



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

**İKTİSAT ANABİLİM DALI
EKONOMİ BİLİM DALI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR BÜYÜME ARASINDAKİ
İLİŞKİ: AB ÜLKELERİ (1995-2020)**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EDANUR YAVUZ GÜNEŞ

DANIŞMAN: DOÇ. DR. ALİ YASİN KALABAK

**YALOVA
11 / 2024**



T.C.
YALOVA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANABİLİM DALI
EKONOMİ BİLİM DALI

YENİLENEBİLİR ENERJİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ: AB
ÜLKELERİ (1995-2020)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EDANUR YAVUZ GÜNEŞ
218103003

DANIŞMAN: DOÇ. DR. ALİ YASİN KALABAK

YALOVA
11 / 2024

ETİK BEYAN

Yalova Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım “**YENİLENEBİLİR ENERJİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ : AB ÜLKELERİ (1995-2020)**” başlıklı bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksinin tespiti halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Edanur YAVUZ GÜNEŞ

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca benden yardımlarını esirgemeyen, akademik anlamda bana her zaman destek olan, bilgi ve deneyimleriyle bana rehberlik eden, sabırla yönlendiren ve her aşamada yanımda olan sayın danışman hocam Doç. Dr. Ali Yasin KALABAK 'a teşekkür ederim. Tez savunma sürecimde değerli görüş ve katkılarıyla beni destekleyen jüri üyelerim Doç. Dr. İbrahim AYDIN 'a ve Dr. Öğr. Üyesi Ali PİŞKİN 'e en derin teşekkürlerimi sunarım. Onların eleştirileri ve önerileri çalışmama büyük değer kattı. Her zaman yanımda oldukları ve benden desteklerini hiçbir zaman esirgemedikleri için başta babam Muhlis YAVUZ, annem Hanife YAVUZ olmak üzere tüm aileme teşekkür ederim. Dünyaya gelmesine çok az kalan, varlığıyla motivasyon kaynağım olan, bana şimdiden umut veren oğlum Ömer Altay GÜNEŞ'e ve sevgili eşim Volkan Bekir GÜNEŞ'e, her zaman sonsuz sabırla bana güç verdiği ve desteğini hiçbir zaman esirgemediği için teşekkür ederim.

KASIM - 2024

Edanur YAVUZ GÜNEŞ

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	i
ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
GRAFİKLER LİSTESİ	viii
DENKLEMLER LİSTESİ	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT	xi
GİRİŞ	1
1. ENERJİ KAVRAMI, TÜRLERİ VE ÖNEMİ.....	3
1.1. Enerji Kavramı	3
1.2. Enerji Kaynakları ve Türleri.....	3
1.2.1. Yenilenebilir enerji kaynakları	4
1.2.1.1. Güneş enerjisi	5
1.2.1.2. Rüzgâr enerjisi.....	6
1.2.1.3. Hidroelektrik enerji	6
1.2.1.4. Jeotermal enerji	7
1.2.1.5. Biyokütle enerjisi	8
1.2.1.6. Dalga ve gelgit enerjisi.....	9
1.2.2. Yenilenemeyen enerji kaynakları	11
1.2.2.1. Kömür.....	11
1.2.2.2. Petrol	14
1.2.2.3. Doğalgaz.....	15
1.2.2.4. Nükleer enerji	16
2. SÜRDÜRÜLEBİLİR BÜYÜME VE KALKINMA	19
2.1. Sürdürülebilirlik.....	19
2.3. Sürdürülebilir Kalkınma	21
2.4. Sürdürülebilir Büyüme ve Yenilenebilir Enerji İlişkisi	25
3. AMPİRİK ANALİZ.....	29
3.1. Literatür	29
3.2. Veri Seti ve Yöntem.....	34

3.3. Yatay Kesit Bağımlılık Testi	34
3.4. Pesaran ve Yamagata (2008) Homojenlik Testi	36
3.5. Pesaran CIPS ve Pesaran CADF Birim Kök Testleri	37
3.6. Panel CS ARDL Modeli (Cross-Sectionally Augmented ARDL)	39
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	43
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	51



SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

SİMGELER

CD test	: Yatay kesit bağımlılık testi
H_0	: Sıfır Hipotezi
H_1	: Alternatif Hipotez
N	: Gözlem sayısı
$\hat{\rho}_{ij}$	: Kesitler arasındaki korelasyon katsayısı
T	: Yatay kesit boyutu

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
AR-GE	: Araştırma ve geliştirme
ARGE	: AR-GE harcamalarının gayrisafi yurtiçi hasıla içindeki payı
BM	: Birleşmiş Milletler
CO_2	: Karbondioksit
KBGSYH	: Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla
EMİSYON	: Net sera gazı emisyonu
ENERGY	: Enerji verimliliği
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GSYH	: Gayrisafi yurtiçi hasıla
TCDB	: Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı
YEK	: Yenilenebilir enerji kaynaklarından gelen enerjinin payı
IRENA	: Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
UNDP	: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
İEA	: Uluslararası Enerji Ajansı

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Enerji Kaynaklarının Çevre Üzerindeki Etkileri.....	5
Tablo 3.1. Literatür.....	29
Tablo 3.1. Literatür (Devam)	30
Tablo 3.1. Literatür (Devam)	31
Tablo 3.1. Literatür (Devam)	32
Tablo 3.1. Literatür (Devam)	33
Tablo 3.2. Yatay Kesit Bağımlılık Test Sonucu.....	36
Tablo 3.3. Pesaran ve Yamagata 2008 Delta Testi Sonuçları	37
Tablo 3.4. Pesaran CADF Test Sonuçları	38
Tablo 3.5. Pesaran CIPS Birim Kök Test Sonuçları	39
Tablo 3.6. Panel CS ARDL Test sonuçları	40

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Biyokütlenin Enerjiye Çevrim Yöntemleri ile Farklı Yakıt Türlerinin Üretimi.....	9
Şekil 1.2. Dalga Enerjisinin Dönüştürme Sistem ve İşlemleri	10
Şekil 1.3. Kömürün Oluşum Süreci	12
Şekil 2.1. Sürdürülebilirlik Bileşenleri.....	20



GRAFİKLER LİSTESİ

GRAFİK 1.1. Yıllar İtibariyle Dünya Kömür Üretimleri.....	13
GRAFİK 1.2. Küresel Kömür Tüketimi: 2000-2022	13
GRAFİK 1.3. Bölgelere Göre Küresel Petrol Talebindeki Büyüme,2013-2023.....	14
GRAFİK 1.4. Belirtilen Politikalar Senaryosunda Bölgelere Göre Doğal Gaz Talebi, 2000-2050.....	15



DENKLEMLER LİSTESİ

DENKLEM 3.1.....	35
DENKLEM 3.2.....	35
DENKLEM 3.3.....	35
DENKLEM 3.4.....	35
DENKLEM 3.5.....	36
DENKLEM 3.6.....	36
DENKLEM 3.7.....	38
DENKLEM 3.8.....	38
DENKLEM 3.9.....	39
DENKLEM 3.10.....	39

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİ: AB ÖRNEĞİ (1995-2020)

ÖZET

Ülke ekonomilerinin enerji ile yoğun bir şekilde faaliyetlerde bulunması kaynakların hızla tükenmesine yol açmakta olup hem fosil kaynakların tükenmesini hem de iklim değişikliğini beraberinde getirmektedir. Fosil yakıtların tüketilmesi yalnızca enerji krizine değil aynı zamanda ekolojik krize de sebep olmaktadır. Bahsedilen bu kaynakların kullanılması sonucu CO₂/sera gazının atmosferde birikmesi ile küresel ısınma meydana gelmektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyaç sürdürülebilir bir yaşam için kaçınılmazdır. Çünkü yenilenebilir enerji kullanımının en önemli etkisi atmosfere yayılan CO₂/sera gazı salınımını azaltarak enerji kullanımını sağlarken çevreyi de korumasıdır. Çevrenin sürdürülebilirliği büyüme ve kalkınmanın sürdürülebilmesi için önem arz etmektedir. Ülkelerin enerji kullanımı olmadan büyüme hedeflerine ulaşmaları olanaksızdır. Bu hedeflere ulaşmak için iktisadi/sürdürülebilir büyüme uğruna yenilenemez enerji kaynaklarının kullanılmasıyla ortaya çıkan çevre kirliliği göz ardı edilememektedir. Ülkeler büyüdükçe enerjiye duyulan ihtiyaç da büyüyecektir. Bu yüzden yeterli enerji kaynaklarına sahip olmak oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı, yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir büyüme ilişkisini 1995-2020 dönemini ele almaktır. Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kaynaklarından gelen enerjinin payı, AR-GE harcamalarının gayrisafi yurtiçi hasıla içindeki payı ve net sera gazı emisyonu değişkenlerinin verileri kullanılmıştır. 27 Avrupa Birliği (AB) ülkeleri panel veri analizi yapılarak incelenmiştir. Çalışmada uygulanan ekonometrik testler sırasıyla; yatay kesit bağımlılığı testi, Pesaran ve Yamagata (2008) homojenlik testi, Pesaran CIPS ve Pesaran CADF birim kök testleri ve Panel CS ARDL modelidir. Model tahmin sonuçlarına göre, kısa ve uzun dönemde, Enerji verimliliği ve Net sera gazı emisyonu değişkenleri istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkiye sahiptir. Bu değişkenlerdeki %1'lik artış, Kişi başına düşen GSYH'nin artmasına neden olmaktadır. Hem kısa hem de uzun dönemde Yenilenebilir enerji kaynaklarından gelen enerjinin payı ve AR-GE harcamalarının GSYH içindeki payı ise Kişi başına düşen GSYH üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip değildir. Hata düzeltme terimi kısa dönemli dengesizliklerin hızla giderilmekte olduğunu ve sistemin yeniden uzun dönem dengesine geleceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, Sürdürülebilir büyüme, Panel veri analizi, AB ülkeleri

THE RELATIONSHIP BETWEEN RENEWABLE ENERGY SOURCES AND SUSTAINABLE GROWTH: THE CASE OF EU (1995-2020)

ABSTRACT

The heavy reliance of national economies on energy-intensive activities leads to the rapid depletion of resources, contributing not only to the exhaustion of fossil fuels but also to climate change. The consumption of fossil fuels causes not only an energy crisis but also an ecological crisis. As a result of the use of these resources, the accumulation of CO₂ and greenhouse gases in the atmosphere leads to global warming. For this reason, the need for renewable energy sources is inevitable for a sustainable future. The most important impact of renewable energy use is that it reduces the emission of CO₂ and greenhouse gases into the atmosphere, ensuring energy consumption while protecting the environment. The sustainability of the environment is crucial for maintaining growth and development. It is impossible for countries to achieve their growth targets without energy use. However, the environmental pollution resulting from the use of non-renewable energy sources for the sake of economic and sustainable growth cannot be ignored. As countries grow, their energy demand also increases. Therefore, having sufficient energy resources is highly important. The aim of this study is to examine the relationship between renewable energy and sustainable growth during the period from 1995 to 2020. The study uses data on variables such as per capita gross domestic product (GDP), energy efficiency, the share of energy from renewable energy sources, the share of R&D expenditures in GDP, and net greenhouse gas emissions. The analysis is conducted using panel data analysis for 27 European Union (EU) countries. The econometric tests applied in this study include cross-sectional dependence tests, Pesaran and Yamagata (2008) homogeneity tests, Pesaran CIPS and Pesaran CADF unit root tests, and the Panel CS ARDL model. According to the model estimation results, energy efficiency and net greenhouse gas emissions have a statistically significant and positive impact on per capita GDP in both the short and long term. A 1% increase in these variables leads to an increase in per capita GDP. However, the share of energy from renewable sources and the share of R&D expenditures in GDP do not have a statistically significant impact on per capita GDP in either the short or long term. The error correction term indicates that short-term imbalances are quickly resolved and the system returns to long-term equilibrium.

Keywords: Renewable energy, Sustainable growth, Panel data analysis, EU countries

GİRİŞ

Enerji bir ülkenin ekonomik faaliyetlerinin sürdürülebilmesi ve büyümesi için temel girdilerden biridir. Ülke ekonomilerinin enerji ile yoğun bir şekilde faaliyetlerde bulunması kaynakların hızla tükenmesine yol açmakta olup hem fosil kaynakların tükenmesini hem de iklim değişikliğini beraberinde getirmektedir. Fosil yakıtların kullanımı, yalnızca enerji krizine değil, aynı zamanda ekolojik krizlere de neden olmaktadır. Söz konusu kaynakların kullanılması sonucu CO₂/sera gazının atmosferde birikmesi ile küresel ısınma meydana gelmektedir.

Ülkeler büyüdükçe enerjiye duyulan ihtiyaçta büyüyecektir. Bu yüzden yeterli enerji kaynaklarına sahip olmak oldukça önemlidir. Yenilenemeyen enerji kaynakları, maliyet ve rezerv açısından öncelikli olmasına rağmen, dünya genelinde hızla tükenmekte olup çevre kirliliği ile ekosistemlerimize ve sağlığınıza verdiği zararlar giderek artmaktadır. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyaç sürdürülebilir bir yaşam için kaçınılmazdır. Çünkü yenilenebilir enerji kullanımının en önemli etkisi atmosfere yayılan CO₂/sera gazı salınımını azaltarak enerji kullanımını sağlarken çevreyi de korumasıdır. Çevrenin sürdürülebilirliği, büyüme ve kalkınmanın sürdürülebilmesi için önem arz etmektedir. Ülkelerin enerji kullanımı olmadan büyüme hedeflerine ulaşmaları olanaksızdır. Bu hedeflere ulaşmak için iktisadi/sürdürülebilir büyüme uğruna yenilenemez enerji kaynaklarının kullanımı ile ortaya çıkan çevre kirliliği göz ardı edilememektedir.

İlk dönemlerde insanlar, enerji ihtiyaçlarını karşılamak için odun ve biyokütle gibi doğal kaynakları kullanmışlardır. Sanayi devrimiyle birlikte kömür, birincil enerji kaynağı haline gelerek kömürle çalışan buhar makineleri sanayi üretimini hızlandırmış ancak çevresel maliyetleri de beraberinde getirmiştir. 20. yüzyılın başlarında petrol ve doğalgaz, kömürün yerini alarak en önemli enerji kaynakları haline gelmiştir. 1950 yılı ve sonrasında karbon salınımını azaltmak amacıyla geliştirilen nükleer enerji bir alternatif enerji kaynağı olarak öne sürülmüştür. Ancak bu enerji türü de ciddi çevresel riskler taşımaktadır.

Enerji üretimi ve kullanımı, insanlık tarihinin her döneminde doğaya zarar vermiştir. Sanayi devrimi ile bu zarar katlanarak artmış ve günümüzde fosil yakıtlar kaynaklı çevresel tahribatlar geri dönüşü zor boyutlara ulaşmıştır. Fosil yakıtların yoğun kullanımı, küresel ısınmayı hızlandırmış ve iklim felaketlerinin artmasına neden olmuştur. 21. Yüzyılda, dünya genelinde fosil yakıt kullanımını azaltma ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş yapma konusunda büyük çabalar gösterilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş ve enerji verimliliği önlemleri, doğaya verilen zararı hafifletme potansiyeline sahiptir.

Bu çalışmanın amacı, yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir büyüme ilişkisini 1995-2020 dönemlerinden hareketle daha önce bu alanda yapılmamış olan Panel CS ARDL modeli kullanılarak ele almaktır. Panel CS ARDL modelinin en önemli avantajı, yatay kesit bağımlılığını dikkate almasıdır. Bu özellik, panel verilerde farklı birimler arasında ortak şokların ve eş zamanlı etkilerin yanıltıcı sonuçlara yol açmasını engelleyerek daha doğru tahminler yapılmasını sağlar. Ayrıca model, bireysel birimler arasındaki heterojenliği göz önüne alır ve farklı ülkeler ya da bölgeler arasındaki yapısal farklılıkları analiz etmeye imkân tanır. Uzun ve kısa dönem ilişkilerini aynı anda inceleyebilmesi, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi gibi değişkenler arasındaki ilişkilerin daha derinlemesine anlaşılmasını sağlar. Küçük örneklem boyutlarında bile güvenilir sonuçlar sunabilmesi ise veri kısıtlılıklarının olduğu durumlarda büyük bir avantajdır. Bu nedenle Panel CS ARDL modelini kullanarak güçlü, güvenilir ve sağlam sonuçlar elde edilir. Bu çalışmanın incelenen konuda Panel CS ARDL modelinin kullanılması açısından en azından Türkçe literatüre bir yenilik kazandırdığını düşünmekteyiz. Kullanılan metodoloji ve ulaşılan bulgular konuyla ilgili yapılacak gelecekteki çalışmalara önemli bir referans oluşturacak niteliktedir. Aynı zamanda hem akademik çevreler için yol gösterici bir kaynak hem de alandaki ilerlemelere katkıda bulunacak öncü bir niteliğe sahiptir.

Çalışmada kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla, enerji verimliliği, yenilebilir enerji kaynaklarından gelen enerjinin payı, AR-GE harcamalarının gayrisafi yurtiçi hasıla içindeki payı ve net sera gazı emisyonu değişkenlerinin verileri kullanılmıştır. Avrupa Birliği (AB) ülkeleri ile panel veri analizi yapılarak incelenmiştir. Çalışma dört ayrı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde enerji kavramı, kaynakları ve türleri açıklanmaya çalışılmıştır. İkinci bölümde sürdürülebilir büyüme ve kalkınma konusuna değinilmiştir. Üçüncü ve sonuç bölümünde ekonometrik testler uygulanmış ve elde edilen bulgular gösterilmiştir. Dördüncü bölümde ise kaynaklara yer verilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KAVRAMI, TÜRLERİ VE ÖNEMİ

1.1. Enerji Kavramı

Enerji, birden fazla anlamı olmasıyla beraber en genel tanımıyla iş yapma kapasitesi olarak bilinmektedir. Fiziksel olarak farklı şekiller ve formlarda olabilmektedir. Yunanca “energia”, etkinlik veya faaliyet anlamına gelen kelimelerden türemiştir. Enerji; kinetik, potansiyel, termal ısı, kimyasal, elektrik, nükleer ve ışık (elektromanyetik) olarak dönüşüm sağlayabilmektedir. Yalnızca bir formdan bir diğer forma dönüşüm sağlanabilmekte ve bunu da enerjinin korunumu yasası çerçevesinde gerçekleştirmektedir. Enerjinin Korunumu Yasası'na göre, enerji başka bir enerji türüne dönüştürülebilir. Fakat izole bir sistemde enerji yok olmaz. Genel olarak, evrenin toplam enerji miktarı değişmez; sadece enerjinin formu ve konumu değişir. Yani, izole bir sistemde enerji girişi ve çıkışı birbirine eşittir (Akusta, 2019).

Dünya nüfusunun artması ile enerjiye duyulan ihtiyaçta artmaktadır. Artan enerji ihtiyacı ekonomik ve sürdürülebilir büyüme ile paralellik göstermektedir. Enerji üretimi ve tüketimi ülkelerin kalkınma göstergeleri arasında yer almaktadır. Günümüzde enerji tüketiminin, yenilenebilir enerji kullanımının, ekonomik büyüme ve CO2 emisyonlarıyla ilişkisini araştırmak önemli bir hale gelmiştir. Bu durum, enerji kullanımının sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için en etkili araçlardan biri olarak görülmesinden kaynaklanmaktadır (Farhani, 2013). Bu bağlamda ekonomik büyüme için üretim, üretim için sanayileşme, sanayileşme için de enerjiye ihtiyaç duyulduğu çıkarımı yapılabilir.

1.2. Enerji Kaynakları ve Türleri

Enerji hayatımızın her alanında yoğun bir biçimde kullanılmaktadır. Ülkelerin enerji politikalarının temelinde yer alan düşüncelerden biri sanayileşme ile birlikte önem arz eden enerjinin hangi kaynaklardan elde edileceği konusudur. Sanayi devriminden sonra enerji arzı kömürle sağlanırken, ilerleyen yıllarda buna petrol ve doğalgaz da eklenmiştir. Fakat, 1973 Petrol Krizi'nden sonra bu kaynaklara yönelik güven sorunları ortaya çıkmıştır. Bu kriz sonrasında ülkeler ekonomik ve sosyal kalkınma faaliyetlerinin devamı için çeşitli enerji arayışları içerisine girmişlerdir. Fosil kaynakların çevre kirliliğine büyük ölçüde yol açması, bu arayışın hızlanmasına neden olmuştur (Yılmaz, 2012).

Enerji kaynakları, çeşitli yöntemlerle enerji üretimi sağlayan kaynaklardır. Dünya genelinde mevcut olan bu enerji kaynakları, kullanılma durumlarına göre iki ana kategoriye ayrılmaktadır: yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları. Yenilenemeyen enerji kaynakları genellikle

fosil yakıtlar olarak adlandırılan sınırlı ve tükenebilir kaynaklardan oluşurken, yenilenebilir enerji kaynakları, doğada kendini sürekli olarak yenileyebilen ve tükenme riski olmayan kaynaklardan elde edilir. Bu ayrım, enerji kaynaklarının sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Şengelen, 2016).

1.2.1. Yenilenebilir enerji kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları doğanın içerisinde sürekli yenilenebilen ve tükenme riski taşımayan enerji kaynaklarıdır. Üstün ve diğ. (2009) göre yenilenebilir enerji, doğada sürekli mevcut olan veya çevrede sürekli olarak tekrar eden enerji akımlarının, nitel ve nicel özelliklerini bozmadan kullanılmasıyla elde edilen enerjidir. Temiz, güvenilir ve tükenmez veyahut tüketildikçe çoğalan kaynaklardır.

Şu anki durumda, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin maliyet açısından fosil yakıtlarla rekabet etmesi pek mümkün görünmemektedir. Fosil yakıtların sınırlı miktarda bulunması ve çevreye zarar vermesi nedeniyle, yenilenebilir enerji kaynakları sürdürülebilir ve çevre dostu çözümler sunar. Kıncay ve diğ. (2009) göre, yenilenebilir enerji kaynaklarının istenilen seviyeye ulaşması, CO₂ emisyonlarından kaynaklanan sera gazları gibi insan ve çevreye zarar veren maddelerin azalmasına yol açacaktır. Ayrıca, fosil yakıt bağımlılığı düşecek ve ülkeler, yerli yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde ekonomik olarak önemli ilerlemeler kaydedecektir. Yenilenebilir enerji kaynakları CO₂ gazı salınımını ve çevre kirliliğini azaltmada önem arz etmektedir. Ayrıca ülkelerin enerjide ithalata olan bağımlılığını da azaltmaya yardımcı alternatif kaynak görevindedir.

IRENA (2024) tarafından yayınlanan yenilenebilir enerji istatistikleri, yenilenebilir enerji kaynaklarının en hızlı büyüyen güç kaynağı haline gelmesine rağmen, dünyanın 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji kapasitesini yıllık en az %16,4 oranında artırması gerektiğini gösteriyor.

Tablo 1.1.' de enerji üretiminde kullanılan kaynakların üretim sırasında neden oldukları çevresel etkileri göstermektedir. Belirtilen enerji kaynaklarının çevre üzerinde bir etkisi var ise “+”, yok ise “-” işareti ile belirtilmektedir.

Tablo 1.1. Enerji Kaynaklarının Çevre Üzerindeki Etkileri

Enerji Kaynağı	Emisyon ve Hava Kirliliği	Su Kirliliği ve Sulak Alanlara Etki	Atık Oluşumu	Görüntü Kirliliği	Gürültü Kirliliği	Habitat ve Canlı Yaşamına Etki
Fosil Yakıtlar	+	+	+	-	+	+
Güneş	-	-	-	+	-	-
Rüzgâr	-	-	-	+	+	+
Jeotermal	-	+	-	-	+	+
Hidrojen	-	+	-	-	-	-
Dalga	-	+	-	+	+	+
Biyokütle	+	-	+	+	-	+

Kaynak: (Varınca ve Gönüllü,2006)

Bu bölümde; güneş, rüzgâr, hidroelektrik, jeotermal, biyokütle, dalga ve gelgit enerjileri incelenecektir.

1.2.1.1. Güneş enerjisi

İlk çağlardan bugüne kadar insanlar güneş enerjisini çeşitli şekilde fark etmiş ve kullanıma başlamışlardır. Güneş enerjisinden hem ekonomik hem de teknolojik anlamda yararlanılan en iyi alanlardan biri ısı kullanımıdır. Güneşten gelen ışınların ısı veya elektrik enerjisine dönüştürülmesiyle elde edilen enerjiye güneş enerjisi denir (Ağaçbiçer, 2010).

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisi, daha çok elektrik ve ısı üretimi için kullanılmaktadır. Ancak, güneş enerji sisteminde kullanılan fotovoltaik paneller fosil yakıt tüketiminden daha maliyetli olduğundan, güneş enerjisi kullanımı yeryüzünde % 0,04 civarındadır. Son zamanlarda güneş enerjisi ile ilgili teknolojik ilerlemeler (üretim ve depolama) maliyetleri düşürmesinden dolayı bu alanda yapılan yatırımlar hızla artmaktadır (Karagöl ve Kavaz, 2017).

Güneş enerji sistemlerinin yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve enerji dönüştürme teknolojilerinin tam anlamıyla yaygınlaşmaması dezavantajlardır. Ancak temiz ve tükenmeyen bir enerji olması, yakıt masrafının olmaması, işletme maliyetlerinin düşüklüğü ise önemli avantajlardır (Dalkır ve Şeşen, 2011).

1.2.1.2. Rüzgâr enerjisi

Rüzgâr enerjisi; doğal, yenilenebilir, temiz ve tükenmez bir enerji kaynağı olup, güneşten beslenmektedir. Güneş ışınlarının yeryüzüne farklı açılarla ulaşması sonucu oluşan sıcaklık farkları rüzgârı meydana getirmekte, bu da sıcak ve soğuk havanın yer değiştirmesiyle oluşmaktadır. Rüzgâr enerjisi, güneşin etkisiyle ısınan havanın yükselmesi ve soğuk havanın yere inmesiyle oluşmaktadır. Güneş enerjisinin az bir kısmı rüzgâr enerjisine dönüşmekte ve hava hareketiyle kinetik enerji açığa çıkmaktadır. Bu enerjiyi elektrik üretmek için kullanan tesislere ise rüzgâr santrali denilmektedir. Rüzgâr santralleri, havanın kinetik enerjisini pervaneler aracılığıyla jeneratöre aktararak hareket enerjisini elektrik enerjisine çevirmektedir (Adıgüzel, 2018).

Bayraç' a (2011) göre, rüzgâr enerjisi santralleri, alternatif enerji kaynaklarına kıyasla pek çok avantajı nedeniyle daha fazla tercih edilmektedir. Bu avantajlar arasında doğada serbest ve bol miktarda bulunması, insan sağlığına ve çevreye uyumlu olması, yerli ve sürekli bir enerji kaynağı olması, kurulum ve işletim maliyetlerinin makul düzeyde olması, yakıt ve hammadde masraflarının azlığı, sera gazı salınımına yol açmaması, dışa bağımlılığı azaltması ve kurulduğu arazide tarım yapılabilmesi gibi unsurlar yer almaktadır.

Rüzgârın sürekli ve belirli bir yönde olmadığı sistemlerde, türbinlerin hızlarında kayıplar yaşanmakta ve maliyet sorununu çözmek için rüzgâr türbini parçalarının ithalatını azaltıp yerli üretimi teşvik etmek rüzgâr enerjisinin dezavantajları olarak görülmektedir. Son yıllarda rüzgâr enerjisi ile elektrik üretimi sektörü önemli ölçüde büyüme göstermiştir. Dünyada, rüzgâr enerjisi sistemlerinin kullanımı ve bu sistemlerle gerçekleştirilen elektrik üretimi pazarı büyük bir genişlemeye ulaşmıştır. Özellikle Danimarka, Almanya, İspanya ve Çin, bu enerji alanında öncü ülkeler olarak öne çıkmaktadır (Yapıcı, 2019).

1.2.1.3. Hidroelektrik enerji

Hidroelektrik enerji, su ile elde edilen bir enerji türüdür. Su, yüksek bir yerden aşağıya doğru akarken sahip olduğu potansiyel enerji, kinetik enerjiye dönüşür ve bu enerji elektrik üretimi için kullanılır. Hidroelektrik santraller, bu şekilde üretilen suyun enerjisini elektrik olarak sunar. Bu şekilde suyun hareketinden elde edilen enerji, insanlara hizmet eden bir kaynak haline gelir. (Ziyadlı,2021). Bu enerji dönüşümünü sağlamak amacıyla suyun kinetik ve potansiyel enerjisinden yararlanan hidroelektrik santraller (HES) kullanılmaktadır (Şengelen, 2016).

Hidroelektrik santraller, suyun miktarı, yüksekliği ve debisine göre mekanik enerji üretmekte ve bu enerjiyi tribünlere ileterek elektrik enerjisi elde etmektedir (Kaya, 2023). Su enerjisini

kullanan hidroelektrik santraller (HES), diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla daha düşük maliyetlidir ve pahalı elektriği daha uyguna üreterek fiyatları dengeleme imkânı sunar. Ülke kaynaklarıyla elde edilen ve doğada kendini yenileyebilen hidrolik enerji, elektrik üretimine en büyük katkıyı sağlayan kaynaklardan biridir (Karagöl ve Kavaz, 2017).

İlk olarak, hidroelektrik enerji güvenilir bir enerji türüdür. Temiz, düşük maliyetli bir yenilenebilir enerji kaynağı olarak sera gazı emisyonlarını ve fosil yakıt bağımlılığını azaltmaktadır. Ayrıca, depolamalı HES’lerde enerjinin kolayca depolanıp ihtiyaç anında kullanılabilmesi bir diğer avantajdır. Düşük kapasiteli hidroelektrik santrallerin kısa sürede yüksek kapasiteye çıkarılabilmesi de önemli bir avantajdır. Hidroelektrik enerjinin “Depolamalı HES’lerin” avantajları aşağıda özetlenmiştir;

- Ekonomik ömrü uzun
- Dünya genelinde yaygın
- Çevre dostu
- İşletme-bakım gideri düşük
- Yakıt gideri olmayan
- Geri ödeme süresi kısa (5-10 yıl)
- Yüksek verimli (%90 ın üzerinde)
- İşletmede esneklik ve kolaylık sağlayarak pik talepleri karşılayabilen
- Yöre halkına da ekonomik ve sosyal katkılar sağlayan
- Dışa bağımlı olmayan ve enerjinin sigortası olan yerli bir kaynaktır (Bozkurt ve Tür, 2015).

1.2.1.4. Jeotermal enerji

Akusta’ya (2019) göre jeotermal enerji, yer altındaki sıcak su ve buharın kullanılması ile üretilir ve genellikle volkanik aktivitelerin meydana geldiği ya da yer kabuğunun incelendiği bölgelerde bulunur. Bu enerji, yer kabuğunun çeşitli alt katmanlarında oluşan, güneş sistemi ve olaylarıyla bağlantılı olarak basınç altında bulunan sıcak, mineralli su, buhar, kızgın toprak ve kayaçların ısısından elde edilir. Başka bir deyişle jeotermal enerji, yer kürenin ısısından doğrudan faydalanılarak oluşan bir enerji türüdür.

Yılmaz’ a (2012) göre ise jeotermal kaynaklar, ilkçağlardan beri sağlık ve temizlik amaçlı kullanılmış olup, günümüzde ısıtma, elektrik üretimi ve sanayide de kullanılmaları nedeniyle önem kazanmıştır. Jeotermal enerji, yerkürenin doğal ısısından kaynaklanır ve yerkabuğunun

derinliklerinde basınç altında bulunan sıcak akışkanlar (su, buhar, gaz) ile sıcak kuru kayaların termal enerjisinden oluşmaktadır.

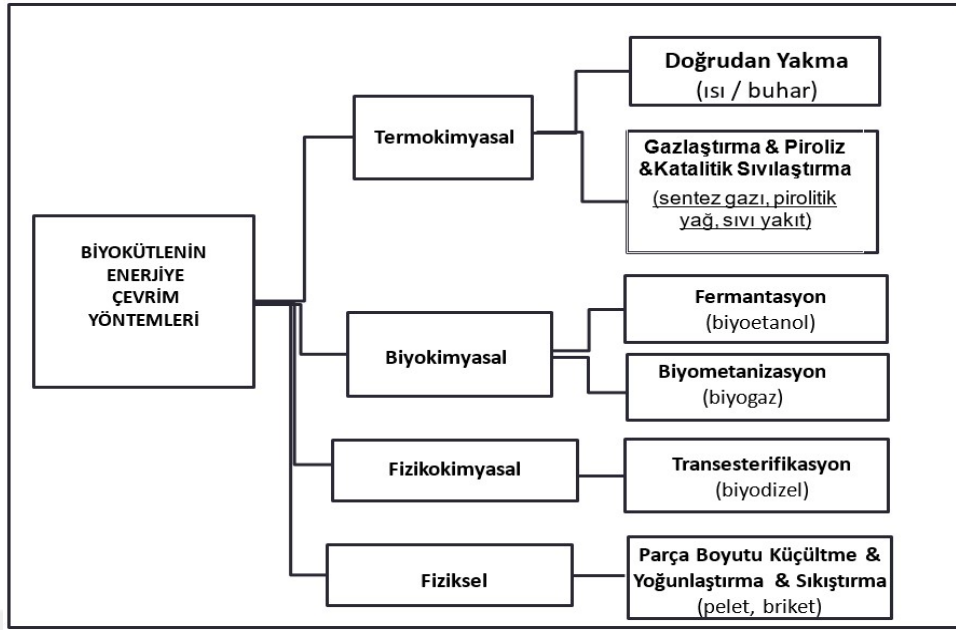
Jeotermal enerji ile kesintisiz güç üretimi sağlanabilmektedir. Ayrıca 5-10 MW gücündeki küçük santrallerde kolayca kurulup geliştirilebilmesi, uzun vadede hava koşullarından ve kullanıcı etkilerinden etkilenmemesi, fosil yakıt fiyatlarındaki dalgalanmalara bağımlı olmaması, kömürle çalışan termik santraller düşük maliyetli olmaları ve kapalı sistemlerde emisyon salınımı yapmamaları sayesinde doğal gazla rekabet edebilmekte ve çevre dostları için önemli bir enerji kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Bu enerji, ilk olarak eski Romalılar tarafından sıcak sudan termal ısı elde etmek amacıyla sağlık alanında kullanılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri, 1891'de Idaho'da ve 1900'de evlerde ısınma için bu enerjiyi kullanmaya başlamıştır. İlk elektrik üretimi, İtalya'nın Larderello kentinde kuru buhardan yapılmış, 1960 yılında ABD'nin Kaliforniya şehrinde ticari amaçlarla kullanılmıştır. Fransa ise 1969'da şehirlerin ısınmasında jeotermal enerjiyi tercih etmiştir (Eniş, 2003).

1.2.1.5. Biyokütle enerjisi

Kapluhan'a (2014) göre biyokütle, tükenmez bir kaynak olması, her bölgede üretilebilmesi ve özellikle kırsal alanların sosyoekonomik gelişimine katkıda sağlaması nedeniyle önemli bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Petrol, kömür ve doğalgaz gibi tükenmekte olan enerji kaynaklarının sonsuz olmaması ve fosil yakıtların çevreye zarar vermesine yol açması sebebiyle, biyokütlenin enerji sorununa çözüm sağlamadaki önemi artmaktadır.

Biyokütle enerjisi, her türlü organik atık, bitki ve hayvan atıkları ile orman, kentsel ve endüstriyel atıklardan üretilmektedir. Bu enerjiyle biyodizel, biyoetanol ve biyogaz gibi üç ana yakıt elde edilebilmektedir (Kaya, 2023). Biyokütle enerji kaynakları, çeşitli işlem süreçleri ile katı, sıvı ve gaz formuna dönüştürülebilmektedir. Bu dönüştürülen formlar genel olarak biyoyakıtlar olarak adlandırılır. Biyoyakıtların katı formu "katı biyokütle enerjisi" olarak bilinirken, sıvı formuna "likit biyoyakıt enerjisi" ve gaz formuna ise "biyogaz enerjisi" denir. Böylece, biyokütle kaynakları farklı enerji biçimlerine dönüştürülerek, çeşitli kullanım alanlarına uygun hale getirilmektedir (Şengelen, 2016).

Aşağıdaki Şekil 1.1. 'de biyokütlenin enerjiye çevrim yöntemleri ile farklı yakıt türlerinin üretilbildiği gösterilmektedir (ETKB, 2024).



Şekil 1.1. Biyokütlenin Enerjiye Çevrim Yöntemleri ile Farklı Yakıt Türlerinin Üretimi

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB),2024.

Şekil 1.1. biyokütlenin enerjiye dönüştürülmesi için kullanılan çeşitli yöntemler ve bu şekilde üretilebilecek farklı yakıt türlerini göstermektedir. Biyokütle enerjisi, termokimyasal, biyokimyasal, fizikokimyasal ve fiziksel yöntemlerle enerjiye çevrilebilmekte ve ısı/buhar, sıvı yakıt, biyogaz, biyoetanol, biyodizel gibi çeşitli yakıt türleri elde edilebilmektedir. Örneğin, doğrudan yakma ile ısıtılırken; fermantasyonla biyoetanol, biyometanizasyonla biyogaz ve transesterifikasyonla biyodizel gibi yakıtlar üretilmektedir.

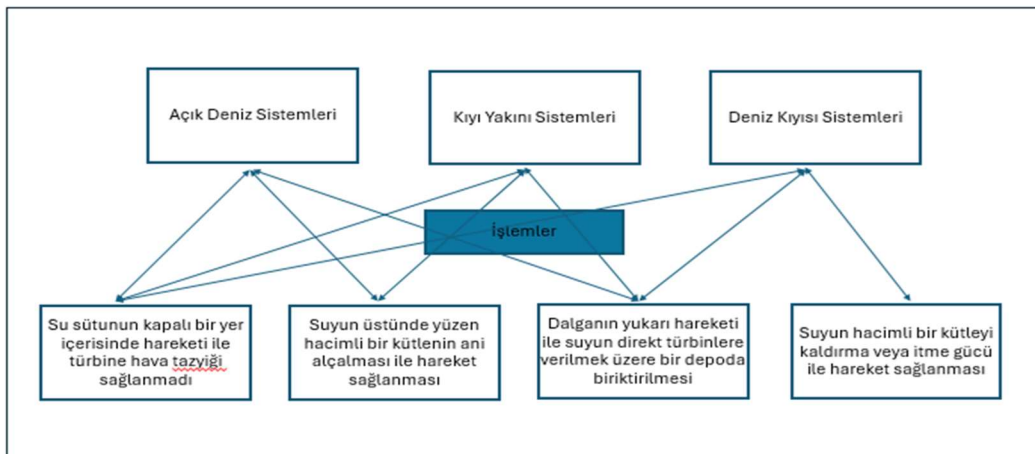
Biyokütle enerjisi, yenilenebilir bir enerji kaynağı olduğu için sürdürülebilir büyümeye önemli katkılar sağlar. Organik atıklardan enerji elde edilmesi, fosil yakıtlara olan harcamaların azaltılması ve bu sayede karbon emisyonlarının düşürülmesine yardımcı olur. Ayrıca biyokütlenin enerjiye dönüştürülmesi, atık yönetimine katkı sağlayarak azaltır. Bu seçenekler, sürekli olarak elde edilen kaynaklarından yararlanmayı mümkün kılarak doğanın korunmasına katkı sağlar. Bu sayede biyokütle enerjisi, sürdürülebilirliği sağlarken ekonomilere de yeşil ve güvenilir bir enerji kaynağı sunarak sürdürülebilir kalkınmaya erişilmesinde önemli bir araç olarak görülür.

1.2.1.6. Dalga ve gelgit enerjisi

Okyanuslardan enerji elde etmek için dalgalardan yararlanılır. Dalgaların potansiyel enerjisi, su damlacıklarının dairesel hareketiyle kinetik enerjiye dönüşür. Deniz ve okyanuslarda dalgaların oluşmasına rüzgarlar, gel-git olayları, deniz tabanındaki çökmeler ve depremler sebep olur.

Ancak, enerji üretimine teknik olarak uygun olan dalgalar, rüzgarların oluşturduğu dalgalardır (Gedik, 2015). Gelgit, ay ve güneşin yerçekimsel etkileri nedeniyle deniz seviyesinde meydana gelen alçalıp- yükselme hareketleridir. Gülsaç'a (2009) göre gel-git enerjisi, akıntılar veya gelgit olayları sırasında yer değiştiren su kütlelerinin kinetik ya da potansiyel enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesiyle elde edilir. Su seviyelerindeki düzenli değişiklikler ve gel-git akımlarının gücü, Dünya'nın Ay ve Güneş'e olan konumuna ve deniz tabanı ile kıyı şeridinin özelliklerine bağlıdır. Gel-git enerjisi, bu doğal süreçlerden yararlanılarak elde edilir.

Gelgit hareketlerinden elektrik üretimi sağlanabilmesi için, alçalan ve yükselen gelgit arasındaki yükseklik farkının minimum beş metre olması gerekmektedir. Dünya genelinde bu ölçekte gelgitlerin meydana geldiği yaklaşık kırk bölge bulunmaktadır. Bu bölgeler, gelgit enerjisinin verimli bir şekilde kullanılabileceği potansiyele sahip olup, gelgit enerjisi santralleri için elverişli alanlar olarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla, gelgit enerjisi üretimi sadece belirli coğrafi koşullara sahip bölgelerde mümkün olmaktadır ve bu bölgeler sınırlı sayıdadır. Gelgit enerjisi üretiminde, körfezler en uygun bölgeler olarak kabul edilmektedir. Bu enerjiden faydalanmak için, körfezin tamamına bir baraj ya da barikat inşa edilir. Bu yapılar, gelgitlerin sıkıştırılmasını sağlayarak suyun birikmesine neden olur. Su seviyesi, barajın diğer tarafına göre yeterli bir fark oluşturduğunda, geçitler açılır ve suyun türbinlere doğru akması sağlanır. Türbinlerin dönmesiyle birlikte, elektrik jeneratörleri devreye girerek elektrik üretimi gerçekleştirilir. Bu yöntem, gelgit enerjisinin etkili bir şekilde elektrik enerjisine dönüştürülmesine olanak tanır (Eniş, 2003). Dalga enerjisinin dönüştürme sistemleri Şekil 1.2.'de görüldüğü üzere özetlenen sistemler ve işlemler kullanılarak gerçekleştirilmektedir.



Şekil 1.2. Dalga Enerjisinin Dönüştürme Sistem ve İşlemleri

Kaynak: Sağlam ve Uyar, 2005.

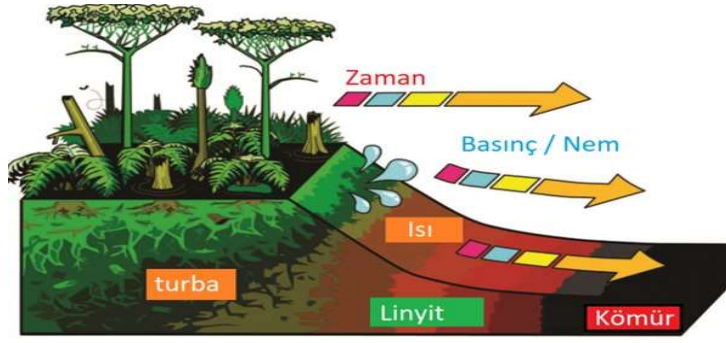
1.2.2. Yenilenemeyen enerji kaynakları

Özşahin ve diğ. (2016), yenilenemeyen enerji kaynaklarını tükenip tekrarlanamayan veya çabucak yenilenmesi mümkün olmayan enerji kaynakları olarak tanımlamaktadırlar. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının başında fosil yakıtların mevcut olmasıyla birlikte tükenme riski taşımaları da beraberinde gelmektedir. Bitki ve hayvan kalıntılarının uzun yıllar boyunca toprak altında çürümesi ve zamanla fosilleşmesi sonucunda oluşan enerji kaynaklarına fosil yakıtlar denir. Bu enerji kaynakları, milyonlarca yıl süren bir süreç içinde doğal olarak meydana geldiği için yenilenemez niteliktedir. Fosil yakıtlar, doğada sınırlı miktarda bulunur ve yeniden oluşmaları çok uzun zaman aldığı için tükenebilir kaynaklar arasında yer alır. Bu nedenle, fosil yakıtlar yenilenemeyen enerji kaynakları olarak sınıflandırılır ve kullanımları sürdürülebilirlik açısından risk oluşturur. Yenilenemeyen enerji kaynakları, temel olarak çok uzun bir oluşum sürecine sahiptir. Bu nedenle doğada tekrar oluşmaları milyonlarca yılı bulur. Genellikle fosil yakıtları temel olarak ortaya çıkarlar ve bu kaynakların doğası gereği yenilenme hızları çok düşüktür. Ayrıca, bu kaynakların kullanımı sınırlıdır çünkü mevcut rezervler tükendiğinde yerine yenileri hızla gelmez. Fosil bazlı oldukları için hem çevresel etkileri büyüktür hem de tükenme riski taşırlar, bu da uzun vadede sürdürülebilir olmayan bir enerji yapısına işaret eder (Kaya, 2023).

Yenilenemeyen enerji kaynakları, doğada sınırlı miktarda bulunmaları nedeniyle özellikle bu kaynakların bolca bulunduğu ülkeler için büyük bir stratejik değer taşımaktadır. Kaynakların kıt olması, onları ekonomik ve jeopolitik açıdan kritik bir konuma getirmektedir. Dolayısıyla, bu enerji kaynaklarına sahip ülkelerin üretim ve tüketim süreçlerini dikkatle yönetmesi gerekmektedir. Bu ülkeler, enerjinin verimli kullanımı ve kaynakların sürdürülebilir yönetimi için çeşitli yasal düzenlemeler ve politikalar oluşturmakta, böylece bu stratejik avantajlarını uzun vadede koruma çabası içerisine girmektedir (Adıgüzel, 2018).

1.2.2.1. Kömür

Kömür, büyük miktarda karbon ve hidrokarbon barındıran, yanıcı bir tortul kaya türüdür. Siyah ya da kahverengimsi siyah renkte olabilen bu madde, milyonlarca yıllık bir süreç sonucunda oluştuğundan dolayı yenilenemez bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Kömürün kaynağı, yüz milyonlarca yıl önce bataklık bölgelerde büyüyen bitkilerde depolanan enerjidir. Zamanla bu bitkilerin üzeri toprak ve kaya katmanlarıyla örtülmüş, uzun süre boyunca biriken basınç ve ısı etkisi altında bu bitkiler kimyasal değişim geçirerek kömür haline gelmiştir. Kömürün oluşum süreci, bu nedenle uzun ve doğal dönüşümün sonucudur (Kula, 2023).



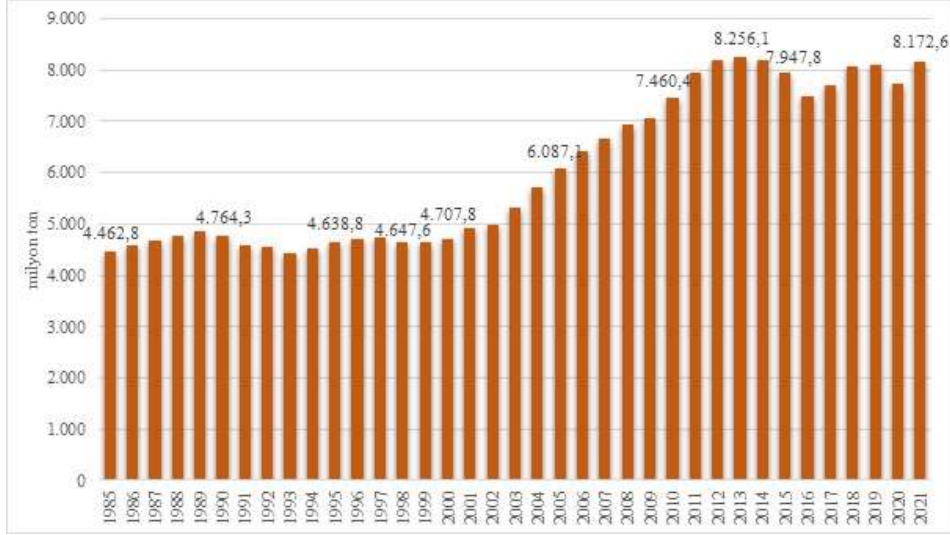
Şekil 1.3. Kömürün Oluşum Süreci

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), 2024.

Kömür oluşum süreci kısaca şu şekilde özetlenebilir: İlk aşamada bitki topluluklarının birikerek çökmesi gerçekleşir. İkinci aşamada biyokimyasal ve jeokimyasal bozulmalar meydana gelir. Üçüncü aşamada ise termokimyasal dönüşümlerle birlikte kömürün fiziksel, petrografik ve kimyasal özellikleri oluşur (Şekil 1.3.). Kömürleşme sürecinde jeolojik zaman dilimi büyük bir öneme sahiptir. Karbonifer, permien ve kraters-tersiyer dönemleri bu sürecin gerçekleştiği dönemlerdir. (ETKB,2024).

Kömürler, milyonlarca yıl süren oluşum süreçlerinin ardından organik olgunluklarına göre farklı tiplerde sınıflandırılır: Linyit, alt bitümlü kömür, kömür, bitümlü kömür ve antrasit. Linyit ve kısmen alt bitümlü kömürler genellikle yumuşak, kırılgan ve mat bir görünüme sahiptir; yüksek nem içeriği ve düşük karbon oranı ile karakterizedir. Buna karşın, Antrasit ve Bitümlü kömürler daha sert ve parlak olup düşük nem içeriği ve yüksek karbon oranına sahiptirler. (TKDB, 2024).

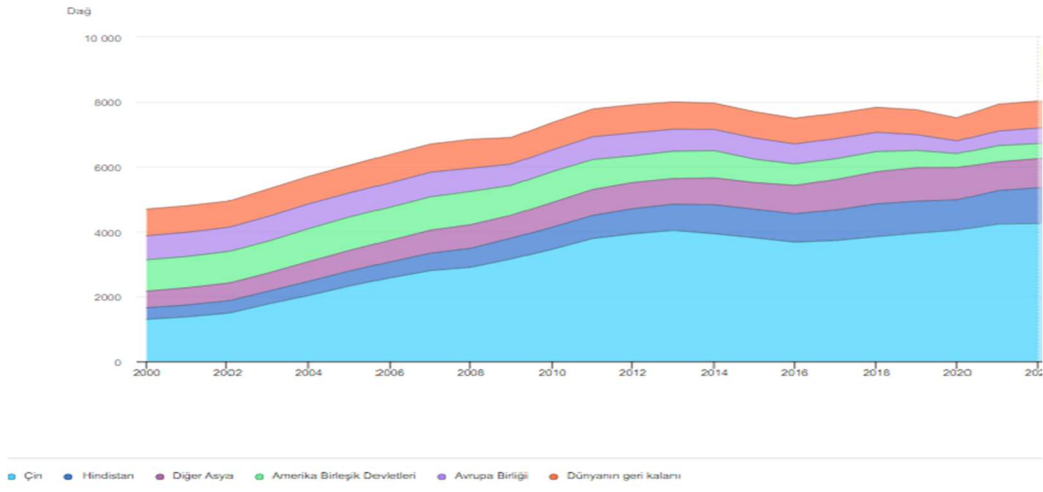
Kömür, yenilenemez bir enerji kaynağı olup, dünyadaki fosil yakıtlar arasında en büyük rezervlere sahip olanıdır. Doğal oluşum sürecinin uzunluğu nedeniyle yenilenemeyen bu kaynak, dünya genelinde en fazla bulunan fosil yakıt olarak öne çıkar. Enerji üretiminde önemli bir rol oynayan kömür, geniş rezervleriyle dikkat çekmektedir ve bu özelliği, enerji ihtiyacını karşılamak için fosil yakıtlar arasında en fazla kullanılanlardan biri olmasını sağlar. Grafik 1.1. 1985–2021 yılları itibarıyla dünya kömür üretimleri grafiği görülmektedir (ETKB, 2024).



Grafik 1.1. Yıllar İtibariyle Dünya Kömür Üretimleri

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), 2024.

Grafik 1.1.'de yıllara göre dünya genelinde kömür üretimlerini (milyon ton olarak) göstermektedir. 1985 yılından 2000 yıllarının başına kadar kömür üretiminde artış meydana gelmiştir. 2002 yılından itibaren ise hızlı bir artış görülmektedir. Bu artış, 2013 yılında zirveye ulaşmış ve ardından hafif düşüşler ile devam etmiştir. 2021 yılı itibarıyla kömür üretimleri yaklaşık 8.172 milyon tona ulaşmış olup enerji talebinin uzun süreli olarak sürekli arttığını göstermektedir. Aşağıdaki Grafik 1.5.'de 2000-2022 yıllarına ait küresel kömür tüketimi grafiği görülmektedir.



Grafik 1.2. Küresel Kömür Tüketimi: 2000-2022

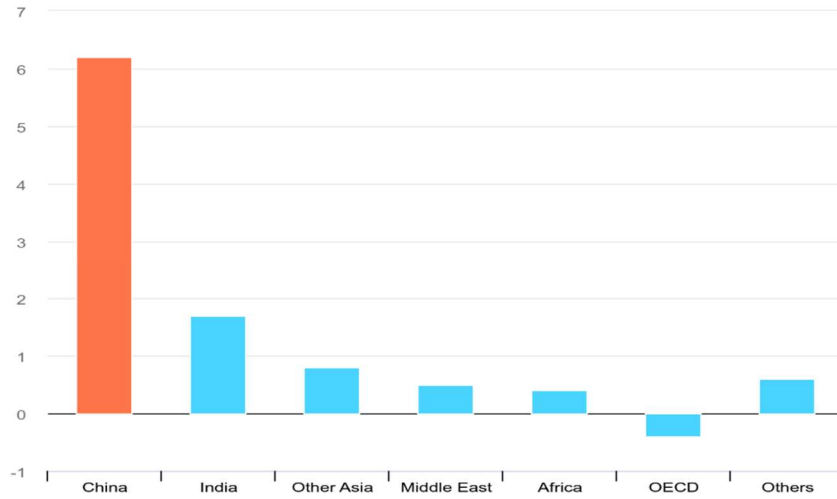
Kaynak: IEA, 2022.

Grafik 1.2.'de IEA tarafından alınan güncel 2022 yılı küresel kömür tüketimi grafiğinde en çok Çin:4.250 Mt ardından Hindistan:1.103 Mt, Diğer Asya: 898 Mt, en az Amerika Birleşik Devletleri: 465 Mt, Avrupa Birliği: 478 Mt, Dünyanın geri kalanı: 831 Mt kömür tüketiminde bulunmaktadır.

1.2.2.2. Petrol

Petrol, milyonlarca yıl önce yer kabuğunun derinliklerinde oluşan deniz organizma kalıntılarının yüksek basınç ve sıcaklık altında dönüşümü sonucu oluşmaktadır. Yanıcı bir madde olması ve kullanımı sonucu özünde karbon bulunmasıyla çok miktarda karbondioksit salınımı meydana gelmektedir. Adıgüzel' e (2018) göre petrol, çoğunlukla hidrojen ve karbon içeren, az miktarda kükürt, oksijen ve nitrojen barındıran karmaşık bir bileşik olup katı, sıvı ve gaz halleri mevcuttur. Petrol, bitki ve hayvanların uzun süreli fosilleşmesiyle meydana gelir. Günümüzde ise modern teknolojinin ilerlemesiyle, petrol artık yeraltından sondaj kuyuları aracılığıyla çıkarılmaktadır.

Gökçe'ye (2014) göre ise günümüzde enerji, üretim süreçlerinde emek ve sermaye gibi kritik bir girdi olarak kabul edilmektedir. Petrol de bu önemli girdilerin en önemli kaynaklarından biridir. Bu nedenle, petrolün ekonomik kalkınma üzerindeki etkileri büyüktür ve günümüzde ekonomik kalkınmanın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir.



Grafik 1.3. Bölgelere Göre Küresel Petrol Talebindeki Büyüme, 2013-2023

Kaynak: IEA, 2024.

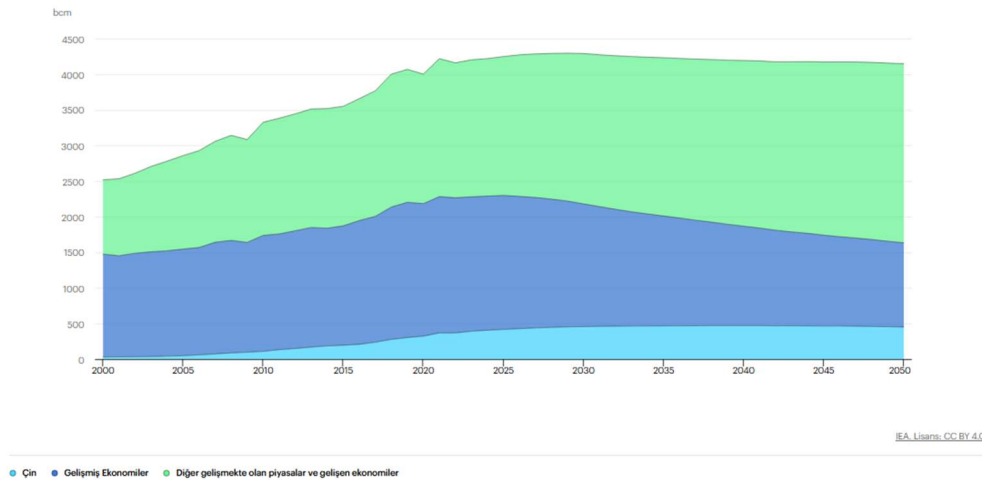
Grafik 1.3. Bölgelere göre küresel petrol talebindeki büyüme görülmektedir. 2013-2023 yılları arasında petrol talebindeki en yüksek büyüme Çin olup 6,2 mb/g yer almaktadır. Hindistan ikinci sırada yer almakta olup 1,7 mb/g artış göstermiştir. Diğer Asya ülkeleri için petrol

talebindeki büyüme 0,8 mb/g olarak görülmektedir. Orta Doğu ve Afrika'da petrol talebi sırasıyla 0,5 mb/g ve 0,4 mb/g olup OECD ülkelerinde -0,4 mb/g ile azalmıştır. Diğerlerinde ise 0,6 mb/g artış olduğu görülmektedir.

1.2.2.3. Doğalgaz

Oluşum ve yeraltından çıkarılma süreci petrol ile benzerlik göstermektedir. Petrol ve kömüre göre daha temiz, renksiz ve kokusuz bir enerji türüdür. Elektrik enerjisi üretiminde, konutlarda ve binalarda, ısınma ve sıcak su üretiminde, mutfaklarda pişirme amaçlı kullanılmaktadır. Petrol ve gaz kuyularından elde edilen doğalgazın ana bileşen maddesinin %80'i metan bileşeninden oluşur. Doğalgaz, gaz halinde bulunduğundan taşınması riskli ve çok maliyetlidir. Taşınması için uygun altyapının bulunması zorunluluğu doğalgazın petrole göre uluslararası ticaretini sınırlandırmaktadır (Karademir, 2022).

Doğalgaz, üretim alanlarından uzak olan bölgelere boru hatları ve tankerler aracılığı ile sevk edilmektedir. Denize kıyısı bulunmayan ülkeler için boru hattı taşımacılığı tek seçenek olurken, deniz aşırı doğalgaz ithalatı yapan ülkelerde genellikle tanker taşımacılığı tercih edilmektedir (istisnalar dışında, örneğin Mavi Akım gibi). Ancak LNG tankerleri yüksek yalıtım ve özel soğutma sistemleri gerektirdiği için taşımacılık maliyetlerini artırmaktadır. Bu nedenle zorunlu olmadıkça yüksek maliyetler nedeniyle tercih edilmemektedir (Başbüyük ve Akpınar, 2011).



Grafik 1.4. Belirtilen Politikalar Senaryosunda Bölgelere Göre Doğal Gaz Talebi, 2000-2050

Kaynak: IEA, 2023.

Grafikte 1.4.'de, 2000-2050 yılları arasında bölgelere göre doğal gaz talebinin değişimi gösterilmektedir. Görüldüğü üzere, doğal gaz talebi 2000 yılından itibaren sürekli olarak artış

göstermiş, ancak 2020'li yıllardan sonra talebin daha yavaş bir artış veya durağan bir seyre geçtiği, hatta 2050'ye doğru bazı aralıklarla azalmaya başladığı görülmektedir.

1.2.2.4. Nükleer enerji

Nükleer enerji, büyük atomların (uranyum ve toryum) bölünmesi ya da küçük atomların birleşmesi ile meydana gelen enerjidir. Bu süreçten elde edilen enerji, nükleer santrallerde kullanılan elektrik üretimi veya diğer enerji kaynaklarının karşılanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Adıgüzel, 2018).

Nükleer enerji, 1789'da uranyumun keşfiyle başlamış ve 1934'te atomun parçalanmasıyla gelişen süreçte politikacılar, bilim insanları ve sanayicilerin ilgisini çekmiştir. Başlangıçta askeri ve savunma amaçlı kullanılan bu teknoloji, zamanla ticari amaçlarla da uygulanmaya başlanmıştır. Birçok ülke, nükleer enerjiden yararlanmak için kapsamlı çalışmalar yapmış ve atomların parçalanması sonucu ısıyı elektrik enerjisine dönüştüren sistemler geliştirmiştir. Bu sistemler, nükleer enerjinin sürdürülebilir, güvenli ve kontrollü bir şekilde üretilmesini sağlar (ETKB, 2024).

Nükleer enerji üretimi, elektrik ihtiyacını karşılamada önemli bir rol üstlenmenin ötesinde, ülkelerin ekonomik kalkınmasına ve milli gelirlerine yaptığı katkılarla da dikkat çeker. Bu enerji kaynağı, yalnızca enerji talebini güvenilir ve sürdürülebilir bir şekilde karşılamakla kalmaz, aynı zamanda ülkelerin ekonomik büyümesine doğrudan katkı sağlar. Nükleer enerji, istikrarlı ve büyük ölçekli enerji üretimi sunarak ekonomik verimliliği artırırken, sanayi ve diğer sektörlerin gelişmesine zemin hazırlayarak milli gelir düzeyini yükseltir. Bu nedenle, nükleer enerji üretimi hem enerji ihtiyaçlarının karşılanması hem de ekonomik büyüme açısından stratejik bir öneme sahiptir (Ağaçbiçer, 2010).

Nükleer enerji tarihindeki kazalar, bu enerji kaynağının güvenliği konusunda çeşitli endişelere yol açmış olsa da günümüzde uluslararası anlaşmalar ve gelişmiş izleme sistemleri sayesinde güvenlik standartları önemli ölçüde yükseltilmiştir. Bu nedenle, nükleer enerji gelişmiş ülkeler tarafından en fazla tercih edilen enerji kaynakları arasında ön sıralarda yer almaktadır. Artan güvenlik önlemleri ve sıkı düzenlemeler, nükleer enerjinin güvenilir bir seçenek olarak kalmasına katkıda bulunmuş ve enerji üretiminde önemli bir rol oynamaya devam etmesini sağlamıştır (Usta, 2019).

Bazı görüşlere göre, gelişmiş bölgelerde nükleer enerjiden vazgeçmeye başlamakta ve bu eğilimin arkasında önemli güvenlik endişeleri yatmaktadır. Nükleer enerji, yüksek enerji verimliliği sağlamasına rağmen reaktör kazaları, radyoaktif atık yönetimi ve nükleer tesislerin

güvenliği gibi riskler içermektedir. Özellikle Çernobil ve Fukuşima gibi nükleer kazalar, dünyada nükleer enerjiye karşı güvensizliği artırmıştır. Bu kazalar nükleer tesislerin uzun vadeli güvenlik risklerini ve doğal afetler karşısındaki kırılganlığını gözler önüne sermiştir. Bu nedenle Almanya, Belçika ve İsviçre gibi bazı gelişmiş ülkeler nükleer enerjiden aşamalı olarak çıkış stratejileri belirlemiştir. Almanya örneğin, 2022 yılında tüm nükleer santrallerini kapatma hedefi koymuş ve enerji politikasını yenilenebilir enerji kaynakları üzerine yoğunlaştırmıştır. Gelişmiş ülkeler nükleer enerjiyi bırakırken temiz ve güvenilir enerji kaynaklarına yönelerek çevresel sürdürülebilirliği ve enerji güvenliğini sağlamayı amaçlamaktadır. Nükleer enerjiden çıkış stratejilerinin yaygınlaşması gelecekte yenilenebilir enerji teknolojilerinin daha hızlı gelişimini teşvik edebilir. Bu yaklaşım hem enerji güvenliğini sağlamak hem de çevresel riskleri azaltmak için stratejik bir geçiş olarak değerlendirilmektedir (Clean Energy Wire,2023).





İKİNCİ BÖLÜM

SÜRDÜRÜLEBİLİR BÜYÜME VE KALKINMA

2.1. Sürdürülebilirlik

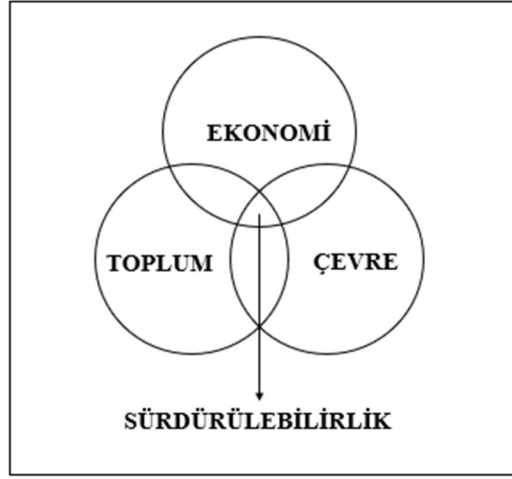
Uysal'a (2013) göre çevre biliminde sürdürülebilirlik, geleceğe yönelik bir kavram olup, mevcut kaynak ve değerlerin gelecek nesillere aktarılmasını ifade eder. Bu kavram yalnızca çevre bilimiyle sınırlı kalmayıp, kalkınma ekonomisi, büyüme ekonomisi, endüstri ekonomisi, firma davranış teorisi, kamu borçlanması ve gelir dağılımı gibi ekonomiyle ilgili birçok alanda önemli bir yaklaşım olarak benimsenmiştir. Sürdürülebilirlik, bu alanlarda giderek daha sık kullanılan bir kavram haline gelerek, uzun vadeli denge ve sorumluluğu merkeze alan bir perspektif sunar.

Sürdürülebilirlik, yaşam standartlarını koruyarak, aynı zamanda düşünce yapısında köklü bir değişimi gerekli kılan bir kavram olarak karşımıza çıkar. Bu değişimin temelinde, yalnızca bir tüketim toplumu olmanın ötesine geçerek, küresel dayanışmayı güçlendiren, çevresel yönetimi ön planda tutan, toplumsal sorumlulukları benimseyen ve ekonomik çözümleri sürdürülebilirlik prensipleri doğrultusunda geliştiren bir yaklaşım yatmaktadır. Sürdürülebilirlik, bu yeni bakış açısıyla hem bireyler hem de toplumlar için daha dengeli ve sorumlu bir yaşam tarzını hedefler (Ozmehmet, 2008).

Seydioğulları'na (2013) göre, “Sürdürülebilirlik” kavramı çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Bu terim, mevcut kaynakları gelecekteki ihtiyaçları engellemeksizin kullanma anlamına gelir. Ancak enerji üretim teknolojilerindeki ilerlemelerle birlikte, enerji kaynaklarının yenilenebilirliği bu kavramın sorgulanmasına neden olmuştur.

Bu açıklamalarda sürdürülebilirlik kavramını şekillendiren üç temel unsurun ön plana çıktığı görülmektedir; ekonomi, çevre ve toplum. Sürdürülebilirlik, bu üç bileşen arasında dengeli bir etkileşim sağlamayı amaçlar. Ekonomik gelişim, doğal çevrenin korunması ve toplumsal sorumlulukların yerine getirilmesi gibi faktörlerin bir araya gelmesiyle, sürdürülebilir kalkınmanın temeli oluşturulur. Bu bileşenlerin birbirleriyle uyum içinde olması, sürdürülebilir bir gelecek inşa etmek için hayati önem taşır. Ekonomi, toplumun bir parçası olarak varlık gösterirken, toplum ise hem ekonomi hem de çevreyle iç içe bir yapıya sahiptir. Sürdürülebilir bir geleceğe ulaşmanın yolu, bu üç unsurun (çevre, toplum ve ekonomi) birbirinden bağımsız değil, birbiriyle bütünlük içinde ele alındığı yaklaşımlardan geçer (Ozmehmet, 2008).

Başka bir deyişle, sürdürülebilirlik, yalnızca ekonomik büyümeyi hedeflemek yerine, toplumsal gelişimi ve çevresel dengeyi de göz önünde bulunduran çözümlerle mümkün olur. Bu nedenle, çevre, toplum ve ekonominin bir arada düşünülmesi, sürdürülebilirliğin temelini oluşturur.



Şekil 2.1. Sürdürülebilirlik Bileşenleri

Kaynak: Seydioğulları, 2013.

Sürdürülebilirlik, çevre, insanlar ve mevcut kuşakların, gelecek nesillere karşı olan sorumluluklarını ifade eden, yeni bir bakış açısıyla tanımlanmış bir kavramdır. Bu anlayış, şimdiki ve gelecek kuşaklar arasındaki sorumluluk ilişkisini vurgulayan bir yaklaşımdır (Seydioğulları, 2013).

Uysal'a (2013) göre ise sürdürülebilir büyüme kavramını anlamada önemli bir husus olan sürdürülebilirlik, genel olarak toplumun doğal sermayesini gelecek nesillerin haklarını azaltmadan kullanması anlamına gelir. Sürdürülebilirlik teriminin uzun vadeli bir anlam taşıdığı anlaşılmaktadır. Ekolojik bir kavram olarak sürdürülebilirlik, tedbirli davranışları yansıtır, doğal sermayenin korunmasını esas alır ve çevresel ile doğal kaynakların gelecek nesillerle paylaşılması gerektiğini vurgular.

2.2. Sürdürülebilir Büyüme

Baş'a (2019) göre sürdürülebilir büyüme, ekonomik göstergeler ve makroekonomik dengelerin uyum içinde olduğu, fiyat istikrarının sağlandığı ve ekonominin potansiyel büyüme oranlarına yakın bir hızda geliştiği bir ekonomik büyüme türü olarak tanımlanabilir. Sürdürülebilir büyümeyi elde etmek için makroekonomik istikrarın sağlanması, yapısal reformların yapılması ve etkili bir ekonomi yönetiminin oluşturulması gerekmektedir.

Sürdürülebilir büyüme, ekonomik göstergeler ile makroekonomik dengelerin uyum içinde olduğu, fiyat istikrarının korunduğu ve büyüme oranlarının potansiyel seviyeye yakın bir şekilde devam ettiği bir ekonomik gelişimi tanımlar. Bu büyüme modeli, uzun vadede ekonominin sağlıklı bir şekilde büyümesini hedeflerken, aynı zamanda enflasyon, bütçe açıkları ve dış dengesizlikler gibi sorunlardan kaçınılması için kalıcı bir dengeye ulaşılmasını sağlar. Potansiyel büyüme oranlarına yakın seviyelerde sürekli ve dengeli bir büyüme, sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın temelini oluşturur (Bal, 2017).

Uysal'a (2013) göre durgun durum büyümesi, tüm ekonomik değişkenlerin sabit bir hızda büyüdüğü durumu ifade ederken, sürdürülebilir büyüme tanımı çevre kalitesinin sürekli olarak korunmasını içerir. Bu tanımı yaparken, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarının dikkate alındığı anlaşılmaktadır. Sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanması, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesini de ifade eder. Ekonomik büyümenin sürdürülebilir olması, yalnızca kısa vadeli gelişmeleri değil, uzun vadeli kalkınmayı da kapsayan bir sürecin parçasıdır. Bu büyüme modeli, doğal kaynakların verimli kullanımı, çevresel sorumluluk ve toplumsal gelişimle birlikte ilerleyerek, ekonomik kalkınmanın dengeli ve kalıcı bir şekilde sürdürülmesini mümkün kılar. Dolayısıyla, sürdürülebilir ekonomik büyüme, sürdürülebilir kalkınmanın temel taşı olarak kabul edilir.

2.3. Sürdürülebilir Kalkınma

Kalkınma kavramı, toplumların gelişim süreçleriyle uyumlu olarak tarihsel bağlamda sürekli evrilmiş ve farklı zaman dilimlerinde değişik anlam ve içeriklere bürünmüştür. Öyle ki, aynı zaman diliminde dahi, farklı bağlamlar içinde çeşitlenen anlamlarıyla kullanıldığı görülmüştür. Bu kavram, kimi zaman sanayileşme, modernleşme, ilerleme, ekonomik büyüme ve yapısal değişim gibi kendisiyle yakından ilişkili veya benzer anlamlar taşıyan kavramlarla iç içe geçmiştir. Böyle durumlarda bu kavramların yerine kullanılmasıyla, kalkınmanın anlamında bir çeşit kayma meydana gelmiş; farklı bağlamlarda, benzer kavramlarla olan bu örtüşme, anlamında bulanıklıklara ve çeşitlenmelere neden olmuştur. Sonuç olarak, kalkınma kavramı zamanla esnek bir yapı kazanmış, toplumların değişen dinamiklerine ve ihtiyaçlarına göre farklı yorumlar ve içeriklerle doldurulmuştur (Yavilioğlu, 2002).

Sürdürülebilir kalkınma hem ekonomik büyümeyi hem de ekolojik dengeyi aynı anda göz önünde bulunduran bir yaklaşımdır. Bu model, doğal kaynakları verimli ve akılcı bir şekilde kullanarak çevresel kaliteyi korumayı hedefler. Aynı zamanda, bugünkü kuşakların gereksinimlerini karşılarken, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme

kapasitelerine zarar vermemeyi amaçlar. Başka bir deyişle, sürdürülebilir kalkınma, ekonomik büyümenin çevresel kaynaklar üzerinde olumsuz etkiler yaratmadan sürdürülebileceği, doğal varlıkların korunarak kullanıldığı ve bu şekilde gelecek kuşakların refahının garanti altına alındığı bir gelişim modelidir (Alagöz, 2004).

5-16 Haziran 1972 tarihinde Stockholm'da BM İnsan Çevresi Konferansı'nda, çeşitli sosyo-ekonomik yapı ve gelişim seviyelerine sahip birçok ülke çevre sorunlarını ilk defa bir araya gelerek ele almış ve konferansın sonucunda BM İnsan Çevresi Bildirisi kabul edilmiştir. Sürdürülebilir kalkınma terimi ilk olarak 1987 tarihinde Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından yayımlanan Brundtland Raporu'nda, 'Günümüz ihtiyaçlarını, gelecekteki nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilme yeteneğini tehlikeye atmadan karşılayan kalkınma' olarak tanımlanmıştır. 3-14 Haziran 1992 tarihinde Rio de Janeiro'da gerçekleştirilen BM Çevre ve Kalkınma Konferansı (Rio Konferansı), çevreye duyarlı yönetim yaklaşımlarını benimsemek için temel ilkelerin kabul edilmesinde önemli bir adım olmuştur. Bu konferansın sonuçlarını değerlendirmek amacıyla, 26 Ağustos - 4 Eylül 2002 tarihleri arasında Johannesburg'da 'Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi' yapılmıştır. Ayrıca, 20-22 Haziran 2012 de Rio de Janeiro'da düzenlenen BM Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı (Rio+20) da önemli bir gelişme olarak değerlendirilmektedir. Bu zirve sonucunda, kalkınma için bir yol haritası olarak belirlenen 'İstedığımız Gelecek' başlıklı sonuç belgesi kabul edilmiştir. (TCDB, 2024).

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH'ler), aynı zamanda Küresel Hedefler olarak da bilinir. Birleşmiş Milletler tarafından 2015 yılında evrensel bir eylem planı olarak kabul edilmiştir. Bu hedefler, dünya genelinde yoksulluğun ortadan kaldırılmasını, gezegenin korunmasını ve 2030 yılına kadar tüm insanların barış içinde ve refah içinde yaşayabileceği bir geleceğin inşa edilmesini amaçlamaktadır. SKH'ler, hem insanlığın hem de doğanın ihtiyaçlarına yönelik uzun vadeli çözümler üretmek için kabul edilmiş küresel bir vizyonu temsil etmektedir (UNDP, 2024). Sürdürülebilir kalkınmanın hedefleri aşağıda gösterildiği gibidir:

1. Yoksulluğun ortadan kaldırılması: yoksulluğu her yerde sona erdirmek
2. Açlığın son bulması: açlığı yok etmek, gıda güvenliğini sağlamak ve iyi beslenmeye ulaşmak
3. Sağlıklı ve kaliteli yaşam: her yaşta sağlıklı ve kaliteli bir yaşamı güvence altına almak
4. Nitelikli eğitim: kapsayıcı ve herkes için eşit bir eğitim sunmak
5. Toplumsal cinsiyet eşitliği: toplumsal cinsiyet eşitliğini sağlamak

6. Temiz su ve sanitasyon: herkes için ulaşılabilir ve atık su hizmetlerini sağlamak, ayrıca sürdürülebilir su yönetimini güvence altına almak.
7. Erişilebilir ve temiz enerji: herkes için uygun fiyatlı, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişim sağlamak.
8. İnsana yakışır iş ve ekonomik büyüme: istikrarlı, kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi teşvik etmek, tam ve verimli istihdamı desteklemek ve herkes için kaliteli iş imkanları sunmak.
9. Sanayi, yenilikçilik ve altyapı: dayanıklı altyapılar oluşturmak, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmeyi desteklemek ve yenilikçiliği teşvik etmek.
10. Eşitsizliklerin azaltılması: ülkeler içinde ve uluslararası düzeyde eşitsizlikleri azaltmak.
11. Sürdürülebilir şehirler ve topluluklar: kentleri ve yerleşim alanlarını, kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir hale getirmek.
12. Sorumlu üretim ve tüketim: sürdürülebilir üretim ve tüketim yöntemlerini sağlamak.
13. İklim eylemi: iklim değişikliği ve etkileriyle başa çıkmak için acil önlemler almak.
14. Sudaki yaşam: okyanusları, denizleri ve deniz kaynaklarını korumak ve sürdürülebilir şekilde kullanmak.
15. Karasal yaşam: karasal ekosistemlerin korunmasını, iyileştirilmesini ve sürdürülebilir şekilde kullanılmasını desteklemek, sürdürülebilir orman yönetimini sağlamak, çölleşmeye karşı koymak, arazi bozulmasını önlemek ve biyolojik çeşitliliğin azalmasını engellemek.
16. Barış, adalet ve güçlü kurumlar: barışçıl ve kapsayıcı toplumlar oluşturmak, adalet erişimi güvence altına almak, hesap verebilir ve kapsayıcı kurumlar inşa etmek
17. Amaçlar için ortaklıklar: uygulama araçlarını geliştirmek ve sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek amacıyla iş birlikleri oluşturmak (UNDP, 2024).

Sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmek, yaşam standartlarını iyileştirmek ve ekonomik ile üretim faaliyetlerini sürdürmek, nüfus artışı ve ekonomik büyümenin neden olduğu artan enerji talebinin karşılanmasını gerektirir. Sürdürülebilir kalkınma ve büyüme, ancak çevrenin sürdürülebilir olması durumunda mümkün olacaktır.

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından gösterilen sürdürülebilir kalkınma hedefleri ve yenilenebilir enerji ilişkilerini incelendiğinde şu şekilde açıklanır ;

- Sağlıklı ve kaliteli yaşam: Yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtlara göre daha az hava kirliliğine neden olur. Güneş, rüzgâr ve hidroelektrik gibi temiz enerji

kaynaklarının yaygınlaşması ile hava kalitesi iyileşir. Solunum yolu hastalıkları ve çevresel riskler azalmakta böylece sağlıklı bir yaşam sağlanması daha mümkün hale gelir.

- Temiz su ve sanitasyon: Yenilenebilir enerji projeleri, özellikle hidroelektrik santraller su kaynakların yönetilmesine katkıda bulunur. Ayrıca güneş ve rüzgâr enerjisi su arıtma tesislerini çalıştırmak için temiz enerji sağlar ve su kaynaklarının korunmasına yardımcı olur.
- Erişilebilir ve temiz enerji: Güneş ve rüzgâr gibi yerel enerji kaynaklarının kullanımı enerjinin daha erişilebilir hale gelmesine ve enerjiye olan bağlılığın azaltılmasına katkıda bulunur.
- İnsana yakışır iş ve ekonomik büyüme: Yenilenebilir enerji sektörü yeni iş alanları yaratarak ekonomik büyümeye katkı sağlar. Bu sektördeki projelerle beraber hem teknoloji alanında hem de yerel ekonomik faaliyetlerde gelişme görülür. Aynı zamanda işçilerin daha güvenli ve çevre dostu alanlarda çalışması sağlanır.
- Sürdürülebilir şehirler ve topluluklar: Yenilenebilir enerji şehirlerine enerji ihtiyacını çevre dostu bir şekilde karşılayarak sürdürülebilir kentleşmeyi destekler. Özellikle güneş enerjili şehir aydınlatmaları ve toplu taşıma sistemleri gibi projeler şehirlerde karbon ayak izini azaltır.
- Sorumlu üretim ve tüketim: doğal kaynakların bilinçli kullanılmasını ve atıkların azaltılmasını amaçlayarak çevresel sürdürülebilirliği destekler. Yenilenebilir enerji kaynakları daha az karbon salınımı sağlayarak üretim süreçlerini daha çevreci hale getirir. Aynı zamanda güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir çözümler bireysel ve kurumsal karbon ayak izini azaltarak daha sürdürülebilir tüketim alışkanlıklarının benimsenmesine yardımcı olur.
- İklim eylemi: Yenilenebilir enerji kullanımı karbon emisyonlarını büyük oranda azaltarak iklim değişikliği ile mücadele de önemli bir rol oynar. Bu enerji kaynaklarının yaygınlaşması küresel ısınmanın etkilerini hafifletmek ve iklim krizine karşı eylem planlarını desteklemek için gereklidir.
- Sudaki yaşam: Fosil yakıtlardan kaynaklanan deniz kirliliği su ekosistemlerine zarar verir. Yenilenebilir enerji deniz ve okyanusları korumaya yardımcı olur. Deniz tabanında kurulu rüzgâr tribünleri gibi çevre dostu teknolojilerle su yaşamı daha temiz hale gelir.
- Karasal yaşam: Yenilenebilir enerji projeleri doğrudan doğa dostu teknolojilerle uyumlu bir şekilde kurulduklarında doğal yaşam alanlarını korumaya yardımcı olur. Biyokütle

gibi sürdürülebilir enerji kaynakları ise tarımsal ve ormancılık atıklarını değerlendirerek doğal kaynakların korunmasına katkı sağlar.

- Amaçlar için ortaklıklar: Yenilenebilir enerji projeleri uluslararası iş birlikleri gerektirir ve ülkelerarası bilgi ve kaynak paylaşımını teşvik eder. Bu sayede sürdürülebilir enerji çözümleri geliştirilir ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için küresel ortaklıklar kurulur.

Yenilenebilir enerjinin bu hedefler ile ilişkisi sürdürülebilir kalkınmayı hem sosyal hem de ekonomik anlamda güçlendirir. Her bir başlık yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının yalnızca çevresel değil toplumsal ve ekonomik faydaları olduğuna da işaret eder.

2.4. Sürdürülebilir Büyüme ve Yenilenebilir Enerji İlişkisi

Yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir büyüme, modern ekonomik ve çevresel hedeflerin birbirini destekleyen iki önemli unsur olarak öne çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji, güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyokütle ve jeotermal gibi doğal kaynaklardan elde edilen enerji biçimlerini ifade eder ve bu kaynaklar, fosil yakıtların aksine çevre dostu ve yenilenebilir özelliklere sahiptir. Ülkelerin ulaşmayı hedefledikleri sürdürülebilir kalkınma düzeyine erişiminde en önemli sosyal hammadde, ekonomik ve büyüme boyutlarıyla ilgili olan enerjidir. Bu nedenle enerji ile sürdürülebilir kalkınma arasında önemli bir ilişki vardır (Ziyadlı, 2021).

Enerjinin sürdürülebilir bir şekilde üretilmesi sadece mevcut enerji ihtiyaçlarını karşılamakla kalmayıp aynı zamanda enerjide dışa bağımlılığı azaltmaktadır. Bu bağlamda istikrarlı ve güvenilir enerji kaynaklarının sağlanması, çevreye duyarlı üretim yöntemlerinin benimsenmesi ve mümkün olduğunca yüksek oranda kendi ülke sınırları içerisinde enerji üretiminin gerçekleştirilmesi hem ekonomik kalkınma hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Bu hedeflere ulaşmak için ulusal enerji stratejilerinin uygulanması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla kullanılması gerekir. Böylece enerji bağımsızlığı güçlendirilirken ekosistemlerde korunmuş olur (Kaya, 2023).

Az gelişmiş ülkelerdeki yoksulluk, bireyleri çevre kaynaklarını doğanın kendini yenileme kapasitesinden daha hızlı bir şekilde kullanmaya zorlamaktadır. Bu durum, bu ülkelerde yaşayan insanların yaşam standartlarını arttırmak için ihtiyaç duyulan kaynaklara erişimi oldukça zorlaştırılmaktadır. Ayrıca, kalkınmakta olan ülkelerin nüfusları sürekli bir artış göstermekte olup bu ülkelerin doğal kaynaklarına olan bağımlılığını giderek artırmaktadır. Nüfus artışının getirdiği talepler, kaynakların daha fazla tüketilmesine yol açarken çevresel sürdürülebilirlik üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Bu nedenle dünya genelinde hızla

artan enerji tüketimine karşılık vermek amacıyla yenilenebilir enerji kaynakları, çevresel etkiyi azaltarak sürdürülebilir bir enerji çözümü sunma potansiyeli taşımaktadır. Yenilenebilir enerji hem bu artan talebi karşılamakta hem de ekosistemlerin korunmasına katkı sağlamaktadır (Seydioğulları, 2013).

Sürdürülebilir büyüme, ekonominin sağlıklı bir şekilde ilerlediği, fiyat istikrarının korunduğu, ekonomik büyümenin ve makroekonomik dengelerin birbiriyle uyumlu olduğu, ayrıca büyüme oranlarının mümkün seviyede yakın ve uzun vadeli olduğu sürdürülebilir bir büyümenin sağlandığı durumu ifade etmektedir (Bal, 2017). Sürdürülebilir ekonomik büyümenin gerçekleştirilebilmesi, sadece ekonomik göstergelerin olumlu yönde ilerlemesiyle sınırlı kalmayıp aynı zamanda çevresel, sosyal ve kültürel faktörlerinde dengeli bir şekilde gözetilmesi anlamına gelmektedir. Dolayısıyla, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi, doğal kaynakların verimli ve adil bir şekilde kullanılması, ekosistemlerin korunması ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarının da dikkate alınması ile mümkün olacaktır. Böylece ekonomik büyümenin yanı sıra, toplumsal refahın artırılması ve çevresel sürdürülebilirliğinin sağlanması da mümkün hale gelir. Bu da sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi için bir gereklilik teşkil eder (Baş, 2019).

Artan enerji ihtiyacı, fosil yakıtların sınırlı miktarda bulunması ve bu kaynakların er ya da geç tükenmesi alternatif enerji kaynaklarının gerekliliğini vurgulamaktadır. Fosil yakıtların tükenme olasılığı artan enerji talebinin başka kaynaklarla karşılanabileceği anlamına gelir. Ancak bu kaynakların kullanımı sırasında doğaya zarar vermemek ve sürdürülebilirliği sağlamak son derece önemlidir. Yenilenebilir enerji, sürdürülebilir büyümeyi destekleyen temel bir unsur olarak çevresel koruma, ekonomik kalkınma ve sosyal eşitliği bir arada sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji ihtiyaçları karşılamak ve iklim değişikliğiyle mücadele etmek için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek sürdürülebilir bir geleceğin inşası için ekonomik ve büyüme açısından kritik bir adımdır. Bu nedenle yenilenebilir enerji projelerinin desteklenmesi ve geliştirilmesi sürdürülebilir büyüme hedeflerine ulaşmada önemli bir rol oynamaktadır (Seydioğulları, 2013).

Temiz enerji kaynaklarının kullanılmasını önceliklendiren sürdürülebilir kalkınma, ekonomik büyümeyi de içeren önemli bir kavramdır. Ekonomik büyüme, kısa ve uzun vadede ölçülebilirken sürdürülebilir kalkınmanın uzun vadeli bir perspektife sahip olması gerekmektedir. Bu nedenle ekolojik denge ile ekonomik büyümenin birlikte değerlendirilmesi son derece önemlidir. Ekolojik olarak sürdürülebilir ekonomik kalkınma doğal kaynakların aşırı

tüketimini engelleyerek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayan ve çevresel kaliteyi ön planda tutan bir anlayıştır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynakları sürdürülebilir kalkınmanı temel bileşenlerinden biri olarak büyük bir öneme sahiptir. Yenilenebilir enerji hem çevresel etkileri azaltma hem de ekonomik büyüme hedeflerine ulaşma açısından önem arz etmektedir (Kaya, 2023).





ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

AMPİRİK ANALİZ

3.1. Literatür

Yenilenebilir enerji ile sürdürülebilir büyüme arasındaki ilişki, son yıllarda yaygınlaşan araştırmalarla önemli bir konu haline geldi. Bu çalışmalar, çeşitli matematiksel yöntemler, veri paketleri ve eklentiler kullanılarak, değiştirilebilen enerjinin ekonomik büyüme üzerinde olup olmadığı incelenmektedir. Farklı sistemlerden yapılan ampirik çalışmalar hem kısa hem de uzun vadedeki sonuçları değerlendirerek enerji politikalarının sürdürülebilir kalkınmaya nasıl katkı sağlayabileceğini ele almaktadır.

Özellikle Avrupa Birliği (AB) ülkelerine yönelik araştırmalar, alternatif enerji artışının ekonomik büyüme üzerinde olumlu olduğunu vurguluyor. Bununla birlikte, bazı çalışmaların bu ilişkilerinde anlamlı olmaması ortaya çıkıyor. Modelleme tekniklerine bağlı olarak, araştırmalardan elde edilen sonuçlar farklılık göstermektedir. Bu bölümde, tamamlayıcı enerji ve sürdürülebilir büyüme arasında dağıtılarak önemli miktarda ampirik mülkiyet ve yöntemlerin birleştirilmesi özetlenmektedir. Literatürdeki temel dağıtım ve kullanılan veri setleri ile yöntemleri karşılaştırarak bu sunumun literatüre katkısını açık bir şekilde ortaya koymaktır.

Tablo 3.1. Literatür

Yazar	Örneklem ve Dönem	Yöntem	Bulgular
Apergis ve diğ. (2010)	Gelişmiş ve gelişmekte olan 19 ülke/ 1984-2007	Panel Veri Analizi	Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik vardır. Nükleer enerji tüketimindeki %1'lik bir artışın emisyonları %0,47 azalttığını; yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik bir artışın emisyonları %1,45 artırdığını; reel çıktıdaki % 1'lik bir artışın emisyonları %0,78 artırdığını istatistiksel olarak anlamlı şekilde göstermektedir.

Tablo 3.1. Literatür (Devam)

Ntanos ve diğ. (2018)	25 Avrupa ülkesi / 2007-2016	Panel Veri Analizi	GSYH bağımlı değişkeni ile yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) ve YEK dışı enerji tüketimi, brüt sabit sermaye oluşumu ve işgücünün bağımsız değişkenleri arasında uzun vadede istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.
Omri ve diğ. (2015)	17 Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler/ 1990-2011	Panel Veri Analizi	Ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında tek yönlü bir ilişki bulunurken, nükleer enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında ise çift yönlü bir nedensellik vardır.
Apergis ve Danuletiu (2014)	80 ülke / 1990-2012	Panel Veri Analizi	Yenilenebilir enerjiden reel GSYH'ya uzanan uzun vadeli pozitif nedensellik vardır. Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki karşılıklı ilişki, yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme için önemli olduğunu ve ekonomik büyümenin de daha fazla yenilenebilir enerji kaynağının kullanımını teşvik ettiğini göstermektedir.
Rahman ve Velayutham (2020)	Güney Asya Ülkesi / 1990-2014	Panel Veri Analizi	Ekonomik büyümeden, yenilenebilir enerji tüketimine uzanan tek yönlü bir nedensellik vardır. yenilenebilir enerji tüketiminde %1'lik bir artış, yenilenemeyen enerji tüketimi, sermaye ve ekonomik büyümeyi sırasıyla %0,66, %0,10 ve %0,58 oranında artırmıştır.

Tablo 3.1. Literatür (Devam)

Kasperowicz ve diğ. (2020)	29 Avrupa ülkesi / 1995-2016	Panel Veri Analizi	Ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında uzun vadeli bir denge ilişkisi olduğu ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Tüm katsayılar %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır, yenilenebilir enerji tüketimindeki % 1'lik bir artışın GSYH'yı %0,16, brüt sabit sermayedeki %1'lik bir artışın GSYH'yı % 0,44 artırdığını göstermektedir.
Asiedu ve diğ. (2020)	26 Avrupa ülkesi / 1990-2018	Panel Veri Analizi	Yenilenebilir enerji, yenilenemeyen enerji, karbonmonoksit ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmiştir. Ekonomik büyümedeki bir birimlik artış yenilenebilir enerjide 0,32 birimlik artışa neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji bir birim artarsa ekonomik büyüme 0,29 birim azalmaktadır. Yenilenemeyen enerji bir birim artarsa ekonomik büyüme 0,29 oranında azalacaktır.
Kahia ve diğ. (2017)	11 Mens Net Petrol ihracatından oluşan ülkeler / 1980-2012	Panel Veri Analizi	Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji arasında hem kısa hem de uzun vadede çift yönlü ilişki vardır. Ampirik bulgular, uzun vadeli ilişkinin tüm katsayılarının %1 anlamlılık düzeyinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu yenilenebilir enerji kullanımı, yenilenemeyen enerji kullanımı, sermaye ve işgücündeki %1'lik artışın reel GSYH'yı sırasıyla %0,570, 0,387, 0,517 ve 0,344 artırdığını göstermektedir.

Tablo 3.1. Literatür (Devam)

Ozcan ve Ozturk (2019)	17 Gelişmekte olan ülke / 1990-2016	Panel Veri Analizi	17 ülkeden 16'sı için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir ilişki yoktur. Katsayısı pozitif olduğu için yenilenebilir enerji tüketimi yalnızca Polonya'da GSYH'yı %10 anlamlılık düzeyinde olumlu yönde etkilemektedir.
Shahbaz ve diğ. (2020)	38 yenilenebilir enerji tüketen ülke / 1990-2018	Panel Veri Analizi	Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında uzun vadeli bir ilişki olduğu görülmektedir. Çalışmada sadece 22 ülkenin yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif ilişki söz konusudur.
Fındık Özlem ALPER (2018)	Türkiye / 1990-2017	Eşütünleşme, Nedensellik ve FMOLS	Ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji kullanımına doğru tek yönlü bir nedensellik vardır. Uzun dönemde değişkenlerin eşbütünleşik olduğunu ve yenilenebilir enerji kullanımındaki %1 birimlik artışın ekonomik büyümeyi %0.19 arttıracığı sonucu görülmüştür.
Çınar ve Yilmazer (2015)	Gelişmekte olan ülkeler / 1990-2013	Panel Veri Analizi	Yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca sonuçlar kişi başına gelir, enerji kullanımı, CO2 emisyonları ve net enerji ithalatında meydana gelen artışların yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim sürecinde artan oranda kullanıldığını göstermiştir.

Tablo 3.1. Literatür (Devam)

Acaravcı ve Erdoğan (2017)	Yenilenebilir enerji üretiminde dünya sıralamasında ilk beş içinde yer alan ülkeler / 1992-2013	Panel Veri Analizi	Tüm değişkenler fark durağan olup bu değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki mevcuttur. Yenilenebilir enerji üretimi, çevre kirliliği üzerinde negatif bir etkiye sahipken kişi başı gelir ise çevre kirliliği üzerinde pozitif etkiye sahiptir
Özşahin ve diğ. (2016)	BRICS-T ülkeleri / 2000-2013	Panel Veri Analizi	Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik gelişmişlik arasında uzun dönem için pozitif yönlü bir ilişki vardır.
Akdağ ve İskenderoğlu (2018)	Avrupa Birliğine üye ve aday ülkeler içerisinde yer alan 14 ülke / 2007-2016	Panel Veri Analizi	Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketiminin GSYH üzerinde anlamlı ve pozitif etkisinin olduğu ancak nükleer enerji tüketiminin GSYH üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.
Ünüvar ve Keskinlik (2020)	G20 üyesi 19 ülke / 2000 - 2016	Panel Veri Analizi	Yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır. FMOLS testine göre %1 anlamlılık seviyesinde katsayı 4.4093 ve DOLS testine göre ise %1 anlamlılık seviyesinde 3.0156 değerini almaktadır. FMOLS ve DOLS testi sonuçları itibarıyla yenilenebilir enerji üretimi katsayılarının pozitif olarak çıkması, ekonomik büyümeyi de pozitif yönde etkilemektedir.

Tablo 3.1. incelendiğinde çalışmalardan bir kısmı yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu sonucunu bulurken diğer kısmı ise yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Bu farklılık kullanılan yöntemler, veri seti özellikleri ve örneklem seçimindeki çeşitlilikten kaynaklanmaktadır. Analizlerde kullanılan ekonometrik modellerin seçimi, analiz dönemi, veri dağılımı (yıllık, çeyreklik, vs.) ve ülkelerin ekonomik yapıları gibi faktörler sonuçlarda çeşitlilik oluşturmaktadır. Bununla birlikte gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında yapılan ayrımlarda yenilenebilir enerji ve büyüme ilişkisini farklı yönlerde etkileyebilmektedir.

3.2. Veri Seti ve Yöntem

Çalışmada 27 Avrupa Birliği (AB) ülkesinde 1995 – 2020 yılları arasında yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir büyüme ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmamızda yer alan ülkeler; Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç, Hırvatistan, Kıbrıs Cumhuriyeti'dir. Veriler yıllık olarak çalışmaya dâhil edilmiştir. Veriler üzerinde yapılan analizde, değişkenlerin logaritmaları alınmıştır. Çalışmanın bağımlı değişkeni Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (KBGSYH), bağımsız değişkenleri ise Enerji Verimliliği (LNENERGY), Yenilebilir Enerji Kaynaklarından Gelen Enerjinin Payı (LNYEK), AR-GE harcamalarının Gayrisafi Yurtiçi Hasıla İçindeki Payı (LNARGE) ve Net Sera Gazı Emisyonu (LNEMİSYON) dur. Çalışmada kullanılan tüm veriler, Avrupa İstatistik Ofisi (EUROSTAT) ve Dünya Bankası'ndan temin edilmiştir. Ayrıca çalışmada yer alan tüm ekonometrik testler, STATA 14 programı aracılığıyla uygulanmıştır.

3.3. Yatay Kesit Bağımlılık Testi

Yatay kesit bağımlılığı, yatay kesitler arasındaki korelasyonun varlığını ifade eden bir kavram olarak tanımlanabilir. Bu durumda, kesitler arasındaki ilişkiler ve etkileşimler göz önüne alınır. Bu testlere göre, serideki herhangi bir birimde ortaya çıkan bir şok veya dışsal etkinin, seriyi oluşturan tüm birimlerin aynı derecede etkileyeceğini varsayar. Yani, testler birimler arasında farklı etkiler veya bağımlılıklar olmadığı varsayımıyla çalışır. Bu varsayım altında, kesitler arasında herhangi bir korelasyonun olmadığı düşünülür ve şokların tüm birimleri eşit şekilde etkilediği farz edilir (Yalçınkaya ve Kaya, 2017).

Bu nedenle analize başlamadan önce serilerde ve eş-bütünleşme denkleminde yatay kesit bağımlılığının var olup olmadığının test edilmesi büyük önem taşımaktadır. Yatay kesit bağımlılığının varlığı, birim kök ve eş-bütünleşme testleri seçilirken mutlaka dikkate alınmalıdır. Eğer bu bağımlılık göz ardı edilirse, yapılan analizlerdeki sonuçlar sapmalara ve tutarsızlıklara yol açabilir. Dolayısıyla, doğru ve güvenilir sonuçlar elde edebilmek için analiz sürecinde yatay kesit bağımlılığının varlığını kontrol etmek ve buna göre uygun test yöntemlerini tercih etmek kritik bir adımdır. Yatay kesit bağımlılığını göz önünde bulundurarak yapılan analizler, daha sağlam ve geçerli sonuçlar sağlayacaktır (Mercan, 2014). Literatürde farklı yatay kesit bağımlılığı testleri olmasına karşın gerekli testler aşağıda kullanılmıştır. Testler ise şu şekildedir;

- Breusch-Pagan (1980) LM Testi
- Pesaran ve Yamagata (2008) Bias-Adjusted LM Testi
- Pesaran CD Testi

Yatay kesit bağımlılık testlerinden ilki, Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen ve eşitlik (3.1.)’de görülen Lagrange Multiplier (LM) testidir.

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{p}_{ij}^2 \quad (3.1.)$$

Eşitlik 3.1.’de, $\hat{p}$, kalıntıların ikili korelasyonunun örnek tahminidir. Breusch-Pagan LM testi N sabit, $T \rightarrow \infty$ ise $\frac{N(N-1)}{2}$ serbestlik derecesindeki ki-kare asimptotik dağılıma sahip olduğu ve T (zaman boyutu) $> N$ (yatay kesit boyutu) durumunda kullanılacağı varsayılmaktadır (Koçbulut ve Altıntaş, 2016).

Eşitlik 3.2.’de Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD_{LM} testi, hem yatay kesit sayısının (N) hem de zaman boyutunun (T) büyük olduğu durumlarda uygulanabilen bir testtir. Bu test, Breusch ve Pagan (1980) tarafından ortaya konan testin daha ileri bir versiyonu olarak geliştirilmiştir. CD_{LM} test istatistiği eşitlik 3.2. gibidir.

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T \hat{p}_{ij}^2 - 1) \quad (3.2.)$$

Pesaran (2004) CD testine göre, kesit ve gözlem sayısı sonsuza gittiği için panelde yatay kesit bağımlılığının olmadığı varsayılmakta olup gözlem sayısı kesit sayısından büyük olduğunda ($N > T$) N büyüdükçe CD_{LM} testinde önemli sapmalar gözlenebilir. $N > T$ olduğu durumda CD testi geliştirmiş ve aşağıdaki eşitlik 3.3.’deki denklem kullanılmaktadır.

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{p}_{ij} \quad (3.3.)$$

LMadj test istatistiği ise Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilmiş büyük N ve sonlu T panellerindeki sapmalar düzeltilmiş testtir (Koçbulut ve Altıntaş, 2016). LMadj test istatistiği eşitlik 3.4. yer almaktadır.

$$LM_{adj} = \sqrt{\left(\frac{2}{N(N-1)}\right)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N T \hat{p}_{ij} \frac{(T-k) \hat{p}_{ij}^2 - \mu_{Tij}}{\sqrt{v_{Tij}}} \quad (3.4.)$$

μ_{Tij} ortalamayı, v_{Tij} varyansı temsil etmektedir. Testin hipotezleri;

- H_0 (Sıfır Hipotezi): Yatay kesit bağımlılığı yoktur.
- H_1 (Alternatif Hipotez): Yatay kesit bağımlılığı vardır.

Aşağıda yer alan Tablo 3.2.'de hangi birim kök testinin uygulanmasını belirlemek amacıyla yatay kesit bağımlılık testi uygulanmış ve test istatistik sonuçlarına yer verilmiştir. Test sonucunda elde edilecek olasılık değeri 0.05'ten küçük olduğunda, %5 anlamlılık düzeyinde, H_0 hipotezi reddedilmekte ve paneli oluşturan birimler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğuna karar verilmektedir (Pesaran ve Yamagata, 2008).

Tablo 3.2. Yatay Kesit Bağımlılık Test Sonucu

Test	İstatistik	p-değer
LM	2021.00	0.0000
LM_{adj}	109.20	0.0000
CD_{LM}	42.34	0.0000

(p<0.05)

Tablo 3.2.'de verilen yatay kesit sonuçlarına göre, olasılık değeri 0.05'ten küçük çıktığı için, her üç teste göre de H_0 hipotezi reddedilmektedir. Bir başka ifadeyle birimler arası korelasyonun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Seriler arasında yatay kesit bağımlılığı olduğu için durağanlık sınaması ikinci nesil birim kök testleri kullanılarak yapılmıştır. Ancak durağanlık sınamasından önce homojenlik testi yapılarak çalışmaya devam edilmiştir.

3.4. Pesaran ve Yamagata (2008) Homojenlik Testi

Değişkenlerin eğim katsayılarının belirlenmesi için kullanılmakta olup literatürde Delta Testi olarak da bilinen bu testle, değişkenleri temsil eden serilerin homojen veya heterojen yapısı belirlenebilmektedir. İki ana hipotez arasında karar verilmektedir.

- H_0 (Sıfır Hipotezi): Parametreler homojendir (yani, tüm kesitler arasında aynı).
- H_1 (Alternatif Hipotez): Parametreler homojen değildir (yani, kesitler arasında farklılık gösterir).

Delta testi istatistikleri, aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır (Pesaran ve Yamagata, 2008).

$$\hat{\Delta} = \sqrt{N} \frac{N^{-1} \hat{S} - k}{\sqrt{2k}}: \text{büyük örneklemeler için} \quad (3.5.)$$

$$\hat{\Delta}_{adj} = \frac{\sqrt{N} N^{-1} \hat{S} - k}{\sqrt{\text{Var}(T, k)}}: \text{küçük örneklemeler için} \quad (3.6.)$$

Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından 3.5. ve 3.6. numaralı denklemlerde N gözlem sayısını, (S) Swamy test istatistiğini, k açıklayıcı değişken sayısını ve $Var(T, k)$ varyansını belirtmektedir. Delta testine ilişkin sıfır hipotezi ve alternatif hipotezler aşağıda verilmiştir.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_n = \beta \text{ (tüm } \beta_i \text{ 'ler için)}$$

$$H_1: \beta_1 = \beta_2 = \dots \neq \beta_n = \beta \text{ (en az bir } \beta_i \text{ için)}$$

Tablo 3.3. Pesaran ve Yamagata 2008 Delta Testi Sonuçları

Değişkenler	Test istatistiği	p-değer
$\hat{\Delta}$	6.722	0.000
$\hat{\Delta} \text{ adj}$	8.356	0.000

($p < 0.05$)

Tablo 3.3. test sonucuna göre, olasılık değerinin $p < 0,05$ olduğu görülmektedir. Yani H_0 hipotezi reddedilir ve serilerin heterojen olduğuna karar verilir.

3.5. Pesaran CIPS ve Pesaran CADF Birim Kök Testleri

Panel birim kök testleri, birinci ve ikinci nesil panel birim kök testleri olarak iki kategoriye ayrılmaktadır. Bu ayrım seriler arasında yatay kesit bağımlılığının dikkate alınıp alınmadığına göre yapılmaktadır. Birinci nesil panel birim kök testleri yatay kesit bağımlılığını dikkate almazken, ikinci nesil birim kök testleri yatay kesit bağımlılığını dikkate almaktadır (Karademir, 2022).

Birinci nesil testler, paneldeki bir birimin meydana gelen şokunun, tüm yatay kesit birimlerini aynı derecede etkilediği varsayımına dayanır. Ancak, birbirleriyle bağlantılı uluslararası ekonomilerin paneldeki birimlerde oluşan şoktan farklı seviyelerde etkilendiği, daha gerçekçi bir yaklaşımdır. Bu eksikliği ortadan kaldırmak amacıyla, yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil birim kök testleri geliştirilmiştir (Yıldırım ve diğ., 2013).

Seriler arasında yatay kesit bağımlılığının var olması nedeniyle, serilerin durağanlık analizinin gerçekleştirilmesinde birimler arası korelasyonu dikkate alan ikinci nesil birim kök testlerinin uygulanması zorunlu hale gelmektedir. Pesaran'ın 2007 yılında geliştirdiği CADF testinde, öncelikle panelin tüm birimlerinin CADF test istatistik değerleri hesaplanmaktadır. Test istatistiğinin aritmetik ortalaması ile panel için CIPS (CrossSectionally Augmented IPS) testi istatistiği değerleri hesaplanmaktadır. CADF testi sonuçları paneli oluşturan her bir ülke için durağanlık analizi yaparken, CIPS testi sonuçları ise panelin geneli için durağanlık analizi

yapmaktadır (Yalçinkaya ve Kaya, 2017). CADF testi denklem 3.7.’deki regresyonun tahmini ile elde edilmektedir.

$$y_{it} = \beta_{1it} + \beta_{2it}X_{2it} + \beta_{3it}X_{3it} + \varepsilon_{it} \quad t = 1 \dots T \text{ ve } i = 1 \dots N \quad (3.7.)$$

N sonsuza giderken ve λ_1 ’nin ortalamasının sıfır olmadığı durumda ortak öge olan $\bar{y}_t$ ve $\bar{y}_t$ ’nin gecikmeli değerleriyle yaklaştırılabileceğini, ayrıca yatay kesitteki her bir uit ’deki olası otokorelasyon için de ortak öge olan $\bar{y}_t$ ve $\Delta\bar{y}_t$ ’nin gecikmeli değerleriyle yaklaştırılabileceğini vurgulamıştır (Pesaran,2007).

$H_0 : b_i = 0$ (durağan)

$H_1 : b_i < 0$ (durağan değildir)

CADF birim kök testi hem zaman boyutu (T) ve yatay kesit boyutunun (N) büyük olduğu yani $T>N$ hem de yatay kesit boyutunun zaman kesit boyutundan büyük olduğu durumda yani $N>T$ olmak üzere kullanılabileceğini belirtmiştir. Bu bağlamda CADF testine ait test istatistiği aşağıdaki denklem 3.8. yardımıyla hesaplanmaktadır (Pesaran, 2007).

$$t_i(N, T) = \frac{\Delta y_i \bar{M}_w y_{i,-1}}{\sqrt{\hat{\sigma}_i^2 (y_{i,-1} \bar{M}_w y_{i,-1})^{1/2}}} \quad (3.8.)$$

Tablo 3.4. Pesaran CADF Test Sonuçları

Değişkenler	Sabit	Birinci Fark	Sabit ve Trend	Birinci Fark
LNKBGSYH	4.044	-1.738**	-0.100	1.583
LNARGE	0.077	-2.757*	0.919	-0.286
LNENERGY	-2.310**	-5.502 *	1.325	-4.205 *
LNEMİSYON	-2.166**	-5.081*	-0.147	-2.682 *
LNYEK	-3.050*	-	-2.333**	-

(* , ** , *** sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir. Gecikme uzunluğu 1 seçilmiştir).

Pesaran CIPS testi, bireysel birim kök testlerinin yatay kesit ortalaması üzerinden hesaplanarak sonuç verir ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alır. Pesaran tarafından geliştirilen CIPS testi (Cross-sectionally Augmented IPS) genişletilmiş IPS testi olarak bilinir ve panel veri setlerinde birim kök varlığını test etmek için kullanılır (Koçbulut ve Altıntaş, 2016). IPS testinin kesitsel olarak arttırılmış bir hali olan CIPS ise aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$CIPS(N,T) = N^{-1} \sum_{i=1}^N t_i(N,T) \quad (3.9.)$$

Yukarıda belirtilen CADF ve CIPS test istatistik değerleri, Pesaran tarafından oluşturulan Monte Carlo simülasyonu ile hesaplanan kritik tablo değerleri ile karşılaştırılarak durağanlık hipotezlerini test etmektedir. Test istatistikleri ile tablo değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, CADF ve CIPS test istatistik değerlerinin kritik tablo değerlerinden büyük olması durumunda, H_0 hipotezi reddedilir. Böylece, serinin durağan olduğunu ifade eden H_1 hipotezi kabul edilir (Gençoğlu ve diğ., 2020). Denklem 3.9.'da hesaplanan CIPS istatistiği, uygun kritik değerlerle karşılaştırılarak birim kök varlığı test edilmekte ve durağanlık hipotezleri sınanmaktadır.

Tablo 3.5. Pesaran CIPS Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	Sabit	Birinci Fark	Sabit ve Trend	Birinci Fark
LNKBGSYH	-0.877	-2.819*	-1.830	-2.876*
LNARGE	-1.705	-3.127*	-1.998	-3.200*
LNENERGY	-2.594*	-	-2.504	-4.176*
LNEMİSYON	-2.495*	-	-2.598***	-4.134*
LNYEK	-2.403*	-	-2.745**	-

(*, **, ***, sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir. Gecikme uzunluğu 1 seçilmiştir.)

Tablo 3.5.'deki sonuçlara göre, LNKBGSYH ve LNARGE değişkenleri hem sabitli hem trendli modelde birinci farkta durağan olduğu görülmektedir. LNEMİSYON ve LNYEK değişkenleri düzey seviyesinde durağandır. LNENERGY değişkeni sabitli modelde düzey seviyesinde durağan iken trendli modelde birinci farkta durağandır. Her iki birim kök test sonuçlarına göre, değişkenlerin farklı seviyelerde durağan olduğu görülmüş ve bu durumda Panel CS ARDL modeli yapılmasının daha uygun olduğuna karar verilmiştir.

3.6. Panel CS ARDL Modeli (Cross-Sectionally Augmented ARDL)

Panel CS ARDL modeli yatay kesitler arasında var olabilecek bağılılıkları dikkate alır ve oluşabilecek sapmaların düzeltilmesine olanak tanır. Model hem kısa hem uzun dönem ilişkileri tahmin edebilmekte olup gecikmeli bağımlı ve bağımsız değişkenleri de içerebilir. Kesitsel olarak genişletilmiş ARDL modeli aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Chudik ve Pesaran 2015).

$$y_{it} = c_{yi}^* + \sum_{l=1}^{p_y} \varphi_{il} y_{i,t-l} + \sum_{l=0}^{p_x} \beta'_{il} x_{i,t-l} + \sum_{l=0}^{p_z} \psi'_{il} \bar{z}_{t-l} + e_{it}^* \quad (3.10.)$$

Denkleimde, $\bar{z} = (\bar{y}_t, \bar{x}_t)$, $p\bar{z} = (T^{\frac{1}{3}})$, $\bar{y}_t = N^{-1} \sum_{i=t}^N y_{it}$ ve $\bar{x}_t = N^{-1} \sum_{i=t}^N x_{it}$ olarak tanımlanmaktadır. Ortalama grup katsayıları, bireysel katsayıların aritmetik ortalaması alınarak belirlenir. Bu tahmincilerin geçerli olabilmesi için, yatay kesit ortalamalarının sayısının, gözlemlenmemiş ortak faktörlerin sayısından en az bir fazla olması gerekir. Uygulamada gözlenmemiş ortak faktörlerin sayısı bilinmediğinden, $p\bar{z}$ 'nin $T^{1/3}$ 'e eşit olacak şekilde belirlenmesinin uygun olacağı belirtilmiştir. $T^{1/3}$ yatay kesit ortalamalarının gecikme sayısını belirlemektedir (Gedikoğlu,2020). Aşağıdaki Tablo 3.6. Panel CS ARDL test sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 3.6. Panel CS ARDL Test sonuçları

Kısa Dönem Tahmin Sonuçları	Katsayı	P> I z I
LNARGE	0.066	0.485
LNENERGY	0.306	0.004
LNEMİSYON	0.240	0.000
LNYEK	-0.029	0.673
Uzun Dönem Tahmin Sonuçları	Katsayı	P> I z I
LNARGE	0.028	0.694
LNENERGY	0.525	0.001
LNEMİSYON	0.243	0.000
LNYEK	0.001	0.986

Tablo 3.6.'da verilen sonuçlara göre, kısa dönemde enerji verimliliği ve net sera gazı emisyonu değişkenleri istatistiksel olarak anlamlı ve pozitifdir. Enerji verimliliği ve net sera gazı emisyonu değişkenlerindeki yüzde bir birimlik artış, kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasılda sırasıyla %0,30 ve %0,24 artışa neden olmaktadır. Diğer taraftan, yenilenebilir enerji kaynaklarından gelen enerjinin payı ve AR-GE harcamalarının gayrisafi yurtiçi hasıla içindeki payı değişkenleri kısa dönemde kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip değildir.

Uzun dönemli katsayı sonuçlarına göre, enerji verimliliği ve net sera gazı emisyonu değişkenleri istatistiksel olarak anlamlı ve pozitifdir. Uzun dönemde, enerji verimliliği ve net sera gazı emisyonu değişkenlerindeki yüzde bir birimlik artış, kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla 'da sırasıyla %0,52 ve %0,24 artışa neden olmaktadır. Diğer taraftan, yenilenebilir enerji kaynaklarından gelen enerjinin payı ve AR-GE harcamalarının gayrisafi yurtiçi hasıla içindeki payı değişkenleri uzun dönemde de kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip değildir.

Hata düzeltme teriminin -0.95 olması, modelin uzun dönem dengesine hızlı bir şekilde geri döndüğünü göstermektedir. Bu değer, kısa dönemli sapmaların %95'inin bir yıl içinde düzeltilerek sistemin tekrar uzun dönem dengesine ulaştığını ifade eder. Dolayısıyla modelde kısa vadeli dengesizlikler hızla giderilmekte ve dengeye dönüş süreci oldukça hızlı gerçekleşmektedir.



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Enerjinin hayatımızın her alanında vazgeçilmez bir rol aldığını ve her geçen gün giderek bağımlı hale geldiğini belirtmek gerekmektedir. İnsanların enerji kullanım ihtiyacının bu kadar arttığı bir dünyada ülkelerin kendi enerjilerini sürdürülebilir bir hale getirmeleri yenilenebilir enerji kaynaklarına olan önemi vurgulamaktadır. Enerji, ekonomiler için hayati bir öneme sahip olmakla birlikte ekonominin temel girdisi konumunda da yerini almaktadır.

Ülkeler enerji ihtiyacını karşılamak için yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları kullanmaktadırlar. Yenilenemeyen enerji kaynaklarına ulaşımın daha kolay olması, bu enerji türlerinin geniş bir kullanım alanı bulmasına neden olmaktadır. Ayrıca, bu kaynakların maliyeti yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla genellikle daha düşüktür. Bu durum, kullanıcıların yenilenemeyen enerji kaynaklarını tercih etmelerine yol açmaktadır. Ancak, bu enerji kaynaklarının kullanımının çevre kirliliği yaratması önemli bir sorundur. Atmosfere salınan zararlı gazlar ve diğer kirlleticiler, doğaya ve insan sağlığına olumsuz etkilerde bulunmaktadır. Bunun yanında, yenilenemeyen enerji kaynakları sınırlı olduğu için, bu kaynaklar hızla tükenmektedir. Kaynakların hızla tükenme tehlikesinin fark edilmesi ve bu konuda bilinçlenmenin yaygınlaşması, toplumları ve devletleri farklı enerji alternatiflerine yönlendirmektedir. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı hem zorunlu hem de kaçınılmaz bir hale gelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, doğaya daha az zarar vermekte ve uzun vadede daha sürdürülebilir bir enerji seçeneği sunmaktadır.

Bu çalışmada yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir büyüme arasındaki ilişki 27 AB ülkeleri için 1995-2020 yılları arası alınan verilerden hareketle Panel CS ARDL modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın 1995-2020 yılları arasında incelenmesi, model için alınan verilerin bu yıllar itibarıyla başlayıp son bulmasından kaynaklı olup çalışmanın kısıtı arasında yer almaktadır. Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı daha önce bu konu ile ilgili yapılan çalışmalarda Panel CS ARDL modelinin uygulanmamış olmasıdır. Panel CS ARDL modeli, kısa ve uzun dönemli etkiler, kesitler arası etkileşim, eşbütünleşme ve heterojenlik gibi konuları dikkate alarak daha doğru ve ayrıntılı analiz imkânı sunar. Elde edilen bulgulara göre, enerji verimliliği ve ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Yani enerji verimliliği arttıkça ekonomik büyüme de artmaktadır. Yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynaklarından gelen enerji payının artması ekonomik büyümeyi doğrudan etkilemediğini göstermektedir. Net sera gazı emisyonları ile ekonomik

büyüme arasında ise pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Bu durum sera gazı emisyonları arttıkça ekonomik büyümenin de arttığının göstermektedir. AR-GE harcamalarının gayrisafi yurtiçi hasıla içindeki payının ekonomik büyüme üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmadığı tespit edilmiştir.

Enerji verimliliği ve ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki bulunması daha az enerji ile daha fazla üretim yapabilmenin ekonomik büyümeye katkı sağladığını göstermektedir. enerji verimliliğini artırmak kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlayarak maliyetleri düşürmektir. Bu enerji verimliliğine yönelik yatırımların ekonomik büyümeyi desteklediğini göstermektedir. Yenilenebilir enerji kullanımının artmasının ekonomik büyüme üzerinde anlamlı bir etkisinin olmaması yenilenebilir enerjinin henüz ekonomik büyüme açısından doğrudan bir kaldıraç işlevi görmediğini düşündürmektedir. Bunun nedenleri arasında yenilenebilir enerji yatırımlarının geri dönüş sürelerinin uzun olması veya bu teknolojilerin henüz ekonomik büyümeyi hızlandıracak kadar güçlü bir etki oluşturmaması yer alabilir. Net sera gazı emisyonları ve ekonomik büyüme arasındaki bu pozitif ve anlamlı ilişki geleneksel üretim ve tüketim süreçlerinin karbon yoğunluğunu artırarak ekonomik büyümeyi desteklediğini göstermektedir. Bu durum fosil yakıtlara dayalı enerji tüketiminin hala ekonomik büyüme ile güçlü bir ilişkisi olduğunu ve bu sistemin daha fazla emisyonu sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak bu ilişki çevresel sürdürülebilirlik açısından uzun vadede sorun oluşturabileceğinden büyüme ile çevreye zarar vermeyen enerji kaynakları arasında denge sağlamak önemli bir hedef olmalıdır. AR-GE harcamalarının gayrisafi yurtiçi hasıla içindeki payının ekonomik büyüme ile ilişkisinin anlamlı bir etki sahip olmaması mevcut AR-GE yatırımlarının ekonomik büyümeyi doğrudan arttıracak düzeyde olmadığını veya uzun vadeli etkilerin henüz tam olarak çıkmadığını edebilmektedir. AR-GE harcamalarının gayrisafi yurtiçi hasıla içindeki payının büyüme üzerinde etkisini arttırmak için yenilikçi ve üretken alanlara AR-GE yatırımlarının teşvik edilmesi ekonomik büyümeye daha hızlı katkı sağlamasını destekleyebilir.

Her ne kadar yenilenebilir enerji kaynaklarından gelen enerjinin payı ve AR-GE harcamalarının gayrisafi yurtiçi hasıla içindeki payı ekonomik büyüme üzerinde anlamlı olmasa da , yenilenebilir enerjinin büyüme üzerindeki etkisini artırmak için, yatırım maliyetlerini düşürmek ve verimliliği artırılması amacıyla teknoloji geliştirme çalışmalarına önem verilmelidir. Örneğin, güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir kaynaklara yönelik daha verimli enerji üretim teknolojilerinin geliştirilmesi bu alanda yapılan AR-GE çalışmalarıyla desteklenebilir. Böylece yenilenebilir enerjinin ekonomiye daha büyük bir katkı sağlanması mümkün hale gelir.

AR-GE faaliyetlerinin ekonomik büyümeye katkısını artırmak için, fonları stratejik sektörlerle ve yenilikçi projelere yönlendirmek önemlidir. Özellikle yüksek katma değerli ürün ve teknolojilere yönelik AR-GE yatırımlarının artırılması büyüme üzerindeki etkisini güçlendirebilir. Örneğin, yeşil teknolojiler, biyoteknoloji, dijital dönüşüm gibi alanlara yapılan AR-GE harcamaları hem yenilenebilir enerji sektörünü destekleyebilir hem de genel ekonomik büyümeye katkı sağlayabilir. Yenilenebilir enerji ve AR-GE yatırımlarının büyümeye etkisini artırmak için kamu ve özel sektör işbirlikleri güçlendirilmelidir. Devlet, bu alanlarda özel sektör yatırımlarını teşvik etmek için vergi indirimleri, uzun vadeli kredi imkanları gibi teşvikler sunabilir. Kamu destekli projelerle yenilenebilir enerji ve AR-GE faaliyetleri büyümeyi teşvik eden bir unsur haline gelebilir. Bu politika önerileri ile yenilenebilir enerji kaynaklarından gelen enerjinin payı ve AR-GE harcamalarının gayrisafi yurtiçi hasıla içindeki payı için ekonomik büyümenin sürdürülebilir bir şekilde uzun vadeli ekonomik kalkınmaya katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Ağaçbiçer, G. (2010). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan Swot Analizler* [Yüksek Lisans Tezi]. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- Adıgüzel, G. (2018). *Avrupa Birliği'nin Yenilenebilir Enerji Dinamikleri ve Türkiye'nin Uyumunu* [Yüksek Lisans Tezi]. Başkent Üniversitesi.
- Akpınar, E., & Başbüyük, A. (2011). Jeoekonomik Önemi Giderek Artan Bir Enerji Kaynağı: Doğalgaz. *Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, Volume 6/3 Summer 2011, p. 119-136.
- Akusta, E. (2019). *Yenilenebilir Enerji, Büyüme ve Çevre İlişkisi: Türkiye Örneği* [Yüksek Lisans Tezi]. Kırklareli Üniversitesi.
- Alagöz, M. (2004). Sürdürülebilir Kalkınmanın Paradigması. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 4(8), 1-23.
- Bal, O. (2017). Sürdürülebilir Ekonomik Büyüme Kavramına Teorik Bakış. *International Conference on Eurasian Economies*, ss. 348-354.
- Baş, B. (2019). *Sürdürülebilir Büyüme-Kalkınma Hedefi Doğrultusunda Kritik Eşik Yenilenebilir Enerji: Türkiye Ekonomisi Üzerine Bir Değerlendirme* [Yüksek Lisans Tezi]. Kafkas Üniversitesi.
- Bayraç, H. N. (2011). Küresel Rüzgar Enerjisi Politikaları ve Uygulamaları. *İİBF Dergisi*, XXX (1):37-57.
- Bozkurt, S., & Tür, R. (2015). Dünyada ve Türkiye’de Hidroelektrik Enerji, Gelişimi ve Genel Değerlendirme. *Su Yapıları Sempozyumu Kitabı*, s. 322-330.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The review of economic studies*, 47(1), 239-253.
- Chudik, A., & Pesaran, M. H. (2015). Common correlated effects estimation of heterogeneous dynamic panel data models with weakly exogenous regressors. *Journal of Econometrics*, 188(2), 393- 420.
- Clean Energy Wire. (04.11.2023) <https://www.cleanenergywire.org/news/qa-why-germany-phasing-out-nuclear-power-and-why-now>
- Dalkır, Ö., & Şeşen, E. (2011). *Çevre ve temiz enerji: Hidroelektrik*. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Eniş, A. (2003). Enerji Politikaları ile Yerli, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları. *TMMOB Türkiye IV. Enerji Sempozyumu Bildirileri*, Ankara.
- Farhani, S. (2013). Renewable energy consumption, economic growth and CO2 emissions: Evidence from selected MENA countries. *IPAG Working Paper Series*, Cilt 1, No.2, s. 24-41.

- Gençoğlu, P., Kuşkaya, S., & Büyüknalbant, T. (2020). Seçilmiş OECD Ülkelerinde Sağlık Harcamalarının Sürdürülebilirliğinin Panel Birim Kök Testleri ile Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, Cilt 75, s. 1283 – 1297.
- Gedik, Ö. T. (2015). *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi .
- Gedikoğlu, B. (2020). *OECD Ülkelerinde Balassa Samuelson Hipotezinin Test Edilmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Pamukkale Üniversitesi.
- Gökçe, C. (2014). Önemli Bir Enerji Girdisi Olan Petrolün Ekonomik Kalkınma Sürecindeki Rolü. *AKÜ İİBF Dergisi*, XVI (1): 143-153.
- Gülsaç, I. I. (2009). Okyanuslardan Gelen Enerji, Dalga Enerjisi. *Bilim ve Teknik Dergisi*, Sayfa: 58-61.
- IEA. (28.09.2024) <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-coal-consumption-2000-2025>
- IEA. (2024) <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/growth-in-global-oil-demand-by-region-2013-2023>
- IEA. (2023) <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/natural-gas-demand-by-region-in-the-stated-policies-scenario-2000-2050>
- İrena. (20.07.2024) <https://www.irena.org/Search?contentType=8632933e-7fb6-4dbe-8407-fe1354cdc20d&orderBy=Date>
- Kapluhan, E. (2014). Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye’deki Kullanım Durumu. *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı: 30, ss.97-125.
- Karademir, T. (2022). *Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi: G20 Örneği* [Yüksek Lisans Tezi]. Hasan Kalyoncu Üniversitesi.
- Karagöl, E. T., & Kavaz, İ. (2017). Dünya ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji. *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı*,(197):1-13.
- Kıncay, O., Utlu, Z., Ağustos, H., Akbulut, U., & Açıkgöz, Ö. (2009). Combinig Trend OF Renewable Energy Sources. *Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, (27): 60-82.
- Kaya, B. (2023). *Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği* [Yüksek Lisans Tezi]. Fırat Üniversitesi.
- Koçbulut, Ö., & Altıntaş, H. (2016). İkiz Açıklar ve Feldstein-Horioka Hipotezi: OECD Ülkeleri Üzerine Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Yapısal Kırılmalı Panel Eşbütünleşme Analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*(48), 145-174.
- Kula, M. (2023). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Ekonomik Büyüme Etkisi: Türkiye Örneği*. [Yüksek Lisans Tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi.

- Mercan, M. (2014). Feldstein-Horioka Hipotezinin AB-15 ve Türkiye Ekonomisi için Sınanması: Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Yapısal Kırılmalı Dinamik Panel Veri Analizi. *Ege Akademik Bakış*, 14(2), ss.231-245.
- Pesaran, M. H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels. *University of Cambridge Working Paper*, 0435.
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of crosssection dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312.
- Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross Section Independence. *The Econometrics Journal*, 11(1), pp. 105–127.
- Sağlam, M., & Uyar, T. S. (2005). Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli. *Elektrik Mühendisleri Odası*, 1-5.
- Seydioğulları, H. S. (2013). Sürdürülebilir Kalkınma için Yenilenebilir Enerji. *Planlama* 2013;23(1):19-25.
- Şengelen, H. E. (2016). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Panel Veri Analizi ile İncelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Tabii Kaynaklar Daire Başkanlığı. (22.07.2024) https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/TKDB/tr/Komur/komur_nedir.pdf
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (22.07.2024) <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-nukleer-enerji>
- T.C. Dışişleri Bakanlığı. (23.07.2024) <https://www.mfa.gov.tr/surdurulebilir-kalkinma.tr.mfa>
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (22.09.2024) <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-biyokutle>
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (28.09.2024) <https://enerji.gov.tr/bilgimerkezi-tabiiKaynaklar-komur>
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı . (22.07.2024) <https://www.tki.gov.tr/enerji-ve-komur>
- Ozmehmet, E. (2008). Dünyada ve Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 3(12), 1853-1876.
- Özşahin, Ş., Mucuk, M., & Gerçek, M. (2016). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi* 4/4 , 111-130.
- UNDP. (23.07.2024) <https://www.kureselamaclar.org/>
- UNDP. (03.10.2024) <https://www.undp.org/tr/node/12306>
- Uysal, Ö. (2013). Sürdürülebilir Büyüme Kavramının Çevre ve Ekonomik Boyutlarının Ayırıştırılması. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, Yıl:2013, C:5, S:2, s. 111-118.

- Usta, C. (2019). *Nükleer Enerji Tüketimi ve Ekonomik Performans Arasındaki İlişki: Panel Veri Analizi* [Yüksek Lisans Tezi]. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi.
- Üstün, A. K., Apaydın, M., Başaran, F. Ü., & Kurban, M. (2009). Kyoto Protokolü Kapsamında Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikalarına Genel Bir Bakış. *Paper presented at the 5.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, Diyarbakır.
- Varınca, K. B., & Gönüllü, M. T. (2006). Türkiye'de güneş enerjisi potansiyeli ve bu potansiyelin kullanım derecesi, yöntemi ve yaygınlığı üzerine bir araştırma. *I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi*, s. 270-275, Eskişehir.
- Yıldırım, K., Mercan, M., & Kostakoğlu, S. F. (2013). Satın Alma Gücü Paritesinin Geçerliliğinin Test Edilmesi: Zaman Serisi ve Panel Veri Analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(3), 75-96.
- Yılmaz, M. (2012). Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi* 4(2), 33-54.
- Yapıcı, H. (2019). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Akıllı Şebekelere Entegrasyonu İçin Yeni Bir Optimizasyon Metodunun Geliştirilmesi* [Doktora Tezi]. Konya Teknik Üniversitesi.
- Yalçınkaya, Ö., & Kaya, V. (2017). Doğal İşsizlik Oranı mı Yoksa; İşsizlik Histerisi mi? OECD Ülkeleri için Yeni Nesil Panel Birim Kök Testlerinden Kanıtlar (1980-2015). *Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 17 (33), 1-18.
- Yavilioğlu, C. (2002). Kalkınmanın Anlambilimsel Tarihi ve Kavramsal Kökenleri. *C. Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt:3, Sayı:1, ss:59-77.
- Ziyadlı, A. (2021). *Yenilenebilir Enerji Üretiminin Ekonomik Büyümeye Etkisi: Türkiye Örneği* [Yüksek Lisans Tezi]. Erciyes Üniversitesi.

ÖZGEÇMİŞ

İlk ve orta öğrenimini Yalova’da tamamladı. 2017 yılında girdiği Yalova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümünden 2021 yılında mezun oldu. 2021 yılından beri Yalova Üniversitesi Ekonomi Bölümünde yüksek lisans eğitimi almaktadır.

TEZDEN TÜRETİLEN YAYIN VE ESERLER

Kalabak, A. Y., & Güneş, E. Y. (2024, Temmuz). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Sürdürülebilir Büyüme Arasındaki İlişki: AB Örneği (1995-2020)*, 10 th International New York Academic Research Congresses On Social, Humanities, Administrative, and Educational Sciences Proceddings Book 2024, Türkiye.

