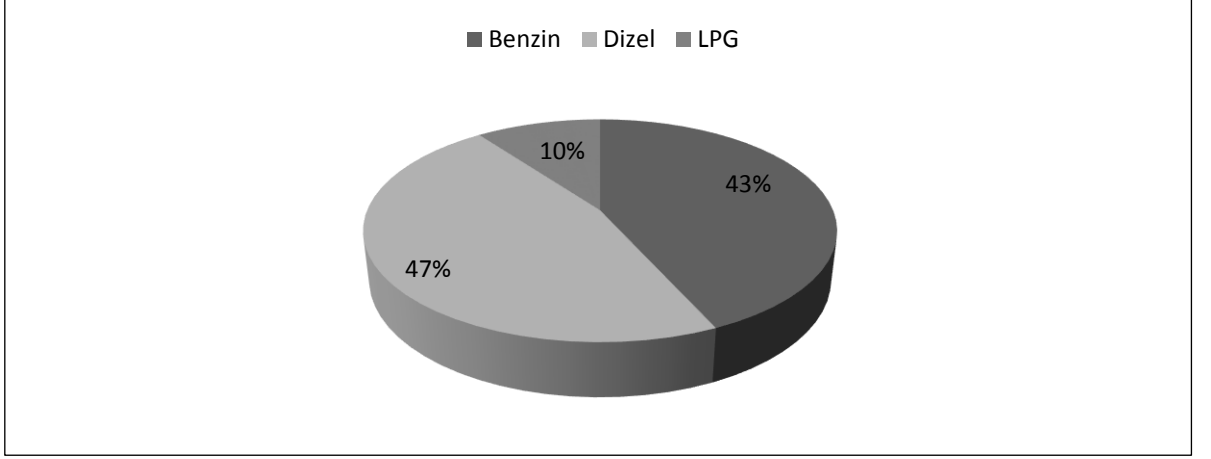
Üniversitedeki Statü		Gün Boyu Kat Edilen Mesafe, n (% n)					Toplam
		0-1 km	1-5 km	5-10 km	10-20 km	20 km >	
Akademik Personel	Haftada 2 gün	0 %0,0	2 %66,7	0 %0,0	0 %0,0	1 %33,3	3 %100,0
	Haftada 3 gün	0 %0,0	2 %40,0	3 %60,0	0 %0,0	0 %0,0	5 %100,0
	Haftada 4 gün	0 %0,0	6 %28,6	5 %23,8	7 %33	3 %14,3	21 %100,0
	Her gün	7 %2,7	48 %18,8	87 %34,0	73 %28	41 %16,0	256 %100,0
İdari Personel	Haftada 2 gün	0 %0,0	1 %16,7	2 %33,3	0 %0,0	3 %50,0	6 %100,0
	Haftada 3 gün	0 %0,0	0 %0,0	2 %50,0	2 %50	0 %0,0	4 %100,0
	Haftada 4 gün	0 %0,0	1 %20,0	1 %20,0	1 %20	2 %40,0	5 %100,0
	Her gün	18 %6,6	62 %22,8	84 %30,9	70 %25	38 %14,0	272 %100,0

Çizelge 4.12 akademik ve idari personelin ulaşım aracına göre kat ettikleri mesafeyi vermektedir. Bu çizelgeye göre servis-otobüs kullanan akademisyenlerin %40,7'si ortalama günde 5-10 km yol kat ederken, bisiklet ve yaya gelen ortalama 5-10 km yol kat eden akademisyen bulunmamaktadır. İdari personelin %35,1'i servisle ortalama 5-10 km yol kat ederken, idari personelin %28,1'i kişisel arabasıyla ortalama 5-10 km yol kat etmektedir.

Çizelge 4.12.Akademik ve idari personelin ulaşım aracına göre kat ettikleri mesafe

Üniversitedeki Statü		Gün Boyu Kat Edilen Mesafe, n (% n)					Toplam
		0-1 km	1-5 km	5-10 km	10-20 km	20 km'den fazla	
Akademik Personel	Servis-Otobüs	2 %3,4	17 %28,8	24 %40,7	11 %18,6	5 %8,5	59 %100,0
	Kişisel Motosiklet	0 %0,0	2 %12,5	5 %31,3	5 %31,3	4 %25,0	16 %100,0
	Kişisel Araba	4 %1,9	39 %18,9	66 %32,0	61 %29,6	36 %17,5	206 %100,0
	Bisiklet	0 %0,0	0 %0,0	0 %0,0	3 %100,0	0 %0,0	3 %100,0
	Yaya	1 %100,0	0 %0,0	0 %0,0	0 %0,0	0 %0,0	1 %100,0
İdari Personel	Servis-Otobüs	12 %7,9	38 %25,2	53 %35,1	24 %15,9	24 %15,9	151 %100,0
	Kişisel Motosiklet	0 %0,0	2 %20,0	1 %10,0	7 %70,0	0 %0,0	10 %100,0
	Kişisel Araba	6 %5,0	22 %18,2	34 %28,1	40 %33,1	19 %15,7	121 %100,0
	Bisiklet	0 %0,0	1 %33,3	0 %0,0	2 %66,7	0 %0,0	3 %100,0
	Yaya	0 %0,0	1 %50,0	1 %50,0	0 %0,0	0 %0,0	2 %100,0

Üniversite personelinin ve öğrencilerin hangi araçlarla ulaşımını sağladıklarını belirlendikten sonra karbon ayak izini hesaplayabilmek için araçlarıyla gelen kişilerin, araçlarının motor hacmi ve yakıt türüne göre ayrımı yapılmıştır. Şekil4.1, araçların yakıt türlerine göre dağılımını göstermektedir. Şekil 4.1'e göre kişisel arabalarıyla gelenlerin, % 47'sinin dizel, %43'ünün benzinli ve %10'unun ise LPG'li araba ile kampüse geldikleri görülmektedir.



Şekil 4.1.Araçların yakıt türlerine göre dağılımı

Araçların sera gazı emisyonlarında,yakıt türü ve motor hacimleri sera gazı emisyonlarında etkili olan faktörlerdir (DEFRA, 2016).Motor hacimlerine göre Terzioğlu Kampüsü’ndeki araçların ayrımı sırasıyla Çizelge 4.13’de verilmiştir. Çizelge 4.13’e göre yakıt türü benzin motor hacmi 1400 m³’den küçük olan araca sahip öğrenciler genelde 5-10 km yol alırken, yakıt türü dizel motor hacmi 1400-1600 m³ olan araca sahip öğrenciler genelde 1-5 km yol almaktadır. Yakıt türü benzin motor hacmi 1400 m³’den küçük olan araca sahip akademisyenler 5-10 km yol almaktadır. Bu durum yakıt türü dizel motor hacmi 1400-1600 m³ olan araca sahip akademisyenler için de geçerli olmaktadır. Motor hacmi 1400 m³’den küçük ve 1400-1600 m³ olan benzinli araca sahip idari personel ise genelde 10-20 km yapmaktadır. Bu durum dizel ve LPG’li araca sahip idari personelde 5-10 km olmaktadır.

Çizelge 4.13.Üniversitedeki personel ve öğrencilerin araçlarının yakıt türü ve motor hacmine göre dağılımı

Statü	Yakıt Türü	Motor Hacmi (m ³)	Günlük Kat Edilen Mesafe, n (% n)					Toplam
			0-1 km	1-5 km	5-10 km	10-20 km	20 km >	
Öğrenci	Benzin	1400'den düşük	-	0 %0,0	2 %66,7	1 %33,3	0 %0,0	3 %100,0
		1400-1600 arası	-	1 %33,3	0 %0,0	1 %33,3	1 %33,3	3 %100,0
		1600 üzeri	-	0 %0,0	0 %0,0	1 %100,0	0 %0,0	1 %100,0
		Toplam	-	1 %14,3	2 %28,6	3 %42,9	1 %14,3	7 %100,0
	Dizel	1400'den düşük	-	1 %50,0	1 %50,0	0 %0,0	0 %0,0	2 %100,0
		1400-1600 arası	-	3 %50,0	1 %16,7	1 %16,7	1 %16,7	6 %100,0
		1600 üzeri	-	0 %0,0	2 %66,7	0 %0,0	1 %33,3	3 %100,0
		Toplam	-	4 %36,4	4 %36,4	1 %9,1	2 %18,2	11 %100,0
	LPG	1400'den düşük	-	-	1 %50,0	0 %0,0	1 %50,0	2 %100,0
		1400-1600 arası	-	-	0 %0,0	1 %100,0	0 %0,0	1 %100,0
		Toplam	-	-	1 %33,3	1 %33,3	1 %33,3	3 %100,0

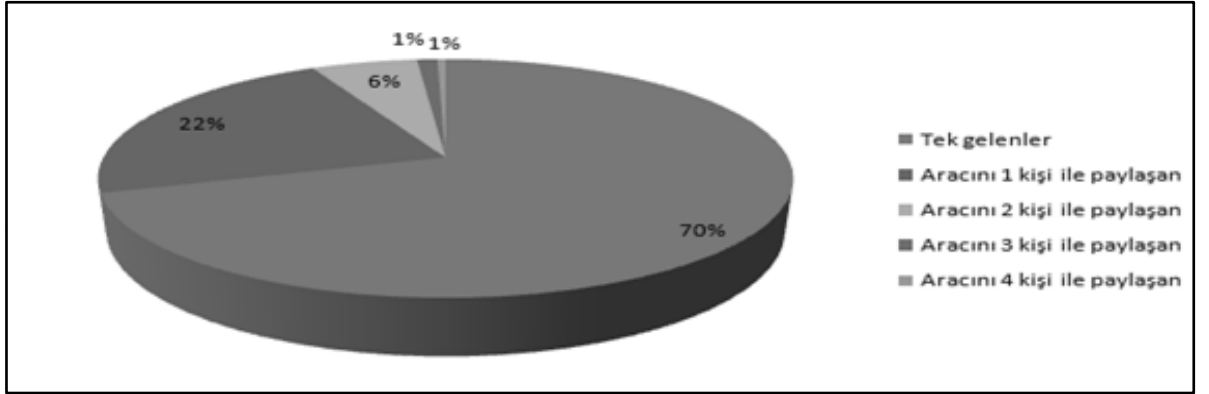
Çizelge 4.13. devamı

İdari Personel	Benzin	1400'den düşük	0 %0,0	4 %19,0	4 %19,0	11 %52,4	2 %9,5	21 %100,0
		1400-1600 arası	1 %3,1	6 %18,8	6 %18,8	11 %34,4	8 %25,0	32 %100,0
		Toplam	1 %1,9	10 %18,9	10 %18,9	22 %41,5	10 %18,9	53 %100,0
	Dizel	1400'den düşük	3 %20,0	1 %6,7	6 %40,0	2 %13,3	3 %20,0	15 %100,0
		1400-1600 arası	2 %5,4	7 %18,9	11 %29,7	14 %37,8	3 %8,1	37 %100,0
		Toplam	5 %9,6	8 %15,4	17 %32,7	16 %30,8	6 %11,5	52 %100,0
	LPG	1400'den düşük	-	0 %0,0	0 %0,0	0 %0,0	2 %100,0	2 %100,0
		1400-1600 arası	-	3 %15,0	9 %45,0	6 %30,0	2 %10,0	20 %100,0
		Toplam	-	3 %13,6	9 %40,9	6 %27,3	4 %18,2	22 %100,0

Çizelge 4.13. devamı

Akademik Personel	Benzin	1400'den düşük	0 %0,0	6 %17,6	11 %32,4	10 %29,4	7 %20,6	34 %100,0
		1400-1600 arası	2 %3,4	16 %27,6	18 %31,0	12 %20,7	10 %17,2	58 %100,0
		Toplam	2 %2,2	22 %23,9	29 %31,5	22 %23,9	17 %18,5	92 %100,0
	Dizel	1400'den düşük	0 %0,0	4 %36,4	4 %36,4	3 %27,3	0 %0,0	11 %100,0
		1400-1600 arası	2 %2,5	10 %12,7	26 %32,9	26 %32,9	15 %19,0	79 %100,0
		1600 üzeri	0 %0,0	0 %0,0	4 %33,3	6 %50,0	2 %16,7	12 %100,0
		Toplam	2 %2,0	14 %13,7	34 %33,3	35 %34,3	17 %16,7	102 %100,0
	LPG	1400'den düşük	-	1 %33,3	1 %33,3	1 %33,3	0 %0,0	3 %100,0
		1400-1600 arası	-	1 %12,5	1 %12,5	3 %37,5	3 %37,5	8 %100,0
		Toplam	-	2 %18,2	2 %18,2	4 %36,4	3 %27,3	11 %100,0

Okula kişisel araçları ile gelen öğrenci ve personellerin araçlarını paylaşımları da karbon ayak izini etkileyen diğer bir faktördür. Arabada genellikle tek kişi bulunması halinde karbon ayak izi o kişiye ait olmaktadır. Fakat araç paylaşılıyorsa, hesaplanan emisyonu aracı paylaşan kişi sayısına bölerek yeni karbon ayak izi hesaplanabilmektedir (Lynas, 2009). Şekil 4.2'ye göre %22,3'lük oran aracını tek kişiyle paylaşırken, %70,3'lük oran aracını paylaşmamaktadır.



Şekil 4.2.Kampüs ulaşımında araçlarını paylaşanların dağılımı

Çizelge 4.14'e göre Yaklaşım-1 için servis-otobüs ile gelen öğrencilerin karbon ayak izi 186,7 ton CO_{2e} hesaplanmıştır. Çizelge 4.14'de kişisel arabasıyla gelen öğrencilerin emisyon değerleri emisyon faktörleri ile birlikte verilmiştir. Kişisel arabaları ile gelen öğrencilerden dolayı oluşan karbon ayak izi miktarı 4,58 ton CO_{2e} olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.16'da ise motosikletleriyle gelen öğrencilerin emisyonları hesaplama için kullanılan emisyon faktörleri ile birlikte verilmektedir. Buna göre öğrencilerin motosikletlerinden dolayı oluşturduğu karbon ayak izi 2,134 ton CO_{2e} olarak hesaplanmıştır. Öğrencilerin ulaşımından kaynaklı oluşan karbon ayak izi miktarı 193,414 ton CO_{2e} hesaplanmıştır. Terzioğlu kampüsündeki tüm öğrencilere genellenirse bu değer yaklaşık 10984,5 ton CO_{2e} olmaktadır.

Çizelge 4.14.Servis-Otobüsle gelen öğrencilerin emisyonları

kg CO _{2e}	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O
186700,013	184792,097	73,851	1834,0641
ton CO _{2e}	ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O

Çizelge 4.15. Kişisel arabasıyla gelen öğrencilerin emisyonları

EMİSYON FAKTÖRLERİ					K.A.İ.	EMİSYON DEĞERLERİ		
	kg CO _{2e}	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	ton CO _{2e}	ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O
Benzin	0,19184	0,19099	0,00035	0,0005	1,55	1,55	2,8E-03	4,0E-03
Dizel	0,18307	0,18115	0,00001	0,00191	2,33	2,31	1,3E-04	2,4E-02
LPG	0,20077	0,20005	0,00008	0,00064	0,70	0,70	2,8E-04	2,2E-03
Toplam					4,58	4,55	3,2E-03	3,1E-02

Çizelge 4.16.Motosikletli öğrencilerin emisyonları

EMİSYON FAKTÖRLERİ				K.A.İ.	EMİSYON DEĞERLERİ		
kg CO _{2e}	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	ton CO _{2e}	ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O
0,11978	0,117	0,0022	0,00058	2,134	2,085	0,039	0,010

İdari ve akademik personel için hesaplama yapılırken anket sonuçlarına göre 5-10 km (ortalama 7,5 km/gün) günlük kat ettikleri edilmiştir. Akademik ve idari personelin her gün okula geldiği ve dönem yılı olarak 12 ay kampüste çalıştığı kabul edilmiştir. Ek 4'te hesaplanan km verileri ile DEFRA (2016)'nın emisyon cetvelinden uygun emisyon faktörleri (Ek-3) ile çarpılarak idari ve akademik personelin ulaşımından kaynaklanan karbon ayak izi miktarı hesaplanabilmektedir.

Çizelge 4.17, akademik ve idari personelin servis-otobüs kullanımdan dolayı oluşan emisyonları vermektedir.

Çizelge 4.17.Akademik ve İdari personelin servis-otobüs kullanımdan dolayı oluşan emisyonlar

EMİSYON FAKTÖRLERİ				K.A.İ.	EMİSYON DEĞERLERİ		
kg CO _{2e}	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	ton CO _{2e}	ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O
0,828618	0,8201	0,000328	0,00814	313,218	310,01	0,124	3,077

Çizelge 4.17'e göre idari ve akademik personelin servis-otobüs kullanımından dolayı oluşan emisyon değerleri sırasıyla 3,077 ton N₂O, 0,124 ton CH₄ ve 310 ton CO₂ olarak hesaplanmıştır. Karbon ayak izi ise ton CO_{2e} cinsinden hesaplanan sera gazı miktarı ifade ettiğinden, idari ve akademik personelin servis-otobüs kullanımından dolayı oluşturduğu karbon ayak izi 313,218 ton CO_{2e} hesaplanmıştır.

Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19'da akademik ve idari personelin kişisel arabaları ve kişisel motosikletleriyle ulaşımını sağlamalarından dolayı oluşan emisyon değerleri verilmiştir. Buna göre akademik ve idari personelin kişisel arabalarından dolayı oluşan karbon ayak izi 120,244ton CO_{2e} iken, kişisel motosikletleriyle gelmelerinden dolayı oluşan karbon ayak izi 5,606 ton CO_{2e} olarak hesaplanmıştır. İdari ve akademik personelin ulaşımından kaynaklı karbon ayak izi miktarı 439,068ton CO_{2e} hesaplanmıştır. Bu değer Terzioğlu kampüsündeki tüm personel için düşünülecek olursa bu değer yaklaşık **1707,32 ton CO_{2e}** olmaktadır.

Çizelge 4.18. Akademik ve idari personelin kişisel arabalarından dolayı oluşan emisyonlar

EMİSYON FAKTÖRLERİ					EMİSYON DEĞERLERİ			
Yakıt Türü	kg CO _{2e}	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	ton CO _{2e}	ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O
Benzin	0,19184	0,19099	0,00035	0,0005	50,416	50,192	0,092	0,131
Dizel	0,18307	0,18115	0,00001	0,00191	50,747	50,215	0,003	0,529
LPG	0,20077	0,20005	0,00008	0,00064	19,081	19,013	0,0076	0,061
Toplam					120,244	119,420	0,102	0,722

Çizelge 4.19. Motosikletli akademik ve idari personelin emisyonları

EMİSYON FAKTÖRLERİ				EMİSYON DEĞERLERİ			
kg CO _{2e}	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	ton CO _{2e}	ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O
0,11978	0,117	0,0022	0,00058	5,606	5,476	0,103	0,027

Yaklaşım-1 kullanılarak ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü Kapsam-3'de hesaplanan toplam karbon ayak izi miktarı (Su tüketimi + Evsel Nitelikli atıklar+ Öğrencilerin ulaşımından kaynaklı emisyonları + idari ve akademik personelin ulaşımından kaynaklı emisyonları);

232,442+80,7 +10984,5+1707,32 = **13004,962ton CO_{2e}**olarak hesaplanmıştır.

Yaklaşım-2'ye göre Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü'ne giriş-çıkış yapan araçların km verileri Ek 4'te hesaplanmıştır. Hesaplanan km verilerine uygun emisyon faktörleri seçilerek emisyon değerleri hesaplanabilmektedir. Çizelge 4.20'de kampüse giriş yapan otomobillerin emisyon değerleri emisyon faktörleri ile birlikte verilmiştir. Buna göre kampüse giriş yapan otomobillerden dolayı oluşan karbon ayak izi 888,3ton CO_{2e}olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.20.Otomobillerin kampüste yarattığı emisyonlar

EMİSYON FAKTÖRLERİ					K.A.İ.	EMİSYON DEĞERLERİ		
Yakıt	kg CO _{2e}	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	ton CO _{2e}	ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O
Benzin	1,8E-01	1,8E-01	1,0E-05	1,9E-03	780,5	4.203,8	7,7	11,0
Dizel	1,9E-01	1,9E-01	3,5E-04	5,0E-04	803,4	3.697,6	0,2	39,0
LPG	2,0E-01	2,0E-01	8,0E-05	6,4E-04	192,9	959,3	0,4	3,1
Toplam					1.776,8	8.860,7	8,3	53,1

Çizelge 4.21 ise kampüse giriş yapan motosikletlerin yarattığı emisyonları belirtmektedir. Buna göre motosikletlerden dolayı oluşan karbon ayak izi miktarı 465,894ton CO_{2e}olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.21.Motosikletlerin emisyonları

EMİSYON FAKTÖRLERİ				K.A.İ.	EMİSYON DEĞERLERİ		
kg CO _{2e}	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	ton CO _{2e}	ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O
0,11978	0,117	0,0022	0,00058	93,14	454,90	8,55	2,26

Çizelge 4.22'de kampüse giriş-çıkış yapan halk otobüsü-servisinden dolayı oluşan emisyonlar verilmiştir. Buna göre halk servis-otobüslerinden oluşan karbon ayak izi miktarı 1237,95 ton CO_{2e} hesaplanmıştır.

Çizelge 4.22.Kampüse Giriş Yapan Halk Otobüsü-Servisi Emisyonları

EMİSYON FAKTÖRLERİ				EMİSYON DEĞERLERİ			
kg CO _{2e}	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	ton CO _{2e}	ton CO ₂	ton CH ₄	tonN ₂ O
0,828618	0,82015	0,000328	0,00814	1237,95	408,43	0,16	4,05

Yaklaşım-2 kullanılarak ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü Kapsam-3 dâhilinde hesaplanan toplam karbon ayak izi miktarı (Su tüketimi + Evsel Nitelikli atıklar+ulaşım kaynaklı emisyonları);

$232,442+80,7+(1776,8+93,14+1237,95) = 3421,032$ ton CO_{2e}olarakhesaplanmıştır.

ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsünün kapsamlarına göre karbon ayak izi ve toplam karbon ayak izi Yaklaşım-1 için Çizelge 4.23’de gösterilmiştir. Buna göre Yaklaşım-1 kullanılarak hesaplanan karbon ayak toplam19706,084 ton CO_{2e}olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.23.ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü karbon ayak izi(Yaklaşım-1)

Kaynak	Kapsam-1	2016 yılı Karbon Ayak İzi Ton CO _{2e}
Yakıt Tüketimi(Isınma için)	Okulun ısınma ihtiyacı için kullandığı yakıtlar	1805,56
Rektörlüğe ait araç filosu	Rektörlüğe ait araçlardan kaynaklanan emisyonlar	246,33
Kapsam-1 Toplam		2051,902
Kaynak	Kapsam-2	
Elektrik Tüketimi	Üniversitenin satın aldığı elektriğin tüketiminden kaynaklanan dolaylı emisyonları kapsar	4649,22
Kapsam-2 Toplam		4649,22
Kaynak	Kapsam-3	

Çizelge 4.23. devamı

Araç emisyonları	Akademik personelin okula ulaşimleri için kullandıkları kişisel araçları, İdari personelin okula ulaşimleri için kullandıkları kişisel araçları	1707,32
Araç emisyonları	Öğrencilerin kaldıkları yerden okula gelirken ki kullandıkları kişisel araçları, öğrencilerin kaldıkları yerden okula gelirken ki kullandıkları servis-otobüsler	10984,5
Su Tüketimi	Su Kullanımından dolayı emisyonlar, sayaçlardan okunan değerler	232,442
Evsel Atık	Kampüste oluşan evsel nitelikli atıklardan dolayı oluşan emisyonlar	80,7
Kapsam-3 Toplam		13004,962
TOPLAM KARBON AYAK İZİ (ton CO_{2e}) (Kapsam-1 + Kapsam-2 + Kapsam-3)		19706,084

Ulaşımdan kaynaklanan karbon ayak izi öğrenciler için 10984,5 ton CO_{2e} olarak hesaplanmıştır. Bu değer Terzioğlu Kampüsü'ndeki fakülte ve programlarda kayıtlı yaklaşık 23285 öğrenci için genelleme yapılarak bulunmuştur. Ancak aktif öğrenci sayısının çok daha az olduğu bilinmektedir. Lisans programlarında devamsızlık, ortalamaya takıldığı için bir üst döneme devam edemeyen öğrencilerin sayısı oldukça fazladır. Ancak toplam öğrenci sayısı içinde, bu öğrencilerin yüzdesi bilinmediği için toplam kayıtlı öğrenciler üzerinden genelleme yapılarak hesaplama yapılmıştır. Bu nedenle kamera görüntülerinden kampüse giriş-çıkış yapan toplam araç, servis-otobüs sayısı üzerinden hesaplama(Yaklaşım-2) yapılmasının daha doğru bir yöntem olacağı düşünüldüğü için Yaklaşım-2 kapsamında hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplamaya dair sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Yaklaşım-2 ile hesaplanan ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü karbon ayak izi ve

kapsamlarına göre değerleri izelge 4.24’de gösterilmiştir. Buna göre Yaklaşım-2 kullanılarak hesaplanan karbon ayak izi toplam **10122,154 ton CO_{2e}**olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.24. anakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü karbon ayak izi(Yaklaşım-2)

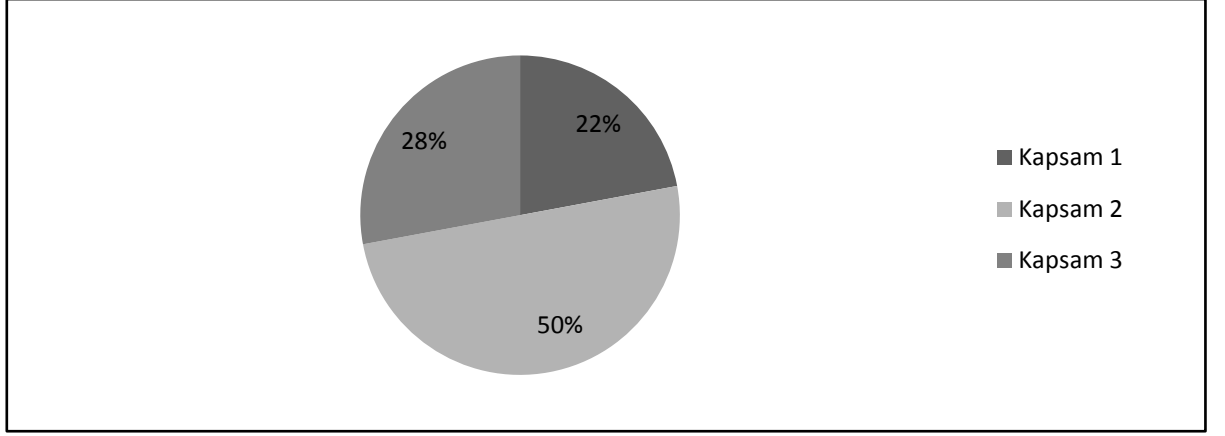
Kaynak	Kapsam-1	2016 yılı Karbon Ayak İzi Ton CO_{2e}
Yakıt Tüketimi(Isınma için)	Okulun ısınma ihtiyaı için kullandığı yakıtlar	1805,56
Rektörlüğe ait araç filosu	Rektörlüğe ait araçlardan kaynaklanan emisyonlar	246,33
Kapsam-1 Toplam		2051,902
Kaynak	Kapsam-2	
Elektrik Tüketimi	niversitenin satın aldığı elektriğin tüketiminden kaynaklanan dolaylı emisyonları kapsar	4649,22
Kapsam-2 Toplam		4649,22
Kaynak	Kapsam-3	
Araç emisyonları	Kampüse giriş yapan otomobil ve motosikletlerin yarattığı emisyonlar	1869,92
Araç emisyonları	Kampüse giriş yapan halk servis- otobüslerin yarattığı emisyonlar	1237,95
Su Tüketimi	Su Kullanımından dolayı emisyonlar, sayaçlardan okunan değerler	232,442
Evsel Atık	Kampüste oluşan evsel nitelikli atıklardan dolayı oluşan emisyonlar	80,7
Kapsam-3 Toplam		3421,032

Çizelge 4.24 devamı

TOPLAM KARBON AYAK İZİ(ton CO _{2e}) (Kapsam-1 + Kapsam-2 + Kapsam-3)	10122,154
---	------------------

Yaklaşım-1’de toplam karbon ayak izi 19706,084 ton CO_{2e} olarak hesaplanmıştı. Yaklaşım-1 ile Yaklaşım-2 arasındaki bu fark özellikle ulaşımdan kaynaklanan emisyonların hesaplanmasındaki yöntem farklılığından kaynaklanmaktadır. Yaklaşım-1’de ankete katılan öğrencilerin ve idari personellerin karbon ayak izi hesaplanmış, Terzioğlu Kampüsü’ndeki toplam sayıya genelleme yapılmıştır. Ancak yukarıda açıklandığı gibi genelleme yapılan toplam nüfusunun devamlı olarak kampüse gelmemesi nedeniyle (özellikle kayıtlı öğrencilerin önemli bir kısmı aktif olarak kampüse gelmediğinden) bu yaklaşım gerçekteki karbon ayak izinden çok daha büyük değerlerin elde edilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle Yaklaşım-2’de hesaplanan değerlerin dikkate alınması önerilmektedir.

Şekil 4.2, Terzioğlu Kampüsünün Yaklaşım-2 ile hesaplanan karbon ayak izinin kapsamlara göre dağılımını vermektedir. Yaklaşım-2’de hesaplanan karbon ayak izinde elektrik tüketimi (Kapsam-2) %50’lik bir paya sahip olurken, Kapsam-3 emisyonları % 28’lik bir paya sahiptir. Yaklaşım-2 sonuçlarına göre enerji tüketiminin kampüsün ayak izinin en büyük bileşenini oluşturduğu, ikinci olarak ise kampüs ulaşımının yarattığı etki olduğunu belirlenmiştir. Kampüsün karbon ayak izinde ulaşım önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü Terzioğlu Kampüsü jeolojik yapısı nedeniyle eğimi fazla olan deniz seviyesinden tepeye doğru yükselen bir yerleşkedir. Dolayısıyla yürümek veya bisiklet kullanmak yerine kişisel otomobil, motosiklet ya da halk otobüsü, servis daha çok kullanılmaktadır. Bu davranış emisyonları dolayısıyla karbon ayak izini artırmaktadır.



Şekil 4.3. Terzioğlu kampüsünün yaklaşım-2 ile hesaplanan karbon ayak izinin kapsamlara göre dağılımı

Terzioğlu kampüsü için karbon ayak izi hesabı için sınırlar belirlenmiştir. Bulunan değerler sınırlar içerisinde kalan alana bölünerek alan başına ne kadar ayak izi yaratıldığı hesaplanmıştır. Buna göre kampüsün ayak izi sırasıyla Yaklaşım-1 ve Yaklaşım-2 için 802,7 ton/ha ve 412,3 ton/ha olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan karbon ayak izinin sınırlar içinde kalan nüfusa bölünmesiyle kişi başına düşen karbon ayak izi belirlenmiştir. Çizelge 4.25 Terzioğlu Kampüsü alan ve kişi başına karbon ayak izi değerlerini vermektedir.

Çizelge 4.25. Terzioğlu kampüsü alan ve kişi başına karbon ayak izi değerleri

ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü	Veri	Birim	2016 yılı	
			Yaklaşım-1	Yaklaşım-2
Kampüs Alanı	24,55 ha	Ton CO ₂ /hektar	802,7	412,3
Nüfus	25517 kişi	Ton CO ₂ /kişi	0,772	0,397

Hesaplanan bu değerler ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsün karbon ayak izinin değerini anlamak için yapılmış diğer çalışmalarla karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.26). Bu çalışma ile Türkiye’de yapılan çalışmalardan Turanlı (2015)’nin Orta Doğu Teknik Üniversitesi’ndeki(ODTÜ) çalışmayla karşılaştırıldığında üniversitemizin kişi başına karbon ayak izinin her iki yaklaşımda da ODTÜ’den az olduğu görülmüştür. Bunun nedeninde ODTÜ’nün çalışma sınırları ve faaliyetlerinin daha geniş olmasından kaynaklanmaktadır. Dünya’da yapılan çalışmalardan Conway veditğ. (2007)’nin Toronto Üniversitesi için yaptıkları çalışmada karbon ayak izi alan başına 8744 ha/yıl hesaplamışlardır. Üniversitemiz ile karşılaştırıldığında Toronto Üniversitesi’nin altında bir

karbon ayak izine sahip olduğu görülmektedir. Bunun nedeni,Toronto Üniversitesi'nin faaliyet alanlarının fazla olması olarak açıklanabilir.

Çizelge 4.26.Terzioğlu Kampüsünün Karbon Ayak İzinin Diğer Çalışmalarla Karşılaştırılması

Yapılan Çalışmalar	Yapılan Yer	Değer	
Conway ve diğ.(2007)	Toronto Üniversitesi	8744 ha/yıl	
Larsen ve diğ. (2011)	Norveç Teknoloji ve Bilim Üniversitesi	4,6 ton CO _{2e} / öğrenci	
Turanlı (2015)	Orta Doğu Teknik Üniversitesi(ODTÜ)	50142,79 ton CO ₂ (%10 olasılıkla)	56036,5 ton CO ₂ (%90 olasılıkla)
Turanlı (2015)	Orta Doğu Teknik Üniversitesi(ODTÜ)	1,816 ton CO ₂ /kişi	91,67 kg CO ₂ /m ²
Rippon (2014)	Cape Town Üniversitesi	85360 ton CO ₂	
Aroonsrimorakot ve diğ. (2013)	Mahidol Üniversitesi	1091,85 ton CO _{2e}	
Yaka ve diğ. (2015)	Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu	98,307 ton CO ₂ /yıl	
Vasquez ve diğ. (2015)	Talca Üniversitesi	1 ton CO _{2e} / öğrenci	

Çizelge 4.26. devamı

ÇOMÜ Terzioğlu Kampüsü (2016 yılı)	19706,084 tonCO₂e 802,7 ton CO₂e/ha 0,772 tonCO₂e/kişi	10122,154 ton CO₂e 412,3ton CO₂e/ha 0,397ton CO₂e/kişi
---	--	--

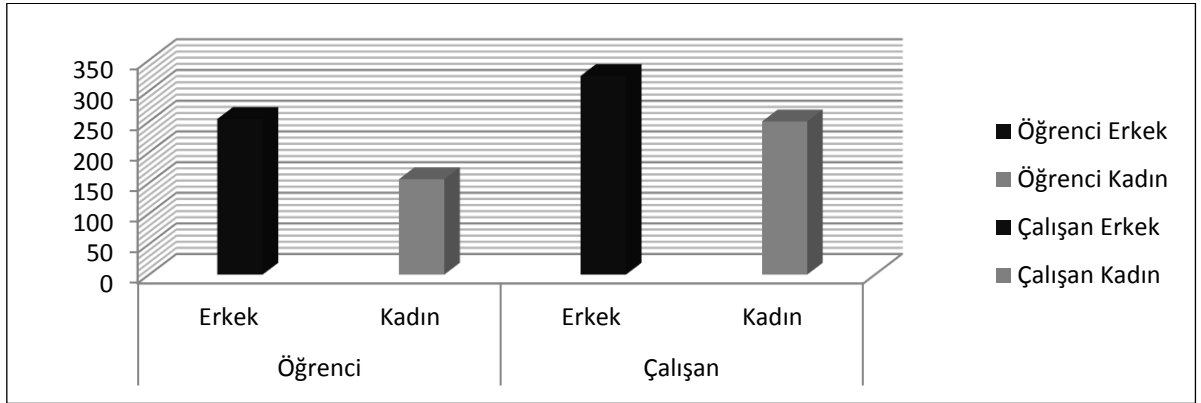
4.2. Enerji ve Çevre Uygulamaları Konusundaki Eğilimler

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü içindeki öğrenci, idari ve akademik personelin enerji ve çevre uygulamaları konusundaki eğilimlerini belirlemek ve aynı zamanda karbon ayak izi hesaplamasındaki Kapsam-3 emisyonları belirlemek için anket uygulaması yapılmıştır (Ek-1). Ankete katılan öğrenci, idari ve akademik personelin cinsiyete ve öğrenci olup olmamalarına göre dağılımı sırasıyla Çizelge 4.27 ve Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Ankete katılanların cinsiyetlerine göre katılımı

Statü	Cinsiyet	n*	% n
Öğrenci	Erkek	254	62,0
	Kadın	156	38,0
	Toplam	410	100,0
Akademik Personel	Erkek	153	53,3
	Kadın	134	46,7
	Toplam	287	100,0
İdari Personel	Erkek	171	59,6
	Kadın	116	40,4
	Toplam	287	100,0

Çizelge 4.28. Ankete katılanların öğrenci ve çalışanların dağılımı



Çizelge 4.27 ve Çizelge 4.28'e göre katılımcılarda erkek popülasyonunun ve özellikle çalışan (idari veya akademik personel olan) erkek popülasyonunun fazla olduğu görülmektedir.

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi içindeki öğrenci, akademik ve idari personele yapılan anket uygulamasının bir diğer amacı ise kampüsün enerji-çevre konusundaki bilinç düzeyini belirlemek ve karbon ayak izini etkileyebilecek davranışlar konusundaki tutumlarını gözlemlemektir (Ek 1). Ayrıca Terzioğlu Yerleşkesi'ndeki öğrenci, akademik ve idari personele enerji kaynakları hakkında ve çevre sorunları hakkında sorular sorulmuştur (Ek 1). Enerji ve çevre bilinçliliği konusundaki sorular seçilirken geri dönüşüm, yeniden kullanım, tasarruf ve verimlilik gibi konular hakkında sorular sorulurken kullanıcıların karbon ayak izini etkileyebilecek davranışlarda ise birincil karbon ayak izi ve ikincil karbon ayak izi (Jones ve diğ., 2011) düşünülerek ulaşım, enerji tasarrufu, gıda, ısınma ve atık konularında sorular sorulmuştur.

Ankete katılanların enerji ve çevre bilinçliliği konusundaki davranış eğilimleri önem sırasına göre Çizelge 4.29'da verilmiştir. Ankette uygulanan dörtlü skalaya göre (uygulamam, bazen uygularım, sıklıkla uygularım, her zaman uygularım) önem sırası belirlenmiştir. Buna ortalama skorları göre dörde yakın olan davranışlar önemli davranışlar olup katılımcıların her zaman uyguladıkları davranışlar olmaktadır. Çizelge 4.29'agöre kampüsteki öğrenci, akademik ve idari personeller enerji (katılımcıların % 47,8'i her zaman uygulamaktadır) ve su tasarrufuna (katılımcıların % 48,7'si her zaman uygulamaktadır) yönelik davranışları öncelikli uygulamalarına rağmen atıkların ayrı toplanması, atıkların çöp kutusuna atılmadan yeniden kullanılması (katılımcıların %35,7'i bu davranışı uygulamamaktadır), ilaç atıkların ayrı toplanması (katılımcıların %36,9'u bu davranışı uygulamamaktadır) , geri dönüşümün sağlanması gibi çevresel davranışları daha

az oranda uygulamaktadır. Bu sonuç, katılımcılar arasında enerji konusunda karbon ayak izini olumlu etkileyen davranışların benimsenmesine karşın, çevresel açıdan olumsuz yaklaşımların olduğunu göstermektedir. Bu durum dolaylı olarak karbon ayak izini arttıracaktır.

Çizelge 4.29.Katılımcıların Enerji ve Çevre Bilinçliliği Konusundaki Davranış Eğilimleri

DAVRANIŞLAR	Uygulama	Bazen uygulam	Sıklıkla uygulam	Her zaman uygulam	Ortalama	Standart Sapma	Önem Sırası
1-Su tasarruflu davranışlar sergilemeye çalışırım.*	22 (%2,2)	91 (%9,3)	390 (%39,8)	478 (%48,7)	3,34	0,74	1
2-Enerji tasarruflu davranışlar sergilemeye çalışırım.	16 (%1,6)	129 (%13,1)	369 (%37,5)	470 (%47,8)	3,31	0,75	2
3- Çevre dostu ürünleri kullanmaya çalışırım.	38 (%3,9)	302 (%30,7)	389 (%39,5)	255 (%25,9)	2,87	0,84	4
4- Atıkları yeniden değerlendirilebilmeleri için uygun geri dönüşüm kutularına atarım.	80 (%8,1)	355 (%36,1)	278 (%28,3)	271 (%27,5)	2,75	0,94	5
5-İhtiyacım olan kadar tüketim yapmaya çalışırım.	224 (%22,8)	298 (%30,3)	202 (%20,5)	259 (%26,3)	2,50	1,11	6
6-Pil atıklarını ayrı toplamaya çalışırım.**	18 (%1,8)	136 (%13,8)	450 (%45,7)	380 (%38,6)	3,21	0,74	3
7-İlaç atıklarını ayrı toplarım.	363 (%36,9)	302 (%30,7)	163 (%16,6)	156 (%15,9)	2,11	1,07	7
8-Atıklarımı çöpe atmadan yeniden kullanmaya çalışırım.	351 (%35,7)	357 (%36,3)	180 (%18,3)	96 (%9,8)	2,02	0,96	8

Çizelge 4.29. devamı

*:Birinci soruyu 3 kişi yanıtı bırakmıştır.
**:Altıncı soruyu 1 kişi yanıtı bırakmıştır.

Katılımcıların çevreye ve karbon ayak izine yönelik tutumlarının karşılaştırılmasında grup ortalamalarının karşılaştırmasına yönelik bağımsız örneklem t testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. T testi, iki örneklem grubu arasında ortalamalar açısından fark olup olmadığını araştıran parametrik bir testtir (Ör. Cinsiyet). İki'den fazla ortalamanın karşılaştırılmasında ANOVA kullanılmaktadır (Ör. Katılımcı Statü). ANOVA, en basit varyans analizi modelidir. Kategorik özellik gösteren bir bağımsız değişken ve metrik özellik gösteren bir bağımlı değişken vardır. Bağımsız değişken içerisinde iki veya daha fazla grup olabilir. ANOVA bu gruplara göre bağımlı değişkendeki ortalamalar arasında fark olup olmadığını test eden bir testtir (Kalaycı, 2008). İki'den fazla grubun ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını test eden ANOVA testi (Bulduk, 2013) öğrenci, idari ve akademik personel için uygulanmıştır. Öğrencilerin enerji ve çevresel davranışlarının ortalama skorları 2,561 iken, akademik personelin ortalama skoru 2,989 ve idari personelin ortalama skoru 2,843 olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.30). Ortalamalar arasındaki fark %95 güvenle istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ($F=40,440$, $P<0,05$). Bu sonuca göre üniversitedeki statü değişikçe enerji-çevre bilinci artmaktadır. Akademisyenler ve idari personel enerji-çevre konusundaki olumlu davranışlara daha çok özen gösterirken, öğrenciler bu davranışlara daha az özen göstermektedir.

Çizelge 4.30.Statüye göre enerji-çevre davranışlarının karşılaştırılması

Üniversitedeki Statü	N	Ortalama	Standart Sapma	F	P
Öğrenci	406	2,56	0,5409	54,23	0,000
Akademik Personel	287	2,98	0,5549		
İdari Personel	287	2,84	0,5638		
Toplam	980	2,76	0,5810		

Enerji ve çevre konusundaki bilinçlilik düzeylerinin katılımcıların yaşlarına göre incelenmesine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.31’de verilmiştir. 18-29 yaş arası katılımcıların çevre ve enerji ortalama skorları 2,588 iken, 30-41 yaş arası katılımcıların ortalama skoru

2,871, 42-53 yaş arası katılımcıların ortalama skoru 3,044 ve 54 yaşında ve daha büyük yaşta olan katılımcıların ortalama skoru ise 3,296 olarak elde edilmiştir. Ortalamalar arasındaki fark %95 güvenle istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F=40,440$, $P<0,05$). Bu sonuca göre yaş arttıkça enerji-çevre bilinci de artmaktadır.

Çizelge 4.31. Yaş aralıklarına göre enerji-çevre davranışlarının karşılaştırılması

Yaş Aralıkları	N	Ortalama	Standart Sapma	F	P
18-29 yaş arası	481	2,58	0,5360	40,44	0,000
30-41 yaş arası	318	2,87	0,5569		
42-53 yaş arası	162	3,04	0,5728		
54 yaş ve üzeri	19	3,29	0,5207		

Ankete katılanların karbon ayak izini etkileyecek davranışlardaki tutumu Çizelge 4.32’de verilmektedir. Önem sırası belirlenirken ortalama skorların anketteki dörtlü skalaya (uygulamam, bazen uygularım, sıklıkla uygularım, her zaman uygularım) yakınlığına göre belirlenmiştir. Çizelge 4.32’ye göre; Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü’ndeki öğrenci, idari ve akademik personelin karbon ayak izini dolaylı veya doğrudan etkileyebilecek davranışlar arasında; öncelikli olarak bulaşık, çamaşır ve kurutma makinelerini tam doldurmadan çalıştırmamak (katılımcıların % 48,4’ü bu davranışı her zaman uygulamaktadır), kullanmadıkları cihazları tamamen kapatmak (katılımcıların % 45,5’i bu davranışı her zaman uygulamaktadır) ve alışveriş ihtiyacını tek seferde yapmak (katılımcıların % 44’ü bu davranışı her zaman uygulamaktadır) gibi enerji tasarrufuna yönelik davranışlar öncelikli olarak yer almaktadır. Bu davranışlar karbon ayak izini olumlu etkileyecek davranışlardır. Ancak katılımcıların ulaşım ihtiyaçlarını sürekli olarak otomobilleriyle karşılamaları ve araçlarını paylaşmamaları (katılımcıların % 50’si bu davranışı uygulamamaktadır) gibi davranışlara öncelik vermemeleri ayrıca bulundukları yerde enerji ihtiyaçlarını yenilebilir enerji kaynakları ile karşılamamaları (katılımcıların % 77,4’ü bu davranışı uygulamamaktadır.) karbon ayak izini olumsuz yönde etkilemektedir.

Çizelge 4.32.Katılımcıların Karbon Ayak İzini Etkileyecek Davranışlardaki Tutumu

DAVRANIŞLAR	Uygulamam	Bazen uygularım	Sıklıkla uygularım	Her zaman uygularım	Ortalama	Standart Sapma	Önem sırası
1-Bir cihaz satın alırken enerji kullanımına dikkat ederim.	88 (%8,4)	222 (%22,6)	317 (%32,2)	362 (%36,8)	2,97	0,96	4
2-Kullanmadığım cihazlarımı tamamen kapatıyorum.	48 (%4,9)	176 (%17,9)	31,2 (%31,7)	447 (%45,5)	3,17	0,89	2
3-Bulaşık, çamaşır ve kurutma makinelerimi tam doldurmadan çalıştırmam.	49 (%5,0)	137 (%13,9)	322 (%32,7)	476 (%48,4)	3,24	0,87	1
4-Akıllı cihazları ve cep telefonu, tablet bilgisayar gibi cihazlarımı şarj olur olmaz şarjdan alırım.	86 (%8,7)	227 (%23,1)	305 (%31,0)	366 (%37,2)	2,96	0,97	5
5- Kağıt, kağıt havlu kullanımında tutumluuyumdur.	88 (%8,9)	219 (%22,3)	376 (%38,2)	301 (%30,6)	2,90	0,93	6
6-Haftalık alışverişim tek seferde yaparım	86 (%8,8)	181 (%18,4)	283 (%28,8)	432 (%44,0)	3,08	0,98	3

Çizelge 4.32. devamı

7-Evimde veya çalışma ortamımda enerji tasarruflu ampuller kullanırım.	175 (%17,8)	356 (%36,2)	295 (%30,0)	158 (%16,1)	2,44	0,96	9
8-İşe giderken veya tatil günlerinde arabayı kullanmak yerine yürümeyi veya bisiklet kullanmayı tercih ederim.	330 (%33,5)	308 (%31,3)	176 (%17,9)	170 (%17,3)	2,18	1,08	10
9-İşe giderken ya da çocukları okul götürürken arabamı paylaşıyorum.	492 (%50,0)	204 (%20,7)	147 (%14,9)	141 (%14,3)	1,93	1,10	11
10-Organik ürünleri almaya özen gösteririm.	173 (%17,6)	304 (%30,9)	307 (%31,2)	200 (%20,3)	2,54	1,00	8
11-Klimayı gereksiz kullanmam sadece gerekli ortam sıcaklığımı(20-24 C°) sağlamak için kullanırım.	180 (%18,3)	144 (%14,6)	330 (%33,5)	330 (%33,5)	2,82	1,08	7
12-Bulunduğum sitede/evde/yurtta yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak enerji ihtiyacı karşılanıyor.	762 (%77,4)	126 (%12,8)	69 (%7,0)	27 (%2,7)	1,35	0,73	12

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü karbon ayak izi hesabında yakıt için doğalgaz kullanımı, elektrik tüketimi, ulaşım, su tüketimi ve evsel atık miktarı gibi emisyon yayan faaliyetler 2016 yılı için üç kapsam altında incelenmiştir. Karbon ayak izinin hesaplanması ve sonuçların değerlendirilmesi, kampüsün karbon ayak izini azaltacak önlemlerin belirlenebilmesi açısından önemlidir.

Kampüsün karbon ayak izinin hesabında Kapsam-3emisyonları için iki yaklaşım sergilenmiştir. Yaklaşım-1’de karbon ayak izi 19706,084 ton CO_{2e}, Yaklaşım-2’de karbon ayak izi 10122,154 ton CO_{2e} bulunmuştur. Karbon ayak izinin hesabı yapılırken 23285 öğrenci, 1121 idari ve 1111 akademik personel dikkate alınarak raporlama yapılmıştır. Buna göre kişi başına düşen karbon ayak izi Yaklaşım-1 ve Yaklaşım-2 olmak üzere 0,772 ton CO₂ / kişi ve 0,397 ton CO_{2e} / kişi olarak hesaplanmıştır.

Öğrencilerin, akademik ve idari personelin okula ulaşimleri kullandıkları araç ve kat ettikleri mesafe için uygulanan Yaklaşım-1 sonuçlarına göre ulaşımdan kaynaklı emisyonlar karbon ayak izini etkilemektedir ve karbon ayak izini arttırmaktadır. Karbon ayak izine katkısı olan ulaşımdan kaynaklı emisyonları azaltmak için özellikle CO₂ emisyonu yaymayan bisiklet gibi araçlar için yollar yapılarak karbon ayak izi azaltılabilmektedir (Lynas, 2009). Fakat kampüs yerleşkesinin jeolojik yapısından dolayı bisiklet kullanımı yaygınlaşmamaktadır. Bisiklet kullanımını kolaylaştırıcı yeni sistemlerin kampüse uygulanması sağlanabilir. Ayrıca öğrenci, akademik ve idari personelin Terzioğlu Kampüsüne geliş gidiş seferlerinde toplu taşıma araçları kullanmaları teşvik edilmelidir.

Yaklaşım-2 sonuçlarına göre enerji tüketiminin kampüs ayak izinin en büyük bileşenini oluşturduğu, ikinci olarak ise kampüs ulaşımının yarattığı etki olduğu belirlenmiştir. Emisyonları azaltmak için yapılabilecek projelere örnek olarak, yeni yakma teknolojileri, yakıt değiştirme, üretim proseslerinde atıkları kaynağında önleme, arıtma ve enerji tasarrufu, akıllı ofis sistemleri (yalıtım, ısıtma, soğutma, ışıklandırma), atıktan enerji elde edilmesi, atık ısıdan enerji elde edilmesi, ağaçlandırma ve yenilebilir enerji yatırımları sayılabilir. Fakat bunlar genel önlemler olup bu önlemleri üniversite gibi emisyonların fazla olduğu kurumlara uyarlamak gerekmektedir. Bu çalışmada dışarıdan alınan yemek hizmeti, mal ve sarf malzemelerin karbon ayak izi hesaplanmamıştır. Daha sonra yürütülecek

çalışmalarda karbon ayak izinin daha net olarak hesaplanabilmesi için bu unsurların da dikkate alınması önemlidir.

Kapsam-2 dâhilinde yer alan elektrik tüketimi, Yaklaşım-2'ye göre Terzioğlu Kampüsü'nde karbon ayak izini etkileyen en önemli faktördür. Karbon ayak izini azaltmak için emisyonları azaltmaya yardımcı önlemler olarak; kampüs içerisinde enerji tasarruflu ampuller kullanılmalı, sınıf ve odalarda kullanılan ekipmanlar enerji tasarruflu araçlarla değiştirilmelidir. Kampüse yeni yapılan binalara yeşil bina denilen doğal ışık ve iç mekan hava kalitesiyle, kullanıcıların sağlığını, konforunu, üretkenliğini koruyan ve geliştiren; yapımı ve kullanımı sırasında doğal kaynakların tüketimine duyarlı ve çevre kirliliğine neden olmayan tip bina konsepti uygulanmalıdır (Özmehmet, 2005). Kampüste yakıt (ısınma için) kullanımından dolayı tüketilen doğalgaz kullanımı azaltılmalı yenilenebilir enerji kaynaklarına geçilmelidir. Karbon salınımını azaltmanın bir diğer yolu ise binanın kendi elektriğini kendi üretmesidir. Dolayısıyla güneş panelleri ve rüzgâr türbini gibi yenilenebilir enerjiye dayalı prosesler kampüs içinde kullanılarak çözüm sağlanabilir. Yıllık olarak yüksek oranda güneş alan ve yüksek rüzgâr yoğunluğuna sahip olan Çanakkale için özellikle bu belirtilen projeler karbon ayak izini azaltmak için ideal projelerdir (Malkoç, 2011).

Atıklar karbon ayak izinin kapsam-3 kategorisinden olup diğer dolaylı emisyonlar altında değerlendirilmiştir. Çünkü atık oluşumu üniversitenin faaliyetlerinden kaynaklanmakta fakat üniversitenin kontrolünde olmayan emisyonlardır. Bu yüzden atıklardan dolayı açığa çıkan ayak izini azaltmak aynı zamanda karbon ayak izini daha net belirleyebilmek için, kampüs binası çevresinde evsel nitelikli atıkların ambalaj atığı, plastik atığı ve kağıt-karton atığı kutularından ayrı atılması için bu kutuların yerinin daha iyi belirlenmeli, öğrenci ve personelin bu atık kutularını kullanmaları teşvik edilmeli ve böylece atık yönetimi sağlanmalıdır. Anket sonuçları kampüsteki öğrenci, akademik ve idari personelin enerji ve su tasarrufuna yönelik davranışlara öncelik vermelerine rağmen atıkların ayrı toplanması, atıkların çöp kutusuna atılmadan yeniden kullanılması, ilaç atıkların ayrı toplanması, geri dönüşümün sağlanması gibi çevresel davranışları daha az oranda uyguladığını ortaya koymuştur. Bu nedenle kampüste atıklar ile ilgili farkındalığın artırılması atık kaynaklı karbon ayak izini azaltmak için önem arz etmektedir. Ayrıca anket sonuçları, akademisyenler ve idari personelin enerji-çevre konusundaki olumlu davranışlara, öğrencilere göre daha çok özen gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu nedenle çevre konusunda bilinçlendirme faaliyetlerine daha çok yer verilmeli, öğrenciler arasında farkındalık oluşturulmalıdır.

Karbon ayak izini azaltacak önlemler ile birlikte yürütülecek eğitim/farkındalık oluşturma çalışmaları Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü'nün karbon ayak izinin azaltılmasını sağlayacak ve böylece sürdürülebilir bir kampüs yaşamına geçiş sağlanabilecektir.



KAYNAKLAR

- Ağca B.,(2002). Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi (Johannesburg, 26 Ağustos - 4 Eylül 2002). Erişim: 1 Nisan 2017, http://www.mfa.gov.tr/dunya-surdurulebilir-kalkinma-zirvesi_johannesburg_-26-agustos---4-eylul-2002_.tr.mfa.
- Atabey T.,2013. Karbon Ayak İzinin Hesaplanması: Diyarbakır Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Türkiye.
- Arıkan Y.,(2006). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü Metinler ve Temel Bilgiler. Erişim: 5 Nisan 2017http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/REC_unfccc.pdf.
- Aroonsrimorakot S.,Yuwareeb C., Arunlertareeb C., Hutajareornb R., Buaditb T., 2013.CarbonFootprint of Faculty of Environment andResourceStudies, MahidolUniversity, Salaya Campus. SciencedirectAPCBEEProcedia.,(5): 175 – 180.
- Baird C., 1999.EnvironmentalChemistryPart IV: TheGreenhouseEffectand Global Warming. 173-213.
- BP., British Petroleum., (2016).BritishPetroleum Statistical Review of World Energy. Erişim:16 Nisan 2017,<https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf>.
- Bulduk İ.,(2013).Analitik Verilerin Değerlendirilmesi. Erişim: 4 Temmuz 2017,<https://www.slideshare.net/bulduki/analiz-sonularnn-istatistiksel-deerlendirilmesi>.
- Bonamente E.,Pelliccia L., Merico C. M., 2015. The Multifunctional Environmental Energy Tower: Carbon Footprintand Land Use Analysis of an Integrated Renewable Energy Plant, Sustainability,(7): 13564-13584.
- Conway T. M.,Dalton C., Loo J., Benakoun L., 2007.Developing Ecological Footprint Scenarios On University Campuses-A casestudy of the University of Toronto at Mississauga. , International Journal of Sustainability in Higher Education, 9 (1):4-20.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇSB),,(1999).Erişim: 13 Nisan 2017,

<http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/BMIDCS.aspx?sflang=tr>.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı(ÇSB) ., 2012,Gönüllü Karbon Piyasaları Türkiye’de Karbon Piyasası. Erişim: 10 Nisan 2017, <http://www.csb.gov.tr/projeler/iklim/index.php?Sayfa=sayfa&Tur=webmenu&Id=12461>.

Çıngı H., 1994. Örneklem Kuramı, İkinci baskı, HÜ Fen Fakültesi Yayınları, Ankara

DEFRA.,(2016).Departmentfor Environment, Food&Rural Affairs, UK Government GHG Conversion Factors for CompanyReporting. Erişim:5 Mart 2017<https://www.gov.uk/government/collections/government-conversion-factors-for-company-reporting>.

ETKB., 2016. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü.

Genç M.,2009.ISO 14064, PAS 2050. , İklim Değişikliğine Karşı Mücadele Adımları Semineri. , İstanbul.

Güler S.,2014.Elektrik Enerjisinin Kullanım Alanları Kısaca Nelerdir. Erişim: 6 Temmuz 2017, <http://www.bilgihanemiz.com/2014/04/elektrik-enerjisinin-kullanm-alanlar.html>.

Güllü G., 2011, Ankara, Sera gazı Emisyon Envanteri Hesaplama Yöntemleri.

GWR.,Global Warming Resources, Tree Off Set Calculation, Notes On CO₂EmissionsFootprintCalculator. Erişim: 2 Nisan 2017, <http://www.carbonify.com/carbon-calculator.htm>.

Günel İ., Öztok D., 2011. WWF Enerji Raporu: 2050 Yılında %100 Yenilenebilir Enerji. , İstanbul., Ofset Yapımevi.

Gönençgil B., 2008. Doğal Süreçler Açısından İklim Değişikliği ve İnsan. , İstanbul: Çantay Kitabevi.

Karakaya E.,2008. Proje Temelli Esneklik Mekanizmaları: Temiz Kalkınma Mekanizması ve Ortak Yürütme. , Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü: İklim Değişikliğinin Bilimsel, Ekonomik ve Politik Analizi (sf. 169-196). , 2008

- Kaypak Ş., 2012. “Ekolojik Ayak İzinden Çevre Barışına Bakmak” , Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 6 (1): 154-159, 2013.
- Kılıç C., 2009. “Küresel İklim Değişikliği Çerçevesinde Sürdürülebilir Kalkınma Çabaları ve Türkiye” , Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi Cilt 10 Sayı 2, 29-32 , 2009.
- Kitzes J.,Peller A.,Goldfinger S., Wackernagel M., 2007.“Current Methods For Calculating National Ecological Footprints Accounts”, Science for Environment and Sustainable Society, 4 (1), 1-9.
- Kitzes J.,Galli A.,RizkS.M., Reed A., Wackernagel M., 2008. “Guidebook to The National Footprint Accounts”, Oakland, Global Footprint Network.
- Koç E., Kaplan E., 2008. ,“Dünyada ve Türkiye’de Genel Enerji Durumu-I Dünya Değerlendirmesi,” Termodinamik Dergisi, sayı: 187, s.70-80.
- Koç E., Şenel M.C., 2013. “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu - Genel Değerlendirme,” Mühendis ve Makine, cilt 54, sayı 639, s. 32-44.
- IPCC (Intergovernmental Panel on ClimateChange),. 2007.Changes in Atmospheric Constituentsin Radiative Forcing, , IPCC 4th Assessment Report Chapter 2. , s.214.
- Lynas M., 2009. Karbon ayak iziniz, Neşet Kutluğ (Çev.), İstanbul, Açık Radyo Kitapları.
- Larsen N. H.,Pettersen J., Solli C.,Hertwich E. G., 2011. Investigating the CarbonFootprint of a University–The case of NTNU. , Journal of Cleaner Production, 48: 39-47.
- Malkoç Y., 2011. Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli ve Enerji Profilimizdeki Yeri, EİE İdaresi Genel Müdürlüğü, Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği, Ankara
- Özlem B.,2013.Seçilen Bir Kağıt Fabrikasında Karbon Ayak İzi Belirlenmesi. Yüksek lisans tezi.İTÜ, Türkiye.
- Özmehmet E., 2005.Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Akdeniz İklim Tipi İçin Bir Bina Modeli Önerisi. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye.
- Pekin M. A., 2006. Ulaştırma Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonları. Yüksek Lisans Tezi.İTÜ, Türkiye.
- Pendik Belediyesi Strateji Geliştirme Müdürlüğü., 2014. Pendik İlçesi Karbon Ayak İzi

Çalışması. , İstanbul.

Rana R.,Ingrao C., Lombardi M., TricaseC., GreenhouseGas Emissions Of An Agro-Biogas EnergySystem: Estimation Under The RenewableEnergy Directive, Science Of The Total Environment, 550:1182–1195

Rippon S., 2014. University of Cape Town Carbon Footprintfor 2013, South Africa. , 32 p.

Sawant B.,2015. A New Method of Assessment and Equations on Carbon Footprint, J. Appl. Geology andGeophysics. (vol.3). 52-59.

Stern N., 2006.Review on the Economics of Climate Change, H.M.Treasury.Erişim: 13 Nisan 2017, <http://www.sternreview.org.uk>.

Şenel M. C.,2012. Rüzgar Türbinlerinde Güç İletim Mekanizmalarının Tasarım Esasları- Dinamik Davranış. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi , Türkiye

Süleymanoğlu G., 2016. Katı Atıkların Fiziksel Özellikleri. , Erişim: 30 Mayıs 2016,<http://slideplayer.biz.tr/slide/9154923/>.

TopçuL., 2008. Toplu Taşımacılık Sistemlerinin Sera Gazı Emisyonlarına Etkisi. Yüksek lisans tezi.İTÜ, Türkiye.

Turanlı A., 2015.Estimation Of Carbon Footprint:A Case Study for Middle East Technical University. Yüksek Lisans Tezi.Orta Doğu Teknik Üniversitesi , Türkiye.

TÜİK., 2015. Sera gazı Emisyon Envanteri. Türkiye İstatistik Kurumu.Erişim: 25 Nisan 2017, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24588>.

UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change. Erişim: 1 Mayıs 2017,<http://newsroom.unfccc.int/>.

Vasquez L.,Iriarte A.,Almeida M., Villalobos P.,Evaluation Off GreenhouseGas Emissions and Proposals for Their Reduction At A University Campus İn Chile. , 2015. Journal of Cleaner Production, 108 : 924-930.

Yaka İ.F., Koçer A., Güngör A., 2015.Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Karbon Ayak İzinin Tespiti. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi,12(3): 37-45.

Wiedmann T.,Minx J., 2008.A Definition of 'Carbonfootprint.Hauppauge NY: Nova

Sciencepublishers.

Wiedmann T., Wood R., Minx J.C., Lenzen M., Guan D.B., Harris R., 2010. A Carbon Footprint Time Series Of The Uk-Results From A Multi-Region Input-output Model. Economic Systems Research, 22 (1): 19-42.

World Resources Institute (WRI)., 2015. Global Warming Potential Values, The Greenhouse Gas Protocol.

World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development (WRI/WBCSD)., 2004. The Greenhouse Gas Protocol: a Corporate Accounting and Reporting Standard, The Greenhouse Gas Protocol Initiative, USA.

World Wide Fund for Nature (WWF)., 2013. 'IPCC 5. Değerlendirme Raporu Açıklandı. Erişim: 15 Nisan 2017, <http://www.wwf.org.tr/?2340>.

World Wide Fund for Nature (WWF)., 2013. Atmosferdeki Karbondioksit Miktarı Kritik Seviyeye Ulaştı. Erişim: 19 Nisan 2017, <http://www.wwf.org.tr/?1860>.

EKLERİ

EK 1. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü Enerji ve Çevre Uygulamaları Konusundaki Eğilimler Anketi

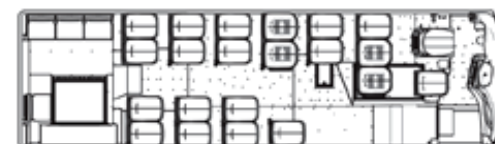
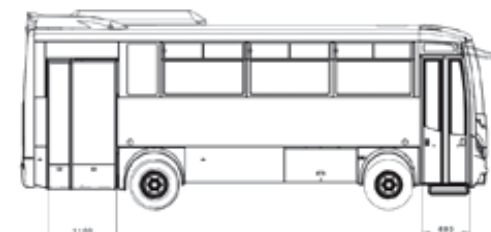
CİNSİYET	YAŞ	EĞİTİM DURUMU		ÜNİVERSİTEDEKİ STATUNUZ		FAKÜLTE	BÖLÜM/SINIF
		() Lise () Ön lisans () Lisans	() Yüksek Lisans () Doktora	() Öğrenci () Sözleşmeli	() Akademik Personel () İdari Personel		
1.	Okula ulaşımınızı nasıl sağlıyorsunuz?			➤ Servis - otobüs ➤ Kişisel motosiklet, ➤ Kişisel araba ➤ Bisiklet ➤ Yaya olarak			
2.	Haftada kaç kez okula gidiyorsunuz?			➤ Haftada bir gün ➤ Haftada iki gün ➤ Haftada üç gün ➤ Haftada dört gün ➤ Her gün			
3.	Gün boyu okul ile eviniz arası mesai saati içinde ve dışında ortalama kaç km yol kat ediyorsunuz? (kampüs sınırları dahil)			➤ 0-1km ➤ 1-5 km ➤ 5-10 km ➤ 10-20 km ➤ 20 km'den fazla			
4.	Otomobiliniz varsa modeli, ismi ve yakıt türü nedir? (2011 Opel Astra Sedan 1.4 benzin gibi)						
5.	Motosikletiniz varsa modeli, ismi ve yakıt türü nedir? (2015 Honda Pcx 150cc benzin gibi)						
6.	Okula gelmek için toplu taşıma araçlarını ne sıklıkla kullanıyorsunuz?			➤ Haftada bir gün ➤ Haftada iki gün ➤ Haftada üç gün ➤ Haftada dört gün ➤ Her gün			
7.	Okula aracınız ile geliyorsanız, gelirken tek mi geliyorsunuz yoksa aracınızı paylaşıyor musunuz?			➤ Tek geliyorum ➤ Aracımı sürekli bir kişiyle paylaşıyorum ➤ Aracımı sürekli iki kişiyle paylaşıyorum ➤ Aracımı sürekli üç kişiyle paylaşıyorum ➤ Aracımı sürekli dört kişiyle paylaşıyorum			
Genel yaşantınızda aşağıda verilen davranışları uyguluyor musunuz?							
8.				Her zaman uygulırım	Sıklıkla uygulırım	Bazen uygulırım	Uygulamam
	➤ Su tasarruflu davranışlar sergilemeye çalışırım						
	➤ Enerji tasarruflu davranışlar sergilemeye çalışırım						
	➤ Çevre dostu ürünleri kullanmaya çalışırım.						
	➤ Atıkları yeniden değerlendirilebilmeleri için uygun geri dönüşüm kutularına atarım.						
	➤ İhtiyacım olan kadar tüketim yapmaya çalışırım						
	➤ Pil atıklarını ayrı toplamaya çalışıyorum						
	➤ İlaç atıklarını ayrı toplarım.						
	➤ Atıklarımı çöpe atmadan yeniden kullanmaya çalışırım						
Günlük hayatınızda aşağıdaki uygulamalardan hangilerini yapmaya özen gösteriyorsunuz?							
9.				Her zaman uygulırım	Sıklıkla uygulırım	Bazen uygulırım	Uygulamam
	➤ Bir cihaz satın alırken enerji kullanımına dikkat ederim.						
	➤ Kullanmadığım cihazlarınızı tamamen kapatıyorum (ışıklar, televizyon, DVD oynatıcı, wi-fi, bilgisayar, vs.).						
	➤ Bulaşık ve çamaşır makinemi tam doldurmadan çalıştırmam.						
	➤ Akıllı cihazları ve cep telefonumu şarj olur olmaz şarjdan alırım.						
	➤ Kâğıt, kâğıt havlu kullanımında tutumluyumdur.						
	➤ Haftalık alışverişini tek seferde yaparım.						
	➤ Evimde veya çalışma ortamımda enerji tasarruflu ampulleri kullanırım.						
	➤ İşe giderken veya tatil günlerinde arabayı kullanmak yerine yürümeyi veya bisiklet kullanmayı tercih ederim.						
	➤ İşe giderken ya da çocukları okula götürürken arabamı paylaşıyorum.						
	➤ Organik ürünleri almaya özen gösteririm.						
	➤ Klimayı gereksiz kullanmam, sadece gerekli ortam sıcaklığını (20-24 C) sağlamak için kullanırım.						
	➤ Bulduğum sitede/evde yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak enerji üretiliyor.						
10.	Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılmasının sürdürülebilir bir çevre açısından gerekli görüyor musunuz?			➤ Evet ➤ Hayır ➤ Fikrim yok			

11.	Yaşadığınız bölgede bir nükleer enerji santrali olsaydı kendinizi ne kadar güvenli hissedersiniz?	➤ Çok güvenli ➤ Kesinlikle güvenli ➤ Orta derecede güvenli ➤ Az derecede güvenli ➤ Kesinlikle güvensiz																																					
12.	Sizce önümüzdeki 10 yıl içinde seçenekler arasında en önemli gördüğünüz enerji kaynakları ne olacaktır? (önem sırasına göre 5 tane seçiniz.) Önem sırasına göre 1, 2, 3, 4, 5 olarak sıralayınız. (1: En önemli.....)	1. Rüzgâr Enerjisi 2. Güneş Enerjisi 3. Doğalgaz 4. Biyo-Yakıtlar 5. Biyogaz 6. Jeotermal Enerji 7. Hidrojen Enerjisi 8. Nükleer Enerji 9. Kömür 10. Diğer.....	{ } { } { } { } { } { } { } { } { } { }																																				
13.	Seçenekler arasında size göre sadece önemli gördüğünüz ilk 5 çevre sorununu önem derecesine göre hangileridir? Lütfen önem sırasına göre 1, 2, 3, 4, 5 olarak sıralayınız. (1: En önemli.....)	1. Su kaynaklarının kirlenmesi 2. Su kaynaklarının plansız kullanımı (su kıtlığı) 3. Küresel ısınma ve iklim değişikliği 4. Deniz kirliliği 5. Hava kirliliği 6. Plastik kirliliği 7. Gürültü 8. Evsel atıklar(çöp) 9. Plansız ve çarpık kentleşme 10. Nüfus Artışı 11. Ormanların Yok Olması 12. Pestisit Kirlenmesi 13. Tehlikeli ve kimyasal atıkların doğaya salınması 14. Arazi kullanım değişimi 15. Nükleer faaliyetler 16. Türlerin azalıp yok olması	{ } { } { } { } { } { } { } { } { } { } { } { } { } { }																																				
14.	Seçenekler arasında size göre Çanakkale ilindeki çevre sorunlarından önemli gördüğünüz 5 sorun hangisidir? Lütfen önem sırasına göre 1, 2, 3, 4, 5 olarak sıralayınız. (1: En önemli.....)	<table border="1"> <tr> <td>1. Su kaynaklarının kirlenmesi</td> <td>{ }</td> <td>10. Nüfus Artışı</td> <td>{ }</td> </tr> <tr> <td>2. Su kaynaklarının plansız kullanımı</td> <td>{ }</td> <td>11. Ormanların Yok Olması</td> <td>{ }</td> </tr> <tr> <td>3. Küresel ısınma ve iklim değişikliği</td> <td>{ }</td> <td>12. Pestisit Kirlenmesi</td> <td>{ }</td> </tr> <tr> <td>4. Deniz kirliliği</td> <td>{ }</td> <td>13. Tehlikeli ve kimyasal atıkların doğaya salınması</td> <td>{ }</td> </tr> <tr> <td>5. Hava kirliliği</td> <td>{ }</td> <td>14. Arazi kullanım değişimi</td> <td>{ }</td> </tr> <tr> <td>6. Plastik kirliliği</td> <td>{ }</td> <td>15. Maden kaynaklı kirlenme</td> <td>{ }</td> </tr> <tr> <td>7. Gürültü</td> <td>{ }</td> <td>16. Türlerin azalıp yok olması</td> <td>{ }</td> </tr> <tr> <td>8. Evsel atıklar(çöp)</td> <td>{ }</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9. Plansız ve çarpık kentleşme</td> <td>{ }</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	1. Su kaynaklarının kirlenmesi	{ }	10. Nüfus Artışı	{ }	2. Su kaynaklarının plansız kullanımı	{ }	11. Ormanların Yok Olması	{ }	3. Küresel ısınma ve iklim değişikliği	{ }	12. Pestisit Kirlenmesi	{ }	4. Deniz kirliliği	{ }	13. Tehlikeli ve kimyasal atıkların doğaya salınması	{ }	5. Hava kirliliği	{ }	14. Arazi kullanım değişimi	{ }	6. Plastik kirliliği	{ }	15. Maden kaynaklı kirlenme	{ }	7. Gürültü	{ }	16. Türlerin azalıp yok olması	{ }	8. Evsel atıklar(çöp)	{ }			9. Plansız ve çarpık kentleşme	{ }			{ } { } { } { } { } { } { } { } { }
1. Su kaynaklarının kirlenmesi	{ }	10. Nüfus Artışı	{ }																																				
2. Su kaynaklarının plansız kullanımı	{ }	11. Ormanların Yok Olması	{ }																																				
3. Küresel ısınma ve iklim değişikliği	{ }	12. Pestisit Kirlenmesi	{ }																																				
4. Deniz kirliliği	{ }	13. Tehlikeli ve kimyasal atıkların doğaya salınması	{ }																																				
5. Hava kirliliği	{ }	14. Arazi kullanım değişimi	{ }																																				
6. Plastik kirliliği	{ }	15. Maden kaynaklı kirlenme	{ }																																				
7. Gürültü	{ }	16. Türlerin azalıp yok olması	{ }																																				
8. Evsel atıklar(çöp)	{ }																																						
9. Plansız ve çarpık kentleşme	{ }																																						
15.	Size göre Çanakkale ilinin hangi yenilenebilir enerji kaynakları için potansiyeli vardır. Önem derecesine göre 5 tane seçiniz Lütfen önem sırasına göre 1, 2, 3, 4, 5 olarak sıralayınız. (1: En önemli.....)	1. Rüzgâr Enerjisi 2. Güneş Enerjisi 3. Biyo-Yakıtlar 4. Biyogaz	5. Jeotermal Enerji 6. Hidrojen Enerjisi 7. Dalga Enerjisi 8. Diğer.....																																				
16.	Üniversitemiz için enerji tasarrufu ve çevre uygulamaları konusunda herhangi bir öneriniz var mı?																																						

IV



Azami Yüklü Ağırlık
17989 kg

[illegible]

Azami YüklüAğırlık
8386 kg

EK 3. DEFRA (2016) Emisyon Faktörleri

Aktivite	Yakıt	Ünite	kg CO ₂ e	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O
Gaz Yakıtlar	CNG	ton	2715,82	2710,63	3,76372	1,42512
		litre	0,47527	0,47436	0,00066	0,00025
		kWh (Net Kalorifik Değer)	0,20444	0,20405	0,00028	0,00011
		kWh (Brüt Kalorifik Değeri)	0,18400	0,18365	0,00025	0,00010
	LNG	ton	2715,82	2710,63	3,76372	1,42512
		litre	1,22888	1,22653	0,00170	0,00064
		kWh (Net Kalorifik Değer)	0,20444	0,20405	0,00028	0,00011
		kWh (Brüt Kalorifik Değeri)	0,18400	0,18365	0,00025	0,00010
	LPG	ton	2941,78	2936,47	2,53656	2,76754
		litre	1,50502	1,50230	0,00130	0,00142
		kWh (Net Kalorifik Değer)	0,23041	0,22999	0,00020	0,00022
		kWh (Brüt Kalorifik Değeri)	0,21458	0,21419	0,00019	0,00020
	Doğal Gaz	ton	2715,82	2710,63	3,76372	1,42512
		Metre küp	1,88500	1,88500	1,88496	0,00017
		kWh (Net Kalorifik Değer)	0,20444	0,20405	0,00028	0,00011
		kWh (Brüt Kalorifik Değeri)	0,18400	0,18365	0,00025	0,00010

Aktivite	Tip	Ünite	kg CO ₂ e	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O
Motosiklet	Küçük	km	0,08736	0,08499	0,00207	0,0003
	Orta	km	0,10642	0,10316	0,00266	0,0006
	Büyük	km	0,13963	0,13724	0,00179	0,0006
	Ortalama	km	0,11978	0,117	0,0022	0,00058

Aktivite			kg CO ₂ e
Su Kullanımından dolayı emisyonlar, sayaçlardan okunan değerler	Su Kullanımı	metreküp	1,4E-06
		litre	0,0014

		Emisyon Faktörü	Karbon Ayak İzi
Atık Tipi		ton CO ₂ e	ton CO ₂ e
ÇÖP	Evsel atık	0,021	80,7

			Dizel				Benzin				LPG			
Activity	Type	Birim	kg CO ₂ e	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	kg CO ₂ e	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	kg CO ₂ e	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O
Mimibüs-Servis	Class I (up to 1.305 tonnes)	km	0,154	0,152	0,000	0,002	0,26	0,26	0,00	0,00				
	Class II (1.305 to 1.74 tonnes)	km	0,243	0,241	1,000	0,002	0,29	0,28	0,00	0,00				
	Class III (1.74 to 3.5 tonnes)	km	0,285	0,283	2,000	0,002	0,35	0,34	0,00	0,00				
	Average (up to 3.5 tonnes)	km	0,266	0,264	3,000	0,002	0,28	0,28	0,00	0,00	0,27911	0,2771	0,00013	0,00189
			BOŞ				100% Yüklü				Ortalama			
Activity	Type	Birim	kg CO ₂ e	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	kg CO ₂ e	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	kg CO ₂ e	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O
AĞIR TAŞITLAR	Rigid (>3.5 - 7.5 tonnes)	km	0,519	0,512	0,000	0,006	0,608	0,601	0,000	0,006	0,558	0,551	0,000	0,006
	Rigid (>7.5 tonnes-17 tonnes)	km	0,646	0,638	0,000	0,008	0,829	0,820	0,000	0,008	0,719	0,711	0,000	0,008
	Rigid (>17 tonnes)	km	0,769	0,758	0,000	0,011	1,102	1,091	0,000	0,011	0,977	0,966	0,000	0,011
	All rigids	km	0,663	0,656	0,000	0,007	0,950	0,943	0,000	0,007	0,831	0,824	0,000	0,007
	Articulated (>3.5 - 33t)	km	0,682	0,672	0,000	0,010	1,018	1,008	0,000	0,010	0,843	0,833	0,000	0,010
	Articulated (>33t)	km	0,685	0,674	0,000	0,011	1,134	1,123	0,000	0,011	0,973	0,961	0,000	0,011
	All artics	km	0,756	0,742	0,000	0,013	1,127	1,113	0,000	0,013	1,000	0,987	0,000	0,013
	All HGVs	km	0,713	0,702	0,000	0,010	1,045	1,035	0,000	0,010	0,915	0,904	0,000	0,010

			Dizel				Benzin(Petrol)				Unknown			
Aktivite	Tip	Ünite	kg CO ₂ e	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	kg CO ₂ e	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	kg CO ₂ e	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O
ARABALAR (segmentine göre)	Mini	km	0,11271	0,11079	0,00001	0,00191	0,14425	0,1434	0,00035	0,0005	0,14416	0,14295	0,00024	0,00097
	Supermini	km	0,13982	0,1379	0,00001	0,00191	0,16285	0,162	0,00035	0,0005	0,15909	0,15788	0,00024	0,00097
	Lower medium	km	0,15444	0,15252	0,00001	0,00191	0,19027	0,18942	0,00035	0,0005	0,17319	0,1717	0,00015	0,00134
	Upper medium	km	0,17243	0,17051	0,00001	0,00191	0,21733	0,21648	0,00035	0,0005	0,18484	0,18346	0,00019	0,00119
	Executive	km	0,19118	0,18926	0,00001	0,00191	0,24707	0,24622	0,00035	0,0005	0,20498	0,20337	0,00012	0,00149
	Luxury	km	0,23462	0,2327	0,00001	0,00191	0,34767	0,34682	0,00035	0,0005	0,28874	0,28725	0,00015	0,00134
	Sports	km	0,17707	0,17515	0,00001	0,00191	0,25311	0,25226	0,00035	0,0005	0,23961	0,238	0,00012	0,00149
	4X4	km	0,2298	0,22788	0,00001	0,00191	0,26038	0,25953	0,00035	0,0005	0,23514	0,23353	0,00012	0,00149
	MPV	km	0,18965	0,18773	0,00001	0,00191	0,20761	0,20676	0,00035	0,0005	0,19578	0,1944	0,00019	0,00119
			Dizel				Benzin(Petrol)				LPG			
Aktivite	Tip	Ünite	kg CO ₂ e	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	kg CO ₂ e	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O	kg CO ₂ e	kg CO ₂	kg CH ₄	kg N ₂ O
ARABALAR(boyutuna göre)	Küçük araç	km	0,14675	0,14483	0,00001	0,00191	0,16027	0,15942	0,00035	0,0005				
	Orta Büyüklükte araç	km	0,17741	0,17549	0,00001	0,00191	0,20033	0,19948	0,00035	0,0005	0,18278	0,18206	0,00008	0,00064
	Büyük araç	km	0,22473	0,22281	0,00001	0,00191	0,29461	0,29376	0,00035	0,0005	0,26883	0,26811	0,00008	0,00064
	Ortalama araç	km	0,18307	0,18115	0,00001	0,00191	0,19184	0,19099	0,00035	0,0005	0,20077	0,20005	0,00008	0,00064

EK 4.Kapsam-3 Karbon Ayak İzi Hesapları

Kapsam-3 evsel nitelikli atıklardan dolayı oluşan emisyon değerinin tayini için kampüsten çıkan atık miktarının belirlenmesi;

$$\text{➤ } 770 \text{ lt} * 0,90 * 0,5 \text{ kg/lt} * 33 = 6861 \text{ kg/gün} * 7 \text{ gün/hafta} * 4 \text{ hafta/ay} * 12 \text{ ay/yıl} = 3841992 \text{ kg/yıl}$$

Kapsam-3 ulaşımdan kaynaklı emisyonların tayini için uygulanan yaklaşımlar;

▪ Yaklaşım-1

❖ Öğrenciler için;

Anket sonuçlarına göre 5-10 km günlük kat ettikleri mesafe olmaktadır. Ortalama 7,5 km/gün kabul edilmiştir.

- Haftada 2 gün gelenler; 19 öğrenci haftada 2 gün servisle gelip 7,5 km/gün yol almaktadır. Buna göre $7,5 \text{ km} * 2 = 15 \text{ km/hafta}$
 - 19 öğrenci $x 15 \text{ km/hafta} x 4 \text{ hafta/ay} = 1140 \text{ km/ay}$ (servis-otobüs ile gelen öğrencilerin kat ettikleri mesafe)
- Haftada 3 gün gelenler; 31 öğrenci haftada 3 gün servisle gelip 7,5 km/gün yol almaktadır. Buna göre $7,5 \text{ km/gün} x 3 \text{ gün} = 22,5 \text{ km/hafta}$
 - 31 öğrenci $x 22,5 \text{ km/hafta} x 4 \text{ hafta/ay} = 2790 \text{ km/ay}$ (servis-otobüs ile gelen öğrencilerin kat ettikleri mesafe)
- Haftada 3 gün kişisel arabasıyla gelen öğrenciler
 - 5 öğrenci $x 22,5 \text{ km/hafta} x 4 \text{ hafta/ay} = 450 \text{ km/ay}$ (kişisel arabasıyla gelen öğrencilerin kat ettikleri mesafe)
- Haftada 4 gün gelenler; 139 öğrenci haftada 4 gün servisle gelip 7,5 km/gün yol almaktadır. Buna göre $7,5 \text{ km/gün} x 4 \text{ gün} = 30 \text{ km/hafta}$
 - 139 öğrenci $x 30 \text{ km/hafta} x 4 \text{ hafta/ay} = 166680 \text{ km/ay}$ (servis-otobüs ile gelen öğrencilerin kat ettikleri mesafe)
- Haftada 4 gün kişisel arabasıyla gelen öğrenciler
 - 10 öğrenci $x 30 \text{ km/hafta} x 4 \text{ hafta/ay} = 1200 \text{ km/ay}$ (kişisel arabasıyla gelen öğrencilerin kat ettikleri mesafe)
- Haftada 4 gün kişisel motosikletleriyle gelen öğrenciler

- 9 öğrenci x 30 km/hafta x 4 hafta/ay = 1080 km /ay (kişisel motosikletleriyle gelen öğrencilerin kat ettikleri mesafe)
- Haftada 5 gün gelenler; 118 öğrenci haftada 5 gün servisle gelip 7,5 km/gün yol almaktadır. Buna göre 7,5 km/gün x 5 gün = 37,5 km/hafta
 - 118 öğrenci x 37,5 km/hafta x 4 hafta/ay = 4425 km (servis-otobüs ile gelen öğrencilerin kat ettikleri mesafe)
- Haftada 5 gün kişisel arabasıyla gelen öğrenciler
 - 7 kişi x 37,5 km/hafta x 4 hafta/ay = 1050 km (kişisel arabasıyla gelen öğrencilerin kat ettikleri mesafe)
- Haftada 5 gün motosikletleri ile gelen öğrenciler
 - 6 kişi x 37,5 km/hafta x 4 hafta/ay = 900 km (kişisel motosikletleriyle gelen öğrencilerin kat ettikleri mesafe)

Bu hesaplanan veriler doğrultusunda;

- 16680 km + 4425 km + 2790 km + 1140 km = 25035 km (servis-otobüs ile gelen öğrencilerin aylık kat ettikleri mesafe)
- 1200 km + 1050 km + 450 km = 2700 km (kişisel arabasıyla gelen öğrencilerin aylık kat ettikleri mesafe)
- 1080 km + 900 km = 1980 km (kişisel motosikletleriyle gelen öğrencilerin aylık kat ettikleri mesafe)

Bulunan bu aylık veriler öğrenciler için akademik takvim yılına çevrilirse(Öğrenciler 9 aylık zaman diliminde kampüste öğrenim görmektedir.);

- 25035 km/ay x 9 ay/dönem = 225315km/akademik yıl (servis-otobüs)
- 2700 km/ay x 9 ay/dönem = 24300 km/akademik yıl (kişisel araba)
- 1980 km/ay x 9 ay/dönem = 17820 km/akademik yıl (kişisel motosiklet)

Kendi aracıyla gelen öğrencilerin araçlarının yakıt türüne göre dağılımı anket sonuçlarına bağlı olarak Ek Çizelge 1’de verilmiştir.

Ek Çizelge 1.Kendi aracıyla gelen öğrencilerin araçlarının yakıt türüne göre ayrımı

Yakıt Türü	Frekans	%
Benzin	7	33,3
Dizel	11	52,4
LPG	3	14,3
Toplam	21*	99,0
*:Bir öğrenci aracının motor hacmi ve yakıtı hakkında bilgi vermemiştir		

Buna göre kendi arabasıyla gelen öğrencilerin kat ettikleri mesafe;

- $24300 \text{ km} \times 0,333 = 8091,9 \text{ km}$ (benzinli araç)
- $24300 \text{ km} \times 0,524 = 12733,2 \text{ km}$ (dizel)
- $24300 \text{ km} \times 0,143 = 3474,9 \text{ km}$ (LPG)

❖ Akademik Personel ve İdari Personel için;

Anket sonuçlarına göre 5-10 km (ortalama 7,5 km/gün) günlük kat ettikleri mesafe olmaktadır. Ortalama 7,5 km/gün kabul edilmiştir. Akademik ve idari personelin her gün okula geldiği ve dönem yılı olarak 12 ay kampüste çalıştığı kabul edilmiştir.

- Servis-otobüsle ile kampüse gelenler;

→ $151 \text{ idari} + 59 \text{ akademik} = 210 \text{ kişi}$

$210 \text{ kişi} \times 7,5 \text{ km/gün} \times 5 \text{ gün/hafta} \times 4 \text{ hafta/ay} \times 12 \text{ ay/yıl} = 37800 \text{ km/yıl}$

Servis ve Otobüslere göre emisyon faktörleri seçilmiştir (Ek 3).

- Kendi arabasıyla gelen idari ve akademik personelin emisyonları;

→ 146 kişi benzinli araçla gelmektedir. Buna göre;

$146 \times 7,5 \text{ km/gün} \times 5 \text{ gün/hafta} \times 4 \text{ hafta/ay} \times 12 \text{ ay/yıl} = 262800 \text{ km/yıl}$

→ 154 kişi dizel araçla gelmektedir. Buna göre;

$154 \times 7,5 \text{ km/gün} \times 5 \text{ gün/hafta} \times 4 \text{ hafta/ay} \times 12 \text{ ay/yıl} = 277200 \text{ km/yıl}$

→ 33 kişi LPG'li araçla gelmektedir. Buna göre;

$33 \times 7,5 \text{ km/gün} \times 5 \text{ gün/hafta} \times 4 \text{ hafta/ay} \times 12 \text{ ay/yıl} = 95040 \text{ km/yıl}$

Kişisel motosikletleri ile gelen idari ve akademik personellerin kat ettikleri mesafe 46800 km/yıl hesaplanmıştır. Bu değer uygun emisyon faktörü ile çarpılırsa öğrencilerin kendi motosikletleri ile gelmeleri durumunda oluşan emisyon miktarını vermektedir.

▪ **Yaklaşım-2**

- $2180 \times 0,432 \times 7,5 \text{ km/gün} \times 2 \text{ giriş-çıkış} \times 6 \text{ gün/hafta} \times 4 \text{ hafta/ay} \times 12 \text{ ay/yıl} = 4.068.403,20 \text{ km/yıl}$ (benzinli araçların yıl boyu kat ettikleri km)
- $2180 \times 0,466 \times 7,5 \text{ km/gün} \times 2 \text{ giriş-çıkış} \times 6 \text{ gün/hafta} \times 4 \text{ hafta/ay} \times 12 \text{ ay/yıl} = 4.338.601,6 \text{ km/yıl}$ (dizel araçların yıl boyu kat ettikleri km)
- $2180 \times 0,102 \times 7,5 \text{ km/gün} \times 2 \text{ giriş-çıkış} \times 6 \text{ gün/hafta} \times 4 \text{ hafta/ay} \times 12 \text{ ay/yıl} = 950.595,20 \text{ km/yıl}$ (LPG'li araçların yıl boyu kat ettikleri km)
- $180 \times 7,5 \text{ km /gün} \times 2 \text{ giriş-çıkış} \times 6 \text{ gün /hafta} \times 4 \text{ hafta/ay} \times 12 \text{ ay/yıl} = 777.600 \text{ km/yıl}$ (Motosikletlerin yıl boyunca kat ettikleri km)
- $415 \times 7,5 \text{ km/gün} \times 2 \text{ giriş-çıkış} \times 5 \text{ gün/hafta} \times 4 \text{ hafta/ay} \times 12 \text{ ay/yıl} = 1494000 \text{ km/yıl}$ (Halk otobüslerinin yıl boyunca kat ettikleri mesafe)

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Görkem ÖZÇELİK

Doğum Yeri: İstanbul/Bakırköy

Doğum Tarihi: 19.06.1993

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: ÇanakkaleOnsekiz Mart Üniversitesi Çevre Mühendisliği

Yüksek Lisans Öğrenimi: ÇanakkaleOnsekiz Mart Üniversitesi Enerji Kaynakları ve Yönetimi

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce (Orta)

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projeleri Destek Programı
Ağustos 2014-Haziran 2015

İŞ DENEYİMİ

Yeşil Beyaz Kalite ve Çevre Analiz Laboratuvarı (Stajyer)
Haziran 2013-Temmuz 2013

Modern Enerji Elektrik Üretim A.Ş. (Stajyer)
Haziran 2014-Ağustos 2014

EMA Ortak Sağlık Birimine bağlı Tehlikeli Madde Güvenlik Danışmanı olarak çalıştım
(Ağustos 2015-Şubat 2015)

İLETİŞİM

E-posta Adresi: gorkem.ozcelik@hotmail.com
Telefon : +90 538 384 1487