

**T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**LİSE ÖĞRENCİLERİNİN KARBON AYAK İZİNİN
HESAPLANMASI VE LİSE BAZINDA KURUMSAL
KARBON AYAK İZİNİN TESPİTİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Öğrencinin Adı SOYADI : Pınar Rüya ULUDAĞ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :

Enstitü Anabilim Dalı : Çevre Mühendisliği

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Başak TAŞELİ

**Aralık 2022
GİRESUN**

**T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**LİSE ÖĞRENCİLERİNİN KARBON AYAK İZİNİN
HESAPLANMASI VE LİSE BAZINDA KURUMSAL
KARBON AYAK İZİNİN TESPİTİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Pınar Rüya ULUDAĞ

Enstitü Anabilim Dalı : Çevre Mühendisliği

Bu tez 16/12/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Prof. Dr.
Yüksel ARDALI
Jüri Başkanı**

**Prof. Dr.
Başak TAŞELİ
Üye**

**Prof. Dr.
Cengiz MUTLU
Üye**

**Prof. Dr.
Bahadır KOZ
Enstitü Müdürü**

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Pınar Rüya ULUDAĞ

16/12/2022

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin konusunun belirlenmesinde, araştırma aşamasında, yön tayininde ve tamamlanmasında her türlü destek ve yardımı sağlayan çok değerli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Başak TAŞELİ'ye bana ayırdığı değerli zamanı ve sabrı için çok teşekkür ederim. Ayrıca jüri başkanı Prof. Dr. Yüksel ARDALI, jüri üyesi Prof. Dr. Cengiz MUTLU'ya öneri ve değerlendirmelerinden dolayı şükranlarımı sunarım.

Çalışmamı yürüttüğüm Bulancak Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi müdür yardımcısı Sayın Cem Mutlu TÜRKSEVEN' e tüm yardım ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim

Son olarak da; beni her daim destekleyen, maddi ve manevi her türlü destekçilerim olan canım annem Zühre ULUDAĞ ve canım babam Dursun ULUDAĞ' ya bana gösterdikleri sabır ve destek için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER	II
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
TABLolar LİSTESİ	VI
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. İklim Değişikliği Kavramı	5
2.1.1. Küresel iklim değişikliğine yol açan etkenler	7
2.1.2. İklim değişikliğinin etkileri.....	10
2.2. Sera Gazları.....	15
2.2.1. Su buharı.....	17
2.2.2. Karbondioksit.....	18
2.2.3. Metan	19
2.3 İklim Değişikliğine İlişkin Düzenlemeler.....	21
2.3.1. Birleşmiş milletler iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi	21
2.3.2. Kyoto protokolü	22
2.3.3. Paris anlaşması.. ..	23
2.3.4. Hükümetler arası iklim değişikliği paneli (IPCC).....	23
2.4. Ekolojik Ayak İzi ve Karbon Ayak İzi Kavramları	24
2.4.1. Türkiye'nin ekolojik ayak izi	27
2.4.2. Türkiye'nin karbon ayak izi	31

2.4.3 Kurumsal karbon ayak izi	33
2.5. Türkiye’de Eğitim Kurumlarında Gerçekleştirilen Ayak İzi Çalışmaları	36
BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	41
3.1. Farkındalık Çalışmaları	41
3.2. Bireysel Karbon Emisyon Hesaplamaları	42
3.3. Kurumsal Bazda Karbon Emisyon Hesaplamaları.....	42
3.3.1. Elektrik kullanımı kaynaklı emisyon hesaplamaları	44
3.3.2. Benzin kullanımı kaynaklı emisyon hesaplamaları.....	44
3.3.3. Mazot kullanımı kaynaklı emisyon hesaplamaları.....	45
3.3.4. Acil durum jeneratörlerinden kaynaklı emisyon hesaplamaları.....	45
3.3.5. Yangın koruma sistemleri kaynaklı emisyon hesaplamaları.....	46
3.3.6. Klima, buzdolabı kaynaklı emisyonu hesaplamaları.....	46
3.3.7. Toplu ulaşım kaynaklı emisyon hesaplamaları	47
3.3.8. Kömür kullanımı kaynaklı emisyon hesaplamaları.....	48
BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	49
4.1. Farkındalık Çalışmaları Sonuçları.....	49
4.2. Bireysel Karbon Emisyon Sonuçları.....	56
4.3. Kurumsal Bazda Karbon Emisyon Sonuçları	57
BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ	63
KAYNAKLAR	68
EKLER.....	78
ÖZGEÇMİŞ	86

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
BM	: Birleşmiş Milletler
BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
BOY	: Benzin Ortalama Yoğunluğu
BSI	: British Standards Institution
CEF	: Karbon Emisyon Faktörü
CFF	: Kurumsal Karbon Ayak İzi
DEF	: Dönüşüm Emisyon Faktörü
DEFRA	: Department Of Environment Food And Rural Affairs
ECE	: Economic Commission for Europe
EPA	: Environment Protection Agency
EU	: European Union
GHG	: Greenhouse Gas
IEA	: International Energy Agency
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	: International Organization for Standardization
İ&DK	: İletim ve Dağıtım Kayıp Değeri
İDÇS	: İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
İDKK	: İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu
KIP	: Küresel Isınma Potansiyeli
KP	: Kyoto Protokolü
LPG	: Likit Petrol Gazı
MOY	: Mazot Ortalama Yoğunluğu
OECD	: Organization for Economic Co-operation and Development
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UNEP	: United Nations Environment Programme
UNFCCC	: United Nations Framework Convention on Climate Change

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzi Bileşenleri (WWF, 2012).....	30
Şekil 2.2. Kurumsal Ayak İzi Bileşenleri.....	36
Şekil 4.1. Ankete katılan öğrencilerin sınıf bazında dağılımı.....	49
Şekil 4.2. Öğrencilerin cinsiyet oranları	49
Şekil 4.3. Küresel ısınma hakkında bilginiz var mı? sorusunun anket sonuçları.....	50
Şekil 4.4. İklim değişikliği hakkında bilgi sahibi misiniz sorusunun anket sonuçları.....	50
Şekil 4.5. İklim değişikliğinin nedenleri hakkında bilgi sahibi misiniz? 'sorusunun anket sonuçları	51
Şekil 4.6. Gelecekte küresel ve bölgesel iklim değişikliğinde bizleri neler beklemektedir? Sorusunun anket sonuçları	52
Şekil 4.7. Türkiyede gözlemlenen iklim değişiklikleri hakkında bilgi sahibi misiniz? sorusunun anket sonuçları	52
Şekil 4.8. Ekolojik ayak izi hakkında bilginiz var mı? sorusunun anket sonuçları ...	52
Şekil 4.9. Karbon ayak izi hakkında bilginiz var mı? sorusunun anket sonuçları	53
Şekil 4.10. 'Karbon ayak izinin azaltılması için neler yapılması gerektiği hakkında bilginiz var mı? sorusunun anket sonuçları.....	53
Şekil 4.11. Bu konuda yeterince bilgi sahibi olduğunuzu düşünüyor musunuz? sorusunun anket sonuçları	54
Şekil 4.12. Bu konularda ders içeriklerinin yeterli olduğunu düşünüyor musunuz? sorusunun anket sonuçları	54
Şekil 4.13. Çevre sorunları hakkında gazetelerde çıkan haberleri okuyor musunuz? sorusunun anket sonuçları	55
Şekil 4.14. Çevre sorunlarının derslerde işlenmesini istiyor musunuz? sorusunun anket sonuçları	55
Şekil 4.15. Aileniz sizi çevre kirliliği konusunda bilgilendiriyor mu?? sorusunun anket sonuçları	56
Şekil 4.16. Öğrencilerin kategorilere göre oluşturdukları CO ₂ ortalamaları	57

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1.Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Emisyon Kaynakları	42
Tablo 3.2. Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesine Ait Veriler.....	43
Tablo 4.1.Öğrencilerin Ölçüm Sonuçlarına Göre Karbon Ayak İzi Ortalamaları	56
Tablo 4.2.Ulaşımından Kaynaklı Emisyon Miktarları	58
Tablo 4.3.Yangın Söndürme Tüplerinden Kaynaklı Emisyon Miktarı.....	58
Tablo 4.4.İklimlendirme ve Soğutma Sistemlerinden Kaynaklı Emisyon Miktarı....	58
Tablo 4.5. Jeneratör Kullanımından Kaynaklı Emisyon Miktarı.....	59
Tablo 4.6. Elektrik Kullanımından Kaynaklı Emisyon Miktarı.....	60
Tablo 4.7. Tüpgaz Kullanımından Kaynaklı Emisyon Miktarı	60
Tablo 4.8. Su Kullanımından Kaynaklı Emisyon Miktarı	61
Tablo 4.9. Kağıt Tüketiminden Kaynaklı Emisyon Miktarı	61
Tablo 4.10. Kömürden Kaynaklı Emisyon Miktarı	61
Tablo 4.11. Toplam Emisyon Miktarları.....	62

LİSE ÖĞRENCİLERİNİN KARBON AYAK İZİNİN HESAPLANMASI VE LİSE BAZINDA KURUMSAL KARBON AYAK İZİNİN TESPİTİ

ÖZET

İnsan kaynaklı faaliyetlerin çevre üzerindeki etkilerinin azaltılmasındaki birinci öncelik farkındalıktır. Farkındalığın artması ve davranış değişikliğinin yaratılabilmesi için, insanın çevre üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerinin ölçülebilmesi önem arz etmektedir. Son zamanlarda yaygın olarak kullanılan ölçüm yöntemlerinden bir tanesi de karbon ayak izi dir.

Bu çalışma 3 kısımdan oluşmaktadır. Çalışmanın birinci kısmında, 304 öğrencisi ve 29 öğretmeni bulunan Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerine ön bir eğitim verilerek öğrencilerin ve öğretmenlerin ekolojik ve karbon ayak izi hakkındaki farkındalıklarının tespit edilmesi için 15 soruluk bir farkındalık anketi uygulanmıştır. Anket sonuçlarına göre, öğrencilerin iklim değişikliği, küresel ısınma konularında bilgi sahibi oldukları, ekolojik ayak izi, karbon ayak izi gibi konularda ise yeterince bilgi sahibi olmadıkları ve bu konuların müfredatlarında işlenmesini istedikleri tespit edilmiştir.

Çalışmanın ikinci kısmında, 295 öğrenci ile birebir yüz yüze yapılan ölçüm çalışması ile öğrencilerin yıllık oluşturdıkları ortalama CO₂ miktarı ve kategori bazındaki emisyon miktarları hesaplanmıştır. Buna göre öğrencilerin yıllık oluşturdıkları ortalama CO₂ miktarı 7,43 ton olarak hesaplanmıştır. Öğrencilerin, kategori bazındaki emisyonları incelendiğinde ise, en fazla emisyon miktarının 3 ton CO₂e/yıl ile evsel faktörlerden, 2,135 ton CO₂e/yıl ile yaşam tarzı alışkanlıklarından kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Çalışmanın üçüncü kısmında ise lise binasında kurumsal olarak salınan karbon emisyon miktarları hesaplanmıştır. Buna göre, Kapsam 1, Kapsam 2 ve Kapsam 3 kaynaklı emisyon miktarları sırasıyla 85368, 16716, 18916 ton CO₂e/yıl olarak, lisenin toplam kurumsal ayak izi ise 120984 ton CO₂e/yıl olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Karbon ayak izi, Kurumsal karbon ayak izi, Farkındalık, Kapsam 1, Kapsam 2, Kapsam 3.

CALCULATION OF THE CARBON FOOTPRINT OF HIGHSCHOOL STUDENTS AND DETERMINATION OF THE INSTITUTIONAL CARBONFOOTPRINT ON THE BASIS OF HIGH SCHOOL

SUMMARY

Awareness is the first priority in reducing the impact of human-induced activities on the environment. It is very important to measure the direct and indirect effects of humans on the environment in order to increase the awareness and create behavioral change. One of the measurement methods that has been widely used recently is the carbon footprint.

This study consists of 3 parts. In the first part of the study, a pre-training was given to Lokman Hekim Vocational and Technical Anatolian High School students, which has 304 students and 29 teachers, and an awareness questionnaire of 15 questions was applied to determine the awareness of the students and teachers about the ecological and carbon footprint. According to the results of the survey, it has been determined that the students have knowledge about climate change and global warming, but they do not have enough knowledge about ecological footprint and carbon footprint, and they want these subjects to be covered in their curriculum.

In the second part of the study the annual average amount of CO₂ created by the students and the amount of emissions on the basis of categories were calculated through a face-to-face measurement study with 295 students. Accordingly, the annual average amount of CO₂ created by the students was calculated as 7,43 tons. By examining the emissions of the students on a category basis, it was determined that the highest emission amount was 3 tons CO₂e/year from household factors, and 2,135 tons CO₂e/year from their lifestyle habits.

In the third part of the study, the amount of carbon emissions released institutionally in the high school building was calculated. Accordingly, the emission amounts from Tier 1, Tier 2 and Tier 3 were determined as 85368, 16716 and 18916 tons CO₂e/year, respectively. The total institutional footprint of the high school was calculated as 120984 tons of CO₂e/year.

Keywords: Carbon footprint, Institutional carbon footprint, Awareness, Tier 1, Tier 2, Tier 3.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüzde giderek artan nüfus, kentleşme, ekonomik faaliyetler, birbirinden değişkenli tüketim alışkanlıkları çevrenin ve doğal kaynakların üzerinde ki etkiyi arttırmaktadır. Çevresel kirlilikler, iklimsel değişiklikler, çölleşmeler, ormanların her geçen gün tahribatı ve yok olması, su kıtlığı ve küresel ısınmalar ile ilgili var olan problemler dünya gündemindeki yerini korumaktadır (Gökçe ve Erdoğan, 2009).

Bireyler yaşamları boyunca gerçekleştirmiş oldukları tüketim ve üretim faaliyetleri ile dünya üzerinde izlerini bırakmaktadırlar. Yaşam boyunca tüketilen gıdalar, giysiler, tüketim ürünleri, ısınma ve ulaşım sürecinde kullanılan kaynaklar ve bu etkenlerin neden olduğu atıklar göz önünde bulundurulduğunda bırakılan bu iz pek de azımsanmayacak bir boyuttadır. Bireylerin istek ve ihtiyaçları sınırsızdır fakat dünya da bir sonu bulunmaktadır. Söz konusu kaynakların bir bölümü yenilenebilir, bir bölümüyse yenilenemez kaynaklardır. Sürdürülebilirlik kavramını sağlayabilmek adına, yenilenebilir doğal kaynakların tüketim miktarının, aynı zaman içerisinde doğanın üretebildiği kaynak miktarının önüne geçmemesi gerekmektedir. Sürdürülebilir kalkınma, kaynağı yeniden yerine getirebilme hızından ziyade daha hızlı kaynak tüketiminin önüne geçmeyi hedeflemektedir (Özsoy, 2015).

Sürdürülebilir kalkınma da birbirinden farklı parametreler kullanılabilmektedir. Söz konusu parametrelerden biri de ekolojik ayak izidir. Ülkemizde ekolojik ayak izinin en önemli bileşeninin %46 oranıyla karbon ayak izi olduğunu söylemek mümkündür. Gerçekleştirilmiş olan bu çalışma bir ekolojik ayak izi çeşidi olarak bilinen karbon ayak izi konusunda ilerlemekte, ülkemizde özellikle enerji, üretim ve ithalat yapısının sebep olduğu karbon ayak izinin boyutlarına dikkat çekmektedir. Sürdürülebilir kalkınma da günümüzde önemli bir yerde bulunan yeşil ekonomik

dönüşüm, üretim süreci boyunca yenilenebilir enerji kaynaklarına eğilimi gerekli kılmaktadır (Dinç, 2015).

İnsan kaynaklı oluşturulan faaliyetlerin çevre üzerindeki etkilerinin azaltılmasındaki birinci öncelik farkındalıktır: Çevresel problemlerin benimsenmesi, sorun olan kaynakların belirlenmesi, bu bağlamda çözüm önerilerinin sunulması ve uygulamaya geçirilmesidir. Bahsi geçen farkındalığın artması ve davranış değişikliğinin yaratılabilmesi için, insanın çevre üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerinin ölçülebilmesi oldukça önem arz etmektedir. Son zamanlarda yaygın olarak kullanılan ölçüm yöntemlerinden birisi de “ekolojik ayak izi” dir. İnsanların çevreye karşı olan, üretim kadar tüketim sırasında da oluşan ve çoğu zaman önemsenmeyen etkileri ekolojik ayak izini oluşturmaktadır. Bu kavram, 1990’lı yıllarda Dr. Mathis Wackernagel ve Prof. Dr. William Rees tarafından ortaya atılmıştır. İnsanların yaşamlarını devam ettirirken ne kadar doğal alan tükettiğini sayısal olarak ifade eden bir başka deyişle, doğanın bize sundukları ile bizim doğadan talebimiz arasındaki ilişkiyi gösteren analize “ekolojik ayak izi” analizi denilmektedir (Dinçel, 2008). Ekolojik ayak izi birey bazında hesaplandığı gibi ürün bazında da hesaplanabilir.

Ekolojik ayak izi, tüketilen kaynakların tekrar üretilebilmesi ve oluşturulan atıkların minimize edilebilmesi için gereken, yüksek verimliliğe sahip kara ve su alanı üzerinden hesaplanmaktadır (Schaller, 1999). Bu hesaplamalar yapılırken, iki temel unsurdan yararlanılmaktadır. Birincisi; tüketilen kaynakların ve ortaya çıkan atıkların izlenebilmesi, ikincisi ise ürünlerin üretimi ve atıkların giderilmesi için gerekli olan kara ve su alanının ölçülmesidir. Bu verilerden yola çıkılarak elde edilen ekolojik ayak izleri, bireylerin üretim ve tüketim doğrultusunda ne kadar biyolojik alan kullandıklarını göstermektedir (Kaypak, 2013). Burada söz konusu tüketim, basitçe günlük bireysel tüketim şeklinde düşünülmemelidir. Çünkü, bir ülkede yoğun bir şekilde kaynakların kullanılması gerekliliği olan bütün faaliyetler, o ülkede kişi başına düşen ekolojik ayak izinin artmasına sebep olmaktadır (Akoğlu, 2009). Bu bağlamda, ekolojik ayak izi ulusal ölçek hesaplama formülü şu şekilde ifade edilmektedir:

Ekolojik Ayak İzi (ha) = Tüketim x Üretim Alanı x Nüfus (Kaypak, 2013).

Ekolojik ayak izi kavramı; sürdürülebilir çevre bilinci kazandırmak için önemli bir gösterge, faaliyet alanları belirlemede işlevsel bir planlama aracı, çocukların sürdürülebilirliğin önemini algılamaları açısından tamamlayıcı eğitsel bir yöntem, kişilerin yaşam tarzında sadeleşmeye yönlendirebilecek motivasyon kaynağıdır. Ayrıca tüketim alışkanlıklarının küresel ve ulusal etkilerini fark edebilme hususunda okullara yardımcı olmakta ve toplumsal düzeyde ekolojik bilincin artırılması sebebiyle iyi bir örnek oluşturmaktadır (Bond, 2003).

Çevre eğitimi, her seviyede bireyin çevre içindeki kendi konumunun ve rolünün farkına varmasını sağlamak, çevreyi etkileyen bütün etkenlerle ilgili elinden geldiğince bilgi sahibi olup, bilinç sahibi olmasına yönelik bir eğitim sürecini sağlamaktır (Uğurlu ve Demirer, 2008). Çevre eğitime dair ulusal düzeyde yapılan çalışmalar incelendiğinde, ülkemizde uygulanan çevre eğitiminin istenilen düzeyde etkin olmadığı görülmektedir. Çevre ile ilgili olarak verilen eğitimin, yüzeysel anlatımdan ziyade öğrencinin yaşayarak, gözlemleyerek öğrendiği öğrenci odaklı düşünüp çözüm üretebilecekleri projelere yönlendirilmeleri gerektiği belirtilmektedir (Şimşekli, 2004; Yalvaç, 2008; Yücel ve Morgil, 1998). Yapılan diğer çalışmalara baktığımızda, çevre konusunda verilen eğitimlerin uygun ve yetersiz olması, öğrencilerin çevreye yönelik tutumlarını da olumsuz etkilemektedir (Atasoy ve Ertürk, 2008; Keleş, 2007; Yıldız, 2011). Uluslararası literatürde bireylerin tüketim alışkanlıklarının çevreye etkileri hususunda farkındalık kazanılması konusunda ekolojik ayak izinin etkili bir araç olduğunu gösteren, ekolojik ayak izi hesaplama yöntemlerinin kullanıldığı birçok çalışma yer almaktadır (Schaller 1999; Dawe ve ark., 2004; Ryu ve Brody 2006; Janis 2007; Wada ve ark. 2007). Conway ve ark., (2008) ise Toronto Üniversitesinin ekolojik ayak izini hesaplamış ve birden farklı senaryo geliştirerek (kendi elektriğini üretmek, toplu ulaşımaya yönelmek ve geri dönüşümlü ofis malzemesi kullanmak) bunların uygulanmasında da kampüsteki ekolojik ayak izi değişimini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda elde ettikleri sayısal verileri üniversite öğrencilerine sunarak ekolojik ayak izi konusunda duyarlılık sağlanmış ve öğrencilerin ekolojik ayak izlerini azaltması hakkında farkındalık sağlanmıştır.

Ulusal literatürde, Türkiye’de ekolojik ayak izinin küresel önemini açıklayan Dinç,

(2015), ilköğretim öğrencileri, öğretmen adaylarının ve mühendislik öğrencilerinin sürdürülebilir yaşama yönelik farkındalık, tutum ve davranışlarını geliştirmede çevre eğitimi aracı olarak ekolojik ayak izini önerdikleri (Keleş 2007; Keleş ve ark., 2008; Erdoğan ve Tuncer 2009; Keleş, 2011; Coşkun 2013; Çetin 2015; Eren ve ark., 2016), üniversite çalışanlarının bilinç ve tüketim alışkanlıklarına bağlı olarak ekolojik ayak izi hesaplamalarını içeren (Akıllı ve ark., 2008; Akyüz ve ark., 2016) araştırmalar bulunmaktadır.

Literatür çalışmaları sonucunda Türkiye’de liselerde yapılan bireysel karbon ayak izi çalışmasının pek fazla olmadığı, kurumsal olarak da detaylı çalışmanın yapılmadığı, yapılanlarda da hesaplamaların nasıl yapıldığına dair pek fazla detay bulunmadığı saptanmıştır. Bu nedenle öğrencilerin ekolojik ve karbon ayak izi hakkında bilgilendirilmesi ve doğaya olan etkileri konusunda bilinçlendirilmesi, okullarda kurumsal karbon ayak izinin ölçülmesi çalışmasının yapılması amacıyla bu çalışmada, Bulancak Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinin ekolojik ve karbon ayak izi hakkında farkındalıkları ölçülüp, tüketim alışkanlıklarına bağlı olarak karbon ayak izleri hesaplanıp ve değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışmasındaki temel amaç ise öğrencilerin erken dönemlerde bu bilinç seviyelerine ulaşmaları, çevre bilinci, ekolojik ayak izi ve karbon ayak izi farkındalıklarının arttırılması, okullarda bu tarz çalışmaların yaygınlaştırılması, müfredatların bu konuda daha fazla içeriğe sahip olması ve okul bazında kurumsal karbon emisyonu miktarının tespit edilmesidir.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. İklim Değişikliği Kavramı

İklim bir bölgede yılın belirli bir zamanında beklenen hava koşullarıdır (Öztürk, 2002). Bu kapsamda araştırmanın önemli değişkenlerinden biri olan iklim değişikliği ise temel manada bir bölgedeki sıcaklık ve yağış gibi ortalama koşullarda uzun bir süre boyunca meydana gelen bir değişiklik olarak tanımlanabilir (Türkeş ve ark., 2000). İklim değişikliği, belirli bir bölgede belirli bir süre boyunca yağış ve sıcaklık gibi meteorolojik parametrelerdeki nispeten istikrarlı değişikliklerdir (Kılıç, 2008). İklim değişikliği kavramı ile ilgili literatür çalışmaları incelendiğinde kavrama ilişkin pek çok çalışma yapılmıştır (Çelik ve ark., 2008; Doğan ve Tüzer, 2011; Dunlap ve McCright, 2015; Urry, 2015). İklim değişikliği özellikle insan faaliyetlerinin küresel iklimdeki değişikliklere katkıda bulunması nedeniyle kritik bir küresel zorluk olarak tanımlanmaktadır (Kılıç, 2008). Barnett (2003)'e göre en az birkaç on yılda ortalama küresel sıcaklığın insan kaynaklı emisyonlar nedeniyle 0,5°C arttığı, gelecek yıllar için yapılan tahminlerden hareketle, ortalama küresel sıcaklıkların 2,4–5,8°C artacağı öne sürülmektedir. Sıcaklıklardaki bu tür kademeli artışın, buzulların erimesi, kıyı bölgelerinin sular altında kalması, olumsuz yağış olayları, farklı bölgelerdeki sel ve kuraklıklarla ilişkili olması ve küresel ölçekte iklimde meydana gelen bu tür bir değişikliğin, insanlığı birçok farklı şekilde etkilemesi muhtemeldir (Çelik ve ark., 2008). Ayrıca yapılan araştırmalar ortaya koymaktadır ki; küresel iklim değişikliğinin etkisi gelişmekte olan ülkelerde daha şiddetli görülmektedir (Dale, 1997; Kayhan, 2007; Türkeş, 2008).

Vural (2018)'e göre iklim değişikliği, sıcaklıkta ve hava düzeninde uzun dönemli değişimleri belirtmektedir. Belirtilen kaymaları güneş döngüsünde yaşanan farklılaşmalar olarak doğal olabilir şeklinde nitelendiren Vural, 1800 senelerinden bu

yana insanoğlunun faaliyetlerinden olan, kömür, petrol ve gaz benzeri fosil yakıtların yakılması sebebi ile iklim değişikliğinin oluştuğunu ve bu faktörlerin iklim değişikliğinde ana itici güçler olduğunu ifade etmiştir. Bu kapsamda yanan fosil yakıtlar, Dünyayı sarmalayan, güneşin yaydığı ısıyı içerisinde biriktiren ve ısıyı çoğaltan bir battaniye şeklinde davranış sergileyen sera gazı emisyonlarını üretmektedir. İklim değişikliğine sebep olan sera gazlarına örnek olarak Karbondioksit (CO₂) Metan (CH₄) Diazot monoksit (Nitröz Oksit) (N₂O), Su Buharı (H₂O), Ozon (O₃) ve Kloroflorokarbon (CFC) verilebilir. Enerji üretimi ve kullanımı, sanayiler, ulaşım, binalar, tarımlar ve arazi kullanımları başlıca emisyon kaynaklarıdır (Change, 2007; Çelik ve ark., 2008; Vural, 2018).

İklim değişikliği insan sağlığını, tarım, gıda, üretim oranlarını, barınma, güvenlik ve iş hayatlarını etkileyen önemli bir olaydır. Küçük ada ülkelerindeki insan yaşantılarının küresel iklim değişikliği paralelinde değişimi inceleyen Kelman ve West (2009), araştırmasında; küçük ada ülkeleri içerisinde ve diğer gelişim gösteren ülkeler içerisinde yaşamakta olan insanların iklim değişikliğine karşı daha savunmasız olduğunu ortaya koymuştur. Bu kapsamda deniz seviyesinin artması ve tuzlu su müdahalesi benzeri koşulların, bütün toplumların yer değiştirmek mecburiyetinde olduğu ve uzun süreli kuraklığın toplumları kıtlık tehlikesi içerisine soktuğu bir noktaya geldiğini belirten Kelmann ve West (2009) gelecekteki “iklim mültecilerinin” sayısının artabileceği varsayımını savunmuştur.

Bilim insanları ve araştırmacılar küresel sıcaklık artışını 1,5°C'den fazla olmayacak şekilde sınırlandırıldığı takdirde olumsuz iklim etkilerinden kaçınılması ve yaşanabilir bir iklimin korunmasına yardımcı olacağı konusunda hemfikirdir. Yine de mevcut bazı araştırmacıların ifadelerinden hareketle yüzyılın sonuna kadar küresel ısınmanın yaklaşık 3,2°C'ye ulaşacağını tahmin edilmektedir (Kayhan, 2007; Kılıç, 2008; Gökçe ve Erdoğan, 2009; Taylor ve ark., 2013; Urry, 2015;).

İklim değişikliğine neden olan emisyonların küresel etkisinin olduğu ve herkesi etkilediği bilinmektedir. Belirtilen duruma karşın bazı ülkelerin diğer ülkelere oranla daha fazla üretim yaptığı da ortadadır (Aksoy ve ark., 2005; Ripple ve ark., 2014). Bu

bağlamda ilgili çalışmalar değerlendirildiğinde; en az yayan 100 ülkenin toplam emisyonların yüzde 3'ünü oluşturduğu gözlemlenmiştir. En büyük emisyonu sahip 10 ülke ise küresel iklim değişikliğine yüzde 68 oranında katkıda bulunmaktadır. Bu bağlamda sorunu daha fazla yaratan insanlar ve ülkelere yönelik olarak çeşitli yaptırımların geliştirilmesi gerekmektedir (Ripple ve ark., 2014).

Urry (2015), iklim değişikliğinin göstergelerini yükselen deniz seviyesi, azalan dağ buzulları, Grönland, Antarktika ve Kuzey Kutbu'nda buzların hızla erimesi ve çiçek ve bitki çiçeklenme zamanlarındaki değişiklikler şeklinde ifade etmiştir.

2.1.1. Küresel iklim değişikliğine yol açan etkenler

Fosil yakıtların yakılması, ormanların kesilmesi, çiftlik hayvanlarının yetiştirilmesi, sera gazı emisyonları, güneş enerjisinin yansıtılması, ve ark. küresel iklim değişikliğine yol açan etkenlerden bazıları olup küresel ısınmayı tetiklemektedirler. 2011-2020 yıl aralığının kaydedilen en sıcak on yıl olduğu ve küresel ortalama sıcaklığın 2019'da sanayi öncesi seviyelerin 1,1°C üzerine çıktığı gözlemlenmiştir. Sanayi öncesi zamandaki sıcaklığa kıyas ile 2°C'lik bir yükselme, doğal çevre ve birey sağlığı ve refahı üzerinde büyük oranda olumsuz etkiler ile alakalıdır ve küresel çevrede tehlikeli ve büyük ihtimalle yıkıcı farklılıkların ortaya çıkmasıyla alakalı çok daha büyük bir risk de dahil olacak biçimde birçok olumsuz durumu bünyesinde barındırmaktadır. Bu nedenle, enternasyonal toplumun, ısınmayı 2°C'nin altında tutmak ve 1.5°C ile sınırlandırmak ile ilgili uğraşları önemlidir (Mavi, 2021; Sesena ve ark., 2021; Avcı, 2022).

Güneş enerjisindeki değişiklikler ve volkanik patlamalar gibi doğal süreçler de dünyanın iklimini etkilemekte ancak son yüzyılda gözlemlenen ısınmayı açıklamamaktadır. Sanayi Devrimi'nden bu yana, insan faaliyetlerinin, dünyanın iklimini değiştiren büyük miktarlarda karbondioksit ve diğer sera gazlarını atmosfere saldıgı bir gerçektir (Varol ve Ayaz, 2012).

Change (2007) araştırmasında buz çekirdekleri, ağaç halkaları, buzul uzunlukları,

polen kalıntıları ve okyanus tortulları gibi bir dizi dolaylı iklim ölçümünü analiz etmiş ve dünyanın güneş etrafındaki yörüngesindeki değişiklikleri inceleyerek dünyanın ikliminin bir kaydını bir araya getirmiştir. Bu kayıt iklimin geniş bir zaman ölçeğinde doğal olarak değiştiğini göstermekte ancak bu değişkenlik 1950'lerden beri gözlemlenen ısınmayı açıklamamaktadır. Yusoo ve Gabrys (2011)'e göre ise insan faaliyetleri, sera gazı emisyonları, güneş enerjisinin yansıtılması ve soğutulması yoluyla iklim değişikliğine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Sera gazlarının birçoğu ve küresel ısınmaya en büyük katkıyı yapan CO₂ doğal bir biçimde meydana gelmekle birlikte insan faaliyetleri nedeniyle de atmosferdeki konsantrasyonu artmaktadır. 2020 itibarıyla, CO₂'in atmosferdeki konsantrasyonu sanayi (1750'den önce) öncesi seviyenin %48 üstüne çıkmıştır.

Metan, CO₂'den daha güçlü bir sera gazı olarak bilinmekle birlikte atmosferik ömrü daha kısadır. Azot oksit, CO₂ benzeri atmosferde on yıllar ve yüzyıllar boyunca biriken uzun ömürlü bir sera gazıdır. Kurum gibi aerosoller de dahil olmak üzere sera gazı olmayan kirleticiler farklı ısınma ve soğutma etkilerine sahiptir ve ayrıca kötü hava kalitesi gibi diğer sorunlarla da ilişkilidir (Doğan ve Tüzer, 2011; Taylor ve ark., 2013).

Çelik ve ark. (2008)'a göre ise kullanılan kömürün petrol, gaz karbondioksit ve azot oksit üretmesi, ormansızlaştırma, hayvancılığın artırılması iklim değişikliğine yol açan etkenler olarak belirtilmiştir. Küresel iklim değişikliğine sadece insan unsuru neden olmamakta, dünyanın yörüngesindeki ve dönmesindeki mevcut değişiklikler, güneş aktivitesindeki varyasyonlar, dünyanın yansıtıcılığındaki değişiklikler ve volkanik faaliyetler gibi doğal süreçler de küresel iklim değişikliğine neden olmaktadır. Doğal süreçler ile oluşan iklimdeki değişikliğini, 1700'lerde Sanayi Devrimi'nden önceki iklim değişiklikleri açıklayabilir. Buna karşın son zamanlardaki iklim değişikliklerini sadece doğal nedenlerle açıklamak mümkün değildir (Dunlap ve McCright, 2015; Batan ve Toprak, 2015; Güner ve Turan, 2017; Demirbaş ve Aydın, 2020; Mavi, 2021).

Dünyanın yörüngesindeki ve dönme eksenindeki değişikliklerin geçmişte iklim

üzerinde büyük etkisi olmuştur. Gezegenin yörüngesindeki değişikliklerden etkilenen Kuzey Yarımküre'deki yaz güneş ışığı miktarı dünyanın uzun süreli soğuk sıcaklıklar (buz çağları) yaşadığı geçmiş buzul çağları döngülerinin başlıca nedenidir. Son buzul çağında ortalama küresel sıcaklığın bugün olduğundan yaklaşık 11°C daha soğuk ve son buzullar arası dönemin zirvesinde ise ortalama küresel sıcaklığın bugün olduğundan 2°C daha fazla olduğu belirtilmiştir (Dunlap ve McCright, 2015; Batan ve Toprak, 2015; Güner ve Turan, 2017; Demirbaş ve Aydın, 2020; Mavi, 2021).

Güneşin enerji çıkışındaki değişikliklerin, dünya yüzeyine ulaşan güneş ışığının yoğunluğunu etkileyebileceği kanıtlanmıştır. Bu değişiklikler dünyanın iklimini etkilemekte buna karşın son yıllarda gözlemlenen iklim değişikliklerinde güneş değişimleri çok az rol oynamaktadır. Gezegen tarafından emilen veya yansıtılan güneş ışığı miktarı dünyanın yüzeyine ve atmosferine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu sebeple okyanus, orman ve toprak gibi karanlık nesneler ve yüzeyler daha fazla güneş ışığını emme eğilimindedir. Kar ve bulutlar gibi açık renkli nesneler ve yüzeyler ise güneş ışığını yansıtma eğilimindedir. Dünyaya ulaşan güneş ışığının yaklaşık yüzde 70'i emilmektedir. Dünya yüzeyindeki deniz buzunun erimesi gibi doğal değişiklikler geçmişte iklim değişikliğine katkıda bulunmuş ve genellikle diğer süreçlere geri bildirim olarak hareket etmiştir (Dunlap ve McCright, 2015; Batan ve Toprak, 2015; Güner ve Turan, 2017; Demirbaş ve Aydın, 2020; Mavi, 2021).

Volkanik patlamalar iklimde gözle görülür bir rol oynayarak uzak geçmişte büyük miktarlarda karbondioksit salmıştır. Yanardağ püskürmeleri sonucunda ortaya çıkan parçacıklar üst atmosfere fırlatılabilmekte ve burada gezegenin yüzeyini birkaç yıl boyunca soğutmak için yeterli güneş ışığını uzaya geri yansıtabilmektedir. Bazı araştırmalar tek bir patlamadan kaynaklanan volkanik parçacıkların atmosferde sera gazlarından çok daha kısa süre kaldıkları için uzun vadeli iklim değişikliğine neden olmadıklarını ve yanardağlardan her yıl 100 kat daha fazla karbondioksitin insan faaliyetleri sonucu salındığını belirtmektedir (Dunlap ve McCright, 2015; Batan ve Toprak, 2015; Güner ve Turan, 2017; Demirbaş ve Aydın, 2020; Mavi, 2021).

Son birkaç yüz bin yılda, karbondioksit seviyeleri buzul döngüleriyle birlikte değişmiştir. Sıcak buzullar arası dönemlerde, karbondioksit seviyelerinin daha yüksek

olduğu soğuk buzul dönemlerinde ise karbondioksit seviyelerinin daha düşük olduğu ifade edilmektedir. Dünya yüzeyinin ve okyanusların ısınması veya soğuması, bu gazların doğal kaynaklarında ve yutaklarında değişikliklere ve dolayısıyla atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarında değişikliğe neden olmaktadır. Bu değişen konsantrasyonlar dünyanın yörüngesindeki uzun vadeli değişimlerin neden olduğu sıcaklık değişikliklerini güçlendirerek olumlu bir iklim geri bildirimi işlevi görmektedir (Dunlap ve McCright, 2015; Batan ve Toprak, 2015; Güner ve Turan, 2017; Demirbaş ve Aydın, 2020; Mavi, 2021).

2.1.2. İklim değişikliğinin etkileri

Küresel iklim değişikliğini geleceğin değil, günümüzün sorunu olarak ifade eden Thuiller (2007) 'ye göre ısıyı tutan sera gazlarının artan insan emisyonları nedeniyle Dünya'nın ikliminde meydana gelen değişiklikler çevre üzerinde şimdiden yaygın etkilere (buzullar ve buz tabakalarının küçülmesi, nehir ve göl buzlarının daha erken çözülmesi, bitki ve hayvanların coğrafi dağılımlarının değişmesi ve bitkiler ile ağaçların daha erken çiçek açması) sahiptir.

İklim değişikliğinin etkileri kapsamında Öztürk (2002) bazı değişikliklerin (kuraklıklar, orman yangınları ve aşırı yağışlar) araştırmacıların varsayımlarından daha önce gerçekleştiğini ifade ederek günümüzde var olan küresel iklimde gözlemlenen değişikliklerinin daha önce hiç bu denli şiddetli görülmediği ve bu değişikliklerin bazılarının geri dönülemeyen sonuçlara yol açacağını öngörmektedir. Hidrolojik döngüdeki değişiklikler, daha sıcak yeryüzü ve gökyüzü, yükselen deniz seviyesi, okyanusun asitleşmesi, okyanus akıntılarındaki değişiklikler, deniz buzu ve buzulların erimesi iklim sistemini etkileyen değişikliklerdir (Kılıç, 2008). Günümüzde ortalama küresel sıcaklıklar 1850'lerden bu yana 1°C'den fazla artmıştır. 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 ve 2020 yılları kaydedilen en sıcak yıllardır (Avcı, 2022).

Pek çok fiziksel hastalık iklim değişikliğiyle birlikte artış eğilimi göstermektedir. Isı, kuraklık ve sel ile ilgili olaylar kardiyovasküler rahatsızlıklar, solunum yolu hastalıkları, gastrointestinal rahatsızlıklar ve böbrek sorunları ile

ilişkilendirilmektedir. Kronik fiziksel bozuklukların ortaya çıkması ve bunlarla başa çıkmadaki zorlanma nedeniyle ruh sağlığını doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir (Garrett ve ark., 2021).

Küresel iklim değişikliğinin etkilerini günümüzde gerçekleştiğini görmek mümkündür. Strauss ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada küresel kapsamda yaklaşık her 10 kişiden 4'ünün (%39) bir kıyı şeridinden 100 kilometre uzakta yaşadığı ve deniz seviyeleri yükselmeye devam ederse bu bireylerin sel riskiyle karşı karşıya kalacağı belirtilmiştir. Küresel iklim değişikliğinin etkilerinin bir sonucu olarak karşımıza çıkan şiddetli yağışların sonucunda yağış suyunun, drenaj sistemlerini aştığında veya nehir kıyılarını patlattığında sel oluşturma ihtimali artmaktadır. Küresel iklim değişikliği nedeniyle oluşacak sel olayının, binalarda ve ulaşımda çok maliyetli ve geri kazanılması zor olabilecek ciddi hasarlara neden olacağı açıktır (Aydın ve Kahraman, 2022).

Küresel iklim değişikliği sonuçlardan bir tanesi olan sel bir diğer araştırmada şu şekilde açıklanmıştır. “Seller, fırtınalar ve aşırı ısı binalara zarar vermekte, ulaşımı bozmakta ve sağlığı etkilemektedir. Binaların ve altyapının yeni koşullarla başa çıkmak için uyarlanması gerekmektedir. İşletmeler değişen bir iklim etrafında plan yapmak zorundadırlar “ (Metz ve ark., 2007).

Küresel iklim değişikliği sonucunda ısınan iklimle birlikte yağış düzenleri değişmekte ve bu nedenle de bazı bölgelerde yeterli gıda yetiştirmek zorlaşmaktadır. Bazı yerlerde yeni mahsuller yetiştirilebileceği ancak birçok yerde özellikle daha sıcak ülkelerde mahsul üretiminde azalma yaşanacağı öngörülmektedir (Kara ve Yereli, 2022). Aşırı hava olayları çiftliklerden mağazalara ulaşımı kısıtlayarak savunmasız insanların gıdaya erişimini engelleyecektir (Chandio ve ark., 2021).

Kıyı bölgelerinin sular altında kalması, kasırga, sel ve uzun süreli kuraklıkların bölgesel ve uluslararası ölçekte nüfus göçü ile ilişkilidir. Örneğin, göçmenlerin şizofreniden muzdarip olma olasılığı, ev sahibi nüfustan veya kendi kökenlerinden

gelen nüfustan daha fazladır. Kavga ve afetler sonrasında göçe zorlanan bireylerin, gönüllü olarak göç etmeyi seçenlere göre psikiyatrik hastalığa yakalanma olasılıkları daha yüksektir (Nicholls ve ark., 2021).

Bir diğer araştırmada sel, kasırga ve orman yangınları gibi iklimle ilgili afetler strese bağlı psikiyatrik bozukluklarla ilişkilendirilmiştir. Bu kapsamda yaşamı tehdit eden durumlara maruz kalmış kişilerin, travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) geliştirme açısından önemli bir risk altındadırlar. TSSB'nin semptomları olayın geri dönüşlerini, artan uyarılmayı ve olayın anısına ilişkin ipuçlarından kaçınmayı içermektedir. Çoğu durumda, TSSB semptomlarının, tehdit edici afet durumunun yaşanmasından aylar veya yıllar sonra, gecikmiş bir başlangıç gösterebileceği de araştırma doğrultusunda açıklanan bir diğer önemli konu olarak karşımıza çıkmaktadır (Lawrance ve ark., 2021).

Küresel iklim değişikliğinin gelecek yıllarda kuraklığı şiddetlendirmesi, yağış düzenlerindeki değişikliklerin bazı bölgelerde sel baskınlarına yol açması muhtemel olmakla birlikte diğer bölgelerde uzun süreli kuraklıkların yaşanmasının beklenmediği ifade edilmiştir (Soylu, 2022). Malhi ve ark., (2021) tarafından yapılan araştırmada çiftçilerin beklenmedik kuraklıklardan kaynaklanan ürün kayıpları ile intihar girişimleri arasında ilişki bulunduğu, mahsulün başarısızlığının ekonomik zorluklara yol açtığı, yağışların az olmasına bağlı olarak çiftçinin ailenin masraflarını karşılayamadığı belirtilmiştir. Özellikle yapısal sosyal hizmetlerin verimli bir şekilde organize edilmediği gelişmekte olan ülkelerde, temel satın alımların yapılamaması, yetersiz beslenmeye ve diğer enfeksiyon risklerine yol açabilmektedir. Uzun süreli kuraklıklar, bireyin başka bir bölgeye göç etmesine ve/veya başka bir mesleğin peşinden gitmesine neden olabilmektedir. Bu durum çiftçi popülasyonunda intihar girişimlerine yol açabilecek kültürleşme stresine yol açabilmektedir. Dünya nüfusunun büyük bir kısmı gıda temini için çiftçilere bağımlı olduğundan, çiftçilerin sağlıklı olması önemli bir konudur ve gerektiğinde onlara yardım sağlamak için çaba gösterilmesi gerekmektedir. Ayrıca, çiftçilerin büyük çoğunluğu kırsal alanlarda yaşarken, sağlık tesisleri kentsel alanlarda yoğunlaştığından, bu nüfusun hizmetlere kolay erişimi için çaba gösterilmesi gerekmektedir (Malhi ve ark., 2021).

Tarıma bağımlı toplumların değişen iklimden etkileneceği açıktır. Yükselen deniz seviyeleri, kuraklık veya sel nedeniyle tarım arazilerini yok olabilir. Ayrıca aşırı sıcaklık, işçilerin yorgunluğu nedeniyle tarımsal işleri daha az verimli hale getirmektedir (Aydın ve Kahraman, 2022). Bu kapsamda Yu ve ark. (2022) tarafından yapılan araştırmada ise kuraklığa meyilli bölgelerin daha düşük sosyoekonomik statüye ve daha yüksek düzeyde sıkıntı ve çaresizliğe karşı savunmasız olduğu belirtilmiştir. Araştırmada uzun süreli kuraklıklar nedeniyle ekonomik koşulların bozulduğu bununda depresyon ve moral bozukluğuna neden olduğu ve uzun süreli kuraklıklardan kaynaklanan sıkıntının zamanla arttığı görülmüştür.

İklim değişikliğinin bireyleri birçok yönden etkileyeceğinden ya küresel ısınmayı zamanla azaltmak ya da adaptasyon yoluyla ortaya çıkan zorluklarla başa çıkmak için önlemler geliştirmek için bazı adımların atılması zorunlu görülmektedir. Bu bağlamda sera gazlarının azaltılması, fosil yakıtların daha az kullanılması, alternatif verimli güç kaynaklarının geliştirilmesi ve kullanılması, yeşil örtüye tahribin azaltılması gibi önlemleri içermektedir. Önümüzdeki birkaç on yıl içinde kişi başına düşen karbon ayak izinin azaltılması ve zengin ve fakir ülkeler arasındaki eşitsizliklerin kapatılması konusunda gelişen bir küresel bakış açısına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda iklim değişikliğinin etkilerine karşı koymak, sera gazı emisyonunu azaltmaya yönelik politikaların uygulanması için sektörler arası ve uluslararası işbirliğini gerektirmektedir (Türkeş ve ark., 2000; Öztürk, 2002; Çelik ve ark., 2008; Loarie ve ark., 2009; Batan ve Toprak, 2015; Gökçe ve Erdoğan, 2017; Demirbaş ve Aydın, 2020; Mavi, 2021; Chandio ve ark., 2021; Kara ve Yereli, 2022).

Küresel iklim değişikliği vektör kaynaklı hastalıkların yayılması, sel, fırtına ve siklon gibi aşırı hava koşullarından kaynaklanan yaralanma ve ölümler, ısıya maruz kalma nedeniyle termal yaralanmalar, su kaynaklı enfeksiyonların yayılma riski ile ilişkilidir. Küresel iklim değişikliğinin etkileri arasında bulunan kuraklık, sel, yükselen deniz seviyesi, artan ortam sıcaklıkları ve iklim değişikliğinin diğer sonuçları insan yaşantısını ve toplumları etkilemektedir.

Günümüz küresel dünyasında iklimin önemli ölçüde değişmiş olduğu ve bu değişimin

önümüzdeki yıllarda da devam edeceğini söylemek mümkündür (Aksay ve ark., 2005). Birçok kuzey orta enlem bölgesinde yoğun yağış olaylarının sıklığı artmakta, çoğu zaman yüksek nemle birleşen aşırı yaz sıcağı vakaları dünyanın birçok bölgesinde artmakta ve şiddetli kasırgalar meydana gelmektedir (Loarie ve ark., 2009; Mavi, 2021). İklim değişikliğinin etkilerinin en aza indirilmesi için yapılan çalışmaları literatürde bulmak mümkündür (Çelik ve ark., 2008; Batan ve Toprak, 2015; Çokmutlu ve Şahay, 2019).

Kurbağaların yumurtlama tarihlerinin kayması, göçmen kuşların dönüş tarihinde meydana gelen değişiklikler, kelebeklerin yerleşim yerlerindeki ani değişiklikler, kuşlarda yumurtlama tarihi, bitki örtüsü gelişiminin zamanlaması vb. gibi nedenlerin ana kaynağı iklim değişikliğidir (Çevirgen, 2009; Dam, 2014; Chandio ve ark., 2021).

Literatürde iklim değişikliğinin fenotip dağılımı üzerindeki etkilerini detaylandıran çalışmalar (Kelman ve West, 2009; Doğan ve Tüzer, 2011; Ersoy, 2017; Lawrance ve ark., 2021; Kara ve Yereli, 2022) ve küresel ölçekte iklim üzerinde insan parmak izine dair güçlü kanıtlar sunan çalışmalar vardır (Gillingham ve Stock, 2018; Dulkadiroğlu, 2018; Garrett ve ark., 2021).

İklim değişikliği çerçevesinde ilgili çalışmalar değerlendirildiğinde neredeyse tüm insan toplulukları ve faaliyetlerinin bir şekilde iklime duyarlıdır. Bunun başlıca nedeni insanların geçim kaynaklarının ortam ikliminden etkilenmesidir (Erdoğan, 2015; Ersoy, 2017). Toplumlar her zaman iklim veya aşırı hava koşullarındaki istenmeyen değişiklikler karşısında başa çıkma stratejileri geliştirmek zorunda kalmıştır (Erdoğan, 2015; Ersoy, 2017; Kara ve Yereli, 2022).

Sadece zararlı emisyonları azaltmak için harekete geçmek değil, aynı zamanda belirsiz bir gelecekle başa çıkan nüfusların doğal direncini kolaylaştırmak için de gelişmekte olan bir dünya ve küresel bir koalisyon inşa etmek gerekmektedir. İklim değişikliği etkilerinden 'risk altındaki' nüfuslar, Avrupa ve Kuzey Amerika'daki ikinci ev sahil mülklerinin sahiplerinden Afrika ve Asya'daki kaynağa bağımlı çiftçilere ve işçilere kadar çeşitlilik göstermektedir. Ayrıca, küresel iklim değişikliğinin doğası göz önüne

alındığında, yoksulluğu azaltma politikaları ve hedeflerinin kendi başlarına, gelişmekte olan toplumların en savunmasız kesimleri için iklim değişikliği ile ilgili belirli riskleri ele almayacağı da netlik kazanmaktadır (Jaroszweski ve ark., 2010; Burkett ve Kusler, 2000; Kale, 2020; Neboğlu ve Yıldırım, 2022).

2.2. Sera Gazları

Sera gazı kavramının açıklandığı literatür çalışmalarına göre sera gazları ısıyı absorbe etme özelliğine sahip dünya atmosferinde ısıyı hapseden gazlardır (Özmen, 2009; Uyar ve Cengiz, 2011). Sera gazları, güneş ışığının atmosferden geçişine izin vermekte ancak güneş ışığının getirdiği ısıyı atmosferden çıkmasını engellemektedir (Dulkadiroğlu, 2018). Uyar ve Cengiz (2011)'e göre ise sera gazları, tüm atmosferik gazların yalnızca bir kısmını oluşturmalarına rağmen, dünya sisteminin enerji bütçesi üzerinde derin bir etkiye sahiptir.

Pekin (2006) tarafından yapılan araştırmada sera gazları, dünya atmosferinde sera etkisi yaratan gazlar olarak açıklanmış ve çoğu sera gazının doğal veya insan yapımı bir kaynağa sahip olabileceği ifade edilmiştir. En iyi bilinen sera gazları, karbondioksit, metan ve azot oksit, atmosferde düşük konsantrasyonlarda doğal olarak bulunabilmekle birlikte geçen yüzyılın başlarından bu yana çeşitli insan faaliyetleri nedeniyle mevcut oran önemli ölçüde artmıştır (Kayıkçıoğlu ve Okur, 2012).

Sera gazlarının konsantrasyonlarının dünya tarihi boyunca önemli ölçüde değiştiği, bu varyasyonların önemli ölçüde geniş bir zaman ölçeğinde iklim değişiklikleriyle beraber meydana geldiği, sera gazı konsantrasyonlarının özellikle sıcak dönemlerde yüksek ve soğuk dönemlerde düşük olduğu ifade edilmiştir (Topçu, 2008). Benzer bir diğer açıklama ise Çevirgen'in (2009) araştırmasında geçmişten günümüze gerçekleşen sürecin sera gazı konsantrasyonlarını etkilediği şeklindedir. Tektonik faaliyetler gibi bazı olayların milyonlarca yıllık zaman dilimlerine yayılmışken, bitki örtüsü, toprak, sulak alan ve okyanus kaynakları vb. gibi olayların ise yüzlerce ila binlerce yıllık zaman dilimlerinde oluşan faaliyetlerdir. Günümüze geldiğinde ise özellikle sanayi devrimiyle birlikte insan faaliyetlerinin sera gazının artışında önemli

bir rol oynadığını ifade eden Baran ve ark., (2019) araştırmasında sanayi devriminin; karbondioksit, metan, ozon ve diğer sera gazlarının atmosferik konsantrasyonlarındaki istikrarlı artışlardan sorumlu olduğunu ifade etmiştir.

Her bir sera gazının dünyanın iklimi üzerindeki etkisi, kimyasal yapısına ve atmosferdeki nispi konsantrasyonuna bağlıdır. Bazı gazların kızılötesi radyasyonu emme kapasitesi yüksek veya önemli miktarlarda bulunurken, diğerleri önemli ölçüde daha düşük absorpsiyon kapasitelerine sahiptir veya yalnızca eser miktarlarda oluşmaktadır. Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından tanımlandığı şekliyle ışımsal zorlama, belirli bir sera gazının veya diğer iklim faktörlerinin (güneş ışıınımı veya yansıtılabilirlik gibi) dünya yüzeyine çarpan ısıma enerjisi miktarı üzerindeki etkisinin bir ölçüsüdür (Dikmen, 2019).

Sera gazları atmosferde biriken ve Dünya'yı yaşanabilir bir sıcaklıkta tutan ısıyı yansıtan tabakayı oluşturan karbondioksit, metan, azot oksit ve diğer gazları içermektedir (Gillingham ve Stock, 2018). Bu gazların, gezegeni yaşamı destekleyecek kadar sıcak tutan yalıtımı oluşturduğunu ifade eden Gillingham ve Stock (2018) araştırmasında en yaygın ve insanlık tarihi için endişe verici sera gazlarını kömür, petrol, doğal gaz ve diğer karbonca zengin fosil yakıtlar yakıldığında ortaya çıkan gazlar olarak tanımlamıştır. Karbondioksit en güçlü sera gazı olmasa da, çok yaygın olduğu için iklim değişikliğine en büyük katkıyı sağlamaktadır. Metan genel olarak bitkinin ayrışmasından, çöp deponi alanlarından, bataklıklardan, pirinç tarlalarından, sığırlardan salınmaktadır. Metan emisyonları karbondioksit emisyonlarından daha düşük olmasına rağmen, her metan molekülü bir karbondioksit molekülünün küresel ısınma potansiyelinin 25 katı olduğu için önemli bir sera gazıdır.

Topraktaki bakterilerden azot oksit salınmaktadır. Modern tarım uygulamaları, toprak işleme, hayvan atık yönetimi ve azot bakımından zengin gübrelerin kullanımı azot oksit emisyonlarına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Tek bir azot oksit molekülü bir karbondioksit molekülünün küresel ısınma potansiyelinin 298 katıdır. Smith ve ark. (2008) araştırmasında karbondioksit, metan ve su buharının önemli sera gazları olduğunu ifade etmiştir.

2.2.1. Su buharı

Su buharı hem ağırlık hem de hacim olarak atmosferde en bol bulunan sera gazıdır. Uyar ve Cengiz (2011) su buharını aynı zamanda etkili bir sera gazı olarak açıklamış ve bu varsayımı uzun dalga radyasyonu emer ve yüzeye geri yayar böylece ısınmaya katkıda bulunur açıklamasına dayandırmıştır.

Su buharı, dünyanın en bol bulunan sera gazı olarak dünyanın sera etkisinin yaklaşık yarısından sorumludur. Dünya atmosferindeki gazlar Güneş'in ısınıpı tuttuğunda meydana gelen süreçte ortaya çıkmakta aynı zamanda dünyanın su döngüsünde önemli bir etken olarak dünyanın atmosferi, karası ve okyanusu etrafında sıvı su, katı buz ve gaz halinde su buharı olarak hareket etmektedir (Dulkadiroğlu (2018).

Su buharı diğır sera gazlarına kıyasla atmosferde günlerce (çökelmeden önce) kalırken, karbondioksit veya metan gibi diğır sera gazları atmosferde çok daha uzun bir süre (yıllardan yüzyıllara kadar) kalmakta ve böylece ısınmaya katkıda bulunmaktadır (Kayıkçıoğlu ve Okur, 2012).

Daha sıcak hava daha fazla nem tutmakta, iklim ısındıkça, hava sıcaklıkları yükselmekte, su kaynaklarından ve topraktan daha fazla buharlaşma meydana gelmekte ve böylece atmosferik nem içeriğı artmaktadır. Atmosferdeki su buharındaki artış, su buharı etkili bir sera gazı olduğundan daha da fazla ısınmaya katkıda bulunmakta ve dolayısıyla sera etkisini arttırmaktadır (Çevirgen, 2009). Selimoğlu ve Çalışkan (2016) tarafından yapılan araştırmada, sera etkisinin iki katına çıkmasından büyük olasılıkla sorumlu olduğunu ifade etmiştir. Atmosferdeki artan su buharı diğır sera gazlarının neden olduğu ısınmayı arttırmaktadır (Oertel ve ark., 2016; Çokmutlu ve Şahay, 2019).

Mercan ve Karakaya (2013) su buharının ilk rolünü ışımsal zorlamanın direkt olarak bir aracı biçiminde olmaktansa bir iklim geri bildirimi şeklinde, yani iklim sisteminin içerisinde sistemin devam etmekte olan faaliyetlerini etkisi altına alan bir yanıtır şeklinde açıklamıştır. Yüzey ne kadar sıcak olursa, buharlaşma o kadar büyük olmakta

ve yüzeydeki su oranı doğru orantılı şekilde azalmaktadır. Çoğalan buharlaşma ile alt atmosferde kızılötesi radyasyonu emen ve yüzeye geri yayan daha büyük bir su buharı yoğunlaşması gerçekleşmektedir (Mercan ve Karakaya, 2013).

1800'lerin sonlarından bu yana küresel ortalama yüzey sıcaklıkları yaklaşık 2⁰F (1.1⁰C) artmıştır. Uydulardan, hava balonlarından ve yer ölçümlerinden elde edilen veriler, iklim ısındıkça atmosferik su buharı miktarının arttığını doğrulamaktadır (Ritchie ve ark., 2020). Birleşmiş Milletler Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporunda toplam atmosferik su buharının her on yılda %1 ila %2 arttığı belirtilmiştir.

2.2.2. Karbondioksit

Volkanlardan gaz çıkışı, organik maddenin yanması ve doğal bozunması ve aerobik organizmalar tarafından solunumu atmosferik CO₂'nin doğal kaynaklarıdır. Önemli doğal yutaklar ise fotosentez sırasında CO₂ kullanan karasal bitki örtüsüdür (Smith ve ark., 2008; Ersoy, 2017).

Gülhan ve ark., (2018) tarafından yapılan araştırmada karbondioksitin, insan kaynaklı sera gazları nedeniyle dünya ikliminin toplam ısınmasının üçte birinden sorumlu olduğu ifade edilmiştir. Konsantrasyonundaki küçük artışların büyük etkilerinin olması karbondioksitin atmosferde kalma süresinin uzunluğu ile ilişkilidir.

Karbondioksit, kızılötesi enerjiyle örtüşen bir aralık olan 2.000 ila 15.000 nanometre arasındaki çeşitli dalga boylarında enerjiyi emmekte, emerken titreşmekte ve kızılötesi enerjiyi her yöne geri yaymaktadır. Bu enerjinin yaklaşık yarısı uzaya gitmekte diğer yarısı ısı olarak dünyaya dönerek sera etkisine katkıda bulunmaktadır (Gillingham ve Stock, 2018).

Orhan (2018)'e göre karbondioksit, insan faaliyetleri yoluyla yayılan birincil sera gazıdır. Karbondioksit, Dünya'nın karbon döngüsünün bir parçası olarak atmosferde doğal olarak (karbonun atmosfer, okyanuslar, toprak, bitkiler ve hayvanlar arasında doğal dolaşımı) bulunmaktadır. İnsan faaliyetleri hem atmosfere daha fazla CO₂ ekleyerek hem de ormanlar ve topraklar gibi doğal yutakların atmosferden CO₂

çıkarma ve depolama yeteneklerini etkileyerek karbon döngüsünü değiştirmektedir (Mercan ve Karakaya, 2013). İnsan faaliyetleri CO₂ emisyonlarının yaklaşık yüzde 3'ünden ve sanayi devriminden bu yana atmosferde meydana gelen 7 milyar ton karbon salınımından sorumludur (Özçağ ve ark., 2017).

21. yüzyılın ortalarında CO₂ konsantrasyonlarının 560 ppm'ye ulaşacağı, CO₂ konsantrasyonlarının endüstri öncesi seviyelere göre iki katına çıkacağı ve CO₂ konsantrasyonlarının ikiye katlanmasının, radyasyon zorlamasının metrekaresi başına kabaca 4 watt'lık bir artışı temsil edeceği belirtilmektedir. Dengeleyici faktörlerin yokluğunda tipik "iklim duyarlılığı" tahminleri göz önüne alındığında, bu enerji artışının, sanayi öncesi zamanlara göre 2 °C ila 5 °C ısınmaya yol açacağını ifade eden Oertel ve arkadaşları (2016) sanayi çağının başlangıcından bu yana insan kaynaklı CO₂ emisyonlarının toplam ışıınım zorlamasını, metrekaresi başına yaklaşık 1,66 watt olarak açıklamıştır.

2.2.3. Metan

Metan (CH₄), doğal gazın birincil bileşeni olan bir hidrokarbon olup aynı zamanda bir sera gazıdır ve dolayısıyla atmosferdeki varlığı dünyanın sıcaklığını ve iklim sistemini etkilemektedir. İnsan kaynaklı emisyon kaynakları arasında çöplükler, petrol ve doğal gaz sistemleri, tarımsal faaliyetler, kömür madenciliği, yakma, atık su arıtma ve belirli endüstriyel işlemler yer almaktadır (Ersoy, 2017).

Orhan (2018) araştırmasında metanı en bol bulunan ikinci insan kaynaklı sera gazı olarak tanımlamıştır. Ersoy (2017) ise metanın, atmosferdeki ısıyı yakalamada karbondioksitten 25 kat daha güçlü olduğunu ifade etmiştir. Metan (CH₄) molekül başına üretilen ışıınımsal zorlamanın daha fazla olması nedeniyle CO₂'den daha güçlü bir gazdır. Atmosferde CO₂'den çok daha düşük konsantrasyonlarda bulunur ve atmosferdeki hacimce konsantrasyonları milyarda bir (ppb) olarak ölçülür. CH₄ atmosferde CO₂'den önemli ölçüde daha kısa bir kalış süresine sahiptir (Özçağ ve ark., 2017). Pekin (2006)'ya göre metan, karbondioksit ve kloroflorokarbonlar yoğunlaşmazlar, kimyasal olarak reaktif değildirler ve troposferde ışııkla kolayca

parçalanmazlar. Bu nedenlerle, gazı bağı olarak yıllardan yüzyıllara hatta daha uzun süre atmosferde kalabilirler.

Tropikal ve kuzey sulak alanlar, metan oksitleyici bakteriler, volkanlar, organik tortu bakımından zengin bölgelerde hapsedilmiş metan hidratlar doğal metan kaynaklardır. Metan troposfer içindeki hidroksil radikali (OH) ile kolaylıkla reaksiyona girerek CO₂ ve su buharı (H₂O) oluşturduğundan metan için birincil doğal yutak atmosferin kendisidir (Baran ve ark., 2019).

İnsan kaynaklı CH₄ konsantrasyonları şu anda toplam yıllık emisyonların yaklaşık yüzde 70'ini oluşturmaktadır (Kayıkçıoğlu ve Okur, 2012). Topçu (2008) araştırmasında atmosferik CH₄'ün başlıca insan faaliyetleri kaynaklarını pirinç ekimi, hayvancılık, kömür ve doğal gazın yakılması, biyokütlenin yakılması olarak belirtmiştir. Çevirgen (2009) araştırmasında ise metanın gelecekteki eğilimlerinin tahmin edilmesinin zor olduğu ifade edilerek bu durumun da kısmen CH₄ emisyonlarıyla ilişkili iklim geri bildirimlerinin eksik anlaşılmasından kaynaklanmakta olduğunu belirtmiştir.

Dikmen (2019)'a göre atmosferdeki metan konsantrasyonundaki ani bir artış Paleosen olarak adlandırılan dönemde birkaç bin yılda ortalama küresel sıcaklıkları 4-8°C (7,2°F -14,4°F) arttırmıştır. Bu olay yaklaşık 55 milyon yıl önce gerçekleşmiş ve CH₄'teki bu artışın, metan içeren taşkın birikintileriyle etkileşime giren bir volkanik patlamayla ilişkili olduğu varsayılarak atmosfere büyük miktarlarda gaz halinde CH₄ enjekte edildiğini, bu konsantrasyonların ne kadar yüksek olduğunu tam olarak bilmenin zor olduğunu ifade etmiştir. Selimoğlu ve Çalışkan (2016) ise araştırmasında çok yüksek konsantrasyonlarda, CH₄'ün atmosferde kalma sürelerinin, atmosferdeki kalış süresinden çok daha uzun olabileceğini ifade etmiştir. Atmosferdeki endüstri öncesi CH₄ seviyeleri yaklaşık 700 ppb iken, seviyeler 2018'in sonlarında 1.867 ppb'yi aşmıştır. Mercan ve Karakaya (2013)' ya göre insan kaynaklı CH₄ emisyonlarının net radyasyon zorlaması metrekaşe başına yaklaşık 0,5 watt veya CO₂'nin ışıma kuvvetinin kabaca üçte biridir.

2.3. İklim Değişikliğine İlişkin Düzenlemeler

2.3.1. Birleşmiş milletler iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi

1992 yılında Rio de Janeiro’da (Brezilya) düzenlenerek 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)’nin amacı, atmosferde tehlikeli boyutlara varan insan kaynaklı sera gazı salınımlarının, iklim sistemi üzerindeki olumsuz etkisini önlemek ve sera gazı düzeylerini 1990 yılı seviyesinde tutmaktır. Sözleşmede ülkeler Ek-I ve Ek-II olarak iki gruba ayrılmıştır. Ek-I ülkeleri, sera gazı salınımlarının azaltılmasına yönelik politika ve önlemlerde öncü rol oynayacak ülkelerdir ve iki ülke grubundan oluşmuştur. Birinci grupta 1992 yılı itibarıyla OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı) üyesi olan ülkeler ve AB (Avrupa Birliği), ikinci grupta ise Pazar Ekonomisine geçiş sürecindeki ülkeler yer almaktadır. Ek-II ülkeleri ise birinci grupta üstlenilen yükümlülüklerle ilaveten teknoloji transferi ve finansman konularında geliştirmekte olan ülkelere destek verecek olan gelişmiş ülkelere oluşmaktadır. Halihazırda Ek-I listesinde 42 ülke ve AB üye ülkeleri, Ek-II listesinde ise 23 ülke ve AB üye ülkeleri yer almaktadır (T.C Dışişleri Bakanlığı, 2022).

Türkiye sözleşmenin imza aşamasında hem Ek-I hem de Ek-II listesinde yer alıyorken, 2001 yılında Marakeş’te gerçekleştirilen 7. Taraflar Konferansı’nda ülke isteği üzerine alınan kararla Ek-II listesinden çıkarılmıştır. Bu toplantıda Türkiye’nin Ek-I taraflarından farklı konumu olduğu karara bağlanmıştır. Türkiye, bu kararla Ek-I listesinde olup da geçiş ekonomisi olmayan ve “özel şartları” Taraflar Konferansı kararlarıyla kabul edilmiş olan tek ülke konumundadır.

Taraflar Konferansı (Conferences of the Parties, COP) sözleşmenin yürürlüğe girdiği 1994 yılından sonra ilk defa 1995 yılında Berlin’de düzenlenmiştir. Halihazırda 27 tanesi tamamlanmış olan konferanslar arasında en önemlisi 1997 yılında Kyoto’da düzenlenen üçüncü taraflar konferansıdır ki bu konferansta Kyoto Protokolü imzalanmıştır. En son düzenlenen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı (COP27), Şarm El-Şeyh (Mısır) şehrinde 6-18 Kasım 2022 tarihleri arasında gerçekleşmiştir. 194 ülke bir araya gelerek iklim değişikliğinin yaşamları ve

geçim kaynakları kötü yönde etkilenmiş topluluklar üzerindeki etkileri ele alınarak kayıp ve hasarın finansmanı konusunda ileriye dönük bir yol belirlenmiştir.

COP 27, ülkelerin küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi seviyelerin 1,5 °C üzerinde sınırlama taahhüdünü yeniden teyit eden bir karar paketi sunmasıyla sonuçlanmıştır. Karar paketi ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltma ve iklim değişikliğinin kaçınılmaz etkilerine uyum sağlama eylemlerini güçlendirmenin yanı sıra gelişmekte olan ülkelerin ihtiyaç duyduğu finans, teknoloji ve kapasite geliştirme desteğini arttıran bir pakettir. Türkiye daha önce COP 26'da 2030 yılına kadar %21 emisyon azaltımı olarak verdiği taahhüdü değiştirerek %41'e yükseltmiştir.

2.3.2. Kyoto protokolü

Taraflar konferansların ilki olan COP1 (1995-Berlin) gelişmiş ülkelerin bağlayıcı yükümlülüklerini arttırmayı amaçlayan bir protokolü müzakere etmek üzere toplanmıştır. Gelişmiş ülkelerin daha fazla sorumluluk üstlenmeleri ve mevcut Sözleşme'nin niteliğini güçlendirmek amacıyla yaklaşık iki yıl süren müzakereler sonucunda, 1997 yılında Kyoto'da gerçekleştirilen 3. Taraflar Konferansı'nda "Kyoto Protokolü" imzalanmış ve 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Halihazırda protokole taraf olan ülke sayısı 191'dir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesindeki Ek-I ülkeleri, Kyoto Protokolü'nde Ek-B listesini oluşturmaktadır. Emisyon azaltımı ya da kontrollü artış yükümlülüğü olan bu ülkeler, Kyoto Protokolü kapsamında sera gazı emisyonları toplamını, 2008-2012 yılları arasındaki birinci taahhüt döneminde, 1990 yılındaki seviyenin %5 altına düşürmeyi taahhüt amacıyla farklı oranlarda sera gazı emisyon azaltımı/sınırlandırması yükümlülükleri üstlenmişlerdir.

2012 yılında Doha'da düzenlenen 18. Taraflar Konferansında uzlaşmaya varan taraflar Protokol'ün 2020 yılına kadar devam etmesi kararını larak ikinci taahhüt dönemini 2013-2020 yılları olarak belirlemiştir. Protokolün ikinci taahhüt dönemini oluşturan "Doha Değişikliği" ile Ek-B ülkelerinin emisyonlarını ilk taahhüt döneminden farklı

olarak 2020 yılında 1990 yılına göre en az %18 azaltmaları kararlaştırılmıştır (Özmen, 2009).,

2.3.3. Paris anlaşması

Paris Anlaşması, 2015 yılında Paris'te düzenlenen BMİDÇS 21. Taraflar Konferansı'nda kabul edilerek 5 Ekim 2016 itibariyle küresel sera gazı emisyonlarının %55'ini oluşturan en az 55 tarafın anlaşmayı onaylaması ile 4 Kasım 2016 da yürürlüğe girmiştir. Paris Anlaşması, 2020 sonrası süreçte, iklim değişikliği tehlikesine karşı küresel ekonomik dayanıklılığın güçlendirilmesini hedeflemektedir. Paris Anlaşması'nın uzun dönemli hedefi, endüstriyelleşme öncesi döneme kıyasla küresel sıcaklık artışının 2°C'nin altında tutulmasıdır. Anlaşma, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine maruz kalan ülkelerin uyum ve direnç kabiliyetlerinin artırılması ile sera gazı emisyon azaltım kapasitelerinin yükseltilmesi amacıyla öncelikle gelişmiş ülkelerin, en az gelişmiş ülkeler ve Küçük Ada Devletleri başta olmak üzere, ihtiyacı olan gelişmekte olan ülkelere finansman, teknoloji transferi ve kapasite geliştirme imkanları sağlamalarını öngörmektedir. Ülkemiz, Paris Anlaşması'nı, 22 Nisan 2016 tarihinde, New York'ta düzenlenen Yüksek Düzeyli İmza Töreni'nde 175 ülke temsilcisiyle birlikte imzalamış ve Ulusal Beyanımızda adı geçen anlaşmayı geliştirmekte olan bir ülke olarak imzaladığımız vurgulanmıştır. Paris Anlaşması, kabulünden 1 yıl geçmeden yürürlüğe giren ilk küresel anlaşmadır.

Anlaşma ile emisyon hedefinin başta enerji sektörü olmak üzere sanayi, ulaşım, tarım ve atık yönetimi alanlarında yapılacak yeni düzenlemelerle yerine getirilmesi öngörülmektedir. Bunun için de gelişmiş ülkelerin daha fazla sorumluluk alarak geliştirmekte olan ülkelere uluslararası iklim fonlarına erişebilmeleri önündeki engellerin kaldırılması konusunda yardım etmesi önemlidir (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2022).

2.3.4. Hükümetler arası iklim değişikliği paneli (IPCC)

1988 yılında Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) kurulmuştur.

IPCC'nin kuruluş amacı iklim değişikliğini bilimsel olarak değerlendirerek anlamak ve anlatmak ve küresel ve uluslararası düzeyde eylemler hazırlanması için stratejileri formülize etmek olmak üzere 2 temel ilkeye dayanmaktadır.

IPCC çalışmalarını 3 ana grupta sürdürmektedir. Birinci grupta, çalışmaları uluslararası kanıtlanmış bilim insanlarından faydalanarak iklim değişikliği ile ilgili verilerin toplanması sağlanmaktadır. İkinci grupta iklim değişikliğinin etkili olduğu alanlarda çalışmalarını yürütmekte ve bu alanlardaki uyum faaliyetleri gerçekleştirmektedir. Üçüncü grupta iklim değişikliği ile mücadeleyi sadece bilimsel olarak değil, iklim değişikliğine karşı ne zaman ve nasıl harekete geçileceği ile ilgili politikalar yürütülmektedir.

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPPC) 6. Değerlendirme Raporu kapsamında yaklaşık 4 yıl süren çalışmaların ikinci ayağı olan IPCC İkinci Çalışma Grubu'nun “İklim Değişikliği: Etkiler, Uyum ve Etkilenebilirlik” başlık yeni raporu 2022 Şubat sonunda tamamlanmıştır. “1.5 Derecelik Küresel Isınma Özel Raporu”, “İklim Değişikliği ve Arazi Raporu” Ağustos 2019 da ve “Değişen İklimde Okyanuslar ve Kriyosfer” raporu Eylül 2019 da yayımlanmıştır (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2022) .

2.4. Ekolojik Ayak İzi ve Karbon Ayak İzi Kavramları

Ekolojik ayak izi doğanın arzına karşı talebinin ölçülmesidir (Kaypak, 2013). Bir kişinin ya da toplumun çevre üzerinde var olan etkilerinin ölçüsüdür ve tüketilen kaynakların miktarıdır. Kaynakların tüketilme ve atıkların üretilme hızını ölçmektedir (Eren ve ark. 2017). Ekolojik ayak izi, sürdürülebilirlikle bağlantılı olarak üretim ve tüketim dağılımının bir ölçüsü olan, belirli bir ekonomiyi veya belirli bir yaşam standardında nüfusu desteklemek için gerekli olan toprak ve suyun verimliliğinin bir göstergesidir. Bu nedenle, çevresel kaliteyi iyileştirmek, mevcut ve gelecek nesiller için ihtiyaç duyulan doğal kaynakları sağlamak için çevrenin, kaynakların ve gezegenin biyolojik çeşitliliğinin sınırlarına saygı duymak gerekmektedir (Argun ve ark., 2019). Bir ürünün yaşam döngüsünden (hammadde, üretim, tüketimden ömrünün sonuna kadar) kaynaklanan olumsuz çevresel ve sosyal etkiler, olumsuz

sürdürülebilirlik etkileri olarak yeniden başlatılabilir ve sürdürülebilir üretim ve tüketim ilkeleri çerçevesinde çözülebilir (Eşitti ve Duran, 2018). Bir arazinin ekolojik

ayak izi biyolojik kapasitesinden büyükse, bu alan sürdürülemez olarak kabul edilmektedir.

Ekolojik ayak izi insanların ormancılık, çiftçilik, balıkçılık, madencilik, imalat gibi faaliyetler yoluyla çevrede tükettiği doğal kaynakları ölçmektedir. Özellikle biyolojik kapasite gibi tamamlayıcı ölçütlerle birlikte düşünüldüğünde, ekolojik ayak izi bireylerin gezegen üzerindeki etkilerini anlamalarına yardımcı olabilmekte, sürdürülebilirliği ve refahı iyileştirmede ülkelere rehberlik edebilmekte, kamu projelerine fon tahsis eden yerel liderleri bilgilendirebilmekte ve bu kapsamda çeşitli amaçlarla kullanılabilmektedir (Mancini ve ark., 2016).

Yurtkuran (2020)'ye göre ekolojik ayak izi genellikle bir ortamın arz/talep karşılaştırmasını tek bir sayı olarak gösteren "biyokapasite rezervini" belirlemek için biyokapasiteden çıkarılmaktadır. Pozitif biyolojik kapasite rezervi, çevrenin kaynakları insanların şu anda tükettiğinden daha hızlı ürettiği veya yenilediği anlamına gelmektedir. Negatif rezerv ise insanların kaynakları, çevrenin onları yenileyebileceğinden daha hızlı kullandığı anlamına gelmektedir. Ekolojik ayak izi bireyler, şehirler, bölgeler, ülkeler veya tüm dünya dahil olmak üzere farklı popülasyonlar için hesaplanabilmektedir. Bu kapsamda ortaya çıkan ekolojik ayak izi birimleri dünya ortalamasına eşit bir üretkenlik ile biyolojik olarak verimli arazi miktarını ölçen küresel hektar (GHA) olarak ifade edilmektedir (Kılınç, 2021). Peters (2010)'a göre daha spesifik olarak ekolojik ayak izi, nüfusun kendini sürdürmesini sağlayan "biyolojik olarak üretken" toprak veya su miktarını ölçmektedir. Bu ölçüm, bir nüfusun (1) mal üretmesi ve (2) atıklarını "asimile etmesi" veya temizlemesi için ihtiyaç duyduğu kaynakları hesaba katmaktadır.

Kaynakların tükenmesi veya kullanılması, üretim ve asimilasyon ve doğadan hizmetlerin kullanılması yoluyla her bireyi, süreci, ürünü, eylemi ve bölgede yaşayan bireyleri etkilemektedir. Bu kapsamda ortaya çıkan etkilerin hesaba katılmasının

gerekliliği üzerinde duran Pandey ve ark., (2011) araştırmasında ekolojik ayak izinin kuruluşlar, hizmetler, ürünler ve süreçlerle birlikte bir birey, bir köy, bir yerellik, bir ulus veya tüm dünyanın kendisi için hesaplanabileceğini ifade etmiştir. Bir ürünün emisyon faktörü, beşikten kapıya veya beşikten mezara aşamaları için veya o ürünün yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) ile ilişkili herhangi bir aşamada ölçülebilir. Pandey ve ark. (2011) seçilen ürünle ilişkili tüm yaşam döngüsü aşamalarını haritalandırarak ve üç parametreyi göz önünde bulundurarak emisyon faktörünün ölçülebileceğini belirtmiştir. Bu parametreler; (1) Bu ürünle ilgili ekin, orman ve hayvansal ürünlerin üretimi için gerekli alan miktarı, (2) temel olarak ürünün üretiminde kullanılan fosil yakıtların yanma süreçleriyle ilgili olarak, atmosferik karbondioksit emisyonlarını tecrit etmek için gereken alan ve (3) ürünün üretimi için nükleer enerjinin üretilmesi için gerekli alan şeklinde açıklanmıştır.

Ekolojik ayak izi, tipik olarak, arz ve talebe dayalı bir çevresel muhasebe sistemi oluşturmak için başka bir ölçü olan biyokapasite ile birlikte kullanılmaktadır. Doğal kaynakların arzı (biyokapasite), çevrenin mevcut kaynak tüketimi seviyelerini sürdürüp sürdüremeyeceğini belirlemek için bu kaynaklara (ayak izi) olan taleple karşılaştırılmaktadır. Kural olarak, hem ekolojik ayak izi hem de biyokapasite, birim olarak küresel hektar (GHA) kullanılarak "kişi başına" değerlerle ifade edilmektedir. Bu kapsamda Global Footprint Network'ün Açık Veri Platformundan alınan ve 2017 yılını kapsayan ekolojik ayak izi en yüksek 10 ülkenin ekolojik ayak izleri; Katar (14,72 kha), Lüksemburg (12,79 kha), Birleşik Arap Emirlikleri (8,95 kha), Bahreyn (8,66 kha), Trinidad ve Tobago (8,23kha), Moğolistan (8,05kha), Amerika Birleşik Devletleri (8,04 kha), Kuveyt (8,03kha) ve Umman (7,29 kha) 'dır. Bir ülkenin ayak izi ve biyolojik kapasitesi coğrafyası, nüfus büyüklüğü, çevre politikaları ve gelişmişlik düzeyi gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu kapsamda yapılan araştırmalar incelendiğinde; çok gelişmiş ve yüksek gelirli ülkelerin, düşük gelirli veya en az gelişmiş ülkelere göre daha yüksek ekolojik ayak izlerine sahip olma eğiliminde olduğu ortaya konulmuştur. Bununla birlikte, birçok gelişmekte olan ülkenin genellikle ekolojik ayak izine birincil katkıyı sağlayan büyük miktarda yakılan fosil yakıtlardır (Binboğa ve Ünal, 2018). Wackernagel ve Kitzes (2008)'e göre ise daha küçük arazi alanı (biyokapasiteyi azaltır) ve yüksek nüfus

(tüketimi artıran) da bir faktör olabilir. Ayrıca ilk 10'da hem Kanada hem de Finlandiya'nın varlığının gösterdiği gibi, oldukça gelişmiş ülkelerin pozitif bir biyokapasite rezervi elde etmesi mümkündür. En çevre dostu ülkeler arasında Danimarka ve İsviçre bulunmaktadır. En yüksek biyolojik kapasite rezervine sahip ilk 10 ülke Surinam (80,87 kha), Guyana (63,98 kha), Gabon (19,28 kha), Bolivya (12,41 kha), Kongo Cumhuriyeti (7,87 kha), Kanada (6,90 kha), Paraguay (6,74 kha), Finlandiya (6,61 kha), Orta Afrika Cumhuriyeti (6,35 kha) ve Brezilya (5,80 kha)'dır

Rees (2018), araştırmasında belirli bir popülasyonun ekolojik ayak izi biyolojik kapasitesini aşarsa, o popülasyonun ekolojik bir açığı olduğunu, bu durumun nüfusun doğal kaynaklara olan talebinin arzını aştığı anlamına geldiği ifade edilerek, bu durumun kaynak kıtlığına (gıda ve barınma gibi temel unsurlar dahil), daha yüksek fiyatlara ve hava, su, toprakta yüksek kirlilik seviyelerine yol açabileceği belirtilmiştir. Belirli bir popülasyonun biyokapasitesinin ekolojik ayak izini aşması ekolojik bir rezervi vardır anlamına gelmektedir. Bu nedenle biyolojik kapasiteden daha küçük bir ekolojik ayak izinin korunması insanlığın sürdürülebilirliği için gerekli bir koşuldur.

2.4.1. Türkiye'nin ekolojik ayak izi

1980'li yıllarda ülkemizde yaşanan ekonomik serbestleşmenin küreselleşme sürecini hızlandırdığını söylemek mümkündür. Ülkemizde tarımsal yapının azalıp sanayi odaklı bir anlayışın yerleşmeye başladığı bu dönemde köyden kente göçler artmış ve sanayileşme hızlanmıştır. Bu sanayileşme sürecinde enerji ve çevre problemleri de beraberinde gelerek aynı dönemde Türkiye'deki kişi başına enerji tüketimi ortalama %3,3 artmış, enerji tüketiminde dışa bağımlılığı, %70'in üzerine çıkmıştır (Akıllı, 2008; Kaypak, 2013; Tosunoğlu, 2014; Apaydın, 2020).

1980-2016 dönemi içerisinde, Türkiye'nin doğal kaynaklara olan talebi, biyolojik kapasitesi, doğal kaynakların kendini yenileme kapasitesi hemen hemen tüm senelerde aşılmıştır. Yani söz konusu dönem içerisinde Türkiye ekolojik açık vermiş ve bu açık da devamlı bir biçimde artış göstermiştir. 2016 senesinde Türkiye'deki kişi başına tüketimin ekolojik ayak izi 3,36 global hektarken biyolojik kapasitesi 1,44 GHA'da

kalmıştır. Bir başka deyişle 2016 senesinde, Türkiye'nin kişi başına ekolojik açığı 1,92 gha olarak hesaplanmıştır. Bu açık, Türkiye'deki çevresel sürdürülebilirliğin belki de

çeşitli ekonomik amaçlara erişebilmek adına riske edildiğini göstermektedir (Akıllı, 2008; Kaypak, 2013; Tosunoğlu, 2014; Apaydın, 2020).

Ozatac ve ark. (2017), Çetin ve ark. (2018), Katircioğlu ve Katircioğlu (2018) ve Pata (2018) gerek şehirleşme gerekse de sanayileşmenin karbondioksit emisyonunu arttırdığını, Bulut (2021) şehirleşmenin karbondioksit emisyonunu çoğalttığını belirtmişlerdir. Bu durumun yanı sıra Destek (2018), şehirleşmenin ekolojik ayak izini hem kısa hem de uzun dönem içerisinde arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Destek (2021) ise sanayileşmenin Türkiye'nin ekolojik ayak izini ve karbondioksit emisyonunu arttırdığını ileri sürmüştür.

Cetin ve Ecevit (2017), Dar ve Asif (2018), Pata (2018b), Pata ve Yurtkuran (2018) ve Karasoy (2019) çalışmalarında finansal kalkınmanın CO₂ emisyonunu arttırdığını, Godil ve diğerleri (2020) çalışmalarında ekolojik ayak izini arttırdığını, Ozatac ve diğerleri (2017) finansal kalkınmanın CO₂ emisyonunu etkilemediğini hem ekolojik ayak izini hem de CO₂ emisyonunu azalttığını bildirmiştir.

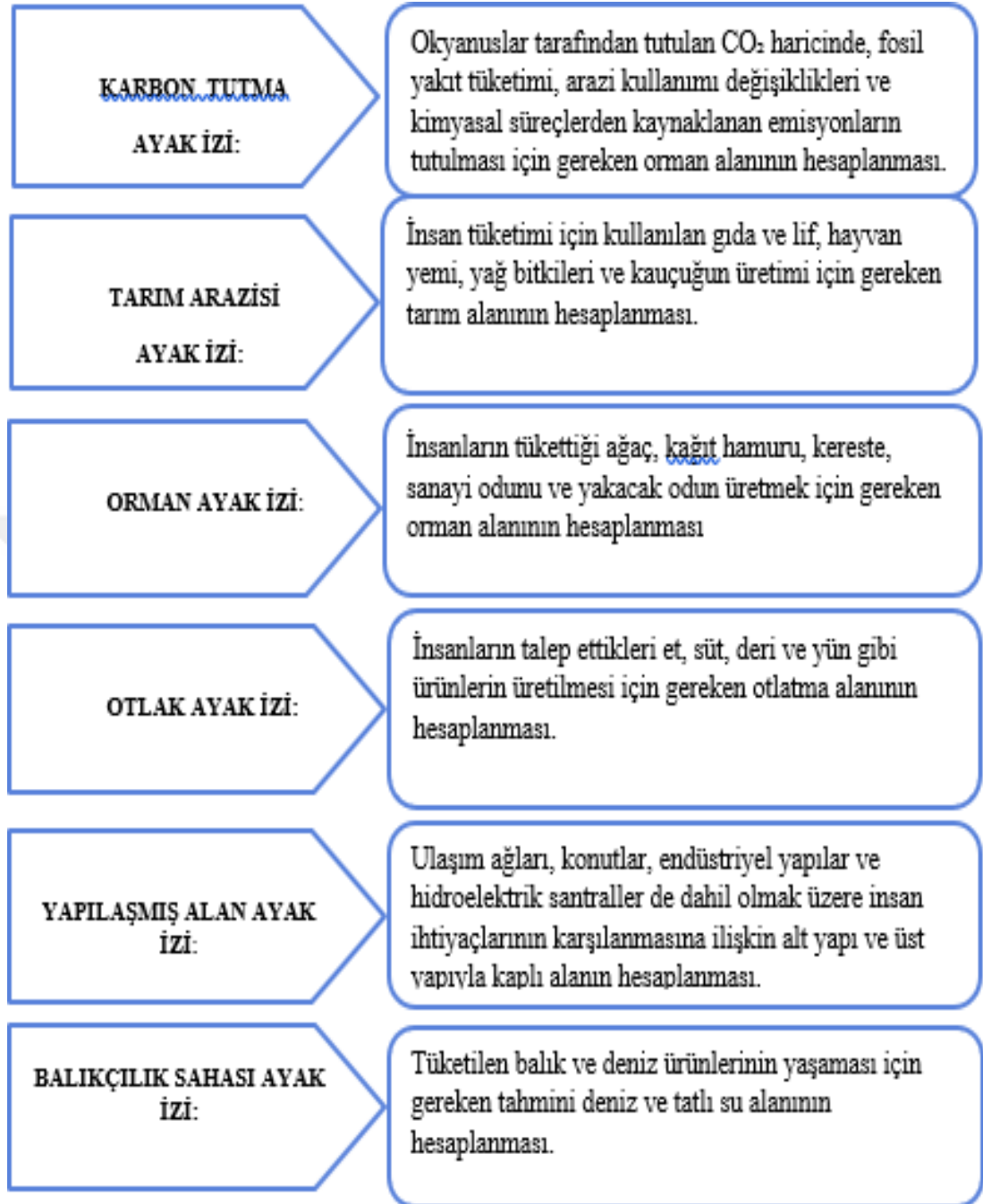
Şekil 2.1 'de görüldüğü üzere, Türkiye'nin ayak izi bileşenleri ekili araziler, otlaklar, balıkçılık alanları, yapılaşmış araziler, ormanlık alan ve arazideki karbon talebi olarak sınıflandırılmıştır (Özsoy, 2015; Turan, 2017; Apaydın, 2020). Arz tarafında, bir ülkenin biyokapasitesi ekolojik varlıklarının üretkenliğini temsil etmektedir. Bu alanlar, özellikle hasat edilmeden bırakılırsa, üretilen atığın çoğunu, özellikle de karbon emisyonlarını etkileyebilmektedir.

Tarım arazisi ayak izi, hayvan yemi, balık unu, yağ bitkileri ve kauçuk dahil olmak üzere tüm mahsul ürünlerini yetiştirmek için gereken arazi alanından oluşmaktadır. Dünyadaki ekili alanların sayısı, dünyadaki fiziksel hektarlık ekili alanların sayısına kıyasla çok fazladır. Türkiye'nin 769,6 milyon dekarlık karasal büyüklüğünün yüzde

30,8'ini oluşturan tarım alanlarının yüzde 82,5'inde, tahıl ve diğer bitkisel ürünler yetiştirilmektedir (WWF, 2012).

Otlak Ayak İzi, bireylerin et, süt, deri, yün gibi hayvansal ürünlere talebi adına kullanılmakta olan otlaklardan oluşmaktadır. Dünyanın tamamında kişi başı büyüklüğü yüksek olan (0,21 kha/kişi) ve toplam ayak izi'nin %11'ini karşılayan Otlak Ayak İzi, Türkiye'de ulusal ayak izi'nin sadece %3'ünü (0.08 kha/kişi) oluşturmaktadır. Türkiye'de otlak alanların biyolojik kapasitesi, Otlak Ayak İzi'nin üzerinde olmasına karşın toplam Otlak Ayak izi'nin yaklaşık %32'si yurt dışından tedarik edilmektedir. Türkiye'de kişi başı Otlak Ayak İzi, zaman içerisinde düşüş göstererek, 2007 senesinde 1961'deki seviyesinin dörtte birine erişmiştir. Bu sayede hayvan ürünleri, tüketim oranının Otlak Ayak İzi üzerinde var olan etkisi düşüş gösterirken, Tarım Ayak İzi üzerinde var olan etkisiyse artmıştır (WWF, 2012).

Balıkçılık Ayak İzi, tüketilmekte olan balık ve deniz ürünlerinin yaşayabilmesi adına gereken deniz ve tatlı su alanı şeklinde hesaplanmaktadır. Balıkçılık sahası kullanımından kaynaklanan ayak izi Türkiye'nin toplam ayak izi'nin %2'sini (0,06 kha/kişi) oluşturmaktadır. Türkiye'nin Balıkçılık Ayak İzi, ulusal biyolojik kapasitesini %20 aşmakta, balık tüketimi adına gereken biyolojik kapasitenin yarısı yurt dışından karşılanmaktadır (WWF, 2012).



Şekil 2.1. Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzi Bileşenleri (WWF, 2012)

Avlanma alanı ayak izi, hasat edilen tüm sucul türleri sürdürmek için gereken yıllık birincil üretime göre hesaplanmaktadır. Bu birincil üretim gereksinimi, ortalama trofik düzeyine dayalı olarak, hasat edilen balığın, bu türü sürdürmek için gereken yıllık birincil üretime kütle oranıdır. Avlanan avlar için yapılan hesaplamalar, bunun israf edilip edilmediğini de içermektedir. Türkiye'nin Ayak İzi'nin %11'ini avlanma alan ayak izi oluşturur.

Orman Ayak İzi 0,21 kha'yla Türkiye'nin toplam ayak izi'nin %8'ine karşılık gelmektedir. 1961-2007 seneleri içerisinde en az artış Orman Ayak İzi'nde gerçekleşmiştir. Bu durumun sebepleri köyden kente göçle kömür ve doğal gaz kullanımının çoğalması, yakacak odun tüketiminin azalması ve orman ürünlerinden imal edilen malzemelerin yerini giderek çelik, beton ve plastik benzeri diğer hammaddelerin almasıdır (WWF, 2012).

2.4.2. Türkiye'nin karbon ayak izi

Karbon ayak izi ve su ayak izi gibi bileşenler de ekolojik ayak izinden kaynaklanmaktadır (Kitzes ve ark., 2008; Rees, 2018; Civelekoğlu ve Bıyık, 2018). Ekolojik ayak izi ve karbon ayak izi farklı kavram olup karbon ayak izi ekolojik ayak izi hesaplamasında olduğu gibi tüm bir yaşam tarzını göz önünde bulundurmak yerine, sera gazı emisyonlarıyla ilgili faaliyetlere odaklanmaktadır. (Gökçek ve ark., 2019). Örneğin, fosil yakıtları yakmanın veya elektrik tüketmenin çevre üzerindeki etkisini belirlemek için bir karbon ayak izi kullanılmalıdır (Kitzes ve ark., 2008).

Temel manada karbon ayak izi insanların çeşitli eylemleri sonucunda ortaya çıkan toplam sera gazı (karbondioksit ve metan dahil) miktarı olarak ifade edilebilir (Özlem, 2013). Mancini ve ark. (2016)'ya göre karbon ayak izi bir kişinin yaşam tarzını ve faaliyetlerini doğrudan veya dolaylı olarak desteklemek için üretilen tüm sera gazı (GHG) miktarına karşılık gelmektedir. Karbon ayak izi genellikle bir yıl boyunca eşdeğer ton CO₂ cinsinden ölçülmekte ve bir kişi, kuruluş, ürün veya etkinlik ile ilişkilendirilebilmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü' ne göre ise karbon ayak izi, insan faaliyetlerinin fosil yakıtların yakılması yoluyla üretilen karbondioksit (CO₂) miktarı üzerindeki etkisinin bir ölçüsüdür ve ton olarak üretilen CO₂ emisyonlarının ağırlığıdır. Bir karbon ayak izi, bir kişi, kuruluş, olay veya ürün tarafından doğrudan veya dolaylı olarak neden olunan toplam sera gazı emisyonlarıdır (Özsoy, 2015).

Sürdürülebilirliğe bağlı olmak isteyen şirketler için karbon ayak izi iklim etkilerini değerlendirmek için önemli bir araç olup olarak yaşam döngüsü değerlendirmelerinin ve sürdürülebilirlik raporlamasının merkezi bir bileşenidir (Mızık ve Yiğit Avdan,

2020). Bu kapsamda karbon ayak izi şirketlere sera gazı üreten alanları, enerji tasarrufu ve verimlilik önlemleri için potansiyelin nerede olduğunu göstererek şirketin operasyonel maliyetlerini sürdürülebilir bir şekilde azaltabilmesini sağlaması açısından önemlidir (Tosunoğlu, 2014).

Karbondioksit hem güneşten hem de dünya yüzeyinden yayılan ısıyı hapsedmekte ve bu ısıyı atmosfere bırakmaktadır. Fosil yakıtlar yakılıp ormanlar tahrip edildikçe yüksek konsantrasyonlardaki sera gazı, özellikle de karbondioksit, gezegenin ortalama yüzey sıcaklığını dayanılmaz seviyelere yükseltmekte ve bir dizi yaşamı tehdit eden etkiye neden olmaktadır. Bu kapsamda atmosferdeki karbondioksit seviyeleri 18. yüzyılın ortalarından bu yana yüzde 40'tan fazla artmıştır. Karbondioksit seviyeleri yükselmeye devam ettikçe, daha fazla sıcaklık artışı körükleyecek, okyanus asitleşmesi artacak, deniz seviyeleri yükselecek, daha sık ve yoğun fırtınalar oluşacak, kitlesel türler yok olacak, gıda kıtlığı ve daha büyük ekonomik eşitsizlik dahil olmak üzere kümülatif etkiler dünya çapında hissedilecektir (Peters, 2010).

Gelişmiş ülkelerdeki çoğu tüketici için ürünler ve faaliyetler dört ana kategoriye ayrılmıştır. Bu kategoriler evdeki enerji kullanımı, ulaşım, gıda ve mutfak gereçlerinden giysilere, arabalardan televizyon setlerine kadar çoğunlukla satın alınan ürünler olan diğer herşey olarak ifade edilmiştir (Gökçek ve ark. (2019). Bu faaliyetler ve ürünler kendi ayak izine sahiptir. Bir kişinin karbon ayak izi, satın aldığı ve kullandığı ürünlerin, üstlendiği faaliyetlerin toplamıdır. Düzenli olarak sığır eti tüketen bir kişi, vegan bir bireyden daha büyük bir yiyecek ayak izine sahip olacaktır. Bir kişinin karbon ayak izinin büyüklüğünün servetle birlikte artma eğiliminde olduğunu ortaya koyan Gökçek ve ark., (2019) araştırmasında ortalama bir dünya vatandaşının yılda yedi ton karbondioksit salınımına eşdeğer bir karbon ayak izine sahip olduğunu ifade etmiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün önerilerine uygun olarak bireylerin karbon ayak izini iyileştirmek için üzerinde çalışabileceği beş alan şunlardır;

1. Ulaşım–İyi ve Sürdürülebilir Davranış Örnekleri: Araba yolculuklarının sayısının azaltılması, dünyanın en hızlı büyüyen CO₂ emisyon kaynağı olan uçak kullanımından kaçınılması,

2. Gıda–İyi ve Sürdürülebilir Davranış Örnekleri: Tüketilen hayvansal ürün sayısının azaltılması, yerel ve mevsimlik üretilen yiyeceklerin tercih edilmesi; organik atıkların geri dönüştürülmesi,
3. Su Kullanımı–İyi ve Sürdürülebilir Davranış Örnekleri: Çamaşır makinesinin ve bulaşık makinesinin asgari düzeyde kullanılması, bireylerin ihtiyaçları olan kadar suyu kullanması, aşırıya kaçmaması, yeraltı suyuna alternatif olarak bir çatıya erişimin olması halinde yağmur suyunun toplanması,
4. Enerji Kullanımı–İyi ve Sürdürülebilir Davranış Örnekleri: Gereksiz klima kullanımının azaltılması, enerji cihazlarının, yalnızca evdeyken açık olacak şekilde programlanması, bireylerin evlerinin yalıtımlarını iyileştirmesi, ihtiyaç olmadığıda ışıkların kapatılması ve LED gibi enerji tasarruflu ışıkların kullanılması,
5. Atık Yönetimi–İyi ve Sürdürülebilir Davranış Örnekleri: Ürünlerin yeniden kullanılması veya geri dönüştürülmesidir.

Türkiye'nin toplam ekolojik ayak izinde en büyük payı %46 (kişi başı 1,17 kha) gibi yüksek bir oranla karbon ayak izi almaktadır. Karbon ayak izini oluşturan CO₂ emisyonları içinde en büyük pay %26 ile elektrik sektörüne aittir. Bunu sırasıyla imalat sanayii ve inşaat (%22), ithalat (%16), ulaştırma (%15), elektrik dışı konut ve hizmetler (%12) ve diğer bileşenler izlemektedir (WWF, 2012). Türkiye için bireysel bazda karbon ayak izi miktarı 2010 verilerine göre 4,1 ton, 2002 verilerine göre 3 tondur. Endüstrileşmiş ülkelerde bu değer 11 ton, dünyada kişi başına düşen karbon ayak izi ortalaması 4 ton, dünya çapında hedeflenen kişi başına düşen karbon ayak izi miktarı ise 2 tondur.

2.4.3 Kurumsal karbon ayak izi

Kurumsal karbon ayak izi sürdürülebilirlik raporları ve sürekli CO₂ yönetimi için sera gazı göstergelerinin belirlenmesinde temel teşkil etmektedir. Bütünsel bir sürdürülebilirlik stratejisinin parçası olarak azalan bir CO₂ hedefinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bireylerin her birinin kendi kişisel karbon ayak izi olduğu gibi, şirketlerinde karbon ayak izi mevcuttur. Bir kuruluşun karbon ayak izi, söz konusu

şirketin gerçekleştirdiği faaliyet yoluyla doğrudan veya dolaylı olarak yayılan tüm sera gazı emisyonlarını içermektedir (Üreden ve Özden, 2018; Turan, 2019; Karakaya; 2019).

Şirketleri küresel ısınmayla mücadele politikalarını benimsemeye iten güçler hem zorunlu (uluslararası anlaşmalar, ulusal mevzuat vb.) hem de gönüllü (çevresel kanaat, kaynak tasarrufu vb.) güçlerdir. Şirketlerin ve kuruluşların CO₂ dengesi için, genellikle bir yıl olmak üzere, belirli bir referans dönemi içindeki ilgili tüm sera gazı emisyonları dikkate alınmaktadır. Yöntem ve yaklaşım, uluslararası kabul görmüş standartlara (ISO 14064, Sera Gazları Protokolü) dayanmaktadır (Üreden ve Özden, 2018; Turan, 2019; Karakaya; 2019).

Karbon ayak izi, sera gazı ve maliyet azaltma planlarının uygulanması için bir yönetim aracı olarak hizmet etmektedir. Kurumsal karbon ayak izine dayalı olarak küresel ısınmayı azaltmak için net bir iklim stratejisi geliştirilebilir. Sera gazı ayak izinin harici olarak doğrulanması raporlamayı sağlamakta, itibarı geliştirmekte ve iklim yönetiminizin güvenilirliğinin kanıtı olarak hizmet etmektedir (Üreden ve Özden, 2018; Turan, 2019; Karakaya; 2019).

Türkiye’de ISO 14064-1 2018 Sera Gazı Envanter Kategorileri Raporlama Sınırlarının Belirlenmesi Doğrudan ve Dolaylı Sera Gazı Emisyonlar raporuna göre sera gazı emisyonları 6 kategoriye ayrılmıştır (ISO, 2018).

Kategori 1: Doğrudan sera gazı emisyonlarıdır. Emisyon kaynakları kendi içlerinde gruplara ayrılmaktadır. Bunlara; sabit yakma, mobil yanma, doğrudan proses emisyonları, doğrudan sera gazı kaynaklarından kaynaklı kaçak emisyonlar, arazi kullanımı ve değişikliği örnek gösterilmektedir.

Kategori 2: İthal edilen enerjiden kaynaklı dolaylı sera gazı emisyonlarıdır. Bunlara;

kuruluş tarafından dışarıdan satın alınan elektrik, buhar, ısıtma, soğutma ve basınçlı hava örnek olarak gösterilmektedir.

Kategori 3: Ulaşımdan kaynaklı dolaylı sera gazı emisyonlarıdır. Bunlara; ulaşım ekipmanının yapımı (araç ve altyapı), ulaşım kaynaklı tüketilen yakıt ve yakıt nakliyesi, servis araçları, tesise gelen ve dağıtımdan kaynaklı emisyonlar örnek olarak gösterilmektedir.

Kategori 4: Kuruluş tarafından kullanılan Ürün/Hizmetlerden kaynaklanan dolaylı sera gazı emisyonlarıdır. Bu kategoriye; satın alınan ürünlerin imalatı kaynaklı emisyonlar, sermaye ürünlerinin amortismanı ile ilgili emisyonlar, kuruluş tarafından kullanılan hizmetlerden kaynaklı emisyonlar, atıklardan kaynaklı emisyonlar, kiralanan araçların kullanımı kaynaklı emisyonlar örnek olarak gösterilmektedir.

Kategori 5: Kuruluştaki ürünlerin kullanımıyla ilişkili dolaylı sera gazı emisyonlarıdır. Bu kategoriye; ürünün kullanımı aşamasından kaynaklı emisyonlar, alt kiralanan varlıklardan kaynaklanan emisyonlar, ürünün yaşam sonu aşamasında oluşan emisyonlar ve yatırımlardan kaynaklanan emisyonlar örnek olarak gösterilmektedir.

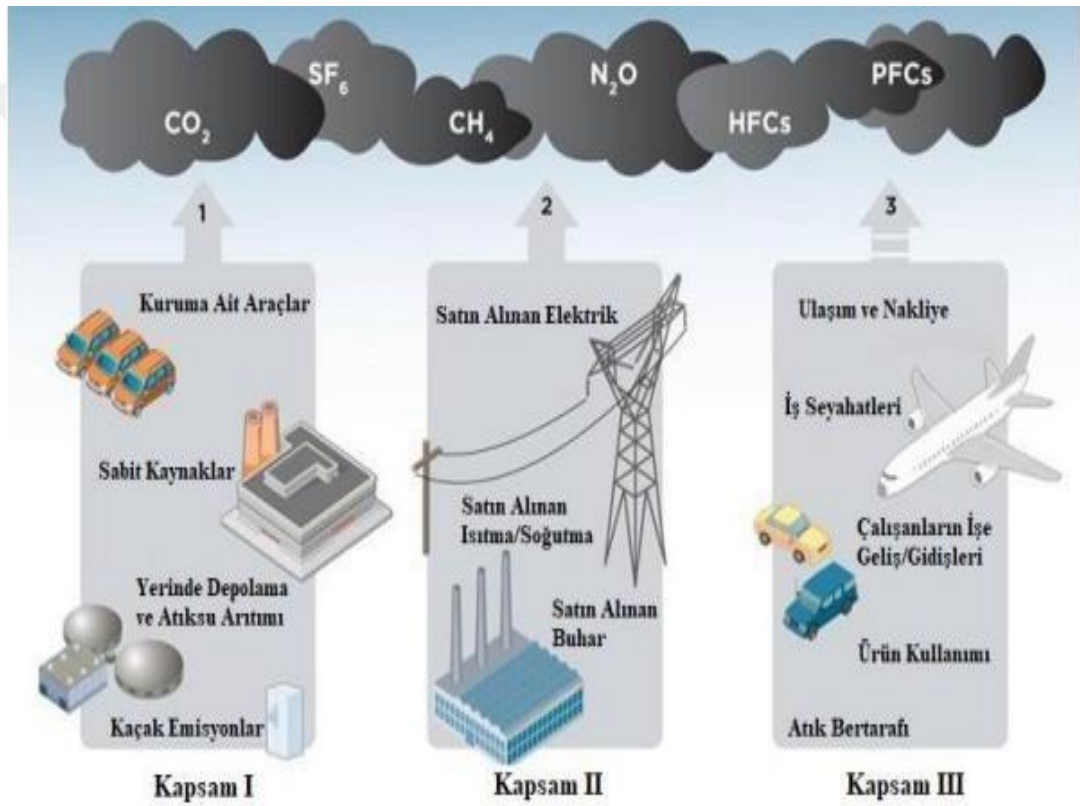
Kategori 6: Diğer kaynaklardan dolaylı sera gazı emisyonlarıdır. Bu kategorinin amacı, başka herhangi bir kategoride (Kategori-2, Kategori-3, Kategori-4, Kategori-5 gibi) rapor edilemeyen herhangi bir kuruma özgü emisyon bu kategori altında raporlanmasıdır. Sonuç olarak, bu belirli kategorinin içeriğini tanımlamak kuruluşun sorumluluğundadır.

Karbon ayak izi hesabı kurumsal, bireysel, bölgesel vb. olarak yapılabilir. Genellikle yılda bir olmak üzere belirli bir zaman aralığı belirlenmektedir. Yakıtlardan oluşan emisyonların hesabında IPCC (Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli) standartları kullanılmaktadır. Şekil 2.2 de Kurumsal Ayak İzi Bileşenleri gösterilmektedir (Anonim, 2017). CO₂ emisyonlarının belirlenmesi sırasında Kapsam 1, Kapsam 2, Kapsam 3 olmak üzere 3 yöntemden faydalanılmaktadır (IPCC, 2006).,

Kapsam 1: Kurumların faaliyetleri sırasında doğrudan meydana gelen salınımların ölçüsüdür. Kurumun içerisindeki her türlü faaliyetten, kurumun kendisine ait olan araçları ile gerçekleştirilen taşıma faaliyetleri Kapsam 1’de yer almaktadır.

Kapsam 2: Kurumun kendi içerisinde üretmediği, dışarıdan satın aldığı (elektrik, su, ısı vs.) kaynaklardan meydana gelen salınımlardır.

Kapsam 3: Kapsam 2’de bulunmayan fakat dolaylı olarak kurum faaliyetleri sonucunda oluşan diğer emisyonlardır. (Örneğin; Ürün için kullanılan ambalajlardan, reklam broşürlerine kadar) Kurumların dışarıdan temin ettiği taşeron faaliyetleri, kiralık araçlar, bu araçların kullandıkları yakıt, kurumda çalışanların iş ile alakalı seyahatlerine (uçak, deniz, kara taşımacılığı) bağlı oluşan tüm emisyonlardır.



Şekil 2.2. Kurumsal Ayak İzi Bileşenleri (Anonim, 2017)

2.5. Türkiye’de Eğitim Kurumlarında Gerçekleştirilen Ayak İzi Çalışmaları

Sinop Üniversitesi’nde gerçekleştirilen bir çalışma ile akademik, idari ve sözleşmeli personele karbon ayak izi ölçüm soruları sorulmuştur. Katılımcıların yıllık uçuş saati akademisyenlerin ortalama 12,1 saat, idari personelin ortalama 6,6 saat, ve işçi personelin 2,1 saat uçuş yaptığı belirtilmiştir. Akademisyenler araçları ile yolculuk

yapmayı, idari ve işçi personeller ise toplu taşıma araçlarını tercih etmiştir. Ayrıca tüm personelin evlerinde yenilebilir enerjinin kullanım oranı oldukça az olduğu sonucuna ulaşılmış, akademisyenlerin ekolojik ayak izini 6,5, idari ve işçi personelin 5,2 olarak hesaplamışlardır. CO₂ emisyonları ise akademisyenlerde 9,3, idari personelde 7,3 ve işçi personelde 7,2 olarak hesaplanmıştır. Kişisel araçların kullanılması yerine toplu taşıma araçlarının kullanılması, ekonomik araçların kullanılması ve uçakla uçuş saatinin minimuma indirilmesi önerilmiştir (Doğancılı ve ark., 2019).

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak yerleşkesindeki üç farklı Yüksekokulun (Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Hikmet Tolunay Meslek Yüksekokulu ve Zeliha Tolunay Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu) karbon ayak izi hesaplanmıştır. Karbon ayak izi değerinin hesaplanmasında birimlerin kullandığı toplam elektrik tüketimi, ısınma ihtiyacı için kullanılan doğalgaz tüketimi, personellerin araçlarının yakıt türleri ve öğrencilere ait günlük ulaşım değerleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda karbon emisyon miktarının en fazla doğalgaz tüketiminden, en az ise benzinli araçların sebep olduğu tespit edilmiştir (Kumaş ve ark., 2019).

Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesinde 91 akademisyen ile yüz yüze yapılan çalışma sonucunda akademisyenlerin ekolojik ayak izi ortalamaları ,08 kha olarak hesaplanmıştır. Ekolojik ayak izinin, %19,55'i gıda, %30,51'i seyahat, %19,19'u evsel ve %30,67'si diğer kapsamında yer alan kaynaklardır. Akademisyenlerin karbon ayak izi ortalamaları 14,31 ton olarak hesaplanmış olup seyahat, gıda, evsel ve diğer yaşam alışkanlıklarından kaynaklanmaktadır (Eren ve ark., 2017).

Akdeniz Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu'nda yapılan bir çalışmada, personel ulaşımı ve elektrik tüketimi kaynaklı karbon salınımı 98,307 kg CO₂e olarak hesaplanmıştır. Yakıt türlerini değiştirerek yapılan çalışma ile benzin, dizel ve LPG'li araçlar için karbon ayak izleri sırasıyla 102,214 kg, 95,749 kg ve 100,427 kg olarak hesaplanmıştır. Değerlerdeki farklılık kullanılan yakıt türlerinin kalorifik değerleri, kimyasal yapıları ve kullanıldıkları motor tiplerinin farklılığından dolayıdır. Okula ait karbon salınımında en önemli pay elektrik tüketimine ait olup elektrik tüketimini azaltmanın salınımı doğrudan azaltacağı vurgulanmıştır.

Yüksekokuldaki elektrik tüketiminin ısınma, soğutma, aydınlatma, ofis araçları ve asansör kaynaklı olduğu vurgulanmıştır. Isınma ve soğutmadan kaynaklı elektrik tüketimini azaltmak için binaya ısı yalıtımı uygulanması, ısıtma ve soğutma amaçlı kullanılan klimaların yüksek enerji tasarruflu olanlarıyla değiştirilmesi, personel ve öğrencilere farkındalık sağlayacak çeşitli eğitimler verilmesi, Antalya gibi güneş ışınlamı alan bir bölge için fotovoltaik güneş panelleri ve rüzgar türbini ile elektrik enerjisi üretimi önerilmiştir (Yaka ve ark., 2015)

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi'nde de birincil karbon ayak izi IPCC Kapsam 1 ve DEFRA olarak iki farklı metot ile hesaplanmıştır. Birincil karbon ayak izi IPCC Metodolojisi Kapsam 1 yaklaşımıyla 2019 yılı için 2753,2 tCO₂e, 2020 yılı için 2383,74 tCO₂e olarak hesaplanmış, 2019 yılı ile karşılaştırıldığında emisyon miktarında %13,42 azalma tespit edilmiştir. Birincil karbon ayak izi DEFRA dönüşüm faktörleriyle 2019 yılı için 2314,53 tCO₂e, 2020 yılı için 1826,53 tCO₂e olarak hesaplanmış yine 2019 yılı ile karşılaştırıldığında bu oranda %21,08 lik bir azalma belirlenmiştir. Bu azalmada küresel ısınmadan kaynaklı havanın giderek daha da ılımanlaşması ve Covid-19 pandemi süreci nedeniyle 2020 yılında eğitim-öğretime uzaktan eğitimle devam edilmesinin etkili olduğunu öne sürmüşlerdir. Hesaplamalar neticesinde IPCC Kapsam 1 yaklaşımına göre elektrik kaynaklı karbon salınımından sonra en fazla etki ısınma amaçlı kullanılan doğal gaz tüketiminden, en az etki ise benzin tüketimindendir. DEFRA dönüşüm faktörü hesaplamasında en fazla karbon salınımı elektrik tüketiminden sonrasında ise kömür tüketimindendir. En az karbon salınımı ise IPCC Kapsam 1 yaklaşımına benzer şekilde benzin kaynaklıdır.

IPCC Kapsam 1 yaklaşımı ile DEFRA arasındaki bu fark IPCC Kapsam 1 yaklaşımı hesaplamalarında kullanılan emisyon faktörlerinin genel olması, DEFRA'nın İngiltere'ye ait ulusal verileri kullanması olarak açıklanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, küresel iklim değişikliği ve çevre sorunları ile ilgili farkındalık oluşturacak/artıracak eğitimlerin düzenlenmesi, kömür, doğalgaz, elektrik gibi karbon salınımını etkileyen faktörlerin kullanımında tasarrufa gidilmesi, okul bünyesinde farkındalığın artırılması için iklim değişikliğinin müfredat sistemine eklenmesi gibi öneriler sunmuşlardır (Seyhan ve Çerçi, 2022).

2018 yılında yapılan bir çalışmada Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde çalışan 46 akademisyen ve idari personelin ekolojik ayak izi ve karbon ayak izleri ele alınmıştır. Gıda, ulaşım, barınma, tüketim malları ve hizmetleri ile ilgili sorular bulunan ekolojik ayak izini hesaplama anketi kullanılmıştır. Mühendislik fakültesi çalışanlarının ekolojik ayak izi, 2,53 kha, karbon ayak izi ortalaması ise 15,55 ton olarak saptanmıştır. Ekolojik ve karbon ayak izi değeri hesaplanırken bireylerin tüketim ve geri dönüşüm alışkanlıklarını değerlendirmişlerdir. Ekolojik ve karbon ayak izi değeri yüksekliğinin nedenleri anketlere verilen yanıtlara göre değerlendirildiğinde gıda kategorisinde etçil beslenmenin ağırlıklı olması, seyahat kategorisinde çoğunlukla büyük hacimli araçların kullanılması, toplu taşıma araçlarının kullanılmaması, yıl içinde yurt içi seyahatler için geçirilen sürelerin fazla olması olarak açıklanmıştır (Başoğlu, 2018).

Manisa Celal Bayar Üniversitesi'nde yapılan karbon ayak izi çalışmasında, üniversitenin yıllık karbon emisyon miktarı 8,953,906 ton CO₂ olarak hesaplanmıştır. Karbon emisyonu 7,865,721 ton CO₂e ile en fazla elektrik tüketimi, ondan sonra ise 613,701 ton CO₂e ile kömür kaynaklı olup en az emisyon miktarı 8,223 ton CO₂e ile benzin tüketimi kaynaklıdır. Üniversitenin karbon ayak izini azaltmasına yönelik olarak kampüse 4700 adet fidan dikilmesi, yenilenebilir enerji kaynağı olan Güneş Enerji Santrali projesinin başlatılması, üniversitenin karbon ayak izini azaltması ve sürdürülebilir kaynak kullanımını sağlaması için öncelikli olarak üst yönetimin kararlılığı ve desteğinin ortaya konulması, çevre sorunları, küresel iklim değişikliği ile mücadelede farkındalığı arttırmak amacıyla eğitim çalışmaları ve projelerin yapılması, üniversitenin tüm bölümlerinde çevre sorunları, doğa koruma, küresel iklim değişikliği ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı konularını içeren seçmeli dersin müfredata konulması, karbon ayak izini azaltmak amacıyla su, elektrik, ısınma ve ulaşım tasarruf sağlayıcı çalışmaların yapılması önerilmiştir (Binboğa ve Ünal, 2018).

2018 yılında yapılan ekolojik ayak izi azaltılmasına yönelik eğilim çalışması kapsamında, Gazi Üniversitesi'nden 126, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi'nden 40, Aksaray Üniversitesi'nden 53 öğrencinin katılımı ile bir çalışma yapılmıştır. Biyoloji

bölümünden 93 (%42,5), mühendislik bölümünden ise 126 (%57,5) öğrenci çalışmada yer almıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin 99'u (%45,2) kadın ve 120'si (%54,8) erkektir. Ekolojik ayak izi azaltılması konusundaki eğilim düzeylerinin belirlenmesi amacıyla Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği uygulanmıştır. Ölçeğin birinci bölümünde katılımcılara ait sosyo-demografik özelliklerin (cinsiyet, öğrenim gördüğü bölüm, aylık ortalama gider) yer aldığı sorular, ölçeğin ikinci bölümünde ise bireylerin ekolojik ayak izi azaltılması konusundaki eğilimini tespit etmeye yönelik sorular bulunmaktadır. Verilerin analizinde, ikili grupların karşılaştırılmasında bağımsız gruplar t-testi (Independent Samples t-Test) ve grup sayısının ikiden fazla olduğu karşılaştırmalarda tek yönlü varyans analizi (One-WayAnova) testi kullanılmışlardır. Yapılan çalışmada, ekolojik ayak izi azaltılmasına yönelik eğilim sonuçlarına bakıldığında genel olarak öğrencilerin eğilimlerinin ortalamanın üzerinde olduğu, alt boyutlarına bakıldığında ise öğrenim görülen bölümlerden bağımsız olarak, en yüksek eğilimin “enerji” alanında olduğu görülmüştür (Günel ve ark., 2018). Bu çalışmanın diğer amaçlarından bir tanesi olan “biyoloji” ve “mühendislik” alanlarında öğrenim gören katılımcıların ekolojik ayak izi azaltılması konusundaki eğilimlerinin öğrenim gördükleri bölüme göre anlamlı farklılık gösterip göstermediği olup biyoloji bölümünde öğrenim gören öğrencilerin ekolojik ayak izi eğilimi, mühendislik bölümünde öğrenim gören öğrencilerin eğiliminden daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni olarak, biyoloji bölümü öğrencilerinin, lisans dersleri arasında olan ve bu bilinci edinebilecekleri konuları işlemelerini göstermişlerdir. Bu gibi müfredata ekoloji alanında, çevreye verilen önemi arttırmaya yönelik zorunlu dersler, konular eklenerek öğrencilerin tutumunda anlamlı değişikliklerin sağlanabileceği vurgulanmıştır (Günel ve ark., 2018).

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışması süresince yürütülen farkındalık, bireysel karbon ayak izi ve kurumsal ayak izi çalışmaları için Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi seçilmiştir. Çalışmanın birinci kısmında, 304 öğrenciye ön bir eğitim verilerek öğrencilerin ekolojik ve karbon ayak izi hakkındaki farkındalıkları tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında 295 öğrenci ile birebir yüz yüze yapılan ölçüm çalışması ile öğrencilerin yıllık oluşturdıkları ortalama CO₂ miktarı ve kategori bazındaki emisyon miktarları hesaplanmıştır. Çalışmanın üçüncü kısmında ise Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi binasında kurumsal olarak salınan Kapsam 1 (kömür, jeneratör), Kapsam 2 (elektrik) ve Kapsam 3 (ulaşım, su tüketimi, kağıt tüketimi, mutfak tüpü, yangın tüpü, klima ve buzdolabı) kaynaklı emisyon miktarları hesaplanmıştır.

3.1. Farkındalık Çalışmaları

Bu tez çalışmasında öncelikle Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Giresun Milli Eğitim Müdürlüğüne ön başvuru yapmıştır. İstenilen belgeler (veli onay formu, gönüllü katılım formu, araştırma örneğinin içeriği, araştırma izni başvuru taahhütnamesi, veri toplama araçları, belge ve materyallerin tamamı gibi) ile birlikte Giresun Milli Eğitim Müdürlüğü Milli Eğitim Bakanlığına başvuruda bulunmuştur. Başvurunun kabulü sonrasında 304 öğrencisi ve 29 öğretmeni bulunan Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerine öncelikle bir ön bir eğitim verilmiştir. Sonrasında öğrencilerin ve öğretmenlerin ekolojik ve karbon ayak izi hakkındaki farkındalıklarının tespit edilmesi amacıyla Ek-2’ de verilen 15 soruluk bir farkındalık anketi uygulanmıştır.

3.2. Bireysel Karbon Emisyon Hesaplamaları

Ek-2 anket sonuçlarının analizinden sonra Ek-3'te verilen anket sonuçları öğrencilerle birebir çalışarak karbon ayak izleri hesaplanmıştır. 295 öğrenci üzerinde yapılan bu hesaplama da oluşturdukları karbon ayak izi emisyonlarının belirlenmesi için ise DEFRA (İngiltere Çevre, Gıda ve Tarım İşleri Departmanı) ve EPA (ABD Çevre Koruma Ajansı) 'nın ölçüm standartlarına dayanan program ile hesaplanmıştır.

3.3. Kurumsal Bazda Karbon Emisyon Hesaplamaları

Emisyon kaynaklarına yönelik olarak toplanan verilerin kaynakları, birimleri ve izleme sıklıkları Tablo 3.1'de verilmiştir. Bu veriler Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi idari personelinin sağlamış olduğu bilgi ve belgelerden elde edilmiştir. Liseye ait kurumsal ait emisyon kaynakları;

- Kapsam 1: Liseye ait yakıt kullanımı,
- Kapsam 2: Lise tarafından satın alınan elektrik,
- Kapsam 3. Kağıt tüketimi, su tüketimi, okul servisi, toplu taşıma, şahsi araç ile geliş gidiş, enerji, klima, mutfak tüpü, yangın tüpü, buzdolabı olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.1. Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Emisyon Kaynakları

Kapsam	Emisyon Kaynağı	Birim	Veri Kaynağı
Kapsam 1	Okula ait yakıt tüketimi	L	Okul idaresi
Kapsam 2	Satın alınan elektrik	kWh	Okul idaresi
Kapsam 3	Kağıt tüketimi	Kg	Okul idaresi
	Su tüketimi	Ton	Okul idaresi
	Okul servisi	Km	Servis Firması
	Toplu taşıma	Km	Anket
	Şahsi araç geliş-gidiş	Km	Anket
	Enerji	V	Okul idaresi
	Klima	adet, cinsi	Okul idaresi
	Mutfak tüpü	Adet	Okul idaresi
	Yangın tüpü	adet,cinsi	Okul idaresi
	Buzdolabı	adet, cinsi	Okul idaresi

Literatürdeki kurumsal karbon ayak izi hesaplamaları, ISO 14064-1 serisi kılavuz ve özelliklerinde belirtilen yöntemlerle, Sera Gazı Protokolünde belirtilen hesaplama gruplarına göre, IPCC kılavuzlarında belirtilen veri toplama, hesaplama, raporlama ve referans değer tablolarından yararlanılarak gerçekleştirilmektedir. Kurumsal karbon ayak izi hesaplamalarının yanı sıra ürün ve hizmetlerin yaşam döngüsü süresince gerçekleşen karbon ayak izi hesaplamalarında BSI (British Standards Institution - İngiliz Standartları Enstitüsü) tarafından geliştirilen ve yayınlanan PAS 2050 standardı ve ISO 14067 standardı kullanılmaktadır (Anonim, 2011a).

Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi kurumsal karbon ayak izini hesaplarken yıllık olarak ısınma amaçlı kullanılan kömür, elektrik tüketimi, öğrenci ve personel kaynaklı ulaşım gibi emisyonu neden olan parametreler için 2020, 2021 ve 2022 yılına ait veriler kullanılmıştır. Lisede 304 öğrenci ve 29 personel olup personele ait 12 araç bulunmaktadır. Öğrencilerin ulaşımı için ise 8 adet devlet taşımalı ve 2 adet özel olmak üzere 10 adet servis ile sağlanmaktadır. Okulda yakıt olarak devlet tarafından temin edilen kömür kullanılmaktadır. Kurumsal karbon ayak izini hesaplamak için okul idari personelinden alınan veriler Tablo 3.2’de verilmiştir

Tablo 3.2. Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesine ait veriler

Öğrenci sayısı	304
Personel sayısı	29
Personel araç sayısı	12
Okulda kullanılan yakıt türü	kömür
Servisin öğrenci taşıma mesafesi (Toplam)	350km/gün 63000km/yıl
Servis sayısı	8+2
Servis yakıt türü	Dizel

3.3.1. Elektrik kullanımı kaynaklı emisyon hesaplamaları

Elektrik kullanımı kaynaklı emisyon hesaplamalarında Denklem 3.1 de verilen formül kullanılmıştır (Anonim, 2006; Anonim, 2013b; Anonim, 2015; Anonim 2016; Anonim 2017b).

$$EtCO_2 = \left(\left(\left(\frac{FV_{kWh}}{yıl} * EF_{\frac{kgCO_2}{kWh}} \right) * İ\&DK \right) + \frac{FV_{kWh}}{yıl} \times EF_{\frac{kgCO_2}{kWh}} \right) * 10^{-3} \quad (3.1)$$

Burada;

E tCO₂= Emisyon miktarını,

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

EF= Emisyon faktörünü (kgCO₂/kWh), (Türkiye için 0,437 kgCO₂/kWh olarak alınmıştır) (TEİAŞ, 2020))

İ&DK= İletim ve dağıtım kayıp değerini, (Türkiye için %13.3 alınmıştır) (TEİAŞ, 2020) göstermektedir.

3.3.2. Benzin kullanımı kaynaklı emisyon hesaplamaları

Benzin kullanımı kaynaklı emisyon hesaplamalarında Denklem 3.2’de verilen formül kullanılmıştır (Anonim, 2006; Anonim, 2013b; Anonim 2017b).

$$EtCO_2 = \left(\left(\left(\frac{BOY_{\frac{kg}{m^3}}}{m^3} * \frac{BK_l}{yıl} \right) * 10^{-3} \right) * \left(EF_{\frac{kgCO_2}{kWh}} * 10^{-3} \right) \right) * \left(YF_{TJ} * OF \right) * 10^{-3} \quad (3.2)$$

Burada;

E tCO₂ = Toplam benzin emisyonunu,

BOY_{kg/m³} = Benzin ortalama yoğunluğunu (Benzini litre cinsinden kg cinsine çevirme katsayısı) Anonim, (2018b),

BK_{l/yıl} = Yıllık benzin kullanım miktarını (litre cinsinden yıllık),

EF_{kgCO₂/TJ} = Emisyon faktörünü,

YF_{TJ} = Yükseltgenme faktörünü,

OF = Oksidasyon faktörünü (IPCC kılavuzlarında “1” olarak kabul edilmektedir) göstermektedir.

3.3.3. Mazot kullanımı kaynaklı emisyon hesaplamaları

Mazot kullanımı kaynaklı emisyon hesaplamalarında Denklem 3.3 ‘de verilen formül kullanılmıştır (Anonim, 2006; Anonim, 2013b; Anonim 2017b).

$$EtCO_2 = \left(\left(\left(MOY_{\frac{kg}{m^3}} * MK_{\frac{l}{yıl}} \right) * 10^{-3} \right) * \left(EF_{\frac{kgCO_2}{kWh}} * 10^{-3} \right) \right) * \left(YF_{Tj} * OF \right) * 10^{-3} \quad (3.3)$$

Burada;

E tCO₂ = Toplam mazot emisyonunu,

MOY_{kg/m³} = Mazot ortalama yoğunluğunu (Benzini litre cinsinden kg cinsine çevirme katsayısı) (Anonim, 2018b),

MK_{l/yıl} = Yıllık mazot kullanımı miktarını (litre cinsinden yıllık),

EF_{kgCO₂/TJ} = Emisyon faktörünü,

YF_{TJ} = Yükseltgenme faktörünü,

OF = Oksidasyon faktörünü (IPCC kılavuzlarında “1” olarak kabul edilmektedir) göstermektedir.

3.3.4. Acil durum jeneratörlerinden kaynaklı emisyon hesaplamaları

Acil durum jeneratörleri kullanımı kaynaklı emisyon hesaplamalarında Denklem 3.4’de verilen model kullanılmıştır (Anonim, 2006; Anonim, 2013b; Anonim 2017b).

$$EtCO_2 = \left(\left(\left(MOY_{\frac{kg}{m^3}} * MK_{\frac{l}{yıl}} \right) * 10^{-3} \right) * \left(EF_{\frac{kgCO_2}{kWh}} * 10^{-3} \right) \right) * \left(YF_{Tj} * OF \right) * 10^{-3} \quad (3.4)$$

Burada;

E tCO₂ = Toplam mazot emisyonunu,

- MOY_{kg/m^3} = Mazot ortalama yoğunluğu (Mazotu litre cinsinden kg cinsine çevirme katsayısı) (Anonim, 2018b),
- $MKl_{/yıl}$ = Yıllık mazot kullanımı miktarını (litre cinsinden yıllık),
- $EF_{kgCO_2/TJ}$ = Emisyon faktörünü,
- Y_{FTJ} = Yükseltgenme faktörünü,
- OF = Oksidasyon faktörünü (IPCC kılavuzlarında “1” olarak kabul edilmektedir) göstermektedir.

3.3.5. Yangın koruma sistemleri kaynaklı emisyon hesaplamaları

Yangın koruma sistemleri kaynaklı emisyon hesaplamalarında Denklem 3.5’te verilen formül kullanılmıştır (Anonim, 2006; Anonim, 2013b; Anonim 2017b).

$$Et_{CO_2} = \left(\left(\frac{TR_{410a}}{10^3} * TS\% \right) * KIP_{\frac{t_{CO_2}}{TR_{410a}}} * ((0,5 * R - 32) + (0,5 * R - 125)) \right) \quad (3.5)$$

Burada;

- E_{tCO_2e} = Toplam HFC-227ea (FM200 Ticari İsim) gazı emisyonu karbondioksit eşdeğerini,
- $THFC$ = Sistemde yüklü Toplam HFC- 227ea gazını (kg) (Sera Gazı Protokolü, Küresel Isınma Potansiyel Değerleri) (Anonim, 2012),
- $TS\%$ = Sisteme emisyonundan dolayı yapılan toplam şarj miktarını (Sisteme yüklenen toplam HFC- 227ea gazının % değerinden oranı – yıllık %1 civarı bir emisyon gerçekleşmektedir) (Anonim, 2012),
- $KIP_{tCO_2/tHFC-227ea}$ = Küresel Isınma Potansiyelini göstermektedir.

3.3.6. Klima, buzdolabı kaynaklı emisyonu hesaplamaları

Klima, buzdolabı kaynaklı emisyon hesaplamalarında Denklem 3.6’da verilen formül kullanılmıştır (Anonim, 2006; Anonim, 2013b; Anonim 2017b).

$$EtCO_2 = \left(\left(T_{R410a} * 10^{-3} \right) * T\% * \right) \left(KIP_{\frac{tCO_2}{tR410a}} * ((0,5 * R - 32) + (0,5 * R - 125)) \right) \quad (3.6)$$

Burada;

E_{tCO_2e} = Toplam R410a gazı emisyonu karbondioksit eşdeğerini,

TR_{410a} = Sistemde yüklü toplam R410a gazı (kg) (Anonim, 2012; Anonim, 2013b)

$T\%$ = Sisteme emisyonundan dolayı yapılan toplam şarj miktarını (Sisteme yüklenen toplam R410a gazının % değerinden oranı – yıllık %1 civarı bir emisyon gerçekleşmektedir) (Anonim, 2012),

$KIP_{tCO_2/tHFC-227ea}$ = Küresel ısınma potansiyelini göstermektedir.

3.3.7. Toplu ulaşım kaynaklı emisyon hesaplamaları

Toplu ulaşım kaynaklı emisyon hesaplamalarında Denklem 3.7 ve 3.8’de verilen formül kullanılmıştır (Anonim, 2006; Anonim, 2013b; Anonim 2017b).

$$EtCO_2 = \left(\left(\left(MOY_{\frac{k}{m^3}} * MK_{\frac{l}{yıl}} \right) * 10^{-3} \right) * EF_{\frac{kgCO_2}{Tj}} \times 10^{-3} \right) \times YF_{Tj} * OF \quad (3.7)$$

$$MK_{\frac{l}{yıl}} = (YK_{yıl} * 0,25l) / KS \quad (3.8)$$

Denklem 3.8’de verilen denklem toplu taşıma ve toplu seyahat araçlarından kaynaklı karbon emisyonu hesaplamalarında kullanılan ek formüldür.

Burada;

$YK_{yıl}$ = Yıllık yapılan km yi,

0,25l = Otobüsün km’de yaktığı ortalama mazotu (litre),

KS = Kişi sayısını,

E_{tCO_2} = Kişi başı toplam mazot emisyonunu,

MOY_{kg/m^3} = Mazot ortalama yoğunluğunu (Mazotu litre cinsinden kg cinsine çevirme katsayısı) (Anonim, 2018b),

MK_{l/yıl} = Mazot kullanımını (litre cinsinden yıllık, kişi başı),
EF_{kgCO₂/TJ} = Emisyon faktörünü (IPCC kılavuzları Tablo 2.2),
YF_{TJ} = Yükseltgenme faktörünü (IPCC kılavuzları Tablo 1.2),
OF = Oksidasyon faktörünü (IPCC kılavuzlarında “1” olarak kabul edilmektedir) göstermektedir.

3.3.8. Kömür kullanımı kaynaklı emisyon hesaplamaları

Toplu ulaşım kaynaklı emisyon hesaplamalarında Denklem 3.9’da verilen formül kullanılmıştır (Anonim, 2006; Anonim, 2013b; Anonim 2017b).

$$\sum_{k=1}^n FV * EF_k * (1 - BO)_k * DF * 3.664 \quad (3.9)$$

Burada;

FV= Faaliyet verisini,

EF= Emisyon faktörünü,

BO= Biyokütle oranını,

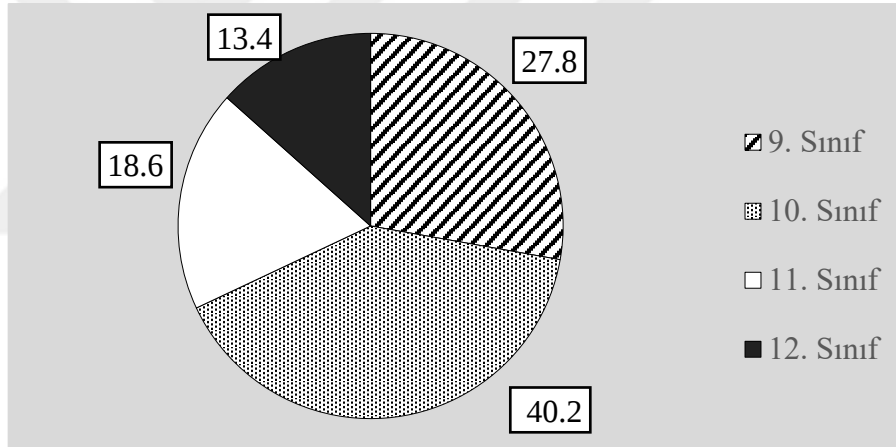
DF= Dönüşüm faktörünü,

3,664= Girdi değeri dönüşüm faktörü olan 3,664 ile tCO₂ değerine çevirimini göstermektedir.

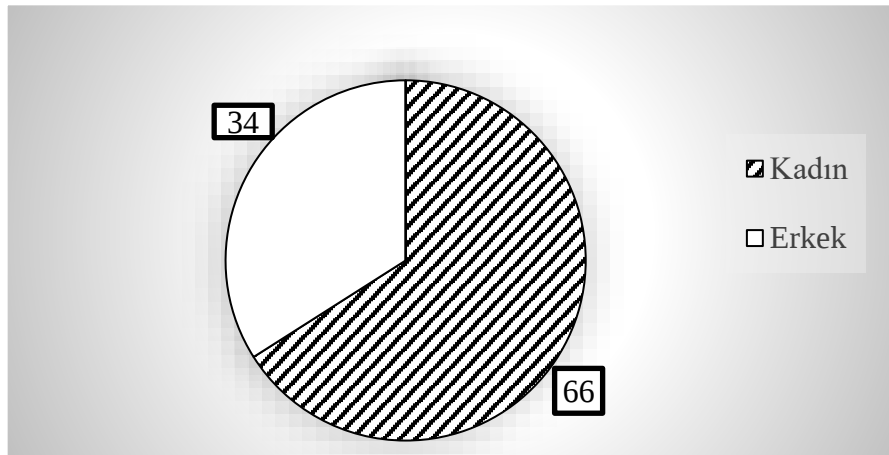
BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Farkındalık Çalışmaları Sonuçları

Ekolojik ayak izi farkındalık anketi (Ek-2) verileri değerlendirildiğinde; ankete katılan Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinin sınıf bazındaki ve cinsiyet dağılımları Şekil 4.1 ve Şekil 4.2.'de gösterilmiştir. Bu verilere göre ankete katılan 295 öğrencinin %66'sı kız, %34'ü erkek dir. Bunların %40,2'si 10.sınıf, %27,8'i 9.sınıf, %18,6'sı 11.sınıf ve %13,4'ü 12.sınıf öğrencisi olduğu saptanmıştır.

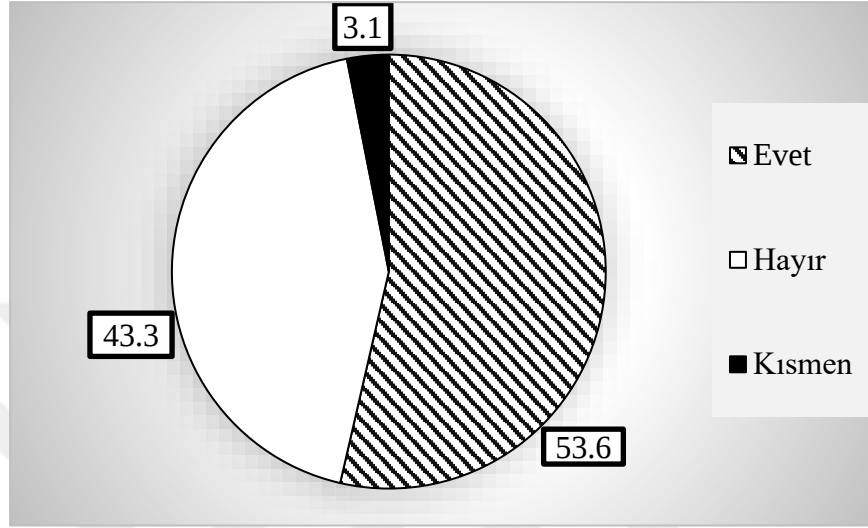


Şekil 4.1. Ankete katılan öğrencilerin sınıf bazında dağılımı.



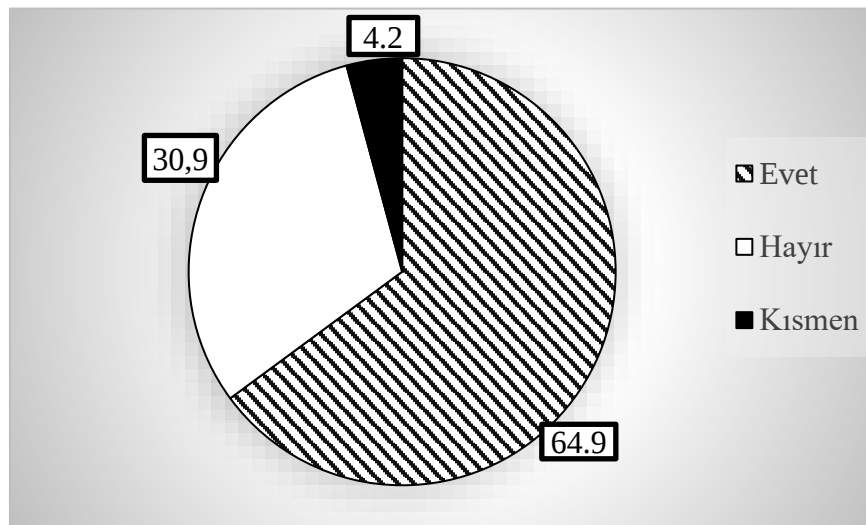
Şekil 4.2. Öğrencilerin cinsiyet oranları

Ekolojik ayak izi farkındalık anketi (Ek-2)'de verilen farkındalık anketine verilen cevapların dağılımı sırasıyla Şekil (4.3.- 4.15)'de gösterilmiştir. Bu verilere göre, şekil 4.3'te görüldüğü gibi 'Küresel ısınma hakkında bilginiz var mı?' sorusuna öğrencilerin %53,6'sı evet, %43,3'ü hayır ve %3,1' i de kısmen cevabını vermiştir.



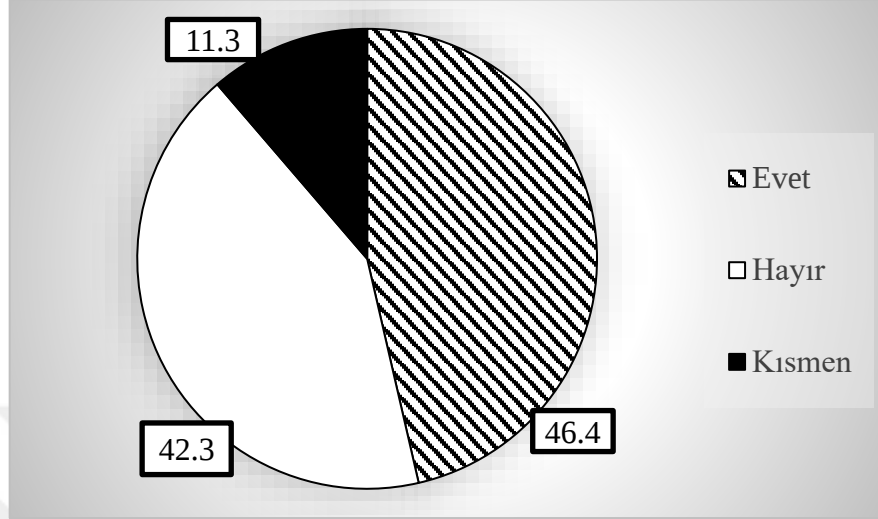
Şekil 4.3. Küresel ısınma hakkında bilginiz var mı? sorusunun anket sonuçları

'İklim değişikliği hakkında bilgi sahibi misiniz?' Sorusuna öğrencilerin %64,9'u evet, %30,9'u hayır ve %4,2'si de kısmen cevabını vermiştir (Şekil 4.4).



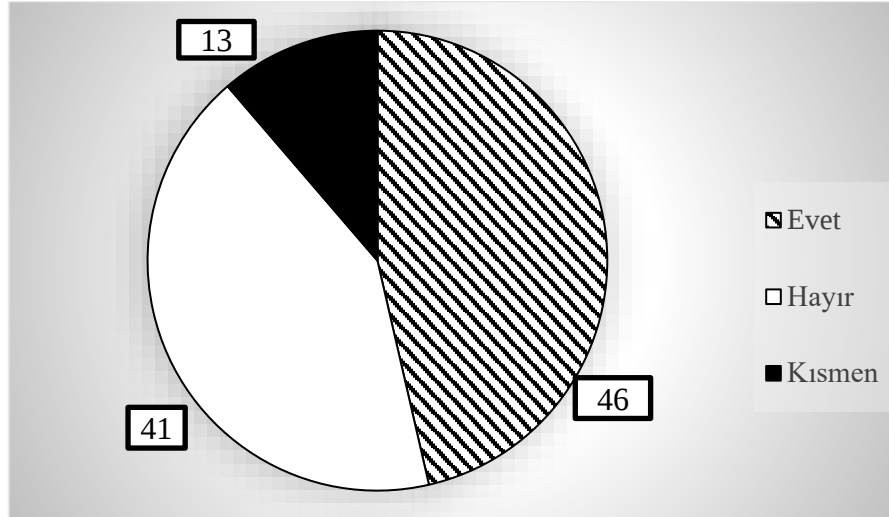
Şekil 4.4. İklim değişikliği hakkında bilgi sahibi misiniz sorusunun anket sonuçları

Şekil 4.5'te görüldüğü gibi 'İklim değişikliği hakkında bilgi sahibi misiniz?' sorusuna öğrencilerin %46,4'ü evet, %42,3'ü hayır ve %11,3' ü de kısmen cevabını vermiştir



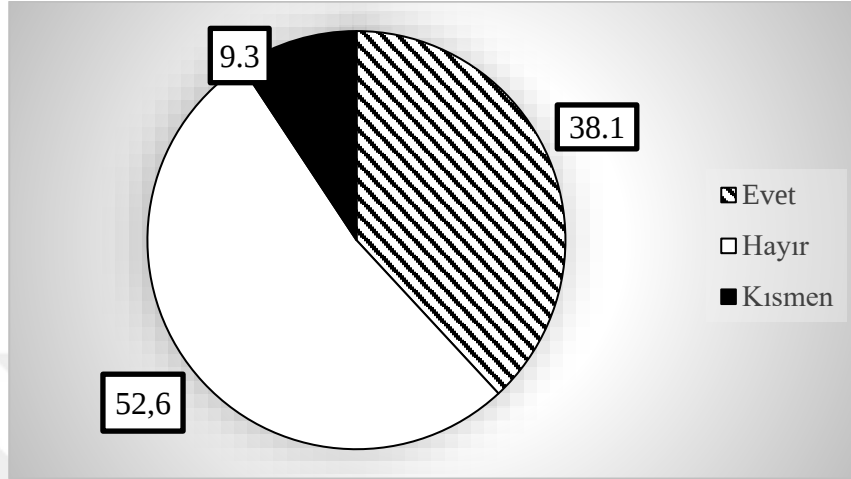
Şekil 4.5. İklim değişikliğinin nedenleri hakkında bilgi sahibi misiniz? 'Sorusunun anket sonuçları

'Gelecekte küresel ve bölgesel iklim değişikliğinde bizleri neler beklemektedir?' sorusuna öğrencilerin %46'sı evet, %41'i hayır ve %13' ü de kısmen cevabını vermiştir (Şekil 4.6).



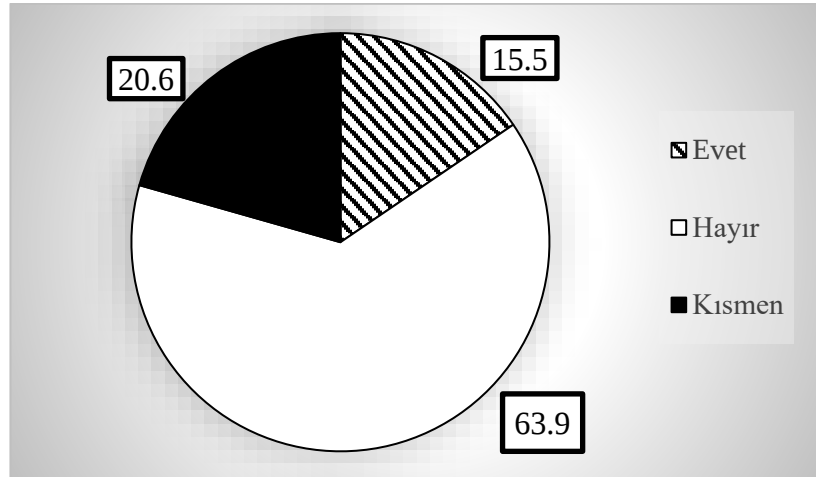
Şekil 4.6. Gelecekte küresel ve bölgesel iklim değişikliğinde bizleri neler beklemektedir? Sorusunun anket sonucu

Şekil 4.7’de görüldüğü gibi ‘Türkiye’de gözlemlenen iklim değişiklikleri hakkında bilgi sahibi misiniz? ‘Sorusuna öğrencilerin %38,1’i evet, %52,6’sı hayır ve %9,3’ ü de kısmen cevabını vermiştir.



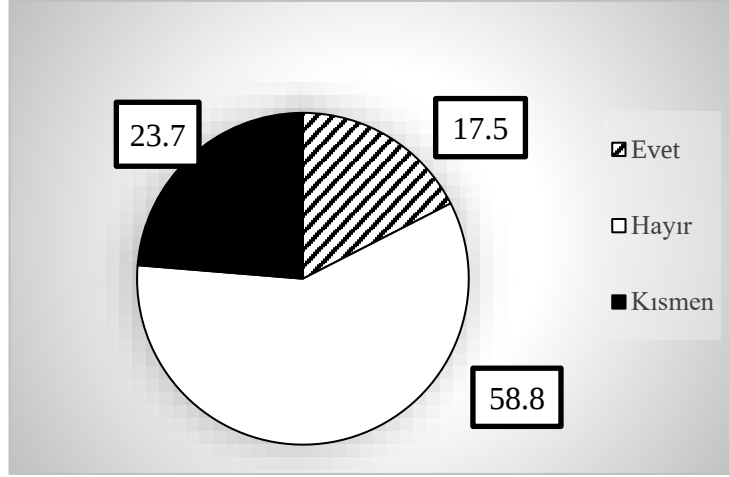
Şekil 4.7. Türkiye’de gözlemlenen iklim değişiklikleri hakkında bilgi sahibi misiniz? sorusunun anket sonuçları

Ekolojik ayak izi hakkında bilginiz var mı? ‘Sorusuna öğrencilerin %15,5’i evet, %63,9’u hayır ve %20,6’ sı da kısmen cevabını vermiştir (Şekil 4.8) .



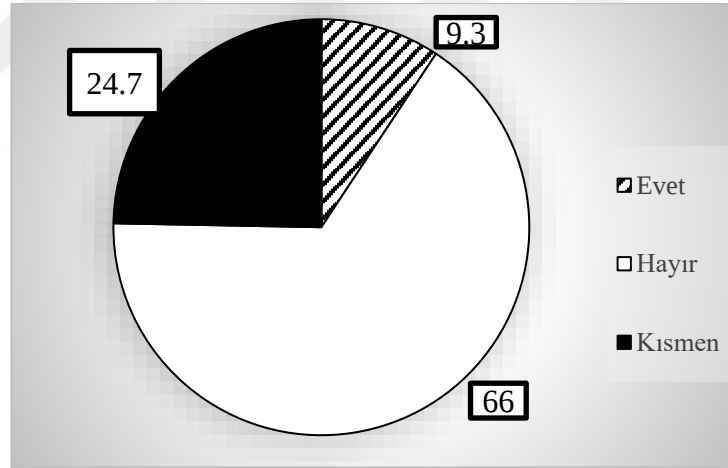
Şekil 4.8. Ekolojik ayak izi hakkında bilginiz var mı? sorusunun anket sonuçları

Şekil 4.9’da görüldüğü gibi ‘Karbon ayak izi hakkında bilginiz var mı? ‘Sorusuna öğrencilerin %17,5’i evet, %58,8’i hayır ve %23,7’ si da kısmen cevabını vermiştir.



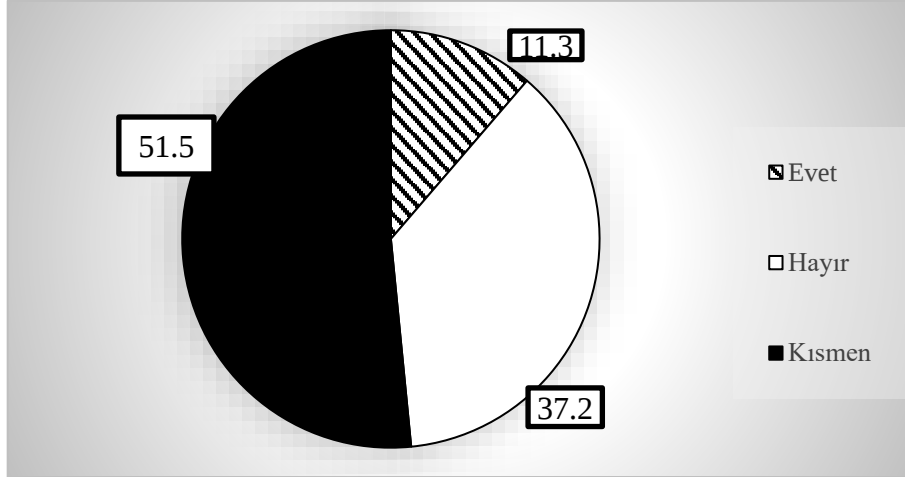
Şekil 4.9..Karbon ayak izi hakkında bilginiz var mı? sorusunun anket sonuçları

‘Karbon ayak izinin azaltılması için neler yapılması gerektiği hakkında bilginiz var mı? ‘Sorusuna öğrencilerin %9,3’ü evet, %66’sı hayır ve %24,7’si de kısmen cevabını vermiştir (Şekil 4.10).



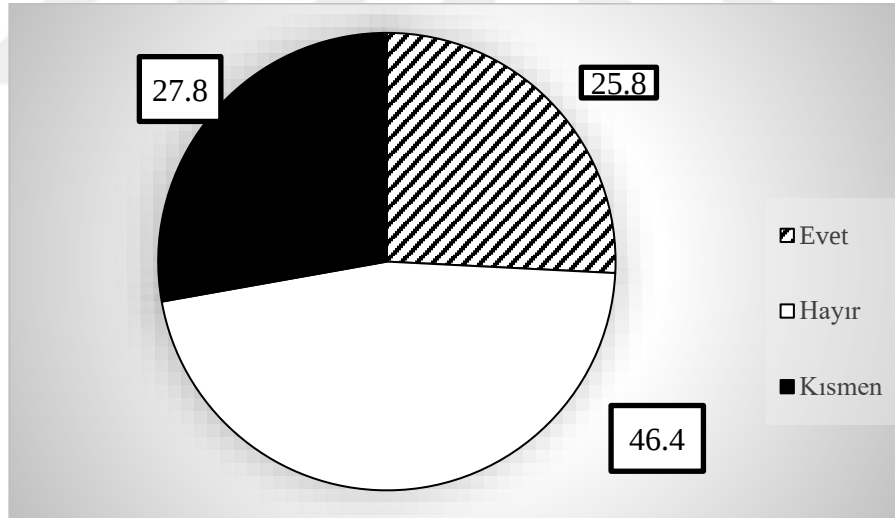
Şekil 4.10. ‘Karbon ayak izinin azaltılması için neler yapılması gerektiği hakkında bilginiz var mı?? sorusunun anket sonuçları

Şekil 4.11’de görüldüğü gibi ‘Bu konuda yeterince bilgi sahibi olduğunuzu düşünüyor musunuz? ‘Sorusuna öğrencilerin %11,3’ü evet, %37,2’si hayır ve %51,5’i de kısmen cevabını vermiştir.



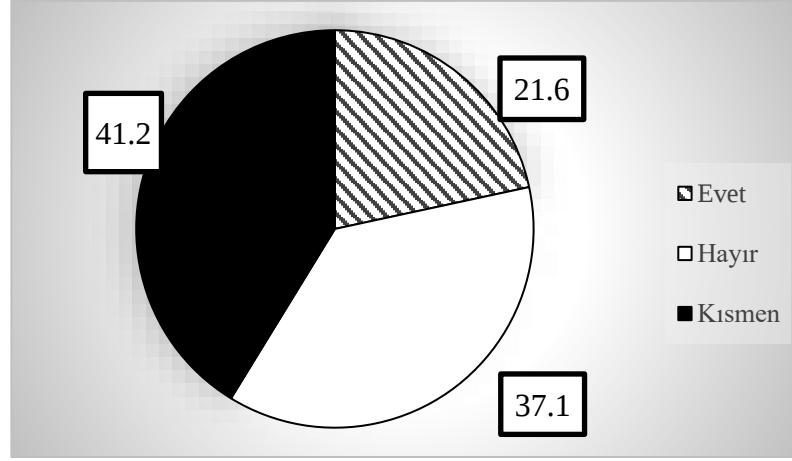
Şekil 4.11. Bu konuda yeterince bilgi sahibi olduğunuzu düşünüyor musunuz? sorusunun anket sonuçları

‘Bu konularda ders içeriklerinin yeterli olduğunu düşünüyor musunuz?’ Sorusuna öğrencilerin %25,8’i evet, %46,4’ü hayır ve %27,8’i de kısmen cevabını vermiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Bu konularda ders içeriklerinin yeterli olduğunu düşünüyor musunuz? sorusunun anket sonuçları

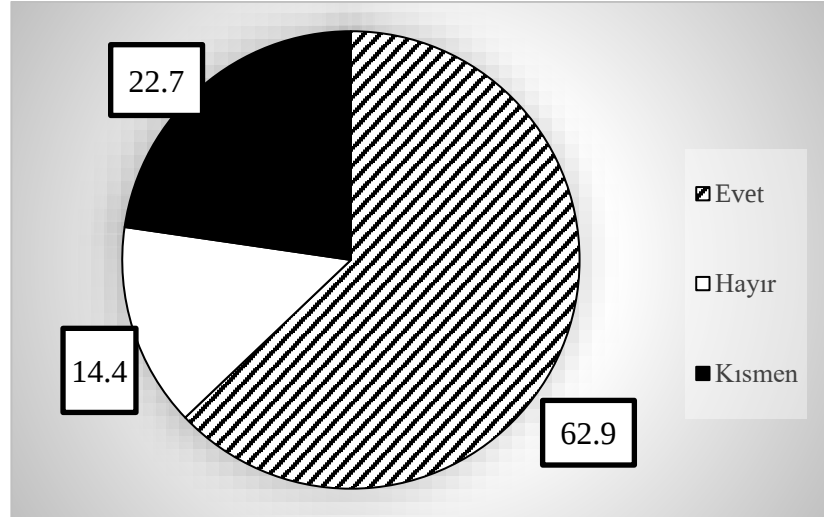
Şekil 4.13’te görüldüğü gibi ‘Çevre sorunları hakkında gazetelerde çıkan haberleri okuyor musunuz?’ Sorusuna öğrencilerin %21,6’sı evet, %37,1’i hayır ve %41,2’si de kısmen cevabını vermiştir.



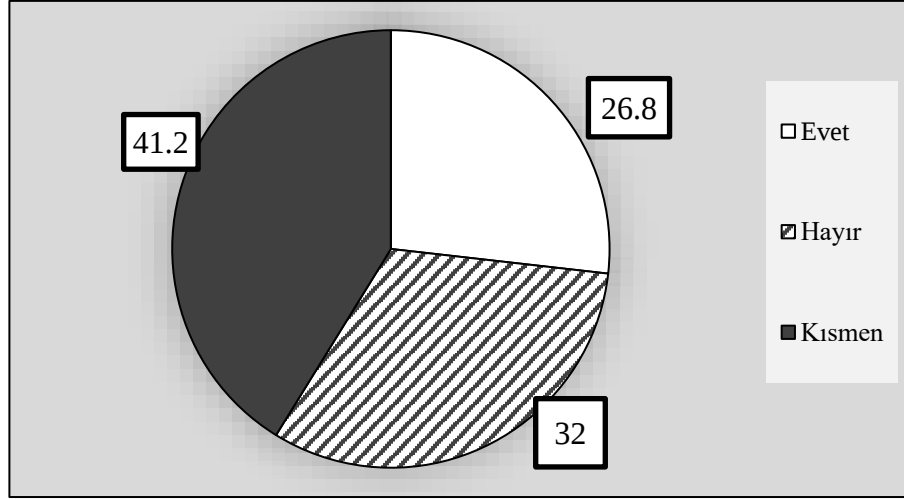
Şekil 4.13. Çevre sorunları hakkında gazetelerde çıkan haberleri okuyor musunuz? sorusunun anket sonuçları

‘Çevre sorunlarının derslerde işlenmesini istiyor musunuz?’ Sorusuna öğrencilerin %62,9’u evet, %14,4’ü hayır ve %22,7’si de kısmen cevabını vermiştir (Şekil 4.14).

Şekil 4.15’te ise ‘Aileniz sizi çevre kirliliği konusunda bilgilendiriyor mu?’ sorusuna öğrencilerin %26,8’i evet, %32’si hayır ve %41,2’si de kısmen cevabını verdiği gösterilmektedir.



Şekil 4.14. Çevre sorunlarının derslerde işlenmesini istiyor musunuz? sorusunun anket sonuçları



Şekil 4.15. Aileniz sizi çevre kirliliği konusunda bilgilendiriyor mu?? sorusunun anket sonuçları

4.2. Bireysel Karbon Emisyon Sonuçları

295 öğrenci ile birebir yüz yüze yapılan ölçüm çalışması ile öğrencilerin yıllık oluşturdukları ortalama CO₂ miktarı ve kategori bazındaki emisyon miktarları hesaplanmıştır. DEFRA (İngiltere Çevre, Gıda ve Tarım İşleri Departmanı) ve EPA (ABD Çevre Koruma Ajansı) 'nın ölçüm standartlarına dayanan program ile 295 öğrencinin oluşturdukları karbon ayak izi emisyonları kategorilere göre hesaplanarak Tablo 4.1’de verilmiş, Şekil 4.16’da şematize edilmiştir.

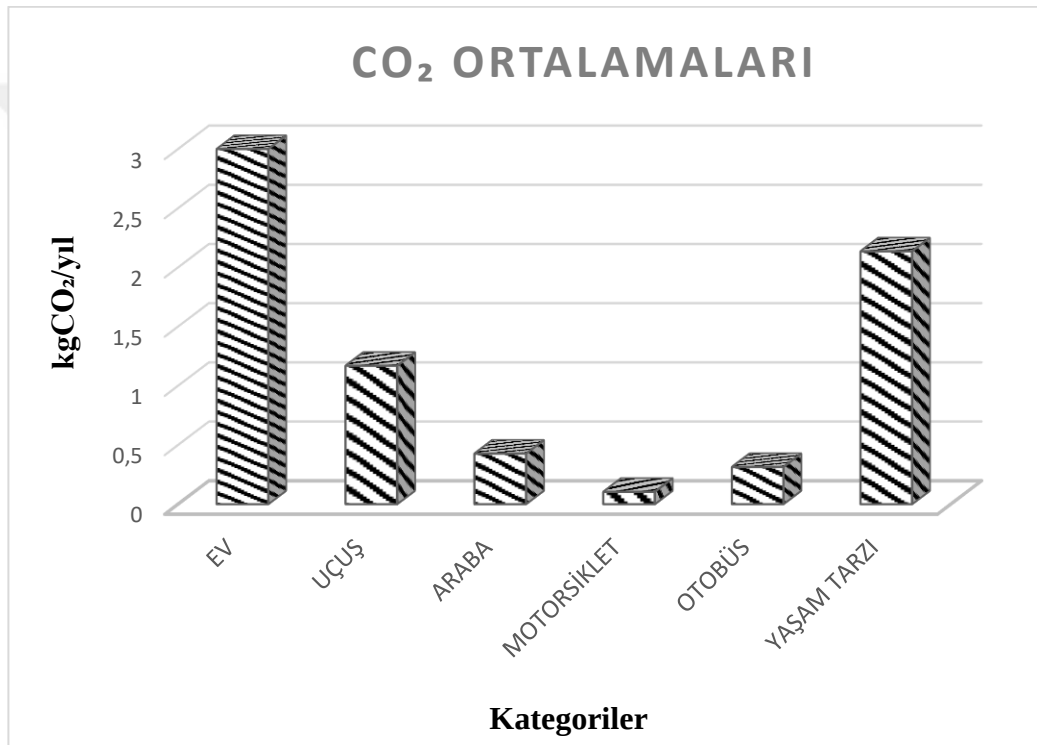
Tablo 4.1. Öğrencilerin ölçüm sonuçlarına göre karbon ayak izi ortalamaları

Kategoriler	Oluşan CO ₂ ortalaması (ton CO ₂ e /yıl)
Ev	3
Uçuş	1,169
Araba	0,427
Motorsiklet	0,104
Otobüs-tren	0,315
Yaşam tarzı	2,135)
Toplam	7,432
Ağaç sayısı	10,53

Tablo 4.1’den görüleceği üzere öğrencilerin yıllık oluşturdukları CO₂ miktarı 7,43

ton CO₂e/yıl dur. Oluşan bu emisyonu dengelemek için ise öğrencilerin yıllık dikmeleri gereken ağaç miktarı ortalama 11 adet olduğu belirlenmiştir.

Öğrencilerin, kategori bazındaki emisyonları 3 ton CO₂e/yıl ile evsel faktörlerden, 2,135 ton CO₂e/yıl ile yaşam tarzı alışkanlıklarından, 1,169 ton CO₂e/yıl ile uçuşlardan, 0,427 ton CO₂e/yıl ile araba kullanımından, 0,104 ton CO₂e/yıl ile motosiklet kullanımından, 0,315 ton CO₂e/yıl ile otobüs-tren yolculuğundan kaynaklandığı belirlenmiştir. (Şekil 4.16.).



Şekil 4.16. Öğrencilerin kategorilere göre oluşturdukları CO₂ ortalamaları

4.3. Kurumsal Bazda Karbon Emisyon Sonuçları

Personelin ulaşım kaynaklı dizel, benzin ve LPG araçlarına ait emisyon miktarı ve öğrencilerin servis kullanımı sonucu oluşan emisyon miktarı Tablo 4.2' de verilmiştir.

Okul personelinin dizel, benzin ve LPG araba kullanım kaynaklı emisyonları sırasıyla 3,088 ton CO₂e/yıl, 0,958 ton CO₂e/yıl ve 0,77 ton CO₂e/yıl dır. Öğrenci servisi kaynaklı emisyon ise 11,1 ton CO₂e/yıl karbon olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.2. Ulaşım kaynaklı emisyon miktarları

Ulaşım	Dizel	Benzin	LPG
Okul personeli (9 adet dizel, 2 benzin, 1 LPG)	3087,610kgCO ₂ e/yıl 3,088ton CO ₂ e/yıl	958,290kgCO ₂ e/yıl 0,958 ton CO ₂ e/yıl	770,660 kg CO ₂ e/yıl 0,77 ton CO ₂ e/yıl
Öğrenci Servisi (10 adet)	11097,088kgCO ₂ e/yıl 11,1 ton CO ₂ e/yıl		

Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinin yangın söndürme tüpleri kaynaklı emisyon miktarı Tablo 4.3'te, iklimlendirme ve soğutma sistemlerinden kaynaklı emisyon miktarı ise Tablo 4.4'te verilmiştir.

Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinin yangın söndürme tüpleri kaynaklı emisyon miktarı 0,15 ton CO₂e/yıl olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.3. Yangın söndürme tüpleri kaynaklı emisyon miktarı

Faaliyet	Yangın söndürme tüpleri			
Kapsam	Diğer Dolaylı Emisyonlar (Kapsam 3)			
Açıklama	Emisyon verileri idarenin kayıtlarından tespit edilmiştir.			
Veriler	Tüp Tipi CO ₂	Tüp Ağırlığı (kg) 30	Adet 5	Toplam Gaz Miktarı (kg) 150
Hesaplama	Emisyon Miktarı: Faaliyet Verisi x Küresel Isınma Potansiyeli Emisyon Miktarı: 0.15 ton CO ₂ e/yıl			

Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinin iklimlendirme ve soğutma sistemlerinden kaynaklı emisyon miktarı 1,27 ton CO₂e/yıl olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.4. İklimlendirme ve soğutma sistemlerinden kaynaklı emisyon miktarı

Faaliyet	İklimlendirme ve soğutma sistemleri kullanımı (kurum)			
Kapsam	Diğer Dolaylı Emisyonlar (Kapsam 3)			
Açıklama	Kurumda bulunan klima ve buzdolabı bulunan soğutucu gazlara ait kaçak emisyonların hesabıdır.			
Veriler	Soğutucu Gaz Tipi	Klima Tipi	Adet	Toplam Gaz Miktarı (kg)
	R22 Duvar Tipi	Split	1	1
	R134a	Buzdolabı	1	0.15
	R22 Küresel Isınma Potansiyeli : 1760			
	R134a Küresel Isınma Potansiyeli : 1300			
Hesaplama	Emisyon Miktarı: Faaliyet Verisi x Küresel Isınma Potansiyeli Emisyon Miktarı: 1,27 ton CO ₂ e/yıl			

Okulun jeneratör kullanımı kaynaklı emisyon miktarı 0,18 ton CO₂e/yıl olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Jeneratör kullanımından kaynaklı emisyon miktarı

Faaliyet	Jenaratör kullanımı
Kapsam	Diğer Dolaylı Emisyonlar (Kapsam 3)
Açıklama	Kurum içerisinde kullanılan jenaratörden kaynaklı emisyon
Veriler	Motorin: 200lt Toplam Tüketim (L) : 200.00 d:0,83kg/lt NVC (alt ısııl değeri): 10,200,00 kcal/kg
Hesaplama	Yakıt Tüketimi: Tüketim x NVC Çıkan ısı: 7,089,089,76 Kj Emisyon Miktarı: 0,18 ton CO ₂ e /yıl

Elektrik tüketim miktarları ve bu kullanımlardan kaynaklı emisyonları Tablo 4.6’da, mutfakta kullanılan tüpgaz kaynaklı emisyon miktarı da Tablo 4.7’de verilmiştir. Bu verilere göre; elektrik kullanımından kaynaklı emisyon miktarı 16716 ton CO₂e/yıl, tüpgaz kullanımından kaynaklı emisyon miktarı ise 0,18 ton CO₂e/yıl olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.6. Elektrik kullanımı kaynaklı emisyon miktarı

Faaliyet	Elektrik kullanımı
Kapsam	Dolaylı Emisyonlar (Kapsam 2)
Açıklama	Kurum elektrik kullanımı ile dolaylı emisyon gerçekleştirmektedir. Emisyon verileri kurumun 2020, 2021 yılı tüketimlerini gösterir faturalar üzerinden alınmıştır.
Veriler	Tüketim Miktarları (kWh) Ocak: 4482 Temmuz: 3071 Şubat: 3833 Ağustos: 3801 Mart: 2442 Eylül: 2939 Nisan: 2401 Ekim: 2989 Mayıs: 2401 Kasım: 2188 Haziran: 2486 Aralık: 4885 Toplam Tüketim (kWh) : 38215 Emisyon Faktörü (Kg CO₂/kWh)* : 0,437 İ&DK: %13,3
HESAPLAMA	Emisyon Miktarı: 16716 ton CO ₂ e/yıl Dolaylı Emisyon (Kapsam 2)

Tablo 4.7. Tüpgaz kullanımı kaynaklı emisyon miktarı

Faaliyet	Tüpgaz Kullanımı
Kapsam	Diğer Dolaylı Emisyonlar (Kapsam 3)
Açıklama	Kurum içerisinde ısıtma amaçlı tüpgaz kullanımı gerçekleştirmektedir. Emisyon verileri firmanın 2021 yılı içerisinde kullanmış olduğu tüp cins ve miktarını gösterir kayıtları ile elde edilmiştir.
Veriler	Birim Tüpgaz Ağırlığı: 12kg Adet :5 Toplam:60 kg Toplam Tüketim (kg) : 60,00 Kalorifik Değer (Tj/Gg)* : 47,30 Emisyon Faktörü (Kg CO₂/TJ)** : 63,100.00 Oksidasyon Faktörü : 1,00
Hesaplama	Faaliyet Verisi: Toplam Tüketim x Kalorifik Değer Emisyon Miktarı: Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü x Oksidasyon Faktörü Emisyon Miktarı: 0,18 ton CO₂e /yıl

Okulda su kullanımı kaynaklı emisyon hesabı Tablo 4.8’de, personel ve idarenin gerek yazılı gerek evrak işlerinde kullandığı toplam kağıt miktarından kaynaklı emisyon miktarı Tablo 4.9’da verilmiştir. Veriler değerlendirildiğinde; su kullanımı kaynaklı emisyon miktarı 0,296 ton CO₂e/yıl, kağıt tüketimi kaynaklı emisyon miktarı ise 0,23 ton CO₂e/yıl olarak hesaplanmıştır

Tablo 4.8. Su kullanımı kaynaklı emisyon miktarı

Faaliyet	Su Kullanımı
Kapsam	Dolaylı Emisyonlar (Kapsam 3)
Açıklama	Kurumda yıllık kullanılan su miktarı
Veriler	861 ton/yıl
Hesaplama	Emisyon Miktarı: Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü Emisyon Faktörü: 0,344 kgCO ₂ e/m ³ Emisyon Miktarı: 296,18 kgCO ₂ e/m ³ =0,296ton/yıl

Tablo 4.9. Kağıt tüketimi kaynaklı emisyon miktarı

Faaliyet	Kağıt Kullanımı
Kapsam	Dolaylı Emisyonlar (Kapsam 3)
Açıklama	Kurumda kullanılan kağıt miktarı
Veriler	250 kg
Hesaplama	Emisyon Miktarı: Faaliyet Verisi x Emisyon Faktörü Emisyon Faktörü(2017 DEFRA): 928,600 kgCO ₂ e/yıl Emisyon Miktarı: 0,23 ton CO ₂ /yıl

Okulun kömür kullanımı kaynaklı emisyon miktarı 85188 ton CO₂e/yıl olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Kömür kullanımı kaynaklı emisyon miktarı

Faaliyet	Kömür Kullanımı
Kapsam	Doğrudan Emisyonlar (Kapsam 1)
Açıklama	Kurumda kullanılan kömür miktarı
Veriler	30 ton
Hesaplama	Faaliyet Verisi= 30ton Emisyon Faktörü= 0.775tc/t 30t x 0.775 tC/t x (1-0) x 1 x 3.664 = 85188 t CO ₂ Emisyon Miktarı= 85188 tCO ₂ e/yıl

Okula ait karbon ayak izini hesaplamada kullanılan emisyon kaynakları, bu kaynaklardan oluşan emisyon hesabı ve toplam emisyon miktarları Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11. Toplam emisyon miktarları

Kapsam	Emisyon Kaynağı	Emisyon Miktarı (ton CO ₂ e/yıl)	Toplam (ton CO ₂ e/yıl)
Kapsam 1	Okula Ait Yakıt Tüketimi Kömür	0,18 85188	85368
Kapsam 2	Satın Alınan Elektrik	16716	16716
Kapsam 3	Kağıt Tüketimi	0,23	18916
	Su Tüketimi	0,296	
	Okul Servisi	11,97	
	Şahsi Araç ile Geliş Gidiş	3,088 dizel 0,958 benzin 0,77 LPG	
	Yangın Tüpü	0,15	
	Klima, Buzdolabı	1,27	
	Mutfak Tüpü	0,18	
TOPLAM			120984

Kapsam 1 (kömür, jeneratör), Kapsam 2 (elektrik) ve Kapsam 3 (ulaşım, su tüketimi, kağıt tüketimi, mutfak tüpü, yangın tüpü, klima ve buzdolabı) kaynaklı emisyon miktarları sırasıyla 85368 ton CO₂e/yıl, 16716 ton CO₂e/yıl, 18916 ton CO₂e/yıl olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın ikinci kısmının sonucu olarak, lisenin toplam kurumsal ayak izi 120984 ton CO₂e/yıldır.

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bireyler yaşamları boyunca gerçekleştirmiş oldukları tüketim ve üretim faaliyetleri ile dünya üzerinde izlerini bırakmaktadırlar. Yaşam boyunca tüketilen gıdalar, giysiler, tüketim ürünleri, ısınma ve ulaşım sürecinde kullanılan kaynaklar ve bu etkenlerin neden olduğu atıklar göz önünde bulundurulduğunda bırakılan bu izin pek de azımsanmayacak bir boyutta olduğu açıktır. İnsan kaynaklı faaliyetlerin çevre üzerindeki etkilerinin azaltılmasındaki birinci öncelik farkındalıktır. Bahsi geçen farkındalığın artması ve davranış değişikliğinin yaratılabilmesi için, insanın çevre üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerinin ölçülebilmesi oldukça önem arz etmektedir. Son zamanlarda yaygın olarak kullanılan ölçüm yöntemlerinden bir tanesi de karbon ayak izi dir.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 27. Taraflar Konferansı bilinen diğer adı ile COP 27’ de iklim krizinden en çok etkilenecek olan grubun genç kuşaklar olduğunun altı çizilmiştir. Gelecekteki iklim krizi müzakerelerinde gençlerin de görev alması ve sera gazlarının acil azaltılması konularına dikkat çekilerek ülkelerin hedeflerini geliştirmeleri istenmiştir. Bu bağlamda gençlerin karbon ayak izi, ekolojik ayak izi ve iklim değişikliği konularında farkındalıklarının arttırılması başlıca hedef olmalıdır.

Bu tez çalışması üç kısımdan oluşmaktadır. Çalışmanın birinci kısmında, 304 öğrencisi olan Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerine ön bir eğitim verilerek öğrencilerin ekolojik ve karbon ayak izi hakkındaki farkındalıklarının tespit edilmesi için 15 soruluk bir farkındalık anketi uygulanmıştır. Ankete katılan 295 öğrencinin %66’sı kız, %34’ü erkek dir. Bunların %40,2’si 10.sınıf, %27,8’i 9.sınıf, %18,6’sı 11.sınıf ve %13,4’ü 12.sınıf öğrencisidir. Küresel ısınma hakkında bilginiz var mı? sorusuna öğrencilerin %53,6’sı evet, %43,3’ü hayır ve %3,1’ i de kısmen

cevabını, iklim değışikliğı hakkında bilgi sahibi misiniz? sorusuna öğrencilerin %64,9'u evet, %30,9'u hayır ve %4,2'si de kısmen cevabını, iklim değışikliğinin nedenleri hakkında bilgi sahibi misiniz? sorusuna öğrencilerin %46,4'ü evet, %42,3'ü hayır ve %11,3' ü de kısmen cevabını vermiştir. Türkiye de gözlemlenen iklim değışiklikleri hakkında bilgi sahibi misiniz? sorusuna öğrencilerin %38,1'i evet, %52,6'sı hayır ve %9,3' ü de kısmen cevabını, ekolojik ayak izi hakkında bilginiz var mı? sorusuna öğrencilerin %15,5'i evet, %63,9'u hayır ve %20,6' sı da kısmen cevabını, karbon ayak izi hakkında bilginiz var mı? sorusuna öğrencilerin %17,5'i evet, %58,8'i hayır ve %23,7' si da kısmen cevabını, karbon ayak izinin azaltılması için neler yapılması gerektiğı hakkında bilginiz var mı? sorusuna öğrencilerin %9,3'ü evet, %66'sı hayır ve %24,7'si de kısmen cevabını vermiştir. Bu konuda yeterince bilgi sahibi olduğunuzu düşünüyor musunuz? sorusuna öğrencilerin %11,3'ü evet, %37,2'si hayır ve %51,5'i de kısmen cevabını, bu konularda ders içeriklerinin yeterli olduğunu düşünüyor musunuz? sorusuna öğrencilerin %25,8'i evet, %46,4'ü hayır ve %27,8'i de kısmen cevabını, çevre sorunları hakkında gazetelerde çıkan haberleri okuyor musunuz? sorusuna öğrencilerin %21,6'sı evet, %37,1'i hayır ve %41,2'si kısmen cevabını, ve çevre sorunlarının derslerde işlenmesini istiyor musunuz? sorusuna ise öğrencilerin %62,9'u evet, %14,4'ü hayır ve %22,7'si de kısmen cevabını vermiştir.,

Anket sonuçlarına göre öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun özellikle sadece iklim değışikliğı, küresel ısınma konularında bilgi sahibi oldukları, gazete, dergi gibi yayınlardaki yazıları okuyup okumadıklarını sorulan sorulara çoğunluğunun cevabının hayır olması ile bu bilgileri sadece medya, televizyon gibi kaynaklardan edindikleri anlaşılmıştır. Ekolojik ayak izi, karbon ayak izi gibi konularda ise yeterince bilgi sahibi olmadıkları ve bu konuların daha fazla gündemde olup müfredatlarında işlenmesini istedikleri tespit edilmiştir.,

Çalışmanın ikinci kısmında 295 öğrenci ile birebir yüz yüze yapılan ölçüm çalışması ile öğrencilerin yıllık oluşturdıkları ortalama CO₂ miktarı ve kategori bazındaki emisyon miktarları hesaplanmıştır. Bunun için öğrencilere 20 sorudan oluşan 2. bir anket uygulanmıştır. DEFRA (İngiltere Çevre, Gıda ve Tarım İşleri Departmanı) ve

EPA (ABD Çevre Koruma Ajansı) 'nın ölçüm standartlarına dayanan program ile 295 öğrencinin oluşturdukları karbon ayak izi emisyonları kategorilere göre hesaplanmıştır. Öğrencilerin, kategori bazındaki emisyonları incelendiğinde ise 3 ton CO₂e/yıl ile evsel faktörlerden, 2,135 ton CO₂e/yıl ile yaşam tarzı alışkanlıklarından, 1,169 ton CO₂e/yıl ile uçuşlardan, 0,427 ton CO₂e/yıl ile araba kullanımından, 0,104 ton CO₂e/yıl ile motosiklet kullanımından, 0,315 ton CO₂e/yıl ile otobüs-tren yolculuğundan kaynaklandığı tespit edilmiştir.

En yüksek emisyonu sahip evsel faktörlerin içeriği incelendiğinde ise en yüksek emisyon kaynağının evlerde kullanılan yakıt ve elektrik tüketimi olduğunu söylemek mümkündür. Yaşam tarzı parametresinde ise, bireyin daha çok yeme-içme, eğlence, alışveriş tercihleri gibi kişisel tercihleri ön plandadır. Öğrencilerin, yaşam biçimleri, alışveriş tercihleri ve yaşları da göz önünde bulundurulduğunda bu yaşlarda daha fazla sosyal aktivite seçimleri, yeme-içme alışkanlıkları, organik ürün ve yerli ürün konularında bilinçsiz olmaları yaşam tarzı parametresinden kaynaklı emisyonun yüksek olmasının ve bu durumun da karbon ayak izi emisyonuna etkisinin oldukça fazla olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın ikinci kısmının sonucu olarak öğrencilerin yıllık oluşturdukları CO₂ miktarı 7,43 ton CO₂e/yıl olarak hesaplanmıştır. Oluşan bu emisyonu dengelemek için öğrencilerin yıllık dikmeleri gereken ağaç miktarı ortalama 11 adet olarak bulunmuştur. Alvarez ve ark., (2014) tarafından Madrid Üniversitesi Orman Fakültesinde yapılan bir çalışma öğrenci başına 1,87 ton CO₂e/yıl emisyon miktarı raporlamıştır. Aradaki bu fark çalışmanın yapıldığı fakültede doğalgaz kullanımının yaygın olmasından, kömürün yakıt olarak kullanılmamasından ve ulaşımda toplu taşımacılığın yaygın olmasından dolayıdır.

Çalışmanın üçüncü kısmında ise lise binasında kurumsal olarak salınan karbon emisyon miktarları hesaplanmıştır. Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi kurumsal karbon ayak izini hesaplariken de yıllık olarak; ısınma amaçlı kullanılan kömür, elektrik tüketimi, öğrenci ve personel kaynaklı ulaşım gibi emisyonu neden olan parametreler için 2020, 2021 ve 2022 yılına ait veriler kullanılmıştır. Lisede 304

öğrenci ve 29 personel olup personele ait 12 araç bulunmaktadır. Öğrencilerin ulaşımı için ise 8 adet devlet taşımalı ve 2 adet özel olmak üzere 10 adet servis ile sağlanmaktadır. Okulda yakıt olarak devlet tarafından temin edilen kömür kullanılmaktadır.

Kapsam 1 (kömür, jeneratör), Kapsam 2 (elektrik) ve Kapsam 3 (ulaşım, su tüketimi, kağıt tüketimi, mutfak tüpü, yangın tüpü, klima ve buzdolabı) kaynaklı emisyon miktarları sırasıyla 85368 ton CO₂e/yıl, 16716 ton CO₂e/yıl, 18916 ton CO₂e/yıl olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın üçüncü kısmının sonucu olarak, lisenin toplam kurumsal ayak izi 120984 ton CO₂e/yıl olduğu saptanmıştır.

Alvarez ve ark. (2014) tarafından 1150 öğrencisi 235 personeli olan Madrid Üniversitesi Orman Fakültesinde yapılan çalışmada fakültenin toplam karbon ayak izi 2147 ton CO₂e/yıl olarak hesaplanmış olup Kapsam 1 emisyonu 169 ton CO₂e/yıl, Kapsam 2 emisyonu 703 ton CO₂e/yıl ve kapsam 3 emisyonu 1275 ton CO₂e/yıl olduğu belirlenmiştir.

Kumaç ve ark. (2019) tarafından 357 öğrenciye ve 23 personele sahip Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulunda yapılan çalışmada ise doğalgaz, elektrik ve öğrenci ile personel ulaşımından kaynaklı toplam CO₂ salınımı 217,503 CO₂e kg/yıl olarak raporlanmıştır. Ayrıca, karbon salınımında en büyük etkinin ısınma amaçlı doğalgaz tüketiminden kaynaklandığı ve bunu sırasıyla elektrik tüketimi, dizel, benzin ve LPG’li araçlardan oluşan emisyonların takip ettiği belirtilmiştir.

Okullarda karbon ayak izlerinin hesaplanması ve azaltılması yönündeki farkındalığın artırılması açısından bu tarz çalışmaların sayısının artırılması oldukça önemlidir. Küresel iklim değişikliği ile ilgili farkındalık oluşturacak eğitim seminerlerinin düzenlenmesi, bu bağlamda projelerin üretilmesi, eğitim müfredatında iklim değişikliği, küresel ısınma, verimli kaynak kullanımı, karbon salınımının azaltılması, sürdürülebilirlik, sürdürülebilir üretim ve tüketim konularının entegre edilmesi, karbon salınımını azaltmaya yönelik düzenli ağaçlandırma çalışmalarının planlanması, karbon ayak izinin başlıca nedeni olan yakıt, atık, elektrik, ısınma, ulaşım gibi

konularda tasarrufa gidilmesi, binalara ısı yalıtımı yapılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının teşvik edilmesi, tasarruflu lambaların kullanılması, gereksiz ofis araçlarının kapatılması ile okullarda karbon ayak izi azaltılabilir. Ayrıca, okul personelinin en önemli CO₂ emisyon kaynağı olan ulaşım kaynaklı emisyonun azaltılması için tüm dünyada ve Türkiye’de de uygulanmaya başlanılan elektrikli ve hibrit araç teknolojilerine geçişe teşvik de oldukça önemlidir.

Türkiye’de yapılan kurumsal karbon ayak izi çalışmaları genellikle Kapsam 1 emisyon hesapları ile sınırlı olup hesaplama yöntemlerine dair detay verilmemiştir. Kapsam 1, 2 ve 3 emisyon hesaplamalarını içeren bu tez çalışması bu anlamda yol gösterici bir kılavuz niteliğindedir.

KAYNAKLAR

- Akıllı, H., Kemahlı, F., Okudan, K., Polat, F. 2008. ekolojik ayak izinin kavramsal içeriği ve Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesinde bireysel ekolojik ayak izi hesaplaması. Akdeniz İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 8(15): 1-25.
- Akoğlu, A. 2009. Doğadaki ayak izimiz. Bilim ve Teknik Dergisi, 496, 46-51
- Aksay, C. S., Ketenoğlu, O., Latif, K. 2005. küresel ısınma ve iklim değişikliği. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 1(25): 29-42.
- Akyüz, Y. Atış, E. Çukadar, M. ve Salahlı, E. 2016. Akademisyenlerin ekolojik etkilerinin incelenmesi: E.Ü. Ziraat Fakültesi örneği. XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi Bildiriler Kitabı, 1427-1436, 25- 27 Mayıs 2016, Isparta
- Alvarez, S, Blanquer, M. ve Rubio, A. (2014). Carbon footprint using the Compound Method based on Financial Accounts. Tha case study of the School of Forestry Engineering, Technical University of Madrid, Journal of Cleaner Production, 66, 224-232.
- Anonim, 1998a. The Terrestrial Carbon Cycle: Implications for the Kyoto Protocol by IGBP Terrestrial Carbon Working Group, Science 29 MAY 1998: 1393 1394
- Anonim, 1998b. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü. EkA. Birleşmiş Milletler
- Anonim, 2011. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services BSI, London
- Anonim, 2013. International Organization for Standardization <https://www.iso.org/search.html?q=14064>.
- Anonim, 2018. PAS 2060 Karbon Nötralitesi. [https://www.bsigroup.com/tr-TR/PAS-2060- Karbon- Notralitesi/](https://www.bsigroup.com/tr-TR/PAS-2060-Karbon-Notralitesi/).
- Apaydin, Ş. 2020. küreselleşmenin ekolojik ayakizi üzerindeki etkileri: türkiye örneği. Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi, 5(1): 23-42.
- Argun, M. E., Ergüç, R., Yunus, S. 2019. Konya/Selçuklu ilçesi karbon ayak izinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(2): 287-297.
- Atasoy ve Ertürk, H. 2008. İlköğretim öğrencilerinin çevresel tutum ve çevre bilgisi üzerine bir alan araştırması. Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi, 10(1): 105-122.
- Avcı, A. 2022. Şirketlerde küresel iklim değişikliği farkındalığı ve karbon ayak izi sıfırlama uygulamalarının incelemesi üzerine. Journal Of Social, Humanities

and Administrative Sciences (Joshas), 8(5): 584-588.

- Aydın, M. B. S., Kahraman, E. D. 2022. İklim değişikliği nedeniyle aşırı yağışlardan kaynaklanan sellere karşı türkiye kentlerinin kırılganlık düzeylerinin belirlenmesi. Eksen Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi, 3(1): 34-45.
- Baran, M. F., Karaağaç, H. A., Mart, D., Bolat, A., Eren, Ö. 2019. Nohut üretiminde enerji kullanım etkinliği ve sera gazı ve emisyonunun belirlenmesi (Adana ili örneği). Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (16): 41-50.
- Barnett, J. 2003. Security And Climate Change. Global Environmental Change, 13(1): 7-17.
- Başoğlu Y., 2018. Akademisyen ve idari personelin ekolojik ve karbon ayak izinin belirlenmesi: adıyaman üniversitesi mühendislik fakültesi örneği, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 6(3), 464 – 470.
- Batan, M., Toprak, Z. F. 2015. Küresel iklim değişikliğinin olumlu etkileri ve bu etkilerin iklim değişikliğine uyum kapsamında değerlendirilmesi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 6(2): 93-102.
- Binboğa, G, ve Ünal. A.. 2018. Sürdürülebilirlik ekseninde Manisa Celal Bayar Üniversitesi'nin karbon ayak izinin hesaplanmasına yönelik bir araştırma. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, (21): 187-202.
- Bond, S. 2003. Ecological Footprinting: Comparing Nature's Supply with Human Demand. Ecological Footprinting. World Wide Fund of Nature Cymru.
- Bulut, U. 2021. Environmental sustainability in Turkey: An environmental Kuznets curve estimation for ecological footprint. International Journal of Sustainable Development ve World Ecology, 28(3): 227–237
- Burkett, V. ve Kusler, J. 2000. Climate change: potential impacts and interactions in wetlands of the untted states. JAWRA Journal of the American Water Resources Association 36(2): 313– 320
- Cetin, M., ve Ecevit, E. 2017. The Impact of Financial Development on Carbon Emissions Under The Structural Breaks : Empirical Evidence from Turkish Economy. International Journal of Economics Perspectives, 11(1), 64–78.
- Chandio, A. A., Gokmenoglu, K. K., Ahmad, F. 2021. addressing the long-and short-run effects of climate change on major food crops production in Turkey. Environmental Science And Pollution Research, 28(37): 51657-51673.
- Change, C. 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), (Edited by Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., and Miller, H. L.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Change, C. 2014. Mitigation of climate change. İn: Contribution Of Working Group Iıı To The Fifth Assessment Report Of The İntergovernmental Panel On Climate Change, 1454, 147

- Conway, T. M., Dalton, C., Loo, J. ve Benakoun, L. 2008. Developing ecological footprint scenarios on university campus: a case study of the University of Toronto at Mississauga. *Interntional Journal of Sustainability in Higher Education*, 9(1), 4-20.
- Coşkun, I. 2013. Sınıf öğretmeni adaylarının ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerinin belirlenmesi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı Sınıf Öğretmenliği Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Çakmak, E. G., Doğan, T., Hilmioğlu B. 2017. İklim değişikliği sürecinde paris anlaşmasının rolü ve Türkiye'nin konumu. 7. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu. 1-3 Kasım 2017, Antalya, 897-907
- Çelik, S., Bacanlı, H., Görgeç, H. 2008. Küresel iklim değişikliği ve insan sağlığına etkileri. *Telekomünikasyon Şube Müdürlüğü*, 1(1): 1-31.
- Çevirgen, M. S. 2009. İstanbul'da denizyolu ulaşımının sera gazı emisyonlarına etkisi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Çokmutlu, M. E., Şahay, O. K. 2019. Borsa İstanbul sürdürülebilirlik endeksi işletmelerinin sera gazı beyanlarına yönelik güvence denetimleri: ısa 3410 güvence denetim standardına ilişkin bir araştırma. *İbad Sosyal Bilimler Dergisi*, (5): 164-174.
- Dale, V. H. 1997. The relationship between land use change and climate change. *Ecological Applications*, 7(3): 753-769.
- Dam, M. M. 2014. Sera gazı emisyonlarının makroekonomik değişkenlerle ilişkisi: OECD ülkeleri için panel veri analizi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Dar, J. A., Asif, M. 2018. Does financial development improve environmental quality in Turkey An application of endogenous structural breaks based cointegration approach. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 29(2): 368-384
- Dawe, FMG, Vetter A ve Martin S 2004. An overview of ecological footprinting and other tools and their application to the development of sustainability process: Audit and methodology at Holme Lacy College, UK. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 5 (4): 340-371
- Demirbaş, M., Aydın, R. 2020. 21. Yüzyılın en büyük tehdidi: küresel iklim değişikliği. *Ecological Life Sciences*, 15(4): 163-179.
- Destek, M. A. 2018. Çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin Türkiye için incelenmesi: STIRPAT modelinden bulgular. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2): 268-283.
- Destek, M. A. 2021. Deindustrialization, reindustrialization and environmental degradation: Evidence from ecological footprint of Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 296
- Dikmen, A. Ç. 2019. Türkiye'de güneş ve rüzgar enerjisinden elektrik üretiminin sera gazı emisyonları ve çevre maliyetinin azalmasına katkıları. *Electronic Turkish Studies*, 14(2).

- Dinç, A. 2015. Bir sürdürülebilir kalkınma göstergesi olarak ekolojik ayak izi ve Türkiye. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Dinçel, D. 2008. Doğadaki izimiz: ekolojik ayak izi. Sağlık Çevre Kültürü Dergisi, 21-22.
- Doğan, S. ve Tüzer, M. 2011. Küresel iklim değişikliği ve potansiyel etkileri. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 12(1): 21-34.
- Doğancılı O., Karaçar E., Korkmaz E. 2019. Sinop Üniversitesi'nin Karbon Ayak İzini Ölçme Üzerine Bir Araştırma, VIII. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu, 318-325
- Dulkadiroğlu, H. 2018. Türkiye’de elektrik üretiminin sera gazı emisyonları açısından incelenmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7(1): 67-74.
- Dunlap, R. E., McCright, A. M. 2015. Challenging Climate Change. Climate Change And Society: Sociological Perspectives, 300.
- Erdoğan, M., 2015. Çevresel tesislerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının hesaplanması İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Erdoğan, M., ve Tuncer, G., 2009. "An evaluation of a course: “Education and awareness for sustainability”," ". International Journal of Environmental and Science Education , vol.4, no.2, pp.133-146.
- Eren, B., Aygün, A. Chabanow, D. ve Akman, N. 2016. Mühendislik öğrencileri ekolojik ayak izinin belirlenmesi. 3rd International Symposium on Environment and Morality (ISEM2016), 4-6 November 2016, Alanya-Turkey
- Eren., Ö., Parlakay, O. P., Hilal, M., Bozhüyük, B. 2017. Ziraat fakültesi akademisyenlerinin ekolojik ayak izinin belirlenmesi: Mustafa Kemal Üniversitesi örneği. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(2): 138-145.
- Ersoy, A. E. 2017. Türkiye'nin hayvansal gübre kaynaklı sera gazı emisyonları durumu ve biyogaz enerjisi potansiyeli. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Eşitti, B., Duran, E. 2018. Çanakkale turizminin karbon ayak izi üzerine bir araştırma. Journal Of Awareness, 3(5): 597-608.
- Garrett, K. A., Nita, M., De Wolf, E. D., Esker, P. D., Gomez-Montano, L., ve Sparks, A. H. 2021. Plant Pathogens As Indicators Of Climate Change. In Climate Change Elsevier, (Pp. 499-513).
- Gillingham, K., Stock, J. H. 2018. The cost of reducing greenhouse gas emissions. Journal Of Economic Perspectives, 32(4): 53-72.
- Godil, D. I., Sharif, A., Rafique, S. ve Jermsittiparsert, K. 2020. The asymmetric effect of tourism, financial development, and globalization on ecological footprint in Turkey. Environmental Science and Pollution Research, 27(2020), 40109–40120. doi: 10.1007/s11356-020-09937- 0

- Gokmenoglu, K. K., Taspinar, N., ve Rahman, M. M. 2021. Military expenditure, financial development and environmental degradation in Turkey: A comparison of CO₂ emissions and ecological footprint. *International Journal of Finance & Economics*, 26(1), 986–997. doi: 10.1002/ijfe.1831
- Gökçe, N., Erdoğan, K. 2009. Coğrafya dersi öğretim programında küresel iklim değişikliği. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (22): 157-168.
- Gökçek, B., Bozdağ, A., Demirbağ, H. 2019. Niğde Ömer Halisdemir üniversitesi örneğinde karbon ayak izinin belirlenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(2): 721-730.
- Gülhan, H., Özgün, H., Erşahin, M. E., Dereli, R. K., Öztürk, İ. 2018. İstanbul'daki biyolojik atıksu arıtma tesislerinin sera gazı emisyonunun modelleme metodu ile tahmini. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 30(1): 59-67.
- Günel N., Yücel Işıldar G., Atik A. D., 2018. Üniversite Öğrencilerinin Ekolojik Ayak İzi azaltılması Konusundaki Eğilimlerinin İncelenmesi, *Türk Bilim Araştırma Vakfı*, 11 (4), 34-46.
- Güner, E. D., Turan, E. S. 2017. Yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel iklim değişikliği üzerine etkisi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 3(1): 48-55.
- IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>, Erişim Tarihi:13.08.2022.
- ISO 14064-1:2018 Greenhouse Gases Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals <https://www.iso.org/standard/66453.html>, Erişim Tarihi: 21.11.2022.
- Janis, AJ. 2007. Quantifying the ecological footprint of the Ohio State University. Ph. D. Thesis. The Ohio State University, Columbus
- Jaroszweski ve ark., Wrocław University of Technology, Institute of Electrical Engineering Fundamentals, Wybrzrze Wyspian skiego 27, 50-370 Wrocław, Poland
- Kale, M. M. 2020. İklim değişikliği çerçevesinde Ankara ili ana su havzaları gelecek projeksiyonu: Sakarya ve Batı Karadeniz Havzaları, *Coğrafi Bilimler Dergisi/ Turkish Journal of Geographical Sciences*, 18(2), 191-215, doi:10.33688/aucbd.732831
- Kara, K. Ö., Yereli, A. B. 2022. İklim değişikliğinin yönetimi ve tarım sektörü. *Afet ve Risk Dergisi*, 5(1): 361-379.
- Karakaya, H. 2019. Enerji Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması: Batman Üniversitesi Örneği, 1.Uluslararası Harran Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, 8-10 Mart 2019, Şanlıurfa.
- Karasoay, A. 2019. Drivers of carbon emissions in Turkey: considering asymmetric impacts. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(9): 9219–9231.

- Katircioğlu, S.S., Katircioğlu, S.S. 2018. Testing the role of urban development in the conventional environmental Kuznets curve: evidence from Turkey. *Applied Economics Letters*, 25(11): 741-746. doi:10.1080/13504851.2017.1361004
- Kayhan, M. 2007. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye. I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi Bildiri Kitapçığı, 81-83.
- Kayıkçıoğlu, H. H., Okur, N. 2012. Sera gazı salınımlarında tarımın rolü. *Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2):25.
- Kaypak, Ş. 2013. Ekolojik ayak izinden çevre barışına bakmak. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (1): 154-159.
- Keleş Ö 2007. Sürdürülebilir yaşama yönelik çevre eğitimi aracı olarak ekolojik ayak izinin uygulanması ve değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*.
- Keleş, Ö., Naim, U., Özsoy, S. 2008. Öğretmen adaylarının ekolojik ayak izlerinin hesaplanması ve değerlendirilmesi. *Ege Eğitim Dergisi*, 9(2): 1-15.
- Keleş Ö 2011. Öğrenme halkası modelinin öğrencilerin ekolojik ayak izlerini azaltmasına etkisi. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 10(3): 1143-1160.
- Kelman, I., West, J. J. 2009. Climate change and small island developing states: a critical review. *Ecological And Environmental Anthropology*, 5(1): 1-16.
- Kılıç, S. 2008. Küresel iklim değişikliği sürecinde su yönetimi. *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, (39): 161-186.
- Kılınç, E. C. 2021. Ekolojik ayak izi-enerji ar-ge harcamaları ilişkisi: oecd ülkeleri örneği. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(2): 527- 541.
- Kitzes, J., Galli, A., Bagliani, M., Barrett, J., Dige, G., Ede, S., ve Wiedmann, T. 2009. A research agenda for improving national ecological footprint accounts. *Ecological Economics*, 68(7): 1991-2007.
- Kitzes, J., Wackernagel, M., Loh, J., Peller, A., Goldfinger, S., Cheng, D., Tea, K. 2008. Shrink and share: humanity's present and future ecological footprint. *Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491): 467-475.
- Kumaş K., Akyüz A., Zaman M., Güngör A., 2019, sürdürülebilir bir çevre için karbon ayak izi tespiti: makü bucak sağlık yüksekokulu örneği, *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6(1): 108-117.
- Lawrance, E., Thompson, R., Fontana, G., Jennings, N. 2021. The Impact Of Climate Change On Mental Health And Emotional Wellbeing: Current Evidence And Implications For Policy And Practice. Available At: <https://www.imperial.ac.uk/grantham/publications/all-publications/the-impact-of-climate-change-on-mentalhealth-and-emotional-wellbeing-current-evidence-and-implications-for-policy-and-practice.php>.
- Loarie, S. R., Duffy, P. B., Hamilton, H., Asner, G. P., Field, C. B., Ackerly, D. D.

2009. The velocity of climate change. *Nature*, 462(7276): 1052-1055.
- Malhi, G. S., Kaur, M., Kaushik, P. 2021. Impact of climate change on agriculture and its mitigation strategies: A Review. *Sustainability*, 13(3): 1318.
- Mancini, M. S., Galli, A., Niccolucci, V., Lin, D., Bastianoni, S., Wackernagel, M., Marchettini, N. 2016. Ecological footprint: refining the carbon footprint calculation. *Ecological Indicators*, 61, 390-403.
- Mavi, İ. 2021. Küresel iklim değişikliği bağlamında yeni toplumsal hareket örneği olarak küresel çevreci hareketler. *Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2): 116-126.
- Mercan, M., Karakaya, E. 2013. Sera gazı salımının azaltımında alternatif politikaların ekonomik maliyetlerinin incelenmesi: Türkiye için genel denge analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (42): 123-159.
- Metz, B., Davidson, O., Bosch, P., Dave, R., Meyer, L. 2007. Climate Change 2007-Mitigation Of Climate Change. Intergovernmental Panel On Climate Change, Working Group Iı.
- Mızık, E. T., Yiğit Avdan, Z. 2020. Sürdürülebilirliğin temel taşı: ekolojik ayak izi . *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi* , 6 (2): 451-467.
- Neboğlu, E.K. ve Yıldırım, B. 2022. Evaluation of articles related to climate change published in faculty and institute journals of universities between 2012 and 2021 in Turkey : retrospective analysis. *Retrospektif Analiz*, 2,(2): 14-21
- Nicholls, R. J., Lincke, D., Hinkel, J., Brown, S., Vafeidis, A. T., Meyssignac, B., ve Fang, J. 2021. A global analysis of subsidence, relative sea-level change and coastal flood exposure. *Nature Climate Change*, 11(4): 338-342.
- Oertel, C., Matschullat, J., Zurba, K., Zimmermann, F., Erasmi, S. 2016. Greenhouse gas emissions from soils—a review. *Geochemistry*, 76(3): 327-352.
- Orhan, A. E. 2018. Çimento üretiminden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının hesaplanması, Hacettepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi
- Ozatac, N., Gokmenoglu, K. K., Taspınar, N. 2017. Testing the EKC hypothesis by considering trade openness, urbanization, and financial development: the case of Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(20): 16690–16701.
- Özçağ, M., Yılmaz, B., Sofuoğlu, E. 2017. Türkiye’de sanayi ve tarım sektörlerinde seragazı emisyonlarının belirleyicileri: indeks ayrıştırma analizi. *Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 14(54): 175-195.
- Özlem, B. 2013. Seçilen bir kağıt fabrikasında karbon ayak izi belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Özmen, M. T. 2009. Sera gazı-küresel ısınma ve Kyoto protokolü. İnşaat Mühendisleri Odası Dergisi, 453(1): 42-46.
- Özsoy, C. E. 2015. Düşük karbon ekonomisi ve Türkiye’nin karbon ayak izi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 4(9): 198-215.
- Özsoy, C. E., Dinç., A. 2016. Sürdürülebilir kalkınma ve ekolojik ayak izi. *Finans*

- Politik ve Ekonomik Yorumlar, (619): 35-55.
- Öztürk, K. 2002. Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1).
- Pandey, D., Agrawal, M., Pandey, J. S. 2011. Carbon footprint: current methods of estimation. Environmental Monitoring And Assessment, 178(1): 135-160.
- Pata, U. K. 2018a. The effect of urbanization and industrialization on carbon emissions in Turkey: Evidence from ARDL bounds testing procedure. Environmental Science and Pollution Research, 25(8): 7740–7747.
- Pata, U. K. 2018b. Renewable energy consumption, urbanization, financial development, income and CO₂ emissions in Turkey: Testing EKC hypothesis with structural breaks. Journal of Cleaner Production, 187, 770–779.
- Pata, U.K., Yurtkuran, S. 2018. Yenilenebilir enerji tüketimi, nüfus yoğunluğu ve finansal gelişmenin CO₂ salımına etkisi: Türkiye örneği. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, Prof. Dr. Harun TERZİ Özel Sayısı, 303–318.
- Pekin, M. A. 2006. Ulaştırma sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonları. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Peters, G. P. 2010. Carbon footprints and embodied carbon at multiple scales. Current Opinion In Environmental Sustainability, 2(4): 245-250.
- Rees, W. 2018. Ecological footprint. In companion to environmental studies (pp. 43-48). routledge. ruminants, climate change and climate policy. Nature Climate Change, 4(1): 2-5.
- Ripple, W. J., Smith, P., Haberl, H., Montzka, S. A., Mcalpine, C., ve Boucher, D. H. 2014. Ruminants, climate change and climate policy. Nature Climate Change, 4(1),2-5.
- Sancar, O., Bostancı, S. H. 2020. COVID-19 pandemi sürecinde karbon emisyonu üzerine bir tartışma. Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 269-292
- Schaller D 1999. Our footprints - they're all over the place. Newsletter of the Utah Society for Enviromental Education 9 (4)
- Selimoğlu, S. K., Çalışkan, A. Ö. 2016. Sürdürülebilirlik bağlamında uluslararası güvence denetimi standardı gds ısaie 3410-sera gazı beyanları-I. Muhasebe ve Denetime Bakış, 15(47): 1-22.
- Sesana, E., Gagnon, A. S., Ciantelli, C., Cassar, J., Hughes, J. J. 2021. Climate change impacts on cultural heritage: a literature review. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 12(4): E710.
- Seyhan A.K., Çerçi M., 2022. IPCC Tier 1 ve DEFRA metotları ile karbon ayak izinin belirlenmesi: Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi'nin yakıt ve elektrik tüketimi örneği, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26,(3), 386-397.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., Smith, J. 2008. Greenhouse gas mitigation in agriculture. philosophical transactions of the royal society b: Biological Sciences, 363(1492): 789-813.

- Steiger, R., Mayer, M. 2008. Snowmaking and climate change. *Mountain Research And Development*, 28(3): 292-298.
- Strauss, B. H., Orton, P. M., Bittermann, K., Buchanan, M. K., Gilford, D. M., Kopp, R. E., ve Vinogradov, S. 2021. Economic damages from hurricane sandy attributable to sea level rise caused by anthropogenic climate change. *Nature Communications*, 12(1): 1-9.
- Şimşekli, Y. 2004. Çevre bilincinin geliştirilmesine yönelik çevre eğitimi etkinliklerine ilköğretim okullarının duyarlılığı. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1): 83-92.
- Taylor, R. G., Scanlon, B., Döll, P., Rodell, M., Van Beek, R., Wada, Y., ve Treidel, H. 2013. Ground water and climate change. *Nature Climate Change*, 3(4): 322-329.
- T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2022, Girişimci ve İnsani Dış Politika, <https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa>, Erişim:28.12.2022.
- Thuiller, W. 2007. climate change and the ecologist. *Nature*, 448(7153): 550-552.
- Topçu, L. 2008. Toplu taşımacılık sistemlerinin sera gazı emisyonlarına etkisi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Tosunoğlu, B. 2014. Sürdürülebilir küresel refah göstergesi olarak ekolojik ayak izi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 3(5): 132-149.
- Turan, E. S. 2017. Türkiye'nin su ayak izi değerlendirmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 74(Ek-1): 55-62.
- Turan, R. B. 2019. Bursa Osmangazi belediyesi kurumsal karbon ayak izi hesabı ve iklim değişikliği uyum çalışmaları. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 4(1): 17-24.
- Türkeş, M. 2001. Küresel iklimin korunması, iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi ve Türkiye. Tesisat Mühendisliği, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Süreli Teknik Yayın, 61, 14-29.
- Türkeş, M. 2008. Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1(1): 26-37.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G. 2000. Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, Ankara.
- Uğurlu, Ö. ve Demirer, Y. 2008. Disiplinler arası çevre eğitimi üzerine ulusal ve uluslararası örnekler: Bilimsel faaliyet, siyasi karar verme süreci ve eğitim. *Eğitim Bilim Toplum Dergisi*, 6(23): 94-111.
- Urry, J. 2015. Climate change and society. In *Why The Social Sciences Matter* (ss. 45-59). Palgrave Macmillan, London.
- Uyar, S., Cengiz, E. 2011. Karbon (sera gazı) muhasebesi. *Mali Çözüm Dergisi/Financial Analysis*, (105).
- Üreden, A., Özden, S. 2018. Kurumsal karbon ayak izi nasıl hesaplanır: Teorik bir çalışma. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 4(2): 98-108.

- Varol, N. ve Ayaz., M., 2012. Küresel iklim değışikliğı ve zeytincilik. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, (1): 11-13.
- Vural, Ç. 2018. Küresel iklim değışikliğı ve güvenlik. Güvenlik Bilimleri Dergisi, 7(1): 57-85. Wackernagel, M., Kitzes, J. (2008). Ecological Footprint. Encyclopedia Of Ecology, 3, 1031-1037.
- Wada, Y. Izumi, K. ve Mashiba, T. 2007. Development of a web-based personal ecological footprint calculator for the Japanese. International Ecological Footprint Conference, 8-10 May. Cardiff
- WWF 2012. Yaşayan Gezegen Raporu, <https://www.wwf.org.tr/?1413/yasayangezenraporu2012ozet>, Erişim Tarihi 12.11.2022.
- Yaka F., Koçer A., Güngör A., 2015. Akdeniz Üniversitesi sağlık hizmetleri meslek yüksekokulu karbon ayak izinin tespiti, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 12(3), 37-45.
- Yalvaç, G. H. 2008. İşbirlikli öğrenme yaklaşımının öğretmen adaylarının çevreye ilişkin zihinsel yapılarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İlköğretim ana bilim Dalı Fen ve Teknoloji Öğretmenliği Bilim Dalı, Bolu
- Yu, W., Hassan, A., Adhikariparajuli, M. 2022. How did amazon achieve csr and some sustainable development goals (sdgs)—climate change, circular economy, Water Resources And Employee Rights During Journal Of Risk And Financial Management, 15(8): 364.
- Yurtkuran, S. 2020. N11 Ülkelerinde ekolojik ayak izi yakınsaması: fourier durağanlık testinden yeni kanıtlar. Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi, 6(2): 191-210.
- Yusoff, K., Gabrys, J. 2011. Climate change and the imagination. Wiley interdisciplinary reviews: Climate Change, 2(4): 516-534.
- Yücel, A. Morgil, F. 1998. Yüksek öğretimde çevre olgusunun araştırılması. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 14: 84-91

EKLER



Ek-1. Araştırma İzni



T.C.
GİRESUN VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-29409993-605.01-36207728
Konu : Araştırma İzni
(Pınar Rüya ULUDAĞ)

04.11.2021

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) Giresun Üniversitesinin 26.10.2021 tarihli ve 35546000 DYS kayıtlı yazısı.
b) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2020/2 nolu Genelgesi.

İlgi (a) yazı ile Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans öğrencisi Pınar Rüya ULUDAĞ'ın "Lise Öğrencilerinin Karbon Ayak İzlerinin Hesaplanması ve Azaltılması Yönündeki Eğitim Çalışmaları" adlı çalışmasına veri sağlamak amacıyla, Bulancak Lokman Hekim MTAL yönetici, öğretmen ve öğrencileri ile anket çalışması yapma izin talebine ilişkin yazı ve ekleri Müdürlüğümüz Araştırma Değerlendirme Komisyonu tarafından incelenmiştir.

Söz konusu çalışmanın 10.11.2021-27.05.2022 tarihleri arasında, ekleri müdürlüğümüzce mühürlenmiş ve paraflanmış veri toplama araçlarını kullanarak; Covid-19 Pandemisi ile mücadele kapsamında alınan önlemler çerçevesinde, ilgili okul müdürlüklerinin sorumluluğunda/gözetiminde eğitim öğretim faaliyetlerini aksatmadan yapılması, çalışmalara katılımın gönüllülük esasına dayalı olarak sağlanması koşulları ile gerçekleştirilmesinde herhangi bir sakıncanın olmadığı Müdürlüğümüzce uygun değerlendirilmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde, olurlarınıza arz ederim.

Müdür a.

Fazlı ÇİÇEK

Şube Müdürü

OLUR
Ertuğrul TOSUNOĞLU
Vali a.
İl Millî Eğitim Müdürü



T.C.
GİRESUN VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-29409993-605.01-36496846
Konu : Araştırma İzni
(Pınar Rüya ULUDAĞ)

09/11/2021

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nün 26/10/2021 tarih ve 51742 sayılı (35546000 MEB DYS kayıtlı) yazısı.

İlgi yazı ile talep edilen Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü yüksek lisans öğrencisi Pınar Rüya ULUDAĞ'ın Bulancak Lokman Hekim Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinde yapacağı anket çalışmasına ait Valilik Makam Oluru ekte gönderilmiştir. Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

ÇAVUŞ
Vali a.
Yardımcısı

Mehmet Fikret

Vali

Ek:
1-Makam Oluru
2-Mühürlü Ölçek

Dağıtım
-Giresun Üniversitesi
-Bulancak İlçe MEM

Adres : Bilkönet Konağı A Blok Kat 1

Teléfono No : 0 (454) 215 75 25
E-Posta : ilmi@iresun.gov.tr

Bu belge gıvencik elektronik anasız da kullanılabilir.

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ehys>

Bilgi için: Ekrem GENÇ

Çavuş - Öğretmen

İnternet Adresi:

Faks: 4542157522

Ek-2: Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Anketi

1.Yaşınız:

2.Adınız:

3.Cinsiyetiniz:

1) Kadın: ... 2) Erkek: ...

4. Öğrenim durumunuz:

1)9.sınıf: ... 2) 10. sınıf: ...3) 11. sınıf: ... 4) 12. Sınıf :

5. Küresel ısınma hakkında bilginiz var mı?

Evet Kısmen Hayır

6. İklim değişikliği hakkında bilgi sahibi misiniz?

Evet Kısmen Hayır

7. İklim değişikliğinin nedenleri hakkında bilgi sahibi misiniz?

Evet Kısmen Hayır

8. Gelecekte küresel ve bölgesel iklim değişikliğinde bizleri neler beklemektedir? Bir fikriniz var mı?

Evet Kısmen Hayır

9. Türkiye de gözlemlenen iklim değişiklikleri hakkında bilgi sahibi misiniz?

Evet Kısmen Hayır

10. Ekolojik ayak izi hakkında bilginiz var mı?

Evet Kısmen Hayır

11. Karbon ayak izi hakkında bilginiz var mı?

Evet Kısmen Hayır

12. Karbon ayak izinin azaltılması için neler yapılması gerektiği hakkında bilginiz var mı ?

Evet Kısmen Hayır

13. Bu konuda yeterince bilgi sahibi olduğunuzu düşünüyor musunuz?

Evet Kısmen Hayır

14. Bu konularda ders içeriklerinin yeterli olduğunu düşünüyor musunuz?

Evet Kısmen Hayır

15. Çevre sorunlarının derslerde işlenmesini istiyor musunuz?

Evet Kısmen Hayır

16. Çevre sorunları hakkında gazetelerde çıkan haberleri okuyor musunuz?

Evet Kısmen Hayır

17. Aileniz sizi çevre kirliliği konusunda bilgilendiriyor mu?

Evet Kısmen Hayır

18. Gazetelerde çevre sorunları üzerine yazılmış makaleleri okumayı tercih eder misiniz?

Evet Kısmen Hayır

Ek-3.Karbon Ayak İzi Hesaplama Anketi

1. Yaşınız:

2. Adınız:

3. Cinsiyetiniz:

1) Kadın: ... 2) Erkek: ...

4. Öğrenim durumunuz:

1) 9.sınıf: ... 2) 10. sınıf: ... 3) 11. sınıf: ... 4) 12. Sınıf :

5. İkamet ettiğiniz evde kaç kişi yaşıyorsunuz:

6. Yıllık enerji tüketiminizi enerji tiplerine göre giriniz.

Elektrik kullanımı..... TL

Doğal Gaz TL

Kömürton

Propan(mutfak tüpü/ adet):

7. Yıllık gidiş-dönüş uçuş adetleri

Kısa mesafeli uçuş (Türkiye-Avrupa...vb.):

Orta mesafeli uçuş (Türkiye-Çin...vb.):

Uzun mesafeli uçuş (Türkiye-Amerika...vb.):

8. Yıllık seyahatinizi varsa arabanız ile hesaplayıp yazınız. Şahsi aracınız yoksa lütfen boş bırakınız.

Yıllık katedilen mesafe km.

Araba markası (Wolkswagen, Honda, Fiat, Ford...vb.).....

Model (Golf, Jazz, Punto, Focus ...vb): ... Yakıt Türü: Benzin: Dizel: LPG:... Vites Türü: Düz: Otomatik:

9. Yıllık kullandığınız toplu taşıma araç miktarlarını yazınız.

Otobüs: km

Tren yolu: km

Hafif raylı sistem (Ankaray vb.):km

Metro:..... km

Aşağıdaki seçeneklerden yaşam tarzınıza en yakın olanları işaretleyiniz. (Lütfen size en yakın tek bir seçenek işaretleyiniz.)

10. 10.Yemek tercihiniz

- 1) Vejetaryenim
- 2) Genellikle balık tüketirim
- 3) Genellikle beyaz et tüketirim
- 4) Kırmızı ve beyaz et tüketirim
- 5) Her gün kırmızı et tüketirim

11. Organik gıda tüketiminiz

- 1) Sadece organik gıda alırım
- 2) Aldığım bazı ürünler organiktir
- 3) Hiç organik ürün almam
- 4) Organik ürün almanın işe yaradığını bilmiyordum

12. Mevsimsel gıda tüketiminiz

- 1) Sadece mevsimsel gıda tüketirim
- 2) Arasına mevsimsel gıda tüketirim
- 3) Sadece turfanda gıda tüketirim

13. İthal gıda ve ürün tüketiminiz

- 1) Sadece yerli ürün tüketirim
- 2) Genelde yerli ürün tüketirim
- 3) Yerli ürün tüketmeyi tercih ederim
- 4) Yerli ya da ithal benim için fark etmez

14. Giyim tercihiniz

- 1) Sadece ikinci el giysi kullanırım (Aile içi, arkadaşlar arası giysi değişimi)
- 2) Yeni giysiye ihtiyacım varsa alırım

- 3) En son modayı takip ederim

15. Paketleme tercihiniz

- 1) Paketsiz veya olabildiğince az paketlenmiş ürünü tercih ederim
- 2) Az paketlenmiş ürün tercih ederim
- 3) Sadece güzel paketlenmiş ürün tercih ederim

16. Mobilya ve elektronik eşya tercihiniz

- 1) Sadece ikinci el ürün alırım
- 2) Genelde yeni ürün alırım ama aldıklarımı en az 5 sene kullanırım
- 3) En son teknoloji veya modaya uygun ürün alırım

17. Geri dönüşüm tercihiniz

- 1) Çöpümün hepsi geri dönüştürülür
- 2) Çöpümün çoğu geri dönüştürülür
- 3) Çöpümün bir kısmı geri dönüştürülür
- 4) Hiç geri dönüşüm yapmam

18. Eğlence ve aktiviteleriniz

- 1) Karbon üretimine neden olmayan aktiviteler yaparım (örn yürüyüş, bisiklet binme)
- 2) Genelde sinema, bar, restoranlara giderim
- 3) Yoğun karbon üreten aktivitelere katılırım (örn. uçuş, motosiklet)

19. Kendinize ait kaç adet arabanız var?

20. Kullandığınız finansal hizmetler

- 1) Hiç banka hesabım yok
- 2) Standart finansal hizmetleri kullanıyorum

ÖZGEÇMİŞ

Pınar Rüya Uludağ

Ordu Atatürk Anadolu

Lisesi’nden mezun oldu. 2013 yılında Erciyes Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünü kazandı ve 2019 yılında aynı bölümden mezun oldu. 2020 senesinde Anadolu Üniversitesi Coğrafi Bilgi Sistemleri Bölümüne kayıt yaptırdı ve 2022 senesinde bitirdi. 2020 yılında Giresun Üniversitesi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Lisansüstü eğitime başladı, 2021 yılında Atatürk Üniversitesi Adalet Meslek Yüksekokuluna başladı ve halen devam etmektedir.