

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANA BİLİM DALI

YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ EKONOMİK VE ÇEVRESEL
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: PANEL VERİ ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS

Yeliz GÜR

NİSAN-2026
GÜMÜŞHANE



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

İKTİSAT ANA BİLİM DALI

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ EKONOMİK VE ÇEVRESEL
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: PANEL VERİ ANALİZİ**

**THE IMPACTS OF RENEWABLE ENERGY UTILIZATION ON ECONOMIC
AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY: PANEL DATA ANALYSIS**

YÜKSEK LİSANS

Yeliz GÜR

**NİSAN-2026
GÜMÜŞHANE**



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

İKTİSAT ANA BİLİM DALI

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ EKONOMİK VE ÇEVRESEL
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: PANEL VERİ ANALİZİ**

**THE IMPACTS OF RENEWABLE ENERGY UTILIZATION ON ECONOMIC
AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY: PANEL DATA ANALYSIS**

YÜKSEK LİSANS

Yeliz GÜR

Danışman: Prof. Dr. Pınar HAYALOĞLU

**NİSAN-2026
GÜMÜŞHANE**

KABUL VE ONAY

Prof. Dr. Pnar HAYALOĞLU danışmanlığında, **Yeliz GÜR** tarafından hazırlanan “**Yenilenebilir Enerji Kullanımının Ekonomik ve Çevresel Sürdürülebilirlik Üzerindeki Etkileri: Panel Veri Analizi**” isimli bu çalışma, 29/04/2026 tarihinde yapılan lisansüstü tez savunma sınavı sonucunda **Oy Birliği** ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

.....
Doç. Dr. Mustafa ZUHAL (Başkan)

.....
Prof. Dr. Pınar HAYALOĞLU (Danışman)

.....
Doç. Dr. Dilek ÇİL (2. Danışman)

.....
Doç. Dr. Mürşit RECEPOĞLU (Üye)

.....
Dr. Öğr. Üyesi Yeşim DİNDAROĞLU (Üye)

Lisansüstü tez savunma sınavında başarılı bulunarak kabul edilen bu tezin ciltlenmiş hali, /..... /..... tarihli ve / sayılı Enstitü Yönetim Kurulu toplantısında görüşülmüş ve tez yazım kılavuzuna uygun bulunarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Duygu ÖZDEŞ
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Yenilenebilir Enerji Kullanımının Ekonomik ve Çevresel Sürdürülebilirlik Üzerindeki Etkileri: Panel Veri Analizi**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi'nin lisanslı kullanıcısı olduğum intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

29/04/2026

.....
Yeliz GÜR

TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőmasının her aşamasında bana rehberlik eden, değerli bilgi ve deneyimleriyle yol gosteren danıőmanım Prof. Dr. Pınar HAYALOğLU'na ve ikinci danıőmanım Doç. Dr. Dilek İL'e en içten dileklerle teőekkürlerimi sunarım. Akademik gelişimime katkıda bulunan jüri üyelerine minnettarım.

Çalıőmalarım sırasında beni motive eden ve her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Yeliz GÜR
GÜMÜŞHANE-2026

ÖZET

Bu çalışma yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini G8 ülke grubu kapsamında incelemeyi amaçlamaktadır. Artan küresel enerji talebi ve fosil yakıtlara dayalı üretim yapısının yol açtığı çevresel ve ekonomik maliyetler, yenilenebilir enerji kaynaklarını sürdürülebilir kalkınma açısından kritik bir alternatif haline getirmiştir. Bu doğrultuda çalışmada, yenilenebilir enerji kullanımının hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri bütüncül bir çerçevede analiz edilmiştir.

Araştırmada 2000-2023 dönemini kapsayan G8 ülkelerine ait veriler kullanılmış ve analizler panel veri yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda biri çevresel sürdürülebilirlik, diğeri ekonomik sürdürülebilirlik olmak üzere iki ayrı model kurulmuştur. Modellerde yenilenebilir enerji kullanımının; ekonomik büyüme ve dışa bağımlılık gibi ekonomik göstergeler ile sera gazı emisyonları ve çevre kirliliği üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Elde edilen bulgular, yenilenebilir enerji kullanımının çevre kirliliğini azaltıcı yönde anlamlı etkiler yarattığını ve aynı zamanda ekonomik büyümeyi desteklediğini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, yenilenebilir enerji yatırımlarının çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasının yanı sıra ekonomik performansı da artıran önemli bir unsur olduğunu göstermektedir. Bu çerçevede, politika yapıcıların yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik eden, enerji dönüşümünü hızlandıran ve fosil yakıtlara bağımlılığı azaltan stratejilere öncelik vermesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik büyüme, Sürdürülebilirlik, Yenilenebilir enerji

SUMMARY

This study aims to examine the impact of renewable energy use on economic and environmental sustainability within the context of G8 countries. Increasing global energy demand and the environmental and economic costs associated with fossil fuel-based production structures have made renewable energy sources a critical alternative for sustainable development. In this context, the study analyzes the effects of renewable energy use on both environmental and economic sustainability within a comprehensive framework.

The study employs panel data analysis using data from G8 countries covering the period 2000-2023. In this framework, two separate models are constructed: one for environmental sustainability and the other for economic sustainability. The models investigate the effects of renewable energy use on key economic indicators such as economic growth and external dependency, as well as on environmental indicators including greenhouse gas emissions and environmental pollution.

The empirical findings reveal that renewable energy use significantly reduces environmental pollution while simultaneously promoting economic growth. These results indicate that investments in renewable energy are not only essential for achieving environmental sustainability but also serve as a key driver of economic performance. Accordingly, it is recommended that policymakers prioritize strategies that promote renewable energy investments, accelerate the energy transition process, and reduce dependence on fossil fuels.

Keywords: Economic growth, Sustainability, Renewable energy.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| KABUL VE ONAY | III |
| BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI..... | IV |
| TEŞEKKÜR..... | V |
| ÖZET | VI |
| SUMMARY | VII |
| İÇİNDEKİLER | VIII |
| TABLOLAR DİZİNİ | X |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | XI |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ | XII |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. ENERJİ KAVRAMI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI..... | 3 |
| 2.1. Enerji Kavramı | 3 |
| 2.1.1. Enerjinin Önemi | 4 |
| 2.1.2. Enerji Kullanımının Tarihsel Gelişimi..... | 5 |
| 2.1.3. Enerjinin Ekonomi, Çevre ve Kalkınma ile İlişkisi | 6 |
| 2.2. Enerji Kaynakları | 7 |
| 2.2.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları | 8 |
| 2.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları | 12 |
| 2.2.2.1. Rüzgâr Enerjisi..... | 13 |
| 2.2.2.2. Jeotermal Enerji | 15 |
| 2.2.2.3. Biyokütle Enerjisi | 16 |
| 2.2.2.4. Okyanus Enerjisi | 17 |
| 2.2.2.5. Hidrojen Enerjisi | 18 |
| 2.2.2.6. Güneş Enerjisi | 19 |
| 2.3. Yenilenebilir Enerji Üretimini Etkileyen Faktörler | 21 |
| 2.3.1. Gelir Düzeyi | 21 |
| 2.3.2. Finansal Gelişme Düzeyi | 22 |
| 2.3.3. Teknoloji ve Teknik Bilgi | 24 |
| 2.3.4. Destek ve Teşvik Politikaları | 25 |
| 2.3.5. Çevresel Faktörler | 26 |
| 3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA | 27 |
| 3.1. Sürdürülebilirlik Kavramı | 27 |
| 3.1.1. Tanım ve Kapsam | 28 |

| | |
|---|----|
| 3.1.2. Sürdürülebilirlik Kavramının Tarihsel Gelişimi | 29 |
| 3.2. Sürdürülebilirlik Boyutları: Ekonomik, Sosyal, Çevresel | 30 |
| 3.2.1. Sosyal Sürdürülebilirlik | 31 |
| 3.2.2. Ekonomik Sürdürülebilirlik | 32 |
| 3.2.3. Çevresel Sürdürülebilirlik | 32 |
| 3.3. Biyolojik Çeşitliliğin Korunması | 33 |
| 3.4. Atık Yönetimi | 34 |
| 3.5. Sürdürülebilir Tarım | 36 |
| 3.6. Sürdürülebilir Ulaşım..... | 37 |
| 3.7. Yeşil Finans..... | 39 |
| 3.8. Sürdürülebilir Kalkınma | 40 |
| 3.9. Sürdürülebilirliğin Uygulanması..... | 43 |
| 3.10. Literatür Taraması..... | 51 |
| 4. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN EKONOMİK VE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞE ETKİSİ: EKONOMETRİK BİR ANALİZ..... | 55 |
| 4.1. Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Kalkınma İlişkisi..... | 55 |
| 4.2. Ekonomik Büyüme | 56 |
| 4.3. Yenilenebilir Enerji ve Çevresel Sürdürülebilirlik | 57 |
| 4.4. Ekonomik Büyüme Teorileri | 59 |
| 4.5. Yenilenebilir Enerjinin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Teorik Etkileri | 63 |
| 4.6. G8 Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Kullanımının Ekonomik ve Çevresel Sürdürülebilirlik Üzerindeki Etkisi: Ampirik Analiz | 65 |
| 4.6.1. Veri Seti ve Değişkenlerin Tanımlanması | 65 |
| 4.6.2. Model Belirlenmesi..... | 66 |
| 4.7. Yöntem..... | 66 |
| 4.8. Ampirik Bulgular | 68 |
| 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME..... | 72 |
| KAYNAKÇA..... | 74 |
| ÖZGEÇMİŞ | 86 |

TABLolar DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Tablo 1. Yenilenebilir enerji kaynaklarının avantaj ve dezavantajları (Al, 2021)..... | 20 |
| Tablo 2. Kullanılan değişkenler | 65 |
| Tablo 3. Korelasyon matrisi..... | 67 |
| Tablo 4. Tanımlayıcı istatistikler | 67 |
| Tablo 5. Model 1 tahmin sonuçları | 69 |
| Tablo 6. Model 2 tahmin sonuçları | 70 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Şekil 1. Enerji kaynakları sınıflandırılması (Koç vd., 2018). | 8 |
| Şekil 2. Atık yönetiminin basamakları (Koç vd., 2018). | 35 |

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|--------|--|
| AB | : Avrupa Birliği |
| ABD | : Amerika Birleşik Devletleri |
| AÇA | : Avrupa Çevre Ajansı |
| BDDK | : Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu |
| BM | : Birleşmiş Milletler |
| CO2 | : Karbondioksit |
| ETKB | : Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı |
| EUBS | : Avrupa Biyoçeşitlilik Stratejisi |
| GMM | : Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi |
| GSYH | : Gayrisafi Yurtiçi Hasıla |
| ICHET | : Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojisi Merkezi |
| IEA | : Uluslararası Enerji Ajansı |
| IPCC | : Birleşmiş Milletler Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli |
| MTA | : Maden Tetkik ve Araştırma Enstitüsü |
| NARDL | : Doğrusal Olmayan Sınır Testi yaklaşımı |
| NASA | : Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi |
| NDIC | : Kalkınma ve Uluslararası İş birliği Aracı |
| NGFS | : Finansal Sistemin Yeşilleştirilmesi |
| REM | : Rassal Etkiler Modeli |
| REPA | : Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası |
| SEM | : Sabit Etkiler Modeli |
| SKH | : Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri |
| TEEB | : The Economics of Ecosystems and Biodiversity |
| TÜPRAŞ | : Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş. |
| UNEP | : Birleşmiş Milletler Çevre Programı |
| UNIDO | : Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Örgütü |
| YDD | : Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi |

1. GİRİŞ

Enerji, ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilirliği, çevresel dengenin korunması ve kalkınma süreçlerinin sürekliliği açısından modern toplumların temel yapı taşlarından biri olarak kabul edilmektedir. Sanayileşme ve teknolojik ilerleme ile birlikte artan enerji talebi, enerji kaynaklarının niteliği ve kullanım biçimlerini ekonomik ve çevresel boyutlarıyla yeniden tartışmaya açmıştır. Özellikle fosil yakıtlara dayalı enerji üretim modellerinin yol açtığı çevresel sorunlar ve ekonomik kırılganlıklar, enerji politikalarının yalnızca arz güvenliği perspektifiyle değil, sürdürülebilirlik ekseninde ele alınmasını zorunlu kılmıştır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynakları hem çevresel etkilerin azaltılması hem de uzun vadeli ekonomik istikrarın sağlanması açısından stratejik bir seçenek olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışma, yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini çok boyutlu bir çerçevede incelemeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, G8 ülkeleri için 2000–2023 dönemine ait veriler kullanılarak panel veri analiz yöntemleri uygulanmakta ve biri ekonomik sürdürülebilirlik diğeri çevresel sürdürülebilirlik olmak üzere iki ayrı model aracılığıyla yenilenebilir enerji kullanımının etkileri ampirik olarak test edilmektedir. Bu kapsamda enerji, yalnızca teknik bir üretim girdisi olarak değil; ekonomik büyüme, çevresel kalite ve sürdürülebilir kalkınma süreçleriyle doğrudan ilişkili bütüncül bir politika alanı olarak ele alınmaktadır.

Bu kapsamda çalışma üç ana bölümden oluşmaktadır. Birinci ve ikinci bölümler, çalışmanın kavramsal ve kuramsal temelini oluşturmakta olup enerji, yenilenebilir enerji kaynakları ve sürdürülebilirlik kavramlarının teorik çerçevesini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu bölümlerde enerji kavramı tarihsel ve ekonomik boyutlarıyla ele alınmakta; yenilenebilir enerji kaynaklarının tanımı, sınıflandırılması ve temel özellikleri incelenmektedir. Ayrıca enerji, ekonomi, çevre ve kalkınma arasındaki ilişkiler literatür ışığında değerlendirilerek çalışmanın analitik altyapısı oluşturulmaktadır. Bu kapsamda yapılan literatür taraması, konunun farklı disiplinlerde nasıl ele alındığını ortaya koyarak üçüncü bölümde gerçekleştirilecek ampirik analize teorik bir zemin hazırlamaktadır. Literatür incelemesi, yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme, çevresel sürdürülebilirlik ve kalkınma arasındaki ilişkilere odaklanan ulusal ve uluslararası çalışmaları sistematik bir biçimde değerlendirmektedir. Bu bölümde, mevcut literatürdeki yöntemsel yaklaşımlar, kullanılan veri setleri ve elde edilen

bulgular karşılaştırmalı olarak ele alınmakta; literatürdeki görüş ayrılıkları ve ortak noktalar ortaya konulmaktadır. Böylece çalışmanın hangi akademik tartışma alanına dâhil olduğu netleştirilirken, mevcut çalışmaların kısıtları da ortaya konulmaktadır.

Çalışmanın üçüncü bölümü ise ampirik analizlere ayrılmış olup, G8 ülkeleri örneğinde yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri bulgular ışığında değerlendirilmektedir. Bu bölümde elde edilen sonuçlar, yalnızca istatistiksel ilişkiler çerçevesinde ele alınmamakta; aynı zamanda literatürdeki bulgularla karşılaştırılarak yorumlanmaktadır. Böylece çalışma, teorik ve ampirik düzlemleri bir araya getiren bütüncül bir analiz sunmayı hedeflemektedir.

2. ENERJİ KAVRAMI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Enerji, modern toplumların ekonomik üretim kapasitesini, teknolojik ilerlemesini ve toplumsal refah düzeyini belirleyen temel unsurlardan biridir. Sanayileşme süreciyle birlikte enerji talebindeki artış, üretim ve tüketim alışkanlıklarını dönüştürmüştür; bu dönüşüm ise enerji kaynaklarının niteliği ve sürdürülebilirliği üzerine kapsamlı tartışmaları beraberinde getirmiştir. Özellikle fosil yakıt temelli enerji sistemlerinin çevresel maliyetleri ve sınırlı rezerv yapısı, enerji kavramının yalnızca teknik bir üretim girdisi olarak değil, aynı zamanda ekonomik, çevresel ve stratejik bir politika alanı olarak ele alınmasını zorunlu kılmıştır.

Bu bölümde, öncelikle enerji kavramının teorik çerçevesi ortaya konulacak; ardından yenilenebilir enerji kaynaklarının tanımı, kapsamı ve temel özellikleri değerlendirilerek sürdürülebilir kalkınma perspektifi içerisindeki konumu açıklanacaktır. Böylece yenilenebilir enerji olgusunun yalnızca alternatif bir enerji seçeneği değil, yapısal bir dönüşüm aracı olarak anlaşılmasına yönelik kavramsal zemin oluşturulacaktır.

2.1. Enerji Kavramı

Enerji terimi, fizik bilimi ve günlük hayatta sıklıkla hareket etme, iş gerçekleştirme veya bir nesneyi ısı olarak etkileme kapasitesi şeklinde tanımlanmaktadır. Fizikte enerji, bir sistemin iş yapma yeteneği olarak tanımlanır ve farklı biçimlerde varlık gösterebilir. Enerji, hareket enerjisi (kinetik enerji), konum enerjisi (potansiyel enerji), ısı enerjisi (termal enerji), elektrik enerjisi, kimyasal enerji ve diğer çeşitlerde bulunmaktadır. Enerji korunumu prensibi, bir sistemde bulunan toplam enerjinin sabit kalması gerektiğini ifade etmektedir. Bu ilke, enerjinin dönüşümü ve kullanımıyla alakalı çeşitli fiziksel ve mühendislik problemlerinin çözümünde önemli bir rol oynamaktadır (Demirel, 2023).

Enerji, günümüzün endüstriyel toplumlarının en önemli unsurudur ve elektrik, ısıtma, taşıma ve imalat gibi pek çok alanda değerlendirilmektedir. Enerjinin çevresel etkilerini azaltmak ve kaynakların etkili bir biçimde kullanılmasını sağlamak amacıyla sürdürülebilir ve verimli bir şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple, enerji verimliliği ile yenilenebilir enerji kaynakları gibi konular, günümüzde oldukça önemli hale gelmiştir. Enerji terimi, fiziksel sistemlerin incelenmesi ve mühendislik uygulamaları açısından merkezi bir önem taşımaktadır. Enerji dönüşümleri, makinelerin

ve sistemlerin performansını değerlendirmede önemli bir unsurdur. Aynı zamanda, enerji kullanımı ve kaynakların en iyi şekilde değerlendirilmesi, sanayi süreçlerinin etkinliği üzerinde doğrudan bir etki yaratabilmektedir. Bu çerçevede enerji kavramı, fiziksel olayların daha iyi anlaşılması, teknolojik ilerlemelerin elde edilmesi ve sürdürülebilir bir gelecek inşa edilmesi açısından çok önemli bir rol oynamaktadır. Enerjinin doğru bir şekilde kullanılması ve etkin bir biçimde yönetilmesi, çağdaş toplumların refahı ve sürdürülebilirliği açısından son derece önemli bir meseledir.

2.1.1. Enerjinin Önemi

Enerji kavramı, günümüz dünyasının önde gelen unsurlarından biridir ve yaşamımızın hemen her alanında büyük bir yer tutmaktadır. Enerji, sanayiden evlerde kullanılan elektriğe, araçların hareketinden bilgisayarların işleyişine kadar pek çok farklı alanda gereksinim duyduğumuz bir kaynaktır (Koyun, 2022).

Enerji, sanayileşmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomilerinin temel taşı oluşturmakta ve bu ülkelerin rekabetçilik seviyesini etkileyen unsurlardan biri olmaktadır. Bu nedenle, enerji kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması ve enerji tasarrufunun artırılması, bir ülkenin ekonomik gelişimi ve yaşam standartlarının iyileştirilmesi için hayati bir adımdır. Ancak, enerji kullanımının çevresel etkileri de göz ardı edilemeyecek kadar önemli hale gelmiştir.

Fosil yakıtların yanması nedeniyle meydana gelen sera gazları, iklim değişikliği gibi önemli sorunlara sebep olmaktadır. Bu nedenle, enerji üretimi ve kullanımı süreçlerinde çevresel etkilere dikkat edilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranının artırılması hem dünya genelinde hem de ülke seviyesinde çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması açısından önemlidir. Bu çerçevede, enerjinin verimli bir şekilde kullanılması ve enerji verimliliğinin yükseltilmesi hem ekonomik hem de çevresel yönlerden önemli bir değer taşımaktadır. Bu sebeple enerji kavramının önemi, yalnızca bireysel düzeyde değil, aynı zamanda toplumsal ve küresel boyutta da üzerinde dikkatle durulması gereken bir mesele haline gelmiştir.

Enerjiye erişim sosyal, kültürel, ekonomik ve stratejik açıdan önemlidir. Çünkü ülkenin ekonomik, sosyal ve kültürel yapısının güçlü olmasını sağlayan en önemli faktörlerden biri enerji temini sorunudur. Bu nedenle ülkeler, gelişmişlik düzeyleri ne olursa olsun, enerji ihtiyaçlarını, pazarlarının tüm olanaklarından yararlanarak karşılamaya çalışmaktadırlar. Aksi takdirde ülkeler enerji ihtiyaçlarını dış pazarlardan karşılamaya çalışmakta, bu da hem ülkenin döviz kaybına uğramasına hem de sanayinin dışa bağımlılığı sorununa yol açmaktadır.

2.1.2. Enerji Kullanımının Tarihsel Gelişimi

Enerji kullanımının tarihsel evrimi, insanlık tarihinin mühim bir bölümünü teşkil etmektedir. İnsanlık tarihinin ilk enerji kaynağı, ateşin bulunmasıyla başlamaktadır. Ateş, ilk insanların ısınma, aydınlatma ve yemek pişirme gibi temel gereksinimlerini karşılamak amacıyla faydalandığı bir enerji kaynağı olmuştur. Sonrasında, bireyler su ve rüzgârın enerji potansiyelini fark etmiş ve su ile rüzgâr enerjisini kullanarak farklı makinelerin çalışmasını mümkün kılmışlardır. Sanayi devrimiyle beraber, enerji tüketimi önemli derecede yükselmiş ve bu süreçte kömür ile petrol gibi fosil yakıtların kullanımı yaygınlaşmıştır (Demir ve Yakışık, 2024).

Fosil yakıtların bulunması, sanayi üretiminin ve teknolojik ilerlemelerin hız kazanmasına imkân sağlamıştır. Ancak, fosil yakıtların sınırlı bir kaynak olması ve çevresel sonuçları dolayısıyla, alternatif enerji kaynaklarına olan ilgi yükselmiştir. Günümüzde çeşitli alternatif enerji kaynakları kullanılmaktadır; bunlar arasında güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerji, jeotermal enerji ve nükleer enerji yer almaktadır. Bu alternatif enerji kaynakları, sürdürülebilirlik ve çevresel etkiler bakımından değerli faydalar sağlamaktadır. Ayrıca, enerji verimliliği ile ilgili çalışmaların sayısı artmakta ve enerji tüketimini düşürmek amacıyla çeşitli teknolojiler tasarlanmaktadır. Gelecek dönemlerde enerji kullanımı daha fazla çeşitlilik gösterecek ve teknolojik ilerlemelerin bu alandaki etkisi büyüyecektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması ve enerji verimliliği üzerine yapılan çalışmaların artması, enerji sektöründe kayda değer değişimlere neden olacaktır (Bilhan, 2024).

1990'lı yıllarda dünyanın enerji ihtiyacının yüzde 45'i petrolden, yüzde 25'i kömürden, yüzde 30'u ise hidro ve nükleer gibi diğer enerji kaynaklarından sağlanıyordu. Petrol, enerji kaynağı olarak kullanılmasının yanı sıra, sanayi ve ulaşımda hammadde olarak yaygın olarak kullanılması nedeniyle günümüzün sorunlarına da zemin hazırlamıştır (Koç vd., 2018).

Doğal gaz, ucuz ve pratik kullanımı nedeniyle petrolün yerini almaktadır. Ancak doğalgaz da tıpkı petrol gibi pahalı olmasının yanı sıra stratejik ve politik anlamlara da sahiptir. Kömür madenciliği zor ve pahalı olduğundan sektöre yeni yatırımlar hoş karşılanmamaktadır. Su kaynaklarının kullanımı artmasına rağmen petrolün yeri doldurulamamaktadır. Nükleer enerji çok pahalıdır ve çevreye çok fazla zarar verir, hatta kalıcı hasara neden olmaktadır. Bu olumsuz gidişata fosil kaynakların tükenme tehlikesi de eklenince enerji sektörünün sorunu giderek artıyor. Mevcut kullanıma bakıldığında dünya petrol rezervlerinin yaklaşık 12 yılda, doğalgazın 57 yılda, kömür rezervlerinin ise 207 yılda tükenmesi beklenmektedir (Demirel, 2023).

2.1.3. Enerjinin Ekonomi, Çevre ve Kalkınma ile İlişkisi

Enerji, ekonomik üretimin temel girdilerinden biri olmasının ötesinde, kalkınma dinamiklerini ve çevresel sürdürülebilirliği doğrudan etkileyen yapısal bir unsurdur. Klasik büyüme modellerinde emek ve sermaye ön planda tutulmuş olsa da özellikle sanayi sonrası dönemde enerji arzının niteliği ve sürekliliği ekonomik performansın belirleyici değişkenlerinden biri hâline gelmiştir. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin çift yönlü olduğu; enerji arzındaki istikrarsızlıkların üretim maliyetleri, enflasyon ve dış ticaret dengesi üzerinde önemli sonuçlar doğurduğu literatürde geniş biçimde tartışılmaktadır. Bu bağlamda enerji, yalnızca üretim sürecinin teknik bir girdisi değil, aynı zamanda makroekonomik istikrarın ve rekabet gücünün stratejik bir belirleyicisidir (Özkaya, 2025).

Öte yandan enerji kullanımının çevresel boyutu, kalkınma paradigmasının yeniden değerlendirilmesini zorunlu kılmıştır. Fosil yakıt temelli büyüme modelinin yol açtığı karbon emisyonları, iklim değişikliği ve ekosistem tahribatı, ekonomik genişlemenin çevresel maliyetlerini görünür kılmıştır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından yayımlanan değerlendirme raporlarında, enerji sektörünün küresel sera gazı emisyonlarının en büyük kaynağı olduğu ve mevcut üretim-tüketim kalıplarının sürdürülebilirlik açısından ciddi riskler barındırdığı vurgulanmaktadır (IPCC, 2023). Benzer şekilde, Stern (2006) iklim değişikliğinin ekonomik maliyetlerinin, gerekli önleyici yatırımların maliyetinden uzun vadede daha yüksek olacağını ortaya koyarak enerji politikalarının ekonomik rasyonalite temelinde yeniden ele alınması gerektiğini savunmaktadır.

Enerji ile kalkınma arasındaki ilişki ise yalnızca büyüme oranları üzerinden değil, insani gelişmişlik, gelir dağılımı ve yaşam kalitesi göstergeleri üzerinden de değerlendirilmelidir. “Our Common Future (Ortak Geleceğimiz)” başlıklı raporda sürdürülebilir kalkınma, “gelecek kuşakların ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma” olarak tanımlanmış ve enerji politikalarının bu çerçevede dönüştürülmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu yaklaşım, enerji arz güvenliği, çevresel koruma ve ekonomik refah arasında dengeli bir politika tasarımı zorunlu kılmaktadır. Nitekim Uluslararası Enerji Ajansı (IEA: International Energy Agency) tarafından yayımlanan enerji görünüm raporlarında da enerji dönüşümünün yalnızca çevresel değil, aynı zamanda ekonomik dayanıklılık ve uzun vadeli kalkınma açısından stratejik bir gereklilik olduğu ifade edilmektedir (IEA, 2021).

Bu çerçevede enerji; ekonomik büyümenin itici gücü, çevresel baskının kaynağı ve sürdürülebilir kalkınmanın belirleyici bileşeni olarak üç boyutlu bir ilişki ağı

içerisinde konumlanmaktadır. Dolayısıyla enerji politikalarının tasarımı, ekonomik verimlilik ile çevresel sorumluluk arasında denge kuran ve uzun vadeli kalkınma hedeflerini gözeten bütüncül bir perspektif gerektirmektedir.

2.2. Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları, çağdaş toplumların temel gereksinimlerinden birisidir. Küresel ölçekte enerji ihtiyacı sürekli olarak yükselmektedir ve bu durum, enerji kaynaklarının etkin bir biçimde değerlendirilmesini gerektirmektedir. Enerji kaynakları genel olarak yenilenebilir ve yenilenemeyen kaynaklar olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş, rüzgâr, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle enerjisi yer almakta olup, bu kaynaklar sürdürülebilir enerji üretimi açısından büyük önem taşımaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, çevre dostu olmaları ve sınırsız biçimde yeniden üretilebilmeleri nedeniyle tercih edilmektedir.

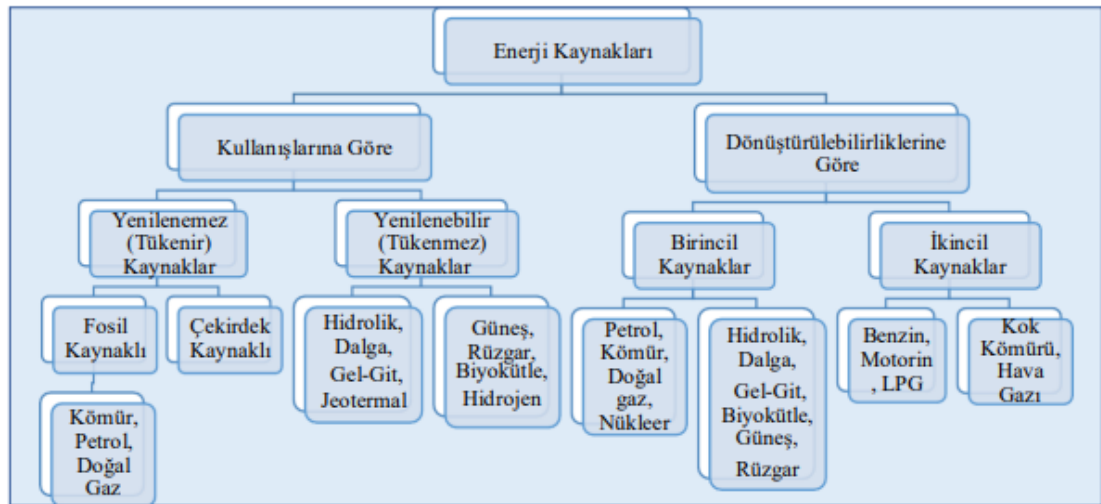
Petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlar, dünya çapında en çok tercih edilen enerji kaynakları arasında bulunmaktadır. Fosil yakıtların sınırlı bir kaynak olması ve çevreye zararlı etkileri nedeniyle alternatif enerji kaynaklarına yönelik bir gereksinim bulunmaktadır. Enerji kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılabilmesi amacıyla enerji verimliliği ve tasarrufu konularına da dikkat edilmelidir. Enerji verimliliği, mevcut enerji kaynaklarının daha etkin bir biçimde kullanılması yoluyla enerji tüketimini azaltmayı amaçlar. Benzer bir şekilde, enerji tasarrufu da enerji harcamalarını azaltmayı hedefler ve sürdürülebilir bir enerji stratejisinin temel bileşenlerinden birisidir. Bu bağlamda, enerji kaynakları meselesi günümüzde önem kazanmaktadır ve sürdürülebilir bir enerji politikası geliştirmek amacıyla farklı alternatiflerin araştırılması gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımların artırılması, enerji verimliliği ve tasarrufu konularına dikkat edilmesi ve fosil yakıtların etkin bir şekilde kullanılması, sürdürülebilir bir enerji geleceği için atılması gereken önemli adımlardır. Bu bağlamda, enerji kaynaklarının verimli bir şekilde yönetilmesi ve kullanılması, çevresel ve ekonomik açıdan büyük bir öneme sahiptir. Enerji kaynakları, çağdaş toplumların işleyişi ve gelişimi için son derece önemli unsurlardır. Enerji kaynakları, elektrik üretimi, ulaşım, sanayi üretimi ve günlük ihtiyaçlar gibi farklı alanlarda değerlendirilmektedir. Bu kaynaklar, genellikle doğal kaynaklardan elde edilmekte olup, fosil yakıtlar, nükleer enerji, yenilenebilir enerji kaynakları gibi çeşitli türleri bulunmaktadır. Fosil yakıtlar, dünya genelinde en yaygın olarak kullanılan enerji kaynaklarından biridir. Petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtlar, yıllardır enerji

üretimi için kullanılmaktadır. Ancak, bu kaynakların sınırlı olması ve çevresel etkileri nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi giderek artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, güneş, rüzgâr, su ve jeotermal gibi doğal kaynaklardan elde edilen enerji türlerini kapsamaktadır (Özalp, 2025).

Nükleer enerji ise, atom çekirdeklerinin bölünmesi veya birleştirilmesi yoluyla elde edilen bir enerji türüdür. Nükleer enerji, yüksek verimlilik ve düşük emisyon avantajlarına sahip olmakla birlikte, radyoaktif atıkların yönetimi ve nükleer kazalar gibi riskler nedeniyle tartışmalı bir konudur. Enerji kaynaklarının verimli ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılması, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamak için önemlidir. Bu nedenle, enerji politikalarının oluşturulması ve uygulanması sürecinde, çevresel etkilerin göz önünde bulundurulması ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yatırımların artırılması önem arz etmektedir. Ayrıca, enerji verimliliği önlemlerinin alınması ve teknolojik gelişmelerin desteklenmesi de enerji kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır. Bu sayede, enerji güvenliği ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine daha iyi bir şekilde ulaşılabilecektir.

Dünya genelinde sanayileşmenin hızla gelişmesi, nüfus artışı, yeni teknolojinin sağladığı makine ve araçların çeşitlenmesi gibi faktörlerden dolayı enerjiye olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Tüm sektörlerde günlük yaşamda kullanılan enerji, Şekil 1'de gösterildiği gibi kullanım ve dönüştürülebilirliğine göre gruplandırılmıştır (Koç vd., 2018).



Şekil 1. Enerji kaynakları sınıflandırılması (Koç vd., 2018).

2.2.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları

Yenilenemez enerji kaynakları, doğal olarak yeniden oluşma süresi oldukça uzun olan ve tükenme riski taşıyan enerji kaynaklarıdır. Bu kaynaklar genellikle fosil yakıt

olarak adlandırılmakta olup, kömür, petrol ve doğal gaz gibi maddeleri kapsamaktadır. Bu tür enerji kaynakları, insanlık tarafından yaygın bir şekilde kullanıldığı için çevresel etkileri ve sürdürülebilirlik sorunlarıyla karşılaşmaktadır. Kömür, fosil yakıtlar arasında en yaygın şekilde kullanılan enerji kaynağıdır ve elektrik üretiminde sıkça tercih edilmektedir. Ancak, kömürün yanmasıyla atmosfere yayılan sera gazları ve diğer kirleticiler, çevresel sorunlar meydana getirmektedir. Ayrıca, kömür madenciliği çevresel zararlar ve sağlık sorunları oluşturma potansiyeline sahiptir. Petrol ve doğalgaz, yaygın bir şekilde kullanılan yenilenemez enerji kaynaklarıdır (Sağır, 2025).

Bu kaynakların elde edilmesi, taşınması ve kullanılması aşamaları çevre üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır. Bunun yanı sıra, bu kaynakların kısıtlı olmasından dolayı ileride tükenme tehlikesi söz konusudur. Yenilenemez enerji kaynaklarının kısıtlı olması ve çevresel etkileri nedeniyle, sürdürülebilir enerji kaynakları araştırmalarında bir artış gözlemlenmektedir.

Bu kaynaklar üç farklı tür içerir; kömür, doğalgaz ve petrol. Enerji üretiminde kullanılan kaynaklar arasında fosil doğal kaynakların oranı oldukça fazladır. Bu kaynakların sınırsız olmaması nedeniyle, ileride tükenme riski ortaya çıkabilir. Gelecekte bu kaynakların kıt olma ihtimalinin, bu kaynakların fiyatını önemli ölçüde artıracığına inanılmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte enerjiye olan ihtiyaç da arttı. Dünyadaki enerji ihtiyacının yaklaşık %80'i bu kaynaklardan karşılanmaktadır. Bu kaynakların kullanım alanları oldukça geniştir. Örneğin; sanayide, konutlarda, ticari sektörde, ulaşımda, elektrik üretiminde, ısı üretiminde ve petrol ürünleri üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Saçlı, 2025).

Uluslararası kuruluşlara göre, dünyanın fosil yakıtlardan enerji talebinin mevcut haliyle devam etmesi halinde, gelecekte petrol ve doğalgaz rezervlerinin tükenebileceği öngörülmektedir. Kömürün daha uzun süre dayanması beklenmektedir. Fosil yakıt rezervlerinin tahmini kalan süresi aşağıdaki gibidir. Fosil yakıtlar yenilenemeyen enerji kaynaklarıdır ve eninde sonunda tükenecektir. Yenilenemeyen bu kaynaklara olan talep bugün olduğu gibi gelecekte de artmaya devam ederse, enerji krizi ve hatta ekolojik sorunlar bizi tehdit eden temel faktörler olacaktır. Enerjinin hayatımızın her alanında önemli bir rol oynadığı göz önüne alındığında, fosil kaynaklara dayalı enerji kullanmak yerine çevre dostu yenilenebilir kaynaklara yönelmek oldukça önemlidir.

Toplumsal ilerleme ve kalkınmanın, ekonomik refahın ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması için toplumların temel ihtiyaçlarından biri olan enerjiyi en ucuz, en temiz, en verimli ve kesintisiz şekilde sağlaması gerekmektedir. IEA (2021)'e göre önümüzdeki yıllarda dünyanın ticari enerji ihtiyacının yaklaşık %90'ı fosil

kaynaklardan karşılanacaktır. Fosil doğal kaynakları kullanırken mümkün olduğu kadar verimli ve çevreye en az zarar verecek şekilde kullanmak çok önemlidir. Fosil enerji kaynaklarından biri olan petrol rezervleri her geçen gün tükenmekte ve bu kaynak sınırlı sayıda ülke ve tek el şirketi tarafından üretilip pazarlanmaktadır. Bir diğer fosil kaynağı olan doğalgaz da tükenme tehlikesiyle karşı karşıya ve dünyada yalnızca birkaç yerde üretilmektedir. Tüm bu gelişmelere bağlı olarak 50'den fazla ülkede üretilen, diğerlerine göre daha ucuz ve teslimatı kolay kömür herkesin ilgisini çekmektedir.

Petrol, dünya genelinde en yaygın olarak kullanılan enerji kaynaklarından biridir. Yenilenemez bir kaynak olan petrol, doğal olarak oluşan organik maddelerin yıllar süren jeolojik süreçler sonucunda oluşmaktadır. Petrol, genellikle hidrokarbon bileşiklerinden oluşur ve endüstriyel, ticari ve bireysel kullanım için çeşitli ürünlere dönüştürülmektedir. Petrol, enerji üretimi, ulaşım, kimya endüstrisi ve diğer alanlarda geniş bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle ulaşım sektöründe benzin ve dizel yakıtlarının yanı sıra jet yakıtı olarak da kullanılan petrol, dünya ekonomisi için hayati bir öneme sahiptir. Bununla birlikte, petrolün sınırlı bir kaynak olması ve çevresel etkileri nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi giderek artmaktadır. Petrol endüstrisi, petrol arama, çıkarma, rafine etme ve dağıtım süreçlerinden oluşmaktadır. Petrol arama ve çıkarma süreçleri genellikle jeolojik araştırmalar, sondaj çalışmaları ve kuyu açma işlemlerini içermektedir. Petrol yataklarının keşfedilmesi ve çıkartılması karmaşık ve maliyetli bir süreç olabilir. Ayrıca, petrol çıkarma süreci de çevresel etkilere sahiptir ve yerel ekosistemlere zarar verebilir. Petrol, rafine tesislerinde işlenerek çeşitli ürünlere dönüştürülür. Rafine edilmiş petrol ürünleri arasında benzin, dizel, jet yakıtı, fuel oil, asfalt ve petrokimya ürünleri bulunur. Bu ürünlerin endüstriyel ve ticari kullanımı geniş bir yelpazede gerçekleşir ve dünya genelinde tüketici ihtiyaçlarına cevap vermektedir.

Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerji ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynakları, çevre dostu alternatifler olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle, enerji sektöründe yapılan yatırımlar ve teknolojik gelişmeler yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmektedir. Ayrıca, petrol dünya genelinde yaygın olarak kullanılan bir enerji kaynağı olsa da sınırlı bir kaynak olması ve çevresel etkileri nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi giderek artmaktadır. Enerji sektöründe yapılan yatırımlar ve teknolojik gelişmeler, gelecekte enerji ihtiyacını karşılamak için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmektedir. Bu doğrultuda, petrol endüstrisi ve yenilenebilir enerji sektörü arasındaki dengeyi korumak ve sürdürülebilir enerji politikaları geliştirmek önem arz etmektedir.

Doğal gaz, yenilenemez enerji kaynakları arasında yer alan ve dünya çapında sıklıkla tercih edilen bir enerji türüdür. Doğal gaz, çoğunlukla fosil yakıtların bir yan ürünü olarak petrol ve kömür alanlarında yer almaktadır. Ana bileşeni metan olan doğal gaz, çevre açısından temiz bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmekte ve çevre dostu bir yakıt olarak tercih edilmektedir. Doğal gaz, elektrik üretiminde, ısıtma sistemlerinde ve sanayi süreçlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca, doğal gazın taşınması ve depolanması sırasında oluşan maliyetlerin düşük olması, onun ekonomik bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmesini sağlar (Tüzer ve Doğan, 2022).

Doğal gaz yeraltında serbest olarak veya petrolün içinde çözünmüş olarak bulunmaktadır. Dünyanın en önemli enerji kaynaklarından biri olan doğalgazın yakıt olarak kullanılması tercih edilmektedir. Yakıt olarak yağla aynı kalorifik değere sahiptir ve bazı avantajları da vardır. Doğal gazın arıtılmasına gerek yoktur, kül ve is bırakmadan, kolay ve verimli bir şekilde kullanılabilir. Petrokimya sanayinde de hammadde olarak kullanılmaktadır. Tüm bu avantajlarının yanında doğal gaz aynı zamanda dünyanın en ucuz yakıtıdır. Elektrik üretiminde de yaygın olarak kullanılmaktadır (İlgar, 2018).

Nükleer enerji, atom çekirdeklerinin bölünmesi veya birleşmesi yoluyla elde edilen enerjidir. Bu enerji türü, elektrik üretimi, endüstriyel uygulamalar ve uzay araştırmaları gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Nükleer enerji, fosil yakıtlara kıyasla daha düşük karbon salınımı ile çevre dostu bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Nükleer enerjinin avantajları arasında yüksek enerji verimliliği, sürekli ve istikrarlı elektrik üretimi, enerji bağımsızlığı ve düşük sera gazı emisyonu bulunmaktadır. Ayrıca nükleer santrallerin küçük bir alan üzerine yoğunlaşabilmesi, diğer enerji kaynaklarına kıyasla daha az toprak kullanımı gerektirmesi de avantajları arasındadır (Günay ve Hacıyakupoğlu, 2023). Ancak nükleer enerjinin dezavantajları da göz ardı edilmemelidir. Bu dezavantajlar arasında radyoaktif atıkların yönetimi, nükleer kazaların olası riskleri, yüksek maliyetler ve toplumda endişe yaratma potansiyeli bulunmaktadır. Nükleer santrallerin güvenliği ve atık yönetimi konularında sıkı düzenlemelerin ve denetimlerin olması gerekmektedir. Bu bağlamda, nükleer enerji, çeşitli avantajları ve dezavantajları olan önemli bir enerji kaynağıdır. Bu enerji türünün etkin ve güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için teknolojik gelişmelerin takip edilmesi, güvenlik standartlarının yüksek tutulması ve toplumun bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

2.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları, günümüzde enerji üretimi ve tüketiminde büyük bir önem taşımaktadır. Bu kaynaklar, doğası gereği yenilenebilir ve sonsuz bir biçimde kullanılabilir enerji kaynaklarıdır. Güneş, rüzgâr, su, jeotermal enerji ve biyokütle gibi kaynaklar, yenilenebilir enerji sınıfında yer almaktadır. Güneş enerjisi, dünya üzerinde bolca bulunan ve her gün kendini yenileyen bir enerji kaynağıdır (Akça ve Kamacı, 2021).

Güneş panelleri ile güneş ışığının elektrik enerjisine dönüştürülmesi sonucunda elde edilen güneş enerjisi hem temiz hem de sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır. Rüzgâr enerjisi, rüzgâr türbinleri vasıtasıyla rüzgârın hareket enerjisini elektrik enerjisine çevirerek kullanılan bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Su enerjisi, hidroelektrik santraller vasıtasıyla suyun potansiyel enerjisini elektrik enerjisine çevirerek kullanılan bir enerji türüdür. Bu yöntemle üretilen elektrik enerjisi, sürdürülebilir ve çevreye zarar vermeyen bir enerji kaynağı olarak mühim bir konuma sahiptir. Jeotermal enerji, yerin derinliklerinde bulunan sıcak su ve buharın kullanımıyla elde edilen bir enerji türüdür. Bu kaynak, yer altındaki kaynaklardan elde edilen sıcak su ve buharın elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile kullanılmaktadır.

Biyokütle enerjisi, organik atıkların ve bitkisel materyallerin yakılmasıyla üretilen bir enerji kaynağıdır. Bu yöntemle kazanılan enerji, atık yönetimi ve enerji üretimi açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Bu yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltarak çevreye daha az zarar veren ve sürdürülebilir enerji üretimini teşvik etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, çevre açısından faydalı olup ekonomik olarak da avantajlar sunmaktadır. Bu kaynakların faydalanılmasıyla sera gazı salınımları düşürülerek iklim değişikliğiyle mücadele edilebilir ve çevresel etkiler en aza indirilebilir. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynakları, yerli ve sürdürülebilir enerji üretimini gerçekleştirerek enerji güvenliğini artırmaktadır. Bu bakımdan, yenilenebilir enerji kaynakları günümüzde enerji sektöründe mühim bir konuma sahiptir. Bu kaynaklar, temiz, sürdürülebilir ve çevre dostu enerji üretimini destekleyerek, gelecek nesillere yaşanabilir bir çevre bırakabilmek için önemli bir işlev üstlenmektedir (Deniz ve Yılmaz, 2025).

1970'li yıllarda yaşanan küresel petrol krizi yeni kaynak arayışlarını da beraberinde getirdi. Krizle birlikte çevresel hassasiyetin artmasıyla birlikte mevcut enerji kaynaklarına alternatif enerji kaynakları arayışı ortaya çıkmıştır. Alternatif enerji kaynakları arasında hiçbir işlem görmeden dünyada sınırsız olan, kullanıldığında çevreye zarar vermeyen, kömür, doğalgaz ve petrol gibi fosil olmayan, yenilenebilir ve

her zaman kullanıma hazır olan güneş, rüzgâr, jeotermal, biyogaz, hidrolik bulunmaktadır. Bu enerji kaynakları arasında gelgit enerjisi, hidrojen vb. gibi enerji kaynakları da yer almaktadır (Can, 2011).

Sanayileşmiş ülkeler, petrol krizi sırasında yaşanan sorunların tekrarlanmaması için enerjide bağımsız olmanın yollarını arıyor. Yukarıdaki tabloda yeni enerji kaynakları geliştirdiler. Bu kaynakların tüm ülkelerde kullanılabilir olmasını sağlarlar. IEA'ya göre yenilenebilir enerji, güneş ışığı ve rüzgâr gibi doğal süreçlerden elde edilen enerjidir. Elektrik, ısıtma-soğutma ve ulaştırma alanlarında yenilenebilir enerjinin payı artmaya devam etmektedir.

Paul Kruger, yenilenebilir enerjinin son elli yılda birçok tanımının olduğunu, çünkü farklı kesimlerin farklı sosyal nedenlere ve teknik perspektiflere odaklandığını savunmaktadır. 1960'lardan bu yana çevre hareketinin geniş tanımı, bazı enerji kaynaklarının geleneksel fosil (ve bazı nükleer) kaynaklara alternatif enerji kaynakları olduğu şeklinde olmuştur. Yenilenebilir enerjinin çoğu türü kolaylıkla elektriğe dönüştürülebilir. Isı üretmek için güneş enerjisi, jeotermal enerji ve biyokütle enerjisinden de yararlanılabilir. Prensipte olarak yenilenebilir enerji, ısıtma, soğutma, elektrik gibi tüm hizmetleri ve tüm zorluklara ve maliyetlere rağmen araç yakıtını da geleneksel enerji kaynaklarından üretebilmektedir (Korkut, 2022).

2.2.2.1. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi, farklı bölgelerde temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Rüzgâr türbinleri sayesinde elde edilen bu enerji, elektrik üretimi amacıyla değerlendirilmektedir. Rüzgâr enerjisi, fosil yakıt kullanımını azaltması, çevre üzerinde olumsuz etki yaratmaması ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak öne çıkması sebebiyle giderek daha fazla tercih edilmektedir. Rüzgâr enerjisi, rüzgârın hareket enerjisinin mekanik enerjiye dönüştürülmesine dayanmaktadır. Rüzgâr türbinleri, rüzgârın hareketini döndürerek jeneratörler yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Bu şekilde temiz ve çevreye zarar vermeyen bir enerji kaynağı elde edilmektedir (Ünal vd., 2024).

Rüzgâr enerjisi, sonsuz bir kaynak olması nedeniyle gelecekteki enerji ihtiyaçlarını karşılamak için büyük bir güç taşımaktadır. Ayrıca, rüzgâr enerjisi santrallerinin inşa edilmesi ve işletilmesi sürecinde karbon emisyonunun azaltılması, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir katkı sağlamaktadır (Biro, 2018).

Dünyada 300.000'den fazla yel değirmeninin olduğu tahmin edilmektedir. Rüzgâr ayrıca su pompalama sistemlerinde ve yelkenli teknelerde de kullanılmaktadır. 1918'in

sonlarında büyük şehirlerde elektrik ve dizel yakıt ucuz olduğundan rüzgâr enerjisi kullanma fikri ertelenmiştir. Ancak 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi ve akaryakıt fiyatlarının artmasıyla birlikte rüzgâr enerjisinden yararlanma fikri ortaya çıkmış ve sektöre yapılan yatırımlar artmıştır (Kılıçoğlu ve Özgür, 2023).

Rüzgâr enerjisi, fosil yakıtlara ve nükleer enerjiye göre daha pahalı bir enerji üretim sistemidir. Ancak sera gazına neden olmadığı için temiz enerji statüsünde olup yenilenebilir ve Kyoto Protokolü ile desteklenmiştir. Rüzgâr enerjisinin fiyatı belirlenirken yatırımın ömrü önemlidir. Bir rüzgâr türbininin etkin ömrü ortalama 20-25 yıl olarak belirlenmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir araştırmaya göre, 2020 yılına kadar dünya elektrik ihtiyacının %12'si rüzgâr enerjisi ile karşılanabilecek ve CO2 emisyonları 11 milyar ton azaltılabilecektir (Polat, 2010).

Dünyaya giren güneş enerjisinin %1 ila %2 gibi küçük bir kısmı rüzgâr enerjisine dönüştürülmektedir. Rüzgâr enerjisinin yüksek başlangıç maliyeti, düşük güç faktörü ve değişken enerji üretimi gibi dezavantajlarının aksine avantajları şunlardır (Amal vd., 2022):

- Güvenilir bir kaynağa sahiptir, tükenmezdir ve fiyatı zamanla artmaz.
- Bakım ve işletme maliyetleri yüksek değildir.
- İstihdam sağlar.
- Yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağıdır.
- Maliyeti mevcut santrallerle rekabet edebilir.
- Kısa sürede devreye alınabilir.
- Teknolojisi ve işleyişi nispeten basit

Eylem planı vizyonunun gerçekleşebilmesi için dünya çapında yaklaşık 300 milyar watt olan rüzgâr enerjisinin 8-10 katına çıkarılması gerekmektedir. Kurulu rüzgâr enerjisinin fiyatı diğer elektrik kaynaklarıyla karşılaştırıldığında neredeyse rekabetçidir. Hükümetlerin, araştırma merkezlerinin, sanayi vb. kuruluşların gündem listelerinde alınan önlemler, rüzgâr enerjisi maliyetlerinin 2050 yılına kadar karada %25, denizde ise %45 oranında azaltılmasını hedeflemektedir. Ancak süreç, finansman, sistem entegrasyonu gibi birçok engel nedeniyle gecikmektedir (Amal vd., 2022)

Güneş ışınları dünya üzerinde farklı sıcaklık, basınç ve nem oluşturmaktadır. Bu oluşumlar rüzgâr enerjisi üretiyor. Başka bir deyişle rüzgâr enerjisi güneş enerjisinin dolaylı bir ürünüdür. Dünyaya yansıyan güneş ışınlarının yaklaşık %2'si rüzgâr enerjisine dönüşmektedir (Kaplukan, 2015).

Rüzgâr enerjisi, hava akımlarının gücü kullanılarak üretilen enerjinin mekanik enerjiye dönüştürüldüğü bir süreçtir. Rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi rüzgâr

türbinleri tarafından yapılmaktadır. Rüzgârın kurulu rüzgâr türbinlerinin pervanelerini döndürmesiyle elde edilen kinetik enerji, jeneratörler vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştürülür. Elektrik üretmek için türbinler; pervaneler, şaftlar ve jeneratörlerden oluşmaktadır (Adıyaman, 2012).

Son yıllarda dünya çapında çok sayıda rüzgâr türbini inşa edilmiş ve modernizasyon çalışmaları yapılmıştır. Yenilenebilir enerji kullanıldığında fosil kaynaklardan elektrik elde edilmesindeki çevresel sorunların ortaya çıkmaması, rüzgâr enerjisini temiz bir enerji kaynağı haline getirmektedir (Yalçın, 2017).

Rüzgâr enerjisinin başlıca avantajları şu şekilde sıralanabilir (Kıncay, 2009):

- Temizdir ve çevre kirliliğine neden olmaz, hava kirliliği sorununu azaltır,
- Ucuzdur ve yakıt gerektirmez,
- Karbondioksit emisyonlarının azaltılması yoluyla olası ani iklim değişikliklerinin önlenmesinde olumlu etki yaratır,
- İstihdam yaratır ve bölgesel kalkınmayı sağlar,
- Fosil yakıt fiyatlarındaki değişimlerden kaynaklanan komplikasyonları önler,
- Kaynak, sınırsız ve ihtiyaç duyulandan daha büyüktür,
- Uygulama esnekliği; Rüzgâr enerjisinin hem yerli uygulamaların hem de büyük santrallerin yapılabilmesi, dışa bağımlılığın ortadan kalkması ve kalıcı olarak kullanılabilir bir kaynak olması gibi olumlu yönleri olduğu gibi, rüzgâr enerjisinin olumlu yönlerinin yanı sıra olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Enerji üretimi rüzgâra bağlı olduğundan rüzgârdaki kesintiler veya azalmalar enerji kayıplarına neden olmaktadır. İlk yatırım maliyetleri yüksektir. Ayrıca gürültü ve görüntü kirliliğine de neden olabilirler.

2.2.2.2. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yerin derinliklerindeki sıcak su kaynaklarından elde edilen bir enerji çeşididir. Bu kaynaklar genellikle sıcak su ve buhar halinde, volkanik aktiviteler sonucunda meydana gelmektedir. Jeotermal enerji, çevreye zarar vermeyen ve sürekli olarak kullanılabilir bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Bu enerji çeşidi, elektrik üretimi, ısıtma ve soğutma sistemlerinde uygulanabilir. Jeotermal enerji kullanımı, dünya çapında giderek artış göstermektedir.

Jeotermal kaynaklar, dünya genelinde yüzyıllardır sıcak su temini, kaplıca ve banyo amaçlı kullanılmaktadır. Ancak 20. yüzyılda artan enerji ihtiyacı ve teknolojik gelişmeler sonucunda jeotermal kaynaklar elektrik üretiminde de kullanılmaya başlanmıştır. Jeotermal enerjiden ilk elektrik üretimi 1904 yılında İtalya'nın Larderello

bölgesinde gerçekleştirilmiş, ardından 1911 yılında aynı bölgede dünyanın ilk ticari jeotermal enerji santrali kurulmuştur. Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri'nde deneysel çalışmalar yapılmasına rağmen, 1958 yılına kadar İtalya dünyadaki tek endüstriyel jeotermal elektrik üreticisi olarak kalmıştır. 1958 yılında Yeni Zelanda'da kurulan Wairakei Santrali ile jeotermal enerjiden elektrik üretiminde yeni bir dönem başlamış ve burada ilk kez flaş buhar teknolojisi uygulanmıştır. Böylece jeotermal enerji, küresel ölçekte elektrik üretiminde yaygınlaşmaya başlamıştır (ElektrikPort., 2011)

Jeotermal enerji, elektrik üretimi, ısıtma, soğutma, sanayi ve sağlık turizminde kullanılan, Spa turizminde geniş uygulama olanaklarına sahip yenilenebilir bir enerjidir. Yüksek teknoloji uygulamaları gerektirmeyen yerli bir kaynak olması ve kullanımı sonucunda ülkelerin dışa bağımlılığının ortadan kalkması jeotermal enerjinin önemini artırmaktadır. Isı ve elektrik üretimi için gerekli tesislerin maliyetleri nükleer ve hidro enerjiye göre daha düşüktür. Bu nedenle tesislerin işletme ve bakım maliyetleri de daha düşüktür. Ayrıca çevresel etkinin düşük seviyeye indirilmesini mümkün kılarak enerji üretim sürecinde sera gazlarının az olmasını sağlamaktadır (Acar ve Köseoğlu, 2021).

2.2.2.3. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle enerjisi, biyolojik olarak oluşan organik maddelerin yakılması veya fermantasyon yöntemi ile elde edilen enerji türüdür. Bu organik maddeler genellikle bitki atıkları, tarımsal ürün kalıntıları, ahşap artıkları, hayvansal kalıntılar ve sanayi atıklarından elde edilebilir. Biyokütle enerjisi, organik maddelerin sürekli olarak üretilebilir olması dolayısıyla yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmekte ve bu da çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Biyokütle enerjisi, genellikle elektrik ve ısı elde etmek amacıyla kullanılmaktadır (Kaplukan, 2015).

Biyokütle enerjisi, organik kökenli maddelerin enerjiye dönüştürülmesiyle elde edilen yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Tarımsal atıklar, hayvansal gübreler, ormancılık ürünleri ve odunsu biyokütle kaynakları biyokütle enerjisinin temel hammaddelerini oluşturmaktadır. Biyokütle yakıtları; konutlarda, ticari binalarda ve sanayi tesislerinde ısınma amacıyla kullanılabilen, ayrıca elektrik ve ısı enerjisi üretiminde değerlendirilebilmektedir. Fosil yakıtlara kıyasla daha düşük net sera gazı emisyonuna sahip olması, organik atıkların değerlendirilmesine katkı sağlaması ve yerel enerji üretimini desteklemesi biyokütle enerjisinin başlıca avantajları arasında yer almaktadır. Bunun yanında biyokütle sektörünün gelişmesi kırsal kalkınmaya katkı sağlayarak yeni istihdam alanları oluşturabilmektedir. Ancak biyokütle enerji

tesislerinin yüksek yatırım maliyetleri, sürekli ve yeterli miktarda hammadde temin etme zorunluluğu ile lojistik gereksinimler bu enerji türünün temel dezavantajları olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle biyokütle enerjisi, çevresel ve ekonomik faydalar sunan sürdürülebilir bir enerji kaynağı olmakla birlikte, etkin bir planlama ve kaynak yönetimi gerektirmektedir (Karaosmanoğlu, 2006; EIE, 2009).

Ahşap malzemeler en önemli doğal maddelerdir. Günümüzde ağaç gövdelerinden, direklerden, endüstriyel odun atıklarından (kabuk, dal vb.) elde edilen tomrukların enerji üretiminde kullanımı artmıştır. Biyokütle enerjisi doğrudan elektrik, ısı veya araçlara yönelik katı, sıvı ve gaz biyoyakıt üretmek amacıyla kullanılmaktadır. Biyokütle enerjisinden elektrik ve ısı üretimi, yanma ve dolaylı yanma yoluyla elde edilmektedir. Taşıtlara yönelik katı, sıvı veya gaz biyoyakıtlar, doğrudan yanma veya fiziksel ve kimyasal işlemlerle üretilir. Endüstriyel artıklar, ormancılık ve tarımsal artıklar biyokütle kaynağı olarak kullanılabilir (Gürel, 2020).

Yenilenebilir enerjiler arasında yer alır. Kaynak potansiyeli yüksek biyokütle/enerji üretiminde doğru teknikler ve doğru teknolojiler kullanılıp, politikalar uygulanmazsa çok büyük zararlara neden olabilir. Bu dezavantajları şu şekilde sıralayabiliriz (Aslantaş, 2018):

- Biyoyakıt üretimi için enerji bitkilerinin yetiştirilmesi geniş araziler gerektirir ve bitkilerin su ihtiyaçları yüksektir. Bu durum tarım arazilerinin verimsizleşmesine ve kurumasına yol açabilmektedir. Gelecekte dünya nüfusunun artması sonucu küresel tarımın beslenme ihtiyacını karşılamaya yetmeyeceği endişesi verimli tarımın kullanılmasını engellemektedir.

- Enerji üretimi amacıyla bitki yetiştirmek için kullanılan alanların, ormanların ve doğal bitki örtüsünün tahrip edilmesi ve temizlenmesi ekolojik dengesizliğe neden olur.

- Biyoyakıtların verimliliği fosil yakıtlara göre daha düşüktür. Aynı miktarda enerji üretmek için daha fazla miktarda biyoyakıt gereklidir. Bu durum karbondioksit emisyonunu artırıyor, bu da fosil yakıtlara göre iklim üzerindeki olumsuz etkileri artırıyor. Enerji üretimini ve biyokütle verimliliğini artırmak için gerekli teknolojilerin maliyetleri oldukça yüksektir.

2.2.2.4. Okyanus Enerjisi

Okyanus enerjisi, dünya üzerindeki en büyük ve en potansiyelli yenilenebilir enerji kaynaklarından birisidir. Okyanusların gelgitleri, dalgaları ve deniz akıntıları, büyük miktarda enerji potansiyeli barındırmaktadır. Bu enerji kaynağı, temiz, sürdürülebilir ve çevreye duyarlı bir enerji seçeneği olarak dikkat çekmektedir. Okyanus

enerjisi, dünya çapındaki sahil alanlarındaki yerel enerji gereksinimlerini karşılamak için önemli bir kapasiteye sahiptir. Buna ek olarak, bu enerji kaynağı iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir rol üstlenebilir; çünkü fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmakta ve sera gazı emisyonlarını düşürmektedir. Gelgit enerjisi, okyanuslardaki gelgit olayları sonucunda meydana gelen su seviyesi farklılıklarından elde edilen enerjiyi tanımlar. Dalgaların kinetik enerjisi, dalgaların hareketinden elde edilen enerjiyi ifade eder. Deniz akıntıları, okyanuslardaki suyun hareketinden kaynaklanan enerjiyi ifade eder. Bu çeşitli okyanus enerji kaynakları, teknolojik ilerlemelerle birlikte artan bir şekilde değerlendirilmektedir. Ancak, okyanus enerjisinin kullanımında bazı güçlükler de mevcuttur (Kaymaz vd., 2024).

Dalga enerjisi kullanımının bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Dalga enerjisinin en büyük dezavantajı ilk yatırım maliyetinin yüksek olmasıdır. Ancak enerjinin coğrafi olarak uzak bir bölgede üretilmesi gerekebilmekte, bu da ek maliyetlere (deniz kabloları vb.) neden olabilmektedir. Yüzer sistemlerin enerjisinin etkin bir şekilde Akdeniz'e bağlanması için ek yatırımlara ihtiyaç duyulabilir. Ayrıca sahanın büyük ve güçlü dalgalara dayanabilecek ekipmanlara sahip olması ve hassas şekilde elektrik üretecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Üretim süreci dalga frekansına bağlı olduğundan güç regülasyonu zamanla sorun haline gelebilir. Dalga enerjisi birincil enerji kaynağı değildir ve depolanması imkansızdır (Kapluhan, 2015).

2.2.2.5. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen enerjisi, temiz ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak giderek artan bir şekilde dikkat çekmektedir. Hidrojen, doğal gaz, biyokütle ve suyun elektrolizi gibi farklı kaynaklardan elde edilebilir; hidrojen en yaygın elementtir. Hidrojen yakıldığında yalnızca su ve ısı meydana gelir; bu durum hidrojenin çevreye dost bir enerji kaynağı olmasını sağlamaktadır. Hidrojen enerjisi, özellikle ulaşım ve enerji alanlarında büyük bir kullanım potansiyeline sahiptir (Alptekin, 2024).

Yakıt hücreleri, hidrojen enerjisinin daha fazla kullanıldığı bir sektörde araçların enerji kaynağı haline gelmiştir. Bu araçlar, elektrik enerjisine dönüşümdeki etkinlikleri ve çevresel etkileri sebebiyle cazip bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, hidrojenin enerji depolama ve taşıma yeteneği, yenilenebilir enerji kaynaklarının düzenli bir biçimde kullanılmasına yardımcı olabilir. Hidrojenin yaygın olarak kullanılabilmesi için altyapının geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılması gerekmektedir. Depolama, taşıma ve dağıtım sistemlerinin iyileştirilmesi, hidrojenin

yaygın olarak kullanılmasını mümkün hale getirecektir. Ayrıca, hidrojen üretiminde kullanılan teknolojilerin maliyetinin azaltılması da önemli bir gelişmedir.

Hidrojen enerjisinin gelişmesinin temel nedeni kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil kaynakların gelecekte tükeneceğine dair öngörülerdir. Bu nedenle gelecekte yaygınlaşarak, fosil kaynaklara en önemli alternatif olarak hidrojen enerjisi ön plana çıkmaktadır. Dünyada hidrojen teknolojisinin gelişimi yakıt olarak kullanılan yakıt hücrelerine bağlı olmuştur. Dünya hidrojen araştırmaları Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve Avrupa tarafından yürütülmektedir. Dünyanın farklı yerlerinde hidrojen enerjisi üretimine yönelik çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Örneğin; Brezilya nehirler yoluyla, Arjantin rüzgâr yoluyla, ekvatora yakın bölgelerde ise güneş aracılığıyla hidrojen enerjisi üretmeyi hedeflemektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023).

2.2.2.6. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, dünya üzerindeki en temiz ve sürdürülebilir enerji kaynaklarından biri olarak kabul edilmektedir. Güneş ışığından elde edilen enerji, fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında doğa dostu ve karbondioksit salınımı yapmayan bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi, elektrik üretimi, suyu ısıtma sistemleri ve ev ile iş yerlerindeki ısıtma sistemleri gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Güneş panelleri, güneş ışığını elektrik enerjisine çevirmeye yarayan teknolojik aletlerdir. Bu paneller, güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirmek amacıyla fotovoltaik hücrelerden meydana gelmektedir. Güneş panelleri, genellikle çatılara, arazilere veya diğer açık alanlara yerleştirilmekte olup, güneş ışığını en verimli şekilde emebilmesi amacıyla belirli bir açıyla yerleştirilmektedir.

Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte güneş panellerinin etkinliği yükselmekte ve üretim masrafları azalmaktadır. Bu durum, güneş enerjisinin kullanımını artırmakta ve fosil yakıtlarla olan bağımlılığı azaltmaktadır. Güneş enerjisi, sürdürülebilir bir geleceğe ulaşma yolunda atılmış önemli bir adımdır. Temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olmasının yanı sıra, ekonomik ve çevresel avantajları da vardır. Bu nedenle, güneş enerjisi teknolojilerinin ilerletilmesi ve yaygın hale getirilmesi, enerji sektöründe dikkate değer bir stratejik hedefdir (Güven ve Bilhan, 2024).

Güneş enerjisinden elektrik ve ısı üretmek için yararlanılmaktadır. Güneş enerjisinden elde edilen ısı doğrudan kullanılabilmesi gibi elektrik üretmek için de kullanılabilir. Güneş enerjisiyle ısıtma sistemleri; güneş kolektörleri, güneş havuzları, güneş kuleleri, güneş bacaları, güneş mimarisi, ürün kurutma ve seralar örnek verilebilir. Fotovoltaik uygulamalar doğrudan güneş enerjisinden elektrik üretmek için

kullanılmaktadır. Güneş elektriği kelimesi; ışık ve elektrik (voltaik) kelimelerinin birleşiminden doğmuştur. Güneş elektriği, güneş ışığından elektrik üretimi anlamına gelmektedir. Güneş enerjisi, anında kullanıma olanak sağlayan ve sürekli olarak kullanılabilen bir kaynaktır. Güneş enerjisi üretimi ve depolanmasındaki son bilimsel ve teknolojik gelişmeler bu maliyetleri azaltmıştır. Böylelikle bu sektöre yapılan yatırımların hacmi de artmaktadır (Karagöl ve Kavaz, 2017).

Yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımı, türü ve özelliklerine göre sahip oldukları bazı avantaj ve dezavantajlardan bahsetmek mümkündür. Ülkelerin kullanmak ya da geliştirmek amacıyla seçim yapması, çevresel etkileri veya kullanım hedefine göre bu özelliklerden yola çıkması oldukça önemli bir noktadır (Kayışoğlu ve Diken, 2020). Genel itibariyle açıklanan yenilebilir enerji kaynaklarının dezavantaj ve avantajlarını Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Yenilenebilir enerji kaynaklarının avantaj ve dezavantajları (Al, 2021).

| Enerji kaynağı | Avantajlar | Dezavantajlar |
|----------------------|---|---|
| Güneş enerjisi | <ul style="list-style-type: none"> • Sera gazı emisyonu düşüktür. • İşletme maliyetleri düşüktür. • Kaynak sürekliliği gösterir ve tükenmezdir. | <ul style="list-style-type: none"> • İlk yatırım maliyeti oldukça yüksektir. • Depolama alanı gereksinimi nedeniyle sistem maliyeti artabilmektedir. • Üretim noktasında hava koşullarına bağımlılık durumu söz konusudur. |
| Rüzgâr enerjisi | <ul style="list-style-type: none"> • Karbon salımı düşüktür. • Kısa sürede kurulumu sağlanabilir. • Fosil yakıt bağımlılığını ciddi oranda azaltabilir. | <ul style="list-style-type: none"> • Üretimin sürekliliği rüzgârın hızına bağlıdır. • Şebeke entegrasyonu sebebiyle teknik düzenleme gerektirmektedir. |
| Hidroelektrik enerji | <ul style="list-style-type: none"> • Yüksek verimlilik göstermektedir. • Uzun ömürlü bir altyapı sunmaktadır. | <ul style="list-style-type: none"> • Ekosistem üzerinde bazı olumsuz etkiler oluşturabilir. • Başlangıç yatırım maliyeti yüksektir. • Kuraklık riski üretimi etkileyebilir. |
| Biyokütle enerjisi | <ul style="list-style-type: none"> • Atık yönetimi ile entegre hale getirilebilir. • Sürekli üretim imkânı sunmaktadır. • Kırsal kalkınmaya katkı sağlamaktadır. | <ul style="list-style-type: none"> • Arazi kullanım baskısı meydana gelebilir. • Yanma sürecinde emisyon oluşabilir. • Hammadde tedarik zinciri oldukça maliyetlidir. |
| Jeotermal enerji | <ul style="list-style-type: none"> • Kesintisiz üretim sağlar. • Düşük bir karbon salınımına sahiptir. • Yerli kaynak kullanımını artırmaktadır. | <ul style="list-style-type: none"> • Coğrafi olarak sınırlı durumdadır. • Arama ve sondaj maliyetleri yüksektir. • Yeraltı su dengesi üzerinde risk oluşturabilir. |

2.3. Yenilenebilir Enerji Üretimini Etkileyen Faktörler

Yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya genelindeki toplam enerji içindeki oranının yükseltilmesi hem sürdürülebilir gelişim hem de ülkelerin enerji tedarik güvenliği açısından büyük bir öneme sahiptir. Her ulus için enerji güvenliğini temin etmek önemli bir konudur.

Sınırlı miktarda olan ve yenilenemeyen enerji kaynaklarına dayanan bir ekonomide, enerji arz güvenliğini sağlamak oldukça zordur. Küresel enerji pazarlarındaki güç dengesizlikleri, üretimde kalıcı çözümlerin zorunluluğunu gösterir. Bu doğrultuda, ülkeler enerji politikalarını fosil kaynaklardan yerli ve yenilenebilir kaynaklara yönlendirmeye başlamıştır. Yenilenebilir enerji, teknoloji alanındaki ilerlemeler ve uygulanan politikalar sayesinde maliyet bakımından fosil yakıtlarla giderek daha fazla rekabet edebilme kapasitesine ulaşmıştır. Bunun yanı sıra, yenilenebilir enerji alanındaki ilerlemeler istihdam oranlarını olumlu bir şekilde etkilemektedir. Bunların yanı sıra, enerji üretiminde yaygın bir şekilde fosil kaynaklar kullanılmaktadır. Kullanımından kaynaklanan iklim değişikliği sorunu ve artan çevre bilincinin etkisiyle, dünya genelinde neredeyse herkes yenilenebilir enerjiye yönelmektedir.

Enerji sektöründe dünyada meydana gelen değişim sürecinde; yenilenebilir enerji üretiminin artırılması, enerji politikalarının yanında birçok ekonomik, teknik, finansal ve çevresel faktöre bağlıdır. Yenilenebilir enerji üretimini geliştirmeyi amaçlayan ülkelerin bu unsurları iyi incelemesi, başarılı sonuçlara ulaşmada son derece önemlidir. Literatürde konu ile ilgili yapılan araştırmalarda, yenilenebilir enerji üretimini doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen birçok unsur bulunmaktadır. Ancak, bu çalışmada, yenilenebilir enerji üretimini doğrudan etkileyen ve üzerinde genel bir mutabakat sağlanmış temel unsurlar ele alınacaktır. Bu unsurlar arasında ülkelerin gelir düzeyi, finans sektörünün gelişmişliği, teknik bilgi ve teknoloji unsurları, yenilenebilir enerjiyi destekleyen ve teşvik eden mekanizmalar ile çevresel faktörler bulunmaktadır.

2.3.1. Gelir Düzeyi

Yenilenebilir enerji üretiminin gerektirdiği teknolojik alt yapı maliyetleri, fosil yakıtların üretim maliyetleriyle kıyaslandığında oldukça yüksektir. Fosil yakıtların tarihi çok eskilere dayanmakta ve yıllar içinde bu alanda dünya genelinde sağlam bir üretim altyapısı oluşmuştur. Bu durum, fosil yakıtlara dayalı enerji üretiminden yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişi hem zorlu hem de pahalı hale getirmektedir. Burada ülkelerin ekonomik durumu önemli bir rol oynamaktadır. Yenilenebilir enerji üretimini artırmak

için gerekli olan yüksek maliyetli yatırımların uygulanabilirliği ve ihtiyaç duyulan teknik altyapıya ulaşabilmek için en temel unsurlardan biri gelir seviyesidir. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji üretimi ile ilgili yapılan araştırmalarda, çoğu zaman bir ülkenin gelir düzeyini gösteren GSYH verileri de dikkate alınmaktadır. Yapılan analizler, yüksek gelire sahip ülkelerin, yenilenebilir enerji alanında gerekli yeni teknolojilere erişim ve bu teknolojileri geliştirme konusunda daha fazla şansa sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Bamati ve Raoofi, 2020).

Yenilenebilir enerji projeleri önemli ölçüde sermaye gerektirmektedir. Ülkelerin gelir seviyeleri yükseldikçe bu projelerin hayata geçme olasılığı artmakta, ancak özellikle gelişmesi süren ülkelerde gelir artışları, yenilenebilir enerji projelerinin finansmanında yeterli kalmamaktadır. Bu ülkelerde, yatırımların finansmanında birikimlerin yanı sıra dış sermayeye de ihtiyaç duyulmaktadır. Dış sermaye ise; ülkelerin siyasi, ekonomik ve mali durumu ile ilgili ortaya çıkabilecek risklerden kaçınma eğilimindedir. Bu nedenle, yatırım kararlarının en önemli belirleyicilerinden biri ülkenin ekonomik durumunu ifade eden gelir düzeyidir. Daha yüksek gelir düzeyi, yenilenebilir enerji kaynaklarını desteklemek için düzenleme maliyetlerini karşılayabilme kapasitesi sunarak üretimi olumlu yönde etkilemektedir (Bamati ve Raoofi, 2020).

Gelişmiş ülkelerde, artan enerji talebini karşılamak adına yenilenebilir enerjiye daha fazla yatırım yapılmaktadır. Gelişen birçok ülkede de yenilenebilir enerji üretimi bir artış göstermektedir ancak bu artış, yetersiz sermaye ve yüksek maliyetler nedeniyle sınırlı kalmaktadır. Yenilenebilir enerji üretimini ve tüketimini etkileyen unsurlar üzerine yapılan literatür incelemeleri, çeşitli faktörlerin bulunduğunu göstermektedir. Ancak bu unsurlardan biri olan “gelir seviyesinin”, mevcut çalışmalar içerisinde göz ardı edilemeyeceği konusunda genel bir anlayış mevcuttur. Gerçekten de yenilenebilir enerji üretimini etkileyen teknoloji, devletin teşvik politikaları, yabancı yatırımlar ve Ar-Ge çalışmaları gibi pek çok faktörün gelir seviyesiyle ilişkili olduğu görülmektedir.

2.3.2. Finansal Gelişme Düzeyi

Yenilenebilir enerji projelerinin uygulanabilirliği açısından en büyük engel, yüksek başlangıç harcamalarıdır. Buna ek olarak, bu projelerin getiri oranları, geleneksel enerji projeleriyle karşılaştırıldığında daha düşüktür. Bu nedenle, yenilenebilir enerji projeleri uzun geri ödeme sürelerine sahip olup, yüksek düzeyde finansman gereksinimi taşımaktadır (Kim ve Park, 2016). Özellikle gelişen ülkelerde bu projelerin finansmanı için genellikle ek kaynaklara ihtiyaç duyulmaktadır.

Yenilenebilir enerji projelerine yönelik finansman sorunları iki ana yön içerir. Öncelikle, yüksek başlangıç maliyetleri olan projelerin finansmanı için uzun vadeli kredilere ihtiyaç vardır. Uzun vadeli finansman imkânlarının olmaması, yenilenebilir enerji projelerinin dezavantajlı hale gelmesine ve bu projelerin sıklıkla iptal edilmesine yol açmaktadır. İkinci olarak, fosil yakıt projeleri, yenilenebilir enerji projelerine göre daha az başlangıç masrafına ve daha kısa teslim sürelerine sahiptir. Bu nedenle, yeterli finansmana ulaşamayan ülkelerde genellikle fosil yakıt projeleri tercih edilmekte olup, yenilenebilir enerji projeleri için ayrılan fonlar kısıtlı kalmaktadır. Her iki durumda da finans sektörünün gelişmişlik düzeyi büyük önem taşımaktadır. Gelişmiş bir finansal sistem, finansman araçlarını çeşitlendirerek piyasalara daha fazla sermaye çekmekte ve dolayısıyla yenilenebilir enerji projeleri için ayrılan fonları artırmaktadır. Ayrıca, finans alanındaki gelişmeler, finansal kuruluşların sunduğu hizmetlerin sayısını ve niteliğini artırarak yenilenebilir enerji projeleri için gerekli uzun vadeli kredilere erişimi kolaylaştırmaktadır (Demiral ve Tatlı, 2025).

Yenilenebilir enerji projeleri, yalnızca yüksek başlangıç maliyetleri değil, aynı zamanda üretim sürecinde gerekli olan gelişmiş teknoloji ile de ilgili bir gereklilik taşımaktadır. Ancak, yeterli teknoloji ve kaynaklara sahip olmayan ülkelerin, bu maliyetli teknolojilere erişimleri oldukça sınırlıdır. Bu ülkelerde, yenilenebilir enerjinin ihtiyaç duyduğu teknolojinin üretim içinde geliştirilmesini sağlamak ve yüksek teknoloji ithalatını azaltmak için gelişmiş bir finans sektörü gerekmektedir. Gelişmiş finansal sistem, yatırımları etkili teknolojik alanlara yönlendirerek yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişimini desteklemekte ve bu sayede üretim maliyetlerini düşürmektedir.

Finansal gelişmeler, Ar-Ge uygulamalarını destekleyerek çevre dostu teknolojilerin gelişimine katkıda bulunmakta, çeşitli sektörlerde, özellikle de enerji alanında yenilikleri teşvik etmektedir. Bu nedenle, temiz enerjiye yönelik daha fazla teknolojik yeniliğin sağlanabilmesi için gelişmiş finansal piyasalara ihtiyaç vardır (Mamun vd., 2018). Ayrıca, işlevsel bir finans sektörü sayesinde, ülke içinde daha etkin yatırımlar yapılması, yabancı sermayenin ülkeye girmesini teşvik etmektedir. Bu durum, yenilenebilir enerji projeleri için ilave kaynaklar sağlarken, teknolojik yeniliklerin ve uzman bilgilerin ülke içine transferini mümkün kılmaktadır. Sonuç olarak, finansal gelişmelerin katkısıyla artan doğrudan yabancı yatırımlar; yeni ve temiz teknolojilere erişimi kolaylaştırarak yenilenebilir enerji sektörünün büyümesine katkıda bulunmaktadır (Koçak, 2017).

Günümüz dünyasında, değişik ülkelerde yapılan çeşitli destekleme ve teşvik politikalarına rağmen, yenilenebilir enerjiye sağlanan kamu yardımı, bu enerji kaynaklarından elde edilen toplam enerjinin global birincil enerji arzındaki payını çok az tutmaktadır. Bu sınırlı gelişimin sebeplerinden biri, düşük karbonlu bir ekonomi için gerekli olan geçiş sürecinin büyük yatırımlar gerektirmesi ama bu alandaki özel finansman yatırımlarının oldukça düşük kalmasıdır. Gelişmiş bir finans sektörü, farklı finansal araçları kullanarak borçlanma maliyetlerini azaltmakta, yatırımları teşvik etmekte ve kaynakları etkili bir şekilde yenilenebilir enerji sektörüne yönlendirmektedir. Böylece, enerji sektörünün yenilenebilir kaynaklara yönelmesine yardımcı olmaktadır.

2.3.3. Teknoloji ve Teknik Bilgi

Yenilenebilir enerji projeleri, teknolojiye bağlı olan ve yüksek maliyet gerektiren yatırımlardır. Buna karşılık, fosil enerji üretimi daha kolay bir teknoloji ve daha az maliyetle yapılmaktadır. Bu nedenle, fosil enerji üretimi, yenilenebilir enerjiye karşı üstün bir rekabete sahiptir. Ancak; teknoloji ilerledikçe yenilenebilir ve fosil enerji kaynakları arasındaki maliyet farkı giderek azalmakta ve bu durum, yenilenebilir elektrik üretimini daha önce çok yüksek maliyetli olarak değerlendirilen ülkelerde potansiyel olarak cazip bir alternatif haline getirmektedir

Yenilenebilir enerji teknolojilerinde yaşanan ilerlemeler sonucunda, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji maliyetleri, fosil kaynaklı enerji üretim maliyetlerine yaklaştırmaya başlamıştır. Son dönemlerde bazı yenilenebilir enerji kaynakları, enerji üretim maliyetleri açısından fosil kaynaklarla kıyaslandığında daha avantajlı bir konuma ulaşmıştır. Özellikle güneş ve rüzgâr teknolojilerinde elde edilen ilerlemelerin son derece dikkat çekici sonuçları olmuştur. 2010 yılında rüzgâr enerjisinin dünya genelindeki ortalama elektrik maliyeti, en ucuz fosil yakıt kaynaklı elektrik üretim maliyetinin %95 oranında üzerinde iken; 2022 yılında, yeni rüzgâr teknolojilerinin etkisiyle, rüzgâr enerjisinin küresel ortalama elektrik maliyetinin en ucuz fosil yakıt maliyetinin %52 altında olduğu tespit edilmiştir (IRENA, 2022).

Güneş fotovoltaik sistemlerinin (PV) dünya genelinde ağırlıklı ortalama elektrik maliyeti, 2010 yılında fosil yakıt maliyetinin %710 üzerinde olduğu durumda; 2022 yılında fosil yakıt maliyetinden %29 daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Teknolojik gelişmeler ve yenilikler sayesinde yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektrik, pek çok bölgede geleneksel kaynaklarla karşılaştırılabilir bir duruma gelmiştir. Bu durum, küresel yenilenebilir enerji kapasitesinde sürekli bir artış yaratmaktadır. Teknolojik ilerlemelerin yanı sıra, bu teknolojilerin üretimi, kullanımı ve dağıtımıyla ilgili teknik

bilgilere eksiksiz sahip olmak da yenilenebilir enerji üretimi açısından kritik bir unsurdur. Teknik bilgi yetersizliği, yatırım kararı alma süreç boyunca yatırımcılar arasında kaygı yaratmaktadır (Gündüz ve Bicil, 2022).

Teknik bilgi yetersizliğini ortadan kaldırmak ve yatırımcıların sektöre olan güvenini artırmak amacıyla bu alandaki araştırma ve geliştirme faaliyetleri güçlendirilmelidir. Bu tür araştırmalara katılan kuruluşlara ek destek verilmesi gerekmektedir. Ar-Ge çalışmaları, teknolojik bilginin geliştirilmesi ve dağıtılması aracılığıyla yenilenebilir enerji üretimini desteklemektedir (Paramati, vd., 2021).

2.3.4. Destek ve Teşvik Politikaları

Günümüzde birçok ülke, sürdürülebilir kalkınma sistemleri çerçevesinde enerjiye yönelmektedir. Enerji politikalarının ve tüketiminin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla, talep üzerine enerji üretimi sağlamak için çeşitli teşvikler ve teklifler sunulmaktadır. Bu bakış açısını değiştirmenin ve enerji destekleri ile teşvikleri uygulamanın temel nedenleri üç ana kategoride toplanabilir. Birincisi, talebi karşılamak için yeterli miktarda ve uygun fiyatlarla güvenilir ve sorunsuz bir enerji kaynağına erişimi ifade eden enerji arzının esnekliğidir. İkincisi, ileri teknolojiler aracılığıyla kombine enerji üretimi, özellikle yönetim ve yönetim alanlarında ekonomik büyümeyi teşvik eder. Üçüncüsü ise, enerji sektörünün fosil yakıt kullanımının olumsuz etkilerinden korunmasıdır (IEA, 2011).

Ülke odaklı enerji politikaları, bu genişleme rejimi, mevzuat ve destek sistemiyle birlikte, enerji segmentasyonunun geliştirilmesi için hayati öneme sahiptir (Akdağ ve Gözen, 2020). Bunlar, yatırım maliyetlerini düşürerek veya üretim aşamasındaki finansal yükleri azaltarak sektöre yatırımı artırma mekanizmalarını içerir. Bazı mekanizmalar, belirli temiz enerji uygulamalarını hedefleyerek enerji üretimine katkıda bulunur. Ayrıca, uygulanan teşvik sistemlerine bağlı olarak enerji seçenekleri de çeşitlenmektedir. Yenilenebilir enerji için tek bir teşvik politikasının uygulanması beklenen ilerlemeyi sağlamayacaktır. Bu nedenle, her ülke kendine özgü özellikleriyle temelde farklı bir destek politikası ve teşvik karışımı uygulamaktadır.

21. Yüzyıl için Yenilenebilir Enerji Politikaları Ağı (REN21: Renewable Energy Policy Network for the 21st Century) tarafından 2022 yılında yayınlanan Küresel Yenilenebilir Enerji Görünümü Raporu'na göre, stratejik politikalar uygulayan ülke sayısı 2020'de 145'ten 2021'de 156'ya yükselmiştir. Düzenleyici politika çerçevesinde sunulan yaklaşım, artan enerji tüketimi için önemli bir motivasyon kaynağı bulmayı

hedeflemekte ve bu doğrultuda çeşitli teşvikler tasarlanmaktadır. Bu bağlamda, ilgili REN21 raporu 135 ülkenin enerji hedeflerini değiştirdiğini göstermektedir.

2.3.5. Çevresel Faktörler

Yenilenebilir enerji üretimindeki artışa katkıda bulunan faktörlerden biri, fosil yakıt kullanımından kaynaklanan önemli miktardaki emisyonudur. Bölgesel kısıtlamalara ek olarak, bu sorunlar arasında genellikle fosil yakıt kullanımından kaynaklanan CO₂ emisyonlarından kaynaklanan iklim değişikliği ve küresel ısınma da yer almaktadır. Bu koşullar altında ülkeler, farklı koşullar altında faaliyet göstermek zorunda kalmaktadır. Çünkü bu sorunun etkileri yalnızca çevreyle sınırlı değildir; ekonomik, sosyal, kişisel ve bireysel yaşamın merkezinde yer almaktadır (Kocak, 2017). İklim değişikliği düzenlemelerinin artan etkilerine karşı alınan yerel ve uluslararası önlemler, öncelikle fosil enerji kaynaklarından kaynaklanan CO₂ emisyonlarını azaltmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, doğaya zararlı olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, kullanıcılar üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yenilenebilir enerji üretiminin artırılması, karbon emisyonlarını azaltarak iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini en aza indirir.

Küresel iklim değişikliğiyle mücadele çabalarını başarıyla sürdürmek için, tek bir enerji kaynağının kullanılması, birden fazla ekonominin ve enerji üretiminin genişlemesini ve aynı zamanda sürdürülebilir enerji politikalarının ölçeklendirilmesini gerektirir. IRENA, sürdürülebilir bir enerji geleceği için atılması gereken adımları beş ana başlık altında özetlemektedir (Güner ve Turan, 2017):

- Yenilenebilir enerji politikalarına bağlılığın sürdürülmesi,
- Yenilenebilir enerjiye yatırımın artırılması,
- Yenilenebilir enerjinin yaygın kullanımını teşvik etmek için kurumsal ve teknik altyapının sürdürülmesi,
- Yenilenebilir enerjinin sürdürülebilir kalkınmaya potansiyel katkısının vurgulanması,
- Yenilenebilir enerjinin korunması için uluslararası iş birliğinin sürdürülmesi.

Küresel iklim değişikliğiyle mücadelede enerjinin önemi giderek artmaktadır. Son zamanlarda, enerji üretiminin temel itici güçlerinden biri, farklı bölgelerden fosil kaynakların uzaklaştırılması ve küresel enerji patlamalarının yanı sıra enerji arzının güvenliği ve küresel sıcaklık ve iklim ayarlama politikalarını uygulamaya yönelik alınan önlemlerdir (Bamati ve Raoofi, 2020).

sürdürülebilirlik kavramı ilk kez 1713 yılında Hans Carl von Carlowitz tarafından kullanılmış olup, “yaşlı ağaçların kesilmesi ile yeterli sayıda genç ağacın bakımının yapılması arasında birlik kurulmasını ima etmektedir.” (Pisani, 2006).

Engelman (2013)'e göre sürdürülebilir kelimesi günlük dilde kullanımının artması nedeniyle yeşil büyüme gibi belirtilmemiş çevresel değerlere gönderme yapan birtakım kavramlarda kullanılan yeşil sıfatıyla eş anlamlı hale gelmiştir. Günümüzde sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınma kavramıyla eş tutulmaktadır. Bugün anladığımız şekliyle sürdürülebilir kalkınma kavramı, 20. yüzyılda çevre sorunlarının ortaya çıkmasıyla doğmuş ve gelişmiştir. Bu kavram ilk kez Brundlant Raporu (1987) olarak da bilinen “Ortak Geleceğimiz” de yer almıştır. Daha önce 1972 yılında Birleşmiş Milletler (BM) tarafından düzenlenen Stockholm Konferansında çevre sorunlarının varlığı ve kapsamlı önlemlere ihtiyaç olduğu kabul edilmişti. Bu çözüm arayışında sürdürülebilir kalkınmanın bir çözüm noktası olarak ortaya çıkışı 1987 yılında fark edilmiştir.

3.1.1. Tanım ve Kapsam

Sürdürülebilirlik, günümüzde giderek daha önemli hale gelen, çevre, ekonomi ve toplumla ilgili olan bir terimdir. Bu kavram, insanların mevcut ihtiyaçlarını karşılaması için doğal kaynakların kullanımı, gelecek nesillerin de bu kaynaklardan faydalanabilmesini sağlamayı hedefler. Sürdürülebilirlik, ekonomik, sosyal ve büyümeyle birlikte düşünülmelidir. Ekonomik sürdürülebilirlik, iyi bir şekilde kullanılması ve ekonomik gelişmenin sürekli olması demektir. Sosyal sürdürülebilirlik, insanların özgürlüğü, adalet ve güvenli bir yaşam için ihtiyacın olduğu koşulların sağlanmasıdır. Çevresel sürdürülebilirlik ise, doğal çevrenin korunmasını ve ekosistemlerin zararlı etkilerden arındırılarak gelecek nesiller için güvence altına alınması anlamına gelir. Sürdürülebilirlik terimi, günümüzde giderek daha fazla önem kazanırken, gelişmelerle ilgiyi çekmektedir. Şirketler, sürdürülebilirlik faaliyetlerini benimseyerek doğal kaynakları etkin bir şekilde kullanarak hem sağlık hem de kamu yararı sağlayabilirler. Bu nedenle, sürdürülebilirlik anlayışına uygun şekilde faaliyet göstermeleri ve bu alanda yatırım yapmaları büyük bir önem taşıyor. Sürdürülebilir kalkınma, Ortak Geleceğimiz raporunda da belirtildiği gibi “bugünün önceliğidir”. Gelecek nesillerin ihtiyaçlarını ve kendi ihtiyaçlarını karşılamak “Fırsatlardan ödün vermeden duyarlı gelişim” olarak tanımlanmaktadır (BM, 1987).

Sürdürülebilirlik, bu kaynakların devamlılığını sağlayan ve gelecek nesillerin de bu kaynaklardan faydalanmasına olanak tanıyan, insanların ihtiyaçlarını karşılarken,

kaynakların sınırlı olduğunu unutmadan ekonomik, sosyal ve çevresel bütünlüğün sağlanması gerektiğini belirtir. Sürdürülebilirlik ekonomiye, çevreye fayda sağlar ve birçok çevrecinin ilerici olduğu düşünülüyor çünkü topluma, doğal kaynaklara ve geleceğe odaklanılmaktadır.

3.1.2. Sürdürülebilirlik Kavramının Tarihsel Gelişimi

Son yıllarda iklim felaketlerinin sıklaşmasıyla birlikte ortaya çıkan iklim değişikliğine ilişkin tartışmalar sona ermiş ve bu değişikliklerin geri dönüşü olmayacak seviyeye yakın olup olmadığı konusunda tartışmalar başlamıştır. 2007’de Birleşmiş Milletler Hükümetler arası İklim Değişikliği Panelinden (IPCC) bilim insanları, bu değişime en büyük katkının karbondioksit emisyonlarından geldiğini ve bu emisyonlardaki artışın neredeyse tamamının karbondioksit emisyonlarından kaynaklandığını ortaya çıkarmıştır. Ayrıca bunun sebebinin de insanlar olduğunu belirtiyorlar. Bu durum toplumları ve ülkeleri iş dünyasının sürdürülebilirlik kavramına olan ilgisini her anlamda artırdı ve bu konuya ilişkin politika ve stratejiler tartışılmaya başlanmıştır. Sürdürülebilirliğe, iş dünyası söz konusu olduğunda birçok farklı açıdan yaklaşılabilir. Örneğin üretimde sürdürülebilirlik kavramı genel olarak üretim sürecinde çevreye verilen zarar ve olumsuzluklara tepki olarak ortaya atılmaktadır. Kurumsal sosyal sorumlulukla tutarlı ve bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için geliştirdikleri strateji ve yaklaşımlar uzun süredir gündemdedir (Seçkin Gündoğan, 2025).

Uzun vadeli iş sürekliliği ve sürdürülebilirliği göz önünde bulundurarak gündemine alınmaktadır. Bu anlamda ürün tasarımından malzeme geri dönüşümüne kadar imalat fonksiyonunda farklı yaklaşım ve stratejilerin geliştirilmesi kaçınılmazdır. Bu yaklaşımların tümü sürdürülebilir üretim kavramıyla ifade edilebilmektedir. Sürdürülebilirlik kavramı, günümüzde giderek önem kazanan bir konu haline gelmiştir. Bu yaklaşım, ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarıyla ele alınır. Sürdürülebilirlik, bugünün ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin ihtiyaçlarını da göz önünde bulundurarak hareket etmeyi gerektirir. Tarihsel gelişim sürecinde, insanlar doğal kaynakları kullanarak tarım yapmışlardır. Ancak, bu kaynakların sınırlı olduğu fark edilince, sürdürülebilir tarım yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler, toprağın verimliliğini artırmak ve doğal kaynakların korunmasını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Günümüzde sürdürülebilirlik kavramı, tarım sektöründe de önem kazanmıştır. Sürdürülebilir tarım yöntemleri, doğal kaynakların korunması ve toprağın verimliliğinin artırılması için kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında organik tarım, entegre tarım ve biyolojik mücadele yöntemleri yer almaktadır. Sürdürülebilirlik

kavramı, tarım sektörünün yanı sıra diğer sektörlerde de önem kazanmıştır. Endüstriyel üretim süreçleri, enerji üretimi gibi alanlarda da sürdürülebilirlik ilkeleri göz önünde bulundurulmaktadır. Bu sayede doğal kaynakların korunması ve çevrenin korunması sağlanmaktadır.

Sanayi devrimi ve sonrasında ülkelerin hızla gelişmesi ve ticaret ağlarının artmasıyla birlikte, ancak insan merkezli bir yaklaşımla insan ve doğa arasındaki ilişki kopmuştur. Yenilenebilir veya yenilenemez olmasına bakılmaksızın doğal kaynaklar şiddetle yok edilmeye başlanmıştır. Ama dünya küçük ve iklim değişikliği kendini göstermeye başladıkça bu anlayış da değişmektedir (Berктаş ve Dimli Oraklıbel, 2021).

1970'lerdeki petrol krizi sırasında petrol fiyatları artan enerji fiyatlarıyla birlikte ekonomik büyüme yavaşladı ve organizasyonlar farklılaştı ve bunları daha etkin kullanmak için stratejiler geliştirmeye başladılar. 1970-1985 ortalarında tüketici hareketleri başladı ve düzenlemeler artmıştır (Aktaş, 2017).

3.2. Sürdürülebilirlik Boyutları: Ekonomik, Sosyal, Çevresel

Sürdürülebilirlik, sistemin bir bütün olarak istikrarsızlaştırılmadan yapılandırılması gereken sosyal ve ekolojik sistemler arasındaki bir ilişkiyi temsil eder. Sistem teorisi perspektifinden bakıldığında sürdürülebilirlik, genel sistemin dengesini korumayı ve birbirine bağlı alt sistemlerin hem bütünleşmesini hem de gücünü sağlamayı amaçlar. Sürdürülebilirlik araştırmaları yalnızca ekolojik ürünlere değil, aynı zamanda doğayla ilişkili sosyal etkileşimleri genişletmenin sosyal olanaklarına da odaklanır Sürdürülebilirlik, ekolojik, sosyal ve ekonomik bileşenlerin bütünleşmesiyle veya yaşamın sınırlarıyla sınırlı değildir; aynı zamanda bir şeyin korunması veya sürdürülmesiyle ilgili konuları da ele alır (Kekillioğlu, 2023).

Çok zayıf sürdürülebilirlik ilkesi, toplam yatırım varlıklarının zaman içinde sabit kalmasını gerektirir. Bu ilke, bir varlığın azalmasına, ancak yalnızca başka bir sermaye varlığı devam ederse izin verir. Bu nedenle, doğal sermayedeki herhangi bir azalma, başka bir sermaye türündeki artışla veya doğal ya da insan yapımı sermayenin korunmasıyla telafi edilmelidir. Zayıf sürdürülebilirlik yaklaşımında, mevcut sosyal yapılar ve ekonomik sistemler ekolojik krizi çözmek için yeterli kabul edilir. Radikal bir paradigma değişiminin gerekli olmadığı varsayılır. Sürdürülebilirliğin sadık savunucuları, kritik doğal sermayenin bir kısmının başka biçimlerle değiştirilemeyeceğini, toplam sermaye miktarını korumanın yeterli olmadığını ve doğal sermayenin de korunması gerektiğini savunmuşlardır. Çok güçlü bir sürdürülebilirlik perspektifi, küresel ulaşım dayalı insan gelişimi ölçütlerini ele alır. Bu bakış açısına

göre, insan gelişimi, küresel ulaşımın erişebildiği herhangi bir doğal sermaye biçimiyle değiştirilemez kabul edilir ve bu da insan gelişiminin mutlak sınırları olduğu anlamına gelir (Holden vd., 2014).

Sürdürülebilir yönetim, birleşmelerde giderek daha önemli hale gelmektedir. Yeterli kaynağa sahip olanların pazardaki diğerlerine göre rekabet avantajı elde etme olasılığı daha yüksektir. Pazarlamanın sürdürülebilirliğini sağlamak, bunu başarmak için hayati önem taşımaktadır. Kurumsal sürdürülebilirliğin şirketlerin sürdürülebilirliğinde oynadığı kilit rol, özelliklerinin katkısıdır. Kurumsal sürdürülebilirlik, bir şirketin ticari faaliyetlerinde sosyal ve büyüme konularının ve bunlarla ilişkili refahın bilinçli bir şekilde dikkate alınmasıdır. Bu kavram yalnızca finansal büyümeyi değil, aynı zamanda genişlemenin sosyal yönlerini de kapsar. Geleneksel ekonomik sorumluluklar, müşteri memnuniyetine ve finansal büyümeye odaklanır (Ozanne vd., 2016).

Sosyal sorumluluklar toplum üzerindeki etkiyi, hedeflere ulaşmayı ve çalışan sağlığı, sosyal özgürlük, etik ve iş birliği gibi konuları içeren toplulukların refahını ilgilendirir. Çevresel sorumluluklar ise doğal çevreyle ilgili faaliyetlere odaklanır ve ekolojik ayak izini azaltma, çevreyi koruma ve yenilenemeyen atıkları azaltma gibi faaliyetleri içerir. Sürdürülebilir iş yönetimi için çeşitli araçlar ve dönüşümler mevcuttur. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD), bir ürünün hammadde ediniminden üretim, kullanım ve atık yönetimine kadar olan yaşam döngüsü boyunca performansı ve kaynak tahsisini değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Yaşam Döngüsü Maliyetlendirmesi (YDM), ürün ve hizmetlerin yaşam döngüleri boyunca ekonomik etkisini inceler. ISO 14000 serisi, bir ürün veya hizmetin yaşam döngüsü boyunca yapılan iyileştirmeleri değerlendirmek için uluslararası bir standart yöntem sağlar.

3.2.1. Sosyal Sürdürülebilirlik

Sosyal sürdürülebilirliğin temel mantığı, analitik, normatif ve politik alanlar arasında net bir ayırım olmaması ve insanların birini diğerine önceliklendirmesi nedeniyle sosyal sürdürülebilirliği tam olarak anlamanın mümkün olmamasıdır. Bunun bir nedeni, “sosyal süreç” teriminin iki anlam taşımasıdır hem analitik hem de normatif bir anlamı vardır ve oldukça geniş bir şekilde anlaşılmaktadır. Sosyal sürdürülebilirlik, daha genel olarak toplumlar içinde olumlu bir ortam yaratmayı ve sürdürmeyi amaçlayan bir süreç olarak ifade edilebilir. Bu tanım şu ilkeleri içerir (Uyanık Taş, 2024):

- Temel hizmetlere eşit erişim,
- Gelecek nesiller için özgürlük,
- Farklı kültürlere saygı duyan bir ilişki yapısı,
- Özellikle yerel düzeyde sürdürülebilir siyasete vatandaş katılımı,
- Topluluk duygusu,
- Sosyal farkındalığı yaymak için bir sistem,
- Bir sistemin kendini zorlaması için mekanizmalar,
- Dayanışma eylemiyle karşılanamayan ilişkilere destek.

Sürdürülebilir kalkınma üzerine yapılan tartışmaların önemli bir kısmı sosyal eşitliğin önemini vurgulamaktadır. Sivil toplumla uyum içinde olan sosyal sürdürülebilirlik, çeşitli kültürel ve sosyal dağılımların uyum içinde bir arada yaşamasına olanak tanıyan bir ortam yaratırken, toplumun tüm kesimleri için yaşam kalitesini artıran sosyal bağlantılar sağlar. Bu tanım, sosyal sürdürülebilirliği hem topluluk hem de yaşam süresi perspektifinden ele alır. Kentsel sosyal sürdürülebilirlik ise, insan etkileşimleri, iletişim ve kültürel gelişme perspektifinden uzun vadeli, sürdürülebilir bir çevre sağlama yeteneğidir.

3.2.2. Ekonomik Sürdürülebilirlik

Ekonomik sürdürülebilirliğin çok sayıda tanımı bulunmaktadır. Bu farklılıklar, başlangıçta kullanılan sürdürülebilirlik modellerinin çeşitliliğinden kaynaklanmaktadır. Ekonomik sürdürülebilirlik, doğal veya sosyal değişimlerin toplu taşıma üzerindeki etkisini en aza indiren ekonomik kalkınmayı ifade eder. Bu nedenle ekonomik büyüme, doğal veya sosyal değişimlerin azaltılmasıyla genişleme yoluyla sağlanır. Ekonomik sürdürülebilirlik, sürdürülebilir, kârlı ve nakit akışını artıran işletmeler olarak tanımlanır (Njoroge vd., 2019).

İdeal ve sürdürülebilir bir ekonomi, minimum kaynak tüketimiyle yüksek düzeyde genel refaha ulaşmalıdır. Gerçek ekonomik sürdürülebilirlik için doğal kaynaklara olan toplam talebin, doğanın sağladığı paydan daha az olması gerekir.

3.2.3. Çevresel Sürdürülebilirlik

Çevresel Sürdürülebilirlik, gelecek nesiller tarafından kullanılmaya devam edilmesini sağlamak için doğal kaynaklar üzerindeki zararlı etkilerin en aza indirilmesidir. Doğal kaynakların yeniden kullanımı stratejik sürdürülebilirlik açısından oldukça değerlidir. Bu, biyolojik çeşitliliğin, insan sağlığının, hava, su ve toprak kalitesinin korunmasını ve hayvan ve bitki yaşamının sürdürülebilirliğini içerir.

Çevresel sürdürülebilirlik, hava kirliliği, su kirliliği ve atık yönetimi gibi büyümeyi sürdürmeyi amaçlayan büyüme politikalarının geliştirilmesine odaklanır. Ekosistemler ve kaynakların tür çeşitliliği uzun vadede korunmalı ve onlara zarar vermeyecek şekilde kullanılmalıdır. Çevresel sürdürülebilirliğin sürdürülmesi, sosyal ve ekonomik sistemlerin yoğunluğunu ve önemini dikkate almayı gerektirir. Kirlilik azaltma, atık azaltma ve titizlik benimsemek bu sürecin temel bileşenleridir (Kaplukan, 2015).

3.3. Biyolojik Çeşitliliğin Korunması

Biyoeçşitlilik (biyolojik çeşitlilik), insanlar, hayvanlar, bitkiler, mantarlar ve mikroplar dahil olmak üzere birçok canlıyı sürdürülebilir bir şekilde korumayı ve ekosistemler içinde varlıklarını sürdürmelerini sağlamayı amaçlar. Biyoeçşitlilik, insan yaşamının çeşitli yönlerinde önemli bir değere sahiptir. Beslenme, sağlık ve ilaç üretimi gibi insanlara sayısız fayda sağlar. Ayrıca tozlaşma, su ve beslenme teknikleri gibi önemli alanlara da katkıda bulunur. Biyoeçşitliliğin korunmasının tarihi, belirli türleri veya habitatları korumayı amaçlayan en eski koruma çabalarına kadar uzanır. Bu tür ilk koruma çabası, doğal kaynakların ekolojik öneminin korunmasına örnek teşkil eden Yellowstone Milli Parkı'nın 1872'de açılmasıydı. 20. yüzyılda modern koruma hareketinin başlaması, biyoeçşitliliğin korunması ihtiyacını daha da güçlendirdi. Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN) ve Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (CBD) gibi kuruluşlar, küresel biyoeçşitlilik koruma çabalarını koordine etmek için kuruldu. Milli parklar, rezervler ve yaban hayatı koruma alanları gibi kullanılabilir alanlar, biyolojik çeşitliliği korumak ve nesli tükenmekte olan türler için yaşam alanları sağlamak için önemli bir strateji haline gelmiştir. Koruma sistemleri, hasarlı ekosistemlerin restorasyonu, yaşam koşullarının kaybı ve iklim değişikliği nedeniyle kapsamalarını da sınırlamaktadır (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2025; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021).

Çevreleme alanları gibi koruyucu önlemlerin azaltılmasına ve bunların sürdürülebilir kullanımına vurgu yapılmaktadır. Biyolojik çeşitliliği korumak için korunan alanlar oluşturmak, yasa dışı avlanmayı önlemek, doğal yaşam alanlarına verilen zararı önlemek ve iklim değişikliğiyle mücadele etmek gerekmektedir. İklim değişikliği her yıl ekosistemdeki türleri olumsuz etkileyerek yok olmalarına yol açmaktadır. Kutup ayılarının hayatta kalması, buzulların hızla erimesinden olumsuz etkilenmektedir. Akdeniz bölgesinde bol miktarda bulunan *Caretta caretta* türü deniz kaplumbağası, nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıyadır. Deniz kirliliği ve ışık kirliliği nedeniyle sayıları sürekli azalmaktadır. Biyolojik çeşitliliğin korunması, ekosistem bilgi

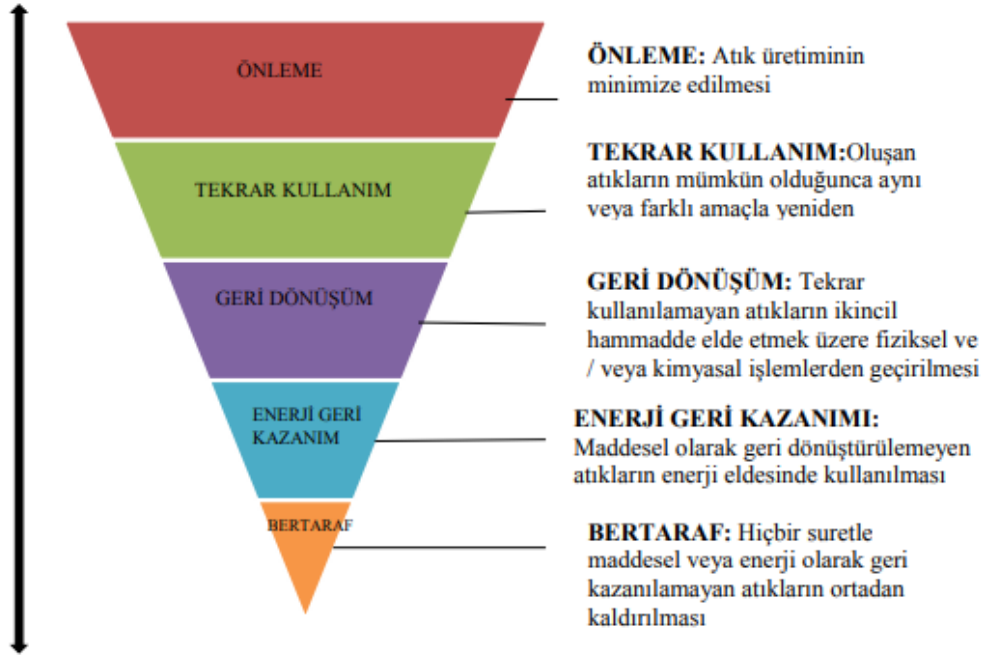
ve sistemlerinin mevcut ve gelecek nesiller için işleyişini güvence altına aldığı için sürdürülebilirlik çabaları açısından hayati önem taşımaktadır. Nesli tükenmekte olan türlere yönelik projeler geliştirmek için bu bölgelerde uluslararası iş birlikleri kurulmalıdır. Biyolojik çeşitliliğin korunması, ekolojik dengenin korunması açısından hayati önem taşımaktadır.

Biyoeçeşitlilik, ekosistem işleyişi ve insan refahı için olmazsa olmazdır. Biyoeçeşitlilik sayesinde ekosistemler istikrarlı kalır ve ekosistem hizmetleri sağlamak için gereklidir. Örneğin, yırtıcılar böcek zararlısı popülasyonlarının kontrol edilmesine yardımcı olurken, farklı bitki türleri su döngüsünün düzenlenmesine ve toprak erozyonunun önlenmesine yardımcı olur (TEEB, 2010).

Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında biyolojik çeşitliliğin korunması, Avrupa Birliği'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin temel unsurlarından biri olarak kabul edilmektedir. Bu doğrultuda yayımlanan 2030 AB Biyoeçeşitlilik Stratejisi, Avrupa'daki biyolojik çeşitlilik kaybını durdurmayı ve bozulan ekosistemleri yeniden onarmayı amaçlamaktadır. Strateji kapsamında, 2030 yılına kadar Avrupa Birliği kara ve deniz alanlarının en az %30'unun koruma altına alınması ve bu alanların önemli bir bölümünün sıkı koruma statüsüne kavuşturulması hedeflenmektedir. Ayrıca ormanlar, sulak alanlar, tarım arazileri ve deniz ekosistemlerinin restorasyonu teşvik edilmekte; habitat kaybı, kirlilik, iklim değişikliği ve istilacı türler gibi biyolojik çeşitliliği tehdit eden unsurlara karşı çeşitli politika ve uygulamalar geliştirilmektedir. Avrupa Yeşil Mutabakatı çerçevesinde uygulanan Biyoeçeşitlilik Stratejisi ve ilgili eylem planları, ekosistem hizmetlerinin güçlendirilmesini, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını ve üye ülkeler arasında iş birliğinin artırılmasını amaçlamaktadır (Avrupa Komisyonu, 2020; Avrupa Parlamentosu, 2021).

3.4. Atık Yönetimi

Çevreye salınan atığın başlangıç durumu, kaynakların nasıl verimli bir şekilde kullanılabileceği konusunda önemli bilgiler içermektedir. Bu bağlamda doğru ve etkin atık yönetimi çevrenin ve kaynakların korunması açısından önemlidir. Atık yönetiminin ilk adımı atıkların çevreye salınmasını önlemek ve doğal kaynakları korumaktır. Atıkların yok edilmesi gereken bir malzeme değil, geri dönüştürülmesi gereken bir malzeme olduğunu kabul etmeliyiz. Bu bağlamda atık yönetiminin amacı, atık olarak değerlendirilen maddenin geri dönüştürülemeyeceği dikkate alınarak yeniden kullanılmasına çalışmaktır (Yoldaş, 2019). Atık yönetiminin basamakları Şekil 2'de özetlenmiştir.



Şekil 2. Atık yönetiminin basamakları (Koç vd., 2018).

Atık yönetimi, devlet denetimi altında planlı ve kontrollü bir şekilde yürütülmektedir ancak sürdürülebilir atık yönetimini sağlamak için toplumun tüm kesimlerinin gönüllü olarak ve aktif olarak sürdürülebilir atık yönetimini teşvik etmesi gerekmektedir. Aksi halde atık yönetimi işlevsel bir nitelik kazanamayacaktır. Üreticiler ve tüketiciler arasındaki güçlü iletişim, atık yönetimini kolaylaştırdığı için sürdürülebilir kalkınmaya da katkı sağlamaktadır. Entegre ve sürdürülebilir atık yönetimi öncesinde, çöp olarak kabul edilen atıklar düzenli veya düzensiz olarak toplanıyor, taşınıyor ve düzenli depolama alanlarına gömülüyordu. Ancak günümüzde kullanılan entegre atık yönetiminde atıkların arıtma, yeniden kullanım, geri dönüşüm ve geri dönüşüm aşamalarından geçmesi gerekmektedir (Tutar vd., 2020).

Atık yönetimi, gelişmiş ülkelerde kurumlar tarafından yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir ve başta Amerika Birleşik Devletleri (ABD) olmak üzere birçok gelişmiş ülkede atık yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. ABD üniversitelerinin yüzde ellisi, atık karakterizasyon araştırmalarına dayalı kurumsallaştırılmış atık programlarına sahiptir. ABD'de üniversitelerin atık azaltma ve geri dönüşüm stratejilerini uygulamaları gerekmektedir. Örneğin Brown Üniversitesi'nde yapılan bir karakterizasyon çalışması, tesiste üretilen atıkların %100'ünün geri dönüştürülebilir olduğunu ortaya çıkarmıştır. Brown Üniversitesi, 1972'den beri bir atık yönetimi programına sahiptir ve şu anda atıklarının %1'ini geri dönüştüren bir kurumdur.

Gelişmekte olan ülkelerde atık yönetimi temel bir halk sağlığı hizmetidir ancak sıklıkla ihmal edilmekte ve birçok sorunla karşı karşıya kalmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin çoğunda atık yönetiminin en sorunlu işlevsel unsuru bertarafıdır (Güler, 2018). Ayrıca artan atık üretimi, yerel yönetim bütçelerine yük getiren yüksek atık bertaraf maliyetleri ve bunu etkileyen çeşitli faktörlerin anlaşılması gibi zorluklar da mevcuttur. Hızlı ekonomik kalkınma ve nüfus artışı, yetersiz altyapı ve yetersiz uzmanlık, gelişmekte olan ülkelerin çoğunda atık bertaraf sorunları yaratmaktadır. Bu aynı zamanda Malezya (Manaf vd., 2009), Filistin, Nijerya (Al-khatib vd., 2010) ve diğer benzer ülkelerde yapılan çalışmalarda da gösterilmiştir. Sorunun çözümü genellikle mali ve teknik eksikliklerden dolayı sınırlıdır.

3.5. Sürdürülebilir Tarım

Sürdürülebilir tarım, çevresel, ekonomik ve sosyal hususları dengeleyen bir tarımsal üretim süreçleri yönetim yaklaşımıdır. Tarım sektörü, küresel gıda güvenliğinin sağlanması, kırsal kalkınmanın teşvik edilmesi ve çevrenin korunması için vazgeçilmezdir. Doğal kaynakların desteklenmesi ve yönetimi için hayati önem taşır. Avrupa Birliği (AB) sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda benimsediği Avrupa Yeşil Mutabakatı, tarım sektörünün dönüşümü için kapsamlı bir çerçeve sunar. Bir strateji sunar. Tarım sektörü, özellikle “Çiftlikten Sofraya” stratejisi çerçevesinde büyük değişiklikler öngören bu yaklaşımın merkezinde yer alır. Bu stratejinin amacı, gıda sistemlerinin çevresel etkisini azaltmak ve sürdürülebilirliği teşvik etmektir. Bu strateji, tarımsal üretimden tüketiciye kadar gıda zincirinin tüm aşamalarında çevresel sürdürülebilirliği artırmayı amaçlamaktadır. Bunun nedenleri ve yöntemleri arasında, tarımsal ürün tüketimini artırmayı amaçlayan “Çiftlikten Sofraya” stratejisi de yer almaktadır. Tarımsal üretimin çevresel etkisini azaltmak, gıda israfını en aza indirmek ve insan sağlığını iyileştirmek, bu stratejinin temel hedeflerinden bazılarıdır. Bu, organik tarımın teşvik edilmesini ve daha sürdürülebilir gıda sistemlerinin oluşturulmasını içerir (European Commission, 2020). Ayrıca, Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın tarım sektörü üzerindeki etkisini incelemeyi de amaçlamaktadır. Üretimi artırmak için tarım politikalarına yönelik finansal teşvikler ve düzenleyici reformlar planlanmaktadır (European Commission, 2019).

Sürdürülebilir tarım, toprak sağlığını, su kaynakları yönetimini ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını destekler. Çevresel etkiyi azaltmak gibi çeşitli hedeflere ulaşılmasını sağlar. Avrupa Yeşil Mutabakatı, bu hedeflere ulaşmak için çeşitli yollar özetlemektedir. Örneğin, çevresel etkiyi azaltmak için tarımsal üretimde çeşitli

girişimler teşvik edilmektedir. Bunlar arasında organik tarım, minimum işleme yöntemleri ve agroekolojik teknikler yer almaktadır. Organik tarım, sürdürülebilir tarım uygulamalarına bir örnektir. Organik tarım, kimyasal gübre ve pestisit kullanımından kaçınarak doğal yöntemlerle gıda üretmeyi amaçlar. Avrupa Yeşil Mutabakatı, organik tarımın hedeflerini belirler ve bunu teşvik etmek için çeşitli yaklaşımları açıklar. Örneğin, Avrupa Komisyonu, organik tarım alanlarını genişleterek ve organik ürünlerin pazar payını artırarak organik tarımı teşvik etmeyi amaçlamaktadır (European Commission, 2021). Ayrıca, organik tarım uygulamalarını teşvik etmek için çeşitli finansal teşvikler ve mevzuatlar mevcuttur.

3.6. Sürdürülebilir Ulaşım

Sürdürülebilir ulaşım çözümleri bu fikir birliğinin merkezinde yer almaktadır, zira ulaşım sektörü AB'deki tüm sera gazı emisyonlarının yaklaşık %25'inden sorumludur (European Commission, 2020). Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın sürdürülebilir ulaşım hedefleri emisyonların azaltılmasına ve yeşil teknolojilerin teşvik edilmesine odaklanmaktadır. Bu hedefler arasında yeşil teknolojilerin entegre edilmesi, elektrikli araçların teşvik edilmesi, toplu taşımanın iyileştirilmesi ve emisyonların azaltılması yer almaktadır. Ana hedeflerden biri ulaşım sektöründen kaynaklanan emisyonları 1990 seviyelerine kıyasla %90 oranında azaltmaktır. Amaç, fosil yakıt kullanımını azaltmak ve ulaşımın enerji verimliliğini artırmaktır (European Commission, 2019). Emisyon azaltma planı elektrikli araçlara odaklanmaktadır. Elektrikli araç sayısını artırmak ve bu araçlar için gerekli altyapıyı iyileştirmek için AB çeşitli teşvikler ve yatırımlar sunmaktadır. Sürdürülebilir ulaşım stratejilerinin bir diğer önemli unsuru da çevre dostu alternatiflerin teşvik edilmesi ve ulaşım verimliliğinin artırılmasıdır. Sonuç olarak, toplu taşıma sistemlerine yapılan yatırımlar artmakta ve yenilikçi sürdürülebilir mobilite seçenekleri teşvik edilmektedir. Yeşil teknolojilerin ulaşım sektörüne entegrasyonu hem altyapı hem de araçlar için yenilikçi çözümlerin geliştirilmesini gerektirmektedir. Bu, elektrikli araçlardan hidrojen yakıt hücrelerine kadar geniş bir teknoloji yelpazesini kapsamaktadır.

Avrupa Yeşil Mutabakatı çerçevesinde sürdürülebilir ulaşımı teşvik etmek için çeşitli girişimler uygulanmaktadır. Elektrikli araçların yaygınlaştırılması, Anayasa Mahkemesi'nin temel stratejilerinden biridir. Avrupa Komisyonu, 2025 yılına kadar bir milyon halka açık şarj istasyonu kurarak elektrikli araçların yaygın olarak benimsenmesini hedeflemektedir. Bu planın amacı, elektrikli otomobillerin benimsenmesini teşvik etmek ve emisyonları azaltmaktır. Hidrojen yakıt hücreli araçlar

ve diğ er alternatif yakıt teknolojileri, ulaşım sektörünün karbonsuzlaştırılmasında kilit rol oynamaktadır. AB, bu teknolojilerle ilgili araştırma ve geliştirme girişimlerine önemli yatırımlar yapmaktadır (European Commission, 2020).

Ulaşım altyapısının iyileştirilmesi, sürdürülebilir bir ulaşım planının bir parçasıdır. Bu nedenle bisiklet yolları, elektrikli otobüsler ve raylı sistemler gibi yeşil ulaşım araçlarına yatırım yapılmaktadır. Ulaşım planlamasını bölgesel kalkınmayla bütünleştirmek, sürdürülebilir şehirler yaratmak için elzem bir hale gelmiştir.

Sürdürülebilir ulaşım politikalarıyla bazı kritik engellerin aşılması gerekiyor. Elektrikli otomobiller için gerekli şarj altyapısının kurulması önemli yatırım ve koordinasyon gerektiriyor. AB üyesi olan Avrupa Sayıştay (2020), elektrikli otomobiller için gerekli şarj altyapısının geliştirilmesi için önemli yatırım ve koordinasyon gerektiğini tespit etmiştir. Ülkeler arasında şarj altyapısında önemli bir açığın bulunduğunu ve bu açığın kapatılmasının zaman alacağını belirtmiştir.

Avrupa Otomobil Üreticileri Birliği (2021)'ne göre bu dönüşüm süreci, önemli finansal zorlukları da beraberinde getirmektedir (2021). Sürdürülebilir ulaşım stratejilerinin başarısı, büyük ölçüde kamuoyunun desteğine ve bireylerin yeni ulaşım biçimlerine uyum sağlayabilmesine bağlıdır. Bu durum, söz konusu stratejilerin etkin biçimde uygulanabilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. European Commission (Avrupa Komisyonu) tarafından gerçekleştirilen araştırmalar, vatandaşların çevre dostu ulaşım seçeneklerine yönelik farkındalığının giderek arttığını, ancak değişime karşı belirli bir isteksizliğin de sürdüğünü ortaya koymaktadır (European Commission, 2021).

Bu çerçevede, sürdürülebilir ulaşım stratejilerinin uygulanması; altyapı eksiklikleri ile teknolojik, ekonomik ve davranışsal engeller nedeniyle sınırlanmaktadır. Bununla birlikte, sürdürülebilir ulaşım uygulamalarında başarılı olarak değerlendirilebilecek çeşitli uluslararası örnekler bulunmaktadır. Bu örnekler, sürdürülebilir ulaşım politikalarının etkili biçimde uygulanmasına ilişkin önemli bilgiler sunmaktadır. Elektrikli araçların yaygınlaştırılması konusunda Norveç, küresel ölçekte başarılı bir örnek olarak öne çıkmaktadır. Norveç hükümeti, elektrikli araç kullanımını teşvik etmek amacıyla vergi muafiyetleri sağlamakta, şarj altyapısını geliştirmekte ve elektrikli araçlara otobüs şeritlerini kullanma imkânı tanımaktadır. Uygulanan bu teşvikler, ülke genelinde elektrikli araç kullanımının yaygınlaşmasına önemli ölçüde katkı sağlamıştır (European Commission, 2021).

3.7. Yeşil Finans

Yeşil finans, çevresel sürdürülebilirliği ele alan bir programlama yöntemi olarak varlığını sürdürmektedir. İklim değişikliği, çevre kirliliği ve doğal üreme gibi küresel zorluklar karşısında, yeşil finans ekonomik yapılarda giderek daha önemli bir rol oynamakta ve sorumlu yatırımları teşvik etmektedir (OECD, 2021; Dünya Bankası, 2020). Bu model, sosyal ve yönetim politikalarıyla uyumlu bir finansal yapıyı ve sürdürülebilirlik hedeflerini içeren çözümler uygulama stratejisini birleştirmeyi amaçlamaktadır.

Yeşil finansın temel bütçesi, çevre dostu üretimi finanse etmek ve uygulanmasına katkıda bulunmak için tahsis edilen fonlardan oluşmaktadır. Bu projeler enerji tasarrufu, iyileştirilmiş atık yönetimi ve su tasarrufu ve sanitasyon desteği gibi sürdürülebilirlikle ilgili faaliyetler çerçevesinde şekillenmektedir (Birleşmiş Milletler Çevre Programı: UNEP, 2022).

Yeşil finansın en önemli sonuçlarından biri, değer odaklı finansmana vurgu yapması ve çevre dostu teknolojilerin tanıtımını ve yaygınlaşmasını teşvik etmesidir. Bu yaklaşım, düşük karbonlu bir ekonomiye geçişi hızlandırır ve enerji yatırımlarının ekonomik gerekçesini güçlendirir (World Economic Forum, 2022). Ayrıca, yeşil enerji zararlı emisyonların azaltılmasına yardımcı olarak doğal kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlar (OECD, 2021).

Yeşil finans yaklaşımı, yatırım kararlarının finansal ve ekonomik büyüme arasındaki etkileşime dayanmasını sağlar. Bu, finans sektörünün çevre dostu projeleri desteklemesini ve böylece sürdürülebilir ekonomik kullanıma katkıda bulunmasını sağlar (World Economic Forum, 2022). Ayrıca, yeşil enerjiye yapılan yatırımlar yoluyla karbon emisyonlarının azaltılması ve enerji verimliliğinin artırılması, dirençli bir iş dünyası yaratma hedefini destekler (European Investment Bank, 2021). Sonuç olarak, yeşil finans yalnızca bir yatırım aracı değil, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınmanın da önemli bir bileşenidir. Bu yaklaşım, finansal istikrarın korunmasında ve sorumluluk duygusunun geliştirilmesinde önemli bir rol oynar.

Yeşil finansmanı genişletmek ve daha geniş bir kitleye ulaştırmak için çeşitli teşvik sistemleri ve planları uygulanabilir. Yeşil enerjiye devlet desteği, vergi muafiyetleri ve yeşil enerji kaynaklarına kolay erişim önemli gelişmelerdir. Ayrıca, sivil toplum kuruluşları ve medya aracılığıyla yeşil kaynakların artırılmasının öneminin vurgulanması, bu alandaki bilginin korunmasına katkıda bulunacaktır. Bu bağlamda yeşil enerji, çevre dostu projelere kaynak sağlayan ve sürdürülebilirliğe katkıda bulunan önemli bir enerji sistemi olarak öne çıkmaktadır. Bu modelin yaygınlaştırılması ve daha

geniş kitlelere ulaştırılması için devletin, finans sektörünün, şirketlerin ve sivil toplum kuruluşlarının iş birliği içinde çalışması gerekmektedir. Yeşil finansmanın kullanılmasıyla birlikte çevreye duyarlı projelerin desteklenmesi ve sürdürülebilirlik ilkesinin benimsenmesi konusunda önemli adımlar atılmaktadır.

Avrupa Yeşil Mutabakat diplomasisinin geliştirdiği bir diğer araç ise yatırım ve finansal gücün konuşlandırılmasıdır. Avrupa Yeşil Mutabakatının hedeflerinden etkin bir şekilde yararlanmak ve sürdürülebilir ve kapsayıcı bir ekonomiyi desteklemek için gerekli finansal piyasaları oluşturmak hayati önem taşımaktadır. Nitekim bu dönüşüm süreci, kilit sektörlerde önemli değişiklikler ve yatırımlar gerektirmektedir. Avrupa Merkez Bankası, “yeşil finans” fonunu genişletmek için bir eylem planı oluşturmuştur. Bu yöntemlerin kesin şekli henüz belirsiz olmakla birlikte, olası yaklaşımlardan biri, AB üretiminin daha fazla aksamasını veya karbon emisyonlarının transferinin artmasını önlemek için yalnızca kredi ve hibe gibi finansal desteğe dayanan bir Yeşil Liste'dir. Avrupa Yeşil Mutabakatının amacı, AB'nin sürecini tamamlamak için finansal fırsatlar sağlama konusundaki uzmanlık alanıdır ve bu fırsatları sağlamak üzere bir program olarak belirlenmiştir (AB, 2024).

Avrupa Sürdürülebilir Kalkınma Fonu Plus (EFSD+) çerçevesi kapsamında AB, bütçe garantileri ve teminat yöntemleri de dahil olmak üzere çeşitli finansal modeller aracılığıyla çok çeşitli kamu, belediye ve özel sektör yatırım projelerini desteklemeyi amaçlamaktadır. 2027-2028 dönemi için 40 milyar avroluk bir garanti sağlamayı taahhüt etmiştir (Numanoğlu ve Ağaayak, 2020).

Sermaye Piyasası Konseyi, 24 Şubat 2022 itibarıyla düşük karbonlu ekonomik büyümeyi destekleyen projelerin finansmanını kolaylaştırmak amacıyla “Yeşil Borç Finansmanı”, “Sürdürülebilir Borç Finansmanı”, “Yeşil Kiralama Sertifikası” ve “Sürdürülebilir Kalkınma” kampanyalarını başlatılmıştır. Sertifika Kılavuzu Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası, Aralık 2021'de Finansal Sistemin Yeşilleştirilmesi Ağı (NGFS)'na katılarak ilgili uluslararası girişimlere katılmaya başlamıştır (Numanoğlu ve Ağaayak, 2020).

3.8. Sürdürülebilir Kalkınma

Sürdürülebilirlik ifade edilirken sıklıkla ekonomik kavramlarla birlikte ele alınmaktadır. Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınmanın sıklıkla eşanlamlı olmasının nedenidir ve akıllıca kullanılmalıdır. Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından tanımlandığı şekliyle sürdürülebilir kalkınma kavramı, “insan ihtiyaçlarının bugünden gelecek nesillere kadar karşılanması anlamına gelmektedir ve ihtiyaçlarını

karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılamaktır” (BM, 1987) şeklinde ifade edilir. Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından tanımlandığı şekliyle sürdürülebilirlik tüm insan faaliyetleriyle sağlanabilmektedir ve pek çok farklı konuyu içermektedir. Birleşmiş Milletler 2005 Dünya Zirvesi’nde sürdürülebilir kalkınma üç alt başlıkta tanımlandı: ekonomik kalkınma, sosyal kalkınma ve çevrenin korunmasıdır.

Ekonomik kalkınmada sürdürülebilirliğin sağlanması, küresel kaynakların sınırlı olması nedeniyle ekonomik faaliyetlerde kaynakların dikkatli kullanılmasını gerektirmektedir. Toplumsal kalkınma açısından sürdürülebilirlik, tamamen tüketime dayalı bir toplumdan, çevreye duyarlı ve bu tüketimin farkında olan bir topluma geçişi ifade etmektedir. Çevre koruma açısından sürdürülebilirlik, çevreyle etkileşimde bulunduğu ve geri dönüşüme yönelik faaliyetlerde bulunduğu çevreyi en doğal haliyle muhafaza edebilecek davranışların benimsenmesi olarak tanımlanabilir. Ekolojik çevre insan faaliyetleri nedeniyle zarar görmekte veya yok edilmektedir. Birleşmiş Milletler bünyesinde sürdürülebilir kalkınmaya büyük önem verilmektedir. Ülkelerin bu konuya gereken önemi vermesini ve yöneticilerin ulusal düzeyde sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen politikalar geliştirmesini sağlamak amacıyla birtakım göstergeler geliştirilmiştir. Sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, ekonomik ve çevresel birçok konuyu kapsayan bir olgu haline geldiği görülmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma, günümüz dünyasında giderek önem kazanan bir kavram haline gelmiştir. Bu kavram, insanların yaşam kalitesini arttırmak amacıyla ekonomik, sosyal ve çevresel faktörleri bir arada ele alan bir yaklaşımı ifade eder. Sürdürülebilir kalkınmanın temel amacı, gelecek nesillere daha iyi bir dünya bırakmak ve kaynakları verimli bir şekilde kullanarak dünya ekonomisini sürdürülebilir hale getirmektir. Sürdürülebilir kalkınma, çevre ve ekonomi arasındaki dengeyi sağlamayı hedefler. Bu dengeyi sağlamak için çevrenin korunması ve kaynakların verimli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir kalkınma kapsamında çevre dostu teknolojilerin kullanımı teşvik edilmekte ve atık yönetimi gibi konulara özel önem verilmektedir. Bu hedefe ulaşmak için eğitim, sağlık, barınma gibi temel ihtiyaçların karşılanması ve iş imkanlarının artırılması gibi konulara özel önem verilmektedir. Sürdürülebilir kalkınma, uluslararası bir yaklaşım olarak da kabul edilmektedir. Birçok ülke, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda politikalar geliştirmekte ve uygulamaktadır. Bu politikaların uygulanması için uluslararası iş birliği ve koordinasyon da önemlidir.

BM sürdürülebilir kalkınma temaları; fakirliğin azaltılması, yönetim, sağlık, eğitim, demografik yapı, doğal hava değişiklikleri, atmosfer, karalar, okyanuslar,

denizler ve kıyılar, tatlı su kaynakları, biyolojik çeşitlilik, ekonomik kalkınma, küresel ekonomik ortaklık ile tüketim ve üretim kalıpları gibi çok boyutlu alanları kapsamaktadır.

Ekolojik ekonomi, disiplinler arası bilimsel araştırmalar ekonomi ve ekosistemler arasındaki bağlantıyı incelemektedir. Bu bir araştırma dalı olarak ifade edilebilir. Bu alanın öncülerinden Herman E. Daly (2007: 86), üretim süreçleri yalnızca doğal açıdan iyi olanı üretmez, bunun sonucunda hem iyilik hem de kötülük yaratılacaktır. Burada önemli olan bu gereklilik, üretim miktarının ekosistemin atıkları absorbe etme ve tüketilen kaynakları yeniden üretme yeteneğini aşmaması, ancak bu “ekonominin ekolojik olarak sürdürülebilir olmasını” sağlamasıdır.

Sürdürülebilir kalkınma kavramı, BM'nin “Ortak Geleceğimiz” raporunda da belirtildiği gibi, gelecek nesillerin haklarını korurken, doğal kaynakların kullanımına yönelik mevcut ihtiyaçların karşılanmasını içermektedir. Raporun ilerleyen bölümlerinde bu anlayışın iki temel kavramı ele aldığı ifade edilmektedir (BM, 1987):

- “İhtiyaçlar” kavramı, özellikle dünyadaki yoksulların temel ihtiyaçları, bu ihtiyaçlara öncelik verilmesi gerektiğini öne sürmektedir.

- Teknolojinin ve sosyal organizasyonun mevcut ve gelecekteki ihtiyaçları karşılama becerisine dayattığı “sınırlar” fikri. Bu nedenle sosyo-ekonomik kalkınma hedefleri açıklanırken gelişmiş, gelişmekte olan, pazar odaklı olsun ya da olmasın tüm ülkelerde sürdürülebilirliğin esas alınması gerektiği vurgulanıyor. Kalkınma politikaları kaynaklara erişimdeki ve maliyet ve faydaların dağıtımındaki değişiklikleri hesaba katmadıkça, fiziksel sürdürülebilirlik garanti edilemez.

Görüldüğü gibi Birleşmiş Milletler, sürdürülebilirlik kavramının gelişmiş olan veya gelişmekte olan tüm ülkelerde uygulanmasını hedeflemektedir. Doğaya bütünsel bir yaklaşım benimsenerek, kalkınma politikalarında ekonomi ile doğal denge arasındaki karşılıklı bağımlılığın dikkate alınması gerektiği belirtildi. Sürdürülebilirliğin Birleşmiş Milletler tarafından belirlenen 17 temel hedefi vardır. Bunlar; yoksulluğun sona erdirilmesi, sağlık ve yaşam kalitesi, kaliteli eğitim, cinsiyet eşitliği, içme suyu ve sanitasyon, temiz ve erişilebilir enerji, insana yakışır iş ve ekonomik büyüme, endüstriyel inovasyon ve altyapı, eşitsizliğin azaltılması, sürdürülebilir şehirler ve topluluklar, sorumlu üretim ve tüketim odağı, iklim eylemi, suda yaşam, karada yaşam, barış ve adalet ve güçlü kurumlar ve hedefler için ortaklıklar (UNDP, 2015). Sürdürülebilir kalkınmanın birçok yönü olmasına rağmen ekonomik yönü de çok önemlidir çünkü ekonomik değişimler doğrudan üretim süreciyle ilgilidir. Sürdürülebilir kalkınma kavramı en geniş anlamıyla insan ve doğa arasındaki uyumu artırmayı

amaçlamaktadır. Birleşmiş Milletler bu anlayış üzerinde yoğunlaşmış ancak tek tek ülke ve kuruluşlara yaptırım uygulanması henüz mümkün olmadığından bazı bağlayıcı unsurlar tespit edilmiştir (BM, 1987):

- İnsanların karar alma süreçlerine aktif katılımını sağlayan bir siyasal sistem,
- Teknik bilgi ve artı üretimi kendi çabalarıyla ve sürdürülebilir bir şekilde sağlayabilen bir ekonomik sistem,
- Uyumsuz gelişmeden kaynaklanan gerilimlere yanıt verebilecek bir sosyal sistem.
- Kalkınma için gerekli olan ekolojik temelin korunmasına saygılı bir üretim sistemi,
- Sürekli yeni çözümler arayabilen bir teknoloji sistemi,
- Ticaret ve finasta sürdürülebilir düzeni destekleyen uluslararası bir sistem,
- Kendi kendini ayarlayabilen esnek yönetim sistemi.

İnsanın doğanın sağladığı kaynaklardan ne kadarına ihtiyaç duyduğu sorusu, ekolojik sistemlerin farklı bir bakış açısıyla değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu hedefe ulaşmak için William E. Rees (1992), 30 yıl boyunca doğayı dikkate alan ekonomik modeller üzerinde çalışmış ve 1992 yılında “ekolojik ayak izi” teorisini geliştirmiştir. Ekolojik ayak izi insanların tükettiği kaynakları üretmek için gereken su ve toprak miktarını ölçmektedir. Bu ölçüm sayesinde insanlığın varlığını devam ettirebilmesi için ihtiyaç duyduğu arazi alanını hesaplamak mümkündür. Bu kaynakların daha akıllıca kullanılması için bu tür hesaplamalar gereklidir. Küresel Ayak İzi Ağı’nın son rakamlarına göre bugün insanlar dünyanın her yıl yenileyebileceğinden daha fazlasını tüketiyor: “Dünyanın bir yılda tüketileni yenilemek için bir yıl dört aya ihtiyacı var” (Global Footprint Network, 2008). Bu verilerin gösterdiği gibi, mevcut tüketim alışkanlıkları ve üretim teknolojileriyle insan yaşamını uzun vadede sürdürmek mümkün görünmüyor. Dolayısıyla doğanın sunduğu bu kaynaklardan yararlanılırken, doğanın yarattığı uzun vadeli etkilerin de dikkate alınması gerekir. Bu durum, bu kaynakların her türlü insan faaliyetinde nasıl değerlendirilmesi gerektiği sorusunu gündeme getirmektedir.

3.9. Sürdürülebilirliğin Uygulanması

Sürdürülebilirliğin uygulanmasına yönelik uluslararası çalışmalar, çevresel sorunların küresel ölçekte ele alınmasını sağlamış ve sürdürülebilir kalkınma anlayışının kurumsallaşmasına önemli katkılar sunmuştur. Bu kapsamda gerçekleştirilen

konferanslar ve yayımlanan raporlar, sürdürülebilirlik politikalarının gelişim sürecinde belirleyici dönüm noktaları olarak değerlendirilmektedir. Bunlar aşağıda özetlenmiştir.

- Stockholm Konferansı (1972):

Stockholm Konferansı, 14-15 Nisan 2021 tarihlerinde düzenlenen uluslararası bir forumdur. Bu etkinlik, iklim, iklim değişikliği ve sürdürülebilirliğe odaklanmış; çeşitli disiplinlerden çok sayıda uzman ve liderin katılımıyla gerçekleştirilmiştir (UNEP, 2021). Etkinlik, küresel büyümenin zorluklarını ele alarak sürdürülebilirliği artırmak için önemli bir zemin hazırlamıştır. Konferans sırasında çevre ve sürdürülebilirlik konularının önemi, bunların uygulanması ve bu alanlardaki gelecekteki çalışmalar tartışılmıştır (UNEP, 2021; United Nations, 2022). Katılımcılar, iklim değişikliği ve çevre kirliliğiyle ilgili küresel politikaları değerlendirmiş; sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için gereken stratejiler üzerinde durmuşlardır (OECD, 2021). Sonuç bildirgesi, çevre ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişkide uluslararası iş birliğinin rolünü vurgulayarak, yalnızca hükümetlerden değil, aynı zamanda özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarından da katkı sağlanması gerektiğini belirtmiştir (BM, 2022). Stockholm Konferansı, çevreyi ve sürdürülebilirliği iyileştirerek bu alanlardaki çalışmalar için değerli bir platform sağlamıştır. Sonuç olarak, uluslararası iş birliği ve ilgili tüm sorumlulukların yerine getirilmesi küresel hedeflere ulaşmak için elzemdir (UNEP, 2021).

Stockholm Bildirgesi (Uluslararası İnsan ve Çevre Konferansı Bildirgesi), insanların çevre hakkındaki farkındalığının gelişiminde ilk adım olarak 5 Haziran 1972'de Stockholm'de düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı'nda ilan edilmiştir (BM, 1972).

Stockholm Bildirgesi, BM çatısı altında bir araya gelen tüm insanlığın ortak mirası olan çevreyi koruma ve birlikte yaşama arzusunu ortaya koyan önemli bir belge niteliğindedir (BM, 1972). Kapsamlı bir hazırlık sürecinin ardından, ulusal yasal düzenlemelere uygun olarak düzenlenen Stockholm Konferansı, 5–16 Haziran 1972 tarihleri arasında 114 ülke temsilcisinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir (UNEP, 2021). Ayrıca 40 sivil toplum kuruluşu ve 1.500 gazeteci de sürece uluslararası ölçekte katılım sağlamıştır (Şahin, 2020).

Bu konferansta çevre hakları ilk kez uluslararası düzeyde tanımlanmış ve çevreyle ilgili müzakereler hız kazanmıştır (BM, 1972). 26 ilkeyi içeren Stockholm Bildirgesi, özgürlüğü ve yeterli yaşam koşullarını garanti altına alan büyümenin temel bir insan hakkı olduğunu belirtmiştir. Bildirgede, hava, toprak, bitki örtüsü, hayvanlar ve ekosistemlerin korunması; yaban hayatı ve yaşam döngüsünün güvence altına alınması;

deniz kirliliğinin önlenmesi ve doğal kaynakların sürdürülebilir biçimde korunması gibi konulara dikkat çekilmiştir (UNEP, 2021).

Ayrıca, ekonomik ve sosyal kalkınmada büyümenin sürekli korunmasının yanı sıra çevresel bozulmanın önlenmesi de desteklenmiştir. Bildirge, ulusal ve uluslararası çevre hukuku ilkelerini vurgulamış, çevre kuruluşlarıyla iş birliğini teşvik etmiş ve temel ilkelere atıfta bulunmak için esnek çerçeveler oluşturmuştur (BM, 1972). Son olarak, “İnsanlar ve Çevre” başlıklı 109 öneriyi içeren İnsanlar ve Çevre Eylem Planı kabul edilmiş ve uygulanmaya başlanmıştır. Bu kapsamda Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) kurulmuş ve merkezi Nairobi, Kenya olarak belirlenmiştir (UNEP, 2021).

Konferansın kapsamı ile ilgili genel görüşler şu şekildedir (BM, 1972):

1. İnsan hem çevre tarafından yaratılmıştır hem de çevresini şekillendirir. Bu ortam, insanların sadece maddi ihtiyaçlarını karşılamakla kalmayıp, aynı zamanda insanların entelektüel, ahlaki, sosyal ve ruhsal açıdan gelişmelerine de fırsatlar yaratmaktadır. Bilim ve teknolojinin hızlı gelişimiyle birleştiğinde, gezegenimizdeki insan evriminin uzun ve kaotik süreci, insanların çevrelerini sayısız şekilde ve tarihte benzeri görülmemiş bir ölçekte değiştirme yeteneğine sahip olduğu noktaya ulaştı. İnsan çevresinin her iki yönü de (yani hem doğal hem de insan yapımı) temel insan haklarından, özellikle de yaşam hakkından yararlanmak için kesinlikle gereklidir.

2. İnsan çevresinin korunması ve geliştirilmesi, dünya çapında insanların mutluluğunu ve gelişimini etkileyen önemli bir konu, herkesin arzusu ve herkesin görevidir.

3. İnsanlar sürekli deneyim biriktirir. Her zaman keşfetmeye, icat etmeye, yaratmaya ve ilerlemeye çalışır. Günümüzde insanın çevreyi değiştirme yeteneği, eğer akıllıca kullanılırsa, herkes için gelişme sağlayabilir ve yaşam kalitesini artırabilir. Yanlış veya dikkatsiz kullanıldığında insanlar ve çevreye öngörülemez zararlar verebilir. Dünyanın birçok yerinde insanların çevreye verdiği zarara dair giderek daha fazla kanıt görüyoruz: canlı organizmalar, hava, toprak ve su üzerinde yüksek düzeyde kirlilik; biyosferin ekolojik dengesinde istenmeyen rahatsızlıklar yenilenemeyen kaynakların azaltılması ve ortadan kaldırılması yaşama ve çalışma alanlarındaki büyük eksiklikler insanların fiziksel, ruhsal ve sosyal sağlığına zarar vermektedir.

4. Gelişmekte olan ülkelerdeki çevre sorunlarının çoğu az gelişmişlikten kaynaklanmaktadır. Milyonlarca insan, insan onuruna yakışır bir yaşam için gereken asgari düzeyin altında yaşıyor. Yiyecek, giyecek, barınma, eğitim, sağlık ve temizlikten yoksunlar. Bunu başarmak için gelişmekte olan ülkelerin çabalarını kalkınmaya

yönlendirmeleri gerekiyor ancak bunu yaparken de önceliklerini net bir şekilde tanımlamaları ve çevreyi korumaları ve iyileştirmeleri gerekiyor. Gelişmiş ülkeler de kendileriyle gelişmekte olan ülkeler arasındaki uçurumu daraltmaya çalışmalıdır. Gelişmiş ülkelerdeki çevre sorunları çoğunlukla endüstriyel ve teknolojik ilerlemelerden kaynaklanmaktadır.

5. Doğal nüfus artışı sürekli olarak çevre koruma sorunları yaratmaktadır. Bu sorunlara yönelik gerekli politikaların oluşturulması ve önleyici tedbirlerin alınması gerekmektedir. Dünyanın en değerli varlığı insandır. Sosyal ilerlemeyi teşvik eden, bilimi ve teknolojiyi geliştiren ve çalışmalarını aracılığıyla çevreyi dönüştüren insanlardır. Bilimsel, teknolojik, toplumsal ilerleme ve artan üretimle birlikte insanın çevreyi iyileştirme yeteneği de artmaktadır.

6. Artık eylemlerimizi dünya çapında çevreye etkilerini dikkate alarak daha dikkatli planlanması gereken bir noktadadır. Cehalet ve ilgisizlik nedeniyle, tüm yaşamımızın ve refahımızın bağlı olduğu gezegenimizin çevresine çok büyük ve onarılamaz zararlar verilebilir. Bugün yaşayanlar ve gelecek nesiller için çevreyi korumak ve geliştirmek, ekonomik kalkınma ve dünya barışının tesisleriyle birlikte ulaşmaya çalışacağımız kaçınılmaz bir hedefdir.

7. Bu hedefe ulaşmak için her düzeydeki kişi, topluluk ve kuruluşların sorumluluklarını üstlenmeleri ve ortak hedefe yönelik eşit çaba göstermeleri gerekmektedir. Bireyler ve kuruluşlar hem bağlı oldukları değerlerle hem de yaptıkları her eylemle yarının çevresini şekillendireceklerdir. Kendi alanlarında çevre politikalarının geliştirilmesi ve uygulanmasında en büyük sorumluluk yerel ve merkezi yönetimlere düşecektir. Gelişmekte olan ülkelerin çevresel sorumluluklarını yerine getirebilmeleri için ihtiyaç duyulan kaynakların üretilmesi amacıyla uluslararası iş birliğine ihtiyaç duyulacaktır. Çevre sorunlarının çoğu küresel ve bölgesel ölçekte olduğundan, uluslararası kapsamlı iş birliğini ve uluslararası kuruluşların ortak çıkar için harekete geçmesini gerektirir. Konferans, tüm ülkeleri ve halkları, halklarının yararı ve refahı için insani çevreyi korumak ve geliştirmek için ortak çaba göstermeye çağırılmaktadır.

- Brundtland Raporu (1987):

Brundtland Raporu, Birleşmiş Milletler Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu Başkanı Gro Harlem Brundtland tarafından 1987 yılında hazırlanmıştır. Resmi adı "Ortak Geleceğimiz"dir. Bu belge, sürdürülebilir kalkınmanın teşviki ve tanıtımında önemli bir adım olarak kabul edilmektedir. Brundtland Raporu, rekabet gücü ile ekonomik kalkınma arasındaki ilişkiyi incelerken, sosyal adalet ve özgürlüklere

vurgu yapmaktadır. İnsanların temel ihtiyaçlarını karşılamak için doğal kaynakları sürdürülebilir bir şekilde nasıl kullanabileceğimizi açıklamaktadır. Ayrıca, gelecek nesillerin bu kaynaklardan yararlanmasını sağlamak için hangi değişikliklerin yapılabileceğini de vurgulamaktadır. Rapor, sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik büyümeyle uyumlu olabileceğini ve bölgede yeni çözümler sunabileceğini ileri sürmektedir (Soussan, 1992). Bu, bireylerin, işletmelerin ve toplumun tüm kesimlerinin iş birliğini gerektirmektedir. Rapor, sürdürülebilir kalkınmanın küresel bir sorun olduğunu ve uluslararası iş birliğinin önemini vurgulamaktadır.

Brundtland Raporu, çevre sorunları ile kalkınma arasında bir denge sağlanması için önemli ilkeler sunmaktadır. Bu ilkeler arasında gelecek nesillerin haklarına saygı, yoksullukla mücadele, doğal kaynakların verimli ve adil kullanımı, hava koşullarının etkilerinin değerlendirilmesi ve karar alma süreçlerinin genişletilmesi yer almaktadır. Raporun yayınlanmasından bu yana, sürdürülebilir kalkınma kavramı küresel önem kazanmıştır. Birçok ülke ve uluslararası kuruluş, Brundtland Raporu'nun önerilerini kabul etmiş ve bunları uygulamak için çalışmıştır. Bu, söz konusu zorlukların üstesinden gelmede önemli ilerlemeler kaydedilmesini sağlamış ve bizi gelecek nesillere daha yaşanabilir bir dünya bırakma hedefimize bir adım daha yaklaştırmıştır.

Brundtland raporu, 1983 yılında, 20 farklı ülkeden katılımcıların yer aldığı Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED) tarafından, talep ve tavsiye üzerine Norveç Başbakanı Gro Harlem Brundtland'ın başkanlığında hazırlandı. O zamanın hükümetinin Birleşmiş Milletler genel sekreteri 1987 yılında hazırlanıp Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'na sunuldu. Rapor (Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu, 1991), 1960'ların kalkınmacı ideolojisini çevreci ideolojiyle uzlaştıran bir yaklaşım ortaya koymaktaydı.

Rapor 20. yüzyılın başları ile sonları arasındaki farkları ele alıyor; Yüzyıllar boyunca etkileri yerel ölçeklerle sınırlı olan insan faaliyetlerinin, günümüzde küresel ölçekte tüm ekosistemleri etkilediği ileri sürülmektedir (Kula, 1998). GS konseptinin Brundtland Raporu'nda ortaya koyduğu vizyon, esas olarak ekonomik büyüme ihtiyacını dikkate alan ve büyümeyi en üst düzeye çıkarmayı amaçlayan politikalara yönelik bir çağrı olarak tanımlanabilir. Ayrıca korunmasız insanları tehlikeye atmamak ya da kaynağın gelecekteki yaşayabilirliğini azaltmamak da bu konseptin bir diğer önemli yönü olarak değerlendirilebilir. Bu kavram ekonomik kalkınmaya farklı bir bakış açısı sunmakta ve büyümede kalitenin en az miktar kadar önemli olduğunu kabul etmektedir (Soussan, 1992).

- Rio Dünya Zirvesi Konferansı (1992):

Rio Dünya Zirvesi Konferansı, 1992 yılında Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde düzenlenen bir Birleşmiş Milletler toplantısıydı. Bu toplantı çevre ve sürdürülebilir kalkınma konularını incelemiştir. Toplantının amacı küresel çevre sorunlarına çözüm bulmak ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmektir. 172 ülke ve 108 lider katılmıştır. Konferansta ayrıca çeşitli sivil toplum kuruluşları, iş dünyası temsilcileri ve bilim insanları da yer almıştır.

Rio Konferansı ile birlikte sürdürülebilir kalkınma kavramının kapsamı önemli ölçüde genişlemiş ve farklı disiplinlerin çalışma alanlarında daha fazla yer bulmuştur. Konferans sonucunda kabul edilen Gündem 21 (Agenda 21) belgesi, sürdürülebilir kalkınma anlayışını çevresel boyutun ötesine taşıyarak ekonomik ve sosyal boyutları da kapsayan bütüncül bir yaklaşım ortaya koymuştur. Belgede sürdürülebilir insan yerleşimleri, sürdürülebilir tarım ve kırsal kalkınma, sürdürülebilir dağ yönetimi, yoksullukla mücadele ve sürdürülebilir orman yönetimi gibi konular ayrıntılı biçimde ele alınmıştır. Bu kapsamda Rio Konferansı, sürdürülebilir kalkınmanın yalnızca çevrenin korunmasıyla sınırlı olmadığını; ekonomi, kentleşme, doğal kaynak yönetimi ve yönetim alanlarında da kapsamlı politikaların geliştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Böylece sürdürülebilir kalkınma, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları bir araya getiren küresel bir kalkınma anlayışı olarak uluslararası politika gündeminde önemli bir yer edinmiştir (Birleşmiş Milletler, 1993). Agenda 21, sürdürülebilir kalkınmanın uygulanmasına yönelik küresel, ulusal ve yerel düzeyde eylem planları ortaya koyarak sonraki yıllarda geliştirilen birçok uluslararası çevre ve kalkınma politikasına da temel oluşturmuştur.

- Rio +5 Zirvesi (1997):

Rio+5 Zirvesi, 1992 yılında Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde düzenlenen Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Konferansı'nın (Rio Zirvesi) devamı niteliğindedir (BM, 1997). 1997 yılında New York'ta düzenlenen bu etkinlik, Rio Zirvesi'nin dokuzuncu yıldönümünü kutlamak amacıyla düzenlenmiştir (UNDP, 1997).

Rio+5 Zirvesi'nin temel amacı, sürdürülebilir kalkınma konusunda küresel bir tartışmayı teşvik etmek ve 1992 Rio Konferansı'nda (BM, 1997; UNEP, 1998) elde edilen ilerlemeden yararlanarak bu tartışmanın sürekliliğini sağlamaktır. Toplantıda, çevre ve kalkınma alanlarında sürdürülebilir ilerlemenin sürdürülmesi için gerekli önlemler alınmıştır. Çevre yönetimi, bilinçli enerji kullanımı, doğa koruma, atık yönetimi ve iklim değişikliğiyle mücadele konularına özellikle dikkat edilmiştir (Dünya Bankası, 1997).

Rio+5 Zirvesi, uluslararası düzeyde sürdürülebilir kalkınmaya yönelik çalışmaların sürdürülmesi gerekliliğini özellikle vurgulamıştır (Birleşmiş Milletler, 1997). Bu girişimler, çevreye veya canlı organizmalara zarar vermeden enerji kullanımı, doğal kaynakların etkin bir şekilde korunması ve çevre dostu kalkınmanın desteklenmesi gibi alanları kapsamaktadır (UNDP, 1997). Zirve ayrıca, gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümelerinin ve kalkınmalarındaki eşitsizliğin dikkate alınmasının önemini vurgulamıştır (OECD, 1998).

Toplantı, sürdürülebilir kalkınma için uluslararası iş birliğinin gerekliliğini yinelemiştir. Rio+5 Zirvesi, çevre ve kalkınma konularında ilerleme sağlamak için gereken önlemlerin ele alınmasında ve küresel büyüme politikalarının yeniden formüle edilmesinde kilit bir rol oynamıştır (UNEP, 1998). Bununla birlikte, uluslararası toplumun sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için ortak çabalarını iki katına çıkarması gerektiği de vurgulanmıştır (BM, 1997; UNDP, 1997).

- BM Milenyum Zirvesi (2000):

Birleşmiş Milletler Milenyum Zirvesi, 2000 yılında New York'taki BM Genel Merkezi'nde düzenlenen ve 21. yüzyılın başlarındaki küresel sorunları ele alan önemli bir uluslararası etkinliktir (BM, 2000a). Bu zirve, uluslararası toplumu bir araya getirmiş ve yoksulluk, açlık, iklim değişikliği, sağlık, eğitim ve ekonomik kalkınma gibi konularda temel tartışmalar için bir platform sağlamıştır (UNDP, 2001).

Milenyum Zirvesi'nin en önemli sonuçlarından biri, küresel Milenyum Kalkınma Hedefleri'nin oluşturulmasıydı (BM, 2000b). Bu hedefler sekiz ana tema altında toplanmıştır: israfı sona erdirmek, evrensel ilköğretimi sağlamak, toplumsal cinsiyet eşitliğini sağlamak, çocuk ölüm oranlarını azaltmak, anne sağlığını iyileştirmek, HIV/AIDS ve diğer hastalıklarla mücadele etmek, patojenlerin sürdürülebilirliğini sağlamak ve küresel kalkınma için bir ortaklık kurmak (Dünya Bankası, 2002). Zirve sırasında uluslararası iş birliği ve dayanışmanın önemi vurgulanmıştır; küresel kriz karşısında tüm ülkelerin ortak sorumluluğu dile getirilmiştir (BM Genel Kurulu, 2000). Ayrıca, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için kamu, özel ve sivil toplum sektörleri arasında iş birliğinin gerekliliği vurgulanmıştır (OECD, 2001). Birleşmiş Milletler Milenyum Zirvesi, küresel ekonomiye küresel sorunları değerlendirme fırsatı sağlamakla kalmamış, aynı zamanda uluslararası toplumun sürdürülebilir kalkınma politikaları geliştirmesine rehberlik etmesi açısından önemli bir dönüm noktası olmuştur (Birleşmiş Milletler, 2000b; UNDP, 2001). Bu zirvede alınan kararlar, 2015 yılında kabul edilen sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin onaylanması anlamına gelmiştir (Birleşmiş Milletler, 2015).

• **Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi (2002):**

Sürdürülebilir Kalkınma Dünya Zirvesi, 26 Ağustos- 4 Eylül 2002 tarihleri arasında Güney Afrika'nın Johannesburg kentinde düzenlendi. 1992 Dünya Çevre ve Kalkınma Konferansı'nın onuncu etkinliği olarak Rio de Janeiro'da düzenlenen zirve, sürdürülebilir kalkınma politikaları konusunda uluslararası çalışma birimlerini güçlendirmeyi ve Rio Deklarasyonu'nu yeniden teyit etmeyi amaçlamaktaydı (BM, 2002a).

Zirvede, sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, sosyal ve büyüme boyutları ortaklaşa ele alındı. Katılımcı ülkeler, kırılganlığın azaltılması, doğanın korunması, temiz enerjiye geçiş, sağlık ve eğitimde özgürlük, su ve gıda güvenliği gibi temel güvencelere dair somut taahhütlerde bulundu (BM, 2002). Ayrıca, enerji verimliliği, faizsiz enerji teknolojilerinin uygulanması ve çevre dostu üretim yöntemlerinin benimsenmesi de ele alınan konular arasındaydı (Dünya Bankası, 2003).

Zirvede kabul edilen en önemli belgelerden biri olan Johannesburg Uygulama Planı, sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için gerekli önlemleri içermektedir (Birleşmiş Milletler, 2002b). Bu plan çerçevesinde, finansal kalkınmayı desteklemek, teknoloji transferini kolaylaştırmak ve kalkınma dönemi boyunca sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek için uluslararası iş birliğini sürdürmek üzere anlaşmalar yapılmıştır (OECD, 2003).

Sonuç olarak, Sürdürülebilir Kalkınma Dünya Zirvesi, 21. yüzyılda çevre, ekonomi ve toplum arasında bir denge sağlama yolunda atılan en önemli adımlardan biri olarak kabul edilmektedir. Zirve, sürdürülebilir kalkınmanın küresel vizyonda yer almasına yardımcı olmuş ve sonraki yıllarda Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin temelini oluşturmuştur.

• **Rio +20 Konferansı (2012):**

Resmen Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı olarak bilinen Rio+20 Konferansı, 20-22 Haziran 2012 tarihleri arasında Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde düzenlendi (BM, 2012a). Konferansın temel amacı, küresel düzeyde sürdürülebilir kalkınma için ortak bir vizyon geliştirilmesine katkıda bulunmak ve bu vizyonu derinleştirmek için somut önlemleri teşvik etmektir (BM, 2012). Zirveye 190'dan fazla ülke, uluslararası kuruluş, akademik çevre ve sivil toplum kuruluşu katılarak Rio+20, Birleşmiş Milletler tarihindeki en çok katılımlı çevre konferanslarından biri haline geldi (UNEP, 2013).

Konferansta ele alınan temel konular arasında kırılganlık, yeşil ekonomi, enerji verimliliği, enerji tüketimi, gıda güvenliği, su tasarrufu ve sürdürülebilir kentleşme yer

aldı. Katılımcılar, sürdürülebilir ekonomik büyümeyle uyumlu bir büyümenin gerekliliği konusunda hemfikir (Dünya Bankası, 2013). Sürdürülebilir kalkınmanın finansmanı ve ileri teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasının önemi de vurgulandı (OECD, 2014).

Rio+20'nin en dikkat çekici çıktılarında biri, "Geleceğimiz İçin Birlikte" başlıklı sonuç bildirgesiydi. Bu belge, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin belirlenmesi için küresel bir çerçeve sunmuş ve gelecekteki politikalar için temel oluşturmuştur (Birleşmiş Milletler, 2012b). Bildirge, ekonomik büyüme, sosyal kapsayıcılık ve büyümenin korunması arasında bir denge sağlanacağını belirlemiştir. Bu bildirge, 2015 yılında kabul edilen Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri sürecinin temel taşlarından biri haline gelmiştir (UNDP, 2015). Rio+20 Konferansı, küresel düzeyde sürdürülebilir kalkınmanın yeniden düşünülmesinde ve çevre politikalarının güncellenmesinde önemli bir dönüm noktası olmuştur. Bu konferans ülkeler arasındaki iş birliğini güçlendirdi, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin oluşturulmasına öncülük etti ve uluslararası politikada "yeşil ekonominin" yerini sağlamlaştırdı (BM, 2012; BM, 2012b).

3.10. Literatür Taraması

Çalışmanın bu kısmında konuya ilişkin yapılan literatür çalışmalarının genel bir özeti yer almaktadır.

Doğan vd. (2014), 1990-2011 dönemine ait verileri kullanarak 16 yüksek gelirli ülkede yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Panel nedensellik analizinin kullanıldığı çalışmada, değişkenler arasında uzun dönemde tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilirken, kısa dönemde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca DOLS ve FMOLS analiz sonuçlarına göre, incelenen ülkeler arasında yenilenebilir enerji kaynaklarının gayri safi yurt içi hasılaya en yüksek katkıyı sağladığı ülkenin Lüksemburg olduğu ortaya konulmuştur. Çalışmanın bulguları, yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyümeyi desteklediğini ve uzun vadede ekonomik kalkınmaya önemli katkılar sağlayabileceğini göstermektedir.

Dike ve Sam Dike (2016), Afrika ülkelerinde enerji gelişimi, ekonomik büyüme ve çevresel sürdürülebilirliğin bağımsız değerlendirilmesi üzerine yaptıkları araştırmada, kıtada sürdürülebilir enerji verimliliğini artırmayı amaçlamışlardır. Bu çalışma özellikle Nijerya, Güney Afrika, Kenya, Cezayir ve Kamerun'daki enerji durumunu analiz etmiştir. Çalışma, Afrika ülkelerinde arz güvenliğinin, enerji verimliliği ve tasarruf

önlemlerinin yaygın olarak benimsenmesiyle sağlanması gerektiği sonucuna varmıştır. Ayrıca, çevresel sürdürülebilirliğin ekonomik büyümeyi teşvik edeceği, yoksulluğun azaltılması gerektiği ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına daha fazla yatırım yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Shakouri ve Yazdi (2017), Güney Afrika'da ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji kullanımı, enerji tüketimi, sabit sermaye birikimi ve ticaret açıklığı arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testi kullanarak incelemiştir. Ampirik veriler, değişkenler arasında uzun vadeli bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, Granger nedensellik testinin sonuçları, yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve ticaret açıklığı arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir.

Taghvaei vd. (2017), 1981-2012 yılları arasında İran'da ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarında ARDL yöntemini uyguladılar. Çalışma, yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyümenin temel bir belirleyicisi olmadığını gösterdi. Başka bir deyişle, İran öncelikli olarak petrol ve doğal gaz gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarına odaklanmış olsa da önemli miktarda yedek yenilenebilir enerji kapasitesine sahiptir ve yenilenebilir enerjinin hem nicelik hem de nitelik açısından ekonomik büyümeye pasif olarak katkıda bulunduğu ortaya koymuştur.

Šimelytė ve Dudzevičiūtė (2017), 28 AB ülkesinde yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme, ticaret, sermaye ve işgücü üzerindeki etkilerini araştırmıştır. 1990-2012 yılları arasında yürüttükleri araştırma, yenilenebilir enerji kullanımının 28 ülkenin 12'sinde ekonomik büyümeye katkıda bulunduğunu ve yenilenebilir enerji tüketimi ile diğer faktörler arasındaki en zayıf bağıın Lüksemburg'da bulunduğunu ortaya koymuştur.

Kılıç ve Açıdoğru (2018), 1990-2017 dönemini kapsayan araştırmalarında yenilenebilir enerji kullanımı, CO2 emisyonları ve ekonomik kalkınma arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırma hem yenilenebilir enerji kullanımının hem de karbondioksit emisyonlarının ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Çetin ve Sezen (2018), Türkiye üzerindeki araştırmalarında yenilenebilir ile yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonlarıyla olan bağlantısını analiz etmişlerdir. Çalışmalarında 1970-2014 yılları arasındaki veriler incelenmiş ve SVAR tekniği ile değerlendirilmiştir. Araştırmanın bulgularına göre, yenilenebilir enerji dalgalanmalarının karbondioksit emisyonlarını ve kişi başına düşen reel gayri safi yurtiçi hasılayı azalttığı; buna karşın yenilenemeyen enerji tüketimindeki

dalgalanmaların ise karbondioksit emisyonlarını ve kişi başına düşen reel gayri safi yurtiçi hasılaya yükseldiği saptanmıştır.

Lee (2019), AB ülkelerinde karbon çıkışları ile ekonomik gelişim üzerindeki yenilenebilir enerji kullanımının uzun süreli etkilerini incelediği araştırmasında hem kısa hem de uzun vadelere yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik gelişim, sanayileşme ve CO2 emisyonları arasında bir ilişkiyi destekleyecek bulgular sunmuştur. Araştırma, yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme ile paralel olarak arttığını, bununla birlikte bölgede CO2 emisyonlarının düştüğünü göstermektedir. Çalışmanın sonuçları hem ekonomik gelişimin hem de sanayileşmenin çevreye olumsuz etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın, bölgedeki karbon emisyonlarının azaltılmasında önemli bir katkı sunduğunu vurgulamıştır.

Tiep vd. (2020), yapılan çalışmada yenilenebilir enerjinin Vietnam'daki sürdürülebilir ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla 2020 yılına ait verileri kullanmışlardır. Araştırmada, yenilenebilir enerjinin temel unsurlarını oluşturan güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroenerji, biyoenerji ve jeotermal enerjiye bağlı olarak enerji arzının sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Yapılan incelemenin sonucunda, enerji arzının sürdürülmesinin sürdürülebilir ekonomik büyüme üzerindeki olumlu ve önemli etkileri olduğu ortaya konulmuştur.

Felix (2020), 1996-2014 yılları arasında OECD ülkelerinde yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini inceleyen araştırmasında, yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda, çalışma, politika yapıcıların yenilenebilir enerjiye dayalı enerji santrallerinin inşasını desteklemeye devam etmeleri gerektiğini belirtmiştir.

Joseph ve Charles (2021), gelişen ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik gelişim arasındaki bağlantıyı ve bu bağlantının kapsamında çevresel sürdürülebilirliğin rolünü araştırdılar. GMM yöntemiyle yapılan çalışmada, gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye olumlu fakat sınırlı bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Ancak çevresel sürdürülebilirlik göz önüne alındığında, bu etkinin arttığı tespit edilmiştir.

Quadrat-Ullah ve Nevo (2021), yenilenebilir enerji kullanımının ve çevresel sürdürülebilirliğin ekonomik büyümeye olan etkilerini inceledikleri araştırmalarında 37 Afrika ulusunu değerlendirmişlerdir. GMM tahmin yöntemiyle yapılan bu çalışmada, yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasında hem kısa hem de uzun vadede olumlu bir bağlantı olduğu belirlenmiştir.

Ahmed vd. (2021), ekonomik gelişim, yenilenebilir enerji kullanımı ve çevresel etkiyi sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde çevresel yasaların ve demokratik yönetimlerin rolünü araştırdıkları çalışmalarında, ekonomik kalkınmanın ekolojik etkiyi artırdığını ortaya koymuş, ancak demokrasi ve çevresel düzenlemelerin bu etkinin azalmasına yardımcı olarak sürdürülebilirliğe olumlu etkiler sağladığını belirtmişlerdir.

Pearson (2021), Hırvatistan'da 1996-2018 yılları arasında yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında ARDL tahmin yöntemini tercih etmiştir. Ampirik analiz sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji kaynaklarının hem kısa hem de uzun dönemde ekonomik büyümeyi olumlu ve anlamlı bir şekilde etkilediği belirlenmiştir.

Akadiri ve Adebayo (2021), yenilenemeyen enerji tüketimi, yenilenebilir enerji kullanımı ve ekonomik büyümeyi incelerken finansal küreselleşmenin karbon salınımları üzerindeki dengesiz etkilerini ele aldıkları çalışmalarında, Hindistan'a ait 1970'ten 2018'e kadar olan yıllık verileri kullanarak NARDL analizini gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda yenilenemeyen enerji kullanımında meydana gelen olumlu (olumsuz) bir şokun karbon salınımlarını artırdığı (azalttığı); yenilenebilir enerji tüketiminde pozitif (negatif) değişimlerin karbon salınımlarını düşürdüğü; finansal gelişimin olumlu bir şokunun karbon salınımlarını artırdığı, ayrıca ekonomik büyümedeki olumlu bir şokun karbon salınımlarını pozitif şekilde etkilediği belirlenmiştir.

Hondroyiannis ve arkadaşları (2024) tarafından yapılan çalışmada, risklerin varlığı dahilinde sürdürülebilir enerji tüketimi ve finansmanın sağlanması üzerinde durulmuştur. Bununla birlikte, enerji tüketim dinamiklerinin yalnızca çevresel değil, aynı zamanda ekonomik, finansal ve politik faktörlerden de etkilendiği vurgulanmaktadır.

Yapılan literatür taraması sonucunda, yeşil sürdürülebilirlik ve enerji tüketimi arasındaki ilişkinin son yıllarda akademik ve politik düzeyde önemli bir araştırma alanı haline geldiği görülmektedir. Mevcut çalışmalar, özellikle yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel sürdürülebilirliği artırdığı ve karbon emisyonlarını azalttığı yönünde bulgular ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, bu çalışma, daha güncel veri setleri ve günümüz enerji dönüşüm süreçlerini dikkate alarak literatürdeki mevcut boşluğu doldurmayı amaçlamakta; böylece yeşil sürdürülebilirlik ve enerji tüketimi arasındaki ilişkinin daha güncel ve kapsamlı bir perspektifle değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

4. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN EKONOMİK VE ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞE ETKİSİ: EKONOMETRİK BİR ANALİZ

Enerji, modern ekonomilerin işleyişinde yalnızca bir üretim girdisi değil, aynı zamanda kalkınmanın yönünü ve niteliğini belirleyen temel bir unsurdur. Sanayi devriminden bu yana ekonomik büyüme büyük ölçüde fosil yakıtlara dayalı bir enerji yapısı üzerinden şekillenmiş; ancak artan çevresel sorunlar, iklim değişikliği baskısı ve kaynakların sınırlılığı, bu büyüme modelinin sürdürülebilirliğini tartışmalı hâle getirmiştir. Bu noktada yenilenebilir enerji kaynakları hem çevresel maliyetleri azaltma potansiyeli hem de uzun vadeli enerji arz güvenliğine katkısı nedeniyle ekonomik yapının dönüşümünde stratejik bir rol üstlenmektedir.

Yenilenebilir enerjinin üretim, istihdam, çevresel kalite, dış ticaret dengesi ve teknolojik gelişme üzerindeki etkileri, enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu doğrultuda çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi, çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki teorik ve ampirik ilişkiler incelenerek; söz konusu etkileşimin yönü, düzeyi ve ekonomik-politik yansımaları sürdürülebilirlik perspektifi çerçevesinde ele alınmıştır.

4.1. Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Kalkınma İlişkisi

Enerji, ekonomik büyüme ve kalkınma süreçlerinin temel belirleyicilerinden birisi olarak kabul görmektedir. Sanayi üretiminden ulaştırmaya, tarımdan hizmet sektörüne kadar pek çok ekonomik faaliyet enerjiye bağımlı şekilde gerçekleşebilmektedir. Bu açıdan enerji kaynaklarının sürdürülebilir, güvenilir ve ekonomik olması ülkelerin kalkınma stratejilerinde önemli bir yer tutmaktadır. Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşması, yalnızca çevresel sürdürülebilirlik açısından değil, aynı zamanda ekonomik kalkınma üzerindeki olumlu etkileri sebebiyle de oldukça dikkat çekmektedir (Kapçak vd., 2023).

Yenilenebilir enerji sektörünün gelişimi, ekonomik kalkınma bakımından istihdam yaratma potansiyeli açısından da önemli fırsatlar sunmaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin üretimi, kurulumu, işletilmesi ve bakım süreçleri çok sayıda nitelikli ve yarı nitelikli iş gücüne ihtiyaç duymaktadır. Bu durum özellikle de kırsal ve yarı kırsal bölgelerde yeni istihdam alanlarının oluşmasına imkân sağlayarak bölgesel kalkınmayı desteklemektedir. Bunun yanı sıra, yerli üretim kapasitesinin geliştirilmesi, enerji teknolojileri alanında inovasyonun ve Ar-Ge faaliyetlerinin artmasına katkıda

bulunmakta, böylelikle teknoloji transferi ve bilgi birikiminin gelişimi de teşvik edilmektedir (Bostancı ve Akçacı, 2025).

Ekonomik kalkınma açısından yenilenebilir enerji yatırımlarının bir diğer önemli katkısı, enerji maliyetlerinin uzun vadede daha öngörülebilir hale gelmesidir. Fosil yakıt fiyatlarının uluslararası piyasalarda dalgalanma göstermesi, enerji maliyetlerinin belirsizliğini de artırabilmektedir. Buna ek olarak yenilenebilir enerji kaynakları, kurulum maliyetleri yüksek olsa da işletme maliyetlerinin görece düşük olması sebebiyle uzun vadede daha istikrarlı bir enerji üretim yapısı sunabilmektedir. Bu durum sanayi üretiminde maliyet planlamasının daha sağlıklı yapılmasına olanak tanımakta ve ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilirliğini desteklemektedir (İşçan ve Demirel, 2023).

Sonuç olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın hale getirilmesi, enerji güvenliğinin güçlendirilmesi, istihdam olanaklarının artırılması, dışa bağımlılığın azaltılması ve çevresel sürdürülebilirliğin desteklenmesi gibi çok yönlü etkileriyle ekonomik kalkınma sürecinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu sebeple pek çok ülke enerji politikalarını yeniden şekillendirerek yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik eden stratejiler geliştirmekte ve bu alanı uzun vadeli kalkınma planlarının temel bileşenlerinden birisi haline getirmektedir (Güllü ve Kartal, 2021).

4.2. Ekonomik Büyüme

Gelişmişlik düzeyi ve ekonomik yapısı ne olursa olsun, tüm ekonomilerde sınırlı kaynakların verimli kullanılması esastır. Kaynakların tam kapasitede kullanılması makroekonominin, kıt kaynakların etkin bir şekilde nasıl kullanılacağı mikroekonominin, ekonomik büyüme ise kalkınma ekonomisinin temel konusudur (Köstepen, 2024).

Ekonomik büyüme kavramsal olarak kişi başına düşen gelir arttıkça bireylerin mal ve hizmetlere olan talebinin artması sonucu ortaya çıkan refah artışı olarak ifade edilebilir. Büyüme söz konusu olduğunda mal ve hizmet arzının artırılması, kaynak tahsisi, uygulanan politikalar, üretim kapasitesinin artırılması gibi konular hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ülkeleri ilgilendirmektedir. İkinci tanıma göre, ekonomik büyüme kavramı teorik olarak GSYH'nin büyüme oranının bir değeri olarak ifade edilen yıllık üretim artışı anlamına gelir. Dolayısıyla ekonomik büyüme, bir ülkedeki üretim hacminin sürekli artmasıdır.

Ekonomik büyüme; bir ülkedeki mal ve hizmet miktarının artması veya üretim hacminin artması olarak ifade edilir. Tüm ülke ekonomilerinde yaşam standardını

yükseltmenin tek yolu ekonomik büyümenin sağlanmasıdır. Ekonomik büyüme aynı zamanda bir ekonomide bir dönemden diğerine geçerken gelirdeki artış veya çıktıdaki artış olarak da tanımlanabilir. Ayrıca ekonomik büyüme, ekonomide mevcut tüm üretim faktörleri kullanılarak üretilebilecek maksimum mal kombinasyonunu gösteren bir eğri olan üretim olanakları eğrisi ile açıklanabilir. Üretim imkânı eğrisinin sağa kayması ekonomik büyümenin gerçekleştiğini gösterir. Bu ekonomide teknoloji, eğitim düzeyi, üretim, fiziki sermaye ve gelir artmıştır (Parasız, 2008).

Ekonominin enflasyona göre düzeltilmiş gayri safi yurtiçi hasılasındaki yıllık büyüme, ekonomik büyümeye işaret ediyor. Öte yandan eğitim kalitesinin yükseltilmesi, gelir dağılımının iyileştirilmesi, altyapı çalışmalarının geliştirilmesi gibi düzenlemelerle birlikte toplumun genel refahının yükseltilmesi de ekonomik kalkınmanın göstergesidir. Büyüme, gayri safi yurt içi hasılanın belirli dönemlerdeki reel büyüme oranıyla ölçülür. Burada fiziksel çıktı hacmindeki artışı ölçebilmek için gerçek GSYH kullanılmaktadır. Bu çıktıya bağlı olarak üretim fonksiyonu ülkelerin farklı teknolojik düzeylerine göre değişmektedir. Mikro perspektifte büyüme, belirli bir şirketin üretim faktörlerinin getirileri ile diğer girdileri arasındaki ilişkiyi tanımlar. Makro açıdan bakıldığında büyüme, belli bir ekonomideki emek, sermaye, doğal kaynaklar ve girişimcilik gücü arasındaki ilişkiyi GSYH açısından göstermektedir (Eğilmez, 2019).

Ekonomik büyüme, GSYH'nın zaman içindeki gerçek değeriyle belirlenen bir kavramdır. Kısaca büyüme, gayri safi yurt içi hasıladaki reel büyüme anlamına geliyor. Ekonominin reel gayri safi yurtiçi hasılası bir önceki yılın değerine göre artmışsa bu bağlamda bir büyüme meselesidir. Ekonomik büyüme, istihdamı artırarak, işsizliği azaltarak, sermaye stokunu artırarak, reel çıktıyı ve reel geliri artırarak sosyal refahın büyümesine katkıda bulunur. Ekonomik büyümenin ölçüsü olarak büyüme oranı kavramı kullanılmaktadır.

4.3. Yenilenebilir Enerji ve Çevresel Sürdürülebilirlik

Çevresel sürdürülebilirlik, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan doğal kaynakları kullanmayı ve ekosistemlerin işleyişini sağlamayı amaçlayan bir yaklaşımdır. Küresel enerji talebinin büyük ölçüde fosil yakıtlarla karşılanması, çevresel sürdürülebilirlik üzerinde önemli bir baskı oluşturmaktadır. Özellikle sera gazı emisyonları, hava ve su kirliliği ve biyoçeşitlilik kaybı, enerji sektörünün çevre üzerindeki en önemli olumsuz etkileri arasındadır (Avrupa Çevre Ajansı, 2021). Yenilenebilir enerji kaynakları, doğal yollarla sürekli olarak yenilenen ve tükenme riski

oluşturmayan kaynaklardan elde edilen enerjidir. Bu bağlamda güneş, rüzgâr, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle enerjisi dikkate alınır. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı'na göre, yenilenebilir enerji sistemleri, kullanım sürelerinin tamamı boyunca fosil yakıtlara göre önemli ölçüde daha düşük çevresel etkilere sahiptir ve iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynamaktadır (Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı, 2022).

Fosil yakıtlara dayalı enerji üretimi, atmosfere karbondioksit ve diğer sera gazlarını salarak küresel ısınmayı hızlandırır. Buna karşılık, yenilenebilir enerji kaynakları enerji üretim aşamasında düşük veya sıfıra yakın emisyon üretir. REN21 tarafından yayınlanan raporlar, yenilenebilir enerjinin kullanımının genişletilmesinin küresel karbon emisyonlarını azaltmanın en etkili yöntemlerinden biri olduğunu göstermektedir (REN21, 2023). Bu bağlamda, yenilenebilir enerji çevresel sürdürülebilirliğin önemli bir unsuru olarak kabul edilmektedir.

Yenilenebilir enerjinin doğaya sağladığı faydalar iklim değişikliğinin ötesine uzanmaktadır. Fosil yakıtların üretimi ve kullanımından kaynaklanan asit yağmuru, toprak ve su kirliliği gibi sorunlar, doğal yaşama onarılamaz zararlar vermektedir. Yenilenebilir enerji üretimi, bu tür kirleticilerin oluşma olasılığını azaltarak ekosistemlerin korunmasına ve doğal yaşamın devamlılığına yardımcı ancak, yenilenebilir enerji projelerinin çevresel etkileri tamamen göz ardı edilemez. Özellikle, büyük hidroelektrik barajların nehir ekosistemleri üzerindeki etkisi, rüzgâr türbinlerinin kuş ve yarası topluluklarıyla etkileşimi ve büyük ölçekli güneş enerjisi santrallerinin arazi kullanımı üzerindeki etkisi, çevresel planlamada önemli hususlardır. Bu nedenle, çevresel sürdürülebilirlik, yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik stratejik çevresel değerlendirme ve ekosistem tabanlı planlama yaklaşımlarının benimsenmesini gerektirir.

Yenilenebilir enerji ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki bağlantı, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleriyle de doğrudan ilişkilidir. Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi olan "temiz ve uygun fiyatlı enerji", yenilenebilir enerjinin çevreyi korumada ve iklim değişikliğiyle mücadelede önemini açıkça ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji sadece bir enerji kaynağı olarak değil, aynı zamanda küresel çevre politikasının temel bir bileşeni olarak da görülmektedir (REN21, 2023).

Literatür genelinde kabul gören yaklaşıma göre, sürdürülebilir kalkınmanın sadece ekonomik büyümeyi değil aynı zamanda çevresel ve sosyal boyutları da beraberinde getiren bütüncül bir çerçeve sunduğu ifade edilebilmektedir. Bu açıdan

yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlara kıyasla daha düşük karbon salımı üretmeleri sebebiyle çevresel sürdürülebilirliğin temel araçlarından birisi olarak değerlendirilmektedir (Şahin Kutlu, 2024).

Karbon emisyonları üzerinden yürütülen çalışmalar, yenilenebilir enerji kullanımının çevresel kaliteyi artırıcı etkisi olduğunu doğrulamaktadır. Konu özelinde yapılan analizlerde, yenilenebilir enerji üretiminin uzun dönemde CO2 emisyonlarını azaltarak çevresel kaliteyi iyileştirdiği tespit edilmiştir (Yeter, 2023).

4.4. Ekonomik Büyüme Teorileri

Ekonomik büyüme üretimin artması anlamına gelir. Ancak ekonomik büyümeye ilişkin ekonomik düşünce hareketleri, ekonomik büyümenin aynı zamanda niteliksel özelliklere de sahip olduğunu vurgulamaktadır. Ekonomik hareketler fikrinden yola çıkarak 1996 tarihli Birleşmiş Milletler İnsani Gelişme Raporu, ekonomik büyümenin niteliksel özelliklerini ve bu niteliksel özelliklerin yarattığı beş büyüme türünü açıkladı. Bunlar; amansız büyüme, geleceği olmayan büyüme, işsiz büyüme, köksüz büyüme ve sessiz büyüme olarak sıralanabilir. Kaçınılmaz büyüme, ekonomik büyümeden elde edilen gelirin bireyler arasında eşit olarak dağıtılmamasından kaynaklanan ekonomik büyümedir. Yenilenemeyen doğal kaynakların ekonomide kullanılması sonucu ortaya çıkan büyümeye gelecekteki büyüme denir (Bülbül ve Durgun Kaygısız, 2024). Ekonomik büyümeye ilişkin tarihsel süreçte ortaya atılan teoriler aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Klasik Büyüme Modeli:

Klasik ekonomik düşünce 19. yüzyılın son çeyreğinde doğmuştur. Yüzyılın büyük bölümünde egemen oldu. Adam Smith'in temellerini atmasıyla başlayan klasik iktisat akımı, Malthus ve Ricardo gibi farklı bakış açılarına sahip iktisatçıların katkılarıyla sentezlenmiş ve geliştirilmiştir. Malthus ve Ricardo'nun kendi fikirleri olmasına rağmen klasik ekonomik modeli oluşturmak için birlikte çalıştılar. Böylece Smith'in başlattığı klasik düşüncenin temelleri bir bütün olarak bu iki önemli iktisatçının çalışmalarıyla sentezlenmiş ve genişletilmiştir (Kabaş, 2021).

Adam Smith Büyüme Teorisi:

Smith, tasarruf ve sermaye birikiminin büyümeyi sağlayan diğer bir faktör olduğuna dikkat çekti. Smith'e göre sanayileşme sermayenin olduğu yeri yönetir. Sermaye ile gelir arasında doğrudan bir ilişki vardır. Sermayedeki herhangi bir artış veya azalış sanayi üretimini etkiler. Bu üretim aynı zamanda ülkenin toprak ürününü ve emek değerini de değiştirmektedir. Paranın tek amacı tüketim mallarının dolaşımını

sağlamaktır. Tasarrufun olmadığı bir ülkede ise ürünlerin değeri düşer. Ürünün değerinin düştüğü bir ülkede paranın değeri uzun süre aynı kalmaz. Tarımın, ticaretin veya imalatın herhangi bir yanlış yönetimi, üretken emeğin korunmasını azaltma eğilimindedir. Bu nedenle serveti artırmanın en olası yolu, tasarrufları dikkate alarak düzenli olarak kazanılan gelirden tasarruf etmektir (Skare ve Blažević, 2015).

Thomas Malthus Büyüme Görüşü:

Malthus, nüfus ve büyüme arasındaki ilişkiye dayanarak ekonomik büyümeyi uzun vadeli durgunlukla açıklamaya çalışmaktadır. Ona göre nüfus artışı, bir süre sonra gıda arzının nüfusun ihtiyaçlarını karşılamaya yetmemesi sorununu yaratmaktadır. Nüfus artışı kontrol edilemezse geometrik olarak büyür ve besin kaynakları aritmetik sıralarda artmaya başlar. Bu nedenle mevcut gıdalar artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılayamamaktadır. Nüfusun geometrik büyümesi ücretlerin azalmasına yol açmaktadır. Öte yandan kaynaklar artsa bile ücretlerdeki düşüş kişi başına düşen geliri azaltmakta ve bu da uzun vadede ekonomik durgunluğa yol açmaktadır (İslamoğlu ve Akkuzu, 2023).

David Ricardo Büyüme Modeli:

Ricardo, teorisini açıklamak için buğday üretimini örnek olarak kullanmıştır. Tarımsal üretimi örnek almıştır çünkü buğday hem girdi hem de çıktı olarak kullanılmakta ve işçilerin temel gıdasıdır (Balcı, 2024).

Arazi verimliliğindeki farklılıklar nedeniyle kira, arazi sahibine ödenen paydır. Nüfus artışıyla birlikte daha az verimli toprakların ekime açılması gerekmektedir. Her nüfus artışıyla birlikte gıda üretimini artırmak için daha fakir toprakların kullanılması gerektiğinden, şu anda daha verimli olan topraklardaki mahsullerden alınan rant da artmaktadır. Çünkü aynı ürünü yapmak daha fazla iş gerektiriyor. Farklı nitelikteki arazilerin tarımsal üretimi artırmak amacıyla kullanılmasından kaynaklanan rant, azalan getirilerden kaynaklanmaktadır. Ricardo'ya göre ülkenin zenginliği ve nüfusu arttıkça kiralar da artacak. Kirayı ve serveti artırmanın bir yolu sermayeyi artırmaktır. Her sermaye artışı sonucunda kira artar. Sermaye azaldıkça efektif talep düşer, fiyatlar düşer, tarım sektörü küçülür ve dolayısıyla kiralar düşer. En az karlı ülkelerden alınan ürüne kira ödenmemektedir. Bu ülkelerden elde edilen ürün işçilere ücret, sermaye sahiplerine ise kâr olarak dağıtılmaktadır (Alkan, 2025).

Marksist Büyüme Modeli:

Marx, ekonomik büyüme teorisini toplumsal gelişmenin altı aşaması olarak açıkladı. Birincisi, ilkel komünizm ve kendi kendine yeten köylere dayanan piyasa dışı bir sistemdi. Bir diğeri köleliktir ve bu sistemde toprak sahipleri aynı zamanda iş

gücünün de sahibidir. Üçüncü aşama, insanların kiralanan arazide çalıştığı bir tarım ekonomisi olan feodalizmdi. Dördüncü aşamaya fabrikalarda, tarımda ve hizmet sektöründe işçi çalıştıran kapitalist burjuvazi olan kapitalizm hâkim olmuştur. Beşinci aşama sosyalizmdi ve üretim araçlarının toplumsal mülkiyetine dayalı bir istatistik sistemi öneriyordu. Altıncı ve son aşama komünizmi içeriyordu ve herkesin ihtiyacı kadar ürettiği, dağıtımın ihtiyaca göre yapıldığı bir yapıyı temsil ediyordu. Marx'a göre kapitalizm çökecek ve yerini sosyalizm-komünizm alacaktı. Ayrıca büyümeyi sosyal gelişimin bir parçası olarak değerlendirmiştir (Hudson, 2015).

Keynesyen Büyüme Modeli:

Keynesyen iktisat teorisine göre büyümenin sağlanabilmesi için öncelikle talep tarafından desteklenmesi gerekmektedir. Keynesyenler tüketimin ekonominin en önemli motoru olduğuna inanırlar. Teori genişletici bir maliye politikasını desteklemektedir. Bunun temel araçları altyapı, işsizlik yardımları ve eğitime yapılan hükümet harcamalarıdır. Ancak aşırı uygulama enflasyonu tetikleyebilir. Keynes'e göre kamu harcamaları toplam talebin kritik bir belirleyicisidir.

Harrod- Domar Büyüme Modeli:

Harrod-Domar ekonomik büyüme modeli, büyümenin ana motorları olarak tasarruf ve yatırımın önemini vurgulamaktadır. Harrod Domar Büyüme modeli bir büyüme modelidir, bir büyüme stratejisi değil. Model, büyümenin nasıl gerçekleştiğini ve gelecekte kendisini nasıl tekrarlayabileceğini açıklamaya yardımcı olur. Büyüme stratejileri, hükümetin modelin önerdiği sonucu yeniden üretmek için önerebileceği şeylerdir. Temel olarak model, ekonomik büyüme hızının ulusal tasarruf düzeyine ve sermaye yatırımının verimliliğine bağlı olduğunu ileri sürmektedir (Alper, 2019).

Neo-Klasik Büyüme Modeli:

Bu model azalan getirilerle kendini gösterdiğinden, model durağan kalırken ekonomik büyümenin temel belirleyicileri teknolojik değişim ve nüfus artışıdır. Ancak bu iki unsur dışsaldır ve model içerisinde belirtilmemiştir. Solow'un büyüme modeli, ekonomide büyüme olduğunda nüfus artışının, teknolojinin, yatırımların ve tasarrufların bu büyümeye nasıl tepki verdiğini açıklamaya çalışmaktadır (Parasız, 2008). Ayrıca bu model, bazı ülkelerde yoksulluğun nasıl hüküm sürdüğünü, diğer ülkelerin ise çok zengin olabileceğinin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. Solow büyüme modeline göre ekonomik büyümenin sağlanabilmesi için kişi başına hesaplanan gelirdeki değişimin, kişi başına düşen üretim ve tüketim hacmi ile aynı oranda olması gerekmektedir.

İçsel Büyüme Modelleri:

Amerikalı iktisatçılar Paul Romer ve Robert Lucas tarafından geliştirilen yeni büyüme teorileri, literatürde içsel büyüme modelleri olarak adlandırılmaktadır. Neoklasik büyüme teorisinin temelini oluşturan dışsal büyüme modelleri, ekonomik büyümeyi büyük ölçüde sermaye birikimi ve dışsal teknolojik ilerleme ile açıklarken; beşerî sermaye, araştırma-geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri, bilgi birikimi ve yenilik süreçlerinin büyüme üzerindeki etkilerini yeterince dikkate almamaktadır. Buna karşılık içsel büyüme modelleri, teknolojik gelişme ve bilgi üretiminin ekonomik sistem içerisinde ortaya çıktığını ve ekonomik aktörlerin kararlarıyla şekillendiğini savunmaktadır. Bu çerçevede eğitim yatırımları, Ar-Ge harcamaları, inovasyon faaliyetleri ve bilgi yayılımı gibi unsurlar büyümenin temel belirleyicileri olarak kabul edilmekte; uzun dönemli ekonomik büyümenin ve büyümenin sürekliliğinin nasıl sağlanabileceği açıklanmaya çalışılmaktadır (Başıtek, 2019).

Ekonomik büyüme olgusunu açıklamaya yönelik geliştirilen teorik modeller, üretim faktörlerinin bir araya geliş biçimini ve uzun dönemli gelir artışının kaynaklarını farklı açılardan ele almaktadır. Klasik ve Neoklasik büyüme modellerinde sermaye, emek ve teknoloji temel belirleyiciler olarak öne çıkarken, enerji unsuru uzun süre dolaylı ya da ikincil bir faktör olarak değerlendirilmiştir. Ancak özellikle 1970'li yıllarda yaşanan enerji krizleri ve sonrasında artan çevresel kaygılar, enerji girdisinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin yeniden düşünülmesine yol açmıştır.

Bu çerçevede enerji, yalnızca üretim sürecinin tamamlayıcı bir unsuru değil, büyümenin sürdürülebilirliği açısından kritik bir belirleyici olarak görülmeye başlanmıştır. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim fonksiyonlarına dâhil edilmesi, büyüme modellerinin hem çevresel hem de yapısal dönüşüm boyutunu dikkate alan yeni bir perspektifle ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla ekonomik büyüme modellerinin incelenmesi, yenilenebilir enerji ile büyüme arasındaki ilişkinin teorik temellerini ortaya koymak açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini değerlendirebilmek için, büyüme teorilerinin enerji faktörünü nasıl konumlandığı analiz edilmelidir.

Yenilenebilir enerjiye olan talebin artması göz önünde bulundurulduğunda, bu tür enerji üretiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin belirlenmesi önemli bir konu haline gelmiştir. Bu sebeple, bu çalışmanın hedefi yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen araştırmalara bakıldığında, genellikle enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerinin ele alındığı dikkat çekmektedir. Ayrıca, genel

literatürden farklı olarak, bu çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi yerine yenilenebilir enerji üretiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi incelenmektedir.

4.5. Yenilenebilir Enerjinin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Teorik Etkileri

Ekonomik büyüme teorileri tarihsel süreç içerisinde üretim faktörlerinin niteliği ve verimliliği üzerinden şekillenmiştir. Geleneksel büyüme modellerinde enerji girdisi çoğunlukla sermaye içerisinde örtük biçimde değerlendirilmiş, bağımsız bir üretim faktörü olarak açıkça konumlandırılmamıştır. Ancak küresel ölçekte artan enerji talebi, kaynak kıtlığı ve çevresel maliyetlerin görünür hâle gelmesi, enerji unsurunun büyüme sürecindeki rolünü daha belirgin biçimde tartışmaya açmıştır. Bu tartışma, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik yapı üzerindeki dönüştürücü etkisi bağlamında yeni bir teorik alan oluşturmuştur (Başıtek, 2019).

Yenilenebilir enerji yatırımları, bir yandan üretim maliyetlerini uzun vadede istikrara kavuşturma potansiyeli taşıırken diğer yandan dışa bağımlılığı azaltarak makroekonomik kırılma risklerini sınırlayabilmektedir. Bununla birlikte temiz enerji teknolojilerine yönelik yatırımlar, bilgi birikimi ve teknolojik yenilik kanalıyla toplam faktör verimliliğini artırabilmekte; bu durum özellikle içsel büyüme modelleri çerçevesinde değerlendirildiğinde sürdürülebilir büyümenin temel dinamiklerinden biri olarak ortaya çıkmaktadır (Afşar vd., 2021).

Ayrıca yenilenebilir enerji sektörünün gelişimi, yeni istihdam alanlarının oluşmasına, yerli sanayi üretiminin çeşitlenmesine ve enerji ithalatına ayrılan kaynakların farklı üretken alanlara yönlendirilmesine imkân tanıyabilmektedir. Bu yönüyle yenilenebilir enerji, yalnızca çevresel bir politika aracı değil; aynı zamanda ekonomik büyümenin yapısını dönüştüren stratejik bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji arasındaki ilişki, üretim fonksiyonunun genişletilmesi, teknolojik ilerleme ve yapısal dönüşüm boyutlarıyla birlikte ele alınmalıdır.

Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin yönü ve niteliği, özellikle ampirik literatürde nedensellik analizleri üzerinden tartışılmaktadır. Bu çerçevede enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki bağ, tek yönlü ya da çift yönlü etkileşimler üzerinden ele alınmakta ve farklı hipotezler aracılığıyla sınıflandırılmaktadır. Söz konusu yaklaşımlar, enerji politikalarının makroekonomik etkilerini değerlendirme açısından önemli bir teorik temel sunmaktadır (Emek ve Atay Polat, 2022).

Literatürde öne çıkan yaklaşımlardan biri, enerji tüketimindeki artışın ekonomik büyümeyi tetiklediğini savunan “enerji odaklı büyüme” hipotezidir. Bu görüşe göre enerji, üretim sürecinin temel girdilerinden biri olup, özellikle sanayileşme ve teknolojik gelişim aşamalarında büyümenin belirleyici unsurlarından biri hâline gelmektedir. Yenilenebilir enerji bağlamında değerlendirildiğinde, bu yaklaşım temiz enerji yatırımlarının üretim kapasitesini artırarak ve maliyet yapısını dönüştürerek büyümeye katkı sağlayabileceğini ileri sürmektedir (Aydın, 2021). Buna karşılık “büyüme odaklı enerji” hipotezi, ekonomik büyümenin enerji talebini artırdığını savunmaktadır. Bu perspektife göre gelir düzeyindeki artış, enerji tüketimini genişletmekte; yenilenebilir enerji yatırımları ise büyümenin doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durumda ekonomik performans, enerji sektöründeki genişlemenin temel belirleyicisi olarak kabul edilmektedir.

Üçüncü yaklaşım olan çift yönlü nedensellik hipotezi ise enerji tüketimi ile ekonomik büyümenin karşılıklı olarak birbirini etkilediğini ileri sürmektedir. Özellikle yenilenebilir enerji sektörünün gelişmekte olduğu ekonomilerde, enerji yatırımları büyümeyi desteklerken; büyüme de sektöre yönelik yatırım kapasitesini artırabilmektedir. Bu karşılıklı etkileşim, enerji politikalarının yalnızca çevresel değil, aynı zamanda makroekonomik strateji unsuru olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir (Taşçı ve Ağralıoğlu, 2020).

Diğer yandan bazı ampirik bulgular ise enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadığını ortaya koyan “yansızlık” hipotezini desteklemektedir. Bu yaklaşım, özellikle enerji yoğunluğu düşük ya da hizmet sektörü ağırlıklı ekonomilerde geçerli olabilmektedir.

Yenilenebilir enerji özelinde değerlendirildiğinde, söz konusu hipotezlerin sonuçları ülke yapısına, enerji bağımlılık düzeyine, teknolojik kapasiteye ve politika çerçevesine göre farklılaşabilmektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, yalnızca enerji miktarı üzerinden değil; yatırım yapısı, teknoloji transferi, verimlilik artışı ve dış ticaret dengesi gibi makroekonomik kanallar üzerinden de analiz edilmelidir. Böylece ilişkinin yönü ve gücü, ekonometrik yöntemlerle daha sağlıklı biçimde ortaya konulabilmektedir.

4.6. G8 Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Kullanımının Ekonomik ve Çevresel Sürdürülebilirlik Üzerindeki Etkisi: Ampirik Analiz

4.6.1. Veri Seti ve Değişkenlerin Tanımlanması

Çalışmada G8 ülkeleri; Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Birleşik Krallık, Almanya, Fransa, İtalya, Japonya ve Rusya'dan için, 2000-2023 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Tablo 2'de analizde kullanılan değişkenlerin kısaltmaları, açıklamaları ve elde edildiği kaynak yer almaktadır.

Tablo 2. Kullanılan değişkenler

| Değişken | Tanımı | Elde Edildiği Kaynak |
|----------|---|----------------------|
| LCO2 | Toplam CO ₂ emisyonları (LULUCF hariç) (Mt CO ₂ eşdeğeri) | |
| LKBG | Kişi başına GSYH (2015 yılı sabit ABD doları) | |
| YE | Yenilenebilir enerji tüketimi (toplam nihai enerji tüketimi içindeki payı, %) | Dünya Bankası |
| TİC | Dış ticaret (GSYH %'si) | |
| KBE | Kişi Başına Enerji Tüketimi (kg petrol eşdeğeri) | |
| SSY | Brüt Sabit Sermaye Yatırımları (GSYH %'si) | |
| NÜF | Kentsel Nüfus (toplam nüfusun %'si) | |

Not: Değişkenlerin başında yer alan L, doğal logaritmik dönüşümü ifade etmektedir.

G8 ülkeleri, yüksek ekonomik üretim kapasiteleri, gelişmiş sanayi yapıları ve enerji tüketimleri nedeniyle küresel ekonomik sistem üzerinde belirleyici etkileri sahiptirler. Dolayısıyla enerji politikaları ve sürdürülebilir kalkınma açısından da önemli bir inceleme alanının oluşturmaları nedeniyle çalışmanın örneklem kütesi olarak seçilmişlerdir.

Çalışmada 2000-2023 döneminin tercih edilmesinin temel nedeni hem yenilenebilir enerji yatırımlarının küresel ölçekte hız kazandığı bir süreci kapsamı hem de sürdürülebilir kalkınma politikalarının ülkelerin ekonomik ve çevresel stratejilerinde daha belirgin hale geldiği bir zaman dilimini ifade etmesidir.

Araştırma kapsamında kullanılan veri seti, panel veri yapısında olup zaman ve ülke boyutlarını bir arada içermektedir. Bu sayede hem ülkeler arasındaki farklılıkların hem de zaman içerisindeki değişimlerin analiz edilmesi mümkün hale gelmektedir.

Çalışmada sürdürülebilir kalkınma kavramı iki temel boyutta değerlendirilmiştir. Bu açıdan modelde yer alan bağımlı değişkenler; ekonomik sürdürülebilirlik göstergesi ve çevresel sürdürülebilirlik göstergesidir.

4.6.2. Model Belirlenmesi

Yenilebilir enerji kullanımının çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik üzerindeki etkisi incelemek için Denklem (1) ve (2)'de yer alan ve sırasıyla çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik sürdürülebilirlik olmak üzere iki ayrı model kurulmuştur.

$$LCO2_{it} = \alpha_i + \beta_1 YE_{it} + \beta_2 LKBG_{it} + \beta_3 KBE_{it} + \beta_4 NÜF_{it} + \varepsilon_{it} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

$$LKBG_{it} = \alpha_i + \beta_5 YE_{it} + \beta_6 TİC_{it} + \beta_7 SSY_{it} + u_{it} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

Model 1 ve 2'de yer alan alt simge i , G8 ülkelerinden oluşan yatay kesit birimlerini t , 2000-2023 dönemi zaman etkisini temsil etmektedir. $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ ve β_7 başında yer aldığı değişkenin katsayısını, ε ve u sırasıyla modele ait hata terimlerini ifade etmektedir.

4.7. Yöntem

G8 ülkeleri için, yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla kurulan Model 1 ve 2 modelleri, panel regresyon yöntemi ile tahmin edilmiştir.

Panel veri, yatay kesit ve zaman boyutlarını birlikte içeren ve aynı birimlerin zaman içerisindeki gözlemlerine dayanan bir veri yapısıdır (Hsiao, 2003). Panel veri, yatay kesit ve zaman boyutlarını birleştirdiği için gözlem sayısı yükselmekte ve tahmincilerin etkinliği artmaktadır.

Panel Veri Analizi tahminleri, Sabit Etkiler Modeli (Fixed Effects Model – SEM) ve Rassal Etkiler Modeli (Random Effects Model – REM) olmak üzere 2 temel model tahmini üzerinden gerçekleştirilir. Sabit etkiler modeli, birimlere özgü ve zamanla değişmeyen etkileri kontrol ederek analiz yaparken, rassal etkiler modeli bu birim etkilerini rastgele kabul ederek modele dahil eder. Tahminlerde SEM ya da REM modellerinin seçimi Hausman (1978) Testi ile belirlenir. Testin temel hipotezi H_0 , REM modelinin uygun olduğunu, alternatif hipotezi H_A ise SEM modelinin uygun olduğunu ortaya koymaktadır.

Analizde kullanılan değişkenlere ait istatistiki tanımlamalar sırasıyla Tablo 3 ve 4'te sunulmuştur.

Tablo 3. Korelasyon matrisi

| | LCO2 | NÜF | LKBG | YE | TİC | SSY | KBE |
|------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|
| LCO2 | 1.0000 | | | | | | |
| NÜF | 0.2138 | 1.0000 | | | | | |
| LKBG | -0.1116 | 0.3915 | 1.0000 | | | | |
| YE | -0.4083 | -0.0322 | 0.3729 | 1.0000 | | | |
| TİC | -0.6707 | -0.2277 | -0.0594 | 0.5197 | 1.0000 | | |
| SSY | 0.1990 | 0.4187 | 0.0882 | 0.0822 | -0.4201 | 1.0000 | |
| KBE | 0.5029 | 0.1532 | 0.1559 | 0.3471 | -0.1295 | 0.2666 | 1.0000 |

Değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi ortaya koyan korelasyon katsayılarının pozitif olması değişkenler arasında aynı yönlü, negatif olması ise ters yönlü bir ilişki olduğunu ifade etmektedir. Tablo 3'te yer alan sonuçlara göre değişkenler arasındaki korelasyon katsayılarının genel anlamda düşük ve orta düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum modelde bulunan değişkenler arasında ciddi bir çoklu doğrusal bağlantı sorunu olmadığını ifade etmektedir. Sonuç olarak, bu modelde kullanılan bağımsız değişkenler arasında yüksek düzeyde çoklu doğrusal bağlantı problemi bulunmadığını ve değişkenlerin birlikte regresyon analizinde kullanmasının istatistiksel olarak uygun olduğunu ifade edilir.

Tablo 4. Tanımlayıcı istatistikler

| Değişkenler | Gözlem | Ortalama | Standart sapma | Minimum | Maksimum |
|-------------|--------|-----------|----------------|----------|-----------|
| LCO2 | 200 | 1.355.403 | 1.574.462 | 274.451 | 5.928.761 |
| NÜF | 200 | 79.049 | 5.784 | 67.193 | 92.190 |
| LKBG | 200 | 10.453 | 0.341 | 8.580 | 11.103 |
| YE | 176 | 9.810 | 6.298 | 0.800 | 23.900 |
| TİC | 200 | 52.925 | 16.444 | 19.560 | 88.786 |
| SSY | 200 | 21.195 | 2.416 | 16.181 | 28.487 |
| KBE | 191 | 4.629.306 | 1832.932 | 2127.608 | 8427.442 |

Tablo 4'te yer alan verilerden hareketle; değişkenlerin minimum ve maksimum değer aralıkları, modelin kurulumu için yeterli çeşitliliğe sahiptir. Ve uç değerlerin analiz sonuçlarını saptıracak seviyede bir dağılım sergilemediğini göstermektedir.

Çevresel kaliteyi temsil eden LCO₂ değişkeni ele alındığında, 200 gözlem için ortalama değerin 1.355.403 olduğu görülmektedir. Söz konusu değişkenin minimum değeri 274.451, maksimum değeri ise 5.928.761 şeklinde gerçekleşmiştir. Standart sapmanın yüksek olması, LCO₂'nin ülkeler ve dönemlere göre önemli düzeyde farklılık gösterdiğini işaret etmektedir.

Kentleşmeyi ifade eden NÜF değişkeni ise kentleşme oranlarının örneklem genelinde daha dengeli bir dağılım sergilediğini göstermektedir. Diğer bir ifadeyle maksimum ve minimum arasındaki standart sapma görece düşüktür.

Ekonomik büyüme göstergesi olarak ele alınan LKBG değişkeninde maksimum ve minimum değerlerin ardından standart sapma oldukça yüksektir. Bu durum ise, ekonomik büyüklüklerin ülkeler arasında ciddi farklılıklar içerdiğini ortaya koymaktadır.

Yenilenebilir enerjiyi ifade eden YE değişkeninde standart sapmanın yine benzer şekilde yüksek olması, yenilenebilir enerjinin ülke ve dönem bazında değişkenlik gösterdiğini işaret etmektedir.

Dış ticareti ifade eden TİC değişkeninin standart sapmasının yüksek olması (16.444), dış ticaret hacminin ülkeler arasında önemli düzeyde farklılaştığını ifade etmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, analizde kullanılan değişkenlerin çoğunda yüksek standart sapma değerleri dikkat çekmekte olup, bu durum örnekleme yer alan ülkeler arasında ekonomik, çevresel ve yapısal farklılıkların belirgin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu heterojen yapı, yapılacak ekonometrik analizlerde değişkenler arasındaki ilişkilerin daha dikkatli yorumlanmasını gerekli kılmaktadır.

4.8. Ampirik Bulgular

Çalışmanın bu kısmında G8 ülkeleri için, yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla kurulan Model 1 ve 2'nin tahmin sonuçları yer almaktadır.

Model 1: Çevresel Sürdürülebilirlik Sonuçları:

Model 1'in amacı, yenilenebilir enerji kullanımının çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini LCO₂ emisyonları çerçevesinde incelemektir. Bu doğrultuda öncelikle REM ve SEM tahmincileri ile tahmin edilmiştir. Bu aşamada REM veya SEM tahmincisinin tercih edilebilmesi için Hausman (1978) testi gerçekleştirilmiştir. Hausman test istatistiği; $\chi^2(4) = 7,85$ ve olasılık değeri, 0,0972 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç istatistiksel olarak %5 anlamlılık düzeyinde H₀ temel hipotezinin reddedilemediğini ve REM tahmincisinin uygun olduğunu ortaya koymuştur.

$$\text{Model 1: } LCO_{2it} = \alpha_i + \beta_1 YE_{it} + \beta_2 LKBG_{it} + \beta_3 KBE_{it} + \beta_4 NÜF_{it} + \epsilon_{it}$$

(Eşitlik 3)

Tablo 5. Model 1 tahmin sonuçları

| Değişken | Katsayı | Std. Hata | Z istatistiği | p-değeri |
|----------|---------|-----------|---------------|----------|
| YE | -0.0240 | 0.0016 | -14.37 | 0.000 |
| LKBE | 0.0001 | 0.0000 | 7.96 | 0.000 |
| NÜF | 0.0052 | 0.0022 | 2.36 | 0.018 |
| LKBG | 0.1241 | 0.0349 | 3.55 | 0.000 |
| c | 2.5423 | 0.9863 | 2.58 | 0.010 |

Tablo 5'te Model 1'in tahmin sonuçları yer almaktadır. Sonuçlar incelendiğinde YE değişkeninin katsayısı negatif ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde çevresel sürdürülebilirliğe katkı sunduğunu gösterir. Bu durum YE'in LCO2'yi azaltıcı yönde etki ettiğini ortaya koymaktadır. Bir diğer ifadeyle YE'deki %1'lik artış LCO2'yi %0.02 azaltmaktadır. Bu bulgudan hareketle, yenilenebilir enerji kullanımındaki artışın çevresel sürdürülebilirliğe katkı sunduğu ifade edilebilir.

LKBE'nin katsayısı istatistiksel olarak %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı ve pozitif olarak belirlenmiştir. Bu sonuç LKBE'nin LCO2'yi artırdığını ortaya koymaktadır. Benzer şekilde NÜF istatistiksel olarak %5 ve LKBG %1 anlamlılık düzeyinde LCO2'yi pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, literatürde yenilenebilir enerji kullanımı, ekonomik büyüme ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarla büyük ölçüde uyumludur. Çalışmanın çevresel sürdürülebilirlik modelinde yenilenebilir enerji kullanımının LCO₂ emisyonlarını azaltıcı yönde anlamlı etki oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, Yeter (2023)'in yenilenebilir enerji üretiminin uzun dönemde CO₂ emisyonlarını azaltarak çevresel kaliteyi iyileştirdiği yönündeki sonucu ile doğrudan örtüşmektedir. Benzer şekilde Şahin Kutlu (2024), yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtlara kıyasla daha düşük karbon salımı üretmesi nedeniyle çevresel sürdürülebilirliğin temel araçlarından biri olduğunu vurgulamaktadır. Bu açıdan mevcut çalışmanın G8 ülkeleri için ulaştığı sonuç, yenilenebilir enerjinin çevresel kaliteyi artırıcı etkisini destekleyen literatürle paralel bir görünüm sunmaktadır.

Model 2: Ekonomik Sürdürülebilirlik :

Model 2'nin amacı yenilenebilir enerji payının ekonomik sürdürülebilirlik kapsamında ekonomik büyüme üzerindeki etkisini analiz etmektir. Bu doğrultuda REM ve SEM tahmincileri ile tahmin edilmiştir. REM ve SEM tahmincisi arasında seçim yapılabilmesi için Hausman (1978) testi gerçekleştirilmiştir. Hausman test istatistiği; $\chi^2(4) = 0,19$ ve olasılık değeri=0,9787 olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla H₀ hipotezi reddedilememiş ve REM tahmincinin daha uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

$$\text{Model 2: LKBG}_{it} = \alpha_i + \beta_5 \text{YE}_{it} + \beta_6 \text{TİC}_{it} + \beta_7 \text{SSY}_{it} + u_{it} \quad (\text{Eşitlik 4})$$

Tablo 6’da Model 2 tahmin sonuçları yer almaktadır. Sonuçlar YE değişken katsayısının pozitif ve istatistiksel olarak %1 düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu durum YE’in LKBG’i artırıcı yönde etki ettiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 6. Model 2 tahmin sonuçları

| Değişkenler | Katsayı | Standart hata | Z- değeri | P değeri |
|-------------|---------|---------------|-----------|----------|
| YE | 0.0121 | 0.0021 | 5.66 | 0.000 |
| TİC | -0.0010 | 0.0013 | -0.74 | 0.457 |
| SSY | 0.0317 | 0.0045 | 7.03 | 0.000 |
| c | 9.6565 | 0.2563 | 37.67 | 0.000 |

Bu bulgudan hareketle, yenilenebilir enerji kullanımındaki artışın ekonomik sürdürülebilirliği artırıcı bir etki oluşturduğunu ifade edilir. SSY’nin katsayısı istatistiksel olarak %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı ve pozitif olarak belirlenmiştir. Bu sonuç SSY’nin LKBG’yi artırdığını göstermektedir. TİC değişkeninin ise istatistiksel olarak anlamsız olduğu belirlenmiştir.

Ekonomik sürdürülebilirlik modeli açısından değerlendirildiğinde ise çalışmada yenilenebilir enerji kullanımının LKBG üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, Tjep vd (2020)’nin yenilenebilir enerji arzının sürdürülebilir ekonomik büyüme üzerinde olumlu ve önemli etkiler yarattığı yönündeki bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Aynı şekilde Felix (2020), OECD ülkeleri üzerine yaptığı çalışmada yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyümeyi olumlu etkilediğini belirtmiş; bu bulgu mevcut çalışmanın G8 ülkeleri için ulaştığı sonuçlarla uyumlu bir yapı sergilemektedir. Joseph ve Charles (2021) ise gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin olumlu fakat sınırlı olduğunu, çevresel sürdürülebilirlik dikkate alındığında bu etkinin güçlendiğini ortaya koymuştur. Bu yönüyle mevcut çalışma, yenilenebilir enerjinin yalnızca çevresel değil, aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirlik açısından da destekleyici bir değişken olduğunu göstermesi bakımından söz konusu literatürü tamamlayıcı niteliktedir.

Bununla birlikte çalışmanın bulguları, yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ülke grubu, dönem ve yöntem farklılıklarına bağlı olarak değişebileceğini belirten çalışmalarla da birlikte değerlendirilmelidir. Taşcı ve Ağralıoğlu (2020), enerji yatırımlarının büyümeyi desteklediğini, ekonomik büyümenin

de yenilenebilir enerji sektörüne yönelik yatırım kapasitesini artırabildiğini belirtmektedir. Mevcut çalışmada yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki pozitif etkisinin tespit edilmesi, bu karşılıklı etkileşim yaklaşımını desteklemektedir. Ayrıca çalışmada KBE, NÜF ve LKBG değişkenlerinin LCO₂ emisyonlarını artırıcı yönde etkide bulunması literatürde ekonomik gelişme, sanayileşme ve nüfus artışının çevresel baskıları artırabileceği yönündeki bulgularla uyumludur. Buna karşılık yenilenebilir enerji değişkeninin emisyonları azaltıcı etkisi, fosil yakıt temelli büyüme modelinden yenilenebilir enerji temelli sürdürülebilir büyüme modeline geçişin çevresel açıdan gerekli olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak bu çalışmanın bulguları, yenilenebilir enerji kullanımının G8 ülkelerinde hem karbon emisyonlarını azaltan hem de ekonomik büyümeyi destekleyen çift yönlü bir sürdürülebilirlik aracı olduğunu ortaya koymakta; böylece literatürde yenilenebilir enerji, çevresel kalite ve ekonomik büyüme arasında kurulan olumlu ilişkiyi ampirik olarak desteklemektedir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüzde artan enerji talebi, sürdürülebilir ekonomik kalkınma ile dünya çapında çevresel dengenin sağlanması arasında karmaşık bir bağlantı yaratmıştır. Enerji üretimi ve kullanımı, ulusların gelişmişlik düzeyini belirlemede kilit bir faktör haline gelmiştir. Ancak, fosil yakıt bazlı enerji sistemlerinin olumsuz çevresel etkileri, iklim değişikliği, karbon emisyonları, hava kirliliği ve doğal kaynakların tükenmesi gibi önemli sorunlara yol açmıştır. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynakları (güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyokütle ve jeotermal gibi), ekonomik büyümeyi destekleyen ve çevresel sürdürülebilirliği iyileştiren stratejik bir çözüm olarak büyük önem kazanmıştır.

Bu çalışmada, G8 ülkeleri için 2000–2023 dönemine ait veriler kullanılarak yenilenebilir enerji kullanımının çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri panel veri analizi yöntemiyle incelenmiştir. Analiz kapsamında iki ayrı model oluşturulmuştur. İlk modelde çevresel sürdürülebilirlik göstergesi olarak LCO₂ emisyonları ele alınmış ve yenilenebilir enerji kullanımının çevre kirliliği üzerindeki etkisi araştırılmıştır. İkinci modelde ise ekonomik sürdürülebilirlik kapsamında ekonomik büyüme bağımlı değişken olarak kullanılmış ve yenilenebilir enerji kullanımının büyüme üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Hausman testi sonuçlarına göre her iki model için de rassal etkiler tahmincisinin uygun olduğu belirlenmiştir.

Analiz bulguları, yenilenebilir enerji kullanımının çevresel sürdürülebilirliği destekleyerek LCO₂ emisyonlarını azaltıcı yönde istatistiksel olarak anlamlı etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Bunun yanında yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyümeyi desteklediği ve ekonomik sürdürülebilirliğe pozitif katkı sağladığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, yenilenebilir enerjinin yalnızca çevresel sorunların çözümünde değil, aynı zamanda ekonomik büyümenin desteklenmesinde de önemli bir unsur olduğunu göstermektedir.

Çalışma bulguları, yenilenebilir enerji yatırımlarının sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir dönüşüm sürecinde kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Yenilenebilir enerji kullanımı; temiz enerjiye erişimin artırılması, iklim değişikliğiyle mücadele, enerji arz güvenliğinin sağlanması ve dışa bağımlılığın azaltılması açısından önemli katkılar sunmaktadır. Her ne kadar yenilenebilir enerjiye geçiş süreci kısa vadede yüksek yatırım maliyetleri ve teknik altyapı yetersizlikleri gibi bazı kısıtlar

içerse de uzun vadede çevresel maliyetlerin azaltılmasına, ekonomik istikrarın güçlendirilmesine ve bölgesel kalkınmanın desteklenmesine katkı sağlamaktadır.

Bu doğrultuda politika yapıcılarının yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik eden mekanizmaları güçlendirmesi, enerji dönüşüm sürecini hızlandırması ve fosil yakıtlara bağımlılığı azaltacak stratejiler geliştirmesi önem taşımaktadır. Özellikle yenilenebilir enerji altyapısına yönelik finansal teşviklerin artırılması, Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi ve enerji piyasalarında sürdürülebilir ve rekabetçi bir yapının oluşturulması öncelikli politika alanları arasında yer almaktadır. Ayrıca yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımına yönelik uzun vadeli politikaların geliştirilmesi, enerji güvenliği ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılması açısından büyük önem arz etmektedir.

Sonuç olarak, yenilenebilir enerji kaynakları yalnızca alternatif bir enerji kaynağı değil; ekonomik büyümeyi destekleyen, çevresel riskleri azaltan ve sürdürülebilir kalkınmayı güçlendiren stratejik bir dönüşüm aracı olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Acar, S. ve Köseoğlu, H. (2021). Jeotermal Suların Uygulama Alanları ve Çevresel Problemler. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (28), 325-332.
- Adıyaman, Ç. (2012). *Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları*. Niğde Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde.
- Afşar, M. ve Özarslan Doğan, B. (2021). Yenilenebilir Enerji Yatırımları ve İstihdam İlişkisi: E-7 Ülkeleri Üzerine Bir Analiz. *Sosyoekonomi*, 29(50), 547-564.
- Ahmed, Z., Ahmad, M., Rjoub, H., Kalugina, O. A. ve Hussain, N. (2021). "Economic Growth, Renewable Energy Consumption, and Ecological Footprint: Exploring the Role of Environmental Regulations and Democracy in Sustainable Development." *Sustainable Development*, Wileyonlinelibrary (September):1-11. doi: 10.1002/sd.2251.
- Akadiri, S. ve Adebayo, T. S. (2021). *Asymmetric Nexus among Financial Globalization, NonRenewable Energy, Renewable Energy Use, Economic Growth, and Carbon Emissions: Impact on Environmental Sustainability Targets in India*, October 2021, Environmental Science and Pollution Research.
- Akça, Y. ve Kamacı, A. (2021). TR81 Bölgesinin Yenilenebilir Enerji Durumu. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12 (24), 400-412.
- Akdağ, V. ve Gözen, M. (2020). Yenilenebilir Enerji Projelerine Yönelik Güncel Yatırım ve Finansman Modelleri: Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18 (Armağan Sayısı), s. 139-156.
- Aktaş, H. (2017). *İşletmelerde Sürdürülebilirliğin Sağlanmasında Lider Yöneticilerin Rolü ve Küresel En İyi Uygulama Örnekleri*, İşletmelerde Sürdürülebilirlik Dinamikleri, editör: Işıl Mendes Pekdemir, Beta Yayıncılık, İstanbul, s. 59-85.
- Al, K. (2021). Biyokütle Enerji Santralleri İçin Tarımsal Atıklar: Şanlıurfa İlinde Tarımsal Atık ve Artıkların Değerlendirilmesi. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(2), 67-76.
- Alkan, Y. (2025). David Ricardo'nun Görüşlerinin İktisadi Adalet Bağlamında Değerlendirilmesi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 26(1), 169-185.
- Al-Khatib IA, Monou M, Abu Zahra ASF, Shaheen HQ ve Kassinos D (2010). Solid waste characterisation, quantification and management practices in developing

- countries. A case study: Nablus district–Palestine. *Journal of Environmental Management*, 91:1131-1138
- Alper, F. Ö. (2019). Ekonomik büyümenin belirleyicileri: Yapısal kırılmalar altında Türkiye örneği. *Fiscaoeconomia*, 3(1), 202–227. <https://doi.org/10.25295/fsecon.2019.01.008>
- Alptekin, Z. (2024). Bir enerji kaynağı olarak “hidrojen”. *Perspektif Online*. <https://www.perspektif.online/bir-enerji-kaynagi-olarak-hidrojen/>
- Amal, E., Yılmaz, K., ve Özdemir, E. (2022). Rüzgâr Enerji Santrallerinin Elektrik Şebekesine Etkilerinin İncelenmesi. *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 50-65. <https://doi.org/10.53410/koufbd.1096254>
- Aslantaş, A. (2018). *Dünya'da Ve Türkiye'de Biyokütle Enerjisinin Kullanımı ve Potansiyeli*. KTO Karatay Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi. Konya.
- Avrupa Birliği (2024). Avrupa Yeşil Mutabakatı. Ankara: T.C. Dışişleri Bakanlığı AB Başkanlığı.
- Avrupa Çevre Ajansı. (2021). *Avrupa'da sürdürülebilirliğe geçişlerin desteklenmesi: Bilgi, kurumlar ve yönetim*.
- Avrupa Komisyonu (2020). 2030 AB Biyoçeşitlilik Stratejisi: Doğayı Hayatımıza Geri Kazandırmak. Brüksel.
- Avrupa Parlamentosu (2021). 2030 AB Biyoçeşitlilik Stratejisi Bilgilendirme Raporu. Brüksel.
- Aydın, B. (2021). Kalkınma Literatüründen Hareketle Enerji-Büyüme İlişkisi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 1-13. <https://doi.org/10.29106/fesa.770344>
- Balcı, A. B. (2024). *Neo-liberal ekonomi politikalarının tarımsal performans üzerine etkileri: Türkiye ve OECD ülkelerinin karşılaştırılması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, İzmir.
- Bamati, N., ve Raoofi, A. (2020). Development level and the impact of technological factor on renewable energy production. *Renewable Energy*, 151, s. 946-955.
- Başitekin, D. (2019). *Ekonomik büyümenin derin belirleyicileri: Orta gelir düzeyindeki ülkeler örneği* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Berktaş, S., ve Dimli Oraklıbel, R. (2021). Sanayi Devrimi ile Gelen Değişim: İş Bölümü vee Yabancılaşma. *Atlas Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(6), 112-121.

- Bilhan, Ö. (2024). Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları açısından hidroelektrik ve güneş enerjisinin bölgesel ve iller bazında incelenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(4), 1504-1516.
- Birleşmiş Milletler (2012). *Arzu ettiğimiz gelecek: Sürdürülebilir kalkınmaya doğru*.
- Birleşmiş Milletler (1972). *Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment (Stockholm Declaration)*.
- Birleşmiş Milletler (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>.
- Birleşmiş Milletler (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future*.
- Birleşmiş Milletler. (1993). *Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development, Rio Declaration on Environment and Development, Statement of Forest Principles*. New York: United Nations.
- Birleşmiş Milletler (1997). *Birleşmiş Milletler’i yenilemek: Bir reform programı (A/51/950 sayılı belge)*. <https://www.un.org/undpa/en/sc/reforms>
- Birleşmiş Milletler (2000a). *Millennium Summit of the United Nations: Background note*. United Nations.
- Birleşmiş Milletler (2000b). *Millennium Development Goals (MDGs)*. United Nations.
- Birleşmiş Milletler (2002). *World Summit on Sustainable Development: Summary of commitments and partnerships*. United Nations Department of Economic and Social Affairs.
- Birleşmiş Milletler (2002a). *Report of the World Summit on Sustainable Development (A/CONF.199/20)*. United Nations.
- Birleşmiş Milletler (2002b). *Johannesburg Plan of Implementation*. United Nations.
- Birleşmiş Milletler (2012). *The future we want: Rio+20 outcome document*. United Nations Department of Economic and Social Affairs.
- Birleşmiş Milletler (2012a). *United Nations Conference on Sustainable Development (Rio+20): Report of the conference*. United Nations.
- Birleşmiş Milletler (2012b). *Arzu ettiğimiz gelecek (A/RES/66/288)*. <https://undocs.org/tr/A/RES/66/288>
- Birleşmiş Milletler (2012b). *The future we want: Outcome document of the United Nations Conference on Sustainable Development*. United Nations.
- Birleşmiş Milletler (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. <https://sdgs.un.org/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development-17981>

- Birleşmiş Milletler (2022). *Stockholm+50: A healthy planet for the prosperity of all*. UN Conference Report.
- Birleşmiş Milletler Genel Kurulu. (2000). *Binyıl bildirgesi* (A/RES/55/2). <https://undocs.org/en/A/RES/55/2>
- Birol, F. (2018). *Renewables 2018 market analysis and forecast from 2018 to 2023*. International Energy Agency Market Report Series.
- Bostancıeri, S. ve Akçacı, T. (2025). Yenilenebilir Enerji ve Dış Ticaret İlişkisi: Gaziantep Örneği. *The Journal of International Scientific Researches*, 10(3), 340-360.
- Bülbül, Ş. ve Durgun Kaygısız, A., (2024), Ekonomik Büyüme Etkileyen Faktörler üzerine Bir İnceleme, *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 16 (1): 57-76.
- Can, S. (2011). *Alternatif enerji kaynakları potansiyelinin yönetilmesi: Çanakkale ili örneği*. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Çetin, M. ve Sezen, S. (2018). Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Karbondioksit Salınımı Arasındaki İlişki: Bir SVAR (Yapısal Var) Analizi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi* (March): 136–57.
- Daly, H. E. (2007). *Ecological economics and sustainable development, selected essays of Herman Daly*. Edward Elgar Publishing.
- Demir, M. A., ve Yakışık, H. (2024). Enerjinin Tarihsel Gelişimi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 13(3), 1333-1353.
- Demiral, G. ve Tatlı, H. (2025). Yenilenebilir enerji yatırım kararında SWOT analizi ve yapılabirlik üzerine bir araştırma: Isparta ili örneği. *Karabük Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2), 163-184. DOI: 10.63233/kbuiibfdergisi.1741458
- Demirel, H. G. (2023). Doğa bilimlerinden sosyal bilimlere: Örgütsel entropi. *RveS-Research Studies Anatolia Journal*, 6(4). 556-583.
- Deniz, A., ve Yılmaz, M. (2025). Doğu Anadolu Bölgesinin Biyokütle Enerji Potansiyelinin İncelenmesi. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(2), 98-125.
- Dike, S., ve Sam Dike, V. N. (2016) Decoupling Energy Development, Economic Growth and Environmental Sustainability in African States: The Tradeoffs, International conference on Energy, *Environment and Economics*, 16-18 August 2016: 186–95.

- Doğan, B., Tölüce, N. S., Asker, S., ve Gürbüz, O. (2014). Sürdürülebilir kalkınma: Temel sorunlar ve çözüm önerileri. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(1), 1–15.
- Dünya Bankası (1997). *Değişen dünyada devlet: Dünya kalkınma raporu 1997*. Oxford University Press.
- Dünya Bankası (2003). *World development report 2003: Sustainable development in a dynamic world*. Oxford University Press.
- Dünya Bankası (2013). *Sıcağı düşürün: Aşırı iklim olayları, bölgesel etkiler ve dayanıklılık durumu*. Dünya Bankası Grubu.
- Dünya Bankası (2020). *Sustainable Finance and Climate Investment*. Washington, DC: World Bank Publications.
- Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (1991). *Ortak geleceğimiz* (B. Çorakçı, Çev.). Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayınları.
- Eğilmez, M. (2019). *Ekonominin Temelleri, Kavramları ve Kurumları*. Remzi Kitapevi Yayınları: İstanbul.
- ElektrikPort. (2011). Yer Altından Gelen Enerji: Jeotermal. Erişim adresi: <https://www.elektrikport.com/makale-detay/yer-altindan-gelen-enerji-jeotermal/2856>
- Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE). (2009). *Biyokütle Enerjisi ve Türkiye Potansiyeli*. Ankara: EİE Genel Müdürlüğü.
- Emek, M. ve Atay Polat, G. (2022). Sürdürülebilirlik ve yenilenebilir enerji kaynakları üzerine bir inceleme.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2023). *Üretimden Tüketime Enerji Verimliliği*. Ankara: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
- European Commission (2019). Speech by President von der Leyen on the occasion of the COP25 in Madrid. (https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/SPEECH_19_6749)
- European Commission (2020). *A Clean Planet for All - A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate-neutral economy*.
- European Commission (2021). *Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. Brussels.
- European Investment Bank (2021). *Green Finance: Financing the transition to a sustainable future*. Luxembourg: EIB Publications.
- Felix, R. (2020). Renewable Energy Contribution to Economic Growth in OECD Countries. *İzmir Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2): 86–93.

- Global Footprint Network. (2008). *Africa report: Ecological footprint and human well-being*.
- Güler, Ü. A. (2018). Sürdürülebilir Afet Yönetiminde Atık Yönetimi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(2), 236-246.
- Güllü, M., ve Kartal, Z. (2021). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının İstihdam Etkisi. *Sakarya Üniversitesi İktisat Dergisi*, 10(1), 36-65.
- Günay, N., ve Hacıyakupoğlu, S. (2023). İklim Değişikliğinin Kronolojik Analizi ve Nükleer Enerjiye Bir Bakış. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 9(2), 365-384.
- Gündüz, N. K., ve Bicil, İ. M. (2022). Yenilenebilir Enerji Yatırımlarını Belirleyen Faktörler Ve Gelir Gruplarına Göre Seçilmiş Ülkelerin Analizi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(13), s. 1-28.
- Güner, E. D., ve Turan, E. S. (2017). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Küresel İklim Değişikliği Üzerine Etkisi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 3(1), s. 48-55.
- Gürel, B. (2020). Türkiye'deki Güncel Biyokütle Potansiyelinin Belirlenmesi Ve Yakılmasıyla Enerji Üretimi İyi Bir Alternatif Olan Biyokütle Atıklar İçin Sektörel Açından Ve Toplam Yanma Enerji Değerlerinin Hesaplanması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8 (2), 407-416.
- Güven, G., ve Bilhan, A. (2024). Güneş panellerinin üretim ve kurulum süreçlerinde verimliliği belirleyen faktörlerin analizi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(4), 1400-1407.
- Holden, E., Linnerud, K. ve Banister, D. (2014). Sustainable Development: Our Common Future Revisited, *Global Environmental Change*, 26, 130-139.
- Hondroyiannis, G., Tsalaporta, P. ve Papapetrou, E. (2024). Sustainable energy consumption and finance in the presence of risks: Towards a green economy. *Renewable Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.xxxxxx>
- Hudson, E. A. (2015). *Economic Growth: How it Works and How It Transformed The World*. Vernon Press.
- IEA (2021). Global Energy Review: CO2 Emissions in 2020, Understanding the Impacts of Covid-19 on Global CO2 Emissions. (<https://www.iea.org/articles/global-energy-review-co2-emissions-in2020>)
- IEA. (2011). *Renewable Energy: Policy Considerations for Deploying Renewables*. Paris. (<https://www.iea.org/reports/renewable-energy-policy-considerations-fordeploying-renewables>)
- İlgar, R. (2018). Çevresel Duyarlılık Açısından Petrol Sektörü, Çanakkale Boğazının Pazardaki Yeri ve Önemi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 23(39), 25-44.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (2023). *Climate change 2023: Synthesis report*. IPCC.
- International Energy Agency (2023). *World energy outlook 2023*. IEA.
- IRENA (2022). Renewable Power Generation Costs in 2022. (<https://www.irena.org/Publications/2023/Aug/Renewable-Power-GenerationCosts-in-2022>)
- İslamoğlu, B., ve Akkuzu, İ. (2023). İktisat Teorisinde Nüfus ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Gelişimi. *Sosyal Bilimler Metinleri*, 2023(1), 15-27.
- İşcan, İ. H., ve Demirel, T. (2023). Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi ve Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: OECD Ülkeleri Üzerine Bir Panel Veri Analizi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 41(3), 470-496.
- Joseph, T. E. ve Charles, A. C. (2021). Renewable Energy Consumption, Environmental Sustainability, and Economic Growth in Developing Countries, *Asian Bulletin of Energy Economics and Technology* 6(1): 43–49. doi: 10.20448/journal.507.2021.61.43.49.
- Kabaş, T. (2021). *Ortodoks iktisat ile iktisat sosyolojisi arasındaki ilişki*. Akademisyen Kitabevi.
- Kapçak, S., Çetin, M., ve Can, A. (2023). Türkiye Ekonomisinde Tarımsal Enerji Tüketimi-Ekonomik Büyüme İlişkisi: Bir Saklı Eşbütünleşme Analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3), 605-619.
- Kapluhan, E. (2015). Enerji coğrafyası açısından bir inceleme: Biyokütle enerjisinin dünyadaki ve Türkiye'deki kullanım durumu. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (30), 97–125.
- Karaosmanoğlu, F. (2006). *Türkiye'nin Biyokütle Enerjisi Potansiyeli ve Değerlendirilmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Karagöl, E. T. ve Kavaz, İ. (2017). *Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji, Analiz*, (197). SETA Yayınları, İstanbul.<https://setav.org/assets/uploads/2017/04/YenilenebilirEnerji.pdf>.
- Kayısoğlu, B., ve Diken, B. (2020). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kullanımının Mevcut Durumu ve Sorunları. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 15(2), 61-65.
- Kaymaz, S., Bayraktar, T., ve Sel, Ç. (2024). Su dalga enerjisi üretimi ve yapay zekâ: Asya, Avrupa ve Türkiye'nin potansiyeli. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29(2), 798–822.

- Kekillioğlu, A. (2023). Sürdürülebilir gelişme ve biyolojik çeşitlilik. *1st International Conference on Scientific and Innovative Studies Proceedings*. All Sciences Proceedings. <https://asproceeding.com/index.php/icsis>
- Keleş, R., Hamamcı, C., ve Çoban, A. (2015). *Çevre Politikası*, İmge Kitabevi, Ankara.
- Kılıç, N. Ö. ve Açdoğuran, B. (2018). *Yenilenebilir Enerji Kullanımı ve Co2 Salınımının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Amerika Örneği*, İksad II-International Conference on Sciences 2018. Gaziantep, Türkiye: 02–11.
- Kılıçoğlu, Ö. ve Özgür, M. A. (2023). Rüzgâr Enerjisinin Tarihsel Gelişimi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(6), 301-310.
- Kıncay, O., Utlı, Z., Ağustos, H., Akbulut, U., ve Açıkğöz, Ö. (2009). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarında Birleşme Eğilimi. *Sigma, YTÜ Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, Çağrılı Derleme Makale, 27, 60-82.
- Kim, J., ve Park, K. (2016). Financial development and deployment of renewable energy technologies. *Energy Economics*, 59, s. 238-250.
- Koç, A., Yağlı, H., Koç, Y., ve Uğurlu, İ. (2018). Dünyada ve Türkiye’de enerji görünümünün genel değeriendirilmesi. *Mühendis ve Makina*, 59(692), 86–114.
- Koçak, E. (2017). Finansal Gelişme Çevresel Kaliteyi Etkiler Mi? Yükselen Piyasa Ekonomileri İçin Ampirik Kanıtlar. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(3), s. 535-552.
- Korkut, C. (2022). Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilir Hayat. Döngüsel Ekonomi ve Sürdürülebilir Hayat. <https://doi.org/10.53478/TUBA.978-605-2249-97-0>
- Koyun, Ş. (2022, Haziran). *Günlük yaşamımızda enerji verimliliği*. EMO İzmir Şubesi.
- Köstepen, M.N. (2024). İslam İktisadı Perspektifinden Sosyal Adalet ve Kalkınma, *Maruf İktisat İslam İktisadı Araştırmaları Dergisi*, (8), 48-60.
- Kula, E. (1998). *History of Environmental Economic Thought*, Routledge, London.
- Lee, J. W. (2019). Long-Run Dynamics of Renewable Energy Consumption on Carbon Emissions and Economic Growth in the European Union, *International Journal of Sustainable Development ve World Ecology*, 26(1): 69-78.
- Mamun, M. A., Sohag, K., Shahbaz, M., ve Hammoudeh, S. (2018). Financial markets, innovations and cleaner energy production in OECD countries. *Energy Economics*, 72, s. 236-254.
- Manaf, L.A., Samah M.A.M. ve Zukky N.I.M. (2009). *Municipal solid waste management in Malaysia: Practices and challenges*. Waste management, 29:2902-2906.

- Njoroge, M., Anderson, W. ve Mbura, O. (2019). Innovation Strategy And Economic Sustainability In The Hospitality Industry, *The Bottom Line*, Vol: 32 (4), 253-268.
- Numanoğlu, N. ve Ağaçayak, T. (2020). “*Ekonomik Göstergeler Merceğinden Yeni İklim Rejimi Raporu*”, TÜSİAD, <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/10633-ekonomik-gostergeler-merceginden-yeni-i-klim-rejimiraporu> Erişim Tarihi: 09.10.2025.
- OECD (1998). *Sustainable development indicators: Proceedings of the OECD workshop*. OECD Publishing.
- OECD (2001). *Sustainable development: Critical issues*. OECD Publishing.
- OECD (2003). *Sustainable development strategies: A resource book*. OECD Publishing.
- OECD (2014). *Green growth and sustainable development*. OECD Publishing.
- OECD (2021). *Green and Sustainable Finance for a Low-Carbon Future*. Paris: OECD Publishing.
- Ozanne, L. K., Phipps, M., Weaver, T., Carrington, M., Luchs, M., Catlin, J., Gupta S., Santos, N. J.C., Scott, K. ve Williams, J. (2016). Managing the Tensions at the Intersection of the Triple Bottom Line: A Paradox Theory Approach to Sustainability Management, *Journal of Public Policy ve Marketing*, 35(2), 249-261.
- Özalp, M. (2025). Türkiye'nin yenilenebilir enerji görünümü ve geleceği. *Avrasya Etüdleri*.
- Özkaya, Y. (2025). Enerji Tüketimi, Çevresel Sürdürülebilirlik ve Dijitalleşme: Gelişmekte Olan Ülkelerde Ekonomik Büyümeye Etkileri. *Enderun*, 9(1), 67-87.
- Paramati, S. R., Alam, M. S., Hammoudeh, S., ve Hafeez, K. (2021). Long-run relationship between RveD investment and environmental sustainability: Evidence from the European Union member countries. *International Journal of Finance ve Economics*, 26(4), s. 5775–5792.
- Parasız, İ. (2008). *Ekonomik Büyüme Teorileri* (3. Baskı). Bursa: Ezgi Kitabevi Yayınları.
- Pearson, S. (2021). The Effect of Renewable Energy Consumption on Economic Growth in Croatia. *Zagreb International Review of Economics and Business* 24(1): 113–26.
- Pisani, J. (2006). Sustaniable Development-Historical Roots of Concept, *Environmental Sciences*, 3/2, 2006, 83-86.
- Polat, Ç. (2010). *Kyoto protokolü'ne mikro ekonomik yaklaşım, Türkiye karbon piyasası için teorik değerlendirme*. Ankara: Gazi Kitabevi.

- Qudrat-Ullah, H. ve Nevo, C. M. (2021). The Impact of Renewable Energy Consumption and Environmental Sustainability on Economic Growth in Africa. *Energy Reports* 7(June): 3877– 86.
- Rees, W. E. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: What urban economics leaves out. *Environment and Urbanization*, 4(2), 121–130.
- REN21. (2023). *Renewables 2023 global status report collection*. <https://www.ren21.net/gsr-2023/>
- Saçlı, A. (2025). Sürdürülebilir Gelecekte Yenilenebilir Enerjinin Rolü. *Çağdaş Yerel Yönetimler*, 34(1), 121-147.
- Sağır, H. (2025). Enerji Politikaları ve Paradigma Değişimi: İklim Değişikliği Bağlamında Dönüşüm. *Uluslararası Ekonomi ve Siyaset Bilimleri Akademik Araştırmalar Dergisi*, 8(20), 84-95.
- Seçkin Gündoğan, G. (2025). Türkiye’de İklim Değişikliğine İlişkin Yasal ve Yönetimsel Çerçevenin İncelenmesi. *Kırklareli Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 4(1), 1-15.
- Shakouri, B. ve Yazdi, S. K. (2017). *Causality between Renewable Energy, Energy Consumption, and Economic Growth*, May 2017, Energy Sources. Part B Economics, Planning and Policy.
- Šimelytė, A., ve Dudzevičiūtė, G. (2017). *Consumption of Renewable Energy and Economic Growth*. Contemporary Issues in Business, Management and Education, 5th International Scientific Conference, Vilnius, Lithuania, 11–12 May 2017.
- Skare, M. ve Blažević, S. (2015). Population and economic growth: A review essay. *Amfiteatru Economic Journal*, 17(40), 1036-1053.
- Soussan, J. (1992). Sustainable development. In A. M. Mannion ve J. G. Roberts (Eds.), *Environmental issues in the 1990s* (pp. 21–36). Wiley.
- Stern, N. (2006). *The economics of climate change: The Stern review*. Cambridge University Press.
- Şahin Kutlu, Ş. (2024). İnsani gelişme ve yenilenebilir enerji tüketimi çevresel sürdürülebilirlik için önemli mi? Türkiye için ampirik bir analiz. *Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 149-163.
- Şahin, M. (2020). *Çevre hakkı ve sürdürülebilir kalkınma*. Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 69(3), 1235–1256.
- Taghvaei, V. M., Shirazi, J. K., Boutabba, M. A. ve Aloo, A. S. (2017). Economic Growth and Renewable Energy in Iran, *Iranian Economic Review* 21(4): 789–808.

- T.C. Dışışleri Bakanlığı. (2025). Biyolojik eşitlilik. Erişim adresi: T.C. Dışışleri Bakanlığı Biyolojik eşitlilik Sayfası.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2021). Biyolojik eşitlilik ve Genetik Kaynaklar Stratejik Planı (2021–2025). Ankara: Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Taşacı, H. ve Ağıralioğlu, S. (2020). Ekonomik Büyüme ve Enerji Tkretimini Eş bütünleşme ve Nedensellik İlişkisi ile Analizi: Türkiye rneği. *Uluslararası Ticaret ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 65-71.
- TEEB. (2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations*. Earthscan.
- Tiep L. T., Huan N. Q. ve Hong, T. T. T. (2020). The Impact of Renewable Energy on Sustainable Economic Growth in Vietnam. *International Journal of Energy Economics and Policy* 10(6): 359–69.
- Tutar, E., Tutar, F. K., ve Yılmaz, A. (2020). Sürdürülebilir evre ve kalkınma bağlamında ekonomiye katkı: Türkiye'nin geri dönüşüm sektörü. *Rota Eğitimi ve Sosyal Bilimler Dergisi*, (51), 243–265.
- Tüzer, M ve Doğan, S. (2022). Sürdürülebilir Enerji Politikasında Enerjinin Temel Boyutlarının Rolü. *Social Sciences Research Journal*, 11 (3), 306-326.
- Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı. (2022). *Dünya enerji geçişleri görünümü 2022: 1.5°C yolu*.
- UNDP (1997). *Human development report 1997*. Oxford University Press.
- UNDP (2001). *Human Development Report 2001: Making new technologies work for human development*. United Nations Development Programme.
- UNDP (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. United Nations Development Programme.
- UNDP (*United Nations Development Programme*), (2015). <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html>.
- UNEP (1998). *Global environment outlook*. Oxford University Press.
- UNEP (2013). *UNEP 2013 annual report*. UNEP. <https://wedocs.unep.org/>
- UNEP (2021). *Stockholm+50 Conference Report*. United Nations Environment Programme.
- UNEP (2022). *Global Green Finance Report*. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- Uyanık Taş, B. (2024). *İstanbul'un eperinde gıdayı mşterekleştirmek* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

- Ünal, R., Akçay, M. T., ve Özgünel, S. (2024). Rüzgâr Enerjisi Verimliliğinin Artırılması ve Simülasyonunda Etkisinin İncelenmesi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 16(1), 236-249.
- World Economic Forum. (2022). *The European Green Deal and the Twin Transition: Building a Sustainable Future*. Geneva: WEF.
- Yalçın, M. (2017). *Yenilenebilir Enerji Sektöründe Muhasebe Organizasyonu*, Balıkesir Üniversitesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir.
- Yeter, F. (2023). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Küreselleşme Çevresel Kaliteyi Artırır mı? Sürdürülebilir Kalkınma İçin Türkiye'den Kanıtlar. *Uluslararası İktisadi ve İdari Akademik Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 74-86.
- Yoldaş, A. (2019). *11. sınıf öğrencilerinin coğrafya dersindeki atık ve geri dönüşüm konusuna yönelik görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi.

ÖZGEÇMİŞ

Yeliz GÜR, 2009 yılında Gaziantep Hasan Ali Yücel Lisesinde lise eğitimini tamamlamıştır. 2011-2016 eğitim öğretim yılında Uşak Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler fakültesi iktisat bölümünden 2016 yılında mezun olmuştur. 2019 yılında Gümüşhane Üniversitesi iktisat ana bilim dalında yüksek lisansa başlamıştır.