



**EKONOMİK BÜYÜME VE YENİLENEBİLİR
ENERJİ TÜKETİMİ ARASINDAKİ TEORİK
İLİŞKİ**

Engül PAR

226052274

Yüksek Lisans Tezi

İktisat Ana bilim Dalı

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Murat BEŞER

AĞRI-2025

(Her Hakkı Saklıdır.)



T.C.

AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANA BİLİM DALI

İKTİSAT TEORİSİ BİLİM DALI

ENGÜL PAR

**EKONOMİK BÜYÜME VE
YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ
ARASINDAKİ TEORİK İLİŞKİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Doç. Dr. Murat BEŞER

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Nazife Özge BEŞER

Jüri üyesi: Doç. Dr. Ünzüle KURT

AĞRI-2025

	LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI	Doküman No	FR-211
		İlk Yayın Tarihi	26.02.2024
		Revizyon Tarihi	
		Revizyon No	00
		Sayfa No	1/1

EKONOMİK BÜYÜME VE YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ ARASINDAKİ TEORİK İLİŞKİ

Doç. Dr. Murat BEŞER danışmanlığında, Engül PAR tarafından hazırlanan bu çalışma, 25/11/2025 tarihinde aşağıda isimleri belirtilen jüri tarafından değerlendirilmiş olup İktisat Anabilim Dalı, İktisat Teorisi Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Murat BEŞER

İmza :

Üye : Doç. Dr. Nazife Özge BEŞER

İmza :

Üye : Doç. Dr. Ünzüle KURT

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu .../.../... tarih ve / numaralı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet TEYFUR

Enstitü Müdürü

HAZIRLAYAN	KONTROL EDEN	ONAYLAYAN
-------------------	---------------------	------------------

	LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ TEZ BENZERLİK RAPORU	Doküman No	FR-213
		İlk Yayın Tarihi	26.02.2024
		Revizyon Tarihi	
		Revizyon No	00
		Sayfa No	1 / 2

Benzerlik Oranlarına Dair Beyannamedir		
Öğrenci Adı Soyadı	Engül PAR	
Numarası	226052274	
Ana Bilim Dalı	İktisat Ana Bilim	
Bilim Dalı	İktisat Teorisi Bilim Dalı	
Programı	Yüksek Lisans (Tezli)	
Danışman Unvanı Adı Soyadı	Doç. Dr. Murat BEŞER	
Tez Başlığı	EKONOMİK BÜYÜME VE YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ ARASINDAKİ TEORİK İLİŞKİ	
Bölümler	Turnitin Sonucu	En Yüksek Değer
Giriş	% 10	% 25
Kuramsal Temeller/Kavramsal Çerçeve	% 9	% 30
Materyal ve Yöntem	% 10	% 30
Araştırma Bulguları	% 9	% 20
Sonuç/Tartışma/Öneri	% 5	% 20
TEZ (GENEL)	% 9	% 25

04/ 12/ 2025

Yukarıda bilgileri yazılı tez çalışmasının benzerlik oranları Turnitin raporundan alındığı haliyle yazılmış olup tüm bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

İmza

Öğrenci Adı-Soyadı

Engül PAR

İmza

Danışman Adı-Soyadı

Doç.Dr. Murat BEŞER

HAZIRLAYAN	KONTROL EDEN	ONAYLAYAN
------------	--------------	-----------

YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum ‘**Ekonomik Büyüme Ve Yenilenebilir Enerji Tüketimi Arasındaki Teorik İlişki**’ başlıklı bu çalışmanın bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde tez yazım kılavuzuna uygun olarak tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

25/ 11/ 2025

Engül PAR

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
KISALTMALAR LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI: KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAVRAMI	5
1.1.1.Güneş Enerjisi	6
1.1.2.Rüzgar Enerjisi	7
1.1.3.Hidroelektrik Enerjisi	11
1.1.4.Biyokütle Enerjisi	12
1.1.5.Jeotermal Enerjisi	13
1.2.YENİLENEMEYEN ENERJİ	17
1.2.1.Kömür	18
1.2.2.Petrol	19
1.2.3.Doğalgaz	21

İKİNCİ BÖLÜM

2.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ

2.1. Ekonomik Büyüme Kavramı	23
2.2. Ekonomik Büyümenin Ölçülmesi	25
2.3.Ekonomik Büyüme Modelleri	25
2.3.1.Klasik Büyüme Modeli	26
2.3.2. Sosyalist Büyüme Modeli	28
2.3.3. Keynesyen Büyüme Modeli	29
2.3.4. Neoklasik Büyüme Modeli	30
2.3.5. İçsel Büyüme Modelleri	31
2.4.Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynakları	33

2.5..Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	40
2.5.1.Türkiye’de Birincil Enerji Tüketimi.....	40
2.5.2.Türkiye’nin Enerjide Dışa Bağımlılığı.....	44
2.5.3.Enerji Politikaları ve Türkiye’nin Yeri.....	47

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN DERLEMESİ

3.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Ekonomik Büyüme Üzerine Yapılan Uluslar arası Çalışmalar	50
3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Ekonomik Büyüme Üzerine Yapılan Ulusal Çalışmalar	54

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	58
KAYNAKLAR.....	62

ÖZET

EKONOMİK BÜYÜME VE YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ ARASINDAKİ TEORİK İLİŞKİ

Engül PAR

Yüksek Lisans Tezi, İktisat Ana Bilim Dalı

Tez Danışman: Doç. Dr. Murat Beşer

2025, 70 sayfa

Bu çalışma, yenilenebilir enerji kaynakları tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi teorik temelleriyle incelemek amacıyla hazırlanmıştır. Enerji, modern ekonomilerin üretim süreçlerinin temel bir bileşeni olup, ülkelerin kalkınma düzeyleri üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Sanayileşme, kentleşme, nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler karşısında enerji talebi hızla artmakta; bu durum enerji kaynaklarının niteliği, sürdürülebilirliği ve ekonomik yapılara uyumu açısından kapsamlı değerlendirmeler yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda çalışma, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının teorik özelliklerini, ekonomik büyüme kuramlarını ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile olan ilişkisini kavramsal açıdan detaylı biçimde ele almaktadır.

Birinci bölümde yenilenebilir enerji türlerinin kavramsal ve teorik yönü incelenmiş; güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyokütle ve jeotermal enerji gibi kaynakların özellikleri, kullanım alanları, sürdürülebilirlik düzeyleri ve ekonomik yapılardaki yeri açıklanmıştır. Bu kaynakların çevresel etkileri, enerji arz güvenliğine katkıları ve doğal döngüler içerisinde yenilenebilir olmaları, ekonomik sistemler açısından taşıdıkları önemi artırmaktadır. Ayrıca kömür, petrol ve doğalgaz gibi yenilenemeyen enerji türlerinin temel nitelikleri değerlendirilerek enerji türleri arasındaki teorik farklılıklar ortaya konulmuştur.

İkinci bölümde ekonomik büyüme kavramı teorik bir perspektifle ele alınmış; büyümenin tanımı, ölçüm yöntemleri ve ekonomik büyümeyi açıklamaya yönelik klasik, sosyalist, Keynesyen, neoklasik ve içsel büyüme modellerinin temel yaklaşımları değerlendirilmiştir. Bu bölümde enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki rolü üretim faktörleri, verimlilik, sermaye birikimi ve teknolojik gelişme

çerçevesinde teorik olarak incelenmiştir. Ayrıca dünya genelinde yenilenebilir enerji yatırımlarının artış nedenleri, küresel enerji politikalarındaki dönüşüm ve Türkiye'nin enerji görünümü kavramsal düzeyde değerlendirilmiştir. Türkiye'nin birincil enerji tüketimi, dışa bağımlılık durumu, yenilenebilir enerji potansiyeli ve ulusal enerji stratejilerinin teorik temelleri bu bölümde açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin teorik boyutu bütüncül bir yaklaşımla ele alınmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyümeyi destekleyebileceği mekanizmalar; enerji arz güvenliğini güçlendirme, uzun dönemli maliyetleri azaltma, ekonomik çeşitliliği artırma, çevresel sürdürülebilirliği sağlama, teknoloji gelişimini teşvik etme ve istihdam yaratma gibi unsurlar çerçevesinde değerlendirilmiştir. Yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik yapılar üzerindeki olası etkileri, teorik literatürde yer alan temel yaklaşımlar ışığında kavramsal bir bütünlük içinde tartışılmıştır.

Genel olarak bu çalışma, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki bağlantıyı teorik açıdan çok boyutlu bir yapıda ele almakta; enerji kaynaklarının nitelikleri, büyüme kuramlarının temel yaklaşımları ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik sistemler üzerindeki etkileri arasında kavramsal bir bütünlük kurmaktadır. Bu doğrultuda çalışma, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması sürecinde yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini teorik bir çerçevede ortaya koyarak literatüre kavramsal bir katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme, enerji kaynakları, sürdürülebilir kalkınma, enerji politikası, enerji arz güvenliği, teorik çerçeve.

ABSTRACT

THEORETICAL RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC GROWTH AND RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION

Engül PAR

Master's Thesis, Department of Economics

Thesis Advisor: Assoc. Dr. Murat BEŞER

2025, 70 sayfa

This study aims to examine the theoretical relationship between renewable energy consumption and economic growth. Energy is a fundamental component of production processes in modern economies and plays a decisive role in determining countries' levels of development. As industrialization, urbanization, population growth, and technological advancements accelerate, energy demand continues to rise, making it essential to assess the nature, sustainability, and economic compatibility of energy resources. In this context, the study provides a comprehensive theoretical evaluation of renewable and non-renewable energy sources, economic growth theories, and the conceptual links between renewable energy consumption and economic growth.

The first chapter discusses the conceptual and theoretical characteristics of renewable energy sources. The properties, application areas, sustainability dimensions, and economic significance of renewable resources such as solar, wind, hydroelectric, biomass, and geothermal energy are explained. The environmental implications of these resources, their contribution to energy security, and their ability to replenish through natural cycles enhance their importance from an economic perspective. In addition, the main features of non-renewable energy sources coal, oil, and natural gas are evaluated, and the theoretical distinctions between different types of energy resources are presented.

The second chapter examines the concept of economic growth from a theoretical perspective. The definition of growth, its measurement methods, and the main approaches of classical, socialist, Keynesian, neoclassical, and endogenous

growth models are discussed. In this chapter, the role of energy consumption in economic growth is examined theoretically through production factors, productivity, capital accumulation, and technological development. Furthermore, global trends in renewable energy investments, the transformation of international energy policies, and Türkiye's energy structure are conceptually analyzed. Türkiye's primary energy consumption, dependence on external energy sources, renewable energy potential, and national energy strategies are discussed within a theoretical framework.

The third chapter presents a comprehensive theoretical discussion of the relationship between renewable energy consumption and economic growth. The mechanisms through which renewable energy can contribute to economic growth strengthening energy security, reducing long-term costs, enhancing economic diversification, supporting environmental sustainability, promoting technological innovation, and generating employment are evaluated. The potential effects of renewable energy use on economic structures are conceptually addressed in light of the main theoretical approaches in the literature.

Overall, this study addresses the connection between renewable energy consumption and economic growth through a multi-dimensional theoretical framework. It establishes a conceptual link between the characteristics of energy resources, the main approaches of growth theories, and the potential effects of renewable energy consumption on economic systems. Accordingly, the study offers a theoretical contribution to the literature by demonstrating the importance of renewable energy sources in achieving sustainable development.

Keywords: Renewable energy, economic growth, energy resources, sustainable development, energy policy, energy security, theoretical framework

ÖNSÖZ

Enerji, modern dünyanın temel yapı taşlarından biridir ve sürdürülebilir bir gelecek için yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi her geçen gün artmaktadır. Bu tez çalışması, yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyerek, hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirlik açısından bir görüş sunmayı amaçlamaktadır. Bu süreçte, akademik bir merakın ötesinde, insanlığın ortak geleceğine dair bir sorumluluk bilinciyle hareket etmeye çalıştım.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında emeği geçen pek çok kişiye minnettarım. Öncelikle, tez sürecimde bana rehberlik eden, danışmanım Dr. Murat BEŞER'e en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, yüksek lisans yolculuğumda bana ilham veren ve desteklerini esirgemeyen hocalarım Dr. Nazife BEŞER, Dr. Mehmet DİNÇ, Prof. Dr. Yasin KILIÇ hocalarıma şükranlarımı ifade etmek isterim.

Bu uzun ve meşakkatli süreçte, en büyük gücüm ailem oldu. Sevgili eşim Murat PAR, oğlum M. Efe PAR ve kızım Ceren PAR, bana her zaman inandılar, zor anlarımda yanımda durdular ve bu çalışmayı tamamlamam için bana sonsuz bir motivasyon sağladılar. Gülüşleri ve bitmeyen enerjileriyle bana yaşamın en güzel ilhamını verdiler. Onlara, bu tezin her bir satırında hissedilen sevgi ve destekleri için teşekkür ederim. Ayrıca bu süreçte bana her zaman manevi destek sağlayan değerli meslektaşım Suat YILDIZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi anlamaya yönelik mütevazı bir adım olarak görülmelidir. Umarım, bu tez, gelecekteki araştırmalara bir katkı sağlar ve daha yaşanabilir bir dünya için atılacak adımlara küçük de olsa bir ışık tutar.

KISALTMALAR LİSTESİ

PV: fotovoltaik Sistemler

DSİ: Devlet Su İşleri

GW: Gigawatt

EIA : U.S. Energy Information Administration (ABD Enerji Enformasyon İdaresi)

ETKB: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

GSYİH: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

IRENA: International Renewable Energy Agency

MW : Megawatt

MTEP: Milyon Ton Eşdeğer Petrol

TEP: Ton Eşdeğer Petrol

TUİK: Türkiye İstatistik Kurumu

OECD: Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü

GCC: Körfezi İşbirliği Konseyi

AR-GE: Araştırma ve Geliştirme

FIT: Feed-in Tariff (Alım Garantili Tarif)

ARDL: Otokorelasyonlu Dağıtılmış Gecikme

BRIC-T: Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Türkiye

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Türkiye’de Elektrik Üretimi Yapılan ve Potansiyel Jeotermal enerji...	16
Tablo 2. Dünya’da Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	39
Tablo 3. Türkiye’nin 2025–2035 Dönemine Yönelik Tahmini Elektrik Tüketim Projeksiyonu.....	44



ŞEKİLLER LİSTESİ

ŞEKİL 1. Rüzgâr Türbinlerinin Sınıflandırılması.....	9
ŞEKİL 2. Biyokütle Kaynaklarının Türlerine Göre Sınıflandırılması.....	13
ŞEKİL 3. Jeotermal Sistemin Oluşum Modeli.....	15
ŞEKİL 4. İçsel Büyüme Modelleri ve Varsayımları.....	32
ŞEKİL 5. 2022 Yılında Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Üretim Kapasiteleri.....	35
ŞEKİL 6: Türkiye’de kaynaklara göre birincil enerji tüketimi.....	41
ŞEKİL 7: 2020–2035 Döneminde Türkiye’nin Birincil Enerji Tüketiminde Kaynak Türlerinin Gelişimi.....	42
Şekil 8: 1971–2024 Döneminde Türkiye’nin Enerji İthalatındaki Eğilim ve Değişim.....	46

GİRİŞ

Enerji, ekonomik büyüme ve kalkınma süreçlerinin temel belirleyicilerinden biri olarak kabul edilmektedir; özellikle sanayi devriminden itibaren fosil yakıtların yoğun kullanımı üretim kapasitesinin önemli ölçüde artmasına, sanayi altyapısının güçlenmesine ve yaşam standartlarının yükselmesine olanak sağlamıştır. Bununla birlikte, fosil yakıtların sınırlı ve tükenbilir kaynaklar olması, yanı sıra kullanımının yol açtığı çevresel sorunlar, sera gazı emisyonları ve iklim değişikliği gibi olumsuz etkiler, enerji üretiminde sürdürülebilir ve çevre dostu kaynaklara yönelme gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynakları, hem enerji arz güvenliğini artıran hem de çevresel etkileri sınırlayan stratejik bir seçenek olarak giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımları, sadece çevresel sürdürülebilirliği desteklemekle kalmayıp aynı zamanda uzun vadeli ekonomik büyüme, istihdam olanakları ve teknolojik gelişim açısından da kritik katkılar sunmaktadır; dolayısıyla ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik hedeflerinin uyumlu bir şekilde sağlanabilmesi açısından yenilenebilir enerji politikalarının geliştirilmesi ve uygulanması büyük bir öncelik teşkil etmektedir (Öztürk ve Saygın 2020).

Yenilenebilir enerji, doğanın kendi kendini yenileyebilme kapasitesine dayanan ve çevresel etkileri sınırlı enerji türlerini ifade etmekte; güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyokütle ve jeotermal enerji gibi başlıca kaynaklar bu kapsamda yer almaktadır. Her bir enerji kaynağı, teknik, ekonomik ve çevresel özellikleri bakımından farklılık göstermekte ve enerji sistemleri içindeki payı ile rolü açısından çeşitlilik arz etmektedir. Örneğin, güneş ve rüzgâr enerjisi, hızlı yatırım geri dönüşleri ve düşük işletme maliyetleri ile öne çıkarken, hidroelektrik ve jeotermal enerji, baz yük sağlayabilme kapasitesi sayesinde enerji sistemlerinin sürekliliğini sağlamada kritik bir öneme sahiptir. Bunun yanında, biyokütle enerjisi organik atıkların değerlendirilmesine imkân tanıyarak hem ekonomik hem de çevresel faydalar sağlamakta, jeotermal enerji ise sürdürülebilir ısı ve elektrik üretimi ile uzun vadeli enerji güvenliğine katkıda bulunmaktadır. Bu çerçevede yenilenebilir enerji kaynakları, sadece çevresel etkileri sınırlamakla kalmayıp aynı zamanda ekonomik

büyüme, istihdam ve teknolojik gelişim açısından da stratejik bir rol üstlenmektedir (Kavcıoğlu 2019).

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, ekonomik literatürde uzun süredir tartışılan temel bir konu olarak öne çıkmakta ve özellikle sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde kritik bir öneme sahiptir. Klasik ve neoklasik büyüme modelleri, üretim faktörleri ve sermaye birikiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini açıklarken; içsel büyüme modelleri, teknolojik yenilik, bilgi birikimi ve insan sermayesinin büyüme süreçlerindeki rolünü vurgulamaktadır. Bu teorik çerçeve, enerji tüketiminin ekonomiye olan katkısını ve özellikle yenilenebilir enerji yatırımlarının ekonomik büyüme üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirmek için sağlam bir altyapı sunmaktadır. Türkiye özelinde yapılan analizler, 1995-2018 döneminde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında kısa dönemde tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymakta; bu durum, enerji politikasının ve sürdürülebilir kalkınma stratejilerinin planlanmasında yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesi gerektiğini göstermektedir (Şimşek 2024). Dolayısıyla enerji tüketimi, yalnızca ekonomik büyümenin bir unsuru değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik ve uzun vadeli ekonomik istikrar açısından da kritik bir değişken olarak değerlendirilmektedir.

Dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynakları, yalnızca çevresel sürdürülebilirlik açısından değil, ekonomik büyüme ve kalkınma süreçleri bakımından da kritik bir öneme sahiptir. Güneş ve rüzgâr enerjisi, hızlı kurulum ve ölçeklenebilirlik avantajları sayesinde ekonomik faaliyetleri desteklerken, hidroelektrik ve jeotermal enerji süreklilik ve güvenilirlik sağlayarak ekonomik altyapının istikrarına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, biyokütle ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları, enerji arzında çeşitlilik sağlayarak ekonomik ve çevresel risklerin azaltılmasına imkân tanımaktadır. Bu çeşitlilik ve teknik özellikler, enerji sistemlerinin ve ekonomik yapının birbirini tamamlayan bir şekilde gelişmesine olanak vererek, sürdürülebilir kalkınma ve uzun vadeli ekonomik büyüme hedeflerinin gerçekleştirilmesinde stratejik bir rol üstlenmektedir (Eygü 2022).

Yenilenebilir enerji potansiyeli bakımından oldukça avantajlı bir konumdadır. Güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve jeotermal kaynaklar, ülkenin enerji bağımlılığını

azaltma ve ekonomik kalkınmayı destekleme açısından stratejik fırsatlar sunmaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımlarının çeşitlenmesi, ülke ekonomisinin dayanıklılığını artırmakta ve sürdürülebilir büyüme stratejilerine katkı sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, enerji politikalarının belirlenmesinde çok önemli bir konudur. Yenilenebilir enerji kullanımı, ekonominin büyümesini desteklerken aynı zamanda yeni iş alanları açmakta ve teknolojinin gelişmesine katkı sağlamaktadır. Fakat yenilenebilir enerjiye geçişte yüksek yatırım maliyetleri, altyapı ihtiyacı ve mevcut enerji sistemleriyle uyum sağlama gibi zorluklar da vardır. Bu yüzden, yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki bağ, ülkelerin ekonomik durumuna ve teknoloji seviyesine göre farklılık gösterebilir. Bu nedenle her ülke kendi koşullarına göre bu ilişkiyi değerlendirmelidir. Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin yönü ve niteliği, yalnızca çevresel kaygılarla değil; aynı zamanda enerji arz güvenliği ve dışa bağımlılığın azaltılması gibi makroekonomik hedefler açısından da politika yapıcılar için kritik önem taşımaktadır (Kesbiç ve Salkım Er 2017).

Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar giderek artıyor ve konuyla ilgili bilgiler derinleşiyor. Ekonomik gelişme arttıkça insanların çevreye karşı daha duyarlı hale geldiği ve bu nedenle yenilenebilir enerji kullanımının da yükseldiği söylenebilir. Bu durum, klasik çevre-ekonomi ilişkisini açıklayan Çevresel Kuznets Hipotezi ile uyumlu bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca, Literatürde genellikle karbon salınımı üzerinden yürütülen çalışmaların aksine, yenilenebilir enerji kullanımını çevresel hassasiyet göstergesi olarak ele almak, yapılan araştırmaya farklı bir bakış açısı kazandırmaktadır (İşcan ve Demirel 2023).

Enerjinin kullanım alanları oldukça geniş ve çeşitlidir; sanayi üretiminden ulaşım, tarımdan konut ısıtmasına kadar pek çok alanda enerji temel bir girdi niteliği taşımaktadır. Ancak fosil yakıt rezervlerinin sınırlı olması, bu kaynakların çevre üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler ve enerji arz güvenliğinin sağlanması yönündeki artan ihtiyaç, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi hem küresel ölçekte hem de Türkiye özelinde önemli ölçüde artırmıştır. Bu eğilim, yalnızca enerji arz çeşitliliğini artırmakla kalmamakta, aynı zamanda sürdürülebilir ekonomik

kalkınma hedefleri, çevresel koruma politikaları ve düşük karbonlu büyüme stratejileriyle de doğrudan ilişkilendirilmektedir. Dolayısıyla, yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik artan ilgi, ekonomik istikrarın sağlanması, çevresel sürdürülebilirliğin korunması ve enerji bağımlılığının azaltılması bakımından stratejik bir önem taşımaktadır (Demir 2023).

Bu tez çalışmasında, enerji kaynakları bağlamında özellikle yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler incelenecektir. Birinci bölümde, yenilenebilir enerji kaynaklarının kavramsal çerçevesi oluşturulacak ve güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyokütle ile jeotermal enerji türlerinin teknik, ekonomik ve çevresel özellikleri ayrıntılı olarak ele alınacaktır. Ayrıca, enerji üretiminde yaygın olarak kullanılan kömür, petrol ve doğalgaz gibi yenilenemeyen enerji kaynakları da kısaca incelenerek, yenilenebilir ve yenilenemeyen kaynaklar arasındaki farklar ve ekonomik etkiler ortaya konacaktır.

İkinci bölümde ise ekonomik büyüme kavramı ve ölçüm yöntemleri tanıtılacak, klasik, sosyalist, Keynesyen, neoklasik ve içsel büyüme modelleri çerçevesinde ekonomik büyümenin belirleyicileri tartışılacaktır. Bu teorik temelin ardından, dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım eğilimleri ve ekonomik büyüme ile ilişkileri değerlendirilecek, Türkiye özelinde ise birincil enerji tüketimi, enerji bağımlılığı ve ulusal enerji politikaları kapsamında yenilenebilir enerji yatırımlarının ekonomik büyüme üzerindeki etkileri analiz edilecektir.

Böylece çalışma, hem teorik hem de uygulamalı boyutuyla yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri bütüncül bir çerçeve ortaya koymayı hedeflemektedir. Bu çerçevede, literatür taraması ve güncel veriler ışığında yapılacak analizler, Türkiye'nin enerji politikalarının ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumunu değerlendirmeye imkân sağlayacaktır.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI: KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1.Yenilenebilir Enerji Kavramı

Yenilenebilir enerji kavramı, doğada kendiliğinden yenilenebilen, tükenme riski taşımayan ve çevreye zarar vermeden enerji üretimine olanak sağlayan kaynaklara dayanmaktadır. Bu enerji türü, doğal döngüler içinde sürekli olarak kendini yenileyen güneş ışığı, rüzgâr, suyun akışı, biyokütle ve jeotermal ısı gibi kaynaklardan elde edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemli özelliği, fosil yakıtlara kıyasla sera gazı emisyonlarını azaltarak çevresel sürdürülebilirliği desteklemesi ve enerji arz güvenliğini güçlendirmesidir. Ayrıca, ekonomik kalkınmanın çevreyle uyumlu biçimde sürdürülmesine katkı sağlayarak hem yerel hem de küresel ölçekte enerji politikalarının merkezinde yer almaktadır (Özbektaş vd. 2023).

Bir ülkenin ekonomik büyümesinin ve toplumsal refahının sürdürülebilir biçimde sağlanabilmesi, büyük ölçüde enerji arzının sürekliliği ve güvenilirliğiyle doğrudan ilişkilidir. Enerji arzının yeterliliği yalnızca üretim ve sanayi faaliyetlerinin devamı açısından değil, aynı zamanda ulusal güvenliğin korunması, ekonomik bağımsızlığın güçlendirilmesi ve dışa bağımlılığın azaltılması bakımından da stratejik bir öneme sahiptir. Günümüzde fosil yakıt gibi geleneksel enerji kaynaklarının hızla tükenmesi, çevresel sorunlara yol açması ve fiyat istikrarsızlıkları yaratması, ülkeleri alternatif ve sürdürülebilir çözümler geliştirmeye yöneltmiştir. Bu doğrultuda yenilenebilir enerji kaynakları, hem enerji arz güvenliğini sağlama potansiyeli hem de küresel ölçekte yaşanan enerji krizlerinin etkilerini azaltma kabiliyeti sayesinde çağdaş enerji politikalarının merkezinde yer almaya başlamıştır (Song, Jia ve Jiao 2022).

Artan enerji talebi, ekonomik büyüme hedefleri ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki denge arayışı, günümüzde enerji politikalarının temel yönlendiricisi haline gelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlara bağımlılığın azaltılması, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılması ve enerji arz güvenliğinin sağlanması açısından stratejik bir role sahiptir. Ekonomik büyümenin enerji tüketimi üzerindeki belirleyici etkisi dikkate alındığında, yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması hem sürdürülebilir büyüme hem de düşük karbonlu kalkınma hedeflerinin

gerçekleştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Türkiye’de son yıllarda uygulanan enerji politikaları da bu doğrultuda şekillenmiş; yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması, yerli kaynak kullanımının teşvik edilmesi ve çevresel etkilerin minimize edilmesi yönünde önemli adımlar atılmıştır. Bu çerçevede, yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin analiz edilmesi, sürdürülebilir kalkınma politikalarının etkinliğinin değerlendirilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. (Kavcıoğlu 2019).

Dünya nüfusunun hızla artması ve ülkelerin kalkınma çabaları, enerjiye olan talebi sürekli artırmaktadır. Bu durum, ülkeleri fosil yakıtlara ve nükleer enerjiye olan bağımlılıklarını azaltarak yenilenebilir kaynaklara yönelten politikalar geliştirmeye teşvik etmiştir. Artık yalnızca enerji ithalatçısı ülkeler değil, fosil yakıt ve nükleer enerji zengini ülkeler de yenilenebilir enerjiye yatırım yapmaktadır. Her ne kadar güneş ve rüzgâr enerjisinin hava koşullarına bağlı olması, jeotermal ve hidroelektrik kaynakların sınırlılığı gibi faktörler eleştiri konusu olsa da, enerji teknolojilerindeki gelişmeler bu dezavantajların giderilebileceğini göstermektedir. Uzaydan güneş enerjisi elde edilmesi veya rüzgârı izleyebilen hareketli türbin sistemleri gibi yenilikçi projeler sayesinde, ülkelerin ekonomik ve çevresel nedenlerle fosil ve nükleer enerji kaynaklarından uzaklaşmaları beklenmektedir (Çıtak ve Kılınç Pala 2020).

1.1.1.Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, gaz salınımına neden olmayan ve çevreye en az zarar veren enerji türü olarak öne çıkmaktadır. Kaynağının sürekliliği ve yenilenebilir nitelikte olması, onu diğer enerji kaynakları arasında en değerli konuma taşımaktadır. Kurulum maliyetlerinin düşük olması, kullanım kolaylığı ve çevreci yapısı sayesinde en yaygın bilinen yenilenebilir enerji türlerinden biridir. Uygulama alanı bakımından ise genellikle elektrik üretimi ile sıcak su temininde tercih edilmektedir (ETKB 2022). Tarihsel süreçte, güneş enerjisinin uygulamaya konduğu ilk örnekler 1970’li yıllara kadar uzanmaktadır; özellikle evlerin ısıtılması ve sıcak su ihtiyacının karşılanmasında kullanımıyla dikkat çekmiştir. Zamanla teknolojinin gelişmesi ve güneş panellerinin yaygınlaşmasıyla, bu enerji türü doğrudan elektrik üretiminde de etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde güneş enerjisi, hem küçük ölçekli ev sistemlerinde hem de büyük ölçekli enerji santrallerinde ekonomik, çevre

dostu ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak önemli bir rol oynamaktadır (Karademir 2020).

Güneş enerjisi teknolojileri, kullanılan malzemeler, uygulama yöntemleri ve teknik özellikler bakımından oldukça geniş bir çeşitlilik göstermektedir. Ancak genel olarak bu teknolojiler iki ana başlık altında incelenmektedir: ısı güneş sistemleri ve fotovoltaik (PV) sistemler. Isıl sistemlerde güneşten elde edilen enerji ısıya dönüştürülmekte, bu ısı doğrudan kullanılabilirdiği gibi buhar üretimi yoluyla elektrik enerjisine de çevrilebilmektedir. Elektrik üretimi sürecinde genellikle yoğunlaştırıcı sistemler aracılığıyla güneş ışınları odaklanarak yüksek sıcaklık elde edilir ve buhar türbinleriyle enerji üretilir. Fotovoltaik sistemlerde ise güneş ışığı doğrudan elektrik enerjisine dönüştürülmekte olup, bu yöntem günümüzde en yaygın kullanılan güneş enerjisi teknolojilerinden biri haline gelmiştir (Kılıç 2015).

Öte yandan fotovoltaik (PV) sistemler, doğrudan güneş ışığını yarı iletken hücreler aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştüren teknolojilerdir ve bu sistemler, hem kurulum maliyeti hem de bakım gereksinimi bakımından diğer yenilenebilir enerji teknolojilerine kıyasla önemli avantajlar sunmaktadır. PV sistemlerinin bu teknik ve ekonomik üstünlükleri, enerji üretiminde esneklik sağlamanın yanı sıra çevre dostu yapısıyla karbon salımının azaltılmasına da katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, modüler yapıları sayesinde küçük ölçekli konut uygulamalarından sanayi tesislerine ve büyük ölçekli güneş tarlalarına kadar farklı ölçeklerde kullanılabilmeleri, fotovoltaik teknolojinin yaygınlaşmasını ve enerji dönüşüm süreçlerinde stratejik bir konuma ulaşmasını mümkün kılmıştır (Maka ve Alabid 2022).

1.1.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi, yenilenebilir nitelikte olması ve çevreye zarar vermeden enerji üretimi sağlaması nedeniyle sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından önemli bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Rüzgârın kinetik enerjisini mekanik veya elektrik enerjisine dönüştüren teknolojiler, diğer güç kaynaklarına oranla daha ekonomik, çevre dostu ve uygulama açısından esnek bir yapıya sahiptir. Ayrıca rüzgâr enerjisinin taşınma gerekliliği bulunmadığından, üretim doğrudan tüketim noktalarına yakın bölgelerde gerçekleştirilebilmekte; bu da enerji

kayıplarının azaltılmasına ve verimliliğin artırılmasına katkı sağlamaktadır. Yüksek rüzgâr gücü yoğunluğuna sahip bölgelerde kurulan rüzgâr enerji santralleri, düşük işletme maliyetleri ve uzun ömürlü teknolojik yapıları sayesinde hem ekonomik hem de çevresel açıdan önemli faydalar sunmakta, enerji arz güvenliğine ve yerel kalkınmaya doğrudan katkıda bulunmaktadır (İlkılıç 2016).

Rüzgâr enerjisi, atmosferdeki hava akımlarının sahip olduğu kinetik gücün mekanik hareket aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülmesi prensibine dayanmaktadır. Bu dönüşüm süreci, rüzgârın yönü, hızı ve sürekliliği gibi meteorolojik faktörlerden doğrudan etkilendiği için, rüzgâr enerjisi doğası gereği kesintili bir üretim özelliği göstermektedir. Elektrik üretiminde kullanılan rüzgâr enerji sistemleri, temel olarak iki ana kategori altında sınıflandırılmaktadır: kara üzerine kurulan kara türbinleri (onshore) ve deniz üzerinde konumlandırılan deniz üstü türbinleri (offshore). Kara türbinleri genellikle düşük maliyetli kurulum avantajı sunarken, deniz üstü türbinleri rüzgâr hızlarının daha istikrarlı olduğu açık deniz alanlarında daha yüksek verimlilikle çalışabilmektedir. Her iki sistemde de rüzgârın sahip olduğu hareket enerjisi, türbin kanatlarının dönmesini sağlayarak jeneratörler aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülmekte ve böylece çevre dostu, sürdürülebilir bir enerji üretimi gerçekleştirilmektedir (Dursun 2020).

Rüzgâr türbinleri ve enerji depolama teknolojilerinde son yıllarda yaşanan önemli gelişmeler, sistemlerin tasarım çeşitliliğini artırmış ve özellikle yerli üretim kapasitesinin güçlendirilmesine önemli katkılar sağlamıştır. Bu gelişmeler, enerji dönüşüm verimliliğini artırmakla kalmayıp, yenilenebilir enerji sektöründe teknolojik bağımsızlığın güçlenmesine de zemin hazırlamıştır. Rüzgâr türbinleri, dönme eksenlerinin konumuna göre genel olarak yatay eksenli ve dikey eksenli olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Bu sınıflandırma, türbinlerin rüzgâr yönüne olan duyarlılığını, kurulacakları coğrafi alanın özelliklerini ve enerji üretim performansını doğrudan etkilemektedir. Yatay eksenli türbinler genellikle yüksek rüzgâr potansiyeline sahip açık alanlarda tercih edilirken, dikey eksenli türbinler daha düşük rüzgâr hızlarının görüldüğü, yerleşim alanlarına yakın bölgelerde düşük gürültü seviyesi ve kolay bakım avantajı nedeniyle tercih edilmektedir (Elibüyük ve Üçgül 2014).

Aşağıdaki şekilde, rüzgar türbinleri eksen yapılarına göre sınıflandırılarak yatay, düşey ve eğik eksenli türbinlerin güç kapasitesi, kanat sayısı, rüzgar alma yönü, dişli sistemi ve kurulum alanı gibi teknik özellikleri karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Bu sınıflandırma, türbinlerin performans özelliklerini ve kullanım alanlarına göre farklılaşan teknik yapısını açıklayıcı niteliktedir.



Şekil 1. Rüzgâr Türbinlerinin Sınıflandırılması

Kaynak: Elibüyük ve Üçgül 2014

Rüzgâr enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları arasında çevresel etkileri en fazla araştırılan alanlardan biridir. Özellikle kuş göç yolları, habitat bütünlüğü ve doğal yaşam alanları üzerindeki olası etkileri bilimsel çalışmalarla yakından izlenmektedir. Türbinlerin konumlandırılması, göç rotaları ve ekosistem dengesi dikkate alınarak planlandığında, çevresel etkiler en aza indirilebilmektedir. Bu nedenle rüzgâr enerjisi yalnızca temiz bir enerji kaynağı olarak değil, çevresel koruma bilincinin geliştiği sürdürülebilir bir dönüşüm aracı olarak da değerlendirilmektedir. Hem çevreye duyarlı yapısı hem de ekonomik katkılarıyla rüzgâr enerjisi, modern enerji politikalarında stratejik bir rol üstlenmektedir (Sander, Jung ve Schindler 2024).

Rüzgâr enerjisi, başlangıç aşamasında yüksek teknoloji ve sermaye gerektiren bir yatırım alanı olmasına rağmen, işletme döneminde yakıt veya hammadde ihtiyacının olmaması nedeniyle üretim maliyetleri oldukça düşük bir seviyede seyretmektedir. Bu durum, uzun vadede rüzgâr enerjisini ekonomik açıdan sürdürülebilir ve rekabetçi bir enerji kaynağı hâline getirmektedir. Ayrıca son yıllarda türbin verimliliğini artırmaya yönelik yapılan teknolojik yenilikler, enerji üretim maliyetlerinin düşmesine ve yatırım geri dönüş sürelerinin kısalmasına önemli katkılar sunmaktadır. Rüzgâr santrallerinin sayısındaki artış, ölçek ekonomisi avantajı yaratarak hem üretim ekipmanlarının maliyetini azaltmakta hem de enerji arzında istikrarı güçlendirmektedir (Aydın 2013).

Rüzgâr enerjisinde karşılaşılan en önemli sorunlardan biri olan süreksizlik, enerjinin depolanması yoluyla giderilebilmektedir. Ancak rüzgâr enerjisi doğrudan depolanmadığı için farklı enerji türlerine dönüştürülerek depolanması gerekmektedir. Rüzgârdan elde edilen elektriğin depolanmasında iki temel yöntem bulunmaktadır. Eğer üretim yapılan bölge şehir şebekesine bağlıysa, üretilen fazla elektrik doğrudan şebekeye aktarılabilir; rüzgârın yetersiz olduğu dönemlerde ise enerji ihtiyacı şebekeden karşılanabilir. Günümüzde en yaygın kullanılan yöntem bu bağlantı sistemidir. Ancak şebeke altyapısının bulunmadığı veya uzak olduğu alanlarda üretilen elektrik genellikle akülerde depolanmaktadır (Özdamar 2000).

Rüzgâr enerjisinin dünya genelinde daha yaygın biçimde kullanılabilmesi, yalnızca teknolojik gelişmelere değil, aynı zamanda enerji politikalarının etkinliğine ve şehir planlamasında yapılan düzenlemelere de doğrudan bağlıdır. Bu alanda sürdürülebilir bir büyüme sağlanabilmesi için, öncelikle enerji iletim ve dağıtım altyapısının güçlendirilmesi gerekmektedir. Gelişmiş şebeke sistemleri, üretilen rüzgâr elektriğinin kayıpsız bir şekilde ulusal enerji sistemine entegre edilmesini kolaylaştırmakta, arz güvenliğini artırmaktadır. Bununla birlikte, enerji depolama teknolojilerine yönelik finansal desteklerin artırılması, rüzgârın kesintili doğasından kaynaklanan enerji arz dengesizliklerini gidermede kritik bir rol oynamaktadır. Ayrıca, yüksek rüzgâr potansiyeline sahip sahalarda türbinlerin modernizasyonu ve yeniden güçlendirme (repowering) yatırımlarına yönelik teşviklerin artırılması, mevcut kapasitenin daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır. Tüm bu stratejik

adımlar, hem çevresel sürdürülebilirliği desteklemekte hem de rüzgâr enerjisinin küresel enerji dönüşümündeki payını güçlendirmektedir (Klinger-Müller 2013).

1.1.3. Hidroelektrik Enerjisi

Hidrolik terimi, köken olarak Yunancadan gelmekte olup su ve boru anlamlarını taşımaktadır. Yüksekten düşen veya hızlı akan su, önemli bir enerji potansiyeli barındırır. Bu su, kanallar aracılığıyla türbinlere yönlendirilir ve türbinlerin dönmesi sağlanır. Türbinlere bağlı jeneratörler, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürerek hidroelektrik santrallerinin çalışmasını mümkün kılar (Gövdeli 2018).

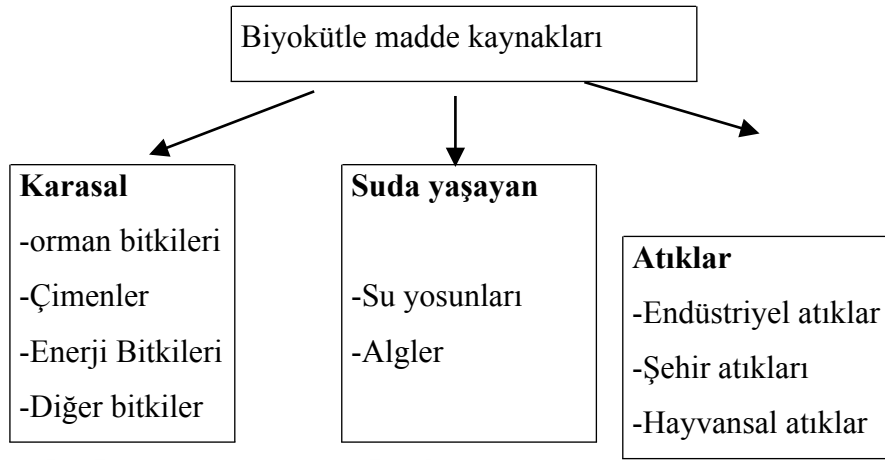
Diğer enerji türleriyle kıyaslandığında, hidroelektrik enerji santralleri çevresel açıdan daha uyumlu ve potansiyel riskleri düşük olduğundan öncelikli olarak tercih edilmektedir. Bu santraller, ani enerji talebi dalgalanmalarına hızlı yanıt verebilme kapasitesine sahiptir; bu nedenle Türkiye’de genellikle pik santral olarak tanımlanmaktadır. DSİ Genel Müdürlüğü’ne göre hidroelektrik santraller, yenilenebilir ve çevreyle uyumlu olmalarının yanı sıra, temiz enerji üretimi sağlamakta, yakıt maliyeti olmadan çalışabilmekte, yüksek verimlilik oranlarına (%90’ın üzerinde) ulaşmakta ve uzun ömürlü olmaları (yaklaşık 200 yıl) ile dikkat çekmektedir. Ayrıca, enerji fiyatlarını stabilize etme işlevi görmekte, işletme maliyetleri çok düşük seviyelerde kalmakta (yaklaşık 0,2 cent/kWh) ve yatırım geri dönüş süreleri kısa (5–10 yıl) olduğundan dışa bağımlılığı azaltan yerli bir enerji kaynağı niteliği taşımaktadır (Ürker 2012). Son yıllarda hidroelektrik santrallerin sayısının artması özellikle vadi tabanlarındaki akarsu ekosistemlerinde biyolojik çeşitliliğin azalmasına, artan erozyon ve heyelan riskine, su kirliliğine ve akış rejiminde değişime bağlı sel gibi felaketlere yol açmaktadır (Üçüncü & Demirel 2020). Bu nedenle, hidroelektrik projelerin planlama ve işletme aşamalarında çevresel etkilerin azaltılması için önlemler alınması zorunludur. Ayrıca, akarsu tipi küçük hidroelektrik sistemler doğaya daha az müdahale ederek özellikle zor ulaşılabilen bölgelerde enerji sağlamada tercih edilmektedir. Aslında nehir tipi hidroelektrik santraller, barajlı sistemlere kıyasla hem ekosistem üzerinde hem de

sosyal çevrede daha sınırlı olumsuz etkilere neden olan yapılardır (Karadeniz, Akpınar ve Başbüyük 2013).

1.1.4 Biyokütle

Biyokütle, genel olarak doğada bulunan ve enerji üretiminde değerlendirilebilen tüm organik kökenli maddeleri ifade etmektedir. Bu kavram, yalnızca bitkisel atıkları değil, aynı zamanda hayvansal kökenli organik kalıntıları da kapsamaktadır. Tarımsal üretimden arta kalan saman, sap, mısır koçanı, meyve çekirdeği gibi artıklar; orman endüstrisinden elde edilen odun talaşı, kabuk ve budama atıkları; ayrıca hayvansal gübre ve gıda sanayi atıkları biyokütle enerjisinin başlıca hammaddeleri arasında yer almaktadır. Bu kaynakların enerjiye dönüştürülmesi, hem atık yönetiminde çevresel yükün azalmasını sağlamakta hem de fosil yakıtlara olan bağımlılığı önemli ölçüde düşürmektedir. Biyokütle enerjisi, karbon döngüsü açısından da sürdürülebilir bir yapı sunmaktadır; çünkü bu kaynakların yanması sonucu açığa çıkan karbon, bitkilerin fotosentez yoluyla yeniden atmosfere kazandırdığı karbon miktarına eşdeğerdir. Dolayısıyla biyokütle, hem enerji arz güvenliğini destekleyen hem de çevresel açıdan düşük karbon emisyonu hedefleriyle uyumlu olan yenilenebilir bir enerji türü olarak değerlendirilmektedir (Cingil 2008). Günümüzde dünya genelinde hızla artan enerji talebini karşılamak, fosil yakıt kullanımına bağlı çevresel zararları en aza indirmek ve uzun vadede sürdürülebilir bir enerji politikası oluşturmak, ülkeler için öncelikli bir hedef hâline gelmiştir. Bu kapsamda biyokütle enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir alternatif olarak öne çıkmakta; rüzgâr ve güneş enerjisinde görülen üretim kesintilerinin aksine sürekli ve istikrarlı üretim imkânı sunması, hem enerji arz güvenliğine katkı sağlaması hem de çevresel etkilerin azaltılmasına olanak tanınması bakımından stratejik bir öneme sahiptir. Bu özellikleri sayesinde biyokütle enerjisi, enerji politikalarında sürdürülebilirlik ve çevre dostu uygulamaların bütünleşmesinde kilit bir rol oynamaktadır (Saraçoğlu 2017).

Aşağıdaki şekilde, biyokütle kaynaklarının türlerine göre sınıflandırılması gösterilmektedir; bu sınıflandırma, farklı biyokütle türlerinin enerji üretimindeki potansiyelini ve kullanım alanlarını daha sistematik bir şekilde değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır.



Şekil 2. Biyokütle Kaynaklarının Türlerine Göre Sınıflandırılması

Kaynak: Ültanır 1996

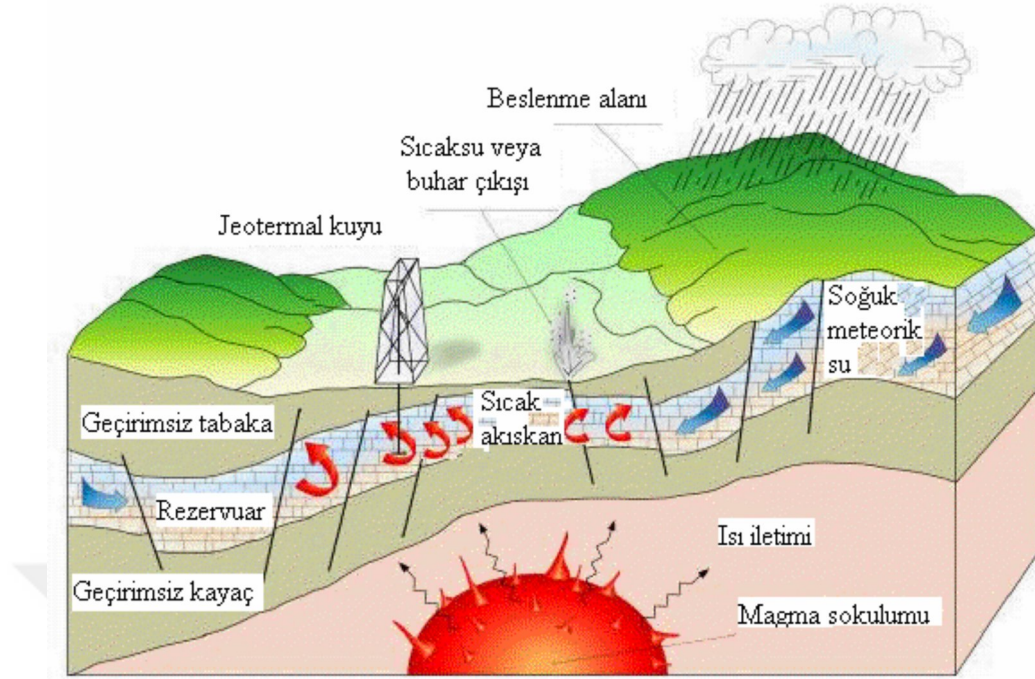
Şekil incelendiğinde, biyokütle madde kaynaklarının üç ana grupta toplandığı görülmektedir. Karasal kaynaklar, suda yaşayan organizmalar ve atıklar. Karasal kaynaklar; orman bitkileri, çimenler, enerji bitkileri ve diğer bitki artıkları gibi doğrudan bitkisel kökenli maddeleri kapsamaktadır. Suda yaşayan biyokütle kaynakları ise su yosunları ve algler gibi fotosentetik organizmalardan oluşmaktadır. Atık grubunda ise endüstriyel, şehirsal ve hayvansal atıklar yer almakta, bu atıklar enerji üretiminde geri dönüşüm potansiyeli taşıyan önemli biyokütle bileşenleri olarak değerlendirilmektedir. Bu sınıflandırma, biyokütlenin farklı çevresel ortamlardan elde edilebildiğini ve enerji üretiminde geniş bir yelpazeye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

1.1.5. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yer kabuğunun derinliklerinde magmatik faaliyetler, tektonik hareketler ve yer altı jeolojik süreçler sonucunda ısınan su, buhar, gaz ve kayalarla depolanan ısı enerjisini ifade etmekte olup, geleneksel olarak yalnızca sıcak akışkanlarla sınırlı bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmesine rağmen, günümüzde ileri sondaj teknikleri ve gelişmiş enerji dönüşüm teknolojileri sayesinde, derinlerde bulunan kuru ve yüksek sıcaklıktaki kayaların sahip olduğu ısı enerjisi de

ekonomik ve verimli bir şekilde kullanılabilmekte, böylelikle jeotermal enerji kaynaklarının kapsamı önemli ölçüde genişlemekte ve enerji üretiminde çeşitlilik sağlamaktadır. Bu bağlamda jeotermal enerji, hem elektrik üretimi hem de doğrudan ısıtma sistemlerinde kullanılabilen, çevreye minimum zarar veren ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak ön plana çıkmakta; enerji arz güvenliğinin sağlanması, fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması ve iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir katkı sağlamaktadır (Öztürk 2013).

Dünya Enerji Konseyi'nin tanımına göre jeotermal enerji, yer kabuğunun derinliklerinde biriken doğal ısının, su, buhar veya benzeri taşıyıcı akışkanlar aracılığıyla kırık ve çatlak sistemlerinden yüzeye taşınmasıyla elde edilen bir enerji türünü ifade etmekte olup, bu enerji türü hem elektrik üretimi hem de doğrudan ısıtma uygulamalarında kullanılabilmekte ve dünya genelinde yenilenebilir enerji portföyünde giderek daha önemli bir rol üstlenmektedir; küresel ölçekte jeotermal enerji kurulu gücünün 83,4 GW düzeyinde olduğu dikkate alındığında, bu enerji kaynağının sürdürülebilir ve çevre dostu üretim kapasitesi ortaya çıkmakta ve Türkiye, sahip olduğu jeotermal potansiyeli ile Çin ve Amerika Birleşik Devletleri'nin ardından üçüncü sırada yer alarak dünya genelinde jeotermal enerji kullanımının yaygınlaştırılmasına katkı sağlayan önemli bir konumda bulunmaktadır (TÜBA 2020). Jeotermal sistemlerin yapısı; ısı kaynağı, geçirgen rezervuar kayacı, örtü tabakası ve yüzeye ulaşan akış yolları gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Aşağıdaki model, bu unsurlar arasındaki ilişkileri görsel olarak ortaya koymaktadır.



Şekil 3. Jeotermal Sistemin Oluşum Modeli

Kaynak: Zaim ve Çavşı, 2018

Yukarıdaki görsel incelendiğinde, jeotermal enerji oluşum sürecinin yer altındaki doğal ısı akışına dayandığı görülmektedir. Yağmur ve yüzey sularının yer kabuğundaki çatlak ve gözeneklerden sızarak derinlere inmesiyle birlikte bu sular, yerin derinliklerinde bulunan sıcak kaya tabakalarıyla temas eder. Bu temas sonucunda ısınan su ve buhar, jeotermal rezervuar olarak adlandırılan alanlarda birikir. Jeotermal sondajlar aracılığıyla bu sıcak akışkanlar yüzeye çıkarılarak enerji üretiminde kullanılabilir hale getirilir. Şekilde ayrıca ısı kaynağı olarak magmanın önemli bir rol oynadığı, suyun sürekli bir döngü içinde yenilendiği ve bu sayede jeotermal sistemin sürdürülebilir bir enerji kaynağı oluşturduğu görülmektedir.

Jeotermal enerji, doğrudan yer kabuğunun derinliklerinde biriken ısının değerlendirilmesine dayanan sürdürülebilir bir enerji türüdür ve iklim koşullarından etkilenmeden yıl boyunca kesintisiz enerji üretimi yapılabilmesi bakımından diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre belirgin bir avantaja sahiptir. Özellikle güneş ve rüzgâr gibi hava durumu değişkenliğine bağlı kaynakların aksine, jeotermal enerji süreklilik arz eden bir yapıya sahip olduğundan, enerji arz güvenliği açısından

stratejik bir rol üstlenmektedir. Bunun yanı sıra, düşük karbon emisyonu sayesinde çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamakta ve iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Bu nedenle birçok ülke, enerji politikalarında jeotermal enerjiyi öncelikli alanlardan biri olarak tanımlamakta ve bu alanda yerli teknolojilerin geliştirilmesi, üretim kapasitesinin artırılması ve yatırım teşviklerinin genişletilmesi yönünde kapsamlı adımlar atmaktadır Türkiye'nin sahip olduğu jeotermal enerji potansiyeli, yenilenebilir enerji kaynakları içinde hem miktar hem de kullanılabilirlik açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. Özellikle Batı Anadolu bölgesinde yoğunlaşan jeotermal sahalar, elektrik üretimi ve ısıtma uygulamalarında ülkenin enerji yapısına ciddi katkı sağlamaktadır. Türkiye, sahip olduğu bu potansiyeli değerlendirmeye yönelik olarak son yıllarda jeotermal enerji santrallerine yönelik yatırımlarını artırmış ve küresel ölçekte önde gelen üretici ülkeler arasına girmeyi başarmıştır (Karagöl ve Kavaz 2017).

Aşağıdaki tabloda, ülkede halihazırda elektrik üretimi gerçekleştirilen jeotermal sahalar ile potansiyel olarak değerlendirilebilecek alanlar karşılaştırmalı biçimde sunulmuştur.

Tablo 1. Türkiye’de Elektrik Üretimi Yapılan ve Potansiyel Jeotermal Enerji Alanları

Saha Adı	Rezervuar Sıcaklığı (°C)
Kızıldere (Denizli)	212 – 242
Germencik-Ömerbeyli (Aydın)	232
Kurudere (Salihli)	213
Tekkehamam (Denizli)	210
Göbekli (Salihli)	182
Tuzla (Çanakkale)	174
Salavatlı (Aydın)	171
Eynal-Simav (Kütahya)	162
Caferbeyli (Salihli)	155
Seferihisar (İzmir)	153
İmamköy (Aydın)	142
Balçova (İzmir)	136
Dikili (İzmir)	130

Kaynak: Zaim ve Çavşı 2018

Yukarıdaki tablodaki verilere göre jeotermal enerji hem ekonomik hem çevresel açıdan avantajlar sunarken, kaynakların aşırı kullanımı veya atık yönetimi gibi konular dikkatli planlama gerektirir. Günümüzde bu enerji türü, güneş gibi diğer yenilenebilir kaynaklarla birlikte kullanılarak enerji üretiminde çeşitlilik sağlamakta ve yeni teknolojilerle daha verimli hale getirilmektedir.

1.2. Yenilenemeyen Enerji

Yenilenemez enerji, doğada sınırlı miktarda bulunan ve kullanımı yenilenme hızından çok daha hızlı olan kaynaklardan elde edilir. Kömür, petrol, doğal gaz ve uranyum gibi fosil ve nükleer kaynaklar, enerji üretiminde yaygın olarak kullanılan ancak miktarları sayısal verilerle belirlenebilen ve zamanla tükenme riski taşıyan enerji türleri arasında yer almaktadır. Bu kaynaklar, milyonlarca yıl süren doğal süreçler sonucu oluşmuş olup, fosilleşmiş canlı kalıntılarının toprak altında uzun süre katılaşmasıyla meydana gelmiştir. Ancak, kullanım alanları genişledikçe bu kaynakların tükenme ihtimali artmaktadır; yine de çok uzun bir zaman perspektifinde teorik olarak yenilenebilirlikleri mümkündür (Çukurçayır ve Sağır2008). Günlük hayatta, yenilenemez enerji araçların yakıtından elektrik üretimine kadar birçok alanda kullanılır. Türkiye’de özellikle Zonguldak’taki kömür madenleri ve doğal gaz santralleri, ülkenin enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılamaktadır.

Altyapı ve enerjiye yönelik yapılan yatırımlar, ekonomik büyümenin sürdürülebilirliği ve toplumsal refahın güçlendirilmesi açısından temel bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Ancak tarihsel süreçte bu yatırımların büyük bir bölümü fosil yakıtlara dayalı bir üretim yapısı üzerine inşa edilmiştir ve bu durum, çevresel açıdan ciddi sürdürülemezlik sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Fosil yakıtların doğada sınırlı miktarda bulunması, enerji arz güvenliğini tehdit eden önemli bir faktör hâline gelirken, artan nüfus ve sanayileşme süreci bu kaynaklara olan talebi daha da yükseltmiştir. Bunun sonucu olarak karbon salınımlarındaki artış, hava kirliliği, ekosistem tahribatı ve iklim değişikliği gibi küresel ölçekte etkileri bulunan çevresel sorunlar derinleşmiştir. Bu nedenle enerji sektörünün dönüşümü artık bir tercih değil, ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik açısından zorunluluk hâline gelmiştir. Son yıllarda dünya genelinde yenilenebilir enerji

kaynaklarına yönelim artmış olsa da, mevcut altyapının büyük ölçüde fosil yakıtlara bağımlı olması nedeniyle bu geçiş sürecinin kısa vadede tamamlanması mümkün görünmemektedir. Dolayısıyla, enerji politikalarının hem yenilenebilir kaynakların payını artırmaya hem de mevcut fosil yakıt temelli sistemleri daha verimli ve çevre dostu hâle getirmeye yönelik çok boyutlu stratejiler içermesi gerekmektedir (Telli ve Özkan 2024).

1.2.1. Kömür

Kömür, yüksek oranda karbon ve hidrokarbon bileşenleri içeren, yanıcı özellikte siyah ya da koyu kahverengi tortul bir kaya türüdür. Milyonlarca yıl süren jeolojik süreçler sonucunda oluştuğu için yenilenemeyen enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Bu fosil yakıt, geçmişte bataklık alanlarda yaşayan bitkilerin zamanla toprak ve kaya tabakaları altında sıkışmasıyla ortaya çıkmıştır. Uzun süreli basınç ve sıcaklık etkisi altında bu bitkisel kalıntılar kimyasal dönüşüme uğrayarak kömür hâline gelmiştir (EİA, 2023). Kömürlerin büyük bir kısmının, ılık ve nemli iklim kuşaklarındaki bataklık alanlarda veya bataklıklara yakın bölgelerde yetişen bitkilerden kaynaklandığı kabul edilmektedir. Bu bitkisel materyal, genellikle suyla kaplı alçak arazilerde birikmiş ve mikroorganizmaların etkisiyle zamanla turbaya dönüşmüştür (Yalçın Erik 2022).

Kömür rezervleri genellikle sıcak ve nemli iklim kuşaklarında, bitki örtüsünün yoğun olduğu bölgelerde oluşmaktadır. Rezervlerin çeşitliliği oldukça fazladır ve kömür türleri sertlik derecesine, kalori değerine, ayrıca yağlı ya da yağsız yapısına göre farklılık göstermektedir. Aynı kömür yatağı içerisinde birden fazla türün bulunması da mümkündür. Örneğin, düşük ısı değere sahip olmasına karşın yüksek nem ve kül oranı nedeniyle “linyit”, çoğunlukla termik santrallerde yakıt olarak tercih edilmektedir. Buna karşılık “taşkömürü”, yüksek kalorifik değeri nedeniyle daha verimli bir kömür türü olarak sınıflandırılmaktadır. Kömür yatakları yüzeyde (sıfır üstü yataklar) bulunabildiği gibi, yerin yüzlerce metre altında da (sıfır altı yataklar) yer alabilmektedir. Ancak sıfır altı yatakların işletilmesi; havalandırma, aspirasyon ve asansör sistemleri açısından daha yüksek maliyet gerektirmektedir. Kömür damarlarının kalınlığı birkaç metreden başlayıp yer 30–40 santimetreye kadar

düşebilmektedir. Isıl değer ve sertlik açısından en yüksek kalitedeki kömür türü ise “antrasit” olarak kabul edilmektedir (İnan, Akbulut ve Aslan 2018).

Nüfus artışı, hızlı kentleşme süreci ve ekonomik büyüme gibi dinamikler, küresel ölçekte enerji talebini önemli ölçüde artırmaktadır. Sanayileşmenin hız kazanması, yaşam standartlarının yükselmesi ve teknolojik gelişmelerin enerjiye olan bağımlılığı derinleştirmesi, mevcut enerji arzının bu talebi karşılamada yetersiz kalmasına yol açmaktadır (Yılmaz, 2023). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde artan üretim kapasitesi, ulaşım ve konut talebi, enerji tüketiminde keskin bir yükseliş yaratmakta; bu durum enerji arzı üzerindeki baskıyı daha da belirgin hâle getirmektedir. Dolayısıyla enerji arz-talep dengesinin sürdürülebilir biçimde sağlanması, günümüz ekonomilerinin karşılaştığı temel sorun alanlarından biri hâline gelmiştir.

1.2.2. Petrol

Petrol kelimesi, köken itibarıyla Latince “petra” (taş) ve “oleum” (yağ) sözcüklerinden türemiş olup “taşyağı” anlamına gelmektedir. Kimyasal bileşimi incelendiğinde petrolün büyük oranda hidrojen ve karbon elementlerinden oluştuğu, bunun yanında eser miktarda oksijen, kükürt ve nitrojen gibi elementleri de içerdiği görülmektedir. Doğal hâliyle yer kabuğunun derinliklerinde oluşan ve işlenmemiş biçimiyle ham petrol olarak adlandırılan bu madde, organik materyallerin milyonlarca yıl boyunca yüksek basınç ve sıcaklık altında dönüşüme uğraması sonucunda meydana gelmiştir. Ham petrol, bu özelliğiyle hidrokarbon bileşiklerinin en önemli doğal kaynağı olarak kabul edilmektedir. Enerji sektöründe stratejik bir öneme sahip olan petrol, rafineri işlemlerinden geçirilerek benzin, motorin, jet yakıtı, asfalt ve petrokimya ürünleri gibi birçok türev enerji formuna dönüştürülmekte ve bu ürünler modern ekonomilerin temel dinamiklerinden biri hâline gelmektedir (ETKB 2018).

Petrolün ticari kullanımının başlangıcına dair farklı görüşler bulunmaktadır. Bazı kaynaklar, bu sürecin 1857 yılında Romanya’nın Ploesti bölgesinde başladığını belirtirken, diğer kaynaklar Edwin Drake’in 1859’da ABD’nin Pennsylvania eyaletindeki Titusville’de petrol çıkarmasını bu dönemin başlangıcı olarak kabul

etmektedir. Her iki olay da dünya çapında ticari önem kazanmış ve kısa sürede yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. İlk olarak aydınlatma amacıyla gaz yağı üretilen petrol, zamanla benzin ve diğer yakıt türlerinin üretiminde de kullanılmaya başlanmıştır. 1973 Petrol Krizi öncesinde petrol, pek çok enerji kaynağının yerini alarak yoğun şekilde tercih edilmiştir. Bu hızlı yayılmanın başlıca nedenleri, kömüre kıyasla daha yüksek karbon içeriği ve sıvı formda olması nedeniyle taşıma ve depolama kolaylığıdır (Engin 2012).

Dünya genelindeki petrol rezervlerinin coğrafi dağılımı ele alındığında, rezervlerin büyük bir bölümünün Orta Doğu bölgesinde yoğunlaştığı açıkça görülmektedir. Özellikle Suudi Arabistan, İran, Irak, Birleşik Arap Emirlikleri ve Kuveyt gibi ülkeler, küresel ölçekte bilinen petrol rezervlerinin çok önemli bir kısmına sahip olup, bu durum bölgeyi enerji piyasalarının merkezine yerleştirmektedir. Orta Doğu'daki bu yoğun rezerv dağılımı, sadece ekonomik değil, aynı zamanda siyasi ve jeopolitik açıdan da büyük bir önem taşımaktadır. Bölge ülkelerinin petrol üretimi ve ihracatındaki belirleyici rolleri, dünya enerji fiyatlarının oluşumunda da doğrudan etkili olmaktadır. Bununla birlikte, enerji arz güvenliği ve uluslararası ilişkiler bağlamında Orta Doğu'nun stratejik önemi, zaman zaman siyasi gerilimleri ve enerji temelli rekabetleri de beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla, Orta Doğu'da bulunan zengin petrol rezervleri, küresel enerji dengelerinin şekillenmesinde tarih boyunca olduğu gibi günümüzde de belirleyici bir faktör olmaya devam etmektedir (Bayraç ve Çemrek 2022).

Bu kapsamda petrol, tarihsel süreç içerisinde yalnızca bir enerji hammaddesi olarak değil, aynı zamanda küresel ekonomik yapıların, uluslararası ticaret ağlarının ve siyasi güç dengelerinin şekillenmesinde etkili olan stratejik bir unsur hâline gelmiştir. Petrol piyasalarında yaşanan arz ve fiyat dalgalanmaları, ülkelerin makroekonomik göstergelerini doğrudan etkilerken, enerjiye bağımlı ekonomiler açısından kırılganlıkları da artırmaktadır. Bununla birlikte, fosil yakıtlara dayalı enerji sistemlerinin çevresel maliyetlerinin giderek daha görünür hâle gelmesi, petrolün uzun vadeli sürdürülebilirliği konusunda yeni tartışmaları beraberinde getirmektedir. Bu gelişmeler, bir yandan enerji arz güvenliğinin sağlanması gerekliliğini gündemde tutarken, diğer yandan alternatif ve daha temiz enerji kaynaklarına yönelimin kaçını

lmaz olduğunu ortaya koymakta; dolayısıyla petrol, küresel enerji dönüşüm sürecinde hem mevcut önemini koruyan hem de geleceği yeniden tartışılan temel bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

1.2.3.Doğalgaz

Doğalgaz, yer altında bulunan ve fosil kökenli yanıcı gaz karışımı olarak tanımlanan bir petrol türevidir. Çoğunlukla metandan oluşurken, küçük oranlarda etan, propan ve bütan da içermektedir. Ayrıca az miktarda karbondioksit, azot, helyum ve hidrojen sülfür gazları da doğalgaz bileşiminde yer alır. Tarihsel kayıtlara göre doğalgazın ilk kullanımı Çin’de gerçekleşmiş, İngiltere’de ise 1790’lı yıllarda kullanım yaygınlaşmıştır. 1920’lerde boru hattı taşımacılığının devreye girmesiyle doğalgaz kullanımı artmış, İkinci Dünya Savaşı sonrasında ise hızlı bir şekilde yükselmiştir (Umutlu ve Bayraç 2020).

Bu enerji türü, diğer enerji kaynaklarına göre henüz yeni sayılmakla birlikte, rezerv açısından daha zengin bir potansiyele sahiptir (Anatürk 2019). Elektrik üretimi ve ısınma gibi temel enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında kullanım imkânı bulunması, onu özellikle enerji planlamasında önemli bir seçenek hâline getirmektedir. Kömür ve petrol gibi fosil kaynaklarla karşılaştırıldığında, çevresel etkilerinin daha düşük olması ve sera gazı salınımını azaltma potansiyeli, bu enerji türünün tercih edilmesindeki başlıca nedenler arasında yer almaktadır. Ayrıca, sürdürülebilir enerji stratejileri kapsamında, uzun vadede ekonomik ve çevresel faydalar sağlaması, bu kaynağın önemini artırmaktadır (Satik 2023).

Doğal gaz ve petrol, küresel enerji arzının temelini oluşturan ve sanayiden ulaşıma, ısınmadan elektrik üretimine kadar geniş bir kullanım alanına sahip iki kritik enerji kaynağıdır. Bu kaynakların uluslararası ticareti ve taşınması büyük ölçüde boru hatları, deniz taşımacılığı ve kara yolları aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu noktada Türkiye, jeopolitik konumu itibarıyla enerji taşımacılığı açısından son derece stratejik bir köprü rolü üstlenmektedir. Asya ile Avrupa kıtalarını birbirine bağlayan Türkiye, hem Hazar Havzası’ndaki hem de Orta Doğu’daki enerji kaynaklarının Batı pazarlarına ulaştırılmasında doğal bir geçiş güzergâhı konumundadır. Bu avantaj, ülkeye enerji koridoru olmanın getirdiği

ekonomik faydaların yanı sıra, bölgesel enerji güvenliği ve uluslararası işbirliği açısından da önemli bir stratejik değer kazandırmaktadır. Dolayısıyla Türkiye, sahip olduğu coğrafi konumu ve enerji altyapı projeleri sayesinde doğal gaz ve petrol taşımacılığında bölgesel bir merkez olma potansiyelini giderek güçlendirmektedir (Kansu 2019).

Doğal gaz kullanımının hava kalitesi üzerindeki etkileri değerlendirildiğinde, bu yakıt türünün çevresel açıdan diğer fosil yakıtlara kıyasla çok daha temiz bir seçenek sunduğu görülmektedir. Özellikle Sivas ilinde yapılan saha araştırmaları, doğalgazın ısınma ve enerji üretimi amaçlı kullanılmaya başlanmasıyla birlikte hava kirliliğinde belirgin bir azalma yaşandığını ortaya koymuştur. Doğalgazın yaygınlaşmasından önce SO_2 ve PM_{10} gibi zararlı kirleticilerin sınır değerleri sıklıkla aşılrken, doğalgazın sisteme entegre edilmesiyle bu kirletici düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı düşüşler gözlenmiştir. Bunun temel nedeni, doğalgazın yanma sırasında kükürt içermemesi ve partikül madde salınımının oldukça düşük seviyelerde gerçekleşmesidir. Dolayısıyla doğalgaz, ısınma ve enerji üretimi açısından sadece verimli bir kaynak olmakla kalmayıp, aynı zamanda hava kalitesinin korunmasına da önemli katkılar sağlayan çevre dostu bir enerji alternatifi olarak öne çıkmaktadır (Fertelli 2020).

Bu çerçevede doğalgazın kullanımının yaygınlaştırılması, özellikle fosil yakıtlara dayalı geleneksel enerji sistemlerinden kaynaklanan çevresel baskıların azaltılmasına katkı sunarken, kentleşmenin hızla arttığı bölgelerde daha sağlıklı yaşam alanlarının oluşturulmasına, enerji arzının sürekliliğinin sağlanmasına ve çevre-ekonomi dengesinin gözetildiği bütüncül enerji politikalarının geliştirilmesine imkân tanımakta; aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş sürecinde geçiş yakıtı niteliği taşıyarak, hem kısa hem de orta vadede sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir enerji yapısının tesis edilmesinde önemli bir rol üstlenmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

2.1. Ekonomik Büyüme Kavramı

İktisadi büyüme, genel olarak bir ülkenin belirli bir dönem içerisinde reel gayri safi yurtiçi hasılasında (reel GSYİH) veya üretim kapasitesinde ortaya çıkan sürekli artış olarak tanımlanmaktadır. Bu artış, ülke ekonomisinin üretim gücündeki genişlemeyi ve toplumsal refah düzeyindeki yükselmeyi ifade eder. Bir ekonominin GSYİH düzeyi, yalnızca sahip olduğu üretim faktörlerinin miktarına değil, aynı zamanda bu faktörlerin üretim sürecinde ne ölçüde verimli ve etkin biçimde kullanıldığına da bağlıdır. Üretim faktörleri arasında yer alan emek, sermaye, doğal kaynaklar ve girişimcilik unsurları, doğru şekilde organize edilmediğinde, ülkenin üretim potansiyeli tam olarak değerlendirilemez. Dolayısıyla, üretim faktörleri bakımından gelişmiş bir ülke dahi, bu unsurları etkin biçimde bir araya getiremezse, ekonomik büyüme hızı beklenenin altında kalabilir ve gayri safi yurtiçi hasıla düzeyi, diğer ülkelere göre daha düşük gerçekleşebilir. Bu bağlamda, iktisadi büyümenin sürdürülebilirliği, sadece üretim faktörlerinin niceliksel artışına değil, aynı zamanda bunların etkin kullanımını sağlayan teknolojik gelişme, eğitim seviyesi, kurumsal yapı ve yönetim kalitesi gibi unsurlara da bağlıdır (Yıldız, 2018). Ancak ekonomik büyümenin tek başına toplum refahını artırmaya yetmediği durumlarda, iktisadi kalkınma kavramı devreye girmektedir. Bir ekonomide yalnızca büyümeden değil, aynı zamanda kalkınmadan da söz edebilmek için ekonomik yapının belirli bir dönüşüm sürecinden geçmesi gerekmektedir. Bu dönüşümün temel göstergelerinden biri, sanayi sektörünün toplam ekonomi içerisindeki payının tarım sektörüne kıyasla daha yüksek düzeyde olmasıdır. Ekonomik kalkınma süreci aynı zamanda nüfusun kırsal alanlardan sanayileşmiş ve kentleşmenin yoğun olduğu bölgelere yönelmesiyle de kendini gösterir. Başlangıçta hızlı seyreden nüfus artış hızının zamanla yavaşlaması, tüketim alışkanlıklarının zorunlu ihtiyaç mallarından daha yüksek gelir grubuna hitap eden lüks mallara doğru kayması da kalkınma sürecinin doğal sonuçları arasındadır. Ancak ekonomik büyüme, kalkınma için gerekli bir unsur olsa da tek başına yeterli değildir; çünkü kalkınma, büyümeden daha kapsamlı bir olgudur

ve ekonomik yapının yanı sıra sosyal, kültürel ve teknolojik dönüşümleri de içermektedir (Kurnaz 2009).

Bu çerçevede kalkınma, bir ekonomide kişi başına düşen gelirin artmasının ötesinde, üretim faktörlerinin yalnızca miktar olarak değil, nitelik bakımından da gelişmesi, sanayi sektörünün milli gelir içerisindeki payının yükselmesi ve toplumun genel yaşam standartlarının iyileşmesi anlamına gelmektedir. Ekonomik büyüme genellikle sayısal göstergelerle ifade edilirken, kalkınma; eğitim, sağlık, istihdam ve gelir dağılımı gibi sosyoekonomik göstergelerdeki iyileşmeleri de kapsar. Dolayısıyla, büyüme bir ekonomide rakamsal bir genişlemeyi ifade ederken, kalkınma bu büyümenin topluma yayılması, refahın artması ve ekonomik yapının daha dengeli bir hale gelmesi sürecidir (Turhan 2007).

Bu genel çerçeveden hareketle, ekonomik büyümenin teknik boyutu da önem taşır. Bu perspektif, üretim faktörlerinin nicelik ve nitelik açısından artışını ve girdiler ile çıktılar arasındaki ilişkiyi somutlaştırır. Bir ülkenin sahip olduğu doğal kaynaklar, işgücü, sermaye ve teknoloji gibi üretim unsurlarının hem miktar hem de kalite açısından artışı, ekonomik büyümenin temel göstergelerindendir. Bu ilişkiler, üretim fonksiyonları aracılığıyla ifade edilebilir. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında, klasik Cobb-Douglas üretim fonksiyonu şu şekilde gösterilebilir:

$$Y=f(K,L)$$

$$Y=K^{\alpha}L^{1-\alpha}$$

Burada (Y) üretim miktarını, (K) sermayeyi ve (L) işgücünü temsil etmektedir; girdiler iki katına çıkarıldığında çıktı da aynı oranda artar. Fonksiyona diğer üretim unsurlarını da eklediğimizde, üretim fonksiyonu şu biçimde genişletilebilir:

$$Y=Af(L,K,H,N)$$

Burada (A) üretim teknolojisini, (H) beşeri sermayeyi ve (N) doğal kaynakları ifade etmektedir (Mankiw 1998).

2.2. Ekonomik Büyümenin Ölçülmesi

Ekonomik büyüme, bir ülkenin üretim kapasitesinde yıllık olarak meydana gelen değişimi gösterir ve genellikle gayrisafi yurt içi hasıla (GSYİH) üzerinden hesaplanır. Mevcut yıl ile bir önceki yıl arasındaki GSYİH farkının önceki yılın GSYİH'sına oranlanıp 100 ile çarpılması, büyüme oranını verir. Formül olarak ifade edersek:

$$g = \frac{GSYİH_t - GSYİH_{t-1}}{GSYİH_{t-1}} \times 100$$

Burada ($GSYİH_t$), incelenen yılın toplam üretim değerini, ($GSYİH_{t-1}$) ise bir önceki yılın üretim değerini göstermektedir. Kişi başına düşen gelir ise, toplam gelirin ülke nüfusuna bölünmesiyle elde edilir ve bireylerin gelirden aldıkları payı ortaya koyar. Bu gösterge, toplumun ekonomik refahını ölçmede kritik bir rol oynar ve gelir dağılımının analizinde temel bir gösterge olarak kullanılır (Atılğan 2004).

2.3. Ekonomik Büyüme Modelleri

İktisadi büyümenin kaynaklarının belirlenmesi ve bu büyümenin sürdürülebilirliği, ekonomistler için uzun süredir önemli bir araştırma alanı olmuştur. Bu nedenle ekonomik büyüme, iktisat bilimi kendi başına bir disiplin olarak ele alınmaya başladıktan sonra sistematik biçimde incelenmeye başlanmıştır. Büyüme teorilerinin temelleri, klasik iktisatçılar olan Adam Smith, Robert Malthus, Stuart Mill, David Ricardo ve Karl Marx ile 15. yüzyıldan 18. yüzyıla kadar etkili olan merkantalist düşünürlerin çalışmalarına kadar uzanmaktadır. Bu düşünürlerin eserlerinde ekonomik büyüme ve büyümenin toplumsal dağılım üzerindeki etkileri önemli bir tartışma konusu olmuştur (Akış 2010). Daha sonraki dönemde ise ekonomik büyüme modellerine eleştiriler getiren ve farklı bakış açıları benimseyen iktisatçılar, yeni büyüme modellerinin geliştirilmesine öncülük etmiştir.

2.3.1. Klasik Büyüme Modeli

Klasik iktisatçılar, serbest rekabet ortamında ekonomideki temel sorunlardan biri olan kaynakların etkin ve tam kullanımının sağlanabileceğine inanmışlardır. Bu nedenle, klasik iktisatçılar açısından öncelikli sorun, ekonomide üretilen mal ve hizmet miktarının artırılması, yani ekonomik büyümedir. Sanayi devrimiyle birlikte dünya ekonomisinde gözlemlenen hızlı büyüme, büyümenin kuramsal olarak incelenmesini de mümkün kılmıştır. Bu bağlamda, hızlı büyüme ve ekonomik gelişme üzerine yapılan çalışmalar, Adam Smith'in temelini attığı klasik iktisadın büyüme teorisi alanında şekillenmesine yol açmıştır. Klasik iktisatçılar, ekonomilerin uzun dönemde nasıl dengeye ulaştığını araştırmış, gelir artışının sebeplerini incelemiş ve çalışmalarında ekonomik büyümeyi öncelikli bir konu olarak ele almışlardır. Analizlerinde çeşitli soyutlamalar yapmalarına ve farklı modeller kullanmalarına rağmen, ortak odak noktaları uzun dönemde sermaye birikimi ve ekonomik büyüme olmuştur. Bu yaklaşımda büyümenin temel belirleyicileri emek arzı, teknoloji, sermaye birikimi ve doğal kaynaklar olarak görülmüştür (Atılğan ve Köksal 2010).

Adam Smith, klasik iktisadın temelini “Ulusların Zenginliği” adlı eserinde atmıştır. Bu çalışmada, bir devletin zenginleşmesinde iş bölümünün önemi vurgulanmaktadır. Smith'e göre, emeğin üretim gücündeki ilerleme ve iş yaparken gösterilen beceri, ustalık ve muhakeme yeteneği, büyük ölçüde iş bölümünden kaynaklanmaktadır; dolayısıyla iş bölümünden elde edilen verim artışı ekonomik büyüme açısından kritik bir rol oynamaktadır (Özsağır, 2008). Adam Smith, ekonomik büyüme teorisi bakımından doğrudan bir model sunmasa da, genel ekonomik ilkeler çerçevesinde büyümenin analizine dolaylı katkılarda bulunmuştur. Politik ekonomideki ilerlemenin, koşullardaki değişiklik ve gelişmelerle şekilleneceğini savunmuştur (Letiche 1960).

Adam Smith, 1776 yılında yayımladığı “Milletlerin Zenginliğinin Doğası ve Nedenleri Üzerine Bir Deneme” adlı çalışmasında, sanayi devrimi sürecinde iş bölümü ve sanayi büyüme hızının ekonomik büyümeyi şekillendirdiğini ortaya koymuştur. Smith'e göre, ekonomik gelişmeler, büyük devletlerde tarımdan imalata ve ticarete geçiş çabaları, kentleşme ve endüstrileşme süreçleriyle bağlantılıdır. Bu

süreçte ticaret ve endüstri, ülkelerin ekonomik toparlanmasını sağlamakta, tarımın verimliliği ise artırılmaya çalışılmaktadır. Smith'in analizinde ekonomik büyüme, iş bölümünden, coğrafi konum, teknolojik gelişmeler, kurumsal yapı ve doğal kaynak arzı gibi faktörlerden etkilenmektedir (Aytekin 2017).

Klasik iktisatçılar, ekonomik büyümenin yalnızca üretim faktörlerinden değil, aynı zamanda politik, sosyal ve ekonomik yapıların etkileşimiyle gerçekleştiğini de vurgulamışlardır. David Ricardo ve Thomas Malthus'un karamsar yaklaşımı ile Adam Smith'in iyimser yaklaşımı birleştiğinde, ekonomik büyümenin sürdürülebilirliği klasik iktisatçılar için temel bir kaygı hâline gelmiştir (Uçak 2015). Smith'in teorisine göre sermaye birikimi, istihdam ve üretim artışını artırmakta, artan iş bölümü ise emek verimliliğini yükseltmektedir. Yeterli rekabet ve sermaye artışı, mamul mal fiyatlarını düşürmekte ve işçilerin satın alma gücünü artırmaktadır. Böylece daha hızlı sermaye birikimi, istihdam ve üretimde artış ve yaşam standartlarının yükselmesiyle doğrudan bağlantılıdır (Eltis, 2000). Smith, ekonomik büyümeyi içsel bir süreç olarak değerlendirmiş ve yeni bilginin yaratılmasının büyüme üzerinde belirleyici olduğunu savunmuştur (Kurz ve Salvadori 2003).

David Ricardo, 19. yüzyılda sanayi devrimi sürecinde İngiltere ekonomisinden etkilenerek büyüme teorisini geliştirmiştir. Ricardo'ya göre, nüfus artışı tahıl talebini artırmakta ve tarımsal üretimi teşvik etmektedir. Ancak yoğun tarım uygulamalarıyla az verimli toprakların devreye girmesi, üretim maliyetlerini yükseltmekte ve ürün fiyatlarını artırmaktadır (Yılmaz, 2016). Bunun sonucunda hem tarım hem de sanayi sektöründe karlar düşmekte, sermaye birikimi yavaşlamakta ve ekonomik büyüme durma noktasına gelmektedir (Hollander 1984).

Thomas Robert Malthus, 1798 yılında yayımladığı "Nüfus Teorisi Üzerine Bir Deneme" adlı eserinde, nüfus artışı ile ekonomik büyüme arasındaki dengeye ilişkin karamsar bir yaklaşım ortaya koymuştur. Malthus'a göre nüfus, geometrik bir hızla artarken, gıda üretimi yalnızca aritmetik bir hızda artabilmektedir. Bu dengesizlik, zamanla gıda kaynaklarının yetersiz kalmasına, dolayısıyla yoksulluk, kıtlık ve sosyal çöküntülerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ona göre, nüfus artışının kontrol altına alınmaması durumunda toplumlar sürekli olarak "doğal denge"ye geri dönmek zorunda kalacak ve bu denge genellikle salgınlar, savaşlar

veya açlık gibi olumsuz olaylar aracılığıyla sağlanacaktır. Bu yaklaşım, klasik iktisat düşüncesinde nüfus dinamiklerinin ekonomik kalkınma üzerindeki olası kısıtlayıcı etkilerini vurgulaması bakımından önem taşımaktadır. Malthus'un öne sürdüğü bu teori, sonraki yüzyıllarda nüfus politikalarının, tarımsal üretim stratejilerinin ve sürdürülebilir kalkınma yaklaşımlarının şekillenmesinde önemli bir referans noktası olmuştur (Sabbağ 2020).

2.3.2. Sosyalist Büyüme Modeli

Klasik iktisat anlayışının hâkim olduğu dönemde Piero Sraffa, "Mal Yoluyla Mal Üretimi" adlı eseriyle üretim sürecini sermaye malları üzerinden değerlendiren özgün bir bakış açısı ortaya koymuştur. Sraffa'nın ortaya koyduğu bu yaklaşım, kapitalist sistemin işleyişini analiz etmesi bakımından önemli bir katkı sağlamıştır. Ancak Karl Marx, kapitalizmin bu biçimini eleştirel bir perspektiften ele almış ve üretim araçlarının mülkiyetine sahip burjuvazi ile emek gücünü satarak yaşamını sürdüren proletarya arasında keskin bir sınıf ayrımının doğduğunu savunmuştur. Marx'a göre, kapitalist sistem, işçi sınıfının emeğini sömürerek sermaye birikimini artırmakta ve bu durum toplumsal eşitsizlikleri derinleştirmektedir. Bu eleştiriler doğrultusunda Marx, kapitalist üretim biçimine karşı kendi ekonomik düşünce sistemini geliştirmiş ve teorisinin temelini sınıf mücadelesi üzerine kurmuştur (Başaran 2017).

Marx'a göre sermaye birikimindeki artış, görünürde ekonomik büyümeyi teşvik eden bir unsur gibi görünse de, sistemin iç dinamikleri bu süreci olumsuz yönde etkilemektedir. Sermaye birikiminin artmasıyla birlikte kâr elde etme güdüsü güçlenecek, bu durum üretimin kontrolsüz biçimde artmasına neden olacaktır. Ancak üretim artışı beraberinde işçilerin daha yoğun biçimde sömürülmesini de getirecektir. Marx, emek gücünün düşük ücretlerle karşılık bulması nedeniyle işçilerin yeterli tüketimi gerçekleştiremeyeceğini, dolayısıyla piyasada arz fazlasının ortaya çıkacağını ifade etmiştir. Bu dengesizliğin giderek büyümesi sonucunda işçi sınıfının tepkisinin kaçınılmaz hale geleceğini ve nihayetinde kapitalist sistemin kendi iç çelişkileri nedeniyle çökeceğini öne sürmüştür (Turan 2017).

2.3.3. Keynesyen Büyüme Modeli

Keynesyen iktisat modeli, ekonomik faaliyetlerde toplam talebin belirleyici olduğunu ve piyasanın kendi başına tam istihdam düzeyine ulaşamayacağını temel alan bir yaklaşımdır; bu modele göre, tüketim ve yatırım düzeylerindeki yetersizlikler, işsizlik ve ekonomik durgunluk gibi sorunlara yol açabilir ve dolayısıyla devletin maliye politikaları aracılığıyla ekonomiye müdahalesi, toplam talebi artırarak istikrar sağlamada kritik bir rol oynar (Erkekoğlu 2003).

Model, klasik iktisadın arz yönlü bakış açısının aksine, üretim ve gelir düzeylerinin talep tarafından belirlendiğini vurgular; ayrıca gelir ve üretim düzeylerinin piyasa mekanizmasıyla tam otomatik olarak sağlanamayacağını öne sürer ve yatırım ile tasarruf arasındaki dengenin faiz oranından ziyade gelir düzeyi tarafından belirlendiğini savunur. Bu nedenle ekonomide talep yetersizliği ortaya çıktığında işsizlik ve üretim eksikliği yaşanabilir; bu durum, devletin maliye politikaları ve kamu harcamaları yoluyla müdahalesini gerektirir ve ekonomik büyüme ile istikrarın sağlanmasında devletin rolünü ön plana çıkarır (Herr 2003).

Keynes, ekonomik büyümeyi doğrudan ele almak yerine, durgunluk yaşayan ekonomilerin nasıl toparlanabileceği üzerinde yoğunlaşmış ve özellikle toplam talebin artırılmasının gelir ve üretim düzeylerinde önemli artışlara yol açacağını savunmuştur; bu yaklaşım, ekonomide işsizlik ve üretim açığı gibi sorunların, devletin maliye ve para politikaları aracılığıyla müdahalesi ile aşılabileceğini göstermektedir (Özsağır 2008).

Keynes'in analizinde ekonomik sistemin işleyişi, özellikle belirsizlikler, beklentiler ve gelecekte karşılaşılabilecek riskler bağlamında ele alınmaktadır. Ona göre piyasa mekanizması kendi kendine tam istihdam dengesini sağlayamayabilir; bu nedenle devletin ekonomiye aktif biçimde müdahale etmesi gerekmektedir. Keynes'e göre kamu harcamaları, vergi politikaları ve para arzı gibi maliye ve para politikası araçları kullanılarak toplam talep seviyesi dengelenmeli, böylece ekonomik dalgalanmalar kontrol altına alınmalıdır. Bu yaklaşım, devletin yalnızca kısa vadeli işsizlik sorunlarını çözmekle kalmayıp, aynı zamanda uzun vadede ekonomik büyüme, gelir istikrarı ve toplumsal refahın artırılması yönünde etkin bir rol

üstlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Dolayısıyla Keynesyen ekonomi anlayışı, serbest piyasa mekanizmasının yetersizliklerini gidermeye ve ekonomik istikrarı sağlamaya yönelik devlet müdahalesini teorik bir zorunluluk olarak görmektedir (Parasız 1995).

2.3.4. Neoklasik Büyüme Modeli

20. yüzyılın ortalarından itibaren ekonomi literatüründe etkili olan Neo-Klasik büyüme teorileri, çoğunlukla üretim fonksiyonu ($Y = F(K, AL)$) üzerinden analiz edilmektedir. Bu yaklaşımlar, ekonomik büyümede sermaye birikiminin rolünü ön plana çıkarırken, teknolojik değişimin ekonominin dışında gerçekleşen bir olgu olduğunu kabul eder. Bu çerçevede, Swan (1956), Ramsey-Cass-Koopmans (1965), Solow (1956) ve Diamond (1965) tarafından geliştirilen modeller, Neo-Klasik büyüme paradigması kapsamında değerlendirilmektedir (Durusu Çiftçi 2015).

Solow-Swan modeli, basit bir genel denge yaklaşımı ile sabit tasarruf oranını üretim fonksiyonu ile birleştirerek büyüme analizine olanak tanır. Modelin ampirik verilerle uygulanabilir olması, onu ekonomik büyüme literatüründe temel bir referans haline getirmiştir. Öte yandan, Ramsey-Cass-Koopmans (1965) ve Diamond (1965) modelleri, tüketicilerin tasarruf ve tüketim tercihleri arasındaki karar mekanizmalarını inceleyerek uzun dönem büyüme süreçlerine dair değerli bilgiler sunmaktadır. Ancak bu çalışmalar, büyümenin dışsal teknolojik gelişmelere bağımlı olduğu varsayımını değiştirmemekte ve sonuç açısından Solow ve Swan modellerinden farklı bir yön ortaya koymamaktadır. Ayrıca, bu yaklaşımlar, 1980’li yıllarda büyüme literatürüne teorik bir perspektif kazandırması bakımından önem taşımaktadır (Durusu Çiftçi 2015).

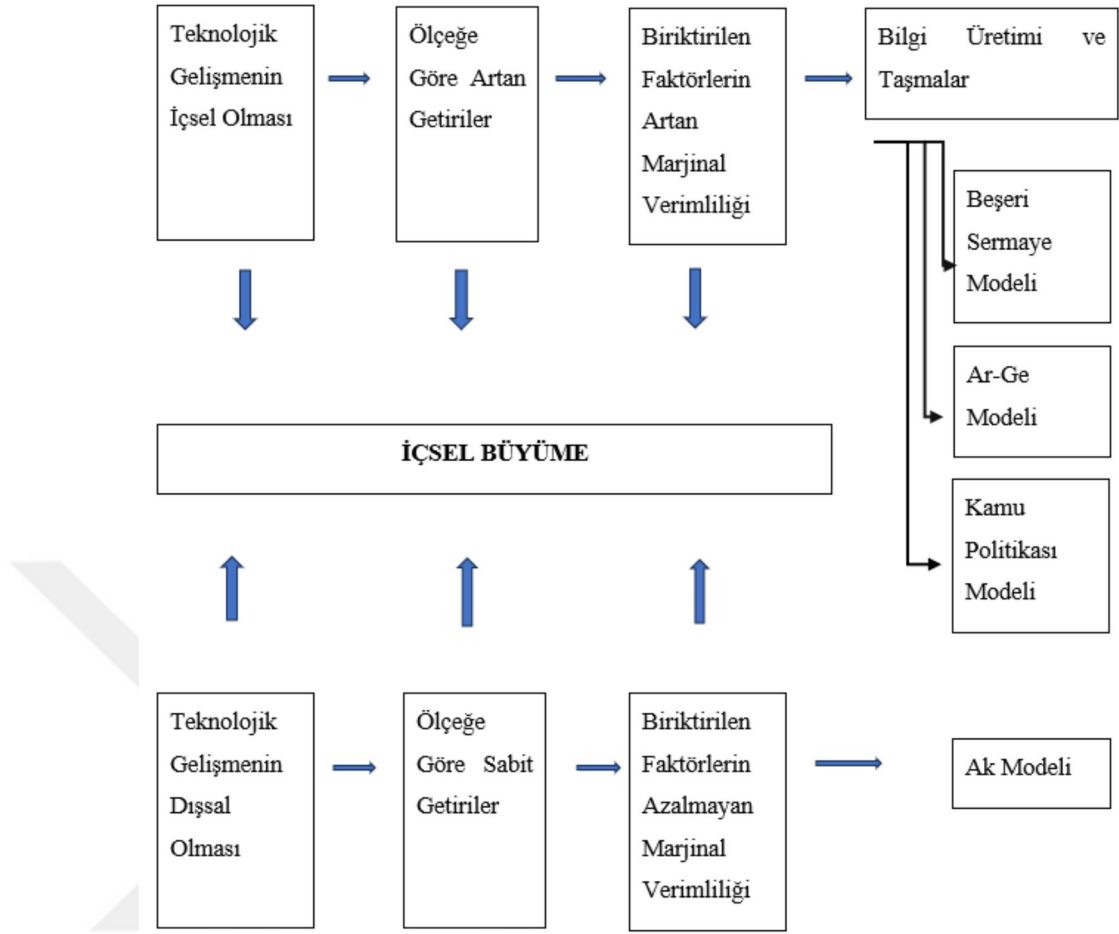
Neo-Klasik büyüme teorisi, ekonomik sistemlerde uzun vadeli büyüme dinamiklerini açıklamak için geliştirilmiş bir çerçeve sunar. Bu yaklaşım, sermaye birikimi ve işgücü verimliliğinin büyüme üzerinde belirleyici olduğunu vurgularken, teknolojik değişimleri sistemin dışında gerçekleşen faktörler olarak değerlendirir. Neo-Klasik perspektif, ekonomik büyüme analizine teorik bir altyapı sağlamakta ve literatürdeki çeşitli modellerin bu çerçeve içinde farklı varsayımlarla uzun dönem büyüme mekanizmalarını açıklamaya katkıda bulunmasına imkân tanımaktadır. Bu

sayede Neo-Klasik yaklaşım, hem ekonomik teörinin gelişimine hem de uygulamalı araştırmalara sağlam bir temel oluşturmaktadır (Turan2012).

2.3.5. İçsel Büyüme Modelleri

Neo-klasik büyüme modeli, ekonomik büyümenin uzun dönemde sermaye birikimi ve emek ile açıklanabileceğini öne sürmesine rağmen, gerçek ekonomik gelişmelerle tam olarak uyuşmamaktadır. Bu modelde teknolojinin dışsal ve sabit olduğu varsayımı, uzun dönemde sermaye-işgücü oranlarının ve reel ücretlerin gözlemlenen eğilimleriyle çelişmektedir. Barro (1990) ve Romer (1990) tarafından yapılan çalışmalar, teknolojinin tamamen dışsal kabul edilmesinin uzun dönemde büyüme dinamiklerini açıklamada yetersiz kaldığını göstermektedir. Ayrıca, ülkelerin farklı kurumsal yapıları, tasarruf düzeyleri, teknoloji adaptasyonu ve nüfus artış hızları gibi özellikler, tüm ekonomilerin aynı durağan duruma ulaşamayacağını ortaya koymaktadır (Taban 2011).

Aşağıdaki şekilde, teknolojik gelişmelerin ekonomik büyümenin içsel ve dışsal bileşenleri üzerindeki çok yönlü etkileri görsel olarak ele alınmakta; aynı zamanda bu etkilerin, tarihsel süreçte farklı ekonomik büyüme modelleri çerçevesinde nasıl konumlandığı ve yorumlandığı şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 4. İçsel Büyüme Modelleri ve Varsayımları

Kaynak: Berber 2006

Yukarıdaki Şekil 4’te, teknolojik ilerlemenin kaynağına göre (içsel ve dışsal) ekonomik büyüme sürecinin nasıl farklılaştığı ayrıntılı biçimde gösterilmektedir. Şekil, özellikle içsel büyüme yaklaşımında bilgi üretimi, teknolojik yenilikler ve bilgi taşmalarının beşerî sermaye birikimi, araştırma-geliştirme faaliyetleri ve kamu politikaları aracılığıyla ekonomide sürdürülebilir, kendini besleyen ve artan getirili bir büyüme sürecine olanak tanıdığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık, dışsal büyüme yaklaşımında teknolojik ilerlemenin sistem dışından geldiği, üretim sürecinde sabit getiri varsayımının geçerli olduğu ve sermaye birikimi odaklı Ak tipi bir büyüme dinamiğinin ön plana çıktığı görülmektedir. Bu karşılaştırma, büyüme modelleri arasında bilgi ve teknoloji faktörlerinin nasıl konumlandığını ve ekonomik

kalkınmanın sürekliliği üzerindeki belirleyici rolünü kavramsal olarak açıklığa kavuşturmaktadır.

2.4. Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Sanayileşmenin hız kazanması, dünya nüfusunun artışı, tüketim alışkanlıklarının değişmesi, teknolojik ilerlemeler ve yaşam standartlarının yükselmesi gibi etkenler, enerjiye duyulan ihtiyacın her yıl yaklaşık %4–5 oranında artmasına neden olmaktadır (Kaya, Şenel ve Koç, 2018). Enerji talebindeki bu artış, genellikle düşük maliyetli ve ulaşımı kolay olan yenilenemez enerji kaynaklarıyla karşılanmaktadır. Özellikle kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtların yoğun biçimde kullanılması sonucunda atmosfere büyük miktarlarda karbondioksit ve diğer sera gazları salınmakta, bu da çevresel bozulmaları hızlandırmaktadır. Söz konusu emisyonlar, küresel ısınmanın etkilerini artırmakta; iklim değişiklikleri, biyolojik çeşitlilik kayıpları, tarımsal verim düşüşleri ve erozyon artışları gibi olumsuz sonuçları beraberinde getirmektedir (Çınar ve Yılmaz 2015). Yenilenemez enerji kaynaklarının yol açtığı bu çevresel ve ekonomik sorunlar, ülkeleri alternatif enerji arayışlarına yöneltmiştir. Bu doğrultuda yenilenebilir enerji kaynakları, sürdürülebilir kalkınmanın temel bileşenlerinden biri haline gelmiş; temiz, güvenilir ve yerli enerji üretimini destekleyen yatırımlar birçok ülkenin enerji politikalarında öncelikli konuma gelmiştir (Özbektaş, Şenel ve Sungur 2021).

19. yüzyılın ortalarına kadar biyokütle, kömürün yaygın şekilde kullanılmaya başlanmasından önce insanlığın temel yenilenebilir enerji kaynağı olmuştur. Ancak biyokütlenin modern anlamda yakıt olarak değerlendirilmesi oldukça uzun bir sürecin sonucunda gerçekleşmiştir. Günümüzde biyoyakıtlar özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve Brezilya’da geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Brezilya, şeker kamışından elde edilen etanol üretimiyle yenilenebilir enerji alanında öne çıkan ülkelerden biridir. ABD’de ise satılan benzinin yaklaşık %10’u etanol katkılı olarak piyasaya sürülmektedir (Çelikkaya 2018).

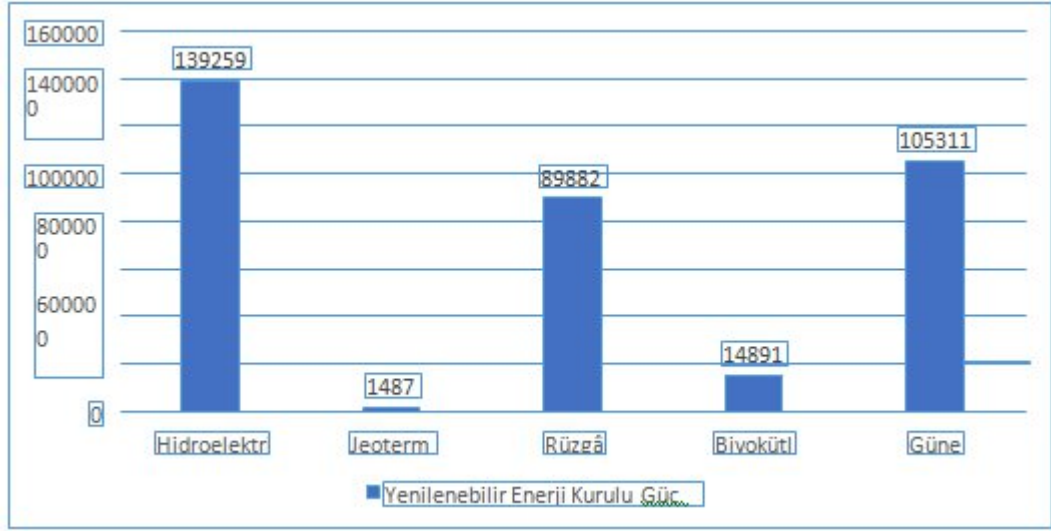
Dalga enerjisi potansiyeli açısından yapılan kapsamlı çalışmalar ve küresel enerji haritaları, dünya üzerinde en elverişli bölgelerin hem Güney hem de Kuzey Yarımküre’de 40° ile 60° enlemleri arasında yer alan kuşaklar olduğunu

göstermektedir; bu kuşaklar, okyanus ve denizlerde rüzgârın sürekli etkisiyle dalga enerjisinin yoğun bir şekilde biriktiği alanları kapsamaktadır. Bununla birlikte, yıllık ortalama dalga enerjisi yoğunluğu incelendiğinde, en yüksek potansiyele sahip bölgenin Güney Yarımküre’de, yine aynı enlem aralıklarında konumlandığı belirlenmiş olup, bu durum, bölgesel iklim farklılıkları, okyanus akıntıları ve rüzgâr rejimleri gibi faktörlerin dalga enerjisi üretim kapasitesini doğrudan etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, dalga enerjisinin ekonomik olarak değerlendirilebilmesi ve sürdürülebilir enerji projelerinde kullanılabilmesi, öncelikle bu yüksek potansiyele sahip bölgelerin detaylı jeofizik ve enerji analizlerinin yapılmasına bağlıdır; böylece enerji planlaması ve yatırımların verimliliği artırılabilir (Altaş ve Şahin 2019).

1970’li yıllarda yaşanan petrol krizi, dalga enerjisi üzerine yürütülen araştırmaların hız kazanmasına neden olmuştur. Ancak bu dönemde yapılan bazı teknik denemelerin başarısızlıkla sonuçlanması, bir süreliğine bu enerji türüne olan ilgiyi azaltmıştır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte dalga enerjisine yönelik ilgi yeniden artmış ve bu alanda birçok yenilikçi sistem geliştirilmiştir. Günümüze kadar dalga enerjisi teknolojileriyle ilgili binden fazla patent alınmış, böylece çeşitli ticari uygulamalar ortaya çıkmıştır. Bu gelişmelerin sonucu olarak 2000 yılında İskoçya’nın İslay Adası’nda dünyanın ilk ticari dalga enerjisi tesisi olan “Limpet 500” faaliyete geçirilmiş ve bu tesis İngiltere elektrik şebekesine güç sağlamaya devam etmiştir (Tezcan Ün 2003).

Enerjinin tarihsel yolculuğu, insanlığın ilkel enerji araçlarından günümüzün gelişmiş enerji sistemlerine uzanan serüvenini gözler önüne sermektedir. Bu sürecin en belirgin özelliği, her dönemde ihtiyaçlara uygun farklı girdilerin enerjiye dönüştürülmesidir. Günümüzde artan nüfus ve hızlı teknolojik gelişmeler, enerjiye olan talebi sürekli yükseltmekte; ancak bu talep artık daha çok yenilenebilir ve çevre dostu kaynaklarla karşılanmaya çalışılmaktadır. Dolayısıyla enerjinin tarihsel gelişimini anlamak, yalnızca geçmişi yorumlamak açısından değil, aynı zamanda geleceğe yönelik sürdürülebilir stratejiler geliştirmek bakımından da büyük önem taşımaktadır (Demir ve Yakışık 2024).

Yenilenebilir enerjinin ülkelerin ekonomik büyümesine ve enerji bağımsızlığına katkısını artırmak amacıyla birçok ülke, bu alandaki yatırımlarını teşvik etmekte ve destek politikalarını güçlendirmektedir. Bu doğrultuda, aşağıdaki şekilde dünya genelinde kurulu güç açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih oranları gösterilmektedir.



Şekil 5. 2022 Yılında Dünyada Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Üretim Kapasiteleri

Kaynak: IRENA 2023

2022 itibarıyla küresel yenilenebilir elektrik kapasitesi 3,5 milyon MW'ı aşmıştır; bunun büyük kısmı 1.392.598 MW ile hidroelektrik tarafından sağlanmaktadır. Güneş enerjisi 1.053.115 MW ile ikinci sırada yer alırken, rüzgâr enerjisi 898.824 MW ile üçüncü sırayı almaktadır. Biyokütle ve jeotermal enerji ise sırasıyla 148.912 MW ve 14.877 MW ile daha sınırlı bir paya sahiptir. Hidroelektrik, güneş ve rüzgâr toplam kapasitenin yaklaşık %95'ini oluşturmakta, geri kalan kaynaklar tamamlayıcı rol üstlenmektedir.

Jeotermal enerjinin dünya üzerindeki dağılımı incelendiğinde, başlıca jeotermal kuşakların aşağıdaki bölgelerde yoğunlaştığı görülmektedir:

a. Alp-Himalaya Kuşağı: Jeotermal enerji potansiyeli bakımından dünya üzerindeki en geniş ve en aktif kuşaklardan birini oluşturan bu jeotermal bölge; Türkiye, İtalya, Yunanistan, İran, Pakistan, Hindistan, Tayland, Myanmar, Tibet ve

Çin'in Yunnan bölgesi gibi ülkeleri içine almaktadır. Söz konusu kuşak, Alp-Himalaya Jeotermal Kuşağı olarak da adlandırılmakta olup, yüksek ısıl gradyan, sık tektonik kırık hatları ve aktif volkanik faaliyetlerin etkisiyle dikkat çekmektedir. Bu yapısal özellikler, bölgedeki jeotermal kaynakların enerji üretimi, ısıtma ve endüstriyel kullanım gibi çeşitli alanlarda değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Özellikle Türkiye, bu kuşak içerisinde sahip olduğu yüzlerce sıcak su ve buhar kaynağıyla öne çıkmakta; Batı Anadolu başta olmak üzere birçok bölgede elektrik üretimi ve termal turizm amaçlı jeotermal enerji yatırımları gerçekleştirilmektedir. Bu durum, Türkiye'yi yalnızca bölgesel değil, küresel ölçekte de jeotermal enerji kapasitesi bakımından ön sıralara taşımaktadır.

b. Doğu Afrika Rift Sistemi: Afrika kıtasının doğu kesiminde yer alan ve aktif tektonik hareketlerin yoğun biçimde gözlemlendiği Doğu Afrika Rift Sistemi, Etiyopya, Kenya, Tanzanya, Malavi, Uganda, Zambiya ve Djibuti gibi ülkeleri kapsayan geniş bir jeolojik kuşak boyunca uzanmaktadır. Bu bölge, yer kabuğunun ayrılma süreci nedeniyle magmatik etkinliğin yüksek olduğu alanlar arasında yer almakta ve buna bağlı olarak çok sayıda yüksek sıcaklıklı jeotermal kaynak barındırmaktadır. Rift vadisi boyunca yüzeye yakın konumlanan sıcak su ve buhar rezervleri, elektrik üretimi ve ısıtma gibi enerji amaçlı kullanımlarda değerlendirilebilecek nitelikte önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Özellikle Kenya ve Etiyopya gibi ülkeler, bu doğal avantajlarını değerlendirerek jeotermal enerji üretiminde Afrika kıtasında öncü konuma gelmiş, bölgesel enerji arz güvenliğine ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlamışlardır.

c. And Volkanik Kuşağı: ABD'nin güneybatı kıyılarından başlayarak Ekvator çizgisi boyunca Venezüella, Peru, Kolombiya, Bolivya, Arjantin ve Şili'ye kadar uzanan geniş jeolojik kuşak, Amerika kıtasında yer alan en önemli jeotermal enerji bölgelerinden birini meydana getirmektedir. Bu kuşak, Pasifik Ateş Çemberi olarak bilinen tektonik hareketliliğin etkisi altındadır ve bu nedenle yoğun volkanik faaliyetler, sıcak su kaynakları ve yer altı buhar rezervleriyle karakterizedir. Bölgedeki yüksek sıcaklıklı jeotermal sahalar, özellikle elektrik üretiminde ve endüstriyel ısıtma sistemlerinde kullanılmakta olup, enerji arzında yenilenebilir kaynakların payını artırmaya yönelik stratejik bir potansiyel taşımaktadır. Bu

özellikleriyle söz konusu kuşak, hem Latin Amerika ülkeleri hem de küresel ölçekte jeotermal enerji teknolojilerinin gelişimi açısından büyük bir öneme sahiptir.

d. Orta Amerika Volkanik Kuşağı: Guatemala, Nikaragua, Kosta Rika, Panama ve El Salvador gibi ülkeleri kapsayan Orta Amerika bölgesi, jeolojik açıdan oldukça aktif bir kuşakta yer almakta olup çok sayıda aktif volkanın varlığı nedeniyle dikkat çekmektedir. Bu volkanik yapı, yer kabuğunun derinliklerinden gelen yoğun jeotermal akışlarla birleşerek bölgeye yüksek düzeyde bir jeotermal enerji potansiyeli kazandırmaktadır. Söz konusu ülkelerde yer alan jeotermal kaynaklar, hem elektrik üretimi hem de bölgesel ısıtma uygulamaları açısından değerlendirilebilir nitelikte olup, enerji arz güvenliğinin sağlanması ve fosil yakıt bağımlılığının azaltılması yönünde stratejik bir öneme sahiptir. Özellikle Nikaragua ve El Salvador, enerji üretiminde jeotermal kaynakların payını artırarak bölgesel ölçekte sürdürülebilir enerji politikalarının öncüsü konumuna gelmiştir.

e. Karayip Adaları Kuşağı: Volkanik hareketliliğin sıkça görüldüğü bu ada kuşağı, yer kabuğunun derinliklerinden yüzeye ulaşan yüksek sıcaklıktaki akışkanlar sayesinde oldukça zengin bir jeotermal enerji potansiyeline sahiptir. Bu bölgelerde yer alan jeotermal kaynaklar, hem elektrik üretiminde hem de ısıtma sistemlerinde doğrudan değerlendirilebilecek nitelikte olup, sürdürülebilir ve çevre dostu enerji üretimi açısından büyük bir avantaj sunmaktadır. Volkanik yapının oluşturduğu doğal sıcaklık gradyanları, jeotermal rezervuarların oluşumunu desteklemekte ve bölgenin enerji üretim kapasitesini artırmaktadır. Bu nedenle, söz konusu adalar bölgesi, yenilenebilir enerji stratejileri kapsamında hem yerel hem de uluslararası düzeyde önemli bir araştırma ve yatırım alanı olarak öne çıkmaktadır (Külekçi 2009).

Güneş enerjisi, günümüzde yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en hızlı gelişim gösteren ve en yüksek potansiyele sahip alanlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Küresel ölçekte değerlendirildiğinde, güneş enerjisi kullanımında başı çeken ülkeler arasında Amerika Birleşik Devletleri, Çin ve Avrupa ülkeleri yer almaktadır. Bu ülkeler, gelişmiş teknolojik altyapıları, finansal güçleri ve uzun vadeli enerji politikaları sayesinde güneş enerjisi sektöründe önemli bir ilerleme kaydetmiştir. Özellikle Çin, son yıllarda yaptığı yatırımlar sonucunda dünya

genelinde güneş paneli üretiminde lider konuma ulaşmıştır. Avrupa ülkeleri ise enerji arz güvenliğini artırmak, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltmak ve karbon emisyonlarını düşürmek amacıyla güneş enerjisine dayalı projelere öncelik vermektedir. Güneş enerjisinin kullanım potansiyeli yalnızca ekonomik olanaklara değil, aynı zamanda ülkelerin coğrafi konumlarına ve güneşlenme sürelerine de bağlıdır. Amerika'nın güney ve batı bölgeleri, Avustralya'nın iç kesimleri ile Afrika kıtasının geniş çöl alanları yıl boyunca yüksek düzeyde güneş radyasyonu almaktadır. Bu bölgeler enerji üretimi açısından büyük bir avantaja sahip olsa da çoğu zaman yerleşim alanlarından uzak konumda bulunmaları nedeniyle enerji iletim maliyetleri yüksek olmaktadır. Bu durum, üretilen elektriğin tüketim merkezlerine taşınmasını zorlaştırarak yatırımın verimliliğini azaltmaktadır. Buna karşılık, Afrika kıyı kesimleri, Akdeniz havzası ve Güney Avrupa ülkeleri hem yüksek güneşlenme potansiyeline hem de enerji talebinin yoğun olduğu merkezlere yakınlık avantajına sahiptir. Bu bölgelerde gerçekleştirilecek yatırımlar, enerji arz güvenliğini güçlendirmenin yanı sıra karbon salımının azaltılmasına da önemli katkı sağlayacaktır. Sonuç olarak, dünya genelinde güneş enerjisi üretiminin geleceği yalnızca teknolojik gelişmeler ve finansal desteklerle değil, aynı zamanda doğru coğrafi planlama, etkin altyapı yatırımları ve sürdürülebilir enerji politikalarının uygulanmasıyla yakından ilişkilidir (Koçaslan 2020).

Aşağıdaki tabloda, yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan rüzgar, hidroelektrik, güneş, biyokütle ve jeotermal enerji türlerine ilişkin dünya genelindeki ortalama değerler ve pay oranları sunulmaktadır. Tablo, 2012–2021 yılları arasındaki dönemde bu enerji türlerinin kurulu güç (MW) düzeylerini ve toplam yenilenebilir enerji kapasitesi içindeki yüzdesel paylarını göstermektedir. Ayrıca her bir yıl için ilgili enerji türlerinin gelişim seyrini, kapasite değişimlerini ve toplam enerji üretimindeki dağılım oranlarını nicel olarak ortaya koymaktadır.

Tablo2: Dünya’da Yenilenebilir Enerji Kaynakları

	RES (MW)	RES (%)	HES (MW)	HES (%)	GES (MW)	GES (%)	Biyo- enerji (MW)	Biyo- enerji (%)	Jeoter- mal (MW)	Jeoter- mal (%)
2012	266.918	18,48	1.090.111	75,49	104.312	7,22	77.198	5,34	10.479	0,72
2013	299.840	19,14	1.137.100	72,60	141.169	9,01	84.545	5,39	10.717	0,68
2014	349.307	20,56	1.175.994	69,24	180.216	10,61	90.605	5,33	11.157	0,65
2015	416.170	22,47	1.210.655	65,38	228.054	12,31	96.351	5,20	11.812	0,63
2016	466.866	23,18	1.245.903	61,86	300.199	14,90	105.245	5,22	12.137	0,60
2017	514.215	23,53	1.270.876	58,17	395.276	18,0	110.966	5,07	12.697	0,58
2018	563.466	23,90	1.293.619	54,87	488.820	20,73	118.256	5,01	13.169	0,55
2019	621.270	24,44	1.311.765	51,60	591.059	23,25	123.940	4,87	13.738	0,54
2020	731.763	26,06	1.335.114	47,55	716.788	25,53	133.025	4,73	14.073	0,50
2021	824.874	26,92	1.360.054	44,38	849.473	27,72	143.371	4,67	15.644	0,51

Kaynak: Enerjisa 2023

Tablo 2 incelendiğinde Dünya’da rüzgâr enerjisinin kurulu gücünün 266.918 MW ve dünyada toplam yenilenebilir enerji kullanımı içindeki payının ise %18,48 olduğu görülmektedir. Rüzgâr enerjisi yıllar içinde sürekli olarak istikrarlı bir biçimde hem kurulu gücü artmış hem de toplam yenilenebilir enerji içindeki payı olarak yükselişler meydana gelmiştir. 2021 senesine gelindiğinde rüzgâr enerji santralinin kurulu gücü 824.874 MW’ye yükselmiş ve diğer yenilenebilir enerji içindeki payı olarak da %26,92 seviye çıkmıştır. Tabloya bakıldığında 2012 yılında hidroelektrik enerji santrallerinin kurulu gücü 1.090.111 MW’dır. Diğer yenilenebilir enerjiler içindeki oranı ise %75,49 ile çok yüksek bir seviyededir. 2021 sene gelindiğinde ise hidroelektrik enerji santrallerinin kurulu gücü 1.360.054 MW olarak ölçülmüştür. Kurulu gücü artmasına rağmen diğer yenilenebilir enerji kaynakları içinde payında azalma meydana gelerek %44,38 seviyesine inmiştir. Güneş enerjisi santrallerinin kurulu gücü incelendiğinde 2012 senesinde 104.314 MW olarak hesaplanırken, diğer yenilenebilir enerjiler içerisindeki oranı ise %7,22’dir. Yenilenebilir enerjiler arasında 2012’den 2022 senesine kadar oransal olarak en fazla artış yaşanan enerjidir. Güneş enerjisi santrallerinin kurulu gücü 2021 yılında

849.473'e çıkarken oran olarak %27,72'ye yükselmiştir. Biyokütle enerjisinin 2012 senesindeki kurulu gücü 77.198 MW iken 2021 senesine gelindiğinde 72 yaklaşık olarak 2 kat artarak 143.371 MW'ye çıktığı görülmektedir. Fakat kurulu güçte 2 takı artış yaşanırken diğer yenilenebilir enerji kaynakları arasındaki payı düşmüştür. Biyokütle enerjisinin diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına 2012 senesindeki oranına bakıldığında %5,34 iken, 2021 senesinde %4,67'ye indiği görülmektedir. Son olarak ise jeotermal enerjinin kurulu gücü tabloda incelendiğinde diğer yenilenebilir enerjiler arasında em düşük enerjiye sahip kaynaktır. 2021 senesinde kurulu gücü 15.644 MW'ye çıkarken, diğer yenilenebilir enerjiler içindeki payı ise %0,51'de kalmıştır.

2.5. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları

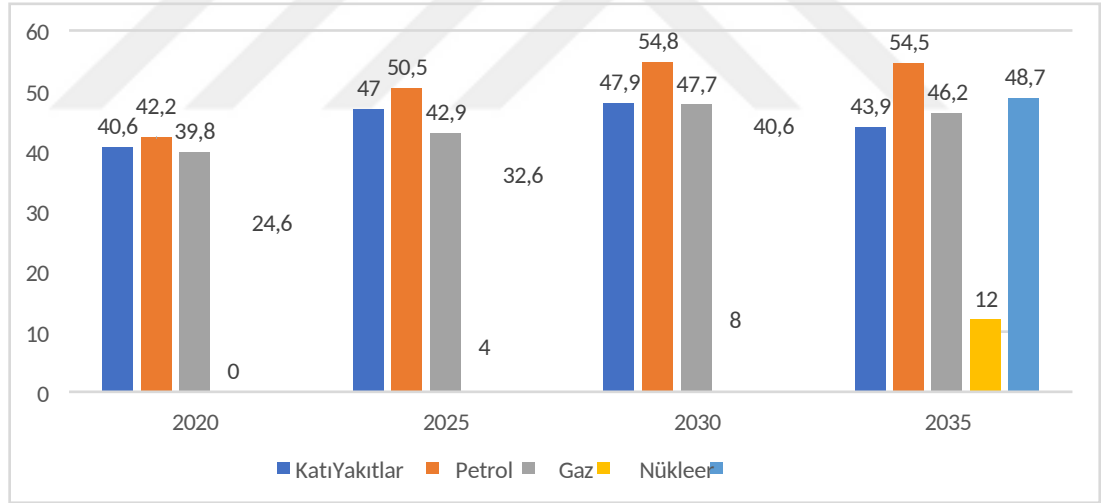
Enerji, modern ekonomilerin temel taşı olarak büyük bir öneme sahiptir ve kendi enerjisini üretebilen ülkeler, uluslararası alanda stratejik bir avantaja sahip olmaktadır. Türkiye, hem enerji üretimi ve tüketiminde hem de enerji iletiminde merkezi bir konumda bulunması nedeniyle bölgesel enerji dengelerinde kritik bir rol üstlenmektedir. Sınırlı yerli enerji kaynakları ve sürekli artan enerji ihtiyacı, Türkiye'nin enerji arzında dışa bağımlılığını giderek artırmaktadır; yapılan analizler, ülkemizin ithal doğal gaz ihtiyacının %94, ithal petrol ihtiyacının ise %98 seviyelerinde olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, Türkiye'nin enerjide bağımsızlığını güçlendirecek en önemli çözümün yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımında yattığını göstermektedir (Gökçü 2021).

2.5.1. Türkiye'de Birincil Enerji Tüketimi

Türkiye'nin birincil enerji tüketimi 2020 yılı itibarıyla 147,2 milyon ton eşdeğer petrol (Mtep) düzeyinde gerçekleşmiştir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın projeksiyonlarına göre bu miktarın 2035 yılına kadar 205,3 Mtep'e yükselmesi öngörülmektedir. 2000–2020 döneminde birincil enerji tüketiminde yıllık ortalama %3,1 oranında artış yaşanırken, 2020–2035 döneminde bu artış hızının %2,2 seviyesine gerileyeceği tahmin edilmektedir. Kişi başına enerji tüketimi açısından değerlendirildiğinde ise, 2020 yılında 1,7 ton eşdeğer petrol (tep) olan değer, 2035 yılında 2,1 tep/kişi düzeyine ulaşacağı öngörülmektedir. Yenilenebilir

enerji kaynaklarının toplam enerji sepeti içindeki payının da önümüzdeki yıllarda artacağı görülmektedir. Buna göre, 2020 yılında %16,7 olan yenilenebilir kaynak oranının 2035 yılına kadar %23,7 seviyesine yükseleceği beklenmektedir. Aynı dönemde nükleer enerjinin devreye girmesiyle, toplam birincil enerji tüketimi içinde %5,9'luk bir paya ulaşacağı tahmin edilmektedir. Buna karşın, fosil yakıtların toplam enerji içindeki oranı 2020'de %83,3 iken 2035'te %70,4'e düşecektir. Fosil enerji türleri arasında kömürün payı %21,4'e, petrolün payı %26,5'e ve doğal gazın payı %22,5'e gerileyecektir. Bu veriler, Türkiye'nin enerji politikalarının uzun vadede yenilenebilir ve nükleer enerji kaynakları lehine çeşitlendiğini, buna paralel olarak fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaldığını göstermektedir (ETKB 2022).

Asağıdaki şekilde Türkiye'de 2020–2035 yılları arasında enerji kaynaklarına göre birincil enerji tüketimindeki değişimi göstermektedir.

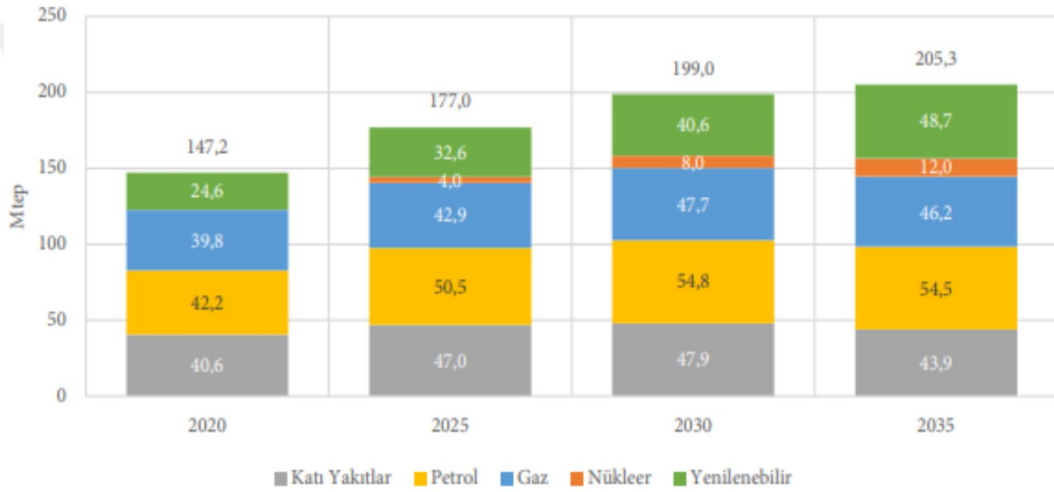


Şekil 6: Türkiye’de kaynaklara göre birincil enerji tüketimi

Kaynak: ETKB, 2022

Yukarıdaki şekil 6’ ya göre Türkiye’nin enerji tüketiminde fosil kaynakların hâlâ önemli bir paya sahip olduğu, ancak yenilenebilir enerji kullanımının yıllar içinde belirgin biçimde arttığı görülmektedir. 2020’de yenilenebilir enerji

oranı %24,6 iken 2035'te %48,7'ye yükselmiştir. Bu artış, Türkiye'nin enerji politikalarında sürdürülebilir kaynaklara yönelimin güçlendiğini göstermektedir. Petrol ve doğalgazın payı yüksek kalmakla birlikte, nükleer enerjinin 2030 itibarıyla sisteme dâhil olması dikkat çekicidir. Nükleer enerji payının %12'ye ulaşması, enerji arz güvenliği ve dışa bağımlılığı azaltma hedefleriyle ilişkilidir. Genel olarak, Türkiye'nin enerji yapısında yenilenebilir ve nükleer kaynakların payı artarken fosil yakıtların payı yavaş da olsa azalmaktadır. Bu durum, çevre dostu enerji politikalarının aşamalı olarak benimsendiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 7: 2020–2035 Döneminde Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketiminde Kaynak Türlerinin Gelişimi

Kaynak: Telli ve Özkan 2023

Şekil 7'de 2020–2035 dönemi için Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin kaynak türlerine göre dağılımı gösterilmektedir. Veriler incelendiğinde toplam enerji tüketiminin 2020 yılında 147,2 Mtep düzeyindeyken, 2035 yılında 205,3 Mtep'e yükselmesi öngörülmektedir. Bu durum, ülkenin enerji talebinde sürekli artış yaşanacağını göstermektedir. Kaynak türleri açısından bakıldığında, 2020 yılında 40,6 Mtep düzeyinde olan katı yakıt tüketiminin 2035'te 43,9 Mtep seviyesine gerileyerek toplam içindeki payının azaldığı görülmektedir. Bu durum, fosil

yakıtların enerji sepetindeki ağırlığının kademeli biçimde azalacağına işaret etmektedir. Buna karşın, petrol ve doğalgaz tüketiminin 2035 yılına kadar artışını sürdürmesi, Türkiye'nin enerji arzında ithal kaynaklara bağımlılığının devam edeceğini göstermektedir. En dikkat çekici değişim ise yenilenebilir enerji kaynaklarında yaşanmıştır. 2020 yılında 24,6 Mtep düzeyinde olan yenilenebilir enerji tüketiminin 2035'te 48,7 Mtep'e ulaşması, bu kaynakların enerji arzındaki payının iki katına çıkacağını ortaya koymaktadır. Bu eğilim, Türkiye'nin enerji politikalarında sürdürülebilirlik hedeflerine verdiği önemi ve yeşil dönüşüm sürecinin hız kazandığını göstermektedir. Ayrıca, 2030 yılından itibaren devreye girmesi beklenen nükleer enerjinin de enerji arz güvenliğine katkı sağlaması öngörülmektedir. Genel olarak grafik, Türkiye'nin enerji talebinde istikrarlı bir artış beklenirken, yenilenebilir ve nükleer enerji yatırımlarının bu artan talebi çevre dostu biçimde karşılamayı hedeflediğini göstermektedir.

Türkiye'de artan nüfus, hızlı kentleşme eğilimleri ve sanayi sektörünün giderek genişleyen üretim kapasitesi, ülkenin enerji talebini sürekli olarak yukarı yönlü bir seyir izlemeye zorlamaktadır. Bu durum, özellikle elektrik üretimi ve tüketiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini daha da belirgin hale getirmiştir. Sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanabilmesi ve enerji arz güvenliğinin korunması açısından yenilenebilir enerji, stratejik bir politika aracı olarak değerlendirilmektedir. Türkiye Ulusal Enerji Planı verilerine göre, 2025 yılında elektrik tüketiminin 380,2 TWh, 2030 yılında 455,3 TWh ve 2035 yılında ise 510,5 TWh seviyelerine ulaşacağı öngörülmektedir. Bu tahminler, ülkenin enerji talebinde istikrarlı bir artış eğiliminin devam edeceğini göstermektedir. Ayrıca, 1980'li yıllardan günümüze kadar yapılan uzun dönemli analizler, Türkiye'nin toplam birincil enerji talebinin yaklaşık her beş yılda bir ortalama yüzde 20 oranında arttığını ortaya koymakta; bu da enerji politikalarında yerli ve yenilenebilir kaynaklara yönelimin zorunluluğunu açıkça göstermektedir (Özalp 2025).

Aşağıdaki Tablo 3'de, Türkiye'nin 2025–2035 dönemine yönelik tahmini elektrik tüketim öngürüsü yer almaktadır. Bu öngörü, ülkenin ekonomik büyüme hızı, sanayileşme düzeyi, nüfus artışı ve enerji verimliliği politikaları dikkate

alınarak oluşturulmuş olup, önümüzdeki on yıllık süreçte elektrik talebindeki artış eğilimini ortaya koymaktadır.

Tablo 3: Türkiye'nin 2025–2035 Dönemine Yönelik Tahmini Elektrik Tüketim Projeksiyonu

Yıllar	2025	2030	2035
Tüketim	380,2TWh	455,3TWh	510,5TWh

Kaynak: ETKB 2025

2024 yılının Aralık ayı itibarıyla Türkiye'nin toplam kurulu güç kapasitesi 115.975 MW seviyesine ulaşmıştır. Bu kapasitenin kaynak türlerine göre dağılımı incelendiğinde, yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam içindeki payı %57,5 düzeyindedir. Yenilenebilir enerji grubunda hidrolik enerji %27,8, rüzgâr enerjisi %11,1, güneş enerjisi %17,1 ve jeotermal enerji ise %1,5 oranında yer almaktadır. Fosil yakıtların payı %40,2 olup bunun %21,3'ü doğal gazdan, %18,9'u ise kömürden karşılanmaktadır. Diğer enerji kaynaklarının toplam içindeki oranı ise %2,3 düzeyindedir. Aynı dönemde Türkiye genelinde faaliyette olan lisanslı ve lisanssız elektrik üretim santrallerinin toplam sayısı 33.573'e yükselmiştir. Santral sayıları kaynak türlerine göre değerlendirildiğinde; 31.491'inin güneş, 765'inin hidroelektrik, 374'ünün rüzgâr, 337'sinin doğal gaz, 69'unun kömür, 66'sının jeotermal ve 471'inin diğer kaynaklara dayalı santraller olduğu görülmektedir (Özalp 2025).

2.5.2. Türkiye'nin Enerji de Dışa Bağımlılığı

Enerjide dışa bağımlılık, üretim için gerekli olan enerjinin yurt içi kaynaklardan yeterince sağlanamaması ve bu nedenle ithalat yoluyla karşılanması şeklinde tanımlanmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler, yüksek büyüme oranlarını sürdürülebilir hale getirmek için üretimlerini artırmak zorundadır; ancak üretimdeki bu artış aynı zamanda enerji tüketimini de yükseltmektedir. Dolayısıyla dışa bağımlı ülkeler, üretim kapasitesini artırabilmek için daha fazla enerji ithal etmekte ve bu

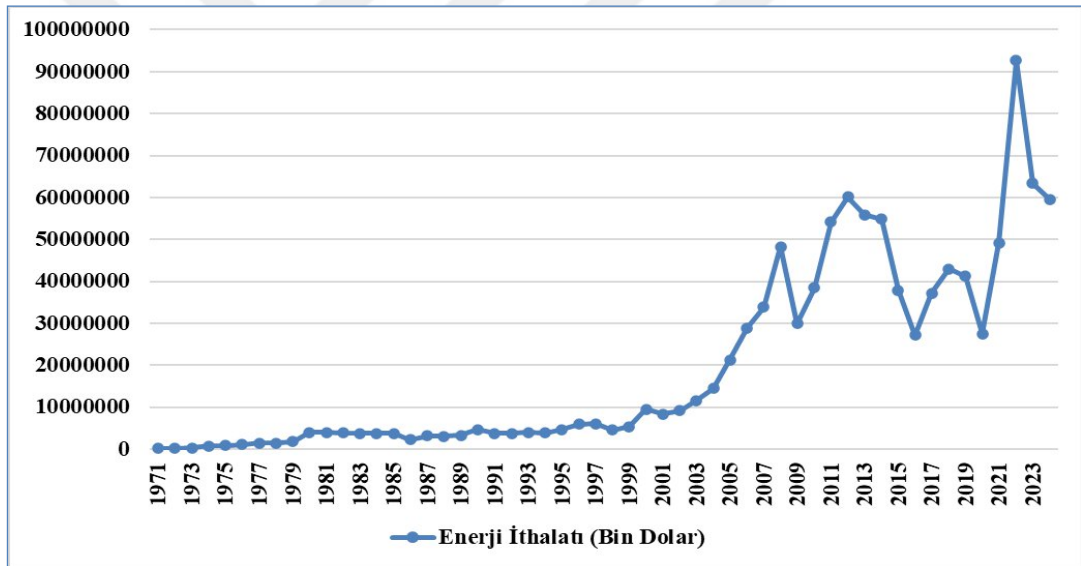
durum, dış ülkelere bağımlılığı derinleştirmektedir. Yenilenebilir enerji üretiminde sağlanacak artış ise hem arz güvenliğini güçlendirmek hem de enerji açığını kapatmak açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, yenilenebilir enerji yatırımlarının desteklenmesi, ilgili mevzuatın güncellenmesi ve uzun vadeli enerji planlamalarının yapılması büyük önem taşımaktadır (Orun ve Demirgil 2021).

Türkiye, enerji temini açısından büyük ölçüde dışa bağımlı bir ülke konumundadır. Bununla birlikte, güneş, rüzgâr, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynakları bakımından oldukça yüksek bir potansiyele sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynakları, yerli olması, güvenilirliği, ülkenin farklı bölgelerinde erişilebilirliği ve çevre dostu özellikleri sayesinde Türkiye'nin enerji üretim ve tüketim stratejisinde kritik bir rol oynamaktadır. Ayrıca, bu kaynakların düşük üretim maliyeti ve yerli temelli olması, onları enerji arzı açısından cazip alternatifler hâline getirmektedir. Devletler, ekonomik büyümeyi desteklemek ve vatandaşların yaşam standartlarını yükseltmek amacıyla sürekli, güvenilir ve çevre dostu enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Türkiye, enerji talebini karşılamak için hâlen büyük miktarlarda petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtları ithal etmekte; bu durum ise ülkeyi ekonomik açıdan dışa bağımlı hâle getirerek uluslararası enerji çatışmalarına doğrudan müdahil olma riskini artırmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir refah, istikrar ve kalıcı ekonomik büyüme hedefleyen Türkiye için yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi giderek artmaktadır (Kılıç ve Urgan 2021).

Enerji arzının büyük ölçüde ithalata dayanması, Türkiye ekonomisini dışsal şoklara karşı kırılgan bir yapıya sürüklemekte; enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar, döviz kuru oynaklıkları ve küresel piyasalarda yaşanan arz kesintileri gibi faktörler, ülke ekonomisinde doğrudan istikrarsızlıklara yol açabilmektedir. Bu durum, özellikle sanayi üretimi, cari açık dengesi ve enflasyon oranı üzerinde baskı yaratarak makroekonomik kırılganlıkları derinleştirmektedir. 1971–2024 dönemine ait veriler incelendiğinde, Türkiye'nin enerji ithalat hacminde genel olarak sürekli bir artış eğilimi gözlenmekte; bu süreçte yerli üretimin toplam enerji tüketimi içindeki payının düşük seviyelerde kaldığı görülmektedir. Enerji talebindeki bu dışa bağımlı yapı, yalnızca ekonomik göstergeleri değil, aynı zamanda enerji arz güvenliği, ulusal kalkınma planlaması ve dış politika stratejileri açısından da önemli riskler

doğurmaktadır. Özellikle fosil yakıtların ithalatına olan yüksek bağımlılık, ülkeyi küresel enerji piyasalarındaki arz-talep dengesizliklerine ve jeopolitik gerilimlerin yarattığı fiyat dalgalanmalarına karşı savunmasız hâle getirmektedir. Bu nedenle, Türkiye'nin enerji politikalarında yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin artırılması, sadece çevresel sürdürülebilirlik açısından değil, ekonomik istikrarın sağlanması ve dışa bağımlılığın azaltılması açısından da stratejik bir zorunluluk olarak öne çıkmaktadır (Şakar ve Güngör 2025).

Aşağıdaki şekil, 1971–2024 yılları arasında Türkiye'nin enerji ithalatında meydana gelen değişimleri göstermektedir. Şekil, Türkiye'nin uzun dönemli enerji tüketimi eğilimini ve enerji arzında dışa bağımlılığın seyrini ortaya koymak açısından önemli bir görsel veridir.



Şekil 8: 1971–2024 Döneminde Türkiye'nin Enerji İthalatındaki Eğilim ve Değişim

Kaynak: TÜİK 2024

1970'li yıllarda oldukça düşük düzeylerde seyreden Türkiye'nin enerji ithalatı, 1980'li yıllardan itibaren belirgin bir artış trendine girmiştir. 2000'li yıllarla birlikte ise enerji talebindeki artışa paralel olarak ithalat hacmi çok daha hızlı bir yükseliş göstermiştir. Özellikle 2003 sonrasında enerji ithalatında dikkat çekici bir ivmelenme yaşanmış ve bu artış eğilimi 2014 yılına kadar neredeyse kesintisiz biçimde devam etmiştir. 2014 yılında yaklaşık 5000 birim düzeyine ulaşan enerji

ithalatı, sonraki yıllarda küresel enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar, ekonomik konjonktür ve ulusal enerji politikalarındaki değişimlere bağlı olarak dalgalı bir seyir izlemiştir. 2018–2020 döneminde gözlenen düşüş, büyük ölçüde ekonomik yavaşlama süreci ve Covid-19 pandemisinin yarattığı talep daralmasıyla ilişkilendirilebilir. Bununla birlikte, 2021 yılından itibaren enerji talebinin yeniden artmasıyla birlikte ithalat hacminin tekrar yükseliş eğilimine girdiği görülmektedir.

Enerjide dışa bağımlılığı yüksek olan Türkiye açısından yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek ve bu kaynakların kullanımını yaygınlaştırmak; enerji ithalatını azaltarak cari açığın düşürülmesi, milli gelir ve istihdamın artırılması, yeni yatırım alanlarının ortaya çıkması, enerji arz güvenliğinin güçlenmesi, kaynak çeşitliliğinin sağlanması ve çevresel sürdürülebilirliğin desteklenmesi gibi pek çok ekonomik ve sosyal fayda yaratacaktır (Arslan ve Solak 2019).

2.5.3. Enerji Politikaları ve Türkiye'nin Yeri

Türkiye'nin enerji politikaları tarihsel olarak arz güvenliğini sağlamaya yönelik biçimlenmiş olsa da, fosil yakıtlara ve enerji ithalatına olan yüksek bağımlılık, ülkenin enerji stratejilerini son yıllarda önemli ölçüde yeniden şekillendirmiştir. Bu doğrultuda Türkiye, enerji arz güvenliğini korurken aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği gözetken bir dönüşüm sürecine girmiştir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması, enerji verimliliğinin yükseltilmesi ve yerli kaynakların etkin kullanımı bu sürecin temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Türkiye'nin 2053 yılı için belirlediği karbon nötr hedefi, yalnızca çevresel bir taahhüt değil, aynı zamanda ekonomik ve teknolojik kalkınmayı destekleyen stratejik bir vizyon olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, ülkenin hızla artan enerji talebi ve sanayileşme süreci, sera gazı emisyonlarının da yükselmesine neden olmaktadır. Türkiye, kişi başına düşen karbon salımında küresel ortalamanın altında yer alsa da, toplam emisyon miktarındaki artış sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesi açısından önemli bir sınama oluşturmaktadır. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artırılması, düşük karbonlu üretim teknolojilerinin yaygınlaştırılması ve enerji verimliliği politikalarının güçlendirilmesi, Türkiye'nin uzun vadeli enerji vizyonunun merkezinde yer almaktadır (Telli ve Özkan 2024).

Son yıllarda Türkiye'nin enerji politikalarında belirgin bir dönüşüm yaşanmakta olup, bu dönüşümün merkezinde yerli, yenilenebilir ve çevresel açıdan sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırma hedefi bulunmaktadır. Enerjide yaklaşık %70 oranında dışa bağımlı olan Türkiye için bu bağımlılık, hem ekonomik kırılganlık hem de enerji arz güvenliği açısından önemli bir risk oluşturmaktadır. Bu nedenle, yerli kaynakların enerji üretiminde daha etkin kullanılması, uzun vadeli sürdürülebilirlik stratejilerinin temel bir unsuru olarak değerlendirilmektedir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının yaygınlaştırılması, enerji verimliliğini artıracak teknolojik yeniliklerin desteklenmesi ve toplumun enerji bilincinin güçlendirilmesi, bu dönüşüm sürecinin başarısında kritik rol oynamaktadır. Türkiye, sahip olduğu güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve jeotermal potansiyelini planlı bir şekilde değerlendirerek enerji arzında çeşitlilik sağlayabilir ve dışa bağımlılığını azaltabilir. Bu kapsamda geliştirilecek bütüncül enerji politikaları, hem ekonomik büyümeyi destekleyecek hem de çevresel sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleştirilmesine katkıda bulunacaktır (Özalp 2025).

Türkiye'nin yenilenebilir enerji stratejisinde öngörülen hedefler şu şekilde özetlenebilir:

- * Elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artırmak,
- * Yenilenebilir enerji üretimini güvenli, ekonomik ve verimli biçimde desteklemek,
- * Enerji arz güvenliğini sağlamak amacıyla kaynak çeşitliliğini geliştirmek,
- * Uygulanacak enerji politikalarıyla elektrik üretiminde doğal gazın payını %30'un altına düşürmek,
- * Sera gazı salımlarını azaltarak çevresel sürdürülebilirliği güçlendirmek,
- * Atıkların enerji üretiminde değerlendirilmesiyle çevre korumasına katkı sağlamak,
- * Mekanik ve elektromekanik ekipman üretimini yerli sanayi çerçevesinde geliştirmek,
- * Ülkenin hidroelektrik potansiyelinin tamamını enerji üretiminde etkin biçimde kullanmak,

- * Rüzgâr enerjisinde kurulu gücü 20.000 MW düzeyine çıkarmak,
- * 600 MW kapasitesinde jeotermal enerji santralini işletmeye almak,
- * Güneş enerjisi ve diğer yenilenebilir kaynakların kullanımını artıracak yasal ve kurumsal düzenlemeleri uygulamaya koymak (ETKB 2019)

Türkiye açısından değerlendirildiğinde, enerji alanında geliştirilen uluslararası işbirlikleri, ülkenin enerji politikalarından bağımsız düşünülemez. Türkiye'nin enerji stratejisini etkileyen unsurlar yalnızca iç dinamiklerle sınırlı olmayıp, küresel ve bölgesel ölçekteki jeopolitik ve jeostratejik gelişmelerden de doğrudan etkilenmektedir. Ayrıca enerji ve doğal kaynak piyasalarındaki dalgalanmalar, teknolojik yenilikler, yeni enerji kaynaklarının devreye girmesi, çevresel duyarlılıkların artması, ticaret yönündeki değişimler ve makroekonomik eğilimler de enerji politikalarının şekillenmesinde belirleyici olmaktadır. Türkiye'nin mevcut enerji potansiyelini etkin biçimde kullanabilmesi ve yeni yatırımlarla bu potansiyeli geliştirebilmesi, bu küresel ve bölgesel faktörleri dikkate alarak çok yönlü işbirlikleri kurmasına bağlıdır (Alodalı, Kocaoğlu ve Usta 2020).

Dünya genelindeki ekonomik ve teknolojik gelişmeler, Türkiye'nin enerji tüketim düzeylerini doğrudan etkilemiştir. 1990 yılında 41,6 MTEP (Milyon Ton Petrol Eşdeğeri) olan nihai enerji tüketimi, yıllık ortalama %2,9 oranında artarak 2004 yılında 69,0 MTEP'e ulaşmıştır. 2007 ve 2008 yıllarında ise enerji talebinde belirgin yükselişler gözlenmiştir. Örneğin, 2006 yılında 99,6 milyon TEP olan toplam enerji tüketimi, 2007'de %8 artışla 107,6 milyon TEP seviyesine çıkmıştır. Bu artış, son beş yıl içinde Türkiye'nin birincil enerji tüketiminde yaklaşık %35 oranında bir büyüme anlamına gelmektedir. Söz konusu dönemde nihai enerji tüketiminde yapısal değişiklikler de öne çıkmıştır; doğalgazın payı 1990'da %1,9 iken 2007'de %31,5'e yükselmiş, elektrik üretiminde doğalgazın payı da %9,4'ten %49,6'ya çıkmıştır. Sanayi ve teknolojideki hızlı gelişmeler, enerji tüketimini önceki yıllara kıyasla önemli ölçüde artırmış; nihai enerji tüketimi 2009'da 106,13 MTEP, 2010'da 109,26 MTEP, 2011'de 114,48 MTEP, 2012'de 120,98 MTEP ve 2013'te 122,8 MTEP seviyelerine ulaşmıştır. Ancak, enerji üretimindeki artış tüketim kadar hızlı olmamıştır (Kılıç ve Urgun 2009).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN DERLEMESİ

3.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Ekonomik Büyüme Üzerine Yapılan Uluslararası Çalışmalar

Yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri, iktisadi literatürde uzun süredir üzerinde durulan önemli konulardan biri olarak öne çıkmaktadır. Bu kapsamda, farklı ülke gruplarında, farklı dönemlerde uygulanan yöntemler çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmalar bir araya getirilmiş; hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeye olan katkıları, bulgular arasındaki benzerlikler ve farklılıklar ile bu etkinin hangi ekonomik, yapısal ve teknolojik koşullara bağlı olarak değiştiği bütüncül bir çerçevede ele alınmıştır.

Dirma vd. (2024), Avrupa Birliği ülkelerinde yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyümeyi desteklediğini, bu etkinin teknoloji geliştirme, enerji verimliliği ve istihdam yaratma mekanizmaları üzerinden ortaya çıktığını ve uzun vadede enerji sektörünün büyümeye pozitif katkı sağladığını ortaya koymuşlardır. Çalışmada ayrıca, yenilenebilir enerji yatırımlarının karbon emisyonlarını azaltmasının yanı sıra ekonomik büyüme üzerinde anlamlı ve pozitif etkileri olduğu, etkinin özellikle enerji altyapısı ve teknolojik kapasitesi yüksek ülkelerde daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Negatif geçiş maliyeti hipotezi çerçevesinde, yenilenebilir enerjiye geçişin kısa dönemde yüksek maliyetler doğurabileceği, ancak uzun vadede teknoloji ve ölçek ekonomilerinin devreye girmesiyle ekonomik büyümenin desteklendiği vurgulanmıştır. Araştırma ayrıca, devlet teşvikleri, vergi avantajları, altyapı destekleri ve finansman mekanizmalarının ekonomik büyümeye katkıyı artırdığına dikkat çekmiş ve ülkelerin enerji altyapısı, teknolojik kapasitesi ve düzenleyici yapısındaki farklılıklar nedeniyle ülkeye özgü stratejilerin uygulanması gerektiğini belirtmiştir.

Ntanos ve arkadaşlarının (2018) Avrupa'daki 25 ülkeye yönelik olarak 2007–2016 dönemini kapsayan veri setiyle yürüttükleri araştırmada, kişi başına düşen GSYİH ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları, ekonomik büyümenin yalnızca yenilenebilir enerji kullanımıyla değil; aynı zamanda sabit sermaye yatırımları, işgücü arzı ve fosil temelli enerji tüketimi gibi çeşitli makroekonomik faktörlerle de ilişki içinde olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, çalışmada dikkat çeken önemli bir bulgu da, yenilenebilir enerji kullanımının büyüme üzerindeki etkisinin, yüksek gelir düzeyine sahip ülkelerde daha belirgin şekilde hissedildiğidir.

Singh, Nyuur ve Richmond (2019), yenilenebilir enerji üretiminin 1995–2016 döneminde hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde ekonomik büyümeyi olumlu etkilediğini; bu etkinin gelişmiş ülkelerde %0,07, gelişmekte olan ülkelerde ise %0,05 oranında gerçekleştiğini belirtmişlerdir

Wang ve Wang (2020), OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını, belirli eşik değerlerinin üstünde etkinin değiştiğini ve teknolojik kapasitenin bu ilişkiyi belirleyen kritik bir unsur olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışmada ayrıca, enerji-büyüme ilişkisinin tüm ülkelerde aynı şekilde işlemediği, bağlamdan bağlama değiştiği ve doğrusal olmayan modellerin bu değişkenliği yansıttığı vurgulanmıştır.

Radmehr vd. (2022), 1990–2018 yılları arasında G7 ülkelerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında yenilenebilir enerji kullanımı, ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi arasındaki karşılıklı ilişkileri incelemiştir. Çalışmada, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketiminin birbirini etkilediği sonucuna varılmıştır. Ayrıca ekolojik ayak izinin hem ekonomik büyüme hem de yenilenebilir enerji ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. İnsan sermayesindeki artışın gelir, çevre kalitesi ve yenilenebilir enerji kullanımını olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Ekonomik ve sosyal küreselleşmenin çevre üzerinde belirgin bir etkisi bulunmazken, finansal küreselleşmenin çevreye olumsuz etkileri olduğu ortaya konmuştur. Ticaret hacmindeki artış ise yenilenebilir enerji kullanımı ve gelir düzeyi ile pozitif yönde ilişkilendi

Abubakirova vd. (2024), G7 ülkelerinde yaptıkları çalışmada, 1 %'lik yenilenebilir enerji üretim artışının uzun dönemde ekonomik büyümeyi yaklaşık %0,70 oranında artırdığını, DOLS yöntemiyle elde edilen etkinin ise %0,66 olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmada ayrıca, enerji yatırımlarının büyümeye etkisinin teknoloji ve altyapı düzeyine bağlı olarak farklılaştığı vurgulanmıştır.

Chen, Pınar ve Stengos (2020), 1995–2015 dönemine ait 103 ülkeyi kapsayan verilerle yaptıkları çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin, ülkelerin tüketim düzeyine ve gelişmişlik statüsüne bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimi belirli bir eşiğin üzerine çıktığında ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve anlamlı, bu eşik altında kaldığında ise negatif etkiler gözlenmektedir. Gelişmiş ülkelerde ise bu ilişkinin anlamlı olmadığı, ancak OECD ülkelerinde pozitif ve anlamlı bir etkinin bulunduğu ifade edilmiştir.

Guliyev (2023), Avrupa ülkeleri üzerinde 1970–2019 dönemine ait panel veri analizinde, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin pozitif ve anlamlı olduğunu, enerji sektörüne yapılan yatırımların uzun vadede üretim ve verimlilik artışına katkı sağladığını göstermiştir.

Apergis ve Danuletiu (2014), 80 ülkeyi kapsayan panel veri analizlerinde, yenilenebilir enerji tüketiminden GSYİH'ye doğru uzun vadeli pozitif nedensellik bulunduğunu ve bu ilişkinin karşılıklı bağımlılık içerdiğini ortaya koymuşlardır. Çalışmada ayrıca, ülkelerin enerji politikaları ve teknolojik altyapılarının bu ilişkiyi güçlendirdiği belirtilmiştir.

Shahbaz ve arkadaşlarının (2020: 1) araştırması, 1990-2018 yılları arasında yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyle güçlü bir şekilde bağlantılı olduğunu göstermektedir. Çalışmada, fosil yakıt kullanımının çevreye zarar verdiği, bu nedenle ülkelerin temiz enerji kaynaklarına yöneldiği vurgulanmıştır. Yapılan analizler, yenilenebilir enerji ve diğer faktörlerin ekonomik büyümeyi olumlu etkilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca, incelenen ülkelerin çoğunda yenilenebilir enerji tüketiminin büyümeyi desteklediği belirlenmiştir. Sonuçlar, hükümetlerin ve

uluslararası kuruluşların yenilenebilir enerji yatırımlarını artırmaları gerektiğini göstermektedir.

Ölger Danacı (2025), 1970–2023 döneminde yapılan çalışmaların sonuçlarına dayanarak, hem yenilenebilir hem de fosil enerji tüketimlerinin ekonomik büyüme üzerinde uzun vadede katkı sağladığını tespit etmiştir.

Lahrech (2024), Körfez İşbirliği Konseyi (GCC) ülkelerinde yenilenebilir enerji talebinin ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve anlamlı bir etki yarattığını, bu etkinin enerji politikaları ve altyapı koşullarıyla yakından ilişkili olduğunu göstermiştir.

Urom (2022), G7 ülkelerinde yenilenebilir enerji teknolojisinin küreselleşme ve büyüme şoklarına asimetrik tepki verdiğini ve bu durumun ülkelerin enerji politikaları ile ekonomik şoklara direnç kapasiteleriyle bağlantılı olduğunu ortaya koymuştur.

Ahmed ve Shimada (2019), yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyümeye katkı sağladığını ve CO₂ emisyonlarını azalttığını belirtmektedir. Çalışmada, başarılı enerji politikalarının tek bir araçla değil, sübvansiyon, yeşil sertifika, besleme tarifesı gibi politika paketleriyle mümkün olduğu vurgulanmaktadır. Çin, Hindistan ve Güney Afrika gibi ülkeler bu alanda ileri adımlar atarken, diğer ülkelerin kamu-özel sektör ortaklıkları ve Ar-Ge yatırımları ile süreci desteklemesi gerektiği ifade edilmektedir.

García-Lillo vd. (2023), yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir kalkınma konularındaki akademik üretimi bibliyometrik yöntemle incelemiş ve bu alanda son yıllarda dikkat çekici bir yayın artışı olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmaların çoğu gelişmiş ülkelerde yoğunlaşsa da, Çin gibi yüksek kirlilik oranına sahip ülkelerin de bu alanda öne çıktığı vurgulanmaktadır. Çalışmada, küresel düzeyde bilgi paylaşımı ve teknoloji iş birliklerinin, sürdürülebilir enerji modellerine geçişi hızlandırabileceği ifade edilmektedir

Pablo-Romero, Sánchez-Braza ve Galyan (2021), 17 geçiş ekonomisinde yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki kullanım sürecini ve bu kullanımı artırmaya yönelik politika araçlarını incelemişlerdir. Çalışmada, 1995–2016

döneminde yenilenebilir enerjinin toplam elektrik üretimindeki payının %7,65 oranında azalarak 2016 itibarıyla %18,18'e gerilediği, hidroelektrik hariç tutulduğunda bu oranın yalnızca %0,39 olduğu belirtilmiştir. Buna karşılık, 2016–2018 döneminde kurulu kapasitenin (hidro hariç) belirgin biçimde arttığı ve bu artışın aynı dönemde uygulamaya konulan teşvik önlemleriyle paralellik gösterdiği ifade edilmiştir. Araştırmaya göre, incelenen ülkelerin büyük çoğunluğu ulusal yenilenebilir enerji hedefleri belirlemiş, en yaygın kullanılan teşvik aracı olarak garantili alım tarifeleri (FIT) öne çıkmıştır. Ayrıca bazı ülkelerde net ölçüm, vergi teşvikleri ve ihale sistemleri gibi farklı politikalar da uygulanmaktadır. Ülkeler arasında uygulanan önlemler ve kurulu kapasite gelişmeleri açısından önemli farklılıklar görülmekte; özellikle Ukrayna, Rusya ve Sırbistan'ın kapasite artışında öne çıktığı vurgulanmaktadır.

3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Ekonomik Büyüme Üzerine Yapılan Ulusal Çalışmalar

Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, Türkiye özelinde son yıllarda giderek artan bir akademik ilgi odağı haline gelmiştir. Bu bağlamda, ulusal literatürde yapılan çalışmalar, farklı dönemler, veri setleri ve ekonometrik yöntemler çerçevesinde enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini analiz etmiş; hem yenilenebilir hem de yenilenemeyen enerji türlerinin kısa ve uzun vadeli katkıları, bölgesel farklılıklar ve politika önlemleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bu bölümde, söz konusu çalışmaların bulguları sistematik bir şekilde ele alınarak Türkiye'de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisine dair genel eğilimler ortaya konulmaktadır.

Demir, İşleyen ve Özen (2023), doğadaki sorunların etkili çözümü için faktörlerin doğru belirlenmesinin önemine dikkat çekmiştir. Faktörler doğru tanımlansa bile uygun model kullanılmadığında sonuçların yanıltıcı olabileceğini vurgulamıştır. Bu bağlamda, ARDL modeli asimetrik davranış sergilemesi nedeniyle değişkenler arasındaki ilişkilerin analizinde çevre bilimleri gibi farklı alanlarda da kullanılmaktadır. Çalışmada kömür, doğalgaz, hidroelektrik ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO₂ emisyonları üzerindeki etkileri incelenmiş ve bölge, dönem ile enerji türleri açısından literatüre özgün katkılar sağlandığı ifade edilmiştir.

Eygü (2022), 1995–2020 yılları arasında kişi başı gelir, sermaye, işgücü ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında, öncelikle değişkenlerin durağanlığını test etmiş, ardından uzun ve kısa dönem ilişkileri analiz etmiştir. Sonuç olarak, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediğini ve bu ilişkinin tek yönlü olduğunu ortaya koymuştur.

Soyu Yıldırım ve Tuğlu Dur (2024), BRIC-T ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin ülkeden ülkeye farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Yaptıkları panel veri analizine göre, genel olarak yenilenebilir enerji, ticari açıklık ve doğrudan yabancı yatırımların büyüme üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmazken; Hindistan ve Türkiye özelinde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediği gözlemlenmiştir. Ayrıca, brüt sabit sermaye oluşumunun tüm ülkelerde büyümeyi pozitif yönde etkilediği, ticari açıklık ve doğrudan yabancı yatırımların etkisinin ise ülkelere göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

Batu Ağırkaya'ya (2022) göre, Türkiye'nin enerji yapısına ilişkin bölgesel ve küresel karşılaştırmalar sonucunda, fosil yakıtların toplam enerji arzında hâlâ belirleyici olduğu; rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir kaynakların ise henüz sınırlı düzeyde olsa da gelecekte artış göstereceği öngörülmektedir.

Gövdere ve Can'a (2015) göre, 1970–2014 dönemine ait verilerle Türkiye'de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Genişletilmiş Dickey-Fuller testi ile serilerin durağanlığı sınanmış, Engle-Granger yöntemiyle eşbütünleşme ilişkisi araştırılmış ve Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi ile uzun ve kısa dönem analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, iki değişken arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu ve hata düzeltme katsayısının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, seriler arasındaki sapmaların yaklaşık üç dönem sonra düzeldiği belirlenmiştir.

Arslan İliklerden ve Alev (2025), çalışmalarında Türkiye'de yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini ARDL modeliyle incelemiş; elde ettikleri bulgular doğrultusunda her iki enerji türünün de hem kısa hem uzun vadede ekonomik büyümeyi olumlu etkilediği, özellikle

yenilenemeyen enerji tüketiminin etkisinin daha belirgin olduğu ve bu nedenle Türkiye'nin yenilenebilir enerji yatırımlarını artırması gerektiği sonucuna ulaşmışlardır.

Aydın (2021) alışmalarında, ekonomide enerjinin üretim sürecindeki öneminin zamanla arttığını vurgulamıştır. Neoklasik iktisat yaklaşımı enerjiyi üretimin yardımcı unsuru olarak görürken, esas olarak emek ve sermayeye odaklanmaktadır. Ancak ekolojik iktisatçılar, enerjinin ekonomik büyümenin temel yapı taşı olduğunu ve enerjisiz bir büyümenin mümkün olmadığını savunmaktadır. Bu farklı yaklaşımlar, enerjinin büyüme ve kalkınma literatüründeki yerinin giderek sağlamlaşmasına katkı sağlamıştır.

şimşek (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Türkiye'de 1990-2020 dönemine ait veriler kullanılarak yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Araştırma bulgularına göre, yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimi içindeki payının düşük olması nedeniyle söz konusu dönemde tarafsızlık hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın ekonomik büyüme üzerinde belirgin bir etkisinin bulunmadığına, ancak uzun vadede bu kaynakların kullanımının çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik öneme sahip olduğuna işaret etmektedir. Çalışmada ayrıca, yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılmasıyla fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılmasının hem enerji arz güvenliğine katkı sağlayacağı hem de ekonomik istikrarı güçlendireceği vurgulanmaktadır. Bununla birlikte, enerji verimliliğini artırmak ve yenilenebilir kaynakların kullanımını yaygınlaştırmak için bölgesel potansiyellere uygun mali teşvik mekanizmalarının geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Kavaz ve Kaya (2023), 1982–2021 dönemi yıllık verileri kullanarak ARDL sınır testi yöntemiyle yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. İlk modelde, yenilenebilir enerji tüketimi bağımlı değişken olarak alınmış ve gayrisafı yurt içi hasıladaki (GSYH) artışın hem kısa hem uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketimini olumlu etkilediği tespit edilmiştir. İkinci modelde ise GSYH bağımlı değişken olarak seçilmış ve yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın ekonomik büyümeyi kısa ve uzun vadede artırdığı sonucuna

ulaşılmıştır. Ampirik bulgular, GSYH'deki artışların yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisinin, yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın GSYH üzerindeki etkisinden daha güçlü olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre, Türkiye için ekonomik büyümenin artırılmasının yenilenebilir enerji tüketiminin yaygınlaşmasına katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Yapılan çalışmalar, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde genel olarak pozitif bir etkisi olduğunu göstermektedir. Uluslararası araştırmalar, yenilenebilir enerjinin teknoloji geliştirme, enerji verimliliği ve istihdam yaratma mekanizmaları aracılığıyla ekonomik büyümeyi desteklediğini ve bu etkinin altyapı ve teknolojik kapasitesi yüksek ülkelerde daha belirgin olduğunu ortaya koymaktadır. Türkiye özelinde yapılan çalışmalar da, hem kısa hem uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye katkı sağladığını, etkilerin bölgesel farklılıklar, enerji yapısı ve makroekonomik koşullara bağlı olarak değiştiğini ve sabit sermaye, işgücü ve altyapı gibi diğer faktörlerle birlikte değerlendirildiğinde etkinin daha güçlü hâle geldiğini göstermektedir. Bu bulgular, sürdürülebilir ekonomik büyüme için yenilenebilir enerji politikalarının güçlendirilmesi, fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması ve bölgesel potansiyele uygun teşvik mekanizmalarının geliştirilmesi gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, yenilenebilir enerji kaynaklarının kavramsal çerçevesi ayrıntılı biçimde ele alınmış ve ekonomik büyüme ile olan ilişkisi teorik düzeyde incelenmiştir. Enerjinin ekonomik faaliyetlerin temel belirleyicilerinden biri olduğu, tarihsel süreçler ve farklı ekonomik modeller ışığında ortaya konmuştur. Sanayi devrimi ile birlikte fosil yakıtların ekonomik büyüme üzerindeki belirleyici rolü; üretim kapasitesinin artması, sanayi altyapısının güçlenmesi, ticaretin gelişmesi ve yaşam standartlarının yükselmesi bağlamında ele alınmıştır. Ancak fosil yakıtların sınırlı kaynaklar olması, fiyat dalgalanmaları ve çevresel etkilerinin artması, ülkeleri alternatif enerji kaynaklarına yönelmeye zorlamıştır. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynakları hem ekonomik hem çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir araç olarak ön plana çıkmıştır.

Yenilenebilir enerji, doğanın kendi kendini yenileyebilme kapasitesine dayalı, çevresel etkileri sınırlı ve sürdürülebilir enerji türlerini kapsamaktadır. Bu kaynaklar arasında güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyokütle ve jeotermal enerji, hem teknik hem de ekonomik açıdan farklı özellikler taşımaktadır. Güneş enerjisi, özellikle hızlı yatırım geri dönüşü, düşük işletme maliyetleri ve modüler yapısı sayesinde ekonomik süreçlere doğrudan katkı sağlamaktadır. Güneş panellerinin üretiminden kurulumuna ve bakımına kadar olan süreç, istihdam yaratmakta ve yerli üretimi desteklemektedir. Rüzgâr enerjisi ise geniş ölçekli yatırımların yapılabildiği, yenilenebilir enerji altyapısının çeşitlendirilmesine katkı sağlayan bir kaynaktır. Rüzgâr türbinlerinin kurulumu ve bakımı, yerel sanayiye ve istihdama doğrudan katkı sağlamaktadır. Bu iki enerji türü, kısa ve orta vadede ekonomik büyümeyi destekleyen önemli unsurlar olarak değerlendirilmektedir.

Hidroelektrik enerji, enerji arzında süreklilik ve güvenilirlik sağlayarak ekonomik altyapının istikrarına katkıda bulunmaktadır. Su kaynaklarının kontrollü kullanımı, tarımsal üretim, içme suyu ve sanayi alanlarında dolaylı ekonomik faydalar yaratmaktadır. Hidroelektrik santraller, büyük ölçekli altyapı yatırımları olarak hem kamu hem özel sektörün katılımını gerektirmekte ve ekonomik büyüme üzerinde tetikleyici bir etki oluşturmaktadır. Jeotermal enerji ise, düşük karbon salımı ve süreklilik özellikleri ile enerji sisteminin güvenliğini artırmakta ve bölgesel

ekonomik kalkınmayı desteklemektedir. Jeotermal kaynakların kullanımı, enerji maliyetlerini düşürürken aynı zamanda teknoloji üretimi ve bölgesel sanayi gelişimi için bir zemin oluşturmaktadır. Biyokütle enerjisi ise hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde farklı işlevler üstlenerek ekonomik ve sosyal yapıya entegre olmaktadır. Tarımsal atıklar, hayvansal artıklar ve orman kaynaklarının enerjiye dönüştürülmesi, kırsal kalkınma, istihdam ve atık yönetimi gibi alanlarda önemli ekonomik kazanımlar sağlamaktadır.

Ekonomik büyüme kavramı ve ölçüm yöntemleri, enerji ve büyüme ilişkisini değerlendirmede temel bir çerçeve sunmaktadır. Klasik büyüme modelleri, üretim faktörlerinin birikimi ve verimliliği üzerinden ekonomik büyümeyi açıklarken; sosyalist ve Keynesyen modeller, kamu müdahalesi, devlet yatırımları ve toplam talep ile büyümeyi destekleyen mekanizmaları ön plana çıkarmaktadır. Neoklasik ve içsel büyüme modelleri ise teknolojik yenilik, bilgi birikimi ve insan sermayesinin ekonomik büyümedeki rolünü vurgulamaktadır. Enerji tüketimi ve özellikle yenilenebilir enerji yatırımlarının ekonomik büyüme üzerindeki etkileri, bu modeller aracılığıyla daha anlaşılır hâle gelmektedir. Bu çerçevede, enerji ile büyüme ilişkisi yalnızca ekonomik bir analiz konusu değil, aynı zamanda kalkınma stratejilerinin planlanması açısından kritik bir alan olarak değerlendirilmelidir.

Dünya genelinde yenilenebilir enerji kullanımı, enerji arz güvenliği, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik büyüme hedefleri ile doğrudan ilişkilidir. Yenilenebilir enerji yatırımları, ekonomik sistemin dayanıklılığını artırmakta, teknoloji üretimini ve inovasyonu desteklemekte ve enerji altyapısının sürekliliğini sağlamaktadır. Özellikle gelişmiş ülkelerde, güneş ve rüzgâr enerjisi teknolojilerinin üretimi, hem ulusal sanayiye katkı sağlamakta hem de ihracat imkânlarını artırmaktadır. Hidroelektrik ve jeotermal enerji santralleri ise enerji arzında süreklilik sağlayarak ekonomik faaliyetlerin istikrarına katkıda bulunmaktadır. Bu yatırımlar, enerji arz güvenliği ve maliyet kontrolü sağlarken, ekonomik büyümenin uzun vadeli sürdürülebilirliğini desteklemektedir.

Türkiye özelinde ise yenilenebilir enerji potansiyeli oldukça yüksektir. Güneş enerjisi, özellikle Güney ve Güneydoğu bölgelerinde yüksek ışıınım potansiyeline sahiptir. Rüzgâr enerjisi, Ege ve Marmara bölgelerinde yoğunlaşmaktadır.

Hidroelektrik enerji, ülkenin su kaynakları ve coğrafi yapısı ile uyumludur. Jeotermal enerji ise Batı ve İç Anadolu bölgelerinde yoğunlaşmakta ve bölgesel kalkınma için stratejik fırsatlar sunmaktadır. Türkiye'nin enerji bağımlılığını azaltmak ve ekonomik kalkınmayı desteklemek için yenilenebilir enerji yatırımlarını artırması, sürdürülebilir büyüme hedeflerine ulaşmada kritik bir araçtır. Bu kapsamda, yenilenebilir enerji projeleri yalnızca enerji üretimini artırmakla kalmayıp, yerli teknoloji üretimini teşvik etmekte, istihdam yaratmakta ve bölgesel ekonomik farklılıkları azaltmaktadır.

Teorik çerçeve kapsamında elde edilen bulgular, yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki rolünün çok boyutlu olduğunu göstermektedir. Bu kaynaklar yalnızca enerji üretimi ve arz güvenliği sağlamakla kalmayıp, ekonomik sistemin farklı sektörlerinde dolaylı etkiler de yaratmaktadır. Örneğin, güneş ve rüzgâr enerjisi yatırımları, yerli teknoloji üretimini, sanayi gelişimini ve istihdamı artırarak ekonomik büyümeye doğrudan katkı sağlamaktadır. Hidroelektrik ve jeotermal enerji ise, süreklilik sağlayarak ekonomik faaliyetlerin istikrarını temin etmekte, enerji maliyetlerini düşürmekte ve bölgesel kalkınmayı desteklemektedir. Biyokütle enerjisi, kırsal kalkınma, tarımsal üretim ve atık yönetimi gibi farklı alanlarda ekonomik ve sosyal değer üretmektedir.

Enerji yatırımlarının ekonomik büyüme üzerindeki etkileri, kısa vadeli üretim artışı ve istihdam yaratma ile sınırlı değildir. Uzun vadede teknoloji geliştirme, inovasyon, altyapı iyileştirme ve bölgesel kalkınma gibi alanlarda sürdürülebilir etkiler ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji projeleri ekonomik büyüme hedefleri ile uyumlu olarak planlanmalı ve uygulanmalıdır. Ayrıca, bu yatırımların çevresel ve sosyal boyutları göz önünde bulundurularak, sürdürülebilir kalkınma stratejileri ile bütünleştirilmelidir.

Sonuç olarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme ile olan ilişkisi, yalnızca üretim süreçleri üzerinden değil, sosyal, ekonomik ve teknolojik yapının bütününe yayılan etkileriyle değerlendirilmelidir. Enerji politikalarının planlanması, ekonomik büyüme hedefleri ile uyumlu olarak yapılmalı, sürdürülebilir enerji yatırımlarına öncelik verilmelidir. Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir

enerji potansiyeli, ekonomik büyüme stratejilerinde hem enerji arz güvenliği hem de sürdürülebilir kalkınma açısından önemli bir fırsat sunmaktadır.

Bu çalışma, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki teorik ilişkiyi detaylı bir biçimde ortaya koyarak, enerji politikaları ve ekonomik stratejiler için sağlam bir kavramsal temel sunmaktadır. Elde edilen bulgular, enerji yatırımlarının ekonomik büyüme üzerindeki çok boyutlu etkilerini anlamak ve stratejik kararlar almak isteyen politika yapıcılar için yol gösterici niteliktedir. Gelecek çalışmalar, bu teorik çerçevenin ışığında, Türkiye özelinde ve uluslararası düzeyde yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme ilişkisini daha ayrıntılı olarak analiz ederek, politika önerileri geliştirmeye katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Abubakirova, D. Rahman, M. M. and Uddin, G. S. (2024). The effect of renewable energy on economic growth in G7 countries: Evidence from FMOLS and DOLS approaches. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14 (2), 123–138.
- Ahmed, M. M. and Shimada, K. (2019). The effect of renewable energy consumption on sustainable economic development: Evidence from emerging and developing economies. *Energies*, 12(15), 2954.
- Akış, E. (2010). İktisadi büyüme ve kalkınma. İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.
- Alev, N. Ve Ersezer, Ö. (2024). Gelir eşitsizliği, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel VAR yaklaşımından kanıtlar. *MECMUA Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(17), 77–98.
- Alodalı, M. B. Kocaoğlu, M. ve Usta, S. (2020). Türkiye’de enerji politikaları ve bölgesel işbirliğinin önemi. *Paradoks Ekonomi Sosyoloji ve Politika Dergisi*, 16 (2), 189–202.
- Altaş, A. ve Şahin, A. D. (2019). Dalga enerjisi potansiyelinin değerlendirilmesi ve Türkiye için bir inceleme. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34 (1), 40–52.
- Anatürk, Ş. (2019). Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Türkiye örneği (Yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Apergis, N. and Danuletiu, D. (2014). Renewable energy and economic growth: Evidence from the sign of panel long-run causality. *Energy Economics*, 44, 200–206.
- Arslan İliklerden, Ş. ve Alev, N. (2025). Türkiye’de yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyümeye etkisi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1), 21–41.
- Arslan, H. ve Solak, A. O. (2019). Yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: Türkiye örneği. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 8 (3), 1379–1390.
- Atalay Şimşek, S. (2024). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği. *Politik Ekonomik Kuram*, 8(2), 425-433.
- Atılgan, Ö. ve Köksal, B. (2010). İktisadi büyüme teorileri ve Türkiye ekonomisi üzerine bir değerlendirme. *İktisat Yayınları*.
- Aydın, B. (2021). Kalkınma literatüründen hareketle enerji-büyüme ilişkisi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 1-15.

- Aydın, M. (2013). Rüzgâr enerjisinin ekonomik ve teknik analizi. Enerji ve Tabii Kaynaklar Yayınları.
- Aytekin, O. (2017). Klasik iktisat ve ekonomik büyüme analizi. Ekonomi Araştırmaları Yayınları.
- Başaran, A. (2017). Adam Smith ve Karl Marx'ın Düşüncelerinde Sınıf Kavramının Yeri. Politik Ekonomik Kuram, 1(1), 214-237.
- Batu Ağırkaya, M. (2022). Türkiye ekonomik büyümesinde yenilenebilir enerji: Mevcut durum, gelecek beklentileri, istihdam ve yatırım fırsatları. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi (ODÜSOBİAD)*, 12(3), 2327-2350.
- Berber, M. (2006). İktisadi büyüme ve kalkınma. Trabzon: Derya Kitabevi.
- Chen, C. Pınar, M. and Stengos, T. (2020). Renewable energy consumption and economic growth nexus: Evidence from a threshold model. *Energy Policy*, 139, 111295.
- Cingil, İ. (2008). Yenilenebilir enerji kaynakları ve ekonomik etüdü (Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı). İstanbul, Türkiye.
- Çelikkaya, S. (2018). Yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya ve Türkiye ekonomisindeki yeri. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 4 (3), 355-370.
- Çınar, M. ve Yılmaz, M. (2015). Yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir kalkınmadaki rolü. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17(1), 1-22.
- Çıtak, E. ve Kılınç Pala, P. B. (2020). Yenilenebilir enerji teknolojileri ve ekonomik etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25, 79-102.
- Çobanoğlu, N. ve Urker, O. (2012). TÜRKİYE'DE HİDROELEKTRİK SANTRALLER'İN DURUMU (HES'LER) VE ÇEVRE POLİTİKALARI BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(2), 65-88.
- Çukurçayır, M. A. ve Sağır, H. (2008). Enerji sorunu, çevre ve alternatif enerji kaynakları. Konya, Türkiye: Selçuk Üniversitesi Yayınları.
- Demir, F. (2023). Yenilenebilir enerji yatırımlarının ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınmadaki rolü: Türkiye örneği. İstanbul: Beta Yayınları.
- Demir, M. A. ve Yakışık, H. (2024). Enerjinin tarihsel gelişimi. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 13 (3), 1333-1353.
- Demir, Y. (2023). Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik büyümeye katkı sağlar mı? *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 24(2), 271-281.

- Demir, Y. İşleyen, Ş.ve Özen, K. (2023). Seçili Enerji Tüketimlerinin Karbondioksit Emisyonu Üzerindeki Etkisinin ARDL Sınır Testi ile Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi(59), 80-107.
- Dirma, G. Nguyen, P. T. and Salgado, R. (2024). Renewable energy and economic growth in European Union countries: Evidence and policy implications. *Energies*, 17 (24), 6328.
- Dursun, E. H. (2020). Rüzgâr enerjisi dönüşüm sistemlerinin MPPT kontrolü ile enerji verimliliğinin iyileştirilmesi (Doktora tezi). Konya Teknik Üniversitesi.
- Durusu Çiftçi, D. (2015). Finansal gelişme ve ekonomik büyüme ilişkisi: Genişletilmiş Solow modeli ve ampirik uygulama (Doktora tezi). Pamukkale Üniversitesi.
- Elibüyük, U. ve Üçgül, İ. (2014). *Rüzgar Türbinleri, Çeşitleri ve Rüzgar Enerjisi Depolama Yöntemleri*. YEKARUM Fen Bilimleri Dergisi, 2(3), 1–14.
- Eltis, W. (2000). *Economic growth in historical perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Enerjisa Üretim. (2023). Sürdürülebilirlik raporu 2023. Enerjisa Üretim.
- Engin, A. (2012). Petrolün tarihçesi ve enerji sektöründeki rolü. *Enerji Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 23–38.
- Erkekoğlu, H. (2003). Keynes ve Keynesçi kuramda kriz ve iktisat politikası. *SDÜ İİBF Dergisi*, 8(2), 1–19.
- Eygü, A. (2022). Yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınmadaki rolü. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Eygü, H. (2022). Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve ekonomik büyüme ilişkisi: 1995–2020 Türkiye örneği. *Gazi İktisat ve İşletme Dergisi*, 8(2), 387-397.
- Fertelli, M. (2020). Doğal gaz kullanımının hava kalitesi üzerindeki etkileri: Sivas örneği. *Journal of Environmental Studies*, 12 (3), 45–58.
- García-Lillo, F. Sánchez-García, E. Marco-Lajara, B. and Seva-Larrosa, P. (2023). Renewable Energies and Sustainable Development: A Bibliometric Overview. *Energies*, 16 (3).
- Gökçü, H. (2021). Türkiye’de enerji güvenliği ve yenilenebilir enerji politikaları. *Enerji Politikaları Araştırma Dergisi*, 3(2), 45–62.
- Gövdeli, T. (2018). Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisi: Panel veri analizi (Doktora tezi). Gaziantep Üniversitesi.

- Gövdere, B.ve Can, M.(2015). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneklemine Eşbütünleşme Analizi. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 1(2), 101–114.
- Guliyev, M. (2023). Renewable energy consumption and economic growth in European countries: Panel data analysis, 1970–2019. *Energy Reports*, 9, 1123–1135.
- Herr, H. (2003). Keynes ve Keynes'i yorumlayanlar (T. Şimşek, Çev.). *SDÜ İİBF Dergisi*, 8 (2), 21–36.
- Hollander, S. (1984). *The economics of David Ricardo*. New York: New York University Press.
- IEA. (n.d.). Energy security. (<https://www.iea.org/topics/energy-security>)
- IRENA. (2023). *Renewable energy statistics 2023*. International Renewable Energy Agency.
- İlkılıç, Z. (2016). Türkiye’de Rüzgar Enerjisi ve Rüzgar Enerji Sistemlerinin Gelişimi. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 6(2/2), 1-13.
- İnan, İ. Akbulut, İ. ve Aslan, E. (2018). Kömür rezervlerinin oluşumu ve özellikleri. *Türk Dünyası Araştırmaları*, 120 (237), 11–40.
- İşcan, İ. H. Ve Demirel, T. (2023). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmiş Ülkeler Üzerine Bir Analiz. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 41(3), 470-496.
- Kansu, Z. N. (2019). Enerji Arz Güvenliği Bağlamında Avrupa Birliği’nin Güney Gaz Koridoru Ve Türkiye’nin Konumu. *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(3), 288-306.
- Karademir, C. (2020) *Cari Açık-Enerji İthalatı İlişkisi Ve Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Karadeniz, V. Akpınar, E.ve Başbüyük, A. (2013). Nehir Tipi Hidroelektrik Santraller Ve Çevresel Etkileri (Reşadiye Hidroelektrik Santralleri Örneği). *Doğu Coğrafya Dergisi*, 16(26), 95-114.
- Karagöl, E. T. ve Kavaz, İ. (2017). *Yenilenebilir Enerji ve Türkiye’nin Enerji Politikası*. Ankara: SETA Yayınları.
- Kavcıoğlu, Ş. (2019). Yenilenebilir Enerji ve Türkiye. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 11(21), 209–227.
- Kaya, A. Şenel, M. C.ve Koç, E. (2018). Enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: Türkiye örneği. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(3), 451–460.

- Uluslararası Enerji Ajansı. (2023). World Energy Balances: Overview. Paris: IEA.
- Kesbiç, C. Y. ve Salkım Er, A. (2017). Yenilenebilir Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Ab Ülkeleri Ve Türkiye İçin Bir Panel Veri Analizi. İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi, 4(2), 135-154.
- Kılıç, F. Ç. (2015). Güneş enerjisi, Türkiye'deki son durumu ve üretim teknolojileri. Mühendis ve Makina, 56(671), 28-40.
- Kılıç, M. ve Urgan, E. (2021). Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik ve stratejik önemi. Enerji ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 15(2), 33-50.
- Klinger-Müller, M. (2013). Renewable energy policies and wind power integration strategies Springer.
- Koçaslan, G. (2020). Dünyada ve Türkiye'de güneş, rüzgar ve jeotermalde güncel iktisadi görünüm. Ömer Halisdemir Üniversitesi İİBF Dergisi, 13 (2), 213-226.
- Kurnaz, E. (2009). Ekonomik kalkınma ve büyüme arasındaki farklar (s. 22-35). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Kurz, H. D. and Salvadori, N. (2003). Theory of production: A long-period analysis. Cambridge University Press.
- Külekçi, M. (2009). Jeotermal enerji kaynakları ve dünya üzerindeki dağılımları. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları.
- Lahrech, A. (2024). The impact of global renewable energy demand on economic growth in GCC countries. Asian Journal of Sustainability and Social Responsibility, 42(3), 498-514.
- Letiche, H. (1960). Adam Smith and the development of political economy. London: Routledge.
- Maka, A. O. M. and Alabid, J. M. (2022). Solar energy technology and sustainable development. Clean Energy, 6(3), 476-483.
- Mankiw, N. G. (1998). Principles of economics (3rd ed. pp. 120-130). Fort Worth, TX: Dryden Press.
- Ntanos, S. Skordoulis, M. Kyriakopoulos, G. Arabatzis, G. Chalikias, M. Galatsidas, S. Batzios, A. And Katsarou, A. (2018). Renewable Energy and Economic Growth: Evidence from European Countries. *Sustainability*, 10(8), 2626.
- Bayraç, O. ve Çemrek, F. (2022). Orta Doğu enerji kaynaklarının bölge ülkelerinin ekonomik büyümesi üzerindeki etkisinin analizi. Uluslararası Ekonomi ve Enerji Dergisi, 10(2), 45-63.

- Orun, Ö. ve Demirgil, H. (2021). Yenilenebilir enerji yatırımlarının ekonomik etkileri: Türkiye örneği. *Enerji Politikaları Dergisi*, 23(4), 45–62.
- Ölger Danacı, E. (2025). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth: Evidence from 1970–2023. *Energies*, 18(17), 4745.
- Özalp, F. (2025). Türkiye'nin yenilenebilir enerji görünümü. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 12(4), 145–164.
- Özalp, M. (2025). TÜRKİYE'NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ GÖRÜNÜMÜ VE GELECEĞİ. *Avrasya Etüdleri*(64), 39-75.
- Özbektaş, S. Şenel, M. C. ve Sungur, B. (2021). Yenilenebilir enerjinin enerji politikalarındaki yeri. *OMÜ Mühendislik Dergisi*, 39(2), 215–229.
- Özbektaş, S. Şenel, M. C. ve Sungur, B. (2023). Dünyada ve Türkiye'de yenilenebilir enerji durumu ve kurulum maliyetleri. *Mühendis ve Makina*, 64 (711), 317–351.
- Özdamar, A. (2000). Rüzgâr enerjisi ve elektrik üretimi. *Teknik Yayınevi*.
- Özsağır, A. (2008). Dünden Bugüne Büyümenin Dinamiği. *Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2008(1), 332–347.
- Öztürk, M. (2013). Jeotermal enerji ve Türkiye'deki potansiyeli. *Enerji Politikaları Dergisi*, 5(2), 45–62.
- Öztürk, İ. ve Saygın, H. (2020). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği. *Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık*.
- Pablo-Romero, M. P. Sánchez-Braza, A. ve Galyan, A. (2021). Renewable energy use for electricity generation in transition economies: Evolution, targets and promotion policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 138, 110481.
- Parasız, İ. (1995). Kriz ekonomisi: Hiper enflasyon ve yüksek enflasyonla mücadelede ünlü istikrar politikaları ve 5 Nisan 1994 kararları. *Bursa: Ezgi Kitabevi*.
- Petform. (2022). Doğal gaz hakkında bilgiler. *İstanbul: Petform Yayınları*.
- Radmehr, R. Shayanmehr, S. Ali, EB, Ofori, EK, Jasińska, E. and Jasiński, M. (2022). G7 Ekonomisinde Küreselleşme ve İnsan Sermayesi Aracılığıyla Yenilenebilir Enerji, Ekolojik Ayak İzi ve Ekonomik Büyüme Bağlantısının Araştırılması. *Sürdürülebilirlik*, 14 (19), 12227.
- Sabbağ, M. (2020). Nüfus artışı ve ekonomik büyüme: Malthus yaklaşımı. *İstanbul: Beta Yayınları*.

- Sander, L. Jung, C. and Schindler, D. (2024). Global review on environmental impacts of onshore wind energy in the field of tension between human societies and natural systems. *Energies*, 17(13), 3098.
- Saraçoğlu, S. (2017). Yenilenebilir enerji kaynağı olarak biyokütle üretiminin dünyada ve Türkiye’de durumu. *Fiscaoeconomia*, 1(3), 126–155.
- Satik, M. (2023). Yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik ve çevresel etkileri (Yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Shahbaz, M. Raghutla, C. Chittedi, K. R. Jiao, Z. and Vo, X. V. (2020). The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from the renewable energy country attractive index. *Energy*, 207, 118162.
- Song Dongdong and JIA Boya and Jiao Hongtao, “Review of Renewable Energy Subsidy System in China”, *Energies*, Cilt: 15, Sayı: 19, 2022.
- Soyu Yıldırım, E. ve Tuğlu Dur, D. (2024). The impact of renewable energy consumption on economic growth in BRIC-T countries: Panel data analysis. *İşletme*, 5(1), 65–79.
- Şakar, F. ve Güngör, A. (2025). Türkiye’de enerji ithalatı ve yenilenebilir enerji politikalarının ekonomik etkileri. *Enerji Politikaları ve Ekonomi Dergisi*, 18(1), 45–68.
- Şimşek, S. A. (2024). Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi: Türkiye örneği. *Politik Ekonomik Kuram*, 8(2), 425-433.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2018). Petrol ve türevleri: Enerji kaynakları raporu. Ankara: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yayınları.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). 2019–2023 Stratejik Planı. Ankara: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). Türkiye enerji dengesi ve politika öngörülerini 2022. Ankara: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2024). Enerji istatistikleri yılı 2024. Ankara: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2025). Dünya ve Türkiye enerji ve tabii kaynaklar görünümü.
- Taban, S. (2011). İktisadi büyüme: Kavram ve modeller. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Telli, A. ve Özkan, A. (2024). Enerji Politikası Üzerinden Türkiye’nin Sürdürülebilirlik Ve Kalkınma Hedeflerinin Değerlendirilmesi. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(28), 332-352.

- Tezcan Ün, N. (2003). Dalga enerjisi ve dünyadaki uygulamaları. *Enerji ve Çevre Dergisi*, 12(2), 5–10.
- Turan, Türkan. (2012). Neoklasik Büyüme Modeli ve Koşullu Yakınsama Hipotezi. *Maliye Araştırma Merkezi Konferansları*, 39. Retrieved from
- Turan, V. (2017). Karl Marx'ta Bölüşüm. *Politik Ekonomik Kuram*, 1(2), 143-167.
- Turhan, A. (2007). Kalkınma ve ekonomik büyüme ilişkisi: Teorik bir inceleme (s. 50-62). İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- TÜİK. (2024). Enerji ithalatı verileri, 1971–2024.
- Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA). (2020). Jeotermal enerji teknolojileri raporu. Ankara,
- U. Elibüyük ve İ. Üçgül, “Rüzgar Türbinleri, Çeşitleri Ve Rüzgar Enerjisi Depolama Yöntemleri”, *Yekarum*, c. 2, sy. 3, 2014.
- Uçak, H. (2015). Klasik iktisatçılar ve ekonomik büyümenin sürdürülebilirliği. *İktisat Fakültesi Dergisi*, 22(3), 660–670.
- Umutlu, H. ve Bayraç, H. N. (2020). Türkiye’de Doğalgaz Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Granger Nedensellik Analizi. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 20(40), 217-226.
- Urom, A. (2022). Asymmetric responses of renewable energy technologies to globalization and economic growth shocks in G7 countries. *Journal of Economic Studies*, 49(6), 1205–1224.
- Üçüncü, H. ve Demirel, M. (2020). Hidroelektrik santrallerin çevresel etkileri ve sürdürülebilir yönetimi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 32(2), 145–160.
- Ültanır M Ö (1996). Türkiye’nin Biyokütle Enerji Stratejisi Ne Olmalıdır. *Bilim ve Teknik*, 342.
- Wang, Q. and Wang, S. (2020). Renewable energy consumption and economic growth: Threshold effects in OECD countries. *Energy*, 207, 118203.
- Yalçın Erik, N. (2022). Kömür Özelliklerinin Temiz Kömür Teknolojilerine (Gazlaştırma, Sıvılaştırma, Karbon Elyaf Ve Kok Üretimi) Etkisi: Derleme. *Uluslararası Batı Karadeniz Mühendislik Ve Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 22-56.
- Yıldız, S. (2018). İktisadi büyüme ve kalkınma: Kavramsal çerçeve ve göstergeler (s. 3-15). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Yılmaz Denizbilen, S. (2023). Enerji Talebi ve Dünya Ekonomisi Açısından Önemi. *İktisadi Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 18-23.

Yılmaz, T. (2016). David Ricardo'nun iktisadi teorileri ve sanayi devrimi. İstanbul: İktisat Yayınları.

Zaim, Ö. Ve Çavşı, S. (2018). Türkiye'de jeotermal enerji potansiyeli ve elektrik üretimi uygulamaları. Jeotermal Enerji Dergisi, 4(2), 45–62.

