

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

**TÜRKİYE DEKİ YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE
DİĞER ENERJİ KAYNAKLARININ DURUM ANALİZİ,
ÇEVRESEL ETKİLERİ, KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nuray YILMAZ

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Meral YURTSEVER

Aralık 2022

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE DEKİ YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE
DİĞER ENERJİ KAYNAKLARININ DURUM ANALİZİ,
ÇEVRESEL ETKİLERİ, KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nuray YILMAZ

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 21.12.2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr.
Meral YURTSEVER
Jüri Başkanı

Prof. Dr.
Nurtaç ÖZ
Üye

Prof. Dr.
Ahmet ALTIN
Üye

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 bulunduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Nuray YILMAZ

17.12.2022

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. Meral YURTSEVER'e ve Prof. Dr. Ahmet ALTIN'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu süreçte her zaman desteğini yanımda hissettiğim eşim Alptekin YILMAZ ve Kızım Selen YILMAZ'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	ix
ÖZET	xi
SUMMARY	xii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR ÖZETİ	2
2.1. Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri	2
2.1.1. Yenilenebilir enerji kaynakları	2
2.1.1.1. Güneş enerjisi.....	2
2.1.1.2. Rüzgâr enerjisi.....	3
2.1.1.3. Biyokütle enerjisi.....	3
2.1.1.4. Jeotermal enerji.....	4
2.1.1.5. Hidroelektrik enerji.....	5
2.1.1.6. Hidrojen enerjisi	7
2.1.1.7. Dalga/gelgit enerjisi.....	8
2.1.2. Yenilenemez enerji kaynakları.....	8
2.1.2.1. Petrol.....	9
2.1.2.2. Doğalgaz.....	10
2.1.2.3. Kömür.....	10

2.1.2.4. Nükleer enerji.....	12
2.2. Enerji Arzı ve Enerji Politikaları.....	13
2.2.1. Dünyada mevcut durum ve enerji arzı.....	13
2.2.2. Türkiye’de enerji arzı	15
2.2.2.1. Türkiye’de yenilenebilir enerji.....	17
2.2.3. Almanya’da mevcut durum enerji arzı ve enerji politikaları	18
2.2.4. Almanya’nın ve Türkiye’nin enerji politikaları ve enerji çeşitliliği yönünden karşılaştırılması.....	22
2.3. Enerji ve Küresel İklim Değişikliği İlişkisi.....	23
2.3.1 İklim değişikliğinin tanımı.....	23
2.3.2. İklim değişikliğinin etkileri.....	25
2.3.3. İklim değişikliği ve Uluslararası müzakereler.....	25
2.3.3.1. Küresel iklim değişikliği krizinin tarihçesi.....	25
2.3.3.2. İklim değişikliği çerçeve sözleşmesi.....	25
2.3.3.3. Kyoto protokolü	26
2.3.3.4. Paris anlaşması.....	26
2.3.3.5. Karbon ekonomisi.....	27
2.3.3.6. Avrupa Yeşil Mutabakatı.....	29
2.4. Sektörlere Göre Dünyada ve Türkiye’de Sera Gazı Emisyon Verileri. 30	
2.4.1 Küresel ölçekte 1990’dan 2019’a kadar CO ₂ emisyonları.....	30
2.4.2 Türkiye’nin sera gazı emisyon istatistikleri, 1990-2020.....	31
2.5. Sera Gazı Etkileri Konulu Anket Çalışmalarına Örnekler	33
BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE YÖNTEM	35
3.1. Metot.....	35
BÖLÜM 4.	
BULGULAR	37
4.1. Google Formlar Üzerinden Küresel İklim Değişikliği ve Etkileri Üzerine Genel Katılıma Açık Anket.....	37

4.2. Üniversite Öğrencilerinde Küresel İklim Değişikliğine Yönelik Farkındalık Değerlendirmesi.....	44
4.2.1. Öğrencilerin demografik yapısı;.....	44
4.2.2. Öğrencilerin küresel iklim kriziyle ilgili bilgi edinme kaynakları	45
4.2.3. Öğrencilerin iklim değişikliği konulu bir derse katılım durumları	46
4.2.4. Öğrencilerin küresel çaptaki olaylar karşısında vermiş oldukları cevaplar.....	46
4.2.5. Küresel sıcaklık artışının sebepleri.....	48
4.2.6. Küresel ölçekte sera gazına sebep olan sektör araştırması...	48
4.2.7. Küresel İklim değişikliğinde rol alan başlıca Sera gazı.....	49
4.2.8. Yenilenebilir enerji kaynakları.....	49
4.2.9. Yenilenebilir enerjiye geçiş kararının üzerindeki etkilerin tespiti.....	50
4.3. Anket Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırılması.....	51
BÖLÜM 5.	
SONUÇ	53
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	59

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

BM	: Birleşmiş Milletler
BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CER	: Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltımı
CFC	: Kloroflorokarbonlar
CO ₂	: Karbondioksit
ÇŞİDB	: Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EPİAŞ	: Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi
ERU	: Emisyon Azaltım Birimi
EÜAŞ	: Elektrik Üretim Anonim Şirketi
GES	: Güneş Enerji Santralleri
GSYİH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
GHG	: Sera Gazları
HES	: Hidroelektrik Santrali
HFC	: Hidroflorokarbonlar
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
IMF	: Uluslararası Para Fonu
INDC	: Kesin Katkılar için Ulusal Niyet Beyanları
IPCC	: Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
JES	: Jeotermal Enerji Santrali
MTEP	: Milyon Ton Eş Değer Petrol
NO ₂	: Nitroz oksit
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
O ₃	: Ozon
RES	: Rüzgâr Enerji Santralleri
SKHKKY	: Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliği

TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TETAŞ	: Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt Anonim Şirketi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UNFCCC	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
YEKA	: Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı
YETA	: Yenilenebilir Enerji Tedarik Anlaşması
YEK-G	: Yenilenebilir Enerji Kaynak Garantisi
WEC	: Rüzgâr Enerji Dönüşümü

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Hidroelektrik barajı ve çalışma prensibi.....	5
Şekil 2.2. Küresel ölçekte elektrik üretimi değişim verileri (2014-2021).....	14
Şekil 2.3. Kaynağına göre elektrik kurulu güç oranları (1920-2020 Gwh	16
Şekil 2.4. 2020 yılı sonu Türkiye elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı.	16
Şekil 2.5. Teknolojilere ve yıllara göre yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu güç değerleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç miktarının toplam kurulu güç miktarına oranı.....	18
Şekil 2.6. Almanya sektörlerine göre karbon emisyon miktarı.....	19
Şekil 2.7. Yıllara göre yakıtların yanmasından kaynaklı CO ₂ emisyonları değişimi ve enerji kaynaklarına göre Dağılımları (2020 verileri).....	21
Şekil 2.8. Toplam birincil enerji kaynaklarına göre üretim oranları dağılımı (2020 verileri).....	21
Şekil 2.9. Sera gazı emisyonlarının sınıflandırılmış kaynaklar.....	24
Şekil 2.10. Sektörel bazda küresel CO ₂ emisyonları.....	31
Şekil 2.11. Toplam ve kişi başı sera gazı emisyonu, 1990-2020.....	31
Şekil 2.12. Sektörlere göre sera gazı emisyonları.....	33
Şekil 4.1. En fazla hangi sektörde sera gazı salınımı gerçekleşir sorusunun yüzde oranları.....	40
Şekil 4.2. Dünya üzerindeki sıcaklık artıyorsa sebebi ne olabilir? sorusunun yüzde oranları.....	41
Şekil 4.3. Enerji kaynakları kullanım oranları.....	42
Şekil 4.4. Yeşil enerjiye geçecek olsanız, aşağıdaki konulardan hangisi kararınızda en fazla etkili olurdu? sorusunun yüzde oranları.....	43
Şekil 4.5. Yeşil enerjiye geçecek olsanız, aşağıdaki konulardan hangisi kararınızda en fazla etkili olurdu? sorusunun yüzde oranları	44

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Almanya’da Yıllara göre nüfus ve CO ₂ salınımı gelişimi.....	20
Tablo 2.2. Almanya ve Türkiye nin mevcut enerji kaynakları yönünden karşılaştırılması.....	22
Tablo 2.3. Sera gazı emisyonları kaynakları sınıflandırılması.....	24
Tablo 2.4. Enerji kaynaklarına göre karbon emisyon değerleri.....	30
Tablo 2.5. Türkiye de sektörlere göre sera gazı emisyonları.....	32
Tablo 2.6. Sera gazı emisyonları çeşitlerine göre dağılımı.....	33
Tablo 4.1. Google Formlara anketi demografik sorulara ait cevaplar.....	37
Tablo 4.2. Dünyada gelişen son olaylara bakıldığında, size göre en fazla endişe verici konu hangisidir? sorununun yanıtları.....	38
Tablo 4.3. 1’den 5’e kadar bir ölçekte ele alınacak olursa, iklim değişikliği konusu hakkında ne kadar bilgi sahibisiniz? sorusunun yanıtları.....	39
Tablo 4.4. 1’den 5’e kadar bir ölçekte ele alınacak olursa, iklim değişikliğinin insan ve diğer canlılar için ne kadar tehdit oluşturduğunu düşünüyorsunuz? sorununun yanıtları	39
Tablo 4.5. En fazla sera gazı salımı hangi sektörde gerçekleşir? sorununun yanıtları.....	39
Tablo 4.6. Dünya üzerinde sıcaklık artıyorsa sebebi ne olabilir? sorununun yanıtları.....	40
Tablo 4.7. Küresel ölçekte iklim değişikliğine sebep olan başlıca sera gazı hangisidir? sorununun yanıtları.....	41
Tablo 4.8. İklim değişikliği etkilerini önlemede aşağıdakilerden hangisi büyük önem arz eder? sorununun yanıtları	41
Tablo 4.9. Aşağıdakilerden hangisi tükenmez (yeşil) enerji kaynaklarından değildir? sorununun yanıtları.....	42

Tablo 4.10. Sizce yeşil enerji kaynaklarının kullanımına geçmek ne kadar önemlidir? sorununun yanıtları	43
Tablo 4.11. Yeşil enerjiye geçecek olsanız, aşağıdaki konulardan hangisi kararınızda en fazla etkili olurdu? sorununun yanıtları.....	44
Tablo 4.12. Sizce yeşil enerji kaynaklarının kullanımına geçmek ne kadar önemlidir? sorununun yanıtları.....	44
Tablo 4.13. Araştırmaya katılan öğrencilerin bölüm ve sınıf bilgileri.....	45
Tablo 4.14. Öğrencilerin bilgi edinme kaynakları.....	45
Tablo 4.15. Öğrencilerin öğrenim sürelerinde iklim değişikliği konulu derse katılımları.....	46
Tablo 4.16. Öğrencilerin küresel çaptaki olaylar karşısında vermiş oldukları cevaplar.....	46
Tablo 4.17. Üçlü karşılaştırmada anlamlı fark bulunanların ikişerli olarak karşılaştırılması.....	47
Tablo 4.18. Küresel sıcaklık artışı göstergeleri.....	48
Tablo 4.19. Sera gazı oluşumunda sektörel etkiler.....	49
Tablo 4.20 Başlıca Sera gazları.....	59
Tablo 4.21. Yenilenebilir enerji kaynakları tespiti.....	50
Tablo 4.22. Yenilenebilir enerjiye geçerken karar vermede etkenlerin belirlenmesi.	51

ÖZET

Anahtar kelimeler: Enerji Kaynakları, Çevresel Etki, Sera Gazı etkisi, Küresel İklim Değişikliği, Yeşil Ekonomi, Anket

Günümüz dünyasının en önemli ekolojik sorunlarından biri sürekli artan enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla doğanın işleyişini sekteye uğratan uzun vadede geri dönüşümü mümkün olmayan zararların ortaya çıkmasıdır. Bu nedendir ki başta bölgesel iklim parametrelerindeki değişmelerin ardından yaşanması muhtemel küresel iklim değişikliği sorunu insanlığın varlığını tehdit eder boyutlara ulaşmıştır. İklim krizinin küresel ölçüğe ulaşmasıyla etkilerinin önlenmesi için Birleşmiş milletlerin ve Uluslararası kuruluşların öncülüğünde 1997 yılında Kyoto protokolü imzalanmış ve atmosfere sera gazı salan ülkelerin katılım sağlaması çalışılmıştır. En son 189 ülkenin katılımı ile imzalanan Paris antlaşmasıyla da atmosferde sera gazı etkisine sebep olan fosil kaynaklı yakıtların kullanılmasından kaynaklı emisyonların (Petrol, kömür doğalgaz vb.) sınırlandırılması hedeflenmiştir.

Bu çalışmada; fosil kaynaklı enerji kaynakları ile yenilenebilir enerji kaynakları hakkında genel bilgiler verilmiş ve çevresel etkilerinden bahsedilmiştir. Türkiye'deki mevcut enerji kaynakları ve enerji politikalarından bahsedilmiş ve yıllar içerisinde Karbon emisyon oranları belirtilmiş ve fosil yakıtlı enerji kaynaklarının sera gazı emisyonlarından bahsedilmiştir. Türkiye'nin enerji kaynaklarının yıllar içerisindeki gelişimi özetlenmiş yenilenebilir enerji kaynaklarının payı ve enerji politikaları irdelenmiştir. Avrupa da ve dünyada Enerji yatırımlarıyla öncü ülkelerden olan Almanya'nın geçmiş yıllardan gelen enerji politikaları ve enerji kaynakları gelişimi Türkiye ile karşılaştırılmıştır. Enerji kaynağı seçimi ve iklim değişikliğine etkileri üzerine üniversite 1. ve 4. Sınıfta farkındalık anketi yapılmış ve anket sonuçları yorumlanmıştır.

SITUATION ANALYSIS, ENVIRONMENTAL IMPACTS AND COMPARISON OF RENEWABLE ENERGY SOURCES AND OTHER ENERGY SOURCES IN TURKEY

SUMMARY

Keywords: Energy Sources, Environmental impact, Greenhouse Gas Effect, Global Climate Change, Green Economy, Survey

One of the most important ecological problems of today's world is the emergence of long-term irreversible damages that interrupt the functioning of nature in order to meet the ever-increasing energy need. For this reason, the global climate change problem, which is likely to be experienced after the changes in regional climate parameters, has reached dimensions that threaten the existence of humanity. In order to prevent the effects of the climate crisis as it reaches a global scale, the Kyoto protocol was signed in 1997 under the leadership of the United Nations and international organizations, and the countries that emit greenhouse gases to the atmosphere were tried to participate. With the Paris Agreement, which was signed with the participation of 189 countries, it was aimed to limit the emissions (oil, coal, natural gas, etc.) arising from the use of fossil fuels that cause greenhouse gas effects in the atmosphere.

In this study; General information about fossil-based energy sources and renewable energy sources is given and their environmental effects are mentioned. The current energy resources and energy policies in Turkey are mentioned and carbon emission rates over the years are stated and greenhouse gas emissions of fossil fuel energy sources are mentioned. The development of Turkey's energy resources over the years has been summarized, the share of renewable energy resources and energy policies have been examined. The energy policies of Germany, which is one of the leading countries with energy investments in Europe and in the world, and the development of energy resources from the past years have been compared with Turkey. An awareness survey was conducted in the 1st and 4th grades of the university on the choice of energy source and its effects on climate change, and the results of the survey were interpreted.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İnsanlığın doğal faaliyetleri sonucu ihtiyaç duyulan enerji bugün sanayinin ve insanlığın zorunlu gereksinimlerinden biridir. Nüfus artışı, araç trafiği, sanayileşme, kentleşme, modern hayata geçiş sonucu elektronik ekipman kullanımının artması gibi faaliyetler enerji tüketimini artırmış bu artışla ülkelerin enerji ni karşılamak için en basit şekilde fosil yakıtlı enerji kaynaklarına yönelmesine sebep olmuştur.

Hızlı nüfus artışı ve sanayileşmeden kaynaklanan enerji gereksiniminin fazlaşması sonucu mevcut fosil yakıtlı enerji kaynakları artık ihtiyacı karşılayamayacak hale gelmiş, petrol, doğalgaz, kömür rezervleri azalmış, artan fosil kaynaklı enerji kullanımı ise önemli ölçüde çevresel kirlilik oluşturmuştur. Sanayi ve üretim faaliyetleri sonucu her yıl atmosfere yaklaşık 20 milyar ton karbondioksit, 100 milyon ton kükürt bileşikler, 2 milyon ton kurşun ve diğer zehirli kimyasal bileşikler salınmaktadır [1]. Atmosfere salınan bu zararlı gazlar ise insanlar için tehdit oluşturmaktadır. Özellikle fosil yakıt kullanımı sonucu atmosfere salınan CO₂ gazı atmosferde sera gazı etkisi göstererek güneşten gelen ışınların yer yüzüne inmesine engel olarak atmosfer sıcaklığının artmasına sebep olmuş ve küresel ölçekte iklim değişikliğine sebep olmuştur. İklim değişikliği ile kutuplardaki buzullarda azalma, erime, şiddetli yağmurlar, kuraklık, kıtlık gibi olayla sıklaşır duruma gelmiştir.

Fosil yakıt kullanımının sınırlandırılması veya fosil yakıt kullanımında çevre yönetiminin doğru ve etkisinin azaltılarak yapılması tüm dünya insanları için önem arz etmektedir. Fosil yakıtlı enerji kullanımı azaltılırken enerji talebini ise tükenmez yenilenebilir enerji kaynakları ile sağlamak hem ülkelerin enerjide dışa bağımlılığını azaltacak hemde çevresel kirliliğin önüne geçecektir.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri

Enerji Kaynakları “Yenilenebilir ve Yenilenemez Enerji Kaynakları” olarak ikiye ayrılmaktadır. Buna göre yenilenebilir enerji kaynakları: enerji elde ederken doğal çevrim sürecinde aynen kalabilen kaynağında hiçbir azalma meydana gelmeyen enerji kaynağıdır. Yenilenemez enerji kaynağı ise: kullanıldığında kullanılan kısmı bir daha kullanılamaz ve kaynağın rezerv miktarı azalır. Enerji Kaynaklarını sıralayacak olursak;

(Yenilenemez) Fosil yakıtlı enerji kaynakları	Yenilenebilir Enerji Kaynakları
--	--

Kömür,

Petrol,

Doğalgaz vb.

Nükleer

Güneş,

Rüzgâr,

Biyokütle,

Jeotermal,

Hidrolik,

Hidrojen

Dalga gelgit

2.1.1. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkileri

2.1.1.1 Güneş enerjisi

Güneş enerjisi ile elektrik üretiminde yaygın olarak kullanılan güneş panelleri yapı itibari ile çok büyük ve geniş arazileri kaplamaktadır. Bu da orman yapısı içerisinde yaban hayvanlarının hareketliliğini etkileyebilmektedir. Güneş Panelleri çok geniş

alanlara kurulduğu ve parlayıcı etki gösterdiği için hava trafiğinde sorun yaratabilmektedir.

2.1.1.2. Rüzgâr enerjisi

Doğal süreçlere olumsuz etkisi daha az olsa da RES'lerin konumlandırıldığı yerler ortaya çıkış amacına uygun olarak seçilmelidir. Aksi takdirde başta kuşlar olmak üzere alanın fauna ve florası üzerinde kısa vadede lokal uzun vadede bölgesel önemli olumsuz etkileri ortaya çıkacaktır [2]. RES'lerin Kuşlar üzerinde başlıca olumsuz etkileri; habitat kaybı, rahatsızlık, bariyer etkisi ve çarpışma olarak sıralanmıştır [3].

Rüzgâr türbinleri, büyük olasılıkla türbin kanatlarıyla çarpışma yoluyla kuşların ve yarasaların ölümüne neden olur. Türler, çarpışmaya karşı savunmasızlıkları, ölümlerin biyotik topluluklar üzerinde büyük ölçekli kümülatif etkilere sahip olma olasılığı ve ölümlerinin keşfedilme ve duyurulma derecesi bakımından farklılık göstermektedir [4].

Rüzgâr Enerji Santrallerinin bir diğer çevresel etkileri ise gürültüdür. Rüzgâr türbinlerinde Gürültü kirliliğini ikiye ayıracak olursak biri rüzgâr gülünden kaynaklı mekanik gürültü kirliliği diğeri ise aerodinamik gürültüdür. Türbin kanatları rüzgârın etkisiyle dönerken oluşturduğu gürültü dolayısıyla rüzgâr santrallerinin yakınlarındaki yerleşim yerleri etkilenmektedir ve çoğu zaman şikâyet konusu olmaktadır [5].

2.1.1.3. Biyokütle enerjisi

Biyokütle enerjisi insan yaşamının ve faaliyetlerinin olduğu her yerde vardır ve olmaya devam edecektir. Biyokütle, bitkilerden veya hayvanlardan elde edilen malzemelerdir ve kereste ve kâğıt fabrikası atıklarını ve belediye katı atıklarındaki (çöp) gıda artıkları, çimen, yaprakları, kâğıt ve ahşabı içerir.

Biyokütle ayrıca talaş, mısır koçanları ve buğday samanı gibi ormancılık ve tarım artıklarını da içerebilir. Bu malzemeler doğrudan buhar-elektrik santrallerinde yakılarak buhar jeneratörlerinde, gaz türbinlerinde veya içten yanmalı motor jeneratörlerinde yakılabilen bir gaza dönüştürülebilir [6].

Biyokütle enerjisi, saf ve temiz bir enerji kaynağı olmasıyla birlikte toprak üzerinde de ciddi anlamda faydalıdır; toprağı erozyondan korumasıyla çölleşme gibi olumsuz bir durumu ortadan kaldırmaktadır. Bununla beraber, biyokütle ile çorak ve tarıma elverişsiz olan arazilerin değerlendirilmesine de imkân tanınmaktadır. Türkiye, biyokütle enerji potansiyeli açısından oldukça elverişli bir ülkedir.

Biyokütle enerjisinin olumsuz çevresel etkilerini sıralayacak olursak; sera gazı etkisi ve atmosfere yaydığı zehirli gazlardır. Bu etkileri, kömürle enerji eldesine göre daha az iken doğal gazla enerji eldesine göre daha fazladır [7]. Biyokütle yanması, 14 kanserojen ve 4 ortak kanserojen dahil olmak üzere 200'den fazla farklı kimyasal kirleticiyi atmosfere salmaktadır [8].

2.1.1.4. Jeotermal enerji

Jeotermal enerji kaynağı yer ısısı olup, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, kimyasallar içeren sıcak su, buhar ve gazlardır. Jeotermal enerji ise jeotermal kaynaklardan doğrudan veya dolaylı her türlü faydalanmayı kapsamaktadır.

Jeotermal enerjide yanma çevrimi olmadığı için emisyon değerleri çok düşüktür. Jeotermal enerjinin bir diğer faydası da enerji türünde süreklilik olduğu için kullanıldığı ülkeye sağladığı güvenilirliktir. Yani jeotermal enerji kaynakları hava koşulları gibi faktörlerden etkilenmez; bulunduğu ülkeye sürekli elektrik veya faydalı çıktı sağlayabilecektir. Ayrıca jeotermal enerji kaynakları, bir enerji üretim sisteminde farklı yenilenebilir enerji kaynakları ile entegre edilebilir [9].

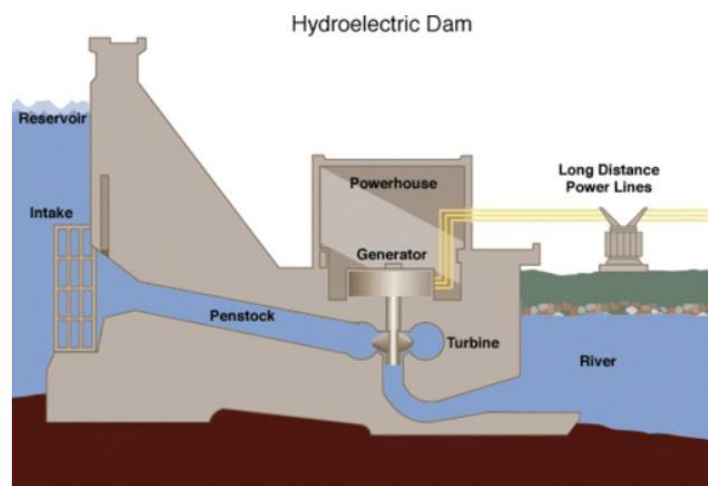
Jeotermal enerji kaynaklarının başlıca olumsuz çevresel etkileri şu şekildedir; Jeotermal enerjide fosil yakıtlı enerji kaynaklarında olduğu gibi bir yanma meydana gelmese de kendi yapısından kaynaklı CO₂ emisyonu açığa çıkmaktadır. Ancak bu oran Kömür yakıtlı bir santralin CO₂ emisyon oranının yaklaşık % 5 i kadardır [10]. Dolayısıyla fosil yakıtlı enerji kaynaklarına göre etkisi çok azdır.

Bunun dışında Jeotermal enerjinin diğer potansiyel çevresel sorunları arasında su kıtlığı, hava kirliliği, atık bertarafı ve gürültü sayılabilir. Çamurda enerji üretiminde üretilen atıklar arasında arsenik, bor, kurşun, civa, radon ve vanadyum gibi toksik metaller bulunur. Bazı bölgelerde su kıtlığı önemli bir sınırlamadır. Jeotermal sistemler, potansiyel bir hava kirleticisi olan hidrojen sülfür üretir; ancak bu, endüstride kullanılmak üzere işlenebilir ve baca gazı arıtma sistemleri ile arıtılabilmektedir. Genel olarak, jeotermal enerjinin bu çevresel etkileri, fosil yakıt sistemlerine kıyasla minimum düzeyde görünmektedir [11].

2.1.1.5. Hidroelektrik enerji

Hidroelektrik, hidrolik güç, hidrokinetik güç, hidroelektrik veya su gücü, düşen suyun kuvvetinden veya enerjisinden türetilen ve daha sonra faydalı amaçlar için kullanılan güçtür. Binlerce yıldır hidroelektrik, su değirmenleri, kereste fabrikaları, tekstil fabrikaları, rıhtım vinçleri ve ev tipi asansörler gibi çeşitli mekanik cihazların sulanması ve çalıştırılması için kullanılmıştır [12].

Hidroelektrik enerjisinde su; baraj gibi bir yapıda biriktirilerek potansiyel enerjiye sahip olur. Baraj gibi yüksek bir yapıdan aşağı düşerken de potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşerek (Bknz. Şekil 2.1.) barajın altındaki türbin yapısını döndürmesiyle elektrik enerjisi elde edilir.



Şekil 2.1. Hidroelektrik barajı ve çalışma prensibi [12]

Hidroelektrik enerji santralleri yenilenebilir enerji kaynaklarından olup çevresel etkileri yenilenemez enerji kaynaklarına göre oldukça azdır. Hidroelektrik enerji santralleri fosil yakıtlı enerji kaynaklarına kıyasla daha az çevresel etkiye sahip olmasına rağmen, güneş, rüzgâr enerji santralleri ile karşılaştırıldığında daha fazla çevresel etkilere sahiptirler. Hidroelektrik enerji santralleri özellikle inşaat aşamasında kazı, dolgu, dere yatağının yer değiştirmesi dolayısıyla akarsuyun doğal akışı bozulur vb. etkileri dolayısıyla önemli çevresel olumsuzlara sahiptir [13].

HES'lerin olumsuz çevresel etkilerini sıralayacak olursak; nehirlerin, akarsuların doğal akışlarının değişmesi sonucu doğal ortamdaki canlılar olumsuz etkilenmesidir. HES'lerin baraj yapıları dolayısıyla bitki örtüsü su altında kalmakta ve bu da habitat kaybına neden olmaktadır. Ayrıca aşırı yağışla birlikte kıyılarda erozyona sebep olmaktadır [14].

Sular altında kalan habitatın çürümesi büyük ölçekli sera gazı etkisi yaratmaktadır [15]. HES barajları durağan olduğu için sudaki oksijen seviyesinin düşmesine neden olur bununla balık türleri türbinlerden geçerken yaralar alabilmektedir dolayısıyla akarsuya geçen balık miktarı da azalmaktadır [16]. Bu durumun önüne geçmek için baraj gövdelerine balık geçidi inşa edilir bu geçitten doğal akışında balıkların akarsuya geçmesinin sağlanması hedeflenmektedir.

Büyük yapılı barajlar verimli tarım arazilerinin ve tarihi dokunun yok olmasına sebep olabilir. Bu yüzden daha küçük yapılı HES'ler önerilmektedir [17].

Akış halindeki sular birçok yer altı suyunu beslemektedir [18]. Oluşan bu yer altı suları ise nehir kenarlarındaki bitki örtüsünü ve ormanları besleyen çok önemli bir kaynaktır. Ancak hidroelektrik santralleri bu yer altı su miktarını azaltmaktadır. Doğal olarak akarsu kenarındaki bitki örtüsü ve suda yaşayan canlılar bundan olumsuz bir şekilde etkilenmektedir. Ayrıca hidroelektrik santralleri yapımında baraj bentleri oluşturulurken bitki örtüsünün sıyrılması sonucu ormansızlaşmayla ve CO₂ tutma kapasitesi azalmasına sebep olurlar.

HES mevcut dere yatağından gelen akışı biriktirdiğinden dolayı şiddetli yağışlarda bölgede sel baskını riski artmaktadır ki budurum genellikle HES'lerin yoğun olduğu Karadeniz bölgesinde etkili olmaktadır. Bir başka olumsuz etken olarak Hes'ler, nehirlerin suyolu ile taşıyarak oluşturduğu deltalarındaki biyolojik çeşitliliği önlemesidir. Bu deltalarındaki tarımsal verim ve orada yaşan biyolojik çeşitlilik, suyun taşıdığı sedimentlere bağlıdır. Denizel türlerin sürekliliği buna bağlı olduğu için alt havzalardaki habitat ve biyolojik çeşitlilik buna bağlı olarak etkilenir. Bu delta yataklarına su yeterli sedimentleri getiremezse erozyon riski daha fazla olmaktadır [18].

Ülkemiz de yenilenebilir enerji de hidroelektrik enerjinin payı güneş ve rüzgâra göre daha fazladır.

2.1.1.6. Hidrojen enerjisi

Hidrojen genellikle serbest halde bulunmaz, bunun yerine bileşiklerde oluşur, bu da onu ayırmak için başka enerji kaynaklarının kullanılması gerektiği anlamına gelir. Hidrojen genel olarak, bileşik halinde su, doğal gaz, kömür veya biyokütle içerisinde bulunur. Ayırma yönteminin seçimi, hidrojenin genel çevresel etkisini belirler. Hidrojen üretildikten sonra sıkıştırılmış gaz, kriyojenik sıvı veya kimyasal formda olabilir ve her biri başarılı dağıtım için gerekli olan özel depolama yöntemlerini gerektirir. Bir enerji taşıyıcısı olarak hidrojenin sabit, mobil, yedek veya özel olarak kategorize edilebilecek birçok uygulaması vardır. Hidrojenin genel kullanıma girmesi için eğitim, üretim, dağıtım ve uygulama güvenliği, güvenilirlik, pazar yeri araştırmalarının yapılması gerekmektedir. Teknik zorluklar, hidrojenin günlük kullanımına hala engel teşkil ediyor. Bunlar, dünya çapında araştırmacılar ve geliştiriciler tarafından karşı karşıya gelmekte ve ele alınmaktadır.

Günümüzde kullanılmakta olan teknoloji ve üretim zorluğu nedeni ile kullanımı henüz çok yaygın değildir. Ancak teknolojinin ilerlemesi ile birlikte temiz bir enerji kaynağı olarak dünyanın enerji ihtiyacını karşılamada en önemli adaylardan biridir. Gelecekte

elektrik, ısı ve yakıt pili üretiminde hidrojen enerjisinin kullanılacağından bahsedebiliriz [19].

Hidrojen patlayıcı bir gaz olduğu için depolaması, iletimi güvenlik yönetiminin iyi yapılması gerekmektedir.

2.1.1.7. Dalga/gelgit enerjisi

Denizler, Okyanuslar var olduğu sürece dalgalarda olacaktır dolayısıyla dalga enerjisi de yenilenebilir enerji kaynaklarından. Denizlerde rüzgârla oluşan dalgaların oluşturduğu kuvvet etkisiyle enerji elde edilen bir yöntemdir. Hidroelektrik enerjisinden farklı olarak denizlerin veya okyanusların dalga akıntısını kullanarak elde edilir. Hidroelektrik enerji santrallerindeki gibi baraja ihtiyaç yoktur. Dalga enerjisinde rüzgârın oluşturduğu dalgaların yüzeyinin altında oluşturduğu salınım hareketlerinden oluşmaktadır.

Gelgit aralığı teknolojileri, yüksek gelgit ve düşük gelgit arasındaki dikey yükseklik farkından yararlanır. Projeler, gelgit bir rezervuara taşarken elektrik üretilmesi için bariyer, lagünde türbinleri kullanan gelgit barajları veya lagünler şeklinde tasarlanır. Bariyerin dışındaki gelgit geri çekildiğinde tutulan su, daha sonra elektrik üreten türbinlerden serbest bırakılabilir [20].

Dalga/Gelgit enerjisinin şu ana kadar herhangi bir olumsuz çevresel etkisi bulunmamıştır.

2.1.2. Yenilenemez enerji kaynakları

Fosil yakıtlar, su kütlelerinin dibinde ortamdaki mikroorganizmaların yeniden mineralize edip geri dönüştürebileceğinden daha hızlı bir şekilde biriken tarih öncesi biyokütleden oluşur. [21].

Yenilenemez Enerji Kaynakları yani fosil yakıtlı enerji kaynakları elektrik üretiminde kullanılırken mevcut rezervden kullanıldığı için rezerv azalmasına neden olmaktadır. Bu tür enerji kaynakları ucuz ve basit olduğu için sanayi devrimi ile ilk keşfedilen enerji kaynakları olmuş (özellikle kömür) üretimde birincil enerji kaynağı olarak kullanılmış ancak yıllar içerisinde çevresel kirlilikleri hat safhaya ulaşmıştır.

Fosil yakıtlı enerji kaynakları doğal yapısı gereği yapısında bulunan bileşenlerin açığa çıkmasıyla sera gazı etkisine de (CO_2 , SO_2 ve NO_x) neden olurlar.

2.1.2.1. Petrol

Petrol ürünleri hemen hemen her alanda kullanılmakla beraber; ulaşım sektörü başta olmak üzere, plastik, kauçuk üretimi, kozmetik sektöründe kullanılır.

Bugüne dek ortaya çıkan deniz kazalarından dolayı milyonlarca ton ham petrol bir o kadar da deniz canlısının hayatını kaybetmesine neden olmuştur. Oluşan bu deniz kirliliğinden en çok zarar gören canlılar ise maddesel döngülerin devamlılığını sağlamakta olan mikroorganizmalar ve yırtıcı hayvanlardır. Bu doğadaki döngülerin karışması ile aynı anda deniz bitkilerinin fotosentez işlemini yapması da engellenmektedir. Denizdeki petrol bileşenlerinin kaynağı şunlardır: “Tankerlerin yaptıkları kazalar, balast suyu boşaltma, rafineri tesislerinin varlığı, petrol yükleme/boşaltma tesisleri, denizdeki petrol üretimi, egzoz gazlarıdır.” [22].

Tankerlerin kaza yapmasıyla dökülen petrol, denizi direkt olarak denize kirlilik verirken, denizde bulunan canlıların da toplu ölümlerine sebep olmaktadır. Denizde oluşan bu tanker ve platform kazaları nihayetinde ortaya çıkan büyük çaplı yangınlarla birlikte atmosfere karışan karbondioksit, kükürt gibi zehirli gazlar, hem hava kirliliğine hem de yağışlarla yeryüzüne ulaşması sonucu kara tabakasındaki yaşamsal alanların da kirlenmesine sebebiyet vermektedir. “Petrolün, suların yüzeyinde meydana getirdiği tabakalar sebebiyle; ışığın suyun derinliklerine ulaşması güçleşir ve sonuç olarak ortamdaki fotosentez oluşumu imkânsız hale gelir.” [23].

Bu oksijenin yetersiz olmasından dolayı alt katmanlardaki canlıların yaşamsal işlemleri durur ve mikro canlı ölümleri gerçekleşmektedir. Özellikle üreme ve yumurta alanları bu durumdan ciddi oranda etkilenir. Dalgıç/ yüzücü kuşların; tüylerinin birbirine yapışması ve bunun sonucunda uçma yeteneklerini kaybetmeleri de ciddi zararlar arasında söyleyebiliriz. Deniz kirliliğine sebep olan etmenlerin başında petrol/petrol ürünlerinin ve bunların türevleri olarak plastik ve sentetik karışımların denize karışması olarak söylememiz gerekir.

2.1.2.2. Doğalgaz

Doğal gaz, çevresel açıdan en temiz fosil yakıttır. Petrol ile aynı şekilde oluşan, petrol arayışı sırasında keşfedilen doğal gaz, istenmeyen bir üretim yan ürünüydü ve çoğu zaman alevlenirdi. Petrolün küresel erişiminin aksine, gaz piyasası bölgeseldir; Bu belirgin ayrım, Sıvılaştırılmış Doğalgaz taşımacılığı tarafından değiştirilmektedir ve daha küresel bir pazara geçiş, birçok gaz tedarik sözleşmesine ve kalıcı bir anomali olan petrol fiyatlarına bağlı fiyatlara rağmen derinlemesine araştırılmaktadır. Doğalgazın yanması sonucunda CO₂, su buharı ve NO_x'lar oluşmaktadır. Türkiye Doğalgaz rezervi yönünden fakir bir ülkedir. Doğalgaz ve petrol ihracatı yapmaktadır.

Doğalgaz üretiminde yüksek miktarlarda su kullanılmaktadır ve bu durum özellikle su kaynakları yetersiz olan bölgelerde sorun teşkil etmektedir. Bunun yanında, doğalgaz tesislerinin kurulumu, gazın üretimi ve nakliyesi sırasında da mineral ve bazı zararlı kirleticiler oluşabilmektedir. Sondajlarda kullanılan tehlikeli kimyasalların içme sularını kirletmesi sağlık açısından risk oluşturmaktadır. Ayrıca, radyoaktif maddeler, metan ve diğer yeraltı gazları da uygun şekilde kapatılmamış kuyulardan içme suyu kaynaklarına sızabilmektedir [24].

2.1.2.3. Kömür

Kömür; bitkisel kökenli organik maddeler ve inorganik bileşenlerden oluşan tortul bir kayadır. Bataklıklarda bitki ve ağaç kalıntılarının üst üste yığılıp çökmesi ve milyonlarca yıl bir süreç içerisinde kimyasal ve fiziksel etkilerle değişimi sonucu

oluşur [25]. Kömür tarihte eski dönemlerden beri en çok tercih edilen madenlerden bir tanesidir. Düşük maliyeti ve güvenli bir maden olması dolayısıyla tercih edilmiştir.

Kömürün kazanlarda yanması sonucu açığa zehirli gazlar çıkmaktadır. Bu gazlar; CO₂, SO₂, NO_x, CO vb. zehirli gazlardır bu gazlardan SO_x, NO_x gazları santral etrafında asit yağmurlarına da sebep olmaktadır. Kömür, yandığında CO₂ açığa çıkarması dolayısıyla sera gazı etkisine sebep olmaktadır, kömür ton başına sera gazı etkisi en yüksek olan enerji kaynağıdır. Kömürün madenlerden çıkarılması esnasında büyük iş makineleri kamyon gibi araçlar kullanılır kömürün yüklenmesi, taşınması, kırılması sonucu toz emisyonlar oluşur ve çevre halkı tarafından şikâyet konusu olmaktadır.

Yukarıda bahsettiğimiz çevresel etkilerin dışında; termik santrallere özgü başka spesifik çevresel etkilerde bulunmaktadır; Bunların ilki kükürt oksitlerdir. Kükürt oksit, duman gazındaki ve havadaki nem ile birlikte sülfürik aside dönüşmektedir. Böylece kazan boruları ve asit yağmurlarının da etkisi ile çevreye zarar verir.

İkincisi ise uçan kül parçalarıdır. Özellikle kömürün yakılması durumunda çevreye yayılmakta olan bu katı parçacıklar insan sağlığı açısından son derece zarar oluşturur. Üçüncü faktör olarak ise yanmamış gazları söyleyebiliriz. Bunlar içerisinde özellikle karbon monoksit belirli derecelere ulaştığında öldürücü etki bile yapabilmektedir.

Termik santrallerin ana yanma kazanlarında kömürün yanması sonucu oluşan yanma gazları bacadan atmosfere atılır. Bacalarda arıtma sistemi olmadığı durumlarda atmosfere direk atılan bu zehirli gazlar ormanların, tarım arazilerinin ve yerleşim alanlarında kirlenmesine neden olur.

Kömürün yanması sonucu %35-55 oranında kül açığa çıkar. Oluşan bu küllerin kül depolama alanlarında depolanması gerekmektedir. Yine külün taşınması, nakliyesi ve depolanması da çevresel sorunlardan bir tanesidir.

2.1.2.4. Nükleer enerji

Nükleer enerji yüksek sıcaklıklarda radyoaktif parçacıkların (uranyum, toryum) parçalanması sonucu açığa çıkan enerjinin su buharını oluşturması sonucu buharında türbinleri döndürmesi sonucu elde edilen enerjidir.

Nükleer santrallerde CO, SO_x veya kurum difüzyonu yoktur ve nükleer santraller küçük bir alanı kaplamaktadır ayrıca genel çevre kirliliği fosil yakıtlardan daha düşüktür. Ancak nükleer yakıt çıkarma, taşıma, nükleer enerji üretimi, nükleer atık depolama ve işleme işlemleri küçük çapta da olsa düşük seviyeli radyoaktiviteye sebep olmaktadır.

Daha da önemlisi, her nükleer santral kazası, halkın nükleer enerjiyi psikolojik olarak dışlamasına neden olacaktır. Ayrıca, nükleer santrallere yapılan büyük yatırımlar, nükleer enerjinin güçlü gelişimini engelleyecektir. Aynı zamanda, nükleer enerjinin ürettiği atık, dünyanın nükleer enerji kullanıcılarını rahatsız eden bir sorundur. Mevcut durumda, nükleer atıkların taşınması, depolanması için henüz güvenilir bir yöntem yoktur. Bilim insanları hala nükleer atıkların güvenli bertaraf yönetimini bulmak için çok çalışmaktadır [26].

2022 Mayıs verilerine göre dünya elektrik arzının % 10'u nükleer enerjiden sağlanmaktadır. Ülke özelinde Fransa elektrik enerjisinin % 70 inden fazlasını İsveç % 30, Ukrayna % 51, Belçika % 40 Güney Kore % 20 Amerika ise % 20 enerji arzını nükleer enerjiden sağlamaktadır [5].

Nükleer enerji santralleri iklim koşullarından etkilenmeden 7/24 aynı kapasitede enerji üretimi yapabilir. Yine elektrik birim fiyatlarına göre nükleer reaktör yakıt fiyatları düşüktür dolayısıyla yakıt fiyatlarındaki dalgalanmalar elektrik fiyatlarını etkilemez [5].

Ancak Nükleer Enerji santralleri de Termik santraller gibi kullanım ömürleri olduğu için bu süre sonrasında ne olacakları soru işaretidir. Buralar depolanan atıklar

radioaktif kirlilik kaynağıdır. Bu konuda İngiltere ve Almanya nükleer santrallerinin atıklarının yönetimi konusunda sıkıntı yaşamaktadırlar [27].

Nükleer Enerji Santrallerin önemli çevresel etkilerini sıralayacak olursak; olası sızıntı veya kaza durumlarında büyük alanları etkilemesi (hatırlayınız Çernobil felaketi), radioaktif atıkların depolanma taşınma sorunları [28].

2.2. Enerji Arzı ve Enerji Politikaları

2.2.1. Dünyada mevcut durum ve enerji arzı

2021'de dünya çapında enerji talebi, küresel enerji talebini pandemi öncesi seviyelere döndüren % 4'lük bir artışla önceki yıl kaybedilen zemini geri kazanmasını sağladı.

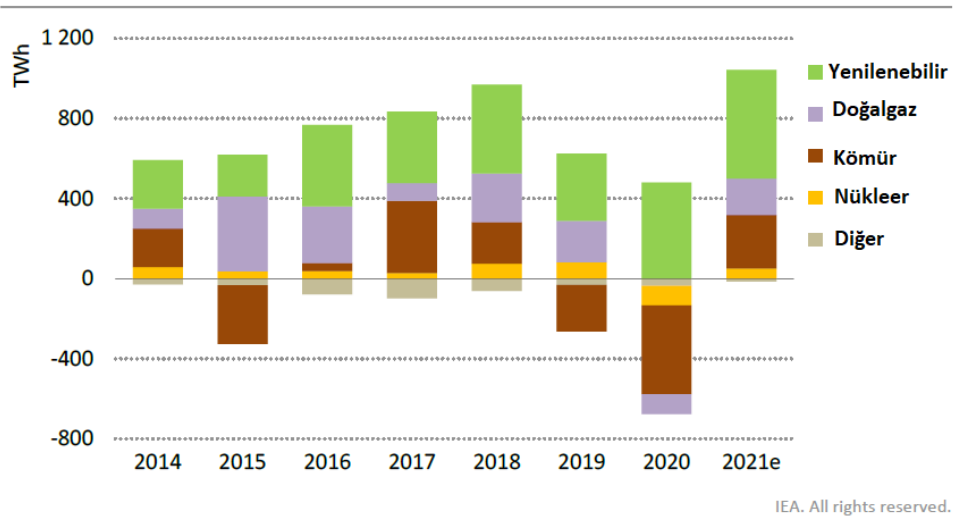
2021 yılında ülkeler yavaş yavaş karantinadan çıktıkça ekonomik aktivitedeki artış, tüm yakıtlara ve teknolojilere olan talebin artmasını sağladı. Bu etkiyle, özellikle enerji üretimi için yenilenebilir enerji kaynaklarının ve kişisel mobilite için elektrikli araçların yükselişi gibi, enerji sektöründeki daha yapısal değişikliklerde hızlı ilerleyişi durağanlaştırdı.

Pandemi, enerji verimliliğindeki iyileştirmelerinde hızını yavaşlattı: şirket ve hane bütçeleri üzerindeki baskılar, toparlanma hızına ilişkin belirsizlikler ve 2020'deki düşük yakıt fiyatları, daha verimli ekipman ve araçlara yapılan harcamaları yavaşlattı.

2020'deki elektrik arzındaki düşüşün ardından, 2021'de 1000 terawatt-saatten (TW_h) fazla artması ve tüketimin pandemi öncesi seviyelerin üzerine çıkmasına sebep oldu. Özellikle Çin'de 2019'daki talepten yaklaşık %10 daha yüksek enerji arzı talebi oldu. Dünya çapındaki bu hızlı talep artışı, düşük karbonlu üretimin genişlemesine paralel olarak ilerleyemeden talebi karşılanabilmesi için kömürle çalışan santrallerden temin edilmiştir.

Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen daha fazla üretim ile küresel elektrik üretim oranındaki yenilenebilir enerji payı da artmıştır.

2020'de yenilenebilir kaynaklardaki rekor büyüme, elektrik talebindeki düşüşle aynı zamana denk gelmiştir, (Bknz. şekil 2.2.) bu da toplam üretimde Yenilenebilir Enerji payının %28'e yükselmesine ve yenilenemeyen enerji kaynaklarından yapılan elektrik üretiminin azalmasına neden olmuştur. Bu sonuçla, küresel enerji sektörü emisyonların da yaklaşık %3'lük bir düşüş olmuştur. Yenilenebilir enerji sektöründe üretim 2021 yılında yeni bir rekor kırarak olmasına rağmen enerji arzındaki büyük artışın sadece bir kısmını karşılayabilecektir [29].



Not: 2021'e = 2021 için tahmini değerler.

Şekil 2.2. Küresel Ölçekte elektrik üretimi değişim verileri (2014-2021) [29]

2022 mart ayında başlayan Rusya Ukrayna Savaşı sonrası Avrupa Birliği enerji politikalarını gözden geçirerek, 2030 hedeflerini güncelleştirmesine ve öne almasına neden oldu. Avrupa Birliği fosil yakıt (Petrol, doğalgaz, kömür) teminini genel olarak Rusya'dan yapmaktadır. Savaşı kendileri içinde bir tehdit gören Avrupa ülkeleri Rusya'ya bir takım yaptırımlarda bulunmuş, Rusya ise buna karşılık enerji temini kozunu kullanmıştır. Bunun üzerine Mart ayında toplanan Avrupa Komisyonu "temiz enerjiye hızlı geçiş gerekliliği daha da güçlendi ve netleşti" beyanında bulundu.

Rusya'nın Ukrayna'da başlattığı savaş nedeniyle Moskova'ya yönelik ağır yaptırım kararları alan Avrupa Birliği (AB) ülkeleri, bu ülkeyle yaşanan doğal gaz krizi sonucu gözle görülür enerji tasarruflarına yöneldi. Bazı ülkeler enerji tasarrufu için ülke halkına ve işletmelere çeşitli yaptırımlarda ve tavsiyelerde bulunmuşlardır. (Restoranların belirli saatlerde ışiksiz bırakılması, klimaların 27 °C'nin altında çalıştırılmaması, klima çalışan dükkânlarda kapı ve pencerelerin kapalı tutulması gibi önlemler)

OECD üye ülkelerinde ortalama kişi başına kullanılan elektrik enerjisi miktarı yıllık 4,8 MW_h iken Türkiye 3,7 MW_h ortalama kişi başına düşen yıllık tüketim miktarı ile ortalama miktardan aşağıdadır. Diğer yandan, COVID-19 nedeniyle 2020 yılında dünya ülkeleri düşük elektrik tüketimi ile karşı karşıya kalırken, Türkiye pandemi öncesi tüketimine ulaşan birkaç ülkeden biri olmuştur.

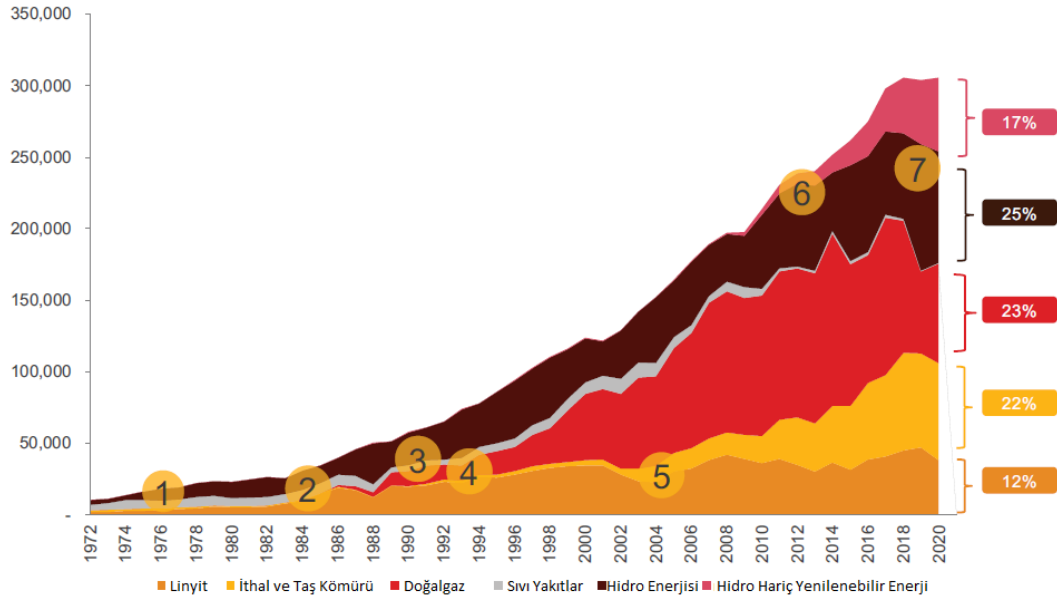
2.2.2. Türkiye'de enerji arzı

Türkiye'de 2 Aralık 2020'de alınan karar ile Yenilenebilir Enerji Kanunu değiştirilmiştir ve tüketim için kurulan santrallerden arta kalan enerjinin şebekeye verilerek satılması mümkün hale gelmiştir.

Türkiye'de toplam kurulu güç değeri, hidroya dayanmayan, rüzgâr, güneş ve jeotermal gibi teknolojiler üstünden artarken aynı zamanda elektrik üretimi için kaynak çeşitliliği de arttırılmaktadır. 2001 yılında 28,3 GW olan toplam kurulu güç değeri 2020 yılına gelindiğinde 95,9 GW olarak hesaplanmıştır (Türkiye'de 2021 yılının sonunda neredeyse 100 GW değerine ulaşmış bulunmaktadır). Özellikle 2009-2014 yılları arasında yatırım yapılan ve 2013-2017 yılları arasında üretim yapmaya başlayan santraller sayesinde Türkiye'de çok hızlı bir şekilde kurulu güç artışı gerçekleşmiştir.

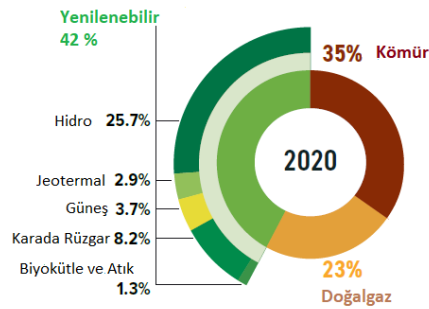
Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç değeri artarken 2009-2021 yılları arasında en fazla artış fosil kaynaklara dayalı kurulu güç artışı ile sağlanmıştır (Bknz. Şekil 2.3.). Aynı yıllar arasında, doğalgaza dayalı teknoloji ile 12,1 GW ve kömüre dayalı teknoloji ile 9,7 GW değerinde artış sağlanmıştır. 2014-2015 yılları sonrası

piyasa fiyatlarının düşmesi sonucu ise bu yakıt türlerine dayalı kurulu güç daha fazla artmamış, bu tarz teknolojilere dayalı yatırım hızı yavaşlamıştır. (Bknz. Şekil 2.4.)



Şekil 2.3. Kaynağına göre elektrik kurulu güç oranları (1920-2020 Gwh) [30]

Türkiye de elektrik üretimi kaynak dağılımları sonucuna göre yenilenebilir enerjinin payı %42'dir. Bununla Güneş, Rüzgâr, Jeotermal, Biokütle yenilenebilir oranları aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 2.4. 2020 yılı sonu Türkiye elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı [31]

Üretimde çeşitliliği arttırmak birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörlerden en önemlisi devletlerin uyguladığı politikalarıdır. Bu politikalara bağlı olarak fiyatlar yüksek tutularak ve buna bağlı olarak teşvik miktarları artırılarak kurulu güç değeri düşük olan teknolojilere yatırım yapılması daha cazibeli hale getirilebilir ve bu sayede

elektrik üretiminde kullanılan kaynak türünde çeşitlilik arttırılabilir. Bazı ülke politikaları şu şekilde tek cümlede verilirse;

Türkiye; yerli kömürün kullanımını ve yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimindeki payını arttırmak,

İngiltere; 2025'e kadar elektrik üretiminde kömürü tamamen çıkartmak, Fransa; nükleer enerjiye olan bağımlılığı azaltmak, İtalya; güneşe dayalı teknolojiye yatırım yaparak kurulu güç değerini arttırmak, Almanya; yakın tarihte kömüre ve nükleer enerjiye dayalı üretimi sıfırlamak,

2.2.2.1. Türkiye'de yenilenebilir enerji

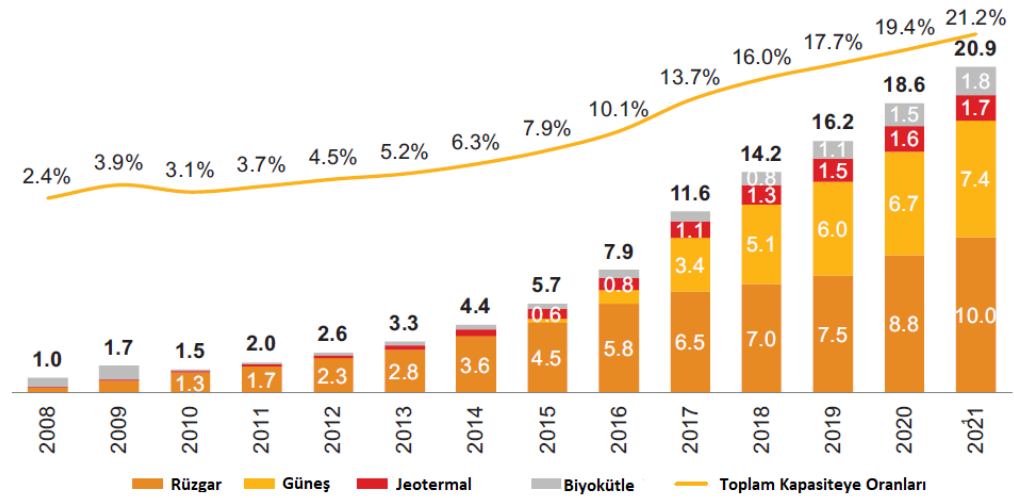
2011-2020 yılları arasında dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç değeri % 9,7 artarak 2.799 GW değerine ulaşmıştır. Aynı yıllar arasında Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç değeri % 11,1 yıllık bileşik büyüme oranı ile 49,6 GW değerine gelmiştir. 2020 yılında Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç değeri ile dünyada 12. sırada ve Avrupa'da ise 5. sıradadır. Özel olarak hidroya dayalı kurulu güç miktarında ise Norveç'ten sonra Avrupa'da 2. sıradadır. 2016-2020 yılları arasında yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç artışında ise Almanya'dan sonra 2. sıradadır.

Dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik enerjisi üretimi 2011 yılından itibaren ortalama olarak yılda % 6 artarak 2020 yılında 7.444 TWh değerine ulaşmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretiminde ise Türkiye 2020 yılında 129 TWh değer ile dünyada 11. sırada ve Avrupa'da Almanya, Norveç ve İngiltere'den sonra 4. sıradadır. 129 TWh elektrik enerjisinin % 60'ı hidroelektrik santrallerinde, % 19'u RES tesislerinde, % 9'u GES tesislerinde, % 8'i JES tesislerinde ve % 4'ü diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı santrallerde üretilmiştir [30].

- Türkiye 2020 verilerine göre;
- Hidroelektrik santralleri toplam kurulu gücünde dünyada 9. sırada, hidroelektrik santrallerinden elektrik üretiminde 8. sıradadır.
- Rüzgâr enerjisi santralleri toplam kurulu gücünde dünyada 13. sırada, rüzgâr enerjisi santrallerinden elektrik enerjisi üretiminde 11. sıradadır.
- Güneş enerjisi santralleri toplam kurulu gücünde 16. sırada, güneş enerjisi santrallerinden elektrik enerjisi üretiminde 13. sıradadır.

Yukarıda verilen verilerden yola çıkarak, Türkiye’de bulunan; hidroelektrik santralleri, rüzgâr enerjisi santralleri ve güneş enerjisi santralleri dünya ortalamasından daha yüksek verimde çalışmaktadır, yorumu yapılabilir.

Türkiye’de Hidroenerji hariç yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç değerinin toplam kurulu güce oranı ise Şekil 2.5. te görüldüğü gibi artarak devam etmektedir.



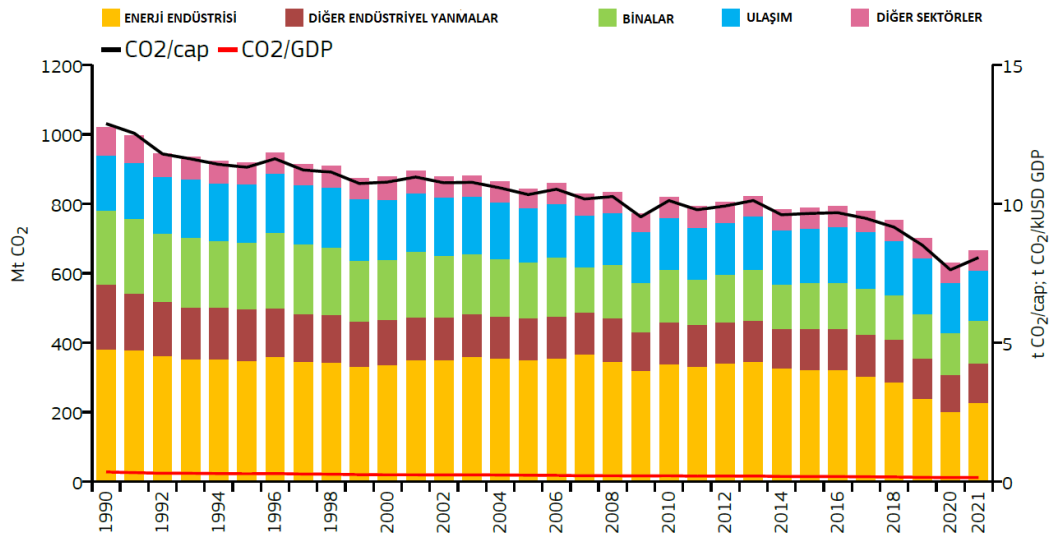
Şekil 2.5. Teknolojilere ve yıllara göre yenilenebilir enerji(Hidro hariç) kaynaklarının kurulu güç değerleri ve kurulu güç değerlerinin toplam kurulu güç miktarına oranı [30]

2.2.3. Almanya’da mevcut durum enerji arzı ve enerji politikaları

Almanya Hükümeti 2000 yılında yenilenebilir enerji yasası çıkarmış bununla; Yenilenebilir enerji santralleri kuran ve elektrik üretimi yapan işletmeciler garantili

sabit fiyatlara sahip olacaktır. Ayrıca 20 yıllık süre boyunca yenilenebilir enerji yatırımcıları için elektrik birim fiyatları piyasa fiyatının üzerinde olacaktır. Bu durum hükümet tarafından hazineye yansıtılmadan faturaya yansıtılarak son tüketiciden karşılanmaktadır. İlerleyen süreçlerde yenilenebilir enerji teknolojilerine yatırımların artmasıyla yapılan bu desteklerin geri çekilmesi öngörülmüştür. 2000 yılında çıkan yasa sonrası on yıl dan fazla bu politika izlenmiş sonucunda yenilenebilir enerji yatırımları ülke genelinde artmıştır. 2000 yılında %6 olan Yenilenebilir kurulu gücü 2014 te %28'e yükselmiş 2016 ise ülkenin toplam elektrik kurulu gücünün 3'te birini geçmiştir [31].

Almanya sanayi devriminden sonra 1990 yılından itibaren enerji talebi artmasına rağmen yaptığı yenilenebilir enerji yatırımlarıyla yıllar içerisinde karbon salınım miktarını azaltılmış ancak 2021 yılında emisyon miktarının az miktarda artış yaşanmıştır (Bknz. Tablo 2.1. ve Şekil 2.6.). Özellikle Elektrik Üretimi Enerji sektöründe kömür kaynaklı elektrik üretim santrallerini kapatarak Yenilenebilir Enerji (Rüzgâr, Güneş) yatırımları yapmış ve bu sektörde %45'lik emisyon azaltımı gerçekleştirmiştir [31].



Şekil 2.6. Almanya Sektörlere göre Karbon Emisyon miktarı [32]

Tablo 2.1. Almanya'da Yıllara göre nüfus ve CO₂ salınımı gelişimi [32]

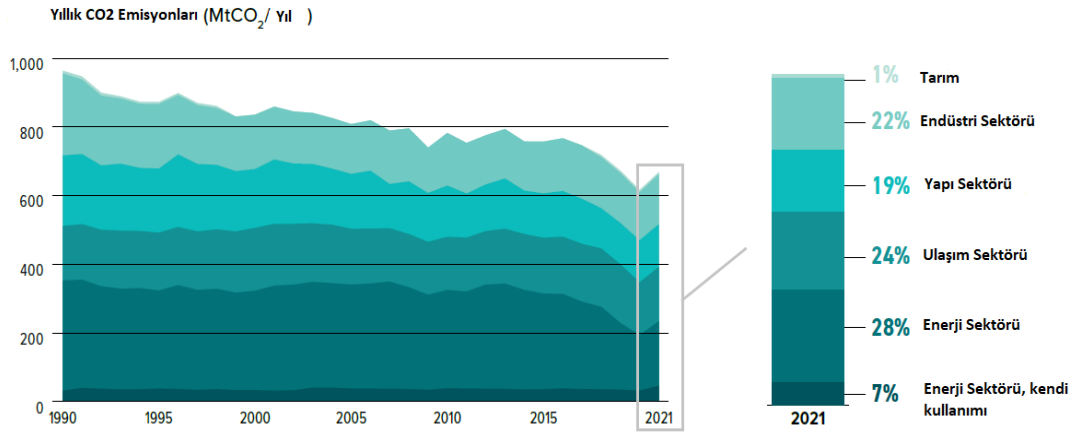
Yıl	CO ₂ Emisyonları Mt CO ₂ /yıl	Kişi başına CO ₂ Emisyonları t CO ₂ /kişi/yıl	Birim başına CO ₂ Emisyonları t CO ₂ /k (USD)/yıl	Nüfus
2021	665.884	8.063	0,151	82590 M
2020	629.099	7.622	0,147	82540 M
2005	843.522	10.328	0,233	81671 M
1990	1019.078	12.880	0,350	79118 M

Almanya'nın Stratejik hedeflerini sıralayacak olursak; 2030'a kadar kömür kaynaklı enerji üretimini sıfırlamak ve 2035'e kadar doğal gaz kaynaklı enerji üretimini sıfırlamak,

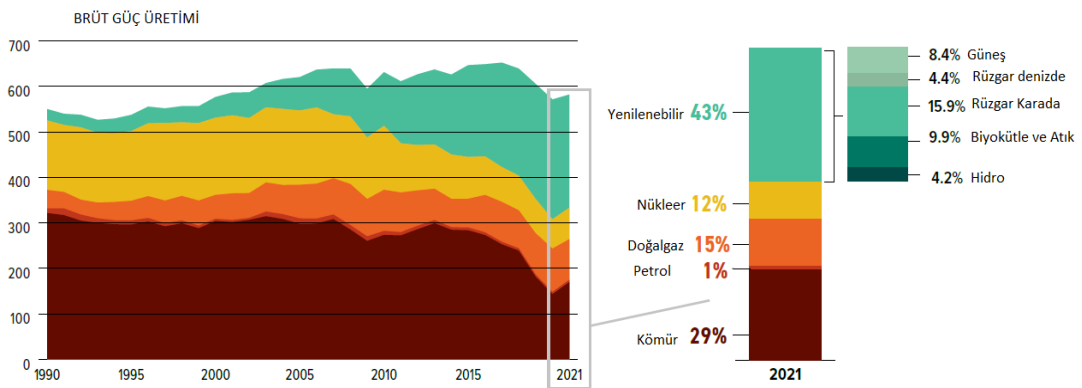
- Yenilenebilir enerji gelişiminin hızlı bir şekilde büyütülmesiyle tamamlanması
- Akaryakıt ile ısıtmanın sağlanmasına ilişkin yasağın tarihini 2022'ye çekilmesi ve gazlı ısıtmayı içerecek şekilde genişletmesi. Evlerde ve işyerlerinde mevcut yakıtlı ısıtmanın 2030 ve doğalgaz ile ısınmanın ve 2035 yılına kadar sonlandırılması.
- Ulaştırma sektörünün karbondan arındırılması toplu taşımayı, bisiklet ve yürüyüş, elektro mobilitenin teşvik edilmesi, Demiryolu yatırımlarının artırılması [33].

Genel GHG emisyonların da en büyük payı, yakıtların yanmasından kaynaklanan CO₂ emisyonları oluşturmaktadır. Elektrik sektörü emisyonların %28 oranla en büyük paya sahip olurken, onu ulaşım sektörü % 24 oranla takip etmektedir. (Bknz. Şekil 2.7.) Son 30 yılda enerji, bina ve sanayi sektörleri, sektör başına emisyonları % 40'ın üzerinde azalttı; 2020'de COVID-19 dolayısıyla yapılan kısıtlamalar ile ulaşım sektörü kaynaklı emisyon artışı önlendi ve 2016 yılı seviyelerine geriledi. 2020 de ulaşım sektöründeki emisyon verileri % 26 iken 2021 yılı verilerinde % 24'e gerilemiştir. Bu gerilemede elektrikli araçlar için teknolojik gelişmelerin ve teşviklerin artması etkili olmuştur.

Almanya 2020 yılında elektrik üretiminin % 46'sı Yenilenebilir enerjiden karşılarken 2021 yılında % 43'e gerilemiştir. (Bknz. Şekil 2.8.) Yenilenebilir enerji sektörü türlerinde % 20,3'lük oranla rüzgâr enerjisi ilk sırada bunu % 9,9'lık oranla biyokütle % 8,4'lik oranla ise güneş takip etmektedir [33].



Şekil 2.7. Yıllara göre Yakıtların Yanmasından Kaynaklı CO₂ Emisyonları Değişimi ve Enerji Kaynaklarına göre Dağılımları (2022 verileri) [33]



Şekil 2.8. Toplam Birincil Enerji Kaynaklarına göre üretim oranları dağılımı (2021 verileri) [33]

Almanya'nın yenilenebilir enerjiye geçişi hızlandırmasının bir diğer sebep fosil yakıtlı enerji arzında yakıtlarının büyük çoğunluğunu Rusya'dan almasıdır.

Almanya Rusya'dan; doğalgazının % 55'ini, petrolün % 35'ini kömürün ise % 45'ini almaktadır. Bu amaçla Almanya yayınladığı yasa ile yenilenebilir enerji ile elektrik üretim payını % 80'e yükseltmeyi hedeflemektedir. Almanya'nın 2030 hedefi % 65 iken Rusya Ukrayna Savaşı sonrası bunu % 80 olarak revize etmiştir.

Almanya elektrik üretiminde Avrupa'nın birincisi olmasına rağmen yine Avrupa'da elektrik üretiminde yenilenebilir enerji payı en yüksek olan ülkedir [33].

2.2.4. Almanya'nın ve Türkiye'nin enerji politikaları ve enerji çeşitliliği yönünden karşılaştırılması

Almanya ve Türkiye'nin 2021 yılı "Climate transparency" verilerine göre tablo 2.2'de de görüldüğü gibi Almanya'nın yenilenebilir enerjideki payı % 43 iken Türkiye'de bu oran % 35 civarındadır. 2020 yılında Almanya'nın yeşil enerjiye geçiş politikalarını hızlandırması ve kömür ve doğalgazdan elektrik üretiminde Rusya'ya bağlı olması ve sürdürülebilirlik kapsamında aldığı politikalar ile kömür enerjisinden elektrik üretimi oranını % 25'e düşürdüğü görülmektedir. Almanya Yeşil enerjiye yaptığı yatırımlarla yenilenebilir enerji üretimini 2020 yılında % 37'den % 43'e çıkarmışken 2021 yılında yatırımlarda gerilemiş ve yenilenebilir enerji kullanım oranı % 42'ye gerilemiştir. Almanya Yenilenebilir enerji çeşitleri olarak % 20,3 ile Rüzgâr yatırımlarına öncelik vermiştir. Rüzgârı, Biyokütle ve Güneş Enerjisi takip etmektedir. Coğrafi özellikleri dolayısıyla Almanya'da Hidroenerji uygulaması gelişmemektedir.

Türkiye'de ise Kömüre dayalı elektrik üretimi % 32'tir. Türkiye coğrafi yapısı dolayısıyla hidro enerjiden elektrik üretimi % 16,8'dir. Türkiye rüzgâr ve güneş enerji üretimi oranları Almanya'nın çok gerisindedir.

Türkiye ve Almanya G20 ülkelerinin total yenilenebilir Enerji payı olan % 28,6'lık payın üzerindedir.

Tablo 2.2. Almanya ve Türkiye mevcut enerji kaynakları yönünden karşılaştırılması 2021 [33-34]

	Kömür	Doğalgaz	Petrol	Nükleer	Hidro	Hidro Diğer	Hariç YE Kaynakları	Toplam YE Kaynakları
Türkiye	%32	%32	%0	%0	%16,8	%18,2		%35
Almanya	%29	%15	%1	%12	%4,2	%38,7		%43

İki ülkenin Enerji politikaları karşılaştırıldığında ise Almanya'nın yakın tarihte kömüre ve doğalgazla dayalı üretimi sınırlama hedefini görüyoruz. Almanya Kömür ve Doğalgaz kaynaklı elektrik üretiminde Rusya'ya bağımlı olduğu için ve Nükleer enerjinin çevresel kontrolünün güçlüğü de dikkat alarak 2030 yılı yenilenebilir enerji kaynaklı enerji hedefini Rusya Ukrayna savaşı sonrası yenilemiş % 65'ten %

80'e çıkarmıştır. Türkiye'nin 2020 yılı enerji politikası ise yerli kömürün kullanımını ve yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimindeki payını arttırmak idi ancak 2021 yılında doğalgaz kullanımını artırarak 2020 yılında % 42 olan yenilenebilir enerji oranını % 35'e düşürmüştür [35].

2.3. Enerji ve Küresel İklim Değişikliği İlişkisi

Dünya çapında elektrik enerjisi elde etmede kömür, petrol, doğalgaz gibi kolay elde edilebilir fosil enerji kaynakları kullanılmaktadır. 2020 yılı sonu verilerine göre fosil yakıtlı enerji kaynakları ile enerji eldesi % 72 civarı iken yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji eldesi % 28 civarındadır [36].

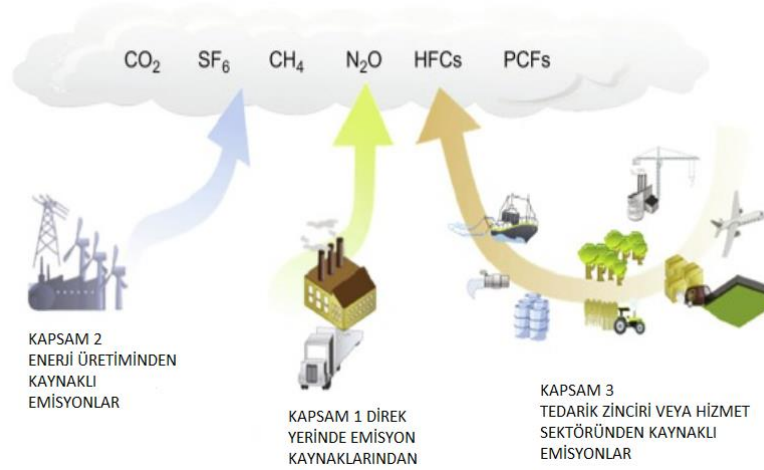
Fosil yakıt kullanımı sonrası açığa çıkan CO₂ gazları atmosferde birikerek sera gazı etkisine sebep olmakta ve küresel ölçekte iklim değişikliğine sebep olmaktadır [37].

2.3.1. İklim değişikliğinin tanımı

Sera gazları (GHG), belirli bir termal kızılötesi aralığında ultraviyole radyasyon yayan gaz halindeki bileşiklerdir. Sera gazları, alt atmosferde yüksek sıcaklıkları koruyarak, daha az ısının uzaya geri gitmesine sebep olur. Bu daha sonra sera etkisine ve küresel ısınmaya neden olur. Sera etkisi, Dünya'nın yüzeyini atmosfer olmadan üzerinde olacağı bir sıcaklığa ısıtan doğal bir süreçtir. Sera etkisinin yoğunluğu büyük ölçüde atmosferin sıcaklığına ve atmosferdeki sera gazlarının varlığına bağlıdır. Sera gazları, Dünya için yaşanabilir bir sıcaklığı desteklemek için hayati öneme sahiptir, çünkü atmosferde tamamen sera gazı bulunmasaydı, Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığı yaklaşık -18°C olurdu.

Atmosferde bulunan yaygın sera gazları arasında su buharı, kloroflorokarbonlar (CFC'ler), hidroflorokarbonlar (HFC'ler), karbon dioksit (CO₂), metan (CH₄), nitroz oksit (N₂O) ve ozon (O₃) bulunur. Ancak araştırmacılar, günümüzde küresel ölçekte ciddi ilgi çeken dört ana sera gazının CO₂, SO₂, CH₄ ve N₂O olduğuna dikkat çekmiştir. Atmosferde doğal olarak bulunan en bol sera gazı su buharı olsa da CO₂ en

çok yayılan sera gazıdır. Bu nedenle, atmosferdeki CO₂ oranını azaltmak için farklı araştırma ve çalışmalar yapılmaktadır. Sera gazlarının atmosfere salınmasına yol açan faaliyetlerin genişletilmiş bir sınıflandırması Şekil 2.9.'de gösterilirken, başlıca sera gazları ve bunların ana kaynakları Tablo 2.3.'de sunulmaktadır [38].



Şekil 2.9. Sera gazı emisyonlarının sınıflandırılmış kaynakları [38]

Tablo 2.3. Sera Gazı Emisyonları kaynakları sınıflandırılması [38]

Sera Gazları	Kaynaklar	2019 Emisyonları (%)
Karbondiyoksit (CO ₂)	Fosil Yakıtların Yanması, Ormansızlaşma	76
Metan (CH ₄)	Biyokütlenin yanması, Tarımsal Atıklar	13
Nitröz Oksit (N ₂ O)	Gübre Kullanımı	3
Sülfür Dioksit (SO ₂)	Kömürün, Petrolün, Dizel yakıtların yanması	7
Florlu Gazlar (CFCs, HCFs)	Soğutucular	1

Tablo 2.3'te verilen verilere göre, elektrik üretimi ve diğer endüstriyel faaliyetler sonrası açığa çıkan CO₂ en çok yayılan sera gazı olmakla birlikte kloroflorokarbonlar ise en az yayılan sera gazları olmuştur. Soğutucu akışkanlar son zamanlarda birçok soğutma sisteminden kademeli olarak kaldırılmıştır [38].

1970 yılı sanayi devrimi sonrası endüstriyel üretimdeki artış sonrası atmosferdeki sera gazı oranlarında özellikle CO₂ oranında % 40 civarında artış olmuştur. Sera gazı etkisini artmasının bir diğer sebebi ise ormansızlaşmadır [39].

2.3.2. İklim değışikliğinin etkileri

İklim değışikliğindeki artışlar sonucunda dünyada çeşitli yerlerde kuraklıklar, şiddetli yağışlar sonrası seller, kasırgalar, orman yangınları, buzullarda erime, deniz ve okyanus suyu seviyelerinde yükselme olmasına sebep olmuştur. Tüm bunlar hayvan ekosistemi, bitkiler flora fauna ve insan yaşamı üzerinden ciddi bir tehlike demektir. Tüm bu etkilerin minimal seviyede tutulabilmesi için bilim insanlarının yaptığı açıklamaya göre atmosferdeki sıcaklık artışının maksimum 2 °C ile sınırlı kalması gerektiği söylenmektedir [37].

Bahsedilen 2 °C değerin aşılmaması için tüm dünya ülkelerinin mevcut enerji üretim politikalarını düzenlemesi gerekmektedir. Ülkelerdeki mevcut politikalar bu aranın artacağını göstermekte ve bu hıza göre 2060 yılında bu sıcaklık artışının 4 °C'yi bulabileceği öngörülmektedir [37].

2.3.3. İklim değışikliği ve uluslararası Müzakereler

2.3.3.1. Küresel iklim değışikliği krizinin tarihçesi

İklim değışikliği, günümüzde küresel olarak karşılaşılan en büyük çevre sorunlarından biri olarak kabul edilmektedir. 1980'lerin sonlarından itibaren insanların iklim sistemi üzerindeki olumsuz etki ve baskılarını azaltmak amacıyla 1992 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) ve 1997 yılında Kyoto Protokolü (KP) kurulmuştur. Birleşmiş Milletler ve uluslararası kuruluşların öncülüğünde çabalar. UNFCCC ve KP, antropojenik sera gazı emisyonlarını sınırlamak ve azaltmak için yasalar ve düzenlemeler getirirken, uluslararası emisyon ticareti, teknoloji ve sermaye akışlarında da giderek daha aktif hale geldiler [37].

2.3.3.2. İklim değışikliği çerçeve sözleşmesi

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC), 3-14 Haziran 1992 tarihlerinde düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda (Rio Dünya Zirvesi) imzaya açılmıştır. Bu Sözleşmenin amacı; atmosferdeki sera

gazlarının, iklim sistemi üzerindeki antropojenik etkilerin belirli bir seviyede tutulması ve belirli bir seviyeye getirilmesi, ekosistemin iklim değişikliğine uyum sağlaması ve ekonomik olarak devam ettirilmesidir.

2001 yılında Fas'ın Marakeş kentinde düzenlenen Yedinci Taraflar Konferansı'ndan sonra, "Türkiye'nin özel durumu dikkate alınarak ve diğer Ek I ülkelerinden ayırt edilerek, Ek II'den Türkiye'nin adının çıkarılmasına" karar verilmiştir. 24 Mayıs 2004 tarihinde Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne 189. taraf olarak katıldı. BMİDÇS'nin Ek I Tarafı olarak Türkiye, iklim değişikliğine yönelik politikalar oluşturmak ve uygulamak ve mevcut sera gazı emisyonları ve emisyon verilerini BMİDÇS'ye bildirmekle yükümlüdür [37].

2.3.3.3. Kyoto protokolü

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Kyoto Protokolü, 11 Aralık 1997'de Japonya'nın Kyoto kentinde düzenlenen Üçüncü Taraflar Konferansı'nda (COP₃) imzalanmıştır. Bu sözleşme dünya çapında sera gazlarının azaltılması için bağlayıcı hedefler içeriyor. Bu Protokol le Ek 1'de listelenen taraflar; 2008-2012 taahhüt döneminde insan faaliyetlerinden kaynaklanan toplam sera gazı emisyonlarının (CO₂ eşdeğeri) dijital emisyon limiti ve azaltım taahhüdüne göre belirlenen miktarı aşmamasını sağlamaktadır. Emisyonları azaltmaya yönelik hesaplamalar 1990 seviyelerinin en az yüzde 5 altındadır ve bu tarafların 2005 yılına kadar protokole uymaları beklenmektedir.

Kyoto Protokolü 18 Kasım 2004 yılında Rusya Federasyonu'nun da katılımıyla 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Protokolün yürürlüğe girebilmesi için Ek-1 tarafı yani %55 CO₂ emisyon kaynağına sahip ülkelerin katılım sağlaması gerekiyordu.

2.3.3.4. Paris anlaşması

Paris anlaşmasının hedefi atmosferdeki sıcaklık artışını sanayi devrimi öncesine göre 2C'nin altında tutmak hatta 1,5 seviyelerine indirmek ayrıca tüm katılımcı ülkelere,

politika yapıcılara, sivil toplum örgütlerine yeşil enerjiye geçişin önemini küresel ölçekte sağlanabileceğini anlatmaktadır.

Tüm emisyonların yaklaşık %98'inden sorumlu 189 ülkenin sunduğu ulusal iklim planları (INDC) ile iklim değişikliği ile mücadele gerçek bir küresel çaba haline gelmiştir [40].

2.3.3.5. Karbon ekonomisi

Küresel ısınmanın ekolojik olarak zararlarının yanında ekonomik olarak zararlı etkileri yüksektir. Stern Raporu'na göre (Nicholas Stern, 2006, İngiltere Baş Ekonomik Danışmanı) küresel ısınmanın erkenden önüne geçmenin maliyeti küresel ısınmanın artan etkilerinin sonuçları karşısında daha az maliyetli olacaktır [41]. Stern Raporu'ndan çıkartılabilecek olanlar.

- Küresel ısınmanın önüne geçilmediği takdirde, sıcaklık değerleri sanayi öncesi döneme göre 5°C değerinde artabilir (Bu değer son buzul çağından bugüne değişen sıcaklık değerine eşittir).
- Gezegenin fiziksel yapısının yanında beşeri coğrafya da değişecektir. Yaşadıkları yerlerde kuraklık veya sel felaketiyle karşılaşan insanlar mülteci durumuna düşecektir. Burada etkilenmesi beklenen insan sayısı 300 milyon civarında beklenmektedir. Yoksul ülkeler bu durumdan daha fazla etkilenecektir.
- Dünyanın ekonomik büyümesi % 20 veya daha fazla oranda düşecektir. Şu an salınan her bir ton karbondioksit \$85 veya daha fazla miktarda zarara neden olmaktadır. (1 MWh için ortalama 0,75 ton CO₂ üretilmektedir). Bu değer ithal kömürde 1 tona kadar çıkmaktadır [42].
- İklim değişikliğinin en kötü etkilerinden kaçınmak için sera gazı emisyonlarını azaltma maliyeti, her yıl küresel GSYİH'in yaklaşık yüzde biri ile sınırlandırılabilir.

- Dünyada, ülkeler ve sektörler arasında ortak bir küresel karbon fiyatı oluşturulması önemlidir.
- Karbon emisyonlarını azaltmak bizi daha iyi duruma getirecektir. Dünyayı düşük karbonlu bir çizgiye kaydırmanın uzun vadeli faydaları, her yıl 2,5 trilyon dolar civarında olabilir.
- Enerji verimliliğine daha fazla önem verilmelidir. Bunun yanında insanlar bu bilinçle eğitilmelidir.

Kyoto protokolü sonrası karbon emisyonunu azaltmak isteyen ülkelerde karbon emisyon ticareti kavramı çokça tartışılan bir duruma gelmiştir [43]. Kyoto ile 6 adet gaza sınırlama getirilmiştir. Karbon Piyasaları zorunlu ve gönüllü olmak üzere 2 ana grupta incelenmektedir. Zorunlu karbon piyasaları, Kyoto Protokolünde tanımlanan esneklik mekanizmaları ile ülkelerin düşük maliyetle karbon salınımı azaltımı yapabilmelerine olanak sağlayan bir mekanizmadır. Gönüllü karbon piyasaları ise, bireylerin, kurum ve kuruluşların, firmaların, sivil toplum örgütlerinin faaliyetleri sonucu oluşan sera gazı salınımlarının gönüllü olarak azaltımını, dengeleyebilmesini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan bir pazardır.

Ortak uygulama mekanizması ile emisyon hedefi belirlemiş gelişmiş herhangi bir ülke gene emisyon hedefi olan gelişmiş herhangi bir ülkede emisyon azaltımını sağlayacak projeler gerçekleştirebilmektedir. Bunun sonucunda yatırım alan ev sahibi ülke “Emisyon Azaltım Birimi” (Emission Reduction Unit (ERU)) adında krediler kazanmaktadır. Bu krediler sonrasında emisyon hedefi belirlemiş yatırımcı ülkeye satılabilmektedir. Bu sayede, yatırımcı ülke satın olmuş olduğu kredileri hedefine ekleyerek sera gazı emisyonunu arttırabilirken, transfer edilen emisyon azaltımı kredisi (ERU) ev sahibi ülkenin toplam sera gazı emisyonundan düşülmektedir. Ortak uygulama mekanizması ile oluşuma katılan ülkeler Kyoto Protokol Taahhütlerini daha esnek ve daha karlı gerçekleştirirken, yatırım alan ev sahibi ülkeler ise yabancı sermaye yatırımlarından ve teknolojiden faydalanmaktadır. Çoğu Ortak Uygulama projesi, endüstrileşmedeki yetersizliği ile emisyon azaltmanın nispeten daha ucuza mal edildiği Sovyetler Birliği ve Doğu Avrupa ülkelerinde geliştirilmektedir. Temiz

kalkınma mekanizması ile emisyon hedefi belirlemiş gelişmiş bir ülke, emisyon hedefi olmayan gelişmekte olan bir ülkeye emisyon azaltımı doğrultusunda yatırım yapabilmektedir. Bu sayede yatırımcı ülke “Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltımı (Certified Emission Reduction (CER))” kredileri almakta ve bu krediler miktarınca emisyon yapma hakkı kazanmaktadır. Ortak uygulama mekanizması emisyon hedefi olan gelişmiş bir ülkenin gene emisyon hedefi olan gelişmiş bir ülkede yatırım yapmasını sağlarken, temiz kalkınma mekanizması ile emisyon hedefi olmayan gelişmekte olan bir ülkeye gelişmiş bir ülkenin yatırım yapması sağlanır [44].

2.3.3.6. Avrupa Yeşil Mutabakatı

Avrupa Yeşil Mutabakatı (Karbon Ayakizi), Avrupa'yı 2050'de iklimi nötr hale getirmeyi amaçlayan Avrupa Komisyonu tarafından yürütülen bir dizi politika girişimidir. Mutabakatın oluşturulma sebebi; iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, ozon tabakasının incilmesi, su kirliliği, kentsel stres, atık üretimi vb. çevresel sorunlara dayanmaktadır. Avrupa Yeşil Mutabakatı; temiz, döngüsel bir ekonomiye geçerek ve iklim değişikliğini durdurarak, biyolojik çeşitlilik kaybını geri döndürerek ve kirliliği azaltarak kaynakların verimli kullanımını artırmayı amaçlamaktadır [45].

Avrupa Yeşil Mutabakatı çerçevesinde vergi mekanizması düzenlemesi de yapılarak Sınırdaki Karbon Düzenlemesi (SKD) mekanizması AB tüzüğü olarak açıklanmıştır. İlgili tüzük Demir Çelik, Alüminyum, Çimento, Gübre, Elektrik gibi enerji yoğun 5 sektörün ithalatını hedefleyerek bu sektörlerin karbon emisyonunun düşürülmesine yönelik düzenleme ve fiyatlandırma amacıyla kurulmuştur.

SKD'nin başlangıç tarihi 1 Ocak 2023 olarak belirlenmiş ve bu tarihten itibaren 3 yıl geçiş süreci olarak belirlenmiştir. 1 Ocak 2026 itibari ile de tam uygulamaya geçilmesi hedeflenmektedir [45].

Avrupa Yeşil mutabakat için oluşturulmuş politika ve eylem planlarıyla karbon emisyonlarının sıfırlanması, enerji sektörünün karbondan arındırılması, çevre dostu teknolojilere yatırım yapılması, üretimde inovasyonun teşvik edilmesi, kaynak

kullanımına bağlılığının sona ermesi hedeflenmektedir [45]. Ülkemizde de Avrupa Yeşil Mutabakatına uyum sürecinde çalışmalar yapılmakta ve Ticaret Bakanlığı tarafından Yeşil Mutabakat Eylem Planı ile uyum takvimi paylaşılmaktadır.

2.4. Sektörlere Göre Dünyada ve Türkiye’de Sera Gazı Emisyon Verileri

2.4.1. Küresel ölçekte 1990’dan 2019’a kadar CO₂ emisyonları

Enerji kaynaklarına göre ortalama emisyon değeri ton başına 1054 CO₂/GWh sera gazı emisyonu ile en fazla linyite aittir. (Bknz. Tablo 2.4.)

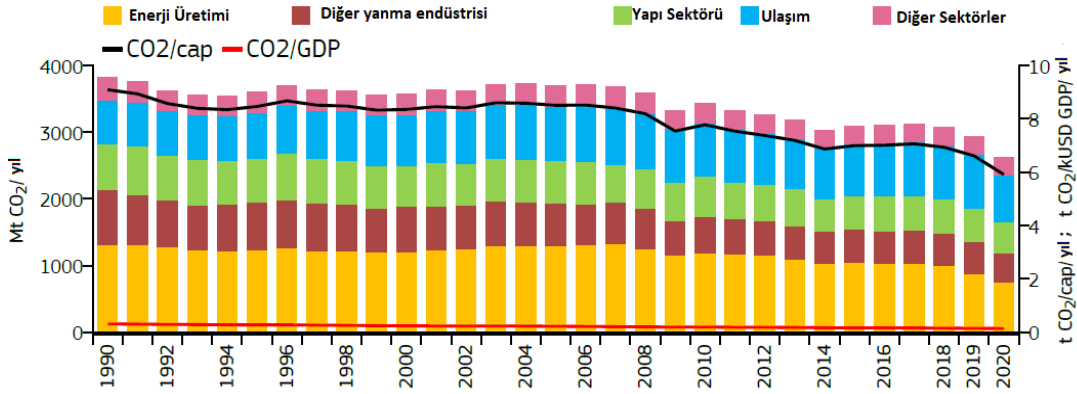
Tablo 2.4. Enerji kaynaklarına göre karbon emisyon değerleri [46].

Kaynak	Ortalama Sera Gazı Emisyonu (Ton CO ₂ /GWh)	Bir Konuta Düşen Emisyon (kg CO ₂ /yıl)
Linyit	1.054	3,689
İthal Kömür	888	3,108
Taş Kömürü	888	3,108
Fual Oil	733	2,566
Doğalgaz	499	1,747
Nükleer	66	231
Jeotermal	38	133
Biyokütle	26	91
Hidroelektrik	26	91
Güneş	23	81
Rüzgar	10	35

Başta kömür olmak üzere fosil yakıtların yakılması, atmosferdeki karbondioksit oranının artmasındaki ana sorumludur. IPCC’ye göre 2004 yılındaki insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının % 56’sı fosil yakıt kullanımında ortaya çıkan karbondioksite aittir.

Fosil yakıtlar arasında ana sorumlu olarak "kömür" karşımıza çıkar. Küresel ölçekte birincil enerji talebinin % 27’si kömürden sağlanırken, enerji kaynaklı sera gazı emisyonlarının % 43’ü kömür kaynaklıdır. Kömürü %36 ile petrol, % 20 ile doğalgaz takip eder. Kömür, üretilen bir birim enerji başına doğalgazın 1,7 katı CO₂’yi atmosfere salar [44]. Küresel ölçekte sektörel bazda CO₂ emisyonlarına baktığımızda

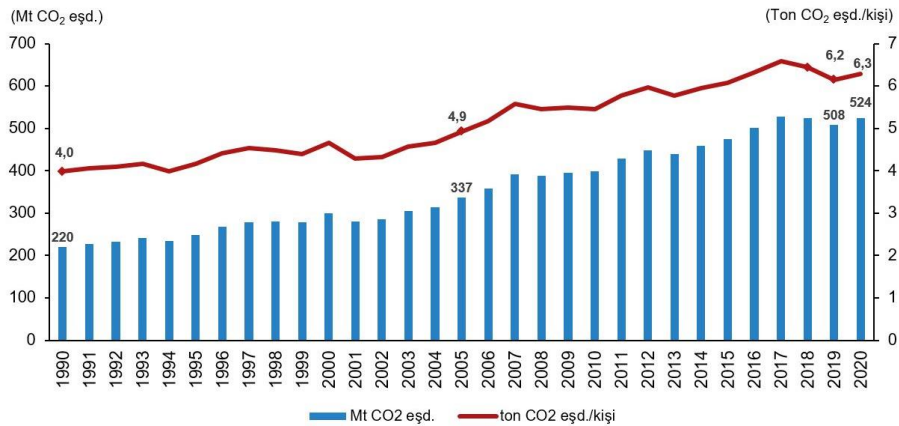
Enerji sektörünün başı çektiği görülmektedir. Enerji sektörünü endüstriyel üretim ve onu da ulaşım sektörü takip etmektedir (Bknz şekil 2.10).



Şekil 2.10. Sektörel bazda küresel CO₂ sera gazı emisyonları (1990-2021) [47]

2.4.2. Türkiye'nin sera gazı emisyon istatistikleri, 1990-2020

Toplam sera gazı emisyonu 2020 yılında 523,9 Mt CO₂ eşdeğeri oldu. TÜİK Sera gazı envanteri sonuçlarına göre, 2020 yılı toplam sera gazı emisyonu bir önceki yıla göre %3,1 artmış 523,9 milyon ton (Mt) CO₂ eşdeğeri (eşd.) olarak hesaplanmıştır. Kişi başı toplam sera gazı emisyonu 1990 yılında 4 ton CO₂ eşdeğer iken 2019 yılında 6,2 ton CO₂ eşdeğer ve 2020 yılında 6,3 ton CO₂ eşdeğer olarak hesaplanmıştır (Bknz. Şekil 2.11.).



Şekil 2.11. Toplam ve kişi başı sera gazı emisyonu, 1990-2020 [48]

Türkiye de sektörlere göre emisyon miktarında enerji sektörü ilk sırada yer almıştır. 2020 yılı Toplam Sera gazı emisyon oranı % 70,2'lik oranla Enerji Sektörüne aittir.

Enerji sektörünü %14'lük oranla Tarım % 12,7'lik oranlar Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımını % 3,1'lik oranla Atık sektörü takip etmiştir. Enerji sektörü emisyonları 2020 yılında, 1990 yılına göre % 163,3'lük bir artış göstermiştir. Tarım sektörü emisyonları 2020 yılında, 1990 yılına göre % 58,8 ve bir önceki yıla göre % 7,5 artmıştır. Atık sektörü emisyonları ise 1990 yılına göre %48, bir önceki yıla göre %2,1 artmıştır (Bknz. Tablo 2.5.).

Tablo 2.5. Türkiye de Sektörlere göre CO₂ sera gazı emisyonları [47]
Sektörlere göre sera gazı emisyonları, 1990-2020

	(Milyon ton CO ₂ eşd.)										
	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	1990-2020 değişim (%)	2019-2020 değişim (%)
Toplam emisyon	219,7	299,0	398,7	474,5	500,8	528,3	524,0	508,1	523,9	138,4	3,1
Enerji	139,6	216,0	287,8	342,0	361,7	382,4	374,1	365,4	367,6	163,3	0,6
Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı	23,0	26,3	49,0	59,2	63,5	66,4	68,0	58,6	66,8	190,5	14,0
Tarım	46,1	42,3	44,4	56,1	58,9	63,3	65,3	68,0	73,2	58,8	7,5
Atık	11,1	14,3	17,4	17,1	16,7	16,3	16,6	16,1	16,4	48,0	2,1

Tablodaki rakamlar, yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir.

Sera gazları emisyon gazları çeşitleri olarak inceleme yapacak olursak; CO₂ emisyonlarındaki en büyük payı yine enerji kaynaklı emisyonlar oluşturmuştur (Bknz Tablo 2.6., Şekil 2.12.).

Toplam CO₂ emisyonlarının 2020 yılında % 31,6'sı elektrik ve ısı üretiminden olmak üzere % 85,4'ü enerji sektöründen, % 14,2'si endüstriyel işlemler ve ürün kullanım sektöründen, % 0,4'ü ise tarım ve atık sektörlerinden kaynaklıdır.

CH₄ emisyonlarının % 61'i tarım, % 22,1'i atık, % 16,9'u enerji ve % 0,02'si endüstriyel işlemler ve ürün kullanım sektöründen; N₂O emisyonlarının ise % 80,3'ü tarım, %9,1'i enerji, % 5,6'sı atık ve % 5'i de endüstriyel işlemler ve ürün kullanım sektöründen kaynaklıdır [48].



Şekil 2.12. Sektörlere göre Sera Gazı Emisyonları [48]

Tablo 2.6. Sera Gazı Emisyonları çeşitlerine göre dağılım [48]

Gazılara göre sera gazı emisyonları, 1990-2020

	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	(Milyon ton CO ₂ eşd.)	
										1990-2020 değişim (%)	2019-2020 değişim (%)
Toplam emisyon	219,7	299,0	398,7	474,5	500,8	528,3	524,0	508,1	523,9	138,4	3,1
CO ₂	151,7	229,9	316,0	384,3	405,3	430,2	422,6	401,7	413,4	172,6	2,9
CH ₄	42,5	43,7	51,6	52,8	55,6	56,8	60,3	63,1	64,0	50,6	1,4
N ₂ O	25,0	24,8	27,4	32,3	34,4	35,6	35,5	37,0	40,5	62,2	9,4
F-gazlar	0,6	0,7	3,6	5,0	5,5	5,7	5,7	6,2	6,0	860,6	-3,8

Tablodaki rakamlar, yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir. F-gazlar florlu gazlardır.

2.5. Sera Gazı ve Etkileri Konulu Anket Çalışmalarına Örnekler

Kadir Has Üniversitesi Enerji ve Sürdürülebilir Kalkınma Uygulama ve Araştırma Merkezi (CESD)'nin 10-22 Aralık 2021 tarihli, Türkiye geneli 18 yaş ve üzeri 1237 kişi ile yüz yüze görüşerek yaptığı bir anket çalışmasının sonuçları değerlendirildiğinde; Katılımcıların enerji tüketimi konusunda en önemli gördüğü unsurlar arasında temiz ve çevreye zararsız olması (yüzde 32), yerli kaynaklardan elde edilmesi (yüzde 16,3), kesintisiz temin edilmesi (yüzde 15,4) dikkat çekerken, ucuz olması diyenlerin oranı yalnızca yüzde 13,6'da kalmıştır. "Türkiye'de enerjiden kaynaklanan çevre sorunları hangileridir?" sorusuna verilen cevaplarda ise iklim değişikliği yüzde 59,6 ile ilk sırada, insan sağlığının bozulması yüzde 56,7 ile ikinci sırada, hava kirliliği de yüzde 36,2 ile üçüncü sırada yer almıştır. Türkiye'de enerji sisteminin en önemli sorunu olarak enerjinin pahalı olması (% 32,5) gösterilirken, katılımcıların % 18,4'ü enerjinin verimsiz kullanılmasını, % 11,8'i ise yenilenebilir enerjinin yeterince kullanılmamasını birer sorun olarak bildirmiştir [49].

Farklı bir çalışma olan, Temmuz 2017’de Üniversite Öğrencilerinin küresel ısınma hakkındaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi konusundaki çalışmada üniversite öğrencilerinin küresel ısınmanın oluşumu, sebepleri, sonuçları ve alınabilecek önlemler hakkındaki bilgi düzeyleri belirlenmeye çalışılmış, araştırmada; üniversite öğrencilerinin küresel ısınma hakkındaki bilgi düzeyleri cinsiyet ve bölüm değişkenleri açısından bir farklılık var mı tespit edilmeye çalışılmıştır. Anket sonuçları istatistik programı ile değerlendirmeye alınmış verilere t testi, anova testleri uygulanmıştır. Analizler ve testler sonucunda ise cinsiyetlere göre verilen cevaplar arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Üniversite öğrencilerinin küresel ısınmaya ilişkin bilgi düzeylerinin ortalamasının üzerinde olduğu ancak yine de ciddi bilgi eksiklikleri olduğu belirlenmiştir [50].

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Metot

Bu tez için iki farklı anket çalışması yapılmış olup anketlerin değerlendirme metodolojisinden bahsedecek olursak;

Birinci anket Google formlar üzerinden genel katılıma açık olarak yapılmıştır. Anketin amacı küresel iklim değişikliği ve etkilerinin bilinirliğinin tespiti ve küresel ısınmayı önlemede genel toplumsal farkındalığın tespit edilmesidir. Araştırmada hedef grup en az lise ve üstü mezuniyete sahip kişilerdir. Araştırmaya 817 kişi katılım göstermiştir. Araştırma sonuçları Google formların kendi grafikleri ve istatistiksel veri tabanı aracılığıyla yorumlanmaya çalışılmıştır. Sonuçların doğruluğu için doğrulama testi yapılmamıştır. Ancak bu sonuçlar, bu çalışmanın diğer bir aşaması olan “üniversite öğrencilerine yüz yüze yapılan anket” uygulaması sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

İkinci anket ise Sakarya Üniversitesinde öğrenim gören üniversite öğrencileri aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın konusu İklim Değişikliği farkındalığı üzerinedir. Araştırma 1. ve 4. sınıf Sağlık, Sosyal ve Fen Bilimleri alanlarındaki öğrencilere uygulanmıştır. Örneklem büyüklüğü tespitinde her üç alandan da 385'er öğrencinin katılımı planlanmıştır.

Anket uygulaması için öncelikle Sakarya Üniversitesi'nin Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu'ndan izin ve rektörlükten anketi uygulayabilme onayı alınmıştır. Daha sonra üniversitenin ilgili bölümleri ve sınıfları ziyaret edilerek, öncesinde anket içeriği hakkında bilgilendirme yapılmış ve devamında anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Ankete katılım, gönüllülük esasına göre yürütülmüş olup, istemeyen öğrenciler katılım sağlamamıştır. Anket uygulamasına toplam 1125 kişi

katılmıştır. Araştırma sonuçları birinci ve dördüncü sınıf öğrencilerinin cinsiyetleri ve eğitim bölümleri de gözetilerek değerlendirilmiştir. Birinci ve dördüncü sınıf öğrencilerinin seçilmesindeki amaç, üniversiteye yeni başlayan ve üniversitede 4 yıllık eğitimini tamamlamak üzere olan yani başlangıç ve bitirme dönemindeki öğrenciler arasında, bireysel farkındalıklarına yönelik değerlendirme yapabilmektir. Bu şekilde sınıf ve alan ayrımında anlamlı bir farklılık olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar Access veri tabanına işlenmiş ve istatistiksel olarak SPSS V.16.0 ile analiz edilmiştir. Gruplar arasındaki karşılaştırmalar için One Way ANOVA testi kullanılmış, farklılık tespit edilen durumlarda grupların ikiyeşerli karşılaştırılmasında Post Hoc Bonferroni testi ile değerlendirme yapılmıştır. Testler % 95 güven aralığında gerçekleştirilmiş ve $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı farklılık kabul edilmiştir.

Spss'te One Way Anova testi birbirinden bağımsız ikiden fazla grubun aritmetik ortalamaya göre anlamlı bir farklılığın olup olmadığını ortaya koyan bir test türüdür. Bu test türünde bağımsız değişkenin en az üç alt gruba ait olması önkoşulu bulunmaktadır [51]. Eğer ANOVA analizi sonucunda gruplar arasında anlamlı bir fark çıkmış ise yani Sig. değeri 0.05'ten küçük demektir. Sig. değeri 0.05 den küçük çıkması durumunda bu farkın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak gerekebilir. Bunun için post hoc (çoklu karşılaştırma) analizi yapılmalıdır [52]

Post hoc çoklu karşılaştırma testleri aslında her bir grup çiftini kullanarak yapılan t-testlerinden oluşmaktadır. Gruplar arasında anlamlı fark olması durumunda bu farkın sebeplerinin nereden kaynaklandığını anlamak için yapılmaktadır [52]. Üniversite öğrencilerine yapılan ankette cevapların tamamına One away testi uygulanırken, 4.2.4. başlığındaki soruda Post Hoc Bonferroni testi ile değerlendirme yapılmıştır.

BÖLÜM 4. BULGULAR

4.1. Google Formlar Üzerinden Küresel İklim Değişikliği ve Etkileri Üzerine Genel Katılıma Açık Anket

Aşağıdaki tabloda ankete katılan kişilere ait demografik bilgiler verilmiştir.

Tablo 4.1. Google formlar anketi demografik sorulara ait cevaplar

1. Hangi Şehirde Yaşıyorsunuz	Cevap Veren Sayısı	Yüzde(%)
İstanbul	389	49
Sakarya	157	20
Diğer iller ve yurtdışı	255	31
Toplam:	801	
2. Hangi Yaş Aralığındasınız?		
10' dan küçük	0	-
11*20	123	15
21*29	200	25
30*39	347	43
40*59	129	16
60 ve üstü	11	1
3. Cinsiyetiniz Nedir?	Cevap Veren Sayısı	Yüzde(%)
Kadın	353	43,2
Erkek	452	55
Belirtmek İstemiyorum	12	1,8
Toplam:	817	
4. Eğitim Durumunuz Nedir?		
Eğitimini tamamlamamış	7	0,8
İlköğretim	12	1,5
Orta Öğretim (Lise)	175	21
En az Yüksekokul, Fakülte, YL,Doktora ve sonrası	618	76
Toplam:	812	

Araştırmaya 817 kişi, katılım göstermiştir. Demografik sorulara ait yanıtlar incelendiğinde araştırmaya İstanbul ili yakın illerin katılım gösterdiği görülmektedir. Araştırmada % 55’lik oranla erkeklerin çoğunlukta olduğu görülmektedir.

Eğitim durumları incelendiğinde ise %76’lık oranla en az meslek yüksek okulu, fakülte mezunu katılımcı oranının daha fazla olduğu görülmüyor. Ankete katılanların en az lise ve üstü mezunu olması anket sonuçları için merak konusudur. Genel itibari ile ankete katılanların yaş ortalama çoğunluğu ise; 30-39 (347 kişi) yaş aralığındadır, bu yaş aralığını 21-29 (200 kişi) yaş aralığı takip etmektedir.

Demografik bilgilerden sonra aşağıda anket sorularını ve sonuçlarını her soru bazında teker teker değerlendirecek olursak;

5. Dünyada gelişen son olaylara bakıldığında, size göre en fazla endişe verici konu hangisidir? (1: en düşük, 5: en yüksek) sorusu sorulduğunda; Doğal Kaynakların Tükenmesi, Ekonomide dalgalanmalar ve İklim Değişikliği maddelerindeki endişe düzeyi son derece endişe verici olarak trend durumdadır. (Bknz. Tablo 4.2.)

Tablo 4.2. Dünyada gelişen son olaylara bakıldığında, size göre en fazla endişe verici konu hangisidir? sorusunun yanıtları

	1	2	3	4	5
Ekonomideki dalgalanmalar	34	53	158	210	304
Bulaşıcı hastalıklar	44	84	184	195	226
Doğal kaynakların tükenmesi	28	54	147	195	317
İklim değişikliği	37	75	248	221	265
Savaşlar	23	75	173	217	242
Şiddet ve terör	22	65	180	205	245
Nüfus artışı	70	133	195	157	160
Yoksulluk	28	102	160	193	263

6. soruda; iklim değişikliği konusu hakkında ne kadar bilgi sahibisiniz sorusuna katılımcıların az çok bir fikirlerinin olduğu görülmektedir (Bknz. Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. 1'den 5'e kadar bir ölçekte ele alınacak olursa, iklim değişikliği konusu hakkında ne kadar bilgi sahibisiniz? sorusunun yanıtları

Puan:	1	2	3	4	5
Cevap Veren:	22	106	357	232	95

7. soruda; 1'den 5'e kadar bir ölçekte ele alınacak olursa, iklim değişikliğinin insan ve diğer canlılar için ne kadar tehdit oluşturduğunu düşünüyorsunuz? (1: en düşük, 5: en yüksek) Katılımcılar arasında ciddi bir kaygı olduğu görünmektedir. Puanlamanın 1'den 5'e doğru parabolik şekilde artması katılımcıların iklim değişikliği etkilerini hissettiklerini göstermektedir (Bknz. Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. 1'den 5'e kadar bir ölçekte ele alınacak olursa, iklim değişikliğinin insan ve diğer canlılar için ne kadar tehdit oluşturduğunu düşünüyorsunuz? sorusunun yanıtları

Puan:	1	2	3	4	5
Cevap Veren:	21	27	109	276	377

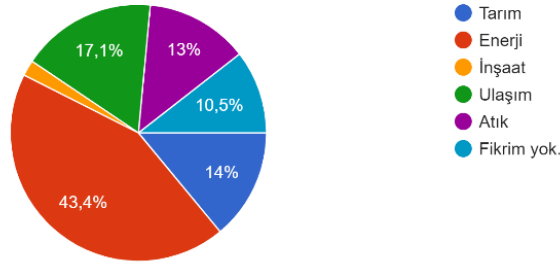
8. soruda; En fazla sera gazı salımı hangi sektörde gerçekleşir? Sorusuna %43,4 oranında Enerji cevabı verilmiştir (Bknz. Tablo 4.5., Şekil 4.1.).

Tablo 4.5. En fazla sera gazı salımı hangi sektörde gerçekleşir? sorusunun yanıtları

Sektör:	Tarım	Enerji	İnşaat	Ulaşım	Atık	Fikrim Yok
Cevap Veren:	113	351	16	138	105	85

Cevap verenler % 43,4 oranında Enerji kaynaklı sera gazı salınımı işaretlemişlerdir. Bu cevapları takip eden cevaplar ise; Ulaşım, Tarım, Atık, Fikrim yok ve İnşaat'tır. Bu sonuçlardan, katılımcıların % 40'lık kısmının Fosil yakıtlarla Enerji üretiminin neden olduğu sera gazı salınımının farkında oldukları sonucuna varabiliriz.

8) En fazla sera gazı salımı hangi sektörde gerçekleşir?
808 yanıt



Şekil 4.1. En fazla hangi sektörde sera gazı salınımı gerçekleşir sorusunun yüzde oranları

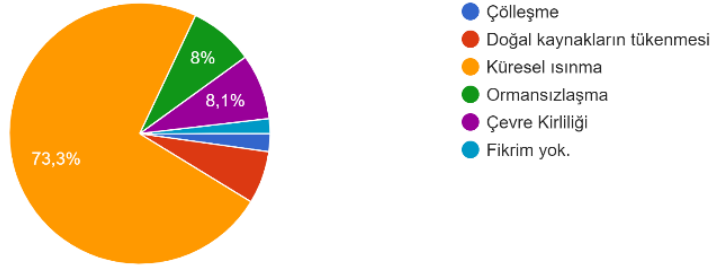
9. soruda; Dünya üzerinde sıcaklık artıyorsa sebebi ne olabilir? Sorusunun bilgileri tablo 4.6. verilmiştir.

Tablo 4.6. Dünya üzerinde sıcaklık artıyorsa sebebi ne olabilir? sorusunun yanıtları

Sektör:	Küresel ısınma	Çevre Kirliliği	Ormansızlaşma	Doğal Kaynakların Tükenmesi	Çölleşme	Fikrim Yok
Cevap	596	66	65	53	18	15
Veren:						

Tabloyu incelediğimizde 596 kişi ile katılımcıların % 73,3'ü (Bknz. Şekil 4.2.) küresel ısınma cevabı verilmiştir. Bunu takip eden cevaplar çevre kirliliği, ormansızlaşma, doğal kaynakların tükenmesi, fikrim yok ve çölleşme sırasıyla belirtilmiştir. Katılımcıların çoğunluğu dünya üzerindeki sıcaklık artışının küresel ısınmayla bir ilgisinin olduğunu farkındalar. Ülkemizde de özellikle geçtiğimiz 2021 yazında Akdeniz bölgesinde yaşanan yangınlar Karadeniz bölgesinde yaşanan seller dolayısıyla medya ve yayın organlarında da sıkça küresel iklim değişikliği ve etkileri, dünya üzerindeki sıcaklık artıyor afişleri etkili olmuş görünüyor.

9) Dünya üzerinde sıcaklık artıyorsa sebebi ne olabilir?
813 yanıt



Şekil 4.2. Dünya üzerindeki sıcaklık artıyorsa sebebi ne olabilir? sorusunun yüzde oranları

10. soruda; Küresel ölçekte iklim değişikliğine sebep olan başlıca sera gazı hangisidir? sorusuna 360 kişi CO₂ cevabını vermiştir (Bknz. Tablo 4.7.). 169 kişi ise % 20,9'luk oranla fikrim yok demiştir.

Tablo 4.7. Küresel ölçekte iklim değişikliğine sebep olan başlıca sera gazı hangisidir? sorusunun yanıtları

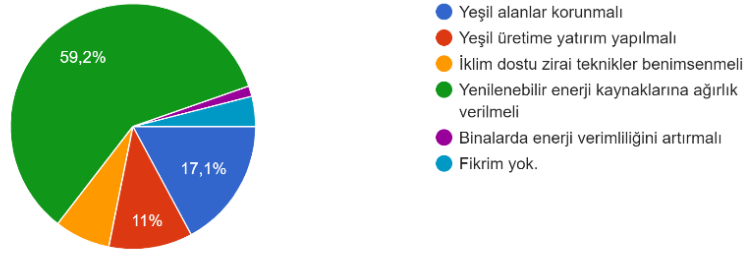
Sektör:	CO ₂	CO	SO ₂	NO ₂	Metan	Fikrim Yok
Cevap Veren:	360	128	31	30	91	169

11. soruda; İklim değişikliği etkilerini önlemede aşağıdakilerden hangisi büyük önem arz eder? Sorusuna verilen cevapları aşağıdaki şekille ve tabloyla inceleyecek olursak;

Tablo 4.8. İklim değişikliği etkilerini önlemede aşağıdakilerden hangisi büyük önem arz eder? sorusunun yanıtları

Cevaplar;	Cevap veren katılımcı sayısı
Yeşil alanlar korunmalı	137
Yeşil üretime yatırım yapılmalı	89
İklim dostu zirai teknikler benimsenmeli	59
Yenilenebilir enerji kaynaklarına ağırlık verilmeli	477
Binalarda enerji verimliliğini artırmalı	11
Fikrim yok	32

11) İklim değişikliği etkilerini önlemede aşağıdakilerden hangisi büyük önem arz eder?
806 yanıt



Şekil 4.3. İklim değişikliği etkilerini önlemede aşağıdakilerden hangisi büyük önem arz eder? sorusunun yüzde oranları

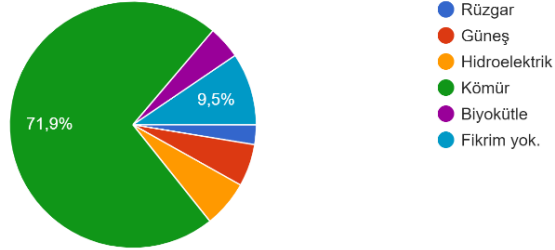
477 kişi %59,2 oranında yenilenebilir enerji kaynaklarına ağırlık verilmeli cevabı vermiştir. Katılımcıların sebep sonuç ilişkisi ile yenilenemez kaynaklar ile enerji üretiminin etkilerini azaltmak üzere yenilebilir enerji kaynaklarına bağlı üretimin artması gerekliliği konusunda yaklaşımı vardır. Bunu takip eden; Yeşil alanlar korunmalı, Yeşil üretime yatırım yapılmalı, İklim dostu zirai teknikler benimsenmeli, Binalarda enerji verimliliği artırılmalı gibi diğer cevaplar sınırlı kalmıştır.

12. soruda; Aşağıdakilerden hangisi tükenmez (yeşil) enerji kaynaklarından değildir? Sorusunu inceleyecek olursak; 584 katılımcı fosil yakıt kökenli yakıt olan kömür seçeneğini seçerek soruyu doğru cevaplamışlardır. Diğer katılımcılar ise yenilenebilir enerji kaynaklarından çeşitli cevaplar vermişlerdir (Bknz. Tablo 4.9., Şekil 4.4.).

Tablo 4.9. Aşağıdakilerden hangisi tükenmez (yeşil) enerji kaynaklarından değildir? sorusunun yanıtları

Cevaplar;	Cevap veren katılımcı sayısı
Kömür	584
Hidroelektrik	50
Güneş	45
Biyokütle	35
Rüzgâr	21
Fikrim yok	32

12) Aşağıdakilerden hangisi tükenmez (yeşil) enerji kaynaklarından değildir.
812 yanıt



Şekil 4.4. Enerji kaynakları kullanım oranları

13. soruda; Sizce yeşil enerji kaynaklarının kullanımına geçmek ne kadar önemlidir? Sorusuna katılımcıların 546'sı son derece önemli cevabını vermiştir. Bu cevapla katılımcıların büyük çoğunluğunun küresel ısınmada ana sebep olan fosil yakıt kullanımından artık vazgeçilerek yenilenebilir enerji teknolojilerine geçmenin gerekliliği konusunda bilgileri olduğu görülmektedir.

Tablo 4.10. Sizce yeşil enerji kaynaklarının kullanımına geçmek ne kadar önemlidir? sorununun yanıtları

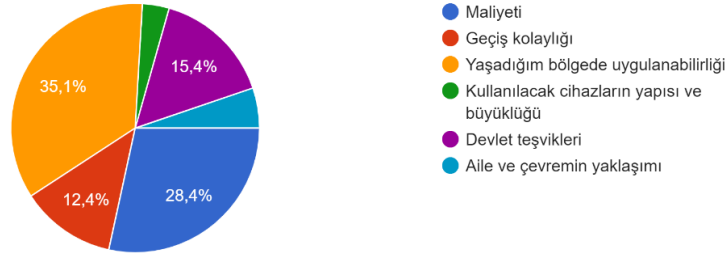
Cevaplar;	Cevap veren katılımcı sayısı
Son derece önemli	546
Çok önemli	190
Orta Derece Önemli	48
Az Önemli	11
Önemli Değil	9

14.soruda; Yeşil enerjiye geçecek olsanız, aşağıdaki konulardan hangisi kararınızda en fazla etkili olurdu? Sorusuna tablo 4.8. de görüldüğü gibi 283 kişi %35,1 oranında Yaşadığım bölgede uygulanabilirliği cevabı verilmiş. Bunu 226 kişi %28,4'luk katılımcı grubu ise maliyet odaklı yaklaşmıştır. Verilen cevapların birbirine yakın olması katılımcıların bu konu hakkında bir kafa karışıklığının olduğu devletin ise bireysel düzeyde yeterince tanıtım ve teşvik çalışması yapmadığı sonucunu çıkarabiliriz.

Tablo 4.11. Yeşil enerjiye geçecek olsanız, aşağıdaki konulardan hangisi kararınızda en fazla etkili olurdu? sorununun yanıtları

Cevaplar;	Cevap veren katılımcı sayısı
Yaşadığım bölgede uygulanabilirliği	283
Maliyeti	226
Devlet Teşvikleri	124
Geçiş Kolaylığı	100
Aile ve Çevremin yaklaşımı	42
Kullanılacak cihazların yapısı ve büyüklüğü	28

14) Yeşil enerjiye geçecek olsanız, aşağıdaki konulardan hangisi kararınızda en fazla etkili olurdu? 806 yanıt



Şekil 4.5. Yeşil enerjiye geçecek olsanız, aşağıdaki konulardan hangisi kararınızda en fazla etkili olurdu? sorusunun yüzde oranları

15. soruda; Sizce yeşil enerji kaynaklarının kullanımına geçmek ne kadar önemlidir? (1: en düşük, 5: en yüksek) Sorusuna %50 oranında en yüksek cevabı verilmiş. Katılımcıların Yeşil enerjiye verdiği önem açıkça görünmektedir.

Tablo 4.12. Sizce yeşil enerji kaynaklarının kullanımına geçmek ne kadar önemlidir? sorusunun yanıtları

Puan:	1	2	3	4	5
Cevap Veren:	13	16	78	246	449

4.2. Üniversite Öğrencilerinde Küresel İklim Değişikliğine Yönelik Farkındalık Değerlendirmesi

Üniversite öğrencilerinin bölümleri ve cinsiyetleri de gözetilerek 1. sınıftan itibaren 4. sınıfa geldiklerinde iklim değişikliği konusunda bilgi veya sosyal farkındalıklarında bir değişiklik olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Öğrencilere yöneltilen sorular ve verilen cevapların anlamlılıklarını inceleyecek olursak;

4.2.1. Öğrencilerin demografik yapısı;

Araştırmaya Üniversite Fen Bilimleri, Sosyal Bilimleri ve Sağlık Bilimleri bölümleri 1. ve 4. Sınıf öğrencileri katılmıştır. Tablo 4.13 incelendiğinde araştırmaya birinci sınıflardan katılımın daha fazla olduğu görülmektedir. Yine kadınların erkeklere oranı daha fazla olup katılımında yaş grubu 20 li yaş bandıdır. Cinsiyet, yaş grupları ve sınıflar arası cevaplar arasında anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir ($p < 0,05$).

Tablo 4.13. Araştırmaya katılan öğrencilerin bölüm ve sınıf bilgileri

	Fen Bilimleri	Sosyal Bilimler	Sağlık Bilimleri	Toplam	p
Cinsiyet					0.001
Kadın	162	268	255	685	
Erkek	258	135	46	439	
Yaş grubu					0.002
<20	176	154	161	491	
20-24	229	237	133	599	
25-29	7	7	1	15	
30+	5	4	1	10	
Sınıf					0.003
1. Sınıf	285	259	229	773	
4. Sınıf	135	144	72	351	

4.2.2. Öğrencilerin küresel iklim kriziyle ilgili bilgi edinme kaynakları;

Tablo 4.14. Öğrencilerin bilgi edinme kaynakları

Hayır/Evet	Fen Bilimleri	Sosyal Bilimler	Sağlık Bilimleri	Toplam	p
Televizyon	318/102	277/126	197/104	792/332	0,008
İnternet	89/331	95/308	73/228	257/867	0,574
Gazete, dergi, vb	370/50	350/53	275/26	995/129	0,167
Sosyal medya	157/263	132/271	105/196	394/730	0,379
Kitap	385/35	359/44	262/39	1006/118	0,128
Dersler	383/37	341/62	249/52	973/151	0,002
Arkadaş, yakın çevre	333/87	335/68	224/77	892/232	0,019
Aile bireyleri	383/37	372/31	256/45	1011/113	0,004
Diğer	412/8	395/8	298/3	1105/19	0,549

Öğrencilerin bilgi edinme kaynakları genel değerlendirmesinde birinci kaynak İnternet ikinci ise Sosyal Medya olarak görülmekte olup bu cevaplar için bölümler arası anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). Sosyal medya ve internet harici diğer cevaplar için bölümler arası anlamlı farklılıklar bulunmaktadır ($p<0,05$).

4.2.3. Öğrencilerin iklim değişikliği konulu bir derse katılım durumları;

Öğrencilerin öğrenim süreleri boyunca herhangi bir iklim değişikliğiyle alakalı eğitim alma durumları tablo 4.15 de incelendiğinde öğrenim süreleri boyunca eğitim alma durumunun çok düşük olduğu görünüyor ve bölümler arası anlamlı bir farklılık görünmüyor ($p>0,05$).

Tablo 4.15. Öğrencilerin öğrenim sürelerinde iklim değişikliği konulu derse katılımları

	Fen Bilimleri	Sosyal Bilimler	Sağlık Bilimleri	Toplam	p
Ders Aldınız mı ?					0.141
Evet	29	27	11	67	
Hayır	391	376	290	1057	

4.2.4. Öğrencilerin küresel çaptaki olaylar karşısında vermiş oldukları cevaplar

Tablo 4.16. Öğrencilerin küresel çaptaki olaylar karşısında vermiş oldukları cevaplar

Soru-8	Fen bilimleri		Sosyal bilimler		Sağlık bilimleri		Toplam		p
	F. yok(n)	ort±SS	F. yok(n)	ort±SS	F. yok(n)	ort±SS	F. yok(n)	ort±SS	
Ekonomik dalgalanmalar		4,2±1,3		4,2±1,3		4,3±1,1		4,2±1,2	0,330
Bulaşıcı hastalıklar		3,8±1,3		3,9±1,3		4,4±1,1		4,0±1,3	0,001
Doğal kaynakların tükenmesi		4,1±1,3		4,3±1,2		4,5±1,0		4,3±1,2	0,001
İklim değişikliği		3,8±1,4		3,9±1,3		4,1±1,1		3,9±1,3	0,002
Savaşlar		3,9±1,4		4,2±1,3		4,6±0,9		4,2±1,3	0,001
Şiddet ve terör		4,2±1,2		4,3±1,2		4,7±0,8		4,4±1,1	0,001
Nüfus artışı		3,5±1,5		3,6±1,4		3,8±1,3		3,6±1,4	0,034
Yoksulluk		4,1±1,2		4,3±1,1		4,4±1,1		4,2±1,2	0,001

Tablo 4.16 da ortalama ve standart sapma değerleri fikrim yok diyenlerin dışında puanlama yapanlar üzerinden hesaplanmıştır bununla Tabloda yer alan “p” değerleri üç grubun One-way ANOVA testi ile karşılaştırılmasına dayanıyor. Sorudaki seçenekler için 1’den 5’e kadar puanlama yapılması istenmiştir. Buna göre cevaplar incelendiğinde ise iklim değişikliğinin endişe ölçeği düzeyi diğer olaylara göre daha düşük görünmektedir. Bölümler arası cevaplarda ise anlamlı farklılıklar bulunmasına karşın ekonomik dalgalanmalar seçeneği için bölümler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Anlamlı farklılık bulunan seçenekler için ikili karşılaştırma tablosu yapılarak aşağıda yorumlanmıştır.

Tablo 4.17 Üçlü karşılaştırmada anlamlı fark bulunanların ikiyeerli olarak karşılaştırılması

	Fen x Sosyal	Fen x Sağlık	Sosyal x Sağlık	Üçlü karşılaştırma sonucu
Bulaşıcı hastalıklar		0,001	0,001	0,001
Doğal kaynakların tükenmesi	0,037	0,001		0,001
İklim değişikliği		0,002		0,002
Savaşlar	0,028	0,001	0,001	0,001
şiddet ve terör		0,001	0,001	0,001
Nüfus artışı		0,032		0,034
Yoksulluk	0,008	0,001		0,001

Fen, Sosyal ve Sağlık Bilimleri öğrencilerinin çeşitli olgulara yönelik kaygı düzeyleri Tablo 4.16 ve Tablo 4.17 ’de sunulmuştur. Her üç bilim alanındaki öğrencilerin bulaşıcı hastalıklar ($p=0.001$), doğal kaynakların tükenmesi ($p=0.001$), iklim değişikliği ($p=0.002$), savaşlar ($p=0.001$), şiddet ve terör ($p=0.001$), nüfus artışı ($p=0.034$) ve yoksulluk ($p=0.001$) olgularına yönelik kaygı düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. Anlamlı farklılık gösteren söz konusu kaygı düzeyleri en yüksek sağlık bilimleri öğrencilerinde, ardından da sosyal bilimler öğrencilerinde izlenirken, fen bilimleri öğrencilerinin kaygı düzeyleri diğer iki gruptan da daha düşüktür. Gruplar arasında bulaşıcı hastalıklara ile şiddet ve teröre yönelik kaygı düzeyinde izlenen farklılık sağlık bilimleri öğrencilerinin diğer gruplardan anlamlı biçimde yüksek olan kaygı düzeyinden, doğal kaynakların tükenmesi ve yoksulluğa yönelik izlenen farklılık fen bilimleri öğrencilerinin diğer gruplardan anlamlı biçimde düşük olan kaygı düzeyinden kaynaklanmaktadır. Öğrencilerin savaşlara yönelik kaygı düzeyleri her üç grup arasında da anlamlı

farklılık gösterirken, iklim değişikliği ve nüfus artışına yönelik kaygı düzeyleri sadece fen ve sağlık bilimleri öğrencileri arasında anlamlı farklılık göstermektedir.

4.2.5. Küresel sıcaklık artışının sebepleri

Cevapların ortalama ve standart sapma değerleri fikrim yok diyenlerin dışında puanlama yapanlar üzerinden hesaplanmıştır. Bununla tablo 4.14 incelendiğinde 1 den 5 e kadar yapılan puanlandırma ile bölümler arasında Çölleşme, Ormansızlaşma, Plansız Sanayileşme ve verilen cevaplar arasında önemli farklar bulunmayıp diğer seçimlerde bölümler arası önemli farklılıklar bulunmaktadır. Ortalama olarak değerlendirildiğinde ise seçeneklerin küresel sıcaklık artışında başlıca etkenler olarak belirlendiği görülmektedir.

Tablo 4.18. Küresel sıcaklık artışı göstergeleri

	Fen Bilimleri		Sosyal Bilimler		Sağlık Bilimleri		Toplam		p
	F. yok(n)	ort±SS	F. yok(n)	ort±SS	F. yok(n)	ort±SS	F. yok(n)	ort±SS	
Çölleşme	36	3,9±1,3	16	4,0±1,3	27	4,1±1,2	79	4,0±1,3	0,094
Doğal kaynakların tükenmesi	28	3,9±1,3	11	4,2±1,2	12	4,3±1,0	51	4,1±1,2	0,001
Ormansızlaşma	13	4,3±1,0	7	4,5±0,9	9	4,4±1,0	29	4,4±1,0	0,082
Plansız sanayileşme	20	4,3±1,1	10	4,4±1,0	13	4,4±1,1	43	4,4±1,1	0,146
Hava kirliliği	8	4,3±1,0	7	4,4±1,0	8	4,5±1,0	23	4,4±1,0	0,025
Toprak kirliliği	18	4,0±1,2	15	4,1±1,2	8	4,4±1,0	41	4,2±1,2	0,001
Su/deniz kirliliği	19	4,2±1,1	11	4,3±1,1	9	4,4±1,0	39	4,3±1,1	0,007

4.2.6. Küresel ölçekte sera gazına sebep olan sektör araştırması

Cevapların ortalama ve standart sapma değerleri fikrim yok diyenlerin dışında puanlama yapanlar üzerinden hesaplanmıştır. Buna göre enerji sektörü hariç diğer sektörler için gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. Soruya fikrim yok diyenlerin sayısı da yadsınamayacak düzeyde fazla olmakla birlikte genel anlamda sektörel bazda sera gazı etkileri yönünden verilen cevaplar bu konu hakkında çok da bilgi sahibi olunmadığıdır. Emissions Database for Global Atmospheric Research verilerine göre ise küresel ölçekte sektörlere göre sera gazı etkisi en fazla olan

sektörlerin başında enerji sektörü, ulaşım sektörü gelmekle birlikte bunu inşaat, tarım ve atık bertaraf sektörü takip etmektedir [53]

Tablo 4.19. Sera gazı oluşumunda sektörel etkiler

	Fen Bilimleri		Sosyal Bilimler		Sağlık Bilimleri		Toplam		p
	F. yok(n)	ort±SS	F. yok(n)	ort±SS	F. yok(n)	ort±SS	F. yok(n)	ort±SS	
Tarım sektörü	66	2,9±1,5	37	2,9±1,5	23	3,3±1,5	126	3,0±1,5	0,003
Enerji sektörü	45	4,0±1,1	32	4,0±1,1	33	4,1±1,2	110	4,0±1,1	0,483
İnşaat sektörü	73	3,2±1,4	47	3,4±1,3	36	3,7±1,3	156	3,4±1,3	0,001
Ulaşım sektörü	44	3,8±1,3	25	3,9±1,2	23	4,3±1,1	92	4,0±1,2	0,001
Atık bertaraf sektörü	79	4,0±1,3	61	4,2±1,2	34	4,3±1,2	174	4,1±1,2	0,011

4.2.7. Küresel İklim değişikliğinde rol alan başlıca Sera gazı;

Tablo 4.14 le başlıca Sera gazı hangisidir sorusunun cevapları incelendiğinde bölümler arası verilen cevaplarda anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). 1125 kişiden 330 kişi başlıca sera gazını CO₂ olarak belirtmişken bu cevabı fikrim yok takip etmiştir. CO₂ gazının seçilme oranı toplam öğrenci sayısının yaklaşık % 30 civarındadır. Yine öğrencilerin % 30'unun konu hakkında fikri bulunmamaktadır. İnternet anketinde CO₂ doğru seçeneği oranı % 45 iken yazılı ankette bu oranın düşmesi internet anketinde internet ortamında cevabın sorgulanmış olabileceğini düşündürmektedir.

Tablo 4.20. Başlıca Sera gazları

	Fen Bilimleri	Sosyal Bilimler	Sağlık Bilimleri	Toplam	p
Fikrim yok	95	122	54	271	0,001
Azot dioksit	34	38	43	115	
Kükürt dioksit	41	20	34	95	
Karbon dioksit	131	109	90	330	
Metan	45	46	20	111	
Karbon monoksit	74	68	60	202	

4.2.8. Yenilenebilir enerji kaynakları;

Tablo 4.17 incelendiğinde öğrencilerin yenilenebilir enerji kaynakları seçiminde doğru cevaplar olan Rüzgâr, Hidroelektrik için vermiş oldukları cevaplar bölümler arası farklılık göstermezken, Güneş ve Biyokütle için bölümler arası anlamlı farklılıklar bulunmaktadır ($p<0,05$). Anlamlı farklılık bulunan seçenekler için ikili karşılaştırma yapıldığında biyokütle için Sosyal ve Sağlık bilimleri için anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Sorulara verilen cevapların doğrulukları incelendiğinde rüzgâr ve güneş yenilenebilir enerji kaynakları bilinirken, hidroelektrik enerjisi yenilenebilir enerji kaynağı olarak rüzgâr ve güneşe nazaran daha az bilinmektedir. Oysa ki Türkiye'nin Hidroelektrik enerji kaynakları payının yüksek olması, dolayısıyla Avrupa ülkeleriyle yenilenebilir enerji sektöründe aynı seviyede olmasını sağlamaktadır. (bakınız Bölüm 2, tablo 2.2.)

Tablo 4.21. Yenilenebilir enerji kaynakları tespiti

	Fen Bilimleri	Sosyal Bilimler	Sağlık Bilimleri	Toplam	p
Soru-14 (hayır/evet)					
Fikrim yok	388/32	355/47	279/22	1022/101	0,061
Rüzgâr	106/314	121/281	84/217	311/812	0,296
Güneş	105/315	124/278	69/232	298/825	0,042
Hidroelektrik	207/213	232/170	162/139	601/522	0,053
Kömür	409/11	387/15	295/6	1091/32	0,367
Biyokütle	325/95	340/62	240/51	905/218	0,025

4.2.9. Yenilenebilir enerjiye geçiş kararının üzerindeki etkilerin tespiti

Tablo 4.18 incelendiğinde maliyet düzeyi, yaşadığım bölgeye uygun olması ve devlet tarafından teşvik ediliyor olması seçeneklerinde bölümler arası farklılık bulunmamaktadır. Genel ortalama ile en fazla geçişte kolaylık sebebi yaşadığım bölgeye uygun olması seçeneğidir.

Tablo 4.22. Yenilenebilir enerjiye geçerken karar vermede etkenlerin belirlenmesi

Soru-15	Fen bilimleri		Sosyal bilimler		Sağlık bilimleri		Toplam		p
	F. yok(n)	ort±SS	F. yok(n)	ort±SS	F. yok(n)	ort±SS	F. yok(n)	ort±SS	
Maliyet düzeyi	33	3,8±1,3	31	3,8±1,4	23	3,9±1,2	87	3,8±1,3	0,468
Geçişin kolay olması	31	3,6±1,4	31	3,8±1,3	23	3,9±1,3	85	3,8±1,3	0,012
Yaşadığım bölgeye uygun olması	17	4,0±1,2	17	4,0±1,3	13	4,1±1,3	47	4,0±1,3	0,686
Kullanılacak araçların yapısı ve büyüklüğü	22	3,4±1,4	27	3,5±1,4	19	3,8±1,3	68	3,5±1,4	0,002
Aile ve çevremin yaklaşımı	15	2,6±1,7	24	2,8±1,8	11	3,3±1,6	50	2,9±1,7	0,001
Devlet tarafından teşvik ediliyor olması	17	3,4±1,6	21	3,6±1,5	14	3,6±1,5	52	3,6±1,5	0,120

4.3. Anket Sonuçlarının Yorumlanması ve Karşılaştırılması:

Üniversite öğrencilerinin küresel iklim krizi ile alakalı bilgi edinme kaynakları sorulduğunda ilk seçenekler arasında internet ve sosyal medya görülmüştür. Verilen bu cevaplar neticesinde bilgi ölçen sorulara verilen cevaplara bakıldığında internet ve sosyal medya üzerinden elde edilen bilgilerin ne derece doğru olduğu tartışma konusudur. Öğrencilerin üniversite öğrenimlerinde iklim krizi ile alakalı eğitim almaları durumunda dördüncü sınıf öğrencilerinin bilgi düzeyi ölçen sorulara verdikleri cevapların daha doğru olması beklenebilirdi ancak sosyal, fen veya sağlık grubu öğrencilerinin çok azı üniversite öğrenimlerinde küresel iklim krizi ile alakalı eğitim almıştır. Bu da birinci ve dördüncü sınıf öğrencilerinin bilgi düzeyi yönünden karşılaştırılmamasına sebep olmuştur. Bu eksikliğin giderilebilmesi için üniversite eğitiminde müfredata ortak dersler kapsamında iklim değişikliği konularında destekleyici zorunlu bir dersin konulması gerekli görünmektedir.

Öğrencilerin yenilenebilir enerji çeşitlerine verdikleri cevaplarda güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi başı çekerken hidroelektrik enerjisi daha az bilinir seviyededir. Bunun sebebi olarak, hidroelektrik santrallerinin inşaat veya işletme aşamasındaki çevresel etkilerin güneş ve rüzgâr enerji santrallerine nazaran daha yüksek olması gösterilebilir. Yine biyokütle enerjisi de yenilenebilir enerji çeşidi olarak pek bilinmemektedir. Sera gazına sebep olan başlıca sera gazı hangisidir sorusunun cevabına 330 kişi CO₂ cevabını verirken 271 kişi fikrim yok, 202 kişide CO cevabını vermiştir. % 30'luk kısım doğru cevabı verirken bu oran google formlar üzerinden yapılan ankette % 40 civarındır bu oranın anketi yaparken internet üzerinden araştırılarak cevap verilme ihtimalini doğurmaktadır. Yine üniversite öğrencilerine sera gazına sebep olan başlıca sektörler sorulduğunda ise verilen cevaplar enerji, ulaşım, atık bertaraf sektörü olarak başa baş durumdadır. Oysa sıralamayı doğru yaparsak Enerji sektörü, ulaşım sektörü ilk iki sırayı alırken üçüncü sırayı inşaat sektörü ve onu da atık bertaraf sektörü takip etmektedir.

İnternette genel ve üniversite öğrencilerine yüz yüze yapılan anket sonuçlarına genel olarak bakıldığında; iki araştırma grubunun da küresel iklim krizinin etkileri konusunda belli ölçüde bilgi sahibi olduğu, yine yenilenebilir enerji gelişmeleri ve teşvik durumunda istekli oldukları, ancak buna nazaran başlıca sera gazları veya yenilenebilir enerji konusunda verdikleri cevaplarda bilgi düzeylerinin sınırlı olduğu anlaşılmaktadır.

İklim değişikliği katılımcıların gözünde dünya ve Türkiye için bir sorun olarak görülmesine rağmen, diğer sosyal, ekonomik ve siyasi sorunlara göre daha az önemsenmektedir. Türkiye'de bugün gelinen noktada toplum; çevre sorunları ile günlük yaşam alışkanlıkları arasında bir bağ kurmuştur. Karadeniz bölgesinde 2020 yılından beri başlayan sel felaketleri ve özellikle Akdeniz bölgesindeki orman yangınları kamuoyunun iklim değişikliğinin günlük hayatımızı ne denli etkilediğini gözler önüne sermektedir.

Yine katılımcılar yenilenebilir enerji seçimi kadar önemli olan enerji verimliliği konusunda ve yenilenebilir enerjiye geçişte devlet teşvikleri konusunda yeterince bilgi

sahibi değildir. Bununla; yenilenebilir enerji ye geçiş için katılımcıların istekli olduğu ancak devlet teşvikleri, maliyet ve bölgelerinde uygulanabilirliği konusunda destek, eğitim reklam kampanyalarına ihtiyaç duyulduğu gözlemlenmiştir.

Öğrencilerin küresel çaptaki olaylara bakış açısına geldiğimizde ise; anlamlı farklılık gösteren söz konusu kaygı düzeyleri en yüksek sağlık bilimleri öğrencilerinde, ardından da sosyal bilimler öğrencilerinde izlenirken, fen bilimleri öğrencilerinin kaygı düzeyleri diğer iki gruptan da daha düşüktür.

BÖLÜM 5. SONUÇ

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından açıklanan veriler küresel sıcaklık artışının kritik eşik olarak görülen 1,5 °C seviyesini önümüzdeki 20 yıl içerisinde aşabileceğine işaret etmektedir. Bilim insanları ise, iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerinden korunmak için acilen önlem alınması gerektiğine dikkat çekmektedir [37].

Hızla artan nüfus, gelişen sanayi enerji talebinin artmasına ve kısıtlı kaynaklarla bu talebin karşılanamamasına neden olmuştur. Sera gazı emisyon kaynakları incelendiğinde Enerji sektörü başı çekmektedir. Mevcut durumda, fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan karbondioksit (CO₂) gazı, ormansızlaşmayla birlikte atmosferde diğer gazlarla beraber güneş ışınlarının yansımaya engel olarak Sera gazı etkisine sebep olmuştur. Atmosferde sera gazı etkisinin artmasıyla da küresel ölçekte dünya sıcaklığı artmış ve bu da çevresel felakete (seller, orman yangınları) davetiye çıkarmıştır. Tüm bu gelişmeler ülkelerin enerji politikalarını gözden geçirmelerine sebep olmuş ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesini zorunlu kılmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynakları karbondioksit emisyonlarını düşürmede ve sera gazı etkisinin azaltılmasında oldukça etkilidir. Ülkemizin 2020 yılı sera gazı emisyon miktarında enerji sektörü %70,2'lik oranla ilk sıradadır. Dolayısıyla enerji kaynağının seçimi sera gazı emisyon miktarının azaltılmasında oldukça etkili bir faktör durumundadır.

Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkileri fosil yakıtlı enerji kaynakları ile karşılaştırılamayacak kadar azdır. Ülkemizin yenilenebilir enerji potansiyeli göz önüne alındığında enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasında büyük öneme sahiptir.

Ülkemizin son dönem enerji politikası, yerli ve yenilenebilir enerjiyi teşvikin sağlanması yönündedir. Bu kapsamda çeşitli linyit maden ocaklarının olduğu bölgelerde termik santraller inşa edilmiştir. Termik santrallerinde üretim prosesi dolayısıyla yanma sonucu CO₂ gazı açığa çıkmakta ve sera gazı etkisine sebep olmaktadır. Yapılan hesaplamalara göre sera gazı etkisi en fazla olan enerji kaynağı kömürdür. Dolayısıyla sera gazı etkisinin azaltılması için ülkelerin kömür kaynaklı enerji üretimlerini dikkatli bir şekilde gözden geçirmeleri gerekmektedir. Yine sektörel sera gazı etkilerine bakıldığında ulaşım, enerji sektöründen sonra ikinci sırada gelmektedir.

Nükleer enerji kaynakları sera gazı etkisi göstermeyen yenilenemez enerji kaynakları olmasına rağmen, 26 Nisan 1986 tarihindeki “Çernobil Nükleer Kazası'nın” sonuçları nedeniyle bu enerji kaynağına olan güven azalmıştır. Özellikle Avrupa ülkeleri de Nükleer enerji santrallerini kapatmayı hedeflemişlerdir.

Ülkemizin Paris İklim Anlaşması 2030 hedefleri ve 2050 net sıfır emisyon seviyesine ulaşabilmesi için mevcut hidro yenilenebilir enerji kaynaklarına, rüzgâr, güneş gibi enerji kaynaklarını da eklemesi gerekmektedir. Yine enerji devamlılığı için hibrit sistemler devlet teşviki kapsamına girmiştir. Ayrıca yeni düzenlemelerle ulaşımdan kaynaklı sera gazı etkilerinin azaltılması için elektrikli araçlar piyasaya sürülmüş ve fosil yakıtlı araçların piyasadan çekilmesi ve yerine elektrikli araçların geçmesi için alt yapı çalışmaları (elektrikli araç üretiminin artması, elektrikli şarj istasyonları vb.) yapılmaya başlanmıştır.

Dolayısıyla tüm bu bilgilerin ışığında, ülkemizin ve diğer sera gazı emisyonuna sebep olan ülkelerin 2030 ve 2050 hedefleri doğrultusunda enerji politikalarını düzenlemesi gerekmektedir. Aynı zamanda kişisel ölçekte insanların sera gazı etkisini azaltmada nasıl ve neler yapabilecekleri konusunda bilgilendirilmeleri, ilköğretim düzeyinde n itibaren iklim ve sürdürülebilirlik konularındaki derslerin eklenmesi ile çevreye duyarlı bireylerin yetişmesinde etkili olacak ve devletin de çevreyi koruma yükünü hafifletmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Kadioğlu, S., & Telliogđlu, Z. (1996). Enerji kaynaklarının kullanımı ve çevreye etkileri. TMMOB 1. Enerji Sempozyumu (s. 1-14). Ankara: Çevre Bakanlığı.
- [2] Hötker H, Thomsen K-M, Köster H (2004) Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel under der Fledermäuse—akten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologischen Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. Report, Michael-Otto-Institut im NABU, Germany
- [3] Kabasakal, B., ERDOĞAN, A., & Sönmez, Ö. C., (2013). Rüzgar Enerji Santrallerinin Kuşlar Üzerine Etkileri. 1. Ulusal Zooloji Kongresi (pp.99). Nevşehir, Turkey
- [4] National Research Council vd.,Environmental Impacts of Wind-Energy Projects, National Academies Press, 2007.
- [5] <https://ced.csb.gov.tr/sektorel-kilavuzlar-i-85878> (Rüzgar Enerji Santralleri) Erişim Tarihi:17.05.2022
- [6] ZOHURİ, Bahman; MCDANİEL, Artificial intelligence integration with energy sources (renewable and non-renewable), Patrick, in Introduction to Energy Essentials, Journal of Energy and Power Engineering, S:194-211, 2021.
- [7] PIMENTEL, David; HOPFENBERG, Russell, Human Population Numbers As A Function Of Food Supply, Duke University, Durham, NC, USA; 2Cornell University, Ithaca, NY, USA, 2001.
- [8] Editorial, A Burning Issuei, Volume: 34 issue: 3, page(s): 2-2, March 1, 2003.
- [9] DİNÇER, İbrahim; ÖZTÜRK, Murat, Geothermal Energy Systems, Canada, Elsevier, 2021.
- [10] <https://ced.csb.gov.tr/sektorel-kilavuzlar-i-85878> (Jeotermal Enerji Santralleri) Erişim Tarihi:17.05.2022

- [11] PIMENTEL, David, Biofuels, Solar and Wind as Renewable Energy Systems, America, Springer Dordrecht, 2008.
- [12] el BASSAM, Nasir; MAEGAARD, Preben and SCHLİCHTING, Marcia Lawton, Distributed Renewable Energies for Off-Grid Communities, Elsevier, 201
- [13] Ürker, Okan; Çobanoğlu Nesrin, Ankyra: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2012, 3(2) DOI: 10.1501
- [14] Akkaya, U, Gültekin, AB, Dikmen, ÇB, Durmuş G 2009. Baraj ve Hidroelektrik santrallerin (HES) Çevresel Etkilerinin Analizi: İlsu Barajı örneği. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09). Karabük.
- [15] Hook, P. (2015), Çevre Terimlerinin Küçük Kitabı, (1. b.), (B. Kurt, Çev.), Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları yayını.
- [16] YÜCEDAĞ, İbrahim, SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, Nisan 2016, Sayı: 37, ss. 111-133.
- [17] Doğan, M. 2001. Sanayileşme ve Çevre Sorunları, YEKs'01 Yenilenebilir Enerji Kaynakları Semp., 12-13 Ekim 2001. Kayseri.
- [18] Atak, E., & Öztok, D. WWF-Türkiye. 10 Soruda Hidroelektrik Santraller. www.wwf.org.tr Erişim tarihi: (20.10.2018).
- [19] MCCAY, Mary Helen, E.d: Trevor M. Letcher, Future Energy (Second Edition), Elsevier Science 2014.
- [20] <https://www.sektorundergisi.com/gelgit-enerjisi/>
- [21] TİSSOT, Bernard P.; WELTE, Dietrich H., Petroleum Formation and Occurrence, Springer Berlin, Heidelberg, Berlin, 1984.
- [22] <https://ekolojist.net/> Erişim Tarihi: 04.04.2018
- [23] ERİK, Nazan, Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas, Petrol tankeri kazaları ve neden olduğu çevre kirliliği, Mavi Gezegen Dergisi, 2015 Sayı 20.
- [24] Theo Colborn, Carol Kwiatkowski, Kim Schultz & Mary Bachran (2011) Natural Gas Operations from a Public Health Perspective, Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 17:5, 1039-1056.

- [25] <https://www.tki.gov.tr/enerji-ve-komur> Erişim Tarihi:17.05.2022
- [26] GUO, Xing; LÜ, Xin, Advances in 2nd Generation of Bioethanol Production, Woodhead Publishing,2021.
- [27] Torunoğlu, Ethem. (1997).“Ekolojik Felaket Eşikte(mi?)”, Ve Kirlendi Dünya, Öteki Yayınevi, Ankara, s.2
- [28] <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/NÃœKLEER%20SANTRAL LER.pdf> Erişim Tarihi:17.03.2022
- [29] <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021/executive-summary>, Erişim Tarihi: 22.02.2022.
- [30] <https://www.pwc.com.tr/tr/sektorler/enerji/turkiye-elektrik-piyasasina-genel-bakis-2021.pdf> Erişim Tarihi:17.05.2022
- [31] The Independent (2016). Renewable Energy just provided Germany with almost all of its power, 19 Mayıs, <http://www.independent.co.uk/environment/germany-just-gotalmost-all-of-its-power-from-renewable-energy-a7037851.html>/Erişim Tarihi:30.08.2016
- [32] https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2022
- [33] <https://www.climate-transparency.org/countries/europe/germany>
- [34] Climate Transparency, Climate Transparency Report: Comparing G20 Climate Action Towards Net Zero: Turkey 2021,2022
- [35] <https://www.enerjiportali.com/almanya-yesil-enerjiye-gecisi-hizlandiriyor/> Erişim Tarihi: 08.04.2022
- [36] <https://www.iea.org/topics/world-energy-outlook> 2019 verileri Erişim Tarihi: 17.05.2022
- [37] https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/iklim_degisikligi_ve_enerji/iklim_degisikligi/ Erişim Tarihi:17.05.2022
- [38] YORO, Kelvin O.; DRAMOLA, Michael O., CO2emission sources, greenhousegases, and the global warming effect, in Advances in Carbon Capture, School of Chemical and Metallurgical Engineering, Faculty of Engineering and the BuiltEnvironment, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa; Department of Chemical Engineering, Faculty of

Engineering, Built Environment and Information Technology, University of Pretoria, Pretoria, South Africa, 2020.

- [39] <https://www.eea.europa.eu/tr/themes/climate/intro>, Erişim Tarihi: 15.03.2022
- [40] <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-iklim-degisikligi-ve-uluslararası-muzakereler> Erişim tarihi:17.02.2022
- [41] <https://yesilev.wordpress.com/makaleler/ulusal-iklim-degisikligi-strateji-belgesi-2010-2020/>, Erişim Tarihi: 22.05.2022.
- [42] <https://www.enerjiatlası.com/haber/elektrik-uretiminde-karbon-salinimi> Erişim tarihi: 02.04.2022
- [43] https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2022
- [44] <https://www.gazbir.org.tr/uploads/page/Karbon%20Emisyonu-Rev-Son.pdf> Erişim Tarihi: 10.04.2022
- [45] <https://ticaret.gov.tr/data/60f1200013b876eb28421b23/MUTABAKAT%20YE%20C5%9E%20C4%B0L.pdf>
- [46] IEA, CO2 emissions from fuel combustion highlights, 2018. www.iea.org/CO2emissions-from-fuel-combustion-2018-highlights. (Erişim Tarihi:25 Haziran 2019). Selhattin Erdoğan Enerji, Çevre ve Sera Gazları, Araştırma Makalesi 2020
- [47] https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2021 GHG emissions of all world countries - 2020 Report Erişim Tarihi:17.05.2022
- [48] <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri> ----- Erişim tarihi:15.02.2022
- [49] <https://www.khas.edu.tr/sites/khas.edu.tr/files/inlinefiles/CESD%20Enerji%20Tercihleri%20Anketi-5-SON.pdf>
- [50] <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jssh/issue/33034/364160>
- [51] <http://spssistatistik.net/spss-one-way-anova-testi-ve-yorumlanması/>
- [52] https://sedatsen.files.wordpress.com/2018/12/7.SUNUM_.pdf
- [53] https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2022

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Nuray YILMAZ

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi	2017/2023
Lisans	Zonguldak Karaelmas Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi / Çevre Mühendisliği	2011
Lise	Pamukova Çok Programlı Lisesi	2006

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2021-Halen	RHG Enertürk Enerji	Seç-K Uzmanı
2020-2021	Entegre Harç	Seç-K Uzmanı
2013-2018	Aksa Enerji	Çevre İSG Mühendisi
2012-2013	Bien Seramik	Çevre Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce

ESERLER (makale, bildiri, proje)

1.Nuray YILMAZ, Meral YURTSEVER, Energy and Climate Change, Turkey, EurAsia Waste Management Symposium, 24-26 October 2022, İstanbul/Türkiye.

2.

HOBİLER

..... , ,