

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İKTİSAT ANA BİLİM DALI

YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ VE ÇEVRE İLİŞKİSİ: YENİ
SANAYİLEŞEN ÜLKELER ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS

Ebru DİKTAŞ

MAYIS-2025
GÜMÜŞHANE



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

İKTİSAT ANA BİLİM DALI

**YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ VE ÇEVRE İLİŞKİSİ: YENİ
SANAYİLEŞEN ÜLKELER ÖRNEĞİ**

**THE RELATIONSHIP BETWEEN RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION
AND THE ENVIRONMENT: THE CASE OF NEWLY INDUSTRIALIZED
COUNTRIES**

YÜKSEK LİSANS

Ebru DİKTAŞ

**MAYIS-2025
GÜMÜŞHANE**



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

İKTİSAT ANA BİLİM DALI

**YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ VE ÇEVRE İLİŞKİSİ: YENİ
SANAYİLEŞEN ÜLKELER ÖRNEĞİ**

**THE RELATIONSHIP BETWEEN RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION
AND THE ENVIRONMENT: THE CASE OF NEWLY INDUSTRIALIZED
COUNTRIES**

YÜKSEK LİSANS

Ebru DİKTAŞ

Danışman: Doç. Dr. Mehmet AKYOL

**MAYIS-2025
GÜMÜŞHANE**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Çevre İlişkisi: Yeni Sanayileşen Ülkeler Örneği**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmalarını kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi'nin lisanslı kullanıcısı olduğu intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

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

22/05/2025

Ebru DİKTAŞ

Adı Soyadı

TEŞEKKÜR

Enerji, küresel ekonomik gelişim ve sürdürülebilirlik açısından giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının artırılması ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişki, günümüz dünyasında kritik bir konu haline gelmiştir. Bu doğrultuda öncelikle konu seçiminde ve çalışmanın her aşamasında bana yol gösteren, değerli katkılarını esirgemeyen, danışmanlık desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen kıymetli hocam Doç. Dr. Mehmet AKYOL'a, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte, her zaman yanımda olan ve bana maddi manevi her türlü desteği veren sevgili annem Hülya DİKTAŞ ve babam Mustafa DİKTAŞ'a; sabırları, sevgileri ve sonsuz destekleri için minnettarım. Onların varlığı, bu çalışmanın her aşamasında en büyük güç kaynağım olmuştur.

Ebru DİKTAŞ
GÜMÜŞHANE-2025

ÖZET

Son yıllarda çevresel sorunların artması ve sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı giderek önem kazanmıştır. Bu çalışma, yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel ilişki boyutunu incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, 2000-2021 yılları arasında 10 yeni sanayileşmiş ülke örnek alınarak ekolojik ayak izi, yenilenebilir enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımlar ve Gayri Safi Yurtiçi Hasıla arasındaki ilişki analiz edilmiştir.

Çalışmada ekonometri yöntemlerinden panel veri analizi, özellikle Pesaran CADF, Breusch-Pagan LM testi, Homojenlik testi, Westerlund eşbütünleşme testi ve Rassal Katsayılar Modeli kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda bulgular olarak; yenilenebilir enerji tüketiminin ekolojik ayak izini azalttığı ancak ekonomik büyümenin ekolojik ayak izini artırdığını ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar, çevresel sürdürülebilirlik hedefleriyle ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Sürdürülebilirlik, Ekolojik ayak izi, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, Yeni sanayileşen ülkeler, Yenilenebilir enerji.

SUMMARY

In recent years, in line with the increase in environmental problems and sustainability goals, the use of renewable energy sources has become increasingly important. This study aims to examine the environmental relationship dimension of renewable energy consumption. In the study, the relationship between ecological footprint, renewable energy consumption, foreign direct investments and Gross Domestic Product was analyzed by taking the example of 10 newly industrialized countries between 2000 and 2021.

In this study, panel data analysis was employed as an econometric method, with a particular focus on the Pesaran CADF unit root test, the Breusch-Pagan LM test, the homogeneity test, the Westerlund cointegration test, and the Random Coefficients Model. The empirical findings reveal that renewable energy consumption contributes to a reduction in the ecological footprint, whereas economic growth leads to an increase in it. These results are significant for enhancing our understanding of the complex relationship between environmental sustainability goals and economic development.

Anahtar Kelimeler: Environmental sustainability, Ecological footprint, Gross Domestic Product, Newly industrialized countries, Renewable energy.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET.....	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLolar DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XII
1. GİRİŞ	1
2. KAVRAMSAL VE TEORİK ÇERÇEVE	3
2.1. Enerji Kavramı	3
2.2. Enerji Arz ve Talebini Etkileyen Faktörler.....	6
2.3. Kaynaklarına Göre Enerji Çeşitleri.....	8
2.3.1. Fosil Kaynaklar	9
2.3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	14
2.3.2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Avantajları	18
2.3.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Dezavantajları.....	20
2.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Etkileri	21
2.4.1. Sosyal Etkiler	21
2.4.2. Ekonomik Etkiler	22
2.4.3. Çevresel Etkiler.....	22
2.5. Enerji ve Ekonomi İlişkisi.....	22
2.6. Ülkeler Açısından Yenilenebilir Enerji Kullanımının Önemi	25
3. YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ VE ÇEVRE İLİŞKİSİ: YENİ SANAYİLEŞEN ÜLKELER.....	27
3.1. Enerji Üretimi ve Tüketiminin Çevresel Boyutu	27
3.2. Çevresel Bozulma ve Çevresel Bozulmanın Nedenleri	29
3.3. Çevresel Bozulmanın Ölçülmesi.....	31
3.3.1. Ekolojik Ayak İzi	32
3.3.2. Biyolojik Kapasite.....	34

3.3.3. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi	35
3.4. Uluslararası Çevresel Bozulmayı Önlemeye Yönelik Yaklaşımlar	36
3.4.1. Roma Kulübü	37
3.4.2. Kyoto Protokolü	37
3.4.3. Paris İklim Anlaşması	37
3.4.4. Birleşmişler Milletler Çevre Konferansı	38
3.5. Yenilenebilir Enerji ve Çevresel Sürdürülebilirlik	39
3.6. Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Yeni Sanayileşen Ülkeler.....	41
4. YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ VE ÇEVRE İLİŞKİSİ: AMPİRİK BİR ANALİZ.....	44
4.1. Literatür Taraması.....	45
4.2. Veri Seti ve Metodoloji.....	55
4.2.1. Panel Veri Analizi	56
4.3. Ampirik Analiz.....	56
4.3.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Analizi.....	56
4.3.2. Panel Birim Kök Testi.....	57
4.3.3. Homojenlik Testi.....	58
4.3.4. Westerlund Panel Eşbütünleşme Testi	59
4.3.5. Rassal Katsayılar Modeli Testi	61
4.4. Ampirik Analiz Sonuçları	61
5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	69
KAYNAKÇA	71
ÖZGEÇMİŞ	86

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Modelde Kullanılan Değişkenler	56
Tablo 2. Breusch-Pagan (1980) LM testi sonuçları	62
Tablo 3. CADF Birim Kök Test Sonuçları	62
Tablo 4. Homojen Test Sonuçları	63
Tablo 5. Westerlund Panel Eşbütünlüşeme Test Sonuçları	63
Tablo 6. Rassal Katsayılar Modeli Testi Panel Sonuçları.....	64
Tablo 7. Rassal Katsayılar Modeli Testi Ülke Sonuçları.....	65



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Ülkelere Göre Ham Petrol Rezervleri.....	12
Şekil 2. Ülkelere Göre Doğal Gaz Rezervleri.....	14
Şekil 3. Ekolojik Ayak İzi Bileşenleri.....	33
Şekil 4. Çevresel Kuznets Eğrisi.....	36



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ARDL	: Autoregressive Distributed Lag Bound Test
BM	: Birleşmiş Milletler
BRICS	: Brasil, Russia, India, China, South Africa
CADF	: Cross-Sectionally Augmented Dickey-Fuller
CIPS	: Cross-Sectionally Augmented IPS
CO ₂	: Karbon Dioksit
DFDI	: Directly Foreign Direct Investment
EKC	: Environmental Kuznets Curve
GLS	: Generalized Least Squares
GMM	: Hazırlayan
GRA	: kilometre
GSYH	: Gayrı Safi Yurtiçi Hasıla
HA	: Hektar
HIC	: Highly Industrialized Countries
IEA	: International Energy Agency
LM	: Liquidity-Money
HA	: Hektar
MMQR	: Method of Moments Quantile Regression
NARDL	: Nonlinear Autoregressive Distributed Lag
NIC	: New Industrialized Countries
OECD	: Organisation for Economic Co-Operation and Development
OLS	: Ordinary Least Squares
OPEC	: Organization of Petroleum Exporting Countries
RCM	: Random Coefficients Model
SAARC	: South Asian Association for Regional Cooperation
UNEP	: United Nations Environment Programme
VECM	: Vector Error Correction Model
WLMC	: Wavelet Local Multiple Correlation

1. GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynakları, günümüzde küresel enerji ihtiyacını karşılamak için giderek daha önemli bir yer tutmaktadır. Fosil kaynakların çevresel etkilerinin giderek daha fazla hissedildiği bir dönemde, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla yenilenebilir enerjiye geçiş hem ekonomik hem de ekolojik açıdan kritik bir hal almıştır. Bu dönüşüm süreci, özellikle yeni sanayileşen ülkeler için büyük bir fırsat ve aynı zamanda önemli bir zorluk teşkil etmektedir. Bu ülkeler, ekonomik büyüme hedefleri doğrultusunda enerji tüketimini artırırken, çevresel etkilerini en aza indirmek için sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelme ihtiyacı duymaktadır.

Yeni sanayileşen ülkelerde fosil kaynaklara dayalı enerji tüketimi, ekolojik ayak izinin artmasına ve biyolojik kapasitenin tükenmesine yol açmaktadır. Ekolojik ayak izi, bu ülkelerde sanayi ve ulaşım sektörlerinin büyümesi ile doğrudan ilişkilidir ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir gösterge olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, fosil kaynakların yerine alternatif çözümler sunarak çevresel etkilerin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji, sera gazı emisyonlarını azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda doğanın biyolojik kapasitesini koruma açısından da kritik bir rol oynamaktadır.

Bu bağlamda, çevresel sürdürülebilirlik, yalnızca enerji tüketiminin türüne bağlı değil, aynı zamanda enerji üretiminin ve tüketiminin toplumsal ve ekonomik etkilerine de odaklanmayı gerektiren bir sorundur. Yenilenebilir enerji kaynakları, güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve biyokütle gibi çeşitli seçenekler sunarak, fosil kaynakların yol açtığı sera gazı emisyonlarını azaltmaya yardımcı olmaktadır. Bu kaynakların etkin kullanımı hem enerji güvenliğini artırırken hem de çevresel sürdürülebilirliği sağlamaktadır. Ancak, yenilenebilir enerjiye geçiş, yeni sanayileşen ülkeler için maliyetler, teknoloji erişimi ve altyapı gibi çeşitli zorlukları beraberinde getirmektedir.

Bu çalışma, yenilenebilir enerji tüketimi ve çevre ilişkisini yeni sanayileşen ülkeler özelinde analiz ederek, enerji politikalarının çevresel etkilerin azaltılması ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasındaki rolünü incelemektedir. Çalışma, aynı zamanda bu ülkelerdeki enerji geçiş sürecinin ekonomik ve çevresel sonuçlarını değerlendirirken, küresel ölçekte sürdürülebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması için gerekli olan stratejik adımları tartışmayı hedeflemektedir.

Bu çalışmada 2000-2021 dönemi ele alınmakta ve 10 yeni sanayileşmiş ülkeyi (Brezilya, Çin, Hindistan, Endonezya, Meksika, Malezya, Filipinler, Güney Afrika, Tayland, Türkiye) kapsamaktadır. Toplam üç bölümden oluşan çalışmanın birinci bölümünde, enerji kavramsal olarak ele alınmış ve enerji etkileyen faktörler detaylı bir biçimde incelenmiştir. İkinci bölümde, yenilenebilir enerji tüketimi ele alınmış ve çevresel etkileri açısından değerlendirilerek kavramsal önemli bilgilere yer verilmiştir. Daha sonra bütün bu değerlendirmeler ışığında yeni sanayileşen ülkelerin enerji açısından durumu incelenmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise, enerji kaynakları ve çevre ilişkisi açısından literatür sunulmuş ve devamında ekonometrik analize yer verilmiştir. Çalışmada öncelikle değişkenler arasındaki birimlerarası korelasyonlar Breusch-Pagan LM testi kullanılarak incelenmiş, ardından uygun bir ikinci nesil panel birim kök testi Pesaran CADF testi kullanılarak ve modelin hetorejenlik yapısı belirlenmiştir. Eşbütünleşme testi ve rassal katsayılar modeli tahmin edilerek analiz tamamlanarak sonuçlar değerlendirilerek tamamlanmıştır.

2. KAVRAMSAL VE TEORİK ÇERÇEVE

Enerji, geçmişte olduğu kadar günümüzde de önemini korumaktadır. Gelişen dünyada küreselleşmenin de etkisiyle artan nüfus, teknolojik ilerlemeler, şehirleşme ve sanayileşmenin hız kazanması enerjiye olan ihtiyacı arttırmaktadır. Bu bölümde enerji, kavramsal açıdan değerlendirilmekte, enerji arz ve talebi etkileyen faktörler ve kaynaklarına göre enerji çeşitleri açıklanmakta, bu bağlamda fosil ve yenilenebilir enerji kaynakları tanımlanmaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının avantaj ve dezavantajları hakkında bilgi verilerek, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkileri incelenmektedir. Daha sonra, özellikle son yarım yüzyıllık dönemde küresel ölçekte ekonomik büyümenin hızlandırılması gerektiği algısı dikkate alınarak enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi ile ilgili görüşlere yer verilmektedir. Son olarak da gelişmekte olan ülkelerin yenilenebilir enerjinin önemi ve bu alandaki gelecek projeksiyonları üzerinde durulmaktadır.

2.1. Enerji Kavramı

Enerji kavramını fiziksel anlamda güç olarak tanımlanmaktadır. Enerji'nin sağladığı fiziksel durum gücü ortaya çıkarma ve bir işi yapabilmek için hareket ettirici beceri anlamına da gelmektedir. Daha kısa bir tanımla enerji, "iş yapma yeteneği" olarak da tanımlanmaktadır. Enerji hem insan gücünü artıran hem de insan gücüyle ortaya çıkan önemli kaynaklar arasında sayılmaktadır. Enerji, insanlığın ve ülkelerin geleceğini ve güvenliğini etkileyen, yönlendiren ana faktörlerden biridir. Geçmişten günümüze önemi git gide artmakta olan enerji ekonomik, kültürel ve sosyal yaşamın belirleyici unsurları arasında görülmektedir (Türkoğlu, 2021: 3).

Enerji, insanlık tarihinin başlangıcından günümüze kadar gündelik hayatta insanların yaşamlarını devam ettirmeleri için önemli ihtiyaçlar arasında görülmüştür. İnsanlığın ilk başlangıcın da fiziksel gücü hareket ettirici özellik olarak görülse de günümüzde yerini teknolojinin gelişmesiyle daha farklı boyutlara taşımıştır. Teknoloji'nin gelişmesi enerjiye olan talebi artırmıştır. Yaşanan bu artış beraberinde değişimi de getirmiştir. Tüm bu değişimin sebepleri olarak; ekonomide yaşanan gelişmeler, ülkelerin dışa olan bağımlılığını azaltmak istemeleri, son dönemler de yaşanan iklim değişimleri, insanların refahlarını artırmak, teknolojiyi çevre yararına kullanmak ve gelecek dönemlere iyi yaşam standartları sağlamak istemeleridir (Soylu ve Türkay, 2005: 1).

Ekonomik ve sosyal gelişmenin temel faktörleri arasında sayılan enerji, insan hayatı için önemli, her türlü faaliyetlerin gerçekleştirilmesi, üretimin yapılabilmesi için gerekli görülmektedir. Başta gelişmekte olan ülkeler olmak üzere birçok ülke enerji kaynaklarının kullanımına ihtiyaç duymaktadır. Ülkeler ekonomik geleceklerini güvenilir enerji kaynaklarıyla ulus ve uluslararası politikalar geliştirerek gerçekleştirmek istemektedirler. Ülke yararına geliştirilen bu politikalar uygulanarak enerjide verimliliğin artırılması amaçlanmaktadır (Erdoğan, 2020: 277-303).

Sanayi devrimiyle başlayan endüstriyel alanda artan üretim aynı zamanda enerji tüketimini de artırmıştır. Artan enerji tüketimi yeni ihtiyaçlar doğurmuş ve ihtiyaçların karşılanması için de yeni enerji arayışlarına girilmiştir. Yeni arayışlar enerji alanında giderek ülkeler arasında artan bir rekabete yol açmıştır. Dünya nüfusunun artışı, sanayileşme, kentleşme, yaşam standartlarının yükselmesi ve teknolojinin gelişmesine bağlı olarak enerjiye olan talep de artmıştır. Enerji tüketiminin artması kullanım alanlarını da genişletmiştir. Sanayi devrimi ile birlikte artan enerji tüketimi günümüzde ülkelerin ekonomik büyüme hedeflerini ve ekonomide üstünlük sağlamak için en etkili araçlar arasında sayılmaktadır. Enerjinin kesintisiz ve güvenli olarak tüketilmesi üretimin devamlılığına ve toplumsal kalkınmaya önemli katkılar sağlamaktadır (Demircan ve Turhan, 2023: 155-174).

Enerji kaynakları ve ekonomik büyüme birbirleri ile ilişkili olduğu gözlemlenmektedir. Enerji, tüm üretimlerin aşamasında önemli bir üretim faktörü ve ekonomik büyümenin ana kaynağı olarak kabul edilmektedir. Enerjiye olan talebin artması aynı zamanda ekonomik büyümede artışı sağlamaktadır. Bu durumun tam tersi de geçerlidir. Enerji tüketiminin artması enerji ithalatında artışa enerji kaynağı açığı olan ülkelere bu durum da ekonomik büyümenin artması, katkı sağlamaktadır. Sanayi devrimi ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte enerji kullanımı da artmıştır. Enerji; Sermaye, girişim, emek gibi üretim faktörlerini de etkilemektedir. Üretim ve tüketimi etkileyen enerji, uzun dönemde ekonomik büyümeyle ilişkilidir (Mete, 2021: 1481-1495).

Sanayileşme sürecine girdikten sonra sanayi sektöründe enerji ana güç kaynağı olarak yerini almıştır. Sanayileşme süreciyle şehirleşme aşamasına girilmesi enerji kaynaklarının kullanımını hızla artırmıştır. Günlük yaşantıda enerjiyi ya doğrudan ya da çeşitli enerji kaynakları ile ekonomik büyümeye katkısı sağlanmıştır (Aydın, 2010: 317-340).

Dünyada nüfusu artan ülkelere, enerji kaynaklarının kullanımının artması bir süre sonra üretim ve tüketim açısından yetersiz kalabileceği düşünülmektedir. Özellikle fosil kaynakların gelecek dönemler için tükeneceği belirtilmektedir. Kıt kaynaklar olarak

bilinen fosil kaynaklar çevre kirliliğine ve insan sağlığına olumsuz etkilere de neden olmaktadır. Sınırlı olması ve insanların bilinçsizce kullanımını sonucunda fosil kaynakların tükenme riski taşıdığından ülkeler yeni alternatif enerji arayışları içerisine girmektedirler. Modern dünyada yaygınlaşan çevre dostu olarak bilinen yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedirler (Ürün ve Soyu, 2016: 31-45).

Günümüz modern dünyasında gelişmekte olan ülkelerde ve sürdürülebilir kalkınmaya en önemli etki eden etkenler arasında enerji görülmektedir. Enerji gelişmişliğin yanı sıra ekonomik büyümeyi etkilemektedir. Dolayısıyla enerji gelişmekte olan ülkelerin birbirleri ile rekabet etmesine de neden olmaktadır. Bu bağlamda ülkelerin birbiri ile ilişkisinin her aşamasında enerji kaynakları ihtiyaç olarak görülmektedir. Rekabet ortamında yaşanan olumsuz olaylar en çok fosil kaynak olan petrol krizi ve petrol anlaşmazlıklarından kaynaklanmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler fosil kaynakların dezavantajlarını ve bundan doğacak olası olumsuz etkilerden kurtulmak için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir (İnan vd., 2018: 11-40).

Enerjinin kullanıldığı ilk yıllarda fosil kaynaklar, teknolojiye yaşanan gelişmelerle birlikte daha az maliyetli olmalarından dolayı yaygın kullanım alanına sahip olmuştur. Ancak, 1973 yılında yaşanan petrol krizi ve sonraki yıllarda yaşanan enerji krizleri nedeniyle fosil enerji kaynaklarının tedarik aşamasında olumsuzluklar yaşanmıştır. Krizin de etkisiyle gelecek dönemler için yetersiz olacağı düşünülen fosil kaynaklar dünyada tüm bölgelerde eşit dağılmamıştır. Eşit dağılmadığından dolayı ülkeler kendi sınırları içerisinde doğada hazır bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttırmışlardır. Fosil kaynaklar dünyadaki tüm canlıların hayatını büyük oranda tehdit eder olmuştur. Bu yüzden yenilenebilir enerji kaynakları her ülke de bulunduğundan çok önemlidir (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 257-278).

Yenilenebilir enerji doğada hazır bulunan kaynaklar olup çevreye zarar vermeden enerjinin üretimi ile birlikte sürdürülebilir kalkınmayı etkilemektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları etkin ve elverişli kullanıldığında çevreye olan olumsuz etkisi ve tükenme riski bulunmamaktadır. Fosil kaynaklara göre küresel ısınma ve çevre kirliliği riski neredeyse yok denecek kadar düşük olduğundan, problem oluşturabilecek etkisi ve atık problemleri olmayıp yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı önem kazanmaktadır. Dolayısıyla fosil yakıtlara kıyasla yenilenebilir enerji günümüzde daha çok tercih edilmektedir (Dışkaya, 2017:129-150).

2.2. Enerji Arz ve Talebini Etkileyen Faktörler

Enerji arzı, ekonominin belirli bir döneminde enerji talebinin karşılanması için üretilen enerji miktarı ve enerji hizmeti anlamına gelmektedir. Enerji talebi ise, belirli bir enerji üretiminin mal ve hizmetinin tüketilmesi ve ekonomik faaliyetlerin gerçekleşmesi için tüketilen enerji miktarını ifade etmektedir. Enerji, ekonominin talep ve arz aşamasında önemli bileşenler içerisinde yer almaktadır. Enerji talebi açısından bakıldığında zaman tüketicilerin ihtiyaçlarını karşılama amacıyla tükettikleri mal, hizmet ve ürün miktarları yer almaktadır. Enerji arzı açısından bakıldığında emek, sermaye gibi bileşenler ile temel bileşen olarak üretimin kendisi yer almaktadır. Sanayi devrimi, teknolojinin gelişmesi ve nüfus artışı gibi yaşanan gelişmeler, enerji talebinde ve arzında küresel olarak hızlı artış yaşanmıştır. Dolayısıyla enerji talebini ve arzında meydana gelen artış ve azalışları fiyat, ekonomik büyüme, teknoloji, istihdam, coğrafi ve siyasi faktörler etkilemektedir (Tugal, 2014: 17-27).

Tarih boyunca medeniyetlerin gelişmesiyle birlikte insanoğlunun ihtiyaçları sürekli olarak artmakta ve artmaya devam etmektedir. Artan ihtiyaçlar doğrultusunda küresel enerji talebi hızla artmaktadır. Artan insan nüfusu, kentleşme ve modernleşme ve ekonomik büyümeden dolayı küresel ölçekte enerji talebinin gelecek yıllarda keskin bir şekilde artması beklenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları muazzam bir potansiyele sahip ve mevcut dünya enerji talebinin kat kat fazlasını karşılayabilmektedir. Enerji arz pazarlarındaki çeşitliliği artırabilmekte, uzun vadeli sürdürülebilir enerji arzını güvence altına alabilmektedir. Ayrıca yerel küresel atmosferik emisyonları azaltabilmektedir (Asif ve Muneer, 2007: 1388–1413).

1970’li yıllar da yaşanan enerji krizi son 30 yıldır etkisini azaltmasına rağmen fosil kaynakların özellikle petrol fiyatlarının fahiş olarak yükselmesi tüm dünyayı olumsuz etkilemiştir. Etkisi azalsa dahi sonraki yıllar da tekrar talebi artan enerji arzında olumsuzluklar yaşanmaya devam etmiştir. Enerji krizi tekrar Covid-19 salgının etkisiyle tekrar gündeme gelmiştir. Yakın dönem de yaşanan tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 salgınının, neden olduğu enerji piyasalarında durgunluk yaşanmıştır. Enerji piyasalarında yaşanan durgunluk yüksek enflasyon nedeniyle daha çok etkisi hissedilmiştir.

Hemen ardından Rusya’nın Şubat 2022’de Ukrayna’yı işgal etmesinin ardından durum dramatik bir şekilde tam kapsamlı bir küresel enerji krizine dönüşmüştür. Doğal gazın fiyatı ve bunun sonucunda bazı pazarlarda elektrik de rekor seviyelere ulaşmıştır. Petrol fiyatları 2008’den bu yana en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Yaşanan bu enerji krizinin en büyük nedeni fosil kaynakların kullanımdan kaynaklanmaktadır. Bu

nedenle talep artan enerji arzında meydana gelen olumsuzlukların geleceği konusunda hükümetler yeni politikalar geliştirerek ve yenilenebilir enerji kullanımını artırmak istemektedirler (International Energy Agency).

Enerji talebinde meydana gelen artışlar sonrasında enerji kaynaklarının giderek azalmasına neden olmaktadır. Enerji kaynaklarının dünyada kısıtlı coğrafi dağılımı ile çevre kirliliğinin olması ülkeleri alternatif enerji kaynağına yönelmektedir. Bu yönelmenin nedeni enerjinin sosyal ve ekonomik gelişme için üretimde en temel girdi olarak kabul edilmesine dayanmaktadır. Ekonomileri gelişmekte olan ülkeler vaktinde ve daha tedbirli enerji politikaları geliştirmek için birincil enerji kaynaklarının arz ve talebini düzenli ve sürekli olarak belirleyerek ilerlemeyi amaçlamaktadır. Ekonomik yapıdaki bu değişimler sonucu artan enerji kullanımı petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil kaynakların talebini de arttırabilmektedir (Denizbilen, 2023: 18-23).

Ülkeler coğrafi konumu nedeniyle, enerji kaynaklarına dışa bağımlı durumdadırlar. Bu ülkeler, kendi enerji talebini karşılayamadığı durumlarda enerji kaynağı zengin olan ülkelere enerji satın almak zorunda kalmaktadır. Dışa bağımlı ülkeler yeni enerji politikaları geliştirerek, yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji arzını sağlamaya çalışmaktadırlar. Enerji arzı, enerji kaynaklarının elde edilmesine, üretimine, talep edilen miktarda, kesintisiz ve daha uygun, güvenilir ve sürdürülebilir koşullar da ulaşılabileceğini ifade etmektedir. Ülkeler talep ettikleri enerjiyi, elektrik, ısı ve diğer kullanım alanlarında, enerji arzını yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak için uygun politikalarla küresel anlamda uygulamak istemektedirler. Dolayısıyla enerji kaynaklarının arzı ve ihtiyaç duyulan talebin geleceğini sağlamayı amaçlamaktadırlar (Aydın, 2022: 87-103).

Arz ve talep açısından enerjinin geleceği, yenilenebilir enerji kaynakları ile hükümetler 2050'ye kadar bir süre de güvenli ve ulaşılabilir olması için politikalarla güçlendirmektedirler. Enerjiyi gelecek açısından daha verimli kullanmak için verimli teknolojiler kullanılarak, enerji talebindeki artışı yavaşlatır ve ekonominin tüm sektörlerinde fosil yakıt tüketiminin ve emisyonların azaltılmasında hayati bir rol üstlenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları ile Enerji arzı ve talebi daha dengeli kullanımı için pek çok Avrupa ülkesi; daha iddialı hedefleri olan, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik politika desteğini artıran ve ilgili mali olmayan zorlukları ele alan eylem planları tasarlamaktadır. Yenilenebilir Enerjiye olan talebin artması arz konusunda sorunlar yaşanmaması için, IEA'nın mevcut politikalara ve piyasa gelişmelerine dayalı olarak sektöre dayalı ilerleme yapmaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin elektrik, ulaşım ve ısı alanlarında 2027'ye kadar yaygınlaştırılmasını öngörmektedir. Birleşmiş

Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi planlayarak, elektriğe ve temiz enerjiye olan talebi evrensel erişimini arzını sağlamak için politikalar geliştirmiştir. Enerji kaynakları açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının daha büyük bir payı ve bu oranın iki katına çıkarılması dahil olmak üzere "2030 yılına kadar herkes için uygun fiyatlı, güvenilir ve modern enerjiye erişimin sağlanması" planlanmaktadır (International Energy Agency).

Enerji arzını temin etmek için en temel gerekçe, enerji talebinin karşılanması olarak bilinmektedir. Enerji arzı ve talebini etkileyen bir diğer faktör fiyatların artması ve azalmasıyla oluşan durumdur. Piyasa koşullarında arz ve talep arasındaki ilişki sonucu ile birlikte belirlenen fiyatlar, piyasa koşullarını göstermektedir. Ayrıca arz ve talebin dengesiyle oluşan fiyatların etkisiyle piyasa şartlarında kullanmak isteyen yatırımcı ve tüketicinin tüketim veya tasarruf kararlarını etkilemektedir. Gelişmiş ülkelerde beklenenin aksine fiyatlardaki artışlar, tüketicilerin tüketim aşamasında anî değişiklikler yapması çok zor olarak ilerlemektedir (Erdal ve Karakaya, 2012: 107-136).

Coğrafi şartlar enerji arzını etkileyen faktörler arasındadır. Coğrafi şartlar içerisinde enerji talebinin ve arzının etkilemesinden dolayı uzaklık güzergâh ve konum, jeopolitik konum ve iklim değişikliği gibi faktörler yer almaktadır. Enerji kaynağının rezerv miktarı, kalitesi, tüketiciye ulaştırma imkânı, jeopolitik konumu tedarik durumu enerji arzını etkileyen faktörlerdendir. Dolayısıyla enerji arzı ve talebini coğrafi şartlar etkilemektedir.

Aynı zamanda ulusal yasal düzenlemeler de enerji arzının ve talebi etkileyen faktörler arasında sayılmaktadır. Sürdürülebilir bir yaşam için enerji arzına önem verirken, enerjide ithal bağımlılığı azaltmak ve sera gazı emisyonunu sınırlandırmak için, enerji talebinin azaltılmasına yönelik yeni tedbirlerin alınmasının önemine vurgu yapılmaktadır. Sürdürülebilir bir gelecek için ulusal çalışmalar yapılmaktadır. Bunlardan Kyoto protokolü gibi çevreci çalışmalar kömür santrallerinin iyileştirilmesi ve daha az karbon emisyonu ve güneş enerjisi, hidroenerji rüzgâr enerjisi ve jeotermal enerji kaynaklarının arz ve talep dengesi oluşturmak amacıyla politika çalışmaları yapılmaktadır (Saltık, 2016: 40-60).

2.3. Kaynaklarına Göre Enerji Çeşitleri

Kaynaklarına göre enerji çeşitleri "fosil kaynaklar" ve "yenilenebilir enerji kaynakları" olmak üzere iki şekilde sınıflandırılmıştır. Fosil kaynaklar, karbon miktarı fazla olan kaynaklardır. Tekrar oluşması uzun yıllar almaktadır. Bu kaynaklar petrol, kömür, doğal gaz olarak sınıflandırılmıştır. Diğer enerji kaynağı çeşidi olan yenilenebilir enerji kaynakları ise, doğa da kullanılmaya hazır bulunan ve kendini yenileyen

kaynaklardır. Yenilenebilir enerji kaynakları güneş, rüzgâr, jeotermal, biyokütle ve hidroelektrik ve dalga enerjisi olarak sınıflandırılmaktadır (Adaçay, 2014: 87-103).

2.3.1. Fosil Kaynaklar

Fosil kaynaklar, yüksek oranda karbon ve hidrokarbon içeren enerji kaynakları olarak bilinmektedir. Fosil kaynaklar, petrol, kömür, doğal gaz olarak sınıflandırılmıştır. Fosil kaynaklar yeryüzünde katı, sıvı ve gaz halinde bulunmaktadır. Farklı reaksiyonların sonucunda bünyelerinde bulundukları enerjiyi zaman içerisinde dışarı vermektedirler. Dışarı çıkan bu enerjiler, fosil kaynak olarak hayvansal ve bitkisel kökenli kalıntıların milyonlarca yıl boyunca toprak altındaki basınca ve yer kürenin içinden gelen yüksek sıcaklıklara maruz kalarak fosilleşmesinden oluşmaktadır (Yakıncı ve Kök, 2017: 43-55).

Dünyada git gide artan enerji ihtiyacını karşılamak için çeşitli enerji kaynakları kullanılmaktadır. Bu kaynakların başında oluşum süreci uzun yıllar süren fosil kaynaklar gelmektedir. Günümüzde enerji ihtiyacının %80'i fosil kaynaklardan karşılanmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ekonomilerde fosil kökenli bu kaynakların kullanım alanları da genişlemiştir. Fosil kaynaklar sanayi alanında, evlerde, ticari ve ulaşım sektöründe, elektrik enerjisi ve ısı enerjisinde, petrol kaynaklı ürünlerin üretimin ve tüketiminde kullanılmaktadır. Öte yandan tüketim alanlarının artması çevresel açıdan zarar vermektedir (Anatürk, 2019: 12-13).

Fosil kaynaklar tüm dünyada kıt ve ülkelere dengeli dağılmamaktadır. Nüfusun artması ve teknolojiye yaşanan gelişmeler sanayi sektöründe enerji tüketiminin artmasına neden olmuştur. Ülkeler enerjiye duyulan ihtiyacı karşılamaya çalışırken öte yandan enerji tüketiminden kaynaklanan ekonomik ve çevresel boyutları da düşünmektedir. Dolayısıyla ülkeler fosil kaynakların kullanım oranını azaltılıp ekonomide dışa bağımlılığı azaltmak ve çevre dostu alternatif enerji kaynaklarına yönelerek ihtiyaçların karşılanması sağlamaya çalışmaktadırlar (Çınar, 2023: 24-56).

Gelişmiş ve gelişmekte olan çoğu ülkenin enerji sistemleri fosil kaynaklara dayanmaktadır. Çoğu ülke hala büyük ölçüde fosil kaynaklara bağımlıdır. Ülkeler toplumlarının yaşam kalitesini etkileyen çevre sorunlarından sorumludur. Fosil kaynakların kullanımından kaynaklanan diğer olumsuz etkiler hava kirliliği, sağlık, sosyal ve ekonomik olmak üzere sıralanabilir. Çevre ve sağlık sorunlarının yanı sıra fosil yakıtların dengesiz dağılması, günümüz enerji üretim sistemlerinde oynadığı önemli rol nedeniyle enerji güvenliğine ilişkin endişeleri artırmaktadır. Öte yandan, gelecek nesiller için kullanılabilirliği sorununu da önemli hale gelmiştir (Martins vd., 2019: 964).

Fosil kaynaklar günlük hayatta kullanılan yakıtları, kimyasalları ve karbon bazlı malzemeleri oluşturmak için uzun süredir karbon kaynağı olarak kullanılmaktadır. Fosil kaynaklar çıkarılması ve tüketilmesi durumunda çevreye oldukça zarar vermektedir. Ancak uzun yıllardır bilindiği gibi fosil kaynakların yoğun kullanımı bir dizi ekonomik, politik ve çevresel sorunları ortaya çıkarmakta ve ülkeler fosil enerji tüketimine bağlı olarak gelişen zararlı etkiyi azaltma yönünde tedbirleri de almaya çalışmaktadırlar. Bu durum hükümetleri alternatif temiz enerji arayışlarına itmektedir (Ruiz, 2020: 25).

Son yıllarda kömür, doğal gaz ve petrol enerji kaynaklarının tüketiminden kaynaklanan aşırı karbon emisyonlarının neden olduğu çevre sorunları giderek ciddi boyutlara ulaşmış ve çevresel sürdürülebilirliğin bozulması sorunu önemli bir endişe konusu haline gelmiştir. Sera gazı emisyonları ve bunun sonucunda ortaya çıkan iklim değişikliği sorunu ve dünyanın enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılayan fosil kaynaklar hava kirliliği, su kirliliği gibi çevre sorunlarının ana nedenini oluşturmaktadır. Bu sorunlardan dolayı her yıl insanlar en başta olmak üzere milyonlarca canlı yaşamını kaybetmektedir. Bu kadar hayati önem arz eden çevre sorunlarının birçok sebebi bulunsa da bu sebepler arasında en başta fosil kaynaklar gelmektedir (Arı, 2023: 697-718).

Enerji talebi artmaya devam ettikçe, atmosfere salınan karbondioksit seviyeleri de artmakta ve bu durum iklim değişikliğiyle mücadele çabalarını olumsuz yönde etkilemektedir. İklim değişiklikleri ve çevresel problemler fosil kaynakların insan kaynaklı kullanımından oluşan karbon emisyonlarıdır. Ortaya çıkan çevresel problemleri azaltmak amacıyla, fosil kaynakların kullanımından kaynaklanan sera gazı emisyonlarını, azaltmak ve sürdürülebilir bir ekonomi için düşük karbon ekonomisi tüm dünya tarafından savunulmaktadır. Bundan dolayı ülkeler fosil kökenli enerji kaynaklarının neden olduğu kirlilik her geçen yıl artmasından yeni sürdürülebilir enerji alternatifini arayışına girmişlerdir. Öte yandan ülkeler fosil kökenli enerjilere olan bağımlılıklarını azaltmak için Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmektedir (Li vd., 2019: 1122).

Fosil kaynaklar arasında olan petrol en önemli enerji kaynakları arasında görülmektedir. Diğer fosil kökenli kaynaklar gibi petrolün oluşumu da çok uzun yıllar sürmektedir. Petrol kullanımı dünyada toplam enerji kaynaklarının içerisindeki en yüksek tüketime sahiptir. Petrol üretim sürecinde temel hammadde olarak kullanılmaktadır. Petrol, günümüz ekonomileri açısından oldukça önemli enerji girdisi olarak görülmektedir. Bu nedenle dünyadaki tüm ülkeler ekonomik olarak doğrudan veya dolaylı olarak petrole bağımlıdır (Gökçe, 2014: 143-153).

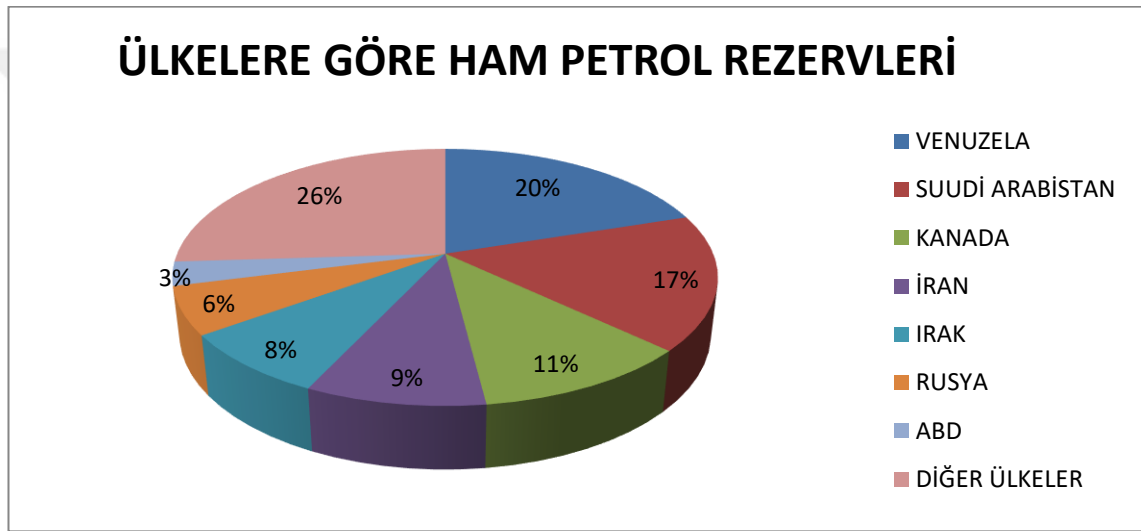
Fosil kökenli enerji kaynaklarının çıkarılması ve tüketilmesi esnasında, çevreye büyük ölçüde zarar vermektedir. Özellikle kömür ve petrol, günümüzde çevre için en zararlı iki enerji kaynağı olarak görülmektedir. Petrol önemli enerji kaynakları arasında sayılmakta ve çevreye verdiği zararlar uzun yıllardır bilinmektedir. Petrolün arıtılma işleminde meydana gelen gazlardan dolayı çevreye doğrudan veya dolaylı olarak zarar vermektedir. Petrol üretim ve tüketim aşamasında toprağa, su ve havaya verdiği zararlar son yıllarda büyük oranda zarar vermektedir. Petrolün tankerle taşıma aşamasında sızmaya bağlı olarak toprağa ve sulara karışmasından dolayı bitki, insan ve diğer canlıların sağlığını olumsuz etkilemektedir. Petrol taşıma işleminde yaşanan kazalar aynı şekilde patlamalara neden olmakta ve bu patlamalar sonucunda direkt ölümler yaşanmaktadır (Doğan, 2011: 36-52).

Küresel ekonomi, fosil enerji kaynaklarının yoğun olarak kullanılmasından dolayı büyük oranda petrole bağımlıdır. Dolayısıyla petrol fiyatlarında oluşan değişimler ülkeleri ekonomik büyüme ve kalkınma gibi pek çok alanda etkilemektedir. Petrol ve diğer fosil enerji kaynaklarının fiyatlarındaki artışlar dünyada enerjiye bağımlı olan tüm ülkelerde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Öte yandan 1970'lerde yaşanan petrol krizi küresel ekonomiyi ciddi anlamda olumsuz etkilemiştir. 1970'li yıllarda yaşanan bu kriz petrol fiyatlarındaki değişiklikleri önemli ölçüde ekonomik dalgalanma ve birçok ekonomiyi aynı anda etkilemesi küresel şok paradigması olarak görülmektedir (Türköz, 2022: 241-253).

Petrolün çevresel olumsuz etkileriyle birlikte ekonomik olarak da ciddi sorunlar meydana gelmiştir. Tüm dünyayı etkisi altına alan 1973 yılında yaşanan petrol krizi, 15 Ekim 1973 yılında Petrol İhraç Eden Arap Ülkeleri Birliği'nin (OPEC) aynı yıl yaşanan Arap-İsrail savaşında İsrail ordusuna destek veren batılı devletlere yönelik başlattığı petrol ambargosudur. Uygulanan ambargonun kısa sürede olumsuz etkileri olmuştur. Petrol fiyatlarında yüksek oranda artışlar meydana gelmiştir. Yüksek artışlar yaşanması petrol fiyatlarında petrol ihraç eden ülkelerde ekonomilerini büyük ölçüde etkilemiş ve petrolden elde edilen gelirler orta doğu ülkelerine doğru kaymaya başlamıştır. Krizin etkisiyle birlikte ülkelerin ekonomilerinde daralmalar ve durgunluk dönemleri yaşanmıştır. Dünya tarihinde petrol krizi önemli bir dönüm noktası olmuştur (Öztürk ve Saygın, 2017: 1-12).

1973 yılında yaşanan petrol krizi aynı zamanda enerji güvenliğini de etkilemiştir. Üretici Arap devletlerinin petrol arzını kısıtlayarak fiyatlarda artışa neden olmuş ve bu durum enerjiye bağımlı olan devletleri ciddi şekilde etkilemiş, dolayısıyla enerji arz güvenliği sorunu ortaya çıkmıştır. Petrol bu anlamda ekonomik ve siyasi tehdit unsuru

olmuştur. ABD, Japonya, Almanya ve İngiltere gibi güçlü ekonomileri olan ülkeler büyük zarar görmüş, ekonomik büyümeleri negatif yönde gerilemiştir. İşsizlik ve enflasyon oranlarında artışlar meydana gelmiştir. Halkı doğrudan bu yüksek fiyatlar etkilemiştir. 1973 yılında yaşanan bu krizin, petrol fiyatları üzerindeki olumsuz etkisi 1980'lerde etkisini kaybetmeye başlamıştır. Enerji, uluslararası sistemde ve ülkelerin güvenlik önceliklerinde yerini almıştır. Enerjinin bir güvenlik meselesi haline geldiği, bu yüzden bu tehde karşı tedbirler alınması gerektiği için enerji güvenliğini sağlamak adına yeni politikalar geliştirilmiştir. Dolayısıyla enerji arz güvenliğine ve çevrenin korunmasına ilişkin önlemler alınması hedeflenmiştir. Aynı zamanda bu krizin etkisiyle alternatif enerji arayışı gündeme gelmiştir (Yılmaz ve Kalkan, 2017: 169-199).



Şekil 1. Ülkelere göre ham petrol rezervleri (www.enerjigov.tr/bilgi-enerji-petrol.html)

2021 yılı itibarıyla küresel ölçekte toplam ham petrol rezervi 244,4 milyar ton olup Venezuela %20'lik pay ile ham petrol rezervleri dağılımında en büyük orana sahip ülke konumundadır. 2021 yılı üretim verilerine göre, dünyadaki en büyük ham petrol üreticisi ülke ABD olup dünya üretiminin %17'sini karşılamaktadır (www.enerjigov.tr/bilgi-enerji-petrol.html).

Diğer bir fosil enerji kaynağı kömür, bitkisel kökenli organik maddeler ve inorganik bileşenlerin yüksek basıncın etkisiyle oluşan fosil enerji kaynağı tortul bir kayadır. Bataklıklarda bitki ve ağaç kalıntılarının üst üste yığılarak çökmesi ve milyon ve milyonlarca bir süreç içerisinde kimyasal ve fiziksel tepkimelerle değişime uğrayarak oluşmaktadır. Oluşum süreci uzun yıllar olan kömür tükenme riski yüksek olan kıt bir enerji kaynağı olarak bilinmektedir (www.tki.gov.tr/enerji-ve-komur).

Kömür, karbon ve çeşitli minerallerin (killer, sülfidler, karbonatlar vb.) karışımından oluşan enerji kaynağıdır. Kömür kullanımı petrol gibi ekonomik ve çevresel

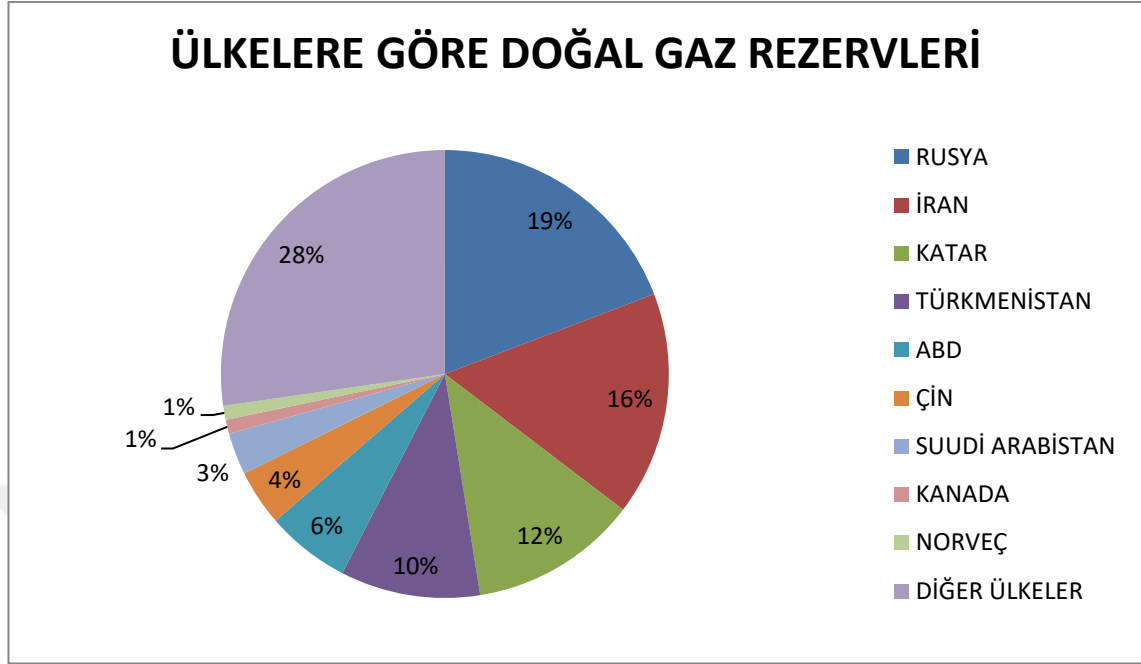
sorunlarına neden olmaktadır. Dünyadaki tüm ülkeler geçmişten günümüze kadar kömürü yaygın olarak kullanmaktadır. Her ülke kömürü enerji ihtiyaçlarını karşılamak için farklı amaçlarla kullanmaktadır. Bazı ülkeler yoğun olarak elektrik üretiminde diğer bazıları ise sanayi alanında elektrik üretmek amacıyla kullanmaktadır. Kömürün kullanımından kaynaklanan atık miktarı büyük ölçüde fazla olması dolayısıyla çevre ve insan sağlığını tehdit etmektedir. Bu atıklar genel kullanım alanı olarak kömürün termik santrallerde yakılmasıyla oluşmaktadır. Yakılan kömür suyla taşınarak kül halinde depolanmaktadır. Kullanılan sulu taşıma ve depolama yöntemi ile yok edilmeye çalışılan atık küller çevre ve insan sağlığı için risk taşımaktadır (Sönmez ve Işık, 2020: 72-83).

Kömürün yanması sonucunda zehirli gazlar meydana çıkmaktadır. Bu gazların havaya temas etmesi hava kirliliğine, insan sağlığını olumsuz etkileyen çeşitli hastalıkların ortaya çıkmasına ve asit yağmurlarına neden olmaktadır. Aynı zamanda kömürün yanmasından kaynaklanan karbondioksitin oluşması sera gazına neden olmaktadır. Kömürün yer altı madenlerinden kırılarak çıkarılması, yükleme ve taşınması esnasında toz emisyonunun oluşması maden ocağı çevresinde ikamet eden halk kitlelerini olumsuz etkilemektedir (Yılmaz, 2022: 10-11).

Doğal gaz diğer fosil kaynaklar gibi yüksek oranda hidrokarbon ve karbondioksit içermektedir. Sanayi devrimiyle insanoğlunun enerji kaynaklarını keşfetmeleriyle endüstriyel faaliyetleri artmıştır. Diğer fosil kaynaklar gibi doğalgazın kullanım alanı da genişlemiştir. Doğal gaz fosil kökenli bir enerji kaynağıdır. Yer kabuğunun içerisinde fosil ve petrol kaynaklı yanıcı etkisi bulunan gaz türü olarak bilinmektedir. Kullanım alanı genişleyen doğalgaz hızlı nüfus artışı ile birlikte çevresel döngüyü olumsuz etkileyen sera etkisine neden olmuştur (Ballı, 2021: 40-45).

Diğer fosil kaynaklar gibi doğal gaz üretiminde de çeşitli zorluklar yaşanmaktadır. Doğal gaz kara yolundan boru hatları ve deniz yoluyla tankerler ile üretimi sağlanmaktadır. Doğal gaz uzun zor bir süreç ve üretim maliyeti yüksek olan enerji kaynağıdır. Doğal gaz diğer enerji kaynakları gibi dünyada her ülkeye eşit dağılmamıştır. Dolayısıyla çoğu ülke doğalgaz bakımından dışa bağımlıdır. Ülkelerin coğrafi konumlarından dolayı karadan boru hatlarıyla taşımada zorluklar yaşanmaktadır. Diğer taşıma yöntemi olan deniz taşımacılığı ise tankerle önce sıvılaştırılarak taşınır daha sonrasında tekrar gaz haline getirilerek üretiminin yapılma işlemi teknik açıdan zor ve ekonomik açıdan maliyeti yüksek olan bir işlemdir. Fosil enerji kaynakları çevresel zararları, rezerv sorunları ve üretim maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini günümüzde artırmaktadır. Dünyadaki tüm

ülkeler artık fosil yakıtları geride bırakarak, bunun yerine yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir (Biol, 2021: 451-467).



Şekil 2. Ülkelere göre doğal gaz rezervleri (www.enerjigov.tr/bilgi-enerji-dogalgaz.html)

2021 yılı verilerine göre, dünya doğal gaz rezervi yaklaşık 188,1 trilyon m³ olup Rusya %19'luk payla dünya doğal gaz rezervi sıralamasında ilk sırada yer almaktadır. 2021 yılı üretim verilerine göre, dünyadaki en büyük doğal gaz üreticisi ülke ABD olup dünya üretiminin %23'ünü karşılamaktadır (www.enerjigov.tr/bilgi-enerji-dogalgaz.html).

2.3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Enerji insanoğlunun temel ihtiyaçlarını karşılamanın dışında ülkelerin ekonomik ve sosyal alanda gelişmişlik düzeylerini etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Diğer yandan gelişen ve gelişmekte olan toplumların enerjiye olan talebinin artması dolayısıyla fosil kaynakların gelecek dönemler için yetersiz kalacağı düşünülmesi yeni enerji arayışının önemini artırmıştır. Ayrıca her ülkeye yeterli kaynak olarak dağılmayan enerji, birçok ülkenin ekonomisini ve siyasi gelişmelerini dışa bağımlı olarak hareket etmelerine neden olmuştur. Diğer önemli husus olarak görülen siyasi istikrarsızlık sorunlarından kaynaklanan enerji arz güvenliği sorunun ortaya çıkması küresel ve iklim değişikliği gibi çevresel problemlere neden olmasından dolayı bu sorunlar günümüzde yenilenebilir enerjiye olan talebi büyük ölçüde artırmıştır (Öymen ve Ömeroğlu, 2020: 1069-1089).

Fosil kaynaklarının kullanımının olumsuz çevresel etkilere yol açtığı yapılan birçok araştırmada yer almaktadır. Fosil kaynak rezervlerinin giderek azalmaya başladığını ve gelecek dönemlerde sürekli artan enerji talebine karşılık veremeyeceğini göstermektedir. 1996 yılındaki rakamlara göre; kömürün 235 yıl, petrolün 43 yıl, doğal gazın ise 66 yıl sonra tükeneceği tahmin edilmektedir. Dünyadaki enerji tüketim hızı ise, fosil kaynakların yeniden oluşum hızı 300 bin katı kadardır. Öte yandan, bir günde bin yıllık bir fosil kaynak oluşumu tüketilmektedir. Bu nedenle hükümetler yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının gerekliliğini yatırımları desteklenerek üretilerek kullanılmaktadır (Ergenokan, 2022: 2775-2808).

Yenilenebilir enerji kaynakları doğal kaynaklardan elde edilen ve kendini sürekli sınırsız olarak yenileyebilen enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarını diğer enerji kaynaklarından farklı olarak en önemli özellikleri doğal yollarla elde edilmesi sınırsız ve tükenmemesidir. Günümüzde tüm dünyada tüketilen enerjinin yaklaşık yüzde 20'si yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları alanında yapılan yatırımlar ve teknolojik gelişmeler sayesinde "temiz enerji" de olarak da tanımlanan yenilenebilir enerjinin tüketim oranları giderek artmaktadır. Mevcut olarak fosil kaynaklara olan bağımlılık yüksek düzeyler de olsa da özellikle son yıllar itibarıyla yenilenebilir enerjinin kullanım oranları giderek artmaktadır. Geniş potansiyele sahip olan yenilenebilir enerjiye güçlü ve önemli yatırımlar yapılmaktadır (Karagöl ve Kavaz, 2017: 1-30).

Yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtlara göre tüm dünya da genel olarak ülkelerin sahip olabileceği kaynaklar olarak bilinmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları zararlı olarak görülen karbon ve hidrokarbon içermeyen kaynaklardır. Öte yandan her ülke yenilenebilir enerji rezervlerine sahip olabileceği için dışa bağımlılıklarını azaltmaktadır. Yenilenebilir enerjinin çevre dostu temiz enerji olarak görülmesi bu kaynaklara olan talebi arttırmıştır. Tükenmeyecek olması ve çevrede oluşturacağı en az zararlı etkiler açısından değerlendirildiğinde yenilenebilir enerjiler daha geniş bir alanda üretim ve tüketim de kullanılabilir (Bekar, 2020: 37-54).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı fosil kaynakların neden olduğu bu olumsuzlukların giderilmesinde alternatif enerji kaynakları olarak ön plana çıkmaktadır. Bu yenilenebilir enerji kaynakları; Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, biokütle enerjisi, hidro enerji, jeotermal enerji, okyanus enerjisi olarak sınıflandırılmaktadır (Öymen ve Ömeroğlu, 2020: 1069-1087).

Güneş yeryüzündeki tüm canlı yaşamının temel kaynakları arasındadır. Güneş enerjisi, Güneş'in çekirdeğinde bulunan hidrojen gazlarının helyuma dönüşme süreci

sırasında açığa çıkan ışıınım enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynaklarının büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Güneş enerjisi bilinen en eski yenilenebilir enerji kaynağı olması gibi temiz ve yenilenebilir özellikte olup tüm dünya da çoğu ülke de fazlasıyla bulunmaktadır. Güneş enerjisi bol miktarda, sürekli olan, kendini yenileyen ve bedava olarak nitelendirilen bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi, yeryüzünde ve atmosferdeki fiziksel olayları etkileyen yenilenebilir enerji kaynağı olarak bilinmektedir. Enerji sorunlarının yaşanmasından dolayı güneş enerjisinin kullanım alanı genişlemiş ve yaygın hale gelmiştir. Dolayısıyla güneş enerjisi fosil kaynaklara göre daha güçlü ve büyük potansiyele sahip olduğu için yaşanan enerji sorunlarına çözüm olmaktadır (Kaplukan, 2014: 70-98).

Güneş milyonlarca yıl ışıınımın etkisini sürdüreceğinden dünya da yaşayan tüm canlılar için sonsuz enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi diğer tüm enerji kaynaklarının oluşum sürecini etkilemektedir. Güneş enerjisi coğrafi açıdan bakıldığında geniş potansiyele sahip enerji kaynağıdır. Güneş enerjisinin bol olması insanlar tarafından üretimin birçok alanında kullanılmaktadır. Güneşten sağlanan enerji ile güneş pilleri, güneş pompaları, elektrik üretiminde, ısıtma-soğutma, tarımsal teknolojide ve sanayi üretimi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Güneş enerjisinden faydalanılması üretim ve tüketim de fosil kaynaklara göre çevreye zararı ve atık etkisi yok denecek kadar azdır. En büyük avantaj zehirli gazların oluşturduğu hava emisyonların olmamasıdır (Varınca ve Varank, 2005: 143-160).

Rüzgâr enerjisi, güneş ışınlarının etkisiyle dünya yüzeyini ısıtması sonucu oluşmaktadır. Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi gibi doğa ile uyumlu hem çevreye en az zarar etkisi olan hem de tükenme riski olmayan bir enerji kaynağıdır. Rüzgâr enerjisi atmosferdeki sıcak ve soğuk havanın yer değiştirmesi sonucu oluşan yenilenebilir enerji türüdür. Yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgâr enerjisi güneş ışınları var olduğu sürece olmaya devam edecektir (Ürün ve Soyu, 2016: 31-45).

Rüzgâr enerjisi çok eski yıllarda değirmenler de ve su pompalamak amacıyla kullanılmıştır. Günümüzde teknolojinin gelişmesine bağlı olarak rüzgâr enerjisinin üretim ve tüketim alanları da genişlemiştir. Teknolojinin gelişmesine bağlı olarak rüzgâr enerjisi en çok rüzgâr türbinlerinin kurulmasıyla elektrik üretimi sağlanmıştır. Rüzgâr türbinleri ürettikleri elektriğin maliyetini düşürmekte ve daha verimli olmaktadır. Ülkeler yüksek maliyetlere neden olan fosil kaynak kullanımını azaltarak yatırımlarını rüzgâr enerjisine yapmaktadır (Yarbay ve Önal, 2010: 77-96).

Biokütle enerjisi ise, 100 yıldan daha az bir sürede kendini yenileyebilen, karada ve suda yetişen bitkileri içeren, şehirlerde ve ormanda yetişen bitkilerin besin endüstrisi

tarafından ortaya çıkarılan fosilleşme sonucu atıkların oluşturduğu organik maddelerin işlenmesiyle meydana gelen enerjiyi ifade etmektedir. Yeryüzündeki yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli bir bölümünü oluşturan biokütle enerjisi, enerji üretmek için kullanılan bitkisel, hayvansal ve organik kökenli kentsel atıklardan oluşan canlı ya da cansız biyolojik maddelerden oluşmaktadır. Biokütle enerjisi; yeşil bitkilerin güneşten aldıkları enerjiyi, fotosentez aracılığı ile kimyasal enerji biçiminde depolamalarıyla oluşmaktadır. Biokütle enerjisi, yakıt ve endüstriyel amaçla kullanılmaktadır (Bayraç ve Özarslan, 2018: 1-17).

Biokütle enerjisi, son yıllarda dünyada en yaygın kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları arasındadır. İnsanlık tarihi boyunca biokütle enerjisi, temel ihtiyaçlarımızın en önemli kaynağı olmuştur. Biokütle enerjisinin üretimi aynı zamanda ekonominin finansman kaynağıdır. 19. yüzyılın başlarından itibaren biokütle, sanayileşmiş ülkeler için ana enerji kaynağı ve günümüzde birçok gelişmekte olan ülke için de enerjinin büyük kısmını sağlamaktadır. Biokütle enerjisinin üretimi yapılarak dünya çapında ilk yıllar da evlerde yemek pişirmek, tuğla ve kiremit yapımı, metal işleme, fırınlar, gıda üretimi, dokuma, restoranlar vb. gibi küçük ev ve sanayi endüstrisinde kullanılmaktadır. Günümüzde, biokütleden doğrudan yanma yoluyla kurulan tesislerde enerji sağlanarak elektrik üretimi ve ısı enerjisi sağlamak için kullanılmaktadır (Rosillo ve Woods, 2006: 5-30).

Hidrojen, renksiz ve kokusuz olan gazlı olan bir maddedir. Hidrojenin enerji kapasitesinin olduğu uzun yıllardır bilinmektedir. Hidrojen dünyada çok sayıda bulunan maddedir; fakat yoğunluğu sebebiyle, yeryüzünde serbest olarak bulunmamaktadır. Dolayısıyla, genel olarak su içindeki oksijeni ve metan içindeki karbon gibi maddelerin birleşim içerisinde bulunmaktadır. Hidrojen bir enerji taşıyıcısı olduğundan diğer kaynaklardan gelen enerjinin depolanmasına ve iletilmesine yarayan enerji kaynağıdır. Hidrojen bir yakıt kaynağı ile birleştirildiğinde, hidrojen elektrik gücü verebilir ve benzin gibi yakıtların yerini alabilmektedir. Hidrojen enerjisinin kullanımı, dünyada birçok bölgede akarsuların olduğu bölgelere barajlar inşa edilerek, elektrik üretimi elde edilmektedir. Daha çok akarsu ve nehir kaynakları bakımından zengin ülkelerde hidroelektrik santralleri kurularak üretimi sağlanarak alternatif bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik hidrojen enerjisiyle üretilen hidroelektrik santrallerin oranı çoğalmaktadır. Geliştirilen ve sayısı artan hidroelektrik santrallerin enerjisi diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi temiz ve sürekli yenilenebilir enerji kaynağıdır (Özekicioğlu, 2008: 64-112).

Jeotermal enerji, yer kabuğunun farklı derinlik bölgelerinde bulunmasıyla biriken ısının oluşturduğu sıcaklıkları, devamlı bir şekilde bölgesel atmosferin ortalama sıcaklığından yüksek olan ve çevresinde olan yeraltında ve yerüstünde sulara göre daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gaz içerebilen basınç altındaki sıcak su ve buhar olarak tanımlanmaktadır. Jeotermal enerji, yer kabuğunun alt derinliklerinde soğumamış bir magma kütesinden ortaya çıkan ısının oluşturduğu yenilenebilir enerji türüdür. Jeotermal enerji çoğu toplumda uzun yıllar sıcak su sağlamak amaçlı kullanılmıştır. Sanayi devrimi ve teknolojinin gelişmesiyle beraber 20. yüzyıldan itibaren sıcak su kaynağından daha çok enerji üretimini içeren endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Jeotermal enerji kaynakların geniş kullanım alanları vardır. Bu kullanım alanları; Elektrik üretimi, konut ve sera ısıtma, bitki yetiştirme, sıcak su sağlama, havaalanındaki pistleri ısıtma, yüzme havuzu ve fizik tedavi ısıtma, çeşitli endüstriyel kullanım alanlarında, yiyeceklerin kurutulması ve saklanmasında edilmesinde, soğutma tesislerinde ve sağlık amaçlı kaplıcalar sıcak su olarak kullanılmaktadır (Erkul, 2012: 1-30).

Okyanus enerjisi yeryüzündeki enerjinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde olan okyanus enerjisi kinetik enerji olarak depolanmaktadır. Okyanuslar da dalgaların, akıntılarının ve gelgitlerin suyun yer değiştirerek hareket etmesi kinetik enerjiyi meydana getirmektedir. Okyanuslarda yaşanan bu hareketlenme kinetik enerjiden yararlanarak enerji üretimi yapılmaktadır. Üretimi yapılan okyanus enerjisinden elektrik ve yakıt üretilebilmekte, soğutma amacıyla kullanımı ve içme suyu üretilebilmektedir. Günümüzde okyanus enerjisinden faydalanmak amacıyla birçok teknik geliştirilmeye başlanmıştır. Ancak bunların bazıları henüz erken gelişim ya da demografik gelişim aşamasındadır (Turkenburg vd. 2012: 761-900).

2.3.2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Avantajları

Enerji kaynaklarına olan talep son yıllarda büyük ölçüde artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları ihtiyaç duyulan bu talebi karşılamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları tükenmez kaynaklardır. Enerji dönüşüm süreçleri kaynakları tüketse de miktarları sadece geçici olarak tükenir ve her zaman kendini yenileyerek telafi etmektedir. Özellikle elektrik üretiminde kullanılan yenilenebilir enerji ek enerji kaynağı haline gelmektedir. Çevreden gelen doğal, sınırsız bu enerji kaynağı büyük talep gören elektriğe dönüştürülme amacıyla kullanılarak ve başta çevre olmak üzere pek çok avantaj sağlamaktadır. Çevreci olan yenilenebilir enerji, bu özelliğiyle sera gazı emisyonlarının

ve hava kirliliğinin yarattığı bu olumsuzlukları yüzdesi sıfır olarak ya da sıfıra tekabül edecek olması temiz bir geleceği hedeflemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı bağımsızlığı, istihdamı, ekonomik büyümeyi de desteklemektedir (Maradin, 2021: 176-183).

Yenilenebilir enerji kaynakları temiz enerjiyi temsil etmektedir. Yenilenebilir enerji kullanımı çevrenin korunmasına ve sürdürülebilir kalkınma kavramının temel hedefi olan enerji ihtiyacının karşılanmasına katkıda bulunmaktadır. Yenilenebilir doğal kaynakların olumlu özellikleri avantaj sağlamaktadır. Bu avantajlar; kendini kısa bir sürede yenileyen kaynaklar olması, nicelik olarak sınırsızdır, sürdürülebilir temiz çevreyi korumakta ve atmosfere yayılan karbon oranını azaltarak fosil kaynaklara göre büyük avantaj sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, özellikle enerji kriz durumlarında son derece önemli olan enerji istikrarının yani enerji arzındaki istikrarın artırılmasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ulusal ekonomilerin güvenliğine katkıda bulunur, enerji verimliliğini artırır, aynı zamanda rekabet performanslarını da artırmaktadır (Randelovic, 2020: 15-24).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında bir diğer avantaj ise ekonomik kalkınmanın teşvik edilmesinde kendini göstermektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları enerji sektöründe ve bu sektörle ilgili tüm sektörlerin geliştirilmesinde ve faaliyetlerin teşvik edilmesinde ortaya çıkmaktadır. Yenilenebilir kaynaklar enerji sektöründeki teknolojik süreçler, iş süreçlerinin iyileştirilmesine ve ekonomik büyümeye katkıda bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları sanayisi olan ülkeler üzerinde önemli ekonomik etkiye sahiptir. Sanayisi gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin enerji kaynaklarına dayalı makine ve ekipmanı üretilebilmekte ve ihracat yoluyla bu üretimi ulusal pazarlar da satarak ekonomiye katkı sağlamaktadır (Carley vd. 2011: 282-295).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı o ülkede yaşayan insanların sosyal yaşamlarının kalitesinin artırmakta ve bu kaynaklar kullanılarak oluşturulan enerji ile o ülkenin başka ülkelere bağımlılığı azaltılabilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş, rüzgâr ve hidrojen enerjisi, birçok alanda kullanılması ülkelere ekonomik, siyasi ve sosyal bakımından avantaj sağlamaktadır. Güneş çoğunlukla tüm dünya da yaygın olduğundan ülkeler kolaylıkla ulaşip faydalanmaktadır. En basit örneğiyle günlük hayatta insanların kullandığı binaların çatılarına kurulan güneş panelleri sistemiyle enerji elde ederek su ısıtmada güneşten yararlanılmaktadır. En çok ihtiyaç duyulan elektrik yenilenebilir enerji kaynakları ile elde edilmektedir. Rüzgâr enerjisi, rüzgârın yoğun olduğu bölgelerde kurulan büyük rüzgâr pervaneleri sayesinde enerji elde ederek elektrik üretimi yapılmaktadır. Hidrojen enerjisinden elde edilen enerji ile elektrik üretimi

yapılmaktadır. Ucuz ve ulaşılabilir elektrik üretilmesi fosil kaynak kullanımını da azaltmaktadır (Karakaya, 2017: 21-43).

Yenilenebilir enerjilere olan ilgi son dönemlerde artarak devam etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, tüketildiği ülkede üretilmesi ülkenin kendi halkı tarafından kullanılması ekonomik açıdan avantaj sağlamaktadır. Fosil kaynakların kullanımında ihracat ve ithalat durumunda kayıplar yaşanmaktadır. Öte yandan yenilenebilir enerjinin üretim, tüketim ve iletilmesi durumunda kayıp oranları azalmakta ya da yaşanması az miktarda olmaktadır. Üretilen enerji de istihdam üzerinde yaratacağı olumlu etkilerin olması toplumun ekonomiye katılımını sağlamak ve enerji konusunda toplum bilinçlenerek söz sahibi olmaktadır. Fosil kaynaklar enerjide tekelleşmenin olmasına neden olmaktadır. Yenilenebilir tekelleşme oranını azaltarak, ülkeler üretimi kendi yaparak enerji fiyatlarının düşürmektedir. Yenilenebilir enerjinin diğer olumlu etkileri, yerel kalkınmayı sağlaması, çevreci ve özellikle ülke enerji bağımlılık oranlarının düşürülmesi gibi avantajları olmaktadır (Bayramoğlu, 2018: 1-16).

2.3.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Dezavantajları

Yenilenebilir enerji kullanımının birçok avantajının yanı sıra bu enerji kaynaklarının bazı dezavantajları ve sınırlamaları vardır. Öncelikle doğal özelliklerinden dolayı yenilenebilir kaynaklar tamamen coğrafi konuma ve hava koşullarına, hava sıcaklıklarının değişkenliğine bağlıdır. Bu durum bazı olaylarda ön görülemez durumlar yaşandığında yenilenebilir enerji kaynakları önemli bir sınırlama ve zorluk olması dezavantaj olarak sayılmaktadır. Bu sınırlama, üretilen kaliteli elektrik üretiminde aksaklıklar yaşanmaktadır (Maradin, 2021: 176-183).

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında büyük potansiyele sahip olan rüzgâr ve güneş enerjisine bakıldığında; Rüzgâr enerjisinden enerji elde etmek için kurulan rüzgâr türbinleri coğrafi duruma göre geniş alanların ve sürekli rüzgâr alan bölgelere kurulması gerekmekte ve bu durum ülkelerin coğrafi konumlarından dolayı dezavantaj olarak sayılmaktadır. Rüzgâr panelleri, türbinleri aynı zamanda görsel ve estetik açıdan bakıldığında görüntüsünü olumsuz görülmesi, yüksek sesle gürültülü çalışmaları, kuş ölümlerine neden olmaktadır. Güneş enerjisinin dezavantajlarına bakıldığında, ilk başta yatırım maliyetlerinin yüksek miktar da olması ve üretimi yapılan güneş pilleri, daha düşük verimle çalışması olumsuz etki olarak görülmektedir (Şenpınar ve Gençoğlu, 2006: 49-54).

Yenilenebilir enerjinin diğer dezavantajları kullanım ve ekipman gibi mali açıdan yüksek fiyatların olmasıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları yüksek üretim maliyeti,

kurulan panellerin yüksek maliyeti, Çıkış gücünün doğrusal olmaması ve kesintili durumların yaşanması olumsuz etki olarak görülmektedir. Aynı zamanda üretimi yapılan ekipman ve teknolojilerin pahalı olması dezavantaj olarak görülmekte ve bu üretimlerin maliyetleri tüketicilere yansıtılmaktadır. Yenilenebilir enerjilerin kullanım sürecinde harmoni bozulmalara neden olabilmektedir. Tesislerin kurulumunun geniş alanların sular altında kalması, su kirliliği ve balıkçılığa zarar verilmesi gibi düşük ölçekli olumsuzlar yaşanmaktadır. Yenilenebilir enerjinin üretim aşamasında inşaatının zor olması, maliyetli ve inşa süresinin uzun olması, yatırım depolama maliyetlerinin yüksek olması, iklim şartlarına bağlı olması gibi durumlar dezavantajları olarak sayılmaktadır (Freires, 2023: 20221-20240).

2.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Etkileri

Doğal fosil enerji kaynaklarının hızlı kullanılması, gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede ekonomik büyümeyi ve ülkelerin çevre kalitesini olumsuz etkilemektedir. Aynı zamanda bu sorunlar toplumsal sosyal yaşam kalitesinde problemlere neden olmaktadır. Dolayısıyla fosil enerji kaynaklarının etkileri açısından yapılan çalışmalar olumlu gelişmelerin olduğunu ortaya koymaktadır.

2.4.1. Sosyal Etkiler

Sosyal etkileri açısından değerlendirildiğinde yenilenebilir enerji kaynaklarının birçok faydasından söz edilmektedir. Dünyanın gelecekteki enerji gelişiminde yenilenebilir enerji kaynakları, tükenmez olmasının yanı sıra kullanımlarının getirdiği faydalar nedeniyle de belirleyici olarak önemlidir. Yenilenebilir enerjiler kullanım alanı olarak; elektrik enerjisinde, ısıtmada, elektrokimyada vb. farklı şekillerde kullanılmaktadır. Üretim ve tüketim için kullanılan bu enerji kaynakları istihdam yaratarak, uzak bölgelerde yaşam kalitesini iyileştirerek, kirliliği azaltarak sağlığı iyileştirerek sosyal pozitif bir etkiye sahiptir. Elektrik üretiminde, güneş enerjili ısıtıcılara veya biyogaza erişimi olan uzak bölgelerde kullanımı artarak daha iyi bir yaşam standardı sağlamaktadır. Yenilenebilir enerjinin bir diğer faydası daha az kirlilik nedeniyle daha iyi sağlık koşulları ve sosyal iyileştirmeye katkıda bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji yerel kaynakların kullanımıyla sürdürülebilirlik ve enerji bağımsızlığının sağlanmasına yönelik olarak yerel kalkınmada yenilenebilir enerji kullanımının sosyal etkileri artmaktadır (Chilian vd. 2018: 13-25).

2.4.2. Ekonomik Etkiler

Ekonomik gelişmelerin ilerlemesi ve bu da enerji talebinin giderek artmasına neden olmaktadır. Küresel enerji talebinin artmasıyla birlikte insanlar ekonomiye katkı sağlayacak bir şekilde yenilenebilir enerjiyi kullanmaktadır. Yenilenebilir enerjinin üretimi ve tüketimi, uzun vadede ekonomik büyümenin sağlanması ve sürdürülmesi için hayati öneme sahiptir. Yenilenebilir enerjinin en büyük avantajlarından biri, genel maliyetinde yatmaktadır. Çünkü bu enerjinin maliyeti, geleneksel fosil kökenli enerjiye kıyasla çok daha düşüktür. Alternatif veya yenilenebilir enerji kullanımından kaynaklanan toplam maliyet tasarrufu, uzun vadede insanların genel yaşam standartlarını yükseltmek için kullanılmaktadır. Bu nedenle fosil kökenli enerjiye olan bağımlılığı azaltmaya yönelik küresel çaba, son birkaç on yılda hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ekonomiler tarafından büyük miktarda destek görmektedir. Yenilenebilir enerjinin önemi göz ardı edilemez çünkü ülkenin genel ekonomik büyümesi önemli bir bölümü enerji tüketimine bağlı olarak gelişme göstermektedir (Fu vd. 2021: 1281).

2.4.3. Çevresel Etkiler

Dünya nüfusunun artması enerji talebinde ciddi artışları meydana getirmektedir. Yüksek oranlarda aratan enerji talebinin fosil kökenli kaynakların kullanılması çevre kirliliğine neden olmaktadır. Yenilenebilir kaynaklar, enerji kaynakların tükenmesini önlemek ve hava kirliliğini azaltmak açısından fosil kaynaklara etkili bir alternatif oluşturmaktadır. Ancak kömür, gaz ve petrol dahil olmak üzere fosil kaynakların kullanımı ve bu kaynakların yenilenemediği için genel karbon emisyonları artmaktadır. Aynı zamanda küresel ısınmayı artırma eğiliminde olması nedeniyle büyük ölçekli çevresel kaygılara yol açmaktadır. Dolayısıyla yaşanan olumsuzluklara karşı yenilenebilir enerji bir çözüm niteliğindedir. Fosil kaynakların çevreye zarar vermesi nedeniyle yenilenebilir enerjinin çevresel önemi daha çok artmaktadır. Yenilenebilir enerji, temiz kaynaklar olarak kullanılması bakımından çevre dostu, yenilenme süresi daha kısa olması nedeniyle sürdürülebilir kaynaklardır. Bu durumda yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkileri olumlu yönde ilerlemektedir (Akusta ve Cergibozan, 2020: 431-462).

2.5. Enerji ve Ekonomi İlişkisi

Enerji, tüm dünyada yaşayan canlı cansız her şeyin ihtiyaç duyduğu bir kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerjiye duyulan ihtiyaç enerji tüketiminde artışı meydana getirmiştir. Talebi artan enerji tüketimi ekonomik gelişmeleri de etkilemektedir.

Dolayısıyla enerji ve ekonomik büyümenin ilişkisi doğrudan birbiri ile ilişkili durumdadır. Ekonomik büyüme ise, ulusal milli gelir düzeyindeki ve birey başına düşen ulusal milli gelirdeki ekonomide artışın meydana geldiği ifade edilmektedir. Ekonomik büyümenin etkilenmesi, geçmiş dönemlerde yaşanan enerji krizleri ve petrol fiyatlarının büyük oranda artış göstermesi doğrudan gelişmekte olan ülkeler ve birçok ülkenin ekonomilerini olumsuz etkilemiştir. Dolayısıyla enerji üretimi ve tüketimindeki olumlu, olumsuz yaşanan artış ve azalışlar ekonomik büyümeyi deki durumları da etkilemektedir (Aydın, 2010: 317-340).

Enerji, üretim ve tüketimin tüm aşamasında en önemli girdiler arasında olmuştur. Tüm faaliyetlerin üretimini gerçekleştirmek için enerji kaynaklarının tüketimi, ekonomik büyümenin olması için birbiri ile hareket halinde olması gerekmektedir. Enerji kullanımı arttıkça ekonomik büyümede artmakta, ekonomik büyüme arttıkça enerji tüketimi artmaktadır. Enerji kaynaklarının tanımına bakıldığından tüm ihtiyaçları gidermek için ekonomik güç potansiyelin olduğunu tanımlamaktadır. Ekonomik büyüme sürecinde, artan fosil enerji tüketiminin çevre sorunlarını beraberinde getirmesi çevre bilincinin artmasına yol açmış ve bu ilişki daha iç içe durum haline gelmiştir. Bu durum ekonomik büyüme sürecini fosil kaynaklar değil çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarıyla olması gerekmektedir (Hayaloğlu vd., 2019: 405-417).

Enerji, ülkelerin ekonomik büyümelerin de iyileşmeler yaşaması için en önemli etkilerden birisi olmuştur. Sanayi devrimi sonrası fosil enerjilerin kullanımı yaygın hale gelmiştir. Fosil enerjinin kullanımı kaynak bakımından zengin olan ülkelerin ekonomik büyümelerini olumlu etkilese de sonraki dönemlerde çevresel sorunları ve yetersizliğinden olumsuzluklar yaşanmıştır. Öte yandan fosil enerjinin yarattığı olumsuzluklar, diğer alternatif enerji kaynağı yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talep artarak ekonomik büyüme gerçekleştirebilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları fosil kaynaklı enerji bağımlılığını azaltmakta ve milli yenilenebilir enerji tüketiminin kullanılmasıyla ülkeleri dış bağımlılığını azaltmakta ve krizlere karşıda koruyabilmektedir. Bu durum, ülkeler ekonomik bağımsızlığına katkıda bulunmaktadır (Akyol ve Mete, 2022: 393-406).

Tüm dünyada etkili olan küresel ısınma, iklim değişikliği ve çevre kirliliğinin en önemli sebepleri sanayi sektöründe kullanılması gibi fosil kaynaklar nedeniyle karbon emisyonları salınımıyla çevresel tahribat oluşmaktadır. Zaman ilerledikçe sanayi sektörünün de etkisiyle dikkat çeken çevre problemleri ve ekonomik faaliyetler birbiriyle ilişkili hale gelmektedir. Dolayısıyla bunun sonucunda ekonomik faaliyetlerin artması çevre sorunlarına neden olurken problemlerin ekonomik büyüme ve kalkınma sürecini de

olumsuz etkilemektedir. Sonuç olarak ekonomik gelişmeler çevre sorunlarını doğurmakta, ortaya çıkan çevre sorunları da ekonomik ve finansal maliyetlerin daha çok ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Karaca ve Çımat, 2023: 51-64).

Yenilenebilir enerji tüketimi ve üretimi artık genel olarak çevre ve ekonomik büyüme için önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda ekonominin ve sanayileşmenin gelişmesi kaynakların hızlı tüketilmesiyle birlikte sera gazlarının aşırı salınımı küresel çevre kirliliği üzerinde ciddi etkilere yol açmaktadır. Karbon emisyonu ve sera gazı sadece bir çevre sorunu değil, aynı zamanda bir kalkınma sorunudur. Bu nedenle son yıllarda hükümetler tarafından gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere birçok sayıda ülke yenilenebilir enerji tüketimine yönelik politikalar geliştirmektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan özellikle yeni sanayileşme aşamasındaki ülkelerde ekonomik büyüme ve finansal gelişmeler enerji sektörüne bağlıdır. Aynı zamanda yenilenebilir enerji endüstrilerinin gelişmesi istihdam fırsatını arttırmakta ve ekonomik büyümeyi iyileştirmektedir (Raza ve Shah, 2018: 26965-26977).

Fosil kaynaklar Sanayi Devrimi'nden bu yana temel enerji kaynağı haline gelmiştir. Fosil kaynaklar ekonomik büyüme için hızlı kullanımı, potansiyel olarak zararlı birçok gazın küresel emisyonlarında önemli bir artışa yol açmıştır. Atmosferde giderek artan miktarda karbondioksit ve diğer sera gazları, dünyanın en büyük çevresel tehditlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle son yıllarda yenilenebilir enerji geliştirme çabaları giderek daha fazla yoğunlaşmakta ve çevre dostu ekonomik büyüme tercih edilmektedir. Yenilenebilir enerji ekonomik faaliyet ve insan refahının yanı sıra çevresel faktörlerinde vazgeçilmezdir. Çünkü tüm üretim ve tüketim faaliyetleri doğrudan enerji tüketimiyle ilişkilidir (Javid ve Sharif, 2016: 406-414).

İthalatçı ülke ekonomileri, çevresel sorunların yanı sıra, büyük ölçüde fosil kaynak kullanımına bağımlı olmaları nedeniyle enerji belirsizliği tehdidiyle karşı karşıyadır. Küreselleşme ve ekonomik büyüme, karbon emisyonlarını ve sera gazlarını artıran temel faktörlerdir. Karbon emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olduğu için yenilenebilir enerji tüketimi teşvik edilmektedir. IEA ve OPEC, yenilenebilir enerji tüketiminin 2040 yılına kadar %60 artacağını belirtmekte ve temiz ve yeşil bir çevre için enerjinin %50 ila %80'inin yenilenebilir olarak kullanılmasının önemli olduğunu belirtmektedir. Yenilenebilir enerji, enerji çeşitliliğinin sağlanmasında yararlı bir araç olma özelliğine sahiptir. Fosil enerji kaynaklarına göre daha az bağımlılık, enerji piyasasındaki aksaklıklara karşı daha fazla dayanıklı olmaktadır (Qayyum vd. 2021: 4505).

Yenilenebilir enerji uzun ve kısa vadede CO2 emisyonlarını azaltarak ekolojik sürdürülebilirliği teşvik etmektedir. Gelişmekte olan ekonomiler de herhangi bir ekolojik

bozulma tehdidi olmadan finansal gelişimlerini iyileştirmek için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir. Öte yandan birçok çalışma ekonomik büyümeyi artırmak ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için yenilenebilir enerjinin önemini vurgulamaktadır. Ancak yenilenebilir enerji kaynakları kurulumu genellikle fosil enerji kaynaklarına göre daha maliyetli olabilmektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerji çevresel iyileşme, ekonomik büyüme ve finansal kalkınma için daha iyi bir büyüme süreci ve sürdürülebilir bir ortam sağlamaktadır (Chunyu vd., 2021: 6330-6335).

2.6. Ülkeler Açısından Yenilenebilir Enerji Kullanımının Önemi

Nüfusun artması ve ekonomik büyüme hedefleri gibi nedenler dolayı enerji ihtiyacının artmasıyla ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiştir. Dünyadaki mevcut fosil enerji kaynaklarının zamanla azaldığı için ülkeler yeni enerji politikaları geliştirmeye başlamışlardır. Yenilenebilir enerji kaynakları, çevre dostu temiz kaynaklar olması ülkeler açısından alternatif enerji kaynağı olarak kullanımı artmıştır. Ülkeler kendi doğal sınırları içerisinde bulunmasından dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelerek, fosil kaynağın dışa bağımlılığını azaltmaktadır. Yeterli enerji kaynaklarına sahip olmayan ülkeler enerji kaynaklarını ithal etmeleri sırasında yaşanan çevresel, ekonomik ve siyasi gibi olay yaşaması yenilenebilir enerji kaynaklarının daha düşük oranlarda olumsuz etkileri olduğu için alternatif enerji kaynağı olarak önemlidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarını daha verimli, bilinçli kullanılması sürdürülebilir bir ekonomik kalkınma açısından da önem arz etmektedir (Arı ve Yılmaz, 2023: 496-519).

Yenilenebilir enerji kaynakları temiz sürdürülebilir enerjiye geçişte ülkeler için kritik bir rol üstlenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimi, binalar ve sanayi için ısı üretimi ve ulaşımda kullanılması ülkelere ekonomik olarak katkı sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları ülkelerin, özellikle rüzgâr ve güneş teknolojileri, bugünden 2030'a kadar Küresel karbondioksit emisyonunun azaltılmasında önemli bir paya sahip olması beklenmektedir. Ülkeler yenilenebilir enerjiyi başta sanayi, ulaşım ve hizmet gibi kullanım alanlarını bu sektörlerde artırarak ekonomik olarak gelir artışı sağlamaktadır. Modern geliştirilmiş biyoenerji, jeotermal santraller ve güneş enerjili ısıtıcılar gibi ısı kaynakları da ısıtma sektörünün karbondan arındırılmasında önemli bir rol oynayarak ülkelerin çevresel sorunlarını azaltmada etkili olmaktadır (International Energy Agency).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının en büyük özellikleri arasında; karbondioksit emisyonlarının olmaları, çevrenin korunmasına yardımcı olmaları, yerli doğal kaynaklar oldukları için enerjide dışa bağımlılığın azalmasına ve istihdamın artmasına, ekonomik

olarak katkıda bulunmaları gösterilebilir. Bu haliyle hükümetler tarafından da söz konusu sektör desteklenmektedir. Bir başka ifadeyle, yenilenebilir enerji kaynaklarının ulaşılabilirlik, mevcudiyet, kabul edilebilirlik özelliklerinin olması ülkeler açısından önemlidir. Gelişen sanayi enerji ihtiyacını fosil kaynaklarla karşılayamamakta, enerji üretimi ve tüketimi arasındaki açık giderek artmaktadır. Küresel enerji tüketiminin, 2035 yılına gelindiğinde 1998 yılında tüketilen enerji miktarının iki katı, 2055 yılında ise üç katı olacağı tahmin edilmektedir. Bundan dolayı oluşan dengesizlikleri ülkeler yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılamayı hedeflemektedir. Özellikle Avrupa Birliği (AB) başta olmak üzere, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla kullanılması yönünde önemli somut adımlar atarak hedeflerini gerçekleştirmektedir (Özkaya, 2023).



3. ENERJİ TÜKETİMİNİN ÇEVRESEL BOYUTU VE YENİ SANAYİŞELEN ÜLKELER

Bu bölümde önemini hiç kaybetmeyen enerji üretimi ve tüketiminin çevresel boyutu hakkında bilgi verilerek, bu doğrultuda çevresel bozulma ve çevresel bozulmanın nedenleri ele alınacaktır. Daha sonra çevresel bozulmanın ölçülmesi ve ölçülmesini kapsayan ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite gibi kavramlar açıklanacaktır. Hemen ardından çevresel boyutu kapsayan çevresel kuznets eğrisi hipotezi değerlendirilecektir. Son zamanlarda üzerinde yoğunlaşan enerji için küresel dünyada uluslararası çevresel bozulmayı önlemeye yönelik yapılan çalışmalar üzerinde durulacaktır. Bütün bu değerlendirmeler ışığında yenilenebilir enerji ve çevresel sürdürülebilirlik incelenecektir. Son olarak yeni sanayileşen ülke örneklerine yer verilerek yenilenebilir enerji tüketim süreçleri açısından değerlendirilecektir.

3.1. Enerji Üretimi ve Tüketiminin Çevresel Boyutu

Tüm dünya genelinde sanayileşme sürecinin gelişmesiyle enerjiye olan talep hızla artmaya devam etmektedir. Üretim faktörlerinin en önemli girdilerinden biri olan enerji, uluslararası rekabet faaliyetlerinin de belirleyicileri arasında yer almaktadır. Fosil enerji kaynakları rezervlerinin dünya genelinde eşit dağılmaması sebebiyle gelişmekte olan ve yeni sanayileşen ülkeler gibi petrol ve doğalgaz kaynakları sınırlı olan ülkeler, üretim sürecinde ihtiyaç duydukları enerjinin büyük bir kısmını ithal etmek durumunda kalmaktadır. Dolayısıyla yakın dönemde küreselleşen dünya ticaretini derinden etkileyen Covid-19 süreci ve hemen ardından Rusya-Ukrayna savaşının yaşanması dışa bağımlı birçok ülkeyi olumsuz etkilemiştir. Öte yandan ülkeler olumsuzlukların etkilerinden kurtulmak ve üretim ve tüketim alanında iyileşmeler kaydetmek amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir (Damar ve Yıldırım, 2023: 1077-1100).

Son dönemlerde küresel olayların ve iklim değişikliklerinin yaşanması hem enerji üretim sürecini hem de enerji kullanımını etkilemektedir. Söz konusu gelişmeler enerji üretimi açısından ele alındığında enerji arzında problemlere neden olmakta iken tüketim açısından ele alındığından ise enerji girdi maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Enerjide yaşanan bu olumsuzluklar çevresel sorunlara ve sera gazı salınımının etkisiyle hava kirliliğinin oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle ülkeler yenilenebilir enerji kaynakları üretimine ve söz konusu kaynaklarının kullanım alanlarını genişletmeye çabalamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının öneminin artması enerji üretiminin

yaygınlaşmasını beraberinde getirmiştir. Yaşanan bu olumlu gelişmelere dayanarak 2050 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji arzının üçte ikisini oluşturacağı tahmin edilmektedir (Kılınç ve Kılınç, 2021: 1087-1105).

Enerji yaşamsal aktivitelerin gerçekleşmesi için gerekli faktörlerin başında gelmektedir. Enerjinin üretim ve tüketim aşamasında çevre ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil kaynaklarının üretim aşamasında çevre üzerinde önemli olumsuz etkileri vardır. Örneğin elektrik üretimi için kömürün kullanılması, petrol ürünlerinin çıkarma aşamasında ve kullanımı esnasında sera gazı emisyonlarının ortaya çıkması çevre ve hava kirliliğine neden olmaktadır. Fosil kaynaklara göre yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin çevreye yaymış olduğu karbon emisyonu düşük seviyelerdedir. Özellikle yenilenebilir jeotermal enerjinin karbon emisyonu sıfıra yakın düzeylerde seyretmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin çoğu hidrolik enerji, rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi ve jeotermal enerji alanlarında önemli ölçüde potansiyele sahiptir. Ülkeler enerjinin üretim ve tüketim sürecinde çevreye verdiği zararların azaltılması için yenilenebilir enerji kaynaklarını daha verimli bir şekilde kullanmaktadır. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının yoğun olarak elektrik üretiminde kullanılması enerjinin verimli ve tasarruflu olması açısından büyük bir önem taşımaktadır (Kılınç ve Çoban, 2016: 589-606).

Küresel ısınma, iklim değişikliği ve çevre kirliliği uzun yıllardır ulusal ve uluslararası problemlerin başında yer almaktadır. Fosil kaynakların kullanımında ortaya çıkan karbon emisyonunun çevre kirliliğine ve küresel ısınmaya yol açtığı tüm ülkeler ve toplum tarafından bilinmektedir. Dolayısıyla uluslararası boyutta gündemden düşmeyen ve tartışılan küresel bir problem haline gelmiştir. Bu bağlamda dünya genelinde birçok kuruluş iklim değişikliklerine farkındalık yaratmak amacıyla çeşitli faaliyetlerde bulunarak havadaki sera gazı ve karbon miktarının azaltılması gerektiği üzerinde durmaktadır. Son dönemlerde gelişmekte olan ülkeler enerji bağımlılığını azaltmak amacıyla ve çevresel sorunların ortaya çıkması nedeniyle yenilenebilir enerji kullanımını artırmaktadır. Çevre kirliliği ve küresel ısınma tüm canlıların yaşamını etkilemekte ve ciddi boyutlarda tehdit etmektedir. Dünyadaki birçok ülke karbon emisyon seviyelerini azaltmak için çalışmalar yapmaktadır. Bu ülkeler diğer ülkelerin de karbon emisyonuna yönelik önlemler almaları için siyasi ve ekonomik baskılar uygulamaktadır. Ülkeler fosil kaynak kullanımından doğan çevre kirliliğini en az seviyelere düşürmek için yenilenebilir enerji üretim ve kullanımını teşvik edici çalışmalar yapmaktadır (Canbay, 2019: 140-151). Son dönemlerde önemi artan yenilenebilir enerji üretimine rağmen enerjiye olan talebin artması, ihtiyaçların büyük oranda fosil kaynaklardan karşılanmaya devam

etmesine zemin hazırlamıştır. Bunun sonucunda fosil enerji tüketimi de hızla artmaktadır. Dolayısıyla fosil enerji tüketimi çevre üzerindeki olumsuzluğu arttırmaktadır. Ekonomik büyüme aynı zamanda fosil enerji kaynaklarına bağlı üretim süreci dolayısı ile karbon salınımını da arttırmaktadır Ülkelerin büyümesi, dolaylı ya da dolaysız olarak çevre kirliliğini arttırmaktadır (Apaydın ve Taşdoğan, 2019: 19-35).

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler yeni gelişen teknolojilerin sanayide yoğun olarak kullanılmaya başlamasının ardından artan enerji talebi hızlı bir ivme göstermiştir. Artan nüfus, gelişen ekonomiler ve sosyal kalkınmanın temel faktörü olan enerji üretim sürecinin önemli işlevleri arasındadır. Her ülke kendi toplumunun refahını artırmak ve ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla daha çok enerji üretimine ihtiyaç duymaktadır. Enerji tüketimine ihtiyaç olduğu için enerji üretimi artmaktadır. Yaygın olarak kullanılan fosil enerji kaynaklarının bilinçsiz kullanılması küresel ısınma, karbon emisyonu, çevre, hava ve su kirliliği, sera gazı gibi birçok problemin ortaya çıkmasını neden olmuştur. Tüm bu sorunlar çevreyi olumsuz etkilemektedir. Sürdürülebilir temiz bir çevreye sahip olmak için rezervleri sınırlı olan fosil kaynakların yerine karbon salınımı olmayan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması yaygınlaşmaktadır (Karaman, 2019: 1559-1566).

3.2. Çevresel Bozulma ve Çevresel Bozulmanın Nedenleri

Çevresel bozulma; Ekosistemlerin yok edilmesi ve yaban hayatının yok olması, hava, su ve toprak gibi doğal kaynakların tükenmesi yoluyla çevrenin bozulması olarak ifade edilmektedir. Bir başka ifadeyle çevresel bozulma, çevrede zararlı veya istenmeyen olarak algılanan herhangi bir değişiklik veya rahatsızlık olarak tanımlanmaktadır. Dünya çapında bireylerin ve toplumların sağlığı üzerindeki en büyük etkiler çevresel bozulma ve sosyal adaletsizlikten kaynaklanmaktadır. Çevre kirliliğinin ana nedenleri modern kentleşme, sanayileşme, aşırı nüfus artışı, ormansızlaşma ve doğal kaynakların nitelik ve niceliğinin bozulması şeklinde ifade edilmektedir. Çevresel bozulma açısından bunlar tüm canlılar için zararlı hale gelen çevre değişikliklerine yol açmaktadır. Çevresel bozulma dünya çapında insan sağlığı için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Bu bozulmanın insan sağlığı üzerindeki zararlı sonuçları hissedilmekte ve önümüzdeki 50 yıl içinde çevresel bozulmanın daha da kötüleşebileceği tahmin edilmektedir (Tyagi vd., 2014: 1491-1498).

Çevresel bozulmanın insan nüfusunun artması ile gözle görülür bir şekilde kendisini göstermiştir. İnsanlığın ilk doğuşunda çevresel bozulma küçük oranlarda olduğu için çevre kendini yenileme ve iyileştirme avantajına sahipti. Fakat gelişen dünyada tarım, sanayileşme ve artan teknolojik çalışmalar ile birlikte çevresel bozulma

ve meydan geldiği sorunlar yüksek seviyelere ulaşmıştır. Bu nedenle çevre kendini iyileştirmeden eski bozulmalara yenilerini eklemiştir. Bozulmalar en çok doğal çevre kaynakları olan toprak, su ve hava gibi önemli ekosistemlerinde meydana gelmektedir. Birçok toplumda insanların dikkat etmeden ve bilinçsiz bir şekilde çevreyi kirletmektedir. Sonuç olarak doğal çevre kaynaklarının döngüsü bozulan toprak, su ve hava gerekli işlevlerini yerine getirememektedir. Yaşam döngüsü içinde gerekliliği göz ardı edilmeden toprak, su ve hava kalitesi daha önemli hale gelmekte ve çevresel koruma olumlu yönde değişmektedir. Bu nedenle de doğal çevre kaynakların sürdürülebilir ve planlı bir düzen içinde kullanılması gerekmektedir (Menteşe, 2017: 381-389).

Dünyanın birçok ülkesinde ekonomi politikasının temel amacı sürdürülebilir ekonomik büyümeyi sağlamaktır. Ülkeler ekonomik faaliyetlerini, çevrenin “taşıma kapasitesi”yle (carrying capacity) sınırlı olduğunu bilmesine rağmen ileri düzey ekonomik büyüme gerçekleştirmek için çevreye ve doğal kaynaklara zarar vermektedir. Bu nedenle ülkeler ekonomik faaliyetlerini gerçekleştirmek için çevreci bir şekilde hareket etmelidir. Öte yandan çevresel bozulma, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmanın önünde bir engel teşkil etmektedir. Sonuç olarak enerji bir ekonominin omurgası olarak kabul edilmektedir. Ekonomik büyümedeki artış daha fazla ürün ve hizmet üretimine bunun sonucunda da enerji tüketiminin artmasına yol açmaktadır. Fosil enerji kaynaklarının artan kullanımı ekosistem için tehdit oluşturmaktadır. Fosil kaynaklar ve enerjideki fiyat dalgalanmaları ekolojik sorunları daha da kötüleştirmektedir. Dolayısıyla fosil enerji kullanımı çoğunlukla çevresel bozulmadan sorumluyken, yenilenebilir enerji çevresel sürdürülebilirliği artırmaktadır (Adebayo ve Rjoub, 2022: 16028-16044).

Günümüzde gelişen ve gelişmekte olan ülkelerde çevre kirliliği sorunu insan yaşamını olumsuz etkilemektedir. Çevrenin kaliteli olması insan refahını etkileyen önemli etkenler arasında görülmektedir. Dünyadaki bütün ülkelerde enerji üretim ve tüketim için vazgeçilmez olup ekonomik büyümeyi desteklemektedir. Ekonomik büyüme aşamasında enerjiye olan talebin artması çevresel bozulmanın en büyük sebepleri arasında sayılmaktadır. Fakat fosil enerji kaynaklarının kullanımı çevresel bozulmaya neden olduğundan dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması teşvik edilmektedir. Dolayısıyla çevresel bozulmayı azaltmak ve çevrenin kalitesini korumak için yenilenebilir enerji tüketimi sürekli artmaktadır (Aytun vd., 2017: 1-11).

Çevresel bozulmanın birçok nedenleri arasında sayılan kentleşmenin artması ve genişlemesi ile şehir bölgelerinde fiziksel görünüm içinde ekonomik ve sosyal bir süreç meydana gelmektedir. Kentleşme sonucunda enerjiye duyulan ihtiyaç daha ileri ki

dönemlerde hava kirliliği, orman tahribatı, su ve toprak kirliliği gibi çevresel bozulmaya neden olan olumsuzlar ortaya çıkmaktadır. Genel olarak bilinçsiz, plansız ve demografik yapılara önem verilmeden yapılan kentlerde yönetsel bozukluklarında olmasıyla çevresel sorunlar yaşanmaktadır. Aksi takdirde ekonomik çalışmaları, çevresel sürdürülebilirliği, enerji kaynaklarına olan talep çevresel bozulmayı tetiklemektedir (Altıntaş, 2020: 4517-4539).

Çevresel bozulmanın diğer ulusal ve küresel nedenleri arasında aşırı nüfus, hava ve su kirliliği, ormansızlaşma, küresel ısınma, sürdürülemez tarım ve balıkçılık uygulamaları, aşırı tüketim, savaşlar, gelirin kötü dağılımı, şirketlerin hızlı yükselişi ve ekonomik borç krizi yer almaktadır. Dolayısıyla artan yoksulluk, aşırı kalabalıklaşma, kıtlık, aşırı hava koşulları, tür kaybı, akut ve kronik tıbbi hastalıklar, savaş ve insan hakları ihlalleri ve giderek istikrarsızlaşan küresel sorunlarda bu nedenler arasında yer almaktadır. Bu sorunlar çevreyi olumsuz etkilemekte ve çevreyi ciddi boyutlarda tehdit etmektedir (Donohoe, 2003: 573-587).

Çevresel bozulma su ve hava kirliliğinden, ekolojik kaynakların azalması gibi birçok nedene dayanmaktadır. Sanayi sektöründeki duyarsız ve korumasız ilerleme çevresel bozulmaya neden olmaktadır. Dolayısıyla son yıllarda çevresel bozulmalar çevre kirliliği, atık problemi, karbon salınımı, küresel ısınma gibi sorunları da artırmaktadır. Bazı ülkeler enerjiyi bilinçsizce tüketirken ve çevresel bozulmaya neden olurken yüksek maliyetleri de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle çevresel bozulma birçok ekonomik yüke neden olmaktadır. Bu nedenle birçok ülke sürdürülebilir yaşam hedeflerinde çevreci çalışmalara önem vermektedir (Yeter vd., 2021: 405-432).

3.3. Çevresel Bozulmanın Ölçülmesi

Dünya nüfusunun artması ve ekonomik faaliyetlerin hızlı büyümesi ciddi çevresel zararlara neden olmakta ve neden olmaya devam etmektedir. Dünyanın doğal çevresinin korunması, şüphesiz önümüzdeki yılların en zorlu sorunlarından biri olacağı tahmin edilmektedir. Dünya nüfusu ve kişi başına düşen üretim küresel düzeyde gelecekte artmaya devam edeceğinden, çevresel bozulmanın daha da artması beklenmektedir. Dolayısıyla çevresel bozulmanın ölçülmesi amacıyla yoksulluğu azaltma stratejileri, projeleri ve sonuçlarının tasarlanması ve değerlendirilmesi için göstergeler kullanılarak ne boyutta bozulduğunu ölçülmektedir. Ek olarak zaman içindeki değişiklikleri ve eğilimleri izlemek amacıyla çevresel bozulma ölçülmektedir. Gelişen dünyada daha iyi bir yaşam standardı talebi ve sanayileşmiş ülkelerde görünüşte sınırsız olan daha yüksek

gelir arzusu, hammadde ve enerji gibi doğal kaynakların kullanımını artıracak ve kirlletici ve toksik maddelerin emisyonlarının artmasına neden olmaktadır (Hatun, 2009: 439-457).

3.3.1. Ekolojik Ayak İzi

Sanayi devriminden bu yana çevresel bozulma, araştırmacılar ve politika yapıcılar için daha fazla önem kazanmıştır; özellikle son otuz yılda, sürdürülebilir ekonomik büyümeyi sağlamak için çözülmesi gereken temel sorunlar arasında görülmüştür. Çevresel bozulma hava ve su kirliliği, ormansızlaşma, gıda kıtlığı ve aşırı hava koşulları gibi küresel düzeyde çeşitli ekolojik zorlukları içermektedir. Buna rağmen ulusların büyüme yörüngesi sürekli olarak ekolojik açığı artırmakta ve dünyanın taşıma kapasitesini azaltmaktadır. Ekolojik bozulma çevreye yayılan zehirli gazların düzeyini yoğunlaştırmakta ve hava kalitesini bozmaktadır. Ekolojik ayak izi kavramı dünyadaki tüm canlıların kaynakları kullanma ve zedelenmeye sebebiyet verme miktarını sayısal değerlere çeviren bir işlem aracı olarak tanımlanmaktadır. Ekolojik ayak izi, belirli bir kaynak seti tarafından desteklenebilecek maksimum nüfus büyüklüğüyle ilişkili uygun taşıma kapasitesine alternatifler arama geleneği üzerine inşa edilmiştir. Tüketilen kaynakların üretilmesi ve üretilen atıkların absorbe edilmesi için biyolojik olarak ne kadar bir alana ihtiyaç duyulduğu sorusunu gündeme getirmektedir. Ekolojik ayak izi aynı zamanda halkın çevre bilincini artırmada etkili bir iletişim aracı olarak bilinmektedir (Rahmane vd., 2021: 323-333).

Ülkelerin ekolojik muhasebesini oluşturan “Ekolojik Ayak İzi” işlemleri, sürdürülebilir bir geleceğe dair ilerlemenin ilk adımı sayılmaktadır. Ekolojik Ayak İzinde ilk hedef, yeni nesillere temiz bir çevre bırakma amacıyla sürdürülebilirlik olması son derece önemlidir. Ekolojik Ayak İzi gelişen teknoloji ve kaynak metot ile bireyin, toplumun ya da etkinliklerin tüketilen kaynakların üretilmesi ve meydana getirdiği atıkları ortadan kaldırmak için gerekli biyolojik kapasitenin verimli sayılan toprak ve su alanı olarak bilinmektedir. Bilindiği gibi Ekolojik Ayak İzi bir bireyin, tüm ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullandığı biyolojik kapasiteyi ölçmeye yarayan bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkelerin ekolojik ayak izlerinin belirlemek için birçok açıdan önemli görülmektedir. Öte yandan insanların ve toplumların çevre üzerindeki oluşturdukları etkileri değerlendirebilmek için ekolojik ayak izinden yararlanmaktadır (Tosunoğlu, 2014: 132-149).

Ekolojik ayak izi; otlak ve orman alanı, balıkçılık sahası, tarım arazisi, yapılaşmış alan ve karbon ayak izi olmak üzere altı bileşenden oluşmaktadır. Otlak ayak izi, insanların hayvan ürünlerine ilgilendikleri istekleri doğrultusunda kullandıkları otlak

miktarı ile belirlenmektedir. Bunlardan otlak alanı ayak izi et, deri, yün ve süt gibi maddeleri üretmek için otlak alan adı verilen alanlarda yapılmaktadır. Bir diğer orman alanı ayak izi; Dünyada genel olarak yaklaşık olarak 3,9 milyar hektar ormanlık alan bulunmaktadır. Ormanlık alanlarda kâğıt, kereste, sanayi sektöründe kullanımı ve odun üretimi yapılmaktadır. Bu alanlar ekolojik orman alanı ayak izi olarak tanımlanmaktadır. Balıkçılık sahası ayak izi ise sık tüketimi olan balık ve deniz ürünlerinin geleceği amacıyla gereken deniz ve tatlı su alanlarıdır. Dolayısıyla bu alanlar ekolojik balıkçılık sahası ayak izi kapsamına girmektedir. (Özsay ve Dinç, 2016: 35-55).



Şekil 3. Ekolojik Ayak İzi bileşenleri (WWF, 2010).

Tarım arazisi ayak izi ise tarım ürünlerinin tüketildiği miktar kadar üretimi için ayrılan alanın ölçüsünü ve üretme kapasitesini gösteren alanı ekolojik ayak izi olarak tanımlanmaktadır. Dünya genelinde ve ülkemizde en büyük ölçüye sahip ikinci ekolojik ayak izi bileşeni olarak bilinmektedir. Yapılaşmış alan ayak izi, toplumun ihtiyaçları gereksinimi doğrultusunda belirlenen, konut, ulaşım, endüstriyel ve enerji santralleri, alt ve üst yapılarıyla sarmalanmış alanın yüzölçümünü ifade etmektedir. Karbon tutma ayak izi, küresel olarak ekolojik ayak izinin temel bileşenleri arasında en büyük paya sahip olan bileşendir. Karbon ayak izi hesaplamasında ele alınan etmenler, fosil kaynakların kullanımını sonucunda atmosfere dağılan sera gazları ve en karbon salınımı gibi zararlı

gazlar dikkate alınmaktadır. Bu durum aynı zamanda ekosistem alanından daha çok ölçüde olduğu tespit edilmiştir (Kurtuldu, 2019: 18-20).

Ekolojik ayak izi hesaplanırken, iki temel faktör dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Bu faktörlerden birincisi; tüketimi yapılan kaynaklar ile üretimi yapılan atıkların izlenebildiği, ikinci faktör ise; ihtiyaç duyulan üretimin ve atıkları yok etmek için kullanılacak biyolojik kapasite alanın ölçülmesidir. Bu faktörler dikkate alındığında bulunan sonuçlar ile ekolojik ayak izleri, üretim ve tüketim için insanların kullandığı biyolojik kapasite alan meydana çıkmaktadır.

Ekolojik ayak izi ve biyolojik kapasite, hektar (ha) ile ifade edilmektedir. Ulusal ölçekte ekolojik ayak izi hesaplama formülü aşağıda belirtilmiştir;

$$\text{Ekolojik Ayak İzi (ha}^*\text{)} = \text{Tüketim} \times \text{Üretim Alanı} \times \text{Nüfus}$$

Ekolojik ayak izi hesaplamalarında kullanılmakta olan tüketim değişkeni, tüketilen yiyeceğin kg olarak ağırlığı, tüketilen orman ürününün ton olarak ağırlığı, tüketilen elektriğin joule (jul) olarak değeri gibi, malların kullanım miktar ölçüsü olarak değerlendirilmektedir. Yiyecek, tüketim malları, ulaşım, barınak ve hizmetler gibi gruplarla farklı hesaplamalar mevcuttur (Akgün, 2023: 64-69).

3.3.2. Biyolojik Kapasite

Biyolojik kapasite, ekosistemin canlılar tarafından tüketilen doğal kaynaklardan biyolojik materyallerin üretimini sağlama ve canlılardan kaynaklı atıkları hapsedme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle biyolojik kapasite coğrafi bölgedeki doğal kaynakların ne kadar miktar üretebileceğinin ifade eden kapasite bütünü olarak bilinmektedir. Gelişmekte olan ülkeler biyolojik kapasitenin artırılmasına yönelik politikalar geliştirerek mevcut enerji kaynaklarının üretimini sağlayarak ve çevre dostu teknolojileri kullanarak sürdürülebilir gelecek açısından son derece önemlidir. Doğal enerji kaynakların dengeli ve bilinçli kullanılması biyolojik kapasitenin kapsadığı verimli bölgelerin de çeşitlendirilmesi ile birlikte korumak bir çözüm niteliğindedir (Ünal ve Aktuğ, 2022: 113-136).

Biyolojik kapasite kavramının geliştirmek ve pekiştirmek için ulusal ve uluslararası düzeyde bilimsel olarak daha fazla yer almaktadır. Bunun nedeni, kaynakların sınırlı olduğu bir dünyada zenginliğin yoğun olduğu ülkelerde yeniden değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Biyolojik kapasite, ilgili alana ait bölgenin kaynaklarının mevcut arazi alanına göre bütün bir şekilde kapasitenin göstergesi olarak tanımlanmaktadır. Mahsul, hayvan (otlak alanı), kereste ürünleri (orman) üretiminin yanı

sıra ormanlardaki karbondioksiti almaya yönelik biyosfer kapasitesini temsil etmektedir. Aynı zamanda bu biyolojik kapasite yerleşik arazi tarafından ne kadar bir alan göstermektedir. Kısaca kara ve su alanlarının ekolojik hizmet üretme kapasitesini ölçmektedir. Biyolojik kapasite iki faktör tarafından belirlenir: biyolojik olarak verimli arazinin alanı veya su ve o alanın verimliliği, hektar başına ne kadar ürün elde edildiğiyle ölçülmektedir (Toderou, 2010: 213-238).

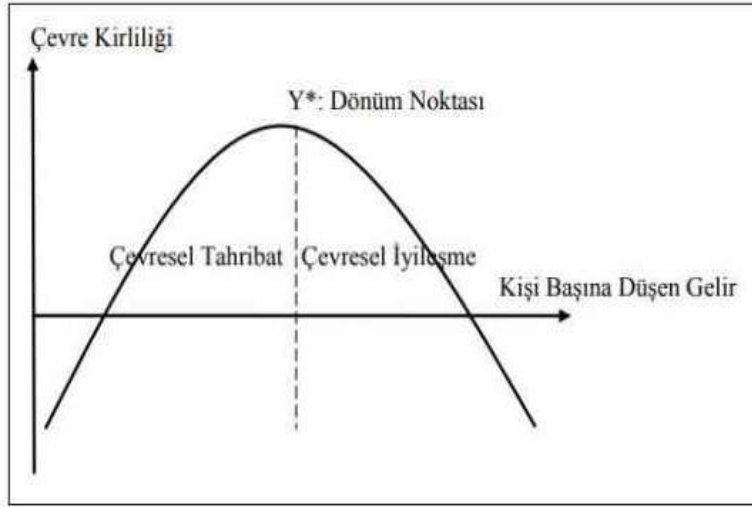
Biyolojik kapasite, ülkelerin kendilerine ait doğal kaynakların olduğunu iddia eden biyolojik üretken alanın tamamını kapsamaktadır. Gelişmiş teknoloji ve yönetim planları altında kendi topraklarında sürdürülebilecek maksimum doğal kaynak tedarik oranını temsil etmektedir. Bununla birlikte yeterli bilgiler elde edilerek her biyolojik üretken alanın biyolojik kapasitesi erişilebilir alanlar verimli bölgeleri kapsamaktadır. Biyolojik kapasitesinin en verimli alanları genellikle yerleşim yerleri ve kaynak elde etmek için en muhtemel olması açısından elverişli bölgelerdir. Diğer biyolojik kapasitesine ait alt bölgelerde farklı verim faktörlerine sahip olabilmektedir. Ekolojik ayak izi etkisiyle daha sonra bir bölgedeki faaliyetlerin Ayak İzi, faaliyetin kendi sınırları içinde ve kendi yerel kaynaklarıyla ne ölçüde sürdürülebileceğini değerlendirmek için ilgili biyolojik üretim kapasitesi alanıyla karşılaştırılarak hesaplanmaktadır (Wackernagel, 2005: 1-33).

Ekonomik büyüme çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Gelişmekte olan ekonomilerin günümüzde genel olarak bilinen su, toprak ve hava kirliliğinin olması biyolojik kapasiteye geri dönüşü olmayacak bir biçimde zarar vermesine neden olmaktadır. Atık yönetiminin kontrol edilmeden yapılması ve eğitimsizlik oranında günümüzde bile devam etmesi su, verimli tarım arazilerine ve balık gibi doğal kaynakların giderek yok olması en ciddi tehdit olarak görülmektedir. Söz konusu olumsuzluklar çevre üzerinde problemler oluşturmaktadır. Bu nedenle çevresel sürdürülebilirlik ve biyolojik kapasite günümüz için ve gelecek yılların refahı için son derece önemlidir (Erden ve Turan, 2014: 9-23).

3.3.3. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi

1900'lü yıllarda başlayan çevresel bozulmanın ekonomik büyümeyle arasındaki ilişki gündeme gelmiştir. Ülkelerin en temel hedefleri arasında ekonomik büyümenin olması çevresel olumsuzluklardan kurtulmayı önemli hale getirmiştir. Bu durum aynı zamanda ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasındaki ilişkinin kuvvetli olduğunu göstermektedir. Çevresel Kuznets Eğrisi Simon Kuznets tarafından 1950'lerde gelir eşitsizliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi açıklamak için geliştirilmiştir. Çevresel Kuznets eğrisi, ekonomik büyümenin başlangıçta çevresel sorunlara yol

açtığı, ancak ilerleyen bir ekonomik büyüme gelişmesi sonrasında toplumun çevreyle ilişkisini geliştirmeye başladığını ve çevresel sorunların azalış seyrini göstermektedir. Bu nedenle çevresel kuznets eğrisi ters U şeklini almaktadır (Atıcı, 2023: 34-36).



Şekil 4. Çevresel Kuznets Eğrisi (Yandle vd. 2002: 2).

Çevresel Kuznets eğrisi, kişi başına düşen gelir ile çevresel bozulmanın diğer farklı göstergeleri arasındaki ilişkiyi temsil etmektedir. Öte yandan bireyin geliri arttıkça enerji tüketimi de artmakta ve bu da karbon emisyonuna neden olmaktadır. Bu nedenle emisyonlar enerji tüketimine bağlıdır. Üstelik ekonominin yanı sıra insanların yaşam standardı ve yaşam kalitesi de olumsuz etkilemektedir. Dolayısıyla içinde bulunduğumuz modern çağda ekonomik kalkınmanın yanı sıra çevresel sürdürülebilirlik de hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ekonomilerin talep etmesinden dolayı son derece önemlidir. Gelişmekte olan ekonomilerin ihtiyaç duyduğu ekonomik büyüme ve finansal gelişmenin yanı sıra sağlıklı bir çevre ile ekonomik hedeflere ulaşmak atılan ilk hedefler arasındadır (Raza vd. 2020: 5620-5629).

3.4. Uluslararası Çevresel Bozulmayı Önlemeye Yönelik Yaklaşımlar

Çevre tüm dünyayı ilgilendiren ve ülkelerin birbiri ile olan ilişkilerinde önemli bir boyut haline gelmiştir. Daha da önemlisi çevreyi ilgilendiren iklim değişikliği sorununun korkutucu boyuta ulaşması göz önüne alındığında diplomasi konularında en önemli öncelikler arasında yer almaktadır. Aynı zamanda çevre modern toplumda uluslararası politikanın ve akademik çalışmalara konu olmaya başlamıştır. Hava kirliliği, su kirliliği ve su kaynakları sistemlerindeki aksaklıkların olması nedeniyle birçok ülke çevre sorunlarıyla karşı karşıya kalmaktadır. Dolayısıyla çevre ile ilgili uluslararası alanda

Roma kulübü, Kyoto protokolü, Paris iklim anlaşması, Birleşmişler Milletler çevre konferansı gibi çalışmalar yapılmıştır (Akgün, 2023: 28-29).

3.4.1. Roma Kulübü

Roma Kulübü sanayicilerden, bilim insanlarından ve akademisyenlerin bir araya gelerek oluşturduğu sivil topluluk örgütüdür. Dünyada çevresel durumların ne yönde gelişmekte olduğunu araştırmak için, Amerika Birleşik Devletleri'nde Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) uzmanlarına hazırlattığı rapordur. Hazırlanan bu raporda ortaya atılan, çevrenin o tarihten itibaren 150 yıl içinde ve 2120 yılına kadar, "yaşanabilirlik niteliğini" büyük oranda kaybedebileceği görüşüdür. Bu görüş, nüfus, kentleşme ve doğurganlık oranlarının hızlı artışının olduğu gibi devam edeceği gibi varsayımlara dayanmaktadır. Bu varsayım ekolojik ve ekonometrik modeller hazırlayarak, ekonominin kapasitesini ölçülmesi, besinin hammadde üretimi ve çevre kirliliği gibi değişken durumları araştırmaktadır. Ekonomik büyüme dönemlerini bilimsel olarak açıklanan bir örgüt olmuştur (Keleş, 2023: 24-30).

3.4.2. Kyoto Protokolü

Kyoto Protokolü iklim değişikliği politikası için bir dönüm noktası olmuştur. Hem iklim değişikliğiyle mücadele hem de sera gazı emisyonlarının büyük bir kısmından sorumlu olan gelişmiş ekonomileri kapsayan uluslararası bir projedir. Sera gazı emisyonlarının azaltılmasına ilişkin uluslararası bir anlaşma olan Kyoto Protokolü, daha temiz sürdürülebilir bir geleceğin sağlanmasına yönelik en büyük adımdır. Taraflar ilk kez 21. yüzyılın başları için karbon emisyonlarını azaltma hedeflerini belirlemeye çalışmışlardır. 1997 yılında Kyoto Protokolü kabul edilmiş ve 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. 13 Mayıs 2008 tarihi itibarıyla, 181 ülke ve bir bölgesel ekonomik entegrasyon kuruluşu olarak, ülkelere sera gazlarını 2012 yılına kadar %5 oranında ortaklaşa azaltma taahhüdünde bulunan Kyoto Protokolü'nün onay, katılım, onay veya kabul belgelerini sunarak ilk adımlar atılmıştır. Kyoto Protokolü, sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik küresel bir politika haline gelmiştir (Cirman vd. 2009: 29-54).

3.4.3. Paris İklim Anlaşması

Paris İklim Anlaşması, küresel iklim değişikliğini engellemek için önemli bir adım olarak kabul edilir. 21. Taraflar Konferansı olarak da adlandırılan Paris anlaşması, uzun yıllardır devam eden ve olumsuz sonuçlanan müzakerelerin ardından, tarihe konu olacak küresel bir anlaşma ile sonuçlanmıştır. 196 ülke tarafından kabul edilen bu anlaşma sera

gazı emisyonlarını sıfırlanacağı hedefini benimsemektedir. Paris anlaşması uzun dönem olarak belirlediği güçlü hedefleri daha kesin bir şekilde ortaya koymuştur. Bu anlaşmayı imza atan taraf ülkeler, kendi ülke sınırları içerisinde sera gazı emisyon oranlarını düşürmek için önlemler almışlardır. Paris Anlaşması içerik olarak bilimsel çalışmalara dayanmaktadır. Bu nedenle, Paris Anlaşması küresel anlamda daha az karbonlu ve iklim değişikliğine karşı güçlü bir ekonomik gelişme yaşanacağı hedeflenmektedir (Karakaya, 2012: 1-12).

3.4.4. Birleşmişler Milletler Çevre Konferansı

1972’de Stockholm’de düzenlenen Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı sürdürülebilir kalkınma ve çevresel olaylar için bir araya gelinen bir örgüttür. Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı, Birleşmiş Milletlerin düzenlediği ilk çevre konferansı özelliği taşımaktadır. Bu konferans çevre için önemli ve dünya da büyük yankı uyandırmıştır. Birleşmiş Milletler çevre konferansında, insanoğlunun uluslararası çevre faaliyetlerine ilişkin önlemlerini belirleyen Stockholm Bildirgesi ve Eylem Planı kabul edilmiştir. İlerleyen zamanlarda, 1992 yılında Brezilya’nın Rio de Janeiro kentinde Dünya Zirvesi’nde Birleşmiş Milletler tekrar bir araya gelmiştir. Dünya zirvesinde Birleşmiş Milletler ekonomik iyileşmeler ve çevre kirliliğine dair alınması gereken önlemlerin gerekliliği vurgulanmıştır (Akgün, 2023: 29-30).

Çevre sorunları uluslararası anlamda ilk kez Stockholm’de “İnsan Çevresine Dair Konferans” yapılarak ve çevre sorunlarına dair çözümler konuşulmuştur. Stockholm Bildirgesi çoğunlukla çevre politikası hedeflerini ve amaçlarını benimsemektedir. Stockholm’ün ardından çevre sorunlarına ilişkin küresel farkındalık ve uluslararası çevre yasalarının yapımı da önemli ölçüde artmıştır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) düzenlenerek çevre problemlerine dair çözüm üretmek için kurulmuştur (Kayhan, 2013: 61-90).

Birleşmiş Milletler çevre programı, iklim değişikliği, doğa ve biyolojik çeşitlilik kaybı ve kirlilikten oluşan üçlü gezegen krizinin temel nedenlerini derinlemesine inceleyerek değişime öncülük etmektedir. Birleşmiş Milletler çevre programının çalışmaları, ülkelerin düşük karbonlu ve kaynak verimli ekonomilere geçişine yardımcı olmaya, çevresel yönetişimi ve hukuku güçlendirmeye, ekosistemleri korumaya ve politika kararlarını bilgilendirmek için kanıta dayalı veriler sağlamaya odaklanmaktadır. Çevre programı, en ileri bilim, koordinasyon ve savunuculuk yoluyla 193 Üye Devletinin Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşmasını ve doğayla uyum içinde yaşamasını desteklemektedir (UNEP, 2024).

3.5. Yenilenebilir Enerji ve Çevresel Sürdürülebilirlik

“Sürdürülebilir” kavramı, 1980’li yıllarda ilk olarak Bruntland Raporunda kullanılmıştır. Sürdürülebilirlik; var olan kaynaklarımızın gelecek nesillere yetecek biçimde kullanımını ifade etmektedir. Bir diğer ifadeyle; sürdürülebilirlik kavramı; toplumun sosyal, kültürel, bilimsel, doğal ve insan kaynaklarının tümünün dikkatli kullanılmasını sağlayan ve buna saygı duyma temelinde sosyal bir düşünce oluşturan katılımcı bir aşama olarak tanımlanmaktadır. Sürdürülebilirlik, aynı zamanda yaşam kalitesini iyileştirmeyi hedeflemektedir. Sürdürülebilirlik toplumu, ekonomiyi ve çevreyi etkilemektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler ekonomik olarak büyüme sağlamak, toplumsal refahı iyileştirme ve doğal çevreyi korumak için yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak sürdürülebilir bir geleceği hedeflemektedir (Seydioğulları, 2013: 19-25).

“Çevresel sürdürülebilirlik” kelimesinin anlaşılması ve kullanılması çoğunlukla doğal sistemler üzerindeki bir tür insan etkisi ile ilişkilendirilme eğilimindedir. Çevresel kaygılar ve çevreye verilen önem son yıllarda artarken sürdürülebilirlik kavramı da akademik çalışmalarda sıkça ele alınan bir kavram olmuştur. Sürdürülebilirlik kavramının gelişmesi ve araştırılması çevre sorunlarının uluslararası düzeyde gündeme getirilmesini sağlamıştır. Çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansında olduğu gibi küresel dünyada sürdürülebilirliğin temelleri atılarak ve çevreyi korumak ana konu haline gelmiştir. Bu bağlamda çevreyi korumak ve sürdürülebilir bir gelecek için hükümetler tarafından hala sıklıkla ele alınmakta ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi daha çok desteklenmektedir (Kortunay, 2023: 699-716).

Sürdürülebilir enerji kavramı açısından değerlendirildiğinde yapılan yenilenebilir enerji üretiminin daha verimli ve geliştirilmiş temiz teknolojilerle yapılmasını ifade etmektedir. Fosil kaynakların çevre duyarlı modern teknolojilerle değerlendirerek, fosil kaynakların aksine şartlar el verdiği sürece yenilenebilir enerji kaynakları yaygınlaştırılarak kullanılması gerektiği yaklaşımı hâkim olmaktadır. Bugün dünyanın, sürdürülebilir bir gelecek düşüncesi, enerji kaynakları, toplumsal ve çevresel olayları tamamen iç içe örülmüş bir dünya bütünü haline gelmekte olduğu belirgin bir şekilde görülmektedir. Yenilenebilir enerji tüketimi çevresel problemler ile birlikte sürdürülebilir bir gelecek açısından da olumlu etkileri ortaya çıkarmaktadır. Küresel etkili olarak yenilenebilir enerji kullanımı artış eğilimi göstermektedir. Nüfus büyüme oranındaki artış, ekonomik büyüme ve modern hayat standartlarına yönelme çabaları, enerji kullanımındaki artışta etkili olan önemli faktörlerdendir.

Enerji insan yaşamı için kaçınılmaz, güvenli, erişilebilir enerji tedariki ve modern toplumların sürdürülebilirliği için hayati önem taşımaktadır. Fosil kaynak kullanımının sürdürülmesi birçok zorlukla karşı karşıya kalmaktadır. Fosil kaynak rezervlerinin tükenmesi, küresel ısınma ve diğer çevresel kaygılar, jeopolitik ve askeri çatışmalar ve son zamanlarda devam eden ve önemli yakıt fiyat artışları olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Bu sorunlar sürdürülemez bir duruma işaret etmektedir. Bu doğrultu da yenilenebilir enerji, artan enerji sorunlarının çözümü niteliği olarak gündeme gelmektedir (Asif ve Muneer, 2007: 1388–1413).

1970’li yıllarda ortaya çıkan petrol krizlerinden sonra enerjide arz güvenliği sorunu ortaya çıkmış, yeni alternatif enerji kaynağı arayışları başlamıştır. Sonraki yıllarda çevresel bozulmalar ve kirlilik konusunda bilinçlenmenin başlamasıyla yenilenebilir enerji en önemli kaynak olarak yerini almıştır. Ülkeler “sürdürülebilir enerji” kavramını ulus ve uluslararası toplumların önemseydiği ortak ilke olarak belirlemiştir. Bu durum insanlığın ihtiyacı olan yenilenebilir enerjiyi ekonomik olarak ve sürdürülebilir çevresel özelliği önem kazanmıştır. Gelişen sürdürülebilir enerji diğer enerji kaynaklarından yapılan enerji üretiminin daha verimli ve geliştirilmiş teknolojilerle yapılmaktadır. Bununla birlikte sürdürülebilir enerji, fosil kaynakların yerine yenilenebilir enerjinin kullanılmasını ön gören ve tüm bunları ekonomik faaliyetler ile birlikte gelişen bir kavram olarak tanımlamaktadır (Öymen ve Ömeroğlu, 2020: 1069-1087).

Dünya ekonomisinin giderek küreselleşmesi göz önüne alındığında enerji sürdürülebilirliği küresel bir zorunluluk haline gelmektedir. Enerji kaynakları, neredeyse dünyadaki tüm sektörlerde (örneğin sanayi, ulaşım, konut, ticaret gibi) ekonomik faaliyetlerde kullanılmaktadır. Enerji sürdürülebilirliği, enerji hizmetlerinin sürdürülebilir bir şekilde sağlanmasını içermektedir. Bu durumda enerji hizmetlerinin bugün ve gelecekte tüm insanlara temel ihtiyaçları karşılamaya yetecek, uygun maliyetli, çevreye zarar vermeyecek şekilde sağlanmasını gerektirmektedir. Sürdürülebilirlik toplumun sağlıklı ve temiz bir çevreyi korurken gelişmesi isteniyorsa sorunların ele alınması gerekmektedir. Toplumlar çevreyi bozmaya devam ederse gelecek nesiller olumsuz yönde etkilenecektir (Rosen, 2009: 55-80).

Günümüzde ülkeler ekonomilerini iyileştirmek için daha fazla kazanmak isterken, bir yandan da daha çok enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Lakin petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Bir diğer fosil kaynak sorunları hızlı kentleşme, ısıtma ve soğutma, ulaşım ve nakliye, elektrik üretimi gibi önemli alanlarda yoğun kullanılması çevre tahribatına neden olmaktadır. Yaşam şartlarının hızlı değişimi ve toplumun refah düzeyini yükseltmek isteyen ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarının

kullanımını artırmışlardır. Bu nedenle hükümetler gelecek nesiller için yaşanabilir çevre, yaşam koşullarının yeterli ve iyileşmiş sürdürülebilirliği hedeflemektedir. (Yıldırım ve Nuri, 2018: 105-143).

Sürdürülebilir bir gelecek ve yaşanabilir çevre koşullarını sağlamak için fosil kaynaklara olan bağımlılığın azaltılması ile mümkün görünmektedir. Dünyanın enerji kaynaklarının kıt olması ve sürekli azalması ülkeleri yürüttükleri enerji politikalarını yeniden gözden geçirmeye ve enerjiyi daha etkili kullanmaya yöneltmiştir. Gelişen yenilenebilir enerji politikaları sürdürülebilir iyileştirilmiş bir ekonomi ve temiz çevre için tüm dünya genelinde uygulanması gerekmektedir. Sürdürülebilirlik sürecinde toplumların enerjiyi bilinçli ve daha verimli kullanılması gerekmektedir (Dağlıoğlu ve Armağan, 2017: 93-109).

Yeni teknolojilerin gelişmesi ile birlikte enerjiye duyulan ihtiyaç artmıştır. Fosil kaynaklar çevresel tahribata yol açmasının yanı sıra düşük seviyelerde yenilenebilir enerjiden dolayı da bozulmalar olabilmektedir. Fakat bazı enerji kaynakları yenilenebilir olmalarına rağmen az da olsa problemler oluşturmaktadır. Bu nedenle düşük oranlarda çevrenin sürdürülebilir olmasına engel olmaktadır. Dolayısıyla Ekolojik dengeyi sağlamak için enerji kaynaklarının sadece yenilenebilir değil aynı zamanda sürdürülebilir olması da gerekmektedir (Aykal vd., 2009: 78-83).

3.6. Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Yeni Sanayileşen Ülkeler

Sanayileşme, nüfus artışı, kentleşme ve fosil kaynak kullanımı gibi faktörlerin etkisiyle çevre kirliliği gün geçtikçe artmakta ve bu durum, sürdürülebilir büyüme hedeflerini tehdit etmektedir. Nüfus yoğunluğundaki artış, toplumsal ihtiyaçları ve üretim düzeyini artırmakta; bu da ekonomik büyümeyi teşvik ederken çevresel bozulmayı beraberinde getirmektedir. Özellikle sanayi devrimi ile birlikte fosil yakıtların yaygın kullanımı, hava, su ve toprak kirliliği gibi çevre sorunlarını derinleştirmiş, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi sonuçlara yol açmıştır. Bu bağlamda çevresel sürdürülebilirlik açısından ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi giderek zorunlu hale gelmiştir. Doğada kendini yenileyebilen bu kaynaklar, fosil kaynakların aksine karbon salımı yapmadan enerji üretebilmekte, böylece hem sıfır karbon hedeflerine ulaşmada hem de enerji arz güvenliği ve dışa bağımlılığın azaltılmasında önemli bir rol üstlenmektedir. Yenilenebilir enerji, çevresel etkileri minimize ederken istikrarlı ve sürdürülebilir ekonomik büyüme için stratejik bir araç olarak öne çıkmaktadır (Çetintaş ve Aydın, 2022: 306-307).

Sanayileşme sürecinin tetiklediği yüksek ekonomik büyüme oranları, sera gazı emisyonlarının, özellikle de karbon salınımlarının artmasına yol açmakta ve bu durum küresel ısınma ile iklim değişikliği gibi çevresel tehditleri beraberinde getirmektedir. Bu nedenle ülkeler, karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik etkili politikalar geliştirme çabası içindedir. Karbon emisyonlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi, her ülkenin kendi koşullarına uygun emisyon azaltma stratejileri oluşturabilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. 1990'lı yıllardan itibaren yeni sanayileşmiş ülkelerde enerji kaynaklı karbon emisyonlarında ciddi artışlar gözlemlenmiş, bu da çevre kalitesindeki bozulmaların ekonomik büyüme ile ilişkisini irdeleyen çalışmaları gündeme getirmiştir. Bu çerçevede sıklıkla başvurulan Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi, ekonomik büyümenin erken dönemlerinde çevresel bozulmanın arttığını; ancak büyüme ilerledikçe daha temiz üretim biçimlerine geçiş, hizmet sektörünün ağırlık kazanması ve çevresel düzenlemelerin sıklaştırılmasıyla birlikte emisyonların azalma eğilimine girdiğini öne sürmektedir (Özdemir, 2024: 277-278).

Ekonomik büyümeyi teşvik eden insan faaliyetleri, enerji sektöründe fosil kaynakların çıkarımından sanayi başta olmak üzere çeşitli sektörlerdeki kullanımına kadar ekonominin birçok alanını etkileyerek çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Sanayileşme süreci, yalnızca endüstriyel üretim faaliyetleriyle sınırlı kalmayıp diğer sektörlerde de çevreye zararlı materyallerin kullanımıyla kirliliği artırmakta ve ekolojik bozulmayı derinleştirmektedir. 18. yüzyılda başlayan sanayi devrimiyle birlikte ekonomik refah, üretim ve tüketim artışı hedeflenmiş; ancak bu süreç, enerjiye olan talebi ve kaynak ihtiyacını da artırmıştır. Özellikle küreselleşmenin etkisiyle ekonomik büyüme, çevresel sürdürülebilirliğin önüne geçmiş ve bu durum küresel sera gazı emisyonlarını ciddi biçimde yükseltmiştir. Hızla sanayileşen 10 yeni sanayileşmiş ülke, dünya üretiminde önemli rol oynarken, yalnızca 2013 yılında küresel karbon emisyonlarının yaklaşık %42,4'ünü oluşturmuşlardır. Paris Anlaşması kapsamında küresel sıcaklık artışının 2°C ile sınırlandırılması hedeflenmekle birlikte, bu ülkelerin hızlı sanayileşme kaynaklı çevresel etkileri dikkate alındığında, emisyonların azaltılması küresel çevre hedeflerine ulaşmada temel bir zorluk olarak öne çıkmaktadır (Adebayo vd, 2022: 102616).

Brezilya, Çin, Meksika, Hindistan, Malezya, Filipinler, Türkiye, Güney Afrika, Tayland ve Endonezya'dan oluşan 10 Yeni Sanayileşen Ülke, hızlı sanayileşme süreçleriyle dünyanın en büyük üretim merkezleri haline gelmiştir ve küresel tedarik zincirlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Ancak bu ülkeler, küresel çevresel hedeflere ulaşma konusunda büyük zorluklarla karşı karşıyadır. Örneğin, Paris Anlaşması'nda

belirtilen ve COP26'da yenilenen küresel ısınmayı 2°C'nin altında tutma hedefi, bu ülkeler için ciddi bir mücadele gerektirmektedir. 2017'de bu ülkeler, küresel karbon emisyonlarının yaklaşık %48'ini oluşturmuş ve bazıları, Hindistan, Brezilya, Çin ve Malezya gibi ülkeler karbon nötrlüğü hedeflerine ulaşmak için İklim Anlaşması'nı imzalamıştır. Hızlı sanayileşme ile doğal kaynakların aşırı kullanımı ve büyüme hedefleri doğrultusunda çevresel sürdürülebilirliğin genellikle göz ardı edilmesi, bu ülkelerin karşılaştığı çevresel tahribatın yaygınlığını artırmıştır (Ghosh vd., 2024: 1188-1201).

Sanayi sektörü, çevresel sorunların başlıca nedenlerinden biri olsa da, ülkelerin ekonomik büyümeleri açısından vazgeçilmez bir unsurdur. Gelişmekte olan ülkeler, rekabet gücü kazanmak ve kalkınma düzeylerini artırmak amacıyla sanayileşmeye öncelik vermekte; ancak bu süreçte genellikle çevre dostu teknolojiler yerine daha düşük maliyetli ve çevresel etkileri yüksek yöntemleri tercih etmektedirler. Bu durum hem çevresel bozulmalara hem de yenilenemeyen doğal kaynakların hızla tükenmesine yol açmakta ve çevre sorunlarını küresel boyuta taşımaktadır. Bu nedenle, çevresel sürdürülebilirliği gözetilen sanayileşme politikaları ve uluslararası iş birlikleri kaçınılmaz hale gelmiş; protokoller ve yaptırımlar aracılığıyla çevresel tahribatın azaltılması hedeflenmiştir (Kopuk, 2023: 133-134).

Sürdürülebilir kalkınma, doğal sistemlerin kendini yenileme kapasitesini koruyarak insani gelişmeyi hedeflese de, artan ekolojik ayak izi ve mevcut üretim-tüketim kalıpları bu hedefin önünde ciddi bir engel oluşturmaktadır. Ekolojik modernleşme teorisi, ülkelerin kalkınma düzeyine bağlı olarak çevre kalitesinin farklılaştığını; büyüme odaklı geçiş süreçlerinde çevresel kirliliğin arttığını, ancak ileri aşamalarda çevre dostu teknolojilerin benimsenmesiyle çevresel iyileşmenin mümkün olduğunu öne sürmektedir. Buna karşılık, geri tepme etkisi teorisi ise teknolojik verimlilik artışının doğal kaynak kullanımını azaltabileceğini, ancak bu etkinin büyüme baskısıyla sınırlı kalabileceğini belirtmektedir. Bu bağlamda, BM İklim Komisyonu'nun önerisi doğrultusunda 2030 yılına kadar yılda yaklaşık 4 trilyon dolarlık yatırım ile yenilenebilir enerji ve yeşil teknolojilere yönelmek, 2050'ye kadar sıfır karbon hedefi için kritik görülmektedir (Aktürk ve Gültekin, 2024: 106-107).

4. YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ VE ÇEVRE İLİŞKİSİ: AMPİRİK ANALİZ

İnsanın sosyal ve ekonomik kalkınmasını, refahını ve sağlığını karşılamak için enerjiye olan ihtiyaç artmaktadır. Enerji, ekonomik büyümeye ve üretkenliği meydana çıkaran insan gelişimini iyileştirmenin bir yolu olarak günlük yaşamımızda gereklidir. İklim değişikliğini azaltmaya yardımcı olmak için yenilenebilir enerjiye geri dönmek, gelecek nesillerin enerji talebini karşılamak için sürdürülebilirlik açısından son derece önemlidir. Yenilenebilir kaynaklara dönüş, iklim değişikliğini azaltmaya yardımcı olacak bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak gelecek nesillerin enerji ihtiyaçlarını karşılamak için sürdürülebilir bir gelecek sağlamak için sürdürülebilir olması gerekir (Owusu ve Asumadu-Sarkodie, 2016: 13- 14).

Çevresel bozulma, son zamanlarda yapılan araştırmaların vurgusunu araştıran küresel bir sorun haline gelmiştir. İklim değişiklikleri günümüzde sürdürülebilir bir geleceğe ulaşmak için en ciddi tehditleri oluşturmaktadır. Yenilenemeyen enerji, çevresel bozulmada önemli bir faktördür. Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde sera gazı emisyonları iklim değişikliğinin önde gelen nedenleri arasında yer almaktadır. Bu nedenle, sera gazı emisyonlarını ve en önemlisi biyolojik çeşitliliği korumak için karbondioksit emisyonlarını azaltmak kritik öneme sahiptir. Çevrenin mevcut ve gelecekteki sürdürülebilirliği için tehdit ortamının oluşması yenilenebilir enerjiye yönelme çabalarındaki hızlanmayı da meydana getirmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları dünyanın geleceğinde önemli bir rol oynayacaktır. Bu nedenle düşük karbonlu ekonomileri güvence altına almak için tüm ekonomik faaliyetlerde yenilenebilir enerji üretimi ve tüketimini teşvik etmeye odaklanılmış ve bu alanda çalışmalar yapılmıştır.

Çevresel bozulmasının bir sonucu olarak küresel ısınma, karbon emisyonlarının hava düzenini, çevre koşullarını, yiyecek ve su kaynaklarını ve deniz seviyelerini etkilemektedir. Bu nedenle doğal kaynakların kalitesi düşer ve insanlar da dahil olmak üzere canlıların sağlığı düşer. Bu nedenle, kaliteli atmosfere, su ve toprak gibi çevresel unsurlara, doğal olarak bulunan veya üretilen kaynaklara ve insan kaynaklarına ihtiyaç duyan ülkenin sosyal ve ekonomik gelişimi risk altındadır. Karbon emisyonlarının azaltılmasıyla bu risk en aza indirilebilir. Çevresel sürdürülebilirlik kavramı artık dünya çapında bir olgu haline geldiğinden, hükümetler ve yetkililer kirliliği azaltmak ve karbon emisyonlarının çevre üzerindeki olumsuz etkilerini telafi etmek için önemli adımlar atmaktadır. Çevre vergileri gibi farklı düzenleyici politikalar, hükümetler tarafından

karbon emisyonlarını azaltmaya yardımcı bir önlem olarak benimsenmektedir (Yunzhao, 2022: 309-318).

Son 20 yıllık süreçte hem politika yapıcılar hem de konu ile ilgilenen akademik camia yenilenebilir enerji ve çevre üzerine birçok çalışma yapmıştır. Bu çalışmaların bir kısmı ampirik analizleri kapsarken diğer bir kısmı teorik altyapıya sahiptir. Yine çalışmaların bir kısmı ülke bazlı deneyimlere odaklanmışken diğer bir kısmı ise ülke gruplarını içine almaktadır. Aşağıda bu çalışmaları göz önüne alan literatüre yer verilmiş ve daha sonra ekonometrik analiz uygulanarak yenilenebilir enerji tüketimi ve çevre ilişkisi arasındaki ilişki incelenmiştir.

4.1. Literatür Taraması

Lee (2005), gelişmekte olan 18 ülkede enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1971-2001 yılları arası dönem için analiz etmiştir. Panel veri analizinin kullanıldığı çalışmada birim kök ve eşbütünleşme ilişki yardımı ile hata düzeltme modeli uygulanmıştır. Ampirik sonuçlar, bahsi geçen ülkelerde enerji tüketimi ile büyüme arasında uzun dönemli ilişki olduğunu göstermiştir. Hata düzeltme modeli ise enerji tüketiminin büyüme üzerinde pozitif etkisi olduğunu ifade etmiştir. Bu sonuç, enerji tasarrufunun gelişmekte olan ülkelerde geçici veya kalıcı olmasına bakılmaksızın ekonomik büyümeye zarar verebileceğini göstermektedir.

Hossain (2011), 1971-2007 yılları arası dönemi kapsayan çalışmada yeni sanayileşmiş ülkeler (NIC) grubu için karbondioksit emisyonları, enerji tüketimi, ekonomik büyüme, ticari açıklık ve kentleşme arasındaki dinamik nedensel ilişkileri ampirik olarak incelemiştir. Dört farklı panel birim kök testi kullanılarak tüm panel değişkenlerinin 1. dereceden durağan olduğu bulunmuştur. Johansen panel eşbütünleşme testinin de kullanıldığı çalışmada değişkenler arasında bir eş bütünleşme birleşimin olduğu bulunmuştur. Granger nedensellik testi sonuçları, uzun vadeli nedensellik ilişkisine dair bir kanıt bulunmadığını desteklemektedir. Bu durum, yeni sanayileşen ülkelerde zaman içerisinde daha fazla enerji tüketiminin daha fazla karbondioksit emisyonuna yol açacağını ve bunun sonucunda çevrenin daha fazla kirleneceğini göstermektedir.

Saboori ve Sulaiman (2013) tarafından yapılan çalışmada, Malezya'da 1980-2009 dönemi için hem toplu hem de ayrıştırılmış enerji tüketimi verilerini kullanarak Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezi yardımı ile ekonomik büyüme, karbon emisyonları ve enerji tüketimi arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişki test edilmiştir. Eşbütünleşme ilişkisini

test etmek için Otoregresif Dağıtılmış Gecikme (ARDL) metodolojisi ve Johansen-Juselius maksimum olasılık yaklaşımı kullanılmıştır.

Shahbaz vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada Romanya örneğinde 1980-2010 dönemi için ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonları arasındaki dinamik ilişki araştırılmıştır. Söz konusu değişkenler arasındaki uzun dönemli eş bütünlük ilişkisini araştırmak için ARDL sınır testi yaklaşımı uygulanmıştır. Çalışma sonuçları ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve enerji kirleticileri arasındaki uzun dönemli ilişkiyi doğrulamaktadır. Ampirik kanıtlar, Romanya’da çevresel Kuznets eğrisinin (EKC) hem uzun hem de kısa vadede geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, enerji tüketimi, enerji kirleticilerine en büyük katkıyı sağlamaktadır.

Jammazi ve Aloui (2015), Körfez İşbirliği Konseyi’nden altı petrol ihraç eden ülke için dalgacık pencereci çapraz korelasyon adı verilen yeni bir yaklaşım kullanarak karbondioksit emisyonları, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki etkileşimli bağlantıları analiz etmektedir. Çalışma 1980–2012 yılları arası dönemi kapsamaktadır. Ampirik sonuçlar enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu göstermektedir. Bulgular, Körfez İşbirliği Konseyi ülkelerinin gelecekteki iklim müzakerelerindeki durumunu daha iyi değerlendirmeleri açısından faydalı olacağını göstermektedir.

Amadeh ve Kafi (2015), tarafından yapılan çalışma İran’da enerji tüketimi, ekonomik büyüme, çevre ve karbondioksit emisyonları arasındaki uzun ve kısa vadeli dinamik ilişkileri ve nedensel ilişkileri 1971-2009 yılları arası dönemi kapsayacak şekilde eşbütünlük testi aracılığıyla analiz etmektedir. Eşbütünlük testi, üç değişken arasında uzun vadeli bir ilişkinin var olduğunu göstermektedir. Enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin pozitif şokuyla karbondioksit emisyonlarının artacağı, enerji tüketimi ve ekonomik büyümedeki %1’lik artışla karbondioksit emisyonlarının sırasıyla %55 ve %43 artacağını tahmin etmektedir. Çalışmadan elde edilen bulgular, enerji kullanımından kaynaklanan karbondioksit emisyonlarının azaltılmasının ekonomik kalkınma açısından önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Ahmed vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada 1970-2013 yılları arası dönemde yeni sanayileşmiş ekonomiler (Brezilya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika) için ticari açıklık, karbondioksit emisyonları, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişki analiz edilmiştir. Pedroni’ nin panel eşbütünlük testi uygulanmıştır. Panel eşbütünlük testi sonuçları değişkenlerin eşbütünlük ilişkisi sergilediğini ve değişkenler arasındaki uzun vadeli ilişkinin var olduğu sonucuna ulaşmıştır. Analiz

sonuçları, ticari açıklığın ve ekonomik büyümenin uzun vadede karbondioksit emisyonlarını azalttığını göstermiştir.

Destek (2016), 1971-2011 yılları arası dönemi kapsayan çalışmada kapsayan yeni sanayileşen ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelemiştir. Bu çalışmada değişkenlerin pozitif ve negatif şokları arasındaki ilişkiyi araştırmak için asimetrik nedensellik yaklaşımı kullanılmıştır. Sonuçlar, yenilenebilir enerji tüketimindeki negatif şokların Güney Afrika ve Meksika için reel GSYH’de pozitif şoklara neden olduğunu, yenilenebilir enerji tüketimindeki negatif şokların Hindistan için reel GSYH’de negatif şoklara neden olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, Brezilya ve Malezya için nötrlük hipotezi doğrulanmıştır.

Alam vd. (2016), Hindistan, Endonezya, Çin ve Brezilya için 1970-2012 yılları arası döneme ait yıllık zaman serisi verilerini kullanarak, gelir, enerji tüketimi ve nüfus artışının karbon emisyonları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada, gelişmekte olan ülkelerde karbon emisyonlarının artışı, hem kısa hem de uzun vadede gelir ve enerji tüketimindeki artışlarla istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki göstermektedir. Bu analiz için, ilgili zaman serisi verileri üzerinde doğrusal ve doğrusal olmayan varsayımlar dikkate alınarak Otoregresif Dağıtılmış Gecikme (ARDL) sınır testi yaklaşımı uygulanmıştır. Bulgular, karbon emisyonlarının dört ülkede de gelir ve enerji tüketimindeki artışla birlikte arttığını ortaya koymuştur. Karbon emisyonları ile nüfus artışı arasındaki ilişki ise, Hindistan ve Brezilya için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş, Çin ve Endonezya için ise hem kısa hem de uzun vadede istatistiksel olarak anlamsız kalmıştır.

Sinha vd. (2017), 1990-2014 yılları arası dönem için N-11 ülkelerinde karbon emisyonları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin dinamiklerini Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi (GMM) analiziyle değerlendirmiştir. Çalışma, enerji tüketimini üç farklı biçimde (yenilenebilir, biyokütle ve yenilenemez) incelemiş ve ayrıca kentleşme ile ticaret açıklığı gibi ek açıklayıcı değişkenlere de yer verilmiştir. Ampirik bulgular, ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasında N şeklinde bir ilişkinin bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca, ticaret açıklığı, biyokütle tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki etkileşimlerin, N-11 ülkelerindeki karbon emisyon seviyeleri üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Liu vd. (2017), BRICS ülkelerinin 1992-2013 yılları arası döneme ait kişi başına yenilenebilir enerji, tarım ve yenilenemeyen enerji tüketimi arasındaki ilişkilerini analiz etmiştir. Panel birim kök testleri, tüm zaman serisi verilerinin birinci farkta durağan olduğunu göstermekte ve panel eş bütünleşme testleri, değişkenler arasında eş

bütünleşme ilişkisinin varlığını kanıtlamaktadır. Çalışma, üç panel uzun vadeli esneklik kullanarak, kişi başına yenilenebilir enerji ve çıktıların emisyonlar üzerinde negatif bir etkisi olduğunu, kişi başına yenilenemeyen enerji ve tarımın ise emisyonlar üzerinde pozitif etkiler oluşturduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, BRICS ülkelerinin politikacılarına, küresel ısınmayı durdurmak için yenilenebilir enerji tüketimini teşvik etmeleri ve tarım yönetimini güçlendirmeleri gerektiği önerisini sunmaktadır.

Ben Mbarek vd. (2018), Tunus'ta 1990-2015 yılları arası dönem için ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi, enerji tüketimi ve karbon emisyonları arasındaki dinamik ilişkiyi araştırmıştır. Durağanlık sırasını tespit etmek ve değişkenler arasındaki uzun vadeli bağlantıların varlığını test etmek için birim kök testleri ve eş bütünleşme testi kullanılmıştır. Kısa ve uzun dönemli bağlantıları incelemek amacıyla Granger nedensellik testi ve Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) uygulanmıştır. Çalışma, enerji kullanımı ile karbon emisyonları arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu, ayrıca ekonomik büyümenin kısa ve uzun vadede karbon emisyonları üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Chen ve Lei (2018), 1980-2014 yılları arası dönem için küresel 30 ülkenin yenilenebilir enerji tüketimi ve teknolojik yeniliğin çevre, enerji ve büyüme üzerindeki etkilerini panel kantil regresyonu kullanarak analiz etmiştir. Çalışma, karbon emisyonları üzerindeki belirleyicilerin etkilerinin heterojen olduğunu ortaya koymaktadır. Yüksek emisyonlu ülkelerde, yenilenebilir enerji kullanımının düşük olması nedeniyle yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonlarını azaltma fonksiyonunun sınırlı kaldığı bulunmuştur. Bu bulgulara dayanarak, yenilenebilir enerjinin daha düşük maliyetlerle üretilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması için teknolojik yeniliklerin finansal olarak desteklenmesi önerilmektedir.

Cheng vd. (2019), 2000-2013 yılları arasında BRICS ülkelerinde yenilenebilir enerji, çevre patentleri, ekonomik büyüme ve diğer değişkenlerin kişi başına karbon emisyonları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Hem panel OLS (En Küçük Kareler Yöntemi) hem de panel kantil regresyonu yöntemlerini kullanarak yapılan analiz, belirleyici değişkenlerin etkilerinin heterojen olduğunu göstermektedir. Çevre patentlerinin geliştirilmesinin kişi başına karbon emisyonlarını artırdığı, kişi başına GSYH'nin de emisyonları artırdığı bulunmuştur. İhracat ise kişi başına karbon emisyonları üzerinde asimetric bir ters U şeklinde keskinleştirilmiş bir etki yaratmaktadır. Ayrıca, doğrudan yabancı yatırım, kişi başına karbon emisyonlarını azaltmakta, ancak bu etki yalnızca koşullu dağılımın orta ve üst kuyruğunda anlamlı olmaktadır.

Ahmad vd. (2020), Çin'in beş Kuzeybatı eyaletinde 1995-2014 dönemi arasında yenilenebilir enerjinin çevre kirliliği üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışma, yapısal kırılmalı birim kök testleri ve diğer spesifikasyon testleri ile Doğrusal Olmayan Ototegresif Dağıtılmış Gecikmeli Sınırlar test yaklaşımını kullanmaktadır. Sonuçlar, yenilenebilir enerji pozitif şoklarının Çin'in Kuzeybatı eyaletlerinde CO2 emisyonları üzerinde olumsuz bir etki yarattığını göstermektedir. Ayrıca, fosil yakıt kullanımının azaltılmasının çevre kalitesini önemli ölçüde iyileştirdiği bulgusuna ulaşılmıştır.

Rauf vd. (2020), çalışmada enerji tüketimi, ekonomik büyüme, karbon emisyonu, nüfus artışı ve finansal gelişme arasındaki bağlantı incelenmektedir. 1981-2016 yılları arası dönemde 65 BRICS ülkesinden oluşarak panel veri analizi kullanılarak test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, enerji tüketiminin yüksek teknoloji sanayinin ve ekonomik büyümenin çevre kalitesini bozduğunu, ancak finansal gelişmenin ve yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel kalite üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Enerji tüketimi çevreyi olumlu ve önemli ölçüde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

İkram vd. (2020), Güney Asya Bölgesel İşbirliği Birliği (SAARC) ülkelerinde ISO 14001 sertifikası, yenilenebilir enerji tüketimi, elektriğe erişim, tarım ve karbon emisyonları arasındaki ülke düzeyindeki ilişkileri incelemiştir. 2000-2014 arası dönem için birden fazla model kullanılarak yapılan analizde, karbon emisyonuna dayalı ağırlıklar ve sıralamalar hesaplamak amacıyla yeni Gri İlişkisel Analiz (GRA) modelleri uygulanmıştır. Sonuçlar, Hindistan'ın SAARC ülkeleri arasında en büyük karbon emisyon sorunlarına sahip olduğunu göstermektedir. Çalışma, kuruluşlara ve politika yapıcılara karbon azaltma stratejileri ve çevresel sürdürülebilirlik uygulamaları geliştirmeleri konusunda önerilerde bulunmaktadır.

Sharif vd. (2020), 1990-2017 arası dönem için aylık verilerle yapılan bir çalışmada, yenilenebilir enerji kullanımı ile çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi incelemiştir. En çok kirlenen 10 ülke üzerinde yapılan analizde, Quantile-on-Quantile regresyonu ve Granger nedenselliği kullanılarak ampirik bulgular elde edilmiştir. Bulgular, yenilenebilir enerji tüketimi ve çevresel bozulma arasındaki genel bağımlılığı ortaya koymaktadır. Çin, ABD, Japonya, Kanada, Brezilya, Güney Kore ve Almanya'da yenilenebilir enerji tüketimi ile çevresel bozulma arasında genellikle yüksek ve düşük ilişkilerde önemli bir negatif ilişki tespit edilmiştir. Ancak Hindistan, Rusya ve Endonezya örneklerinde ise durum tamamen zıttır. Çalışma, hükümetlerin ekolojik bozulmayı azaltmak için yeşil enerji politikalarını desteklemeleri gerektiğini vurgulamaktadır.

Wang vd. (2020), tarafından yüksek sanayileşmiş ülkeler (HIC) ve yeni sanayileşmiş ülkeler (NIC) gruplarına ait verilerle bir çalışma yapılmıştır. Toplam

yenilenebilir enerji kapasitesi, iş gücü ve toplam enerji tüketimi gibi girdi faktörleri ile karbon emisyonları ve gayri safi yurt içi hasıla (GSYH) çıktı faktörleri olarak değerlendirilmiştir. Veri Zarflama Analizi (DEA) kullanılarak 2013-2018 yılları arası dönem için verimlilik puanları hesaplanmış ve Gri tahmin modeli ile 2019-2022 yıllarına yönelik tahminler yapılmıştır. Çalışma, HIC'ler ve NIC'lerin gelecekteki verimlilik puanlarını yeniden ölçmeyi amaçlamaktadır.

Adebayo ve Kırıkkaleli (2021), 1990-2015 arası yılları kapsayan döneme ait verileri kullanarak Japonya'da karbon emisyonları ile GSYH büyümesi, yenilenebilir enerji kullanımı, teknolojik yenilik ve küreselleşme arasındaki ilişkiyi dalgacık istatistiksel test yöntemiyle incelemiştir. Ampirik bulgular, küreselleşme, ekonomik büyüme ve teknolojik yeniliklerin karbon emisyonlarını artırdığını; yenilenebilir enerji kullanımının ise kısa ve orta vadede emisyonları azalttığını göstermektedir. Çalışma, çevresel bozulmayı azaltmak için koordineli ve etkin çevre politikalarının gerekliliğini vurgulamaktadır.

Zakari vd. (2021), 1985-2017 yılları arası dönemde 22 OECD ülkesi için enerji kullanımı ve ekonomik politika belirsizliklerinin çevresel etkilerini incelemiştir. PMG-ARDL metodolojisi ve Dumitrescu-Hurlin nedensellik testi kullanılarak yapılan analizde, enerji kullanımı ve ekonomik politika belirsizliklerinin karbon emisyonlarını artırdığı; yenilenebilir enerji tüketiminin ise uzun vadede emisyonları azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, kişi başına düşen GSYH'dan karbon emisyonlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Chandio vd. (2021), 1990-2015 yılları arası dönem için Çin verilerini kullanarak yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, ekonomik kalkınma, tarımsal katma değer ve orman alanlarının çevresel kalite üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. Otoregresif Dağıtılmış Gecikmeler (ARDL) sınır testi ve Johansen eşbütünleşme yaklaşımı kullanılarak elde edilen bulgular, yenilenebilir enerji tüketimi ve orman alanlarının karbon emisyonlarını azalttığını; yenilenemeyen enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve tarımsal üretimin ise çevresel bozulmayı artırdığını ortaya koymuştur.

Can vd. (2021), 1970-2014 yılları arasında 17 sanayileşmiş ülkenin verilerini kullanarak, ihracat ürün çeşitliliğinin enerji kullanımı ve çevre üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. Çalışma, geniş ve yoğun marjları dikkate alarak ticaret yapısının enerji tüketimi ve karbon emisyonları üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Panel regresyon ve nedensellik analizleri, gelir, kentleşme ve ekonomik karmaşıklığın enerji kullanımı ve emisyonları artırdığını; genel ihracat çeşitliliği ile karbon emisyonları arasında çift yönlü, geniş marj ile ise tek yönlü nedensellik bulunduğunu ortaya koymuştur.

Mohsin vd. (2021), 2000-2016 yılları arası dönemde 25 gelişmekte olan Asya ülkesinin verilerini kullanarak ekonomik büyüme ve enerji kaynaklarının sera gazı emisyonları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Rastgele Etki modeli ve Hausman-Taylor regresyonu ile yapılan analiz, ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında pozitif bir ilişki olduğunu, yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik artışın ise karbon emisyonlarını %0,193 oranında azalttığını göstermiştir. Hem kısa hem de uzun vadede yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir.

Sen ve Abedin (2021), 1972-2017 yılları arasında Çin ve Hindistan için bireysel ve panel düzeyde Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezini test etmiştir. Karbon emisyonu, kişi başına GSYH ve enerji tüketimi değişkenleriyle yapılan analizlerde, her iki ülke için de EKC hipotezinin geçerli olduğu ortaya konmuştur. Uzun vadede kişi başına gelirdeki artışın çevre kalitesini özellikle Çin'de daha az bozduğu, ancak EKC eğrisinin hangi noktada çevresel iyileşme sağlayacağına dair net bir sonuca ulaşamadığı belirtilmiştir.

Ponce ve Khan (2021), 1995-2019 arası dönemde dokuz gelişmiş ülkeyi analiz ederek karbon emisyonları, yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, ekonomik büyüme ve mülkiyet hakları arasındaki uzun dönemli ilişkiyi araştırmıştır. Gelişmiş Avrupa ülkelerinde bu değişkenler arasında uzun vadeli denge ilişkisi bulunurken, Avrupa dışı ülkelerde bu ilişki gözlenmemiştir. Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğinin karbon emisyonlarıyla negatif ilişkili olduğu ve özellikle Avrupa ülkelerinde %1'lik yenilenebilir enerji artışının CO2 emisyonlarını %0,03 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Mehmood (2021), 1990-2019 yılları arası dönemde G11 ülkeleri için eğitim, GSYH, doğal kaynaklar ve doğrudan yabancı yatırım gibi değişkenleri dikkate alarak yenilenebilir enerjinin çevresel etkilerini analiz etmiştir. Sonuçlara göre, yenilenebilir enerji tüketimi ve eğitim sırasıyla %0,49 ve %0,11 oranında karbon emisyonlarını azaltırken; doğrudan yabancı yatırım ve doğal kaynak kullanımı emisyonları artırmaktadır. Heterojen nedensellik bulguları, yenilenebilir enerji, eğitim, GSYH ve karbon emisyonları arasında karşılıklı etkileşim olduğunu ortaya koymuştur.

Zafar vd. (2021), 1990-2018 yılları arası dönemde seçili Asya ülkelerinde finansal kalkınma ve ekonomik büyümenin kontrolünde, yenilenebilir enerji tüketimi, doğal kaynak zenginliği ve eğitimin çevre kalitesi üzerindeki etkisini incelemiştir. İkinci nesil panel teknikleriyle yapılan analiz, eğitim düzeyindeki artış ve yenilenebilir enerji kullanımının çevre kalitesini iyileştirdiğini göstermiştir. Dumitrescu-Hurlin nedensellik testi, yenilenebilir enerji-emisyon ve finansal kalkınma-emisyon ilişkilerinde çift yönlü nedensellik olduğunu ortaya koymuştur.

Szeberényi vd. (2022), çalışmasında Macaristan'da genç kuşakların yenilenebilir enerji kaynaklarını günlük yaşamlarında ne ölçüde kullandıklarını ve çevre bilincine yönelik tutumlarını analiz etmektedir. 2017-2021 yılları arasında iki aşamada yürütülen araştırmanın bulgularına göre, öğrencilerin temel motivasyonu çevresel kaygılardan çok maddi refah ile ilgilidir. Eğitim düzeyi çevresel farkındalık üzerinde anlamlı bir farklılık yaratmamaktadır. Ayrıca, düşük gelirli aileler yenilenebilir enerji kullanımını maliyetli bulmaktadır.

Chien (2022), 1990-2020 yılları arası dönemde N-11 ülkelerinde enerji tüketiminin karbon emisyonları üzerindeki etkisini Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) çerçevesinde Kantil Regresyon yöntemiyle analiz etmiştir. Bulgular, yenilenebilir enerji tüketiminin tüm kantillerde çevre kalitesini artırdığını, yenilenemeyen enerji tüketiminin ise yalnızca alt kantillerde çevresel bozulmaya neden olduğunu göstermektedir.

Lei vd. (2022), 1990-2020 yılları arası dönemde Güneydoğu Asya ülkelerinde yenilenebilir enerji, doğal kaynaklar ve çevre ilişkisini uluslararası ilişkiler bağlamında değerlendirmiştir. İkinci nesil ARDL modeli ile yapılan analiz, güçlü uluslararası ilişkilerin yenilenebilir enerji kullanımını artırarak doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı azalttığını ve karbon emisyonlarının azaltılmasında önemli rol oynadığını ortaya koymuştur.

Ibrahim vd. (2022), Afrika'da en fazla karbon salınımı yapan ülkeler (Cezayir, Mısır, Fas, Nijerya ve Güney Afrika) için 1990-2019 yılları arası verilerle yapısal değişim, çevre teknolojisi, doğal kaynak bağımlılığı ve yenilenebilir enerjinin emisyonlar üzerindeki etkisini analiz etmiştir. İkinci nesil tahmin ediciler kullanılarak yapılan analiz, yapısal değişim, çevre teknolojisi ve yenilenebilir enerjinin emisyonları azalttığını; doğal kaynak bağımlılığının ise artırdığını göstermiştir.

Sharif vd. (2022), 1990-2017 yılları arası döneme ait verilerle Çin, ABD, Japonya, Kanada, Brezilya, Güney Kore ve Almanya gibi ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimi ile çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Kantil-üzeri-Kantil regresyon sonuçlarına göre, bu ülkelerde negatif bir ilişki saptanırken; Hindistan, Rusya ve Endonezya'da bu ilişkinin farklı ve zıt yönde olduğu belirlenmiştir.

Abbas vd. (2022), BRICS ülkelerinde 1990-2020 yılları arası dönemde yenilenebilir enerji gelişimi ile piyasa düzenlemelerinin karbon emisyonları üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Ampirik bulgular, bu değişkenler arasında uzun vadeli simetrik ve asimetrik ilişkiler olduğunu göstermekte ve politika yapıcılar için önemli çıkarımlar sunmaktadır.

Rahman ve Alam (2022), 1990-2020 yılları arası dönemde Avustralya'da sanayileşme, fosil yakıt kullanımı, yenilenebilir enerji ve finansal gelişmenin çevresel etkilerini analiz etmiştir. Sonuçlar, sanayileşme ve fosil yakıtların emisyonları artırdığını, buna karşın yenilenebilir enerji ve finansal gelişmenin karelerinin emisyonları azalttığını göstermektedir. Nedensellik analizleri değişkenler arasında hem tek hem de çift yönlü ilişkiler ortaya koymuştur.

Chang vd. (2022), 1991-2018 yılları arası dönemde Avrupa Birliği'nin ilk 10 rüzgâr enerjisi tüketicisi ülkesinde rüzgâr enerjisinin çevresel sürdürülebilirliğe etkisini incelemiştir. Quantile-on-Quantile yöntemiyle yapılan analiz, 10 ülkeden 8'inde rüzgâr enerjisinin ekolojik ayak izini azalttığını göstermiştir. Ancak etki düzeyi ülkelere göre değişmekte, bu da ülkeye özgü politika geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Anser vd. (2022), 1990-2018 yılları arası dönemde sekiz Asya ülkesinde biyokütle, jeotermal ve rüzgâr enerjisinin ekonomik kalkınmaya etkisini incelemiştir. Panel VECM analizi, özellikle rüzgâr enerjisinin diğer kaynaklara kıyasla ekonomik kalkınma üzerinde daha güçlü bir etki yarattığını göstermiştir. Ayrıca bulgular, enerji politikalarının sanayi sektörüyle entegre biçimde şekillendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Magazzino vd. (2022), çalışmalarında GSYH, karbon emisyonları ve yenilenebilir enerji kullanımı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. İskandinav ülkeleri özelinde gerçekleştirilen çalışmada, 1990-2018 yılları arası döneme ait veri seti kullanılmış ve ikinci nesil panel birim kök testleri uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, yenilenebilir enerji tüketiminin GSYH büyümesini olumsuz etkilemeden karbon emisyonlarını azaltmak için etkili bir politika aracı olduğunu ortaya koymaktadır.

Miao vd. (2022), 1990-2018 yılları arası dönemi kapsayan çalışmada finansal küreselleşme ile yenilenebilir enerji tüketiminin yeni sanayileşmiş ülkelere (NIC) ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Momentler Yöntemi Kantil Regresyon (MMQR) tekniği kullanılmış ve finansal küreselleşme ile yenilenebilir enerji tüketiminin tüm dilimlerde (0.1-0.90) çevresel kaliteyi artırdığı, doğal kaynaklar ve ekonomik büyümenin ise ekolojik ayak izini yükselttiği saptanmıştır. Ayrıca, finansal küreselleşmenin doğal kaynaklar üzerinden çevresel kaliteye dolaylı olumlu etkisi olduğu da ortaya konulmuştur.

Sikder vd. (2022), 1995-2018 yılları arası dönemde 23 gelişmekte olan ülke için enerji kullanımı, sanayileşme, ekonomik büyüme ve kentleşmenin karbon emisyonları üzerindeki etkilerini Panel ARDL ve heterojen nedensellik testleri ile analiz etmiştir. Bulgulara göre, enerji kullanımı, ekonomik büyüme, sanayileşme ve kentleşmedeki

%1'lik artış, sırasıyla %0,23, %0,17, %0,54 ve %2,32 oranında karbon emisyonlarını artırmaktadır.

Mujtaba vd. (2022), 17 OECD ülkesinde 1970–2016 yılları arası dönem verileriyle ekonomik büyüme, sermaye oluşumu, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketiminin karbon emisyonları ve ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Simetrik etki için ARDL, asimetrik etki için NARDL modeli uygulanmış ve ekonomik büyümenin çevresel kaliteyi olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Parveen vd. (2023), yeni sanayileşmiş 10 ülke (Türkiye dahil) için 1982–2019 yılları arası dönemde endüstriyel üretim ve finansal kalkınmanın karbon emisyonları üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Bulgular, endüstriyel üretim ve ekonomik büyümenin emisyonları artırdığını, finansal gelişmenin ise olumsuz yönde etkilediğini göstermiştir.

Zhou vd. (2023), Birleşik Krallık'ta 1995–2018 yılları arası dönemde toplam çevre vergisi, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerjinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. WLMC (Wavelet Local Multiple Correlation) adlı yeni yöntem kullanılmış ve bu faktörlerin çevresel kaliteyi artırdığı sonucuna varılmıştır.

Ibrahim vd. (2023), 10 doğal kaynak bağımlı ülkede 1995–2019 yılları arası dönemde petrol, kömür ve doğalgaz gibi kaynakların karbon emisyonlarına etkisini analiz etmiştir. Kesitsel bağımlılık ve eşbütünlük testleri gibi ön analizler yapılmıştır. Bulgular, doğal kaynakların emisyonları artırdığını; buna karşın yenilenebilir enerji, yeşil finansman ve teknolojinin bu etkiyi yumuşattığını ortaya koymuştur.

Bukhari vd. (2023), Güney Kore özelinde 1970–2022 yılları arası döneme ait verileri kullanarak enerji tüketimi, kentleşme ve ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkilerini incelemiştir; yenilenebilir enerjinin uzun vadeli çevresel sürdürülebilirlikte anahtar rol oynadığını vurgulamıştır. Ayrıca, yeşil büyüme ve çevresel inovasyonun desteklenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Selme ve Elamer (2023), Mısır'da 1990–2018 yılları arası dönemi kapsayan çalışmada ekonomik politika belirsizliği, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji kullanımının çevresel bozulma üzerindeki etkilerini ARDL sınır testi ile analiz etmiştir. Ekonomik politika belirsizliği ile çevresel bozulma arasında pozitif yönlü ilişki tespit edilmiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi ise çevresel bozulmayı azaltıcı etkiye sahiptir.

Bakry vd. (2023), 2010–2019 yılları arası dönemde 76 gelişmekte olan ülkede yeşil finans, kentleşme, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji ile karbon emisyonları arasındaki uzun dönemli ilişkileri panel eşbütünlük ve vektör hata düzeltme modelleri ile analiz etmiştir. Sonuçlar, Çevresel Kuznets Eğrisi'nin varlığını ve kentleşmenin emisyonları artırıcı etkisini desteklemektedir.

Ullah vd. (2024), Pakistan’da 1975–2022 yılları arası döneme ait verilerle nükleer enerji, hidroelektrik, yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme ve kentleşmenin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini ARDL yöntemi ile incelemiştir. Nükleer ve yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir kalkınmayı desteklediği sonucuna ulaşılmıştır.

Raihan vd. (2024), Çin’de 1965–2022 yılları arası döneme ait verilerle ekonomik büyüme, fosil yakıt kullanımı ve yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonları üzerindeki etkisini ARDL modeli ile incelemiştir. Bulgular, fosil yakıt kullanımındaki %1’lik artışın karbon emisyonlarını %4,97 artırdığını, ekonomik büyümedeki %1’lik artışın ise emisyonları %0,58 oranında artırdığını göstermektedir.

4.2. Veri Seti ve Metodoloji

Bu çalışmada ekolojik ayak izi (Dlecofootprintgha), yenilenebilir enerji tüketimi (Drenenergy), doğrudan yabancı yatırım (DFDI) ve GSYH (Dgdpgrowthannual) arasındaki ilişki panel veri yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışmanın bağımlı değişkenini ekolojik ayak izi (dlecofootprintgha) oluşturmakta, bağımsız değişkenlerini yenilenebilir enerji tüketimi (Drenenergy), doğrudan yabancı yatırım (DFDI) ve GSYH (Gdpgrowthannual) oluşturmaktadır. Ekolojik ayak izi (Dlecofootprintgha) verileri global footprint network sitesinden, yenilenebilir enerji tüketimi (Drenenergy), doğrudan yabancı yatırım (DFDI) ve GSYH (Gdpgrowthannual) Dünya Bankası web sitesinden ulaşılmıştır. Çalışma 10 yeni sanayileşmiş ülkeyi (Brezilya, Çin, Hindistan, Endonezya, Meksika, Malezya, Filipinler, Güney Afrika, Tayland, Türkiye) kapsamaktadır ve 2000-2021 yılları arası dönem çalışmanın zaman kısıtını oluşturmaktadır. Çalışmada öncelikle değişkenler arasındaki yatay kesit bağımlılığı Breusch-Pagan LM testi kullanılarak incelenmiş, ardından uygun bir ikinci nesil panel birim kök testi Pesaran CADF testi kullanılarak serilerin durağanlığı test edilmiştir. Pesaran-Yamagata testi ile modelin homojenlik yapısı belirlenmiştir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki Westerlund tarafından geliştirilen Eşbütünleşme testi ile sınıandıktan sonra, rassal katsayılar modeli tahmin edilerek analiz tamamlanmıştır.

Tablo 1. Modelde Kullanılan Değişkenler

Değişkenin adı	Değişkenin tanımlanması	Veri kaynağı	Gözlem sayısı	Minimum değeri	Maksimum değeri
dlecofootprintgha	Ekolojik ayak izi	Global Footprint Network	220	7.935402	9.713988
drenenergy	Yenilenebilir enerji tüketimi	Dünya Bankası	220	2	50
dfdi	Doğrudan yabancı yatırım	Dünya Bankası	220	-2.75744	9.660265
dgdpgrowthannual	GSYH	Dünya Bankası	220	-9.518294	14.23086

4.2.1. Panel Veri Analizi

Panel veri analizi, ekonomik ilişkilerin incelenmesinde hem yatay kesit hem de zaman serisi boyutlarını içeren veri setlerinin kullanılmasıyla gerçekleştirilen bir ekonometrik yöntemdir. Bu analiz, N adet birimin her biri için T dönemlik gözlemlerden oluşan bir veri yapısına dayanmaktadır. Geleneksel ekonometrik analizlerde, yatay kesit ve zaman serisi verileri genellikle birbirinden bağımsız olarak ele alınmakta ve yalnızca bir boyut üzerinden analiz edilmektedir. Ancak birçok ekonomik ve finansal ilişki, yalnızca yatay kesit ya da yalnızca zaman serisi perspektifinden değerlendirildiğinde eksik ya da yanıltıcı sonuçlara yol açabilmektedir. Bu durum, yatay kesit ve zaman serisi verilerinin birlikte ele alındığı panel veri analizinin önemini artırmaktadır (Tatoğlu, 2020:3).

Panel veri analizi, zaman serisi ve yatay kesit verilerinin ayrı ayrı kullanıldığı geleneksel yöntemlere kıyasla daha kapsamlı ve güvenilir sonuçlar elde edilmesine olanak tanımaktadır. Özellikle değişkenler arasındaki ilişkilerin daha doğru modellenmesini sağlamak ve dışlanan değişkenler nedeniyle ortaya çıkan sapmaların minimize edilmesine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, panel veri setleri, zaman içinde değişmeyen bireysel etkilerin kontrol edilmesini mümkün kılarak tahminlerde yanlılığı azaltmakta ve analizlerin daha güçlü ekonometrik temellere dayanmasına imkân vermektedir. Sonuç olarak, panel veri analizi, çok yönlü yapısı sayesinde gerçeğe daha yakın ve daha güvenilir tahminlerin elde edilmesine olanak sağlayan önemli bir ekonometrik yöntemdir (Tatoğlu, 2020:3).

4.3. Ampirik Analiz

4.3.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Analizi

Çalışmada değişkenlerin yatay kesit bağımlılığı sınaması Breusch Pagan (1980) tarafından geliştirilen LM testi sağlanmaktadır. Zaman boyutu (T) yatay kesit boyutu (N)

büyük olduğu zamanda geçerli olan Breusch Pagan LM test istatistiğine bağlı temel hipotez;

$$H_0 : \text{cov}(u_{it}, u_{jt}) = \rho_{ij} = 0$$

şeklinde oluşturulur ve t değerlerinin tamamı için $i \neq j$ ilişkisi geçerlidir. Breusch Pagan LM test istatistiğinin temel hipotezden hareketle yazımı aşağıdaki şekildedir.

$$LM = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2$$

Yukarıdaki eşitlikte $\hat{\rho}_{ij}^2$, i ve j artıkların ikili korelasyonunun örnek tahminini göstermekte ve aşağıdaki eşitlikte sunulan formül aracılığı ile hesaplanmaktadır.

$$\hat{\rho}_{ij} = \hat{\rho}_{ji} = \frac{\sum_{t=1}^T e_{it}e_{jt}}{(\sum_{t=1}^T e_{it}^2)^{\frac{1}{2}} (\sum_{t=1}^T e_{jt}^2)^{\frac{1}{2}}}$$

Eşitlikteki e_{it} ifadesinin formüle edilmesi $e_{it} = y_{it} - \hat{\alpha}_i - \hat{\beta}'_i x_{it}$ şeklindedir. Bu eşitlikte u_{it} hata teriminin EKK tahminini temsil eden e_{it} , kalıntı tahminlerini de ifade etmektedir. LM test istatistiği $N(N-1)/2$ serbestlik derecesinde asimptotik χ^2 dağılımı göstermektedir. Sonuçlar Tablo 2'de (Sayfa 62) yer almaktadır.

4.3.2. Panel Birim Kök Testi

Panel veya zaman serisi analizlerinde, serilerin istatistiksel özelliklerinin zamana bağlı olarak değişmemesi durumunda bu seriler durağan olarak kabul edilir. Ancak gerçek dünyada, trendler, mevsimsel dalgalanmalar, konjonktürel etkiler ve rastgele şoklar gibi çeşitli faktörler nedeniyle serinin ortalaması, varyansı ve kovaryansı zaman içinde sabit kalmayabilir. Bu tür seriler birim kök içerir ve durağan değildir. Seriyi durağan hale getirmek için dönüşüm teknikleri veya fark alma yöntemleri uygulanmaktadır. Serinin durağan olup olmadığını belirlemek amacıyla geliştirilen birim kök testleri kullanılmaktadır. Panel veri analizinde kullanılan birim kök testleri, yatay kesit bağımlılığı dikkate alıp almamalarına göre iki gruba ayrılmaktadır: Birinci nesil ve ikinci nesil birim kök testleri. İncelenen değişkenlerde yatay kesit bağımlılığının varlığı tespit edildiğinde, ikinci nesil birim kök testleri tercih edilmektedir. Bu bağlamda, çalışmalarda sıkça kullanılan testlerden biri Pesaran'ın (2007) PESCADF testidir. Pesaran (2007), genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) regresyonuna gecikmeli yatay kesit ortalamalarını ekleyerek modelini genişletmiştir. Bu regresyonun birinci farkının alınması, birimler arasındaki korelasyonu ortadan kaldırarak daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Pesaran'ın kullandığı Yatay Kesit Genişletilmiş Dickey-Fuller (CADF) modeli şu şekilde ifade edilmektedir:

$$\Delta\gamma_{it} = \alpha_i + \rho_i\gamma_{i,t-1} + C_0\bar{\gamma}_{t-1} + c_1\Delta\bar{\gamma}_t + u_{it}$$

Yukarıda verilen CADF denkleminde, tüm birim gözlemlerinin zamana bağlı ortalaması $\bar{\gamma}_t$ ile ifade edilmektedir. Eğer hata terimi veya modelde yer alan faktörler otokorelasyon içeriyorsa, regresyon modeli tek değişkenli durumda genişletilerek γ ve $\bar{\gamma}_t$ gibi gecikmeli farklar eklenerek yeniden düzenlenebilir. Pesaran tarafından geliştirilen birim kök test İstatistiği (CIPS), yukarıda belirtilen modelde yer alan gecikmeli değişkenlerin t-istatistiklerinin ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Bu istatistik, panel veri setlerinde durağanlık analizi yaparken yatay kesit bağımlılığını dikkate alarak daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. CIPS test istatistiği aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$CADF(N, T) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N CADF_i$$

Bu test yardımıyla durağanlık analizi yapıldıktan sonra gerekmesi halinde durağanlaştırma işlemi gerçekleştirilir ve ardından nedensellik analizini uygulayabilmek için gerekli koşul sağlanmış olmaktadır (Şahin ve Şen, 2021: 53-55).

4.3.3. Homojenlik Testi

Panel veri analizlerinde, ön testlerin yapılması ve uzun dönem katsayılarının tahminine geçilmeden önce, uzun dönem eğim katsayılarının homojen olup olmadığının test edilmesi gereklidir. Bu amaçla, Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından Swamy (1970) testinden türetilen delta (Δ) testi geliştirilmiştir. Bu test, büyük ve küçük örneklem için sırasıyla $\tilde{\Delta}$ ve $\tilde{\Delta}_{adj}$ olmak üzere iki farklı istatistiğe dayanmaktadır. Test istatistikleri şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\tilde{\Delta} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\tilde{S} - K}{\sqrt{2K}} \right)$$

$$\tilde{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\tilde{S} - E(\tilde{Z}_{iT})}{Var(\tilde{Z}_{iT})} \right)$$

Burada:

- N, kesit boyutunu,
- \tilde{S} , Swamy test istatistiğini,
- k, modeldeki açıklayıcı değişken sayısını,
- E istatistiğin beklenen değerini,
- Var ise varyansı ifade etmektedir.

Pesaran ve Yamagata (2008) testinin boş hipotezi, katsayıların homojen olduğu yönündedir. Eğer boş hipotez reddedilmezse, panel veri genelinde tahmin edilen katsayıların, birimler arası farklılıkları ihmal edilebilir düzeyde olduğu ve katsayıların homojenlik gösterdiği kabul edilmektedir (Demir, 2019: 85-86).

4.3.4. Westerlund Panel Eşbütünleşme Testi

Panel veri analizinde, eğim katsayılarının heterojen olması, değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin belirlenmesi açısından panel eşbütünleşme testlerinin kullanılmasını gerektirmektedir. Literatürde panel eşbütünleşme testleri, birinci kuşak ve ikinci kuşak testler olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Eğer birimler arası korelasyon tespit edilmemişse, birinci kuşak eşbütünleşme testleri uygulanmaktadır. Buna karşılık, birimler arası korelasyon varlığı söz konusuysa, ikinci kuşak panel eşbütünleşme testleri tercih edilmektedir. Bu çalışmada, birimler arası korelasyonun mevcut olduğu dikkate alınarak, Westerlund (2007) panel eşbütünleşme testi kullanılmıştır (Tatoğlu, 2020: 200-203).

$$\Delta Y_{it} = \delta'_i d_t + \alpha_i (Y_{it-1} - \beta'_i X_{it-1}) + \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_{ij} \Delta Y_{it-j} + \sum_{j=-q_i}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta X_{it-j} + e_{it}$$

Yukarıda verilen eşitlikte, $t=1, T$ zaman boyutunu, $i=1, N$ ise birim boyutunu ifade etmektedir. d_t ise modelde yer alan deterministik bileşenleri göstermektedir.

Bu eşitlik kapsamında üç farklı durum ele alınmaktadır:

- 1- $d_t = 0$: Deterministik terimin bulunmadığı, yani sabit ve trend içermeyen model
- 2 - $d_t = 1$: Sabit terimli model
- 3- $d_t = (1, t)$: Hem sabit hem de trend içeren model

Hata düzeltme modeli yeniden düzenlenmesi durumu aşağıdaki denklemde gösterilmekte:

$$\Delta Y_{it} = \delta'_i d_t + \alpha_i Y_{it-1} + \lambda'_i X_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \alpha_{ij} \Delta Y_{it-j} + \sum_{j=-q_i}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta X_{it-j} + e_{it}$$

Bu eşitlik, aşağıdaki formu almaktadır. Burada $\lambda'_i = -\alpha_i \beta'_i$ eşitliği söz konusudur. Eğer $\alpha_i < 0$ ise, modelde hata düzeltme mekanizmasının varlığından söz edilebilir ve y_{it} ile x_{it} değişkenleri arasında eşbütünleşik bir ilişki olduğu kabul edilir. Buna karşılık, $\alpha_i = 0$ olması durumunda, hata düzeltme mekanizmasının çalışmadığı ve değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin bulunmadığı sonucuna ulaşılır (Tatoğlu, 2020: 200-203).

Westerlund eşbütünleşme testi için sıfır hipotezi (H_0) şu şekildedir:

- $H_0: \alpha_i = 0$ tüm i birimleri için \rightarrow Eşbütünleşik ilişki yoktur.

Westerlund (2007) tarafından geliştirilen bu test, dört temel test istatistiğine dayanmaktadır.

- İlk iki test grup ortalaması testleri,
- Son iki test ise panel testi olarak adlandırılmaktadır.

Grup ortalaması testleri, α_i katsayılarının tüm birimler için eşit olduğu varsayımına ihtiyaç duymadan, sıfır hipotezini en az bir i değeri için $H_i^g: \alpha_i < 0$ 'a hipotezine karşı sınar. Buna karşılık panel testleri, α_i katsayılarının tüm birimler için aynı olduğunu varsayarak, sıfır hipotezini $H_i^g: \alpha_i = \alpha < 0$ 'a hipotezine karşı test etmektedir.

Westerlund panel eşbütünleşme testi, iki temel grup istatistiğinden oluşmaktadır:

1. Grup ortalaması varyans istatistikleri (G_t ve G_a)
2. Panel varyans istatistikleri

$$G_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\hat{\alpha}_i}{SE(\hat{\alpha}_i)}$$
$$G_a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T \hat{\alpha}_i}{\hat{\alpha}_i(1)}$$

Bu istatistikler aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmaktadır. Burada $SE(\hat{\alpha}_i)$, $\hat{\alpha}_i$ 'nin katsayısının standart hatasını ifade etmektedir. Panel istatistikleri, Denklem 'de belirtilen parametrelerin ve modelin boyutunun kesit birimleri arasında farklılık göstermesine olanak tanımaktadır. Grup ortalaması varyans istatistiklerinde olduğu gibi, burada da gecikme uzunluğu (p_i) belirlenmektedir. Son aşamada, panel P_a ve P_t istatistikleri şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$P_t = \frac{\hat{\alpha}}{SE(\hat{\alpha})}$$

$$P_a = T \hat{\alpha}$$

Her iki grup testine ilişkin sıfır hipotezinin reddedilmesi, panelin tümünde eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı anlamına gelmektedir. Bununla birlikte, panelin homojen olması durumunda bu istatistiklerin geçerliliği sağlanmaktadır (Tatoğlu, 2020:200-203).

4.3.5. Rassal Katsayılar Modeli Testi

Rassal Katsayılar Modeli (RCM), ilk olarak Swamy (1970, 1971) tarafından geliştirilmiş olup, panel veri analizinde birimlere özgü parametre farklılıklarının rastgelelik esasına dayalı olarak modele dahil edilmesini mümkün kılan bir yaklaşımdır. Bu modelde, her bir panel biriminin regresyon katsayılarının farklı olduğu ve bu farklılıkların hata terimi gibi tesadüfi olduğu varsayılmaktadır. Parametre heterojenliği, varyans-kovaryans yapısına entegre edilerek modele yansıtılmakta ve bu sayede birim bazında farklılık gösteren tahminler elde edilebilmektedir. Modelde genel parametre tahminleri, ağırlıklı tahminler esas alınarak Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (GLS) yöntemi ile hesaplanmaktadır. Bu yöntem hem bireysel katsayı tahminlerini hem de bu katsayıların ortalamasını istatistiksel olarak güvenilir bir biçimde elde etmeyi amaçlamaktadır (Tatoğlu, 2020: 220).

Swamy (1970, 1971) tarafından geliştirilen Tesadüfi Katsayılar Modeli (Random Coefficient Model, RCM), her panel biriminin regresyon katsayılarının, ortak bir dağılımdan rastgele çekildiği varsayımıyla çalışır. Bu modelde her birim için aşağıdaki yapı tanımlanır:

$$y_i = X_i(\bar{\beta} + \mu_i) + e_i \quad i=1,2,3,\dots,N$$

Burada y_i ve X_i sırasıyla bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait gözlemleri temsil etmektedir. Panel birimine özgü katsayılar ise aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$\beta_i = \bar{\beta} + \mu_i \quad E(\mu_i) = 0, \quad E(\mu_i \mu_j) = \Delta, \quad E(\mu_i \mu_j) = 0 \quad i \neq j$$

Bu modelin temel amacı, panel genelinde ortalama katsayı vektörü olan β ile her bir bireye (panel birimine) özgü β_i katsayılarını tahmin etmektir. Bu amaçla, çalışmada Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (GLS) tahmincisi kullanılmaktadır (Mollaahmetoğlu ve Topak, 2017: 8).

4.4. Ampirik Analiz Sonuçları

Öncelikle seriler için yatay kesit bağımlılık ve yatay kesit bağımlılık varlığına bağlı olarak tercih edilen birim kök testi ile serilerde birim kökün varlığı araştırılmıştır. Zaman boyutu birim boyutundan daha büyük olduğu için ($T > N$), Breusch Pagan LM Testi ile serilerde yatay kesit bağımlılık varlığı test edilmiştir.

Tablo 2. Breusch-Pagan (1980) LM testi sonuçları

Birim Bazlı Sonuçlar	LM	CDLM	CD	LMadj
lecofootprintgha	503.8790* 0.0000	48.13200* 0.0000	19.646640* 0.0000	48.37010* 0.0000
renenergy	282.0642* 0.0000	24.75067* 0.0000	3.630134* 0.0003	24.98877* 0.0000
fdi	59.77198 0.0692	1.319008 0.1872	1.069050 0.2850	1.557103 0.1194
gdpgrowthannual	395.5076* 0.000	36.70865* 0.0000	19.16480* 0.0000	36.94674* 0.0000
Panel bazlı sonuçlar	101.3* 0.0000	4.507* 0.000	- -	12.84* 0.000

Not: * %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı simgelemektedir.

Tablo 2’de Breusch-Pagan (1980) LM testi ile panel veri setinde yatay kesit bağımlılığı analiz edilmiştir. Test sonuçları, hem değişken bazında hem de panel genelinde kesit bağımlılığı olup olmadığını ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, lecofootprintgha, renenergy ve gdpgrowthannual değişkenlerine ait LM, CDLM, CD ve düzeltilmiş LM (LMadj) test istatistiklerinin tamamı %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Bu durum, söz konusu değişkenlerin serilerinde güçlü bir kesit bağımlılığı olduğunu göstermektedir. Öte yandan, dfdi değişkenine ilişkin test sonuçları %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı değildir; sadece %10 düzeyinde zayıf bir anlamlılık söz konusu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu da, bu değişken özelinde kesit bağımlılığının sınırlı düzeyde olduğunu düşündürmektedir. Panel genelinde elde edilen sonuçlar da benzer şekilde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ve panelde genel bir kesit bağımlılığı varlığı ortaya koymaktadır.

Tablo 3: CADF Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	t-bar	cv10	cv5	cv1	Z[t-bar]	P Değeri
DÜZEY DEĞERLERİ						
lecofootprintgha	-2.193	-2.210	-2.330	-2.570	-1.412	0.079
renenergy	-1.447	-2.210	-2.330	-2.570	1.021	0.846
fdi	-2.171	-2.210	-2.330	-2.570	-1.338	0.090
gdpgrowthannual	-1.276	-2.210	-2.330	-2.570	1.579	0.943
FARK DEĞERLERİ						
dlecofootprintgha	-3.109	-2.210	-2.330	-2.570	-4.398	0.000*
drenenergy	-2.650	-2.210	-2.330	-2.570	-2.902	0.002*
dfdi	-3.771	-2.210	-2.330	-2.570	-6.555	0.000*
dgdpgrowthannual	-2.429	-2.210	-2.330	-2.570	-2.181	0.015**

Not: *, ve ** sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeyini belirtmektedir.

Tablo 3’de yer alan Pesaran (CADF) birim kök testi sonuçlarına göre, düzey değerlerinde tüm değişkenlerin t-bar istatistikleri mutlak değer olarak %10 (cv10), %5 (cv5) ve %1 (cv1) anlamlılık düzeylerine ait kritik değerlerin altında kalmaktadır. Bu durum, lecofootprintha, renenergy, fdi ve gdpgrowthannual değişkenlerinin düzey değerlerinde durağan olmadığını göstermektedir. Ayrıca Z[t-bar] istatistiği ve ilgili p-değerleri de bu sonucu desteklemektedir; zira p-değerleri istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$). Bu sonuçlar, serilerin düzeylerinde birim kök içerdiğini, yani durağan olmadıklarını ortaya koymaktadır. Değişkenlerin birinci farkları alındığında ise t-bar istatistiklerinin tamamının mutlak değer olarak tüm kritik değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir. Aynı şekilde Z[t-bar] istatistikleri istatistiksel olarak anlamlıdır ve p-değerleri %5 anlamlılık düzeyinin altındadır. Bu durum, değişkenlerin birinci farklarında durağan olduklarını göstermektedir. Bu bağlamda, modelde yer alan tüm serilerin birim kök içerdiği ve durağanlığın birinci farkları alındıktan sonra sağlandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4. Homojen Test Sonuçları

	Delta	Olasılık
Δ	10.267*	0.000
Δ_{adj}	11.679*	0.000

Not: *, %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 4’te yer alan istatistik sonuçlarına göre sabit ve eğim parametrelerinin heterojen olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre panelin tüm verileri için katsayılarının heterojen olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yatay kesit bağımlılığının olduğu, serilerin birinci farkında durağanlaştığı, sabit ve eğim parametrelerinin heterojen olduğu durumda seriler arasında uzun dönemli ilişkinin tespiti için Westerlund panel eşbütünlüşme testinden yararlanılmaktadır.

Tablo 5. Westerlund Panel Eşbütünlüşme Test Sonuçları

Statistic	Value	Z Value	P Value	Robust P Value
Gt	-1.807	1.429	0.924	0.840
Ga	-6.038	2.216	0.987	0.688
Pt	-4.995	1.020	0.846	0.800
Pa	-4.116	1.613	0.947	0.858

Tablo 5’de değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi incelemek amacıyla Westerlund (2007) tarafından geliştirilen panel eşbütünlüşme testi uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre, hem grup ortalamalı (Gt, Ga) hem de panel ortalamalı (Pt, Pa)

istatistiklerin ilgili p-değerleri %5 anlamlılık düzeyinin oldukça üzerinde bulunmuştur. Özellikle tüm istatistikler için hem standart hem de robust p-değerlerinin 0.05'ten büyük olması, sıfır hipotezi olan “eşbütünleşme yoktur” hipotezinin reddedilememesiyle sonuçlanmıştır. Diğer taraftan tablonun sağ tarafında robust P olasılık değerleri de yer almaktadır. Söz konusu değerler birimler arası korelasyonun olduğu durumlarda bootstrap kritik değerlerinin hesaplanması ile elde edilmekte ve bu değerler çerçevesinde uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin varlığı sınanmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre Gt, Ga, Pt ve Pa istatistiğine göre %5 güven düzeyinde H_0 hipotezi reddedilemeyeceğini göstermektedir. Bu sonuçlara göre değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 6. Rassal Katsayılar Modeli Testi Panel Sonuçları

Değişken	Katsayı (Coef.)	Std. Hata (Std. Err.)	z	P> z
drenenergy	-6969600	0.0027481	-2.54	0.011**
dfdi	116.1	0.0018891	0.61	0.539
dgdpgrowthannual	1530100	0.0005691	2.69	0.007*

Not: *,**, sırasıyla %1 ve %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı simgelemektedir.

Tablo 6’da yenilenebilir enerji tüketimindeki 1 birimlik artış, kişi başına düşen ekolojik ayak izini ortalama olarak yaklaşık 6.97 birim azaltmaktadır. Bu negatif ve anlamlı ilişki, çevresel sürdürülebilirlik açısından olumlu bir göstergedir. Doğrudan yabancı yatırımlar ile ekolojik ayak izi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır. GSYH’da meydana gelen 1 birimlik artış, ekolojik ayak izini ortalama olarak 1.53 birim artırmaktadır. Bu pozitif ve anlamlı ilişki, GSYH’nın çevre üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu göstermektedir.

Rassal katsayılar modeli sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekolojik ayak izi arasında negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Bu bulgu, yenilenebilir enerji kullanımının çevresel sürdürülebilirliği desteklediğini göstermektedir. Öte yandan, ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi bulunmuştur; bu da ekonomik genişlemenin çevresel baskıları artırabileceğine işaret etmektedir. Doğrudan yabancı yatırımların ise ekolojik ayak izi üzerinde anlamlı bir etkisi gözlemlenmemiştir ($p > 0.05$).

Tablo 7. Rassal Katsayılar Modeli Testi Ülke Sonuçları

Ülkeler	Değişken	Katsayı (Coef.)	Std. Hata (Std. Err.)	z	P> z
Brezilya	drenenergy	-0.4568	0.0024535	-1.86	0.063***
Brezilya	dfdi	0.6141	0.0024939	0.25	0.806
Brezilya	dgdpgrowthannual	0.1364	0.0007653	1.78	0.075***
Çin	drenenergy	-0.12436	0.0021386	-5.81	0.0*
Çin	dfdi	-0.12712	0.0025472	-0.5	0.618
Çin	dgdpgrowthannual	0.3577	0.000781	0.46	0.647
Hindistan	drenenergy	-0.10661	0.0026874	-3.97	0.0*
Hindistan	dfdi	0.4078	0.0025387	0.16	0.872
Hindistan	dgdpgrowthannual	0.9845	0.0006555	1.5	0.133
Endonezya	drenenergy	-0.48894	0.0018718	-2.61	0.009**
Endonezya	dfdi	0.15415	0.0024665	0.62	0.532
Endonezya	dgdpgrowthannual	0.20992	0.0007818	2.69	0.007*
Meksika	drenenergy	-0.79175	0.42363	-1.87	0.062***
Meksika	dfdi	0.2891	0.0024446	1.18	0.237
Meksika	dgdpgrowthannual	0.20124	0.0008058	2.5	0.013**
Malezya	drenenergy	-0.36584	0.0038748	-0.94	0.345
Malezya	dfdi	0.13497	0.0024011	0.56	0.574
Malezya	dgdpgrowthannual	0.16722	0.0007173	2.33	0.02**
Filipinler	drenenergy	-0.81773	0.0033824	-2.4	0.016**
Filipinler	dfdi	0.224	0.0025226	0.89	0.375
Filipinler	dgdpgrowthannual	0.5814	0.0007326	0.79	0.427
G. Afrika	drenenergy	-0.6252	0.0042505	-1.47	0.141
G.Afrika	dfdi	0.12854	0.0019326	0.67	0.506
G.Afrika	dgdpgrowthannual	0.16383	0.0007755	2.11	0.035**
Tayland	drenenergy	-0.2968	0.003764	-0.79	0.43
Tayland	dfdi	0.22652	0.0022892	0.99	0.322
Tayland	dgdpgrowthannual	0.18374	0.0007364	2.53	0.011**
Türkiye	drenenergy	-0.82289	0.0030906	-2.66	0.008*
Türkiye	dfdi	0.2866	0.0025624	0.11	0.911
Türkiye	dgdpgrowthannual	0.27538	0.00063348	4.34	0.0*

Not: *,**,*** sırasıyla %1, %5 ve % 10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı simgelemektedir.

Brezilya'ya ait sonuçlara göre, drenenergy değişkeninin katsayısı negatif ve %10 anlamlılık düzeyinde anlamlı bulunmuştur ($p=0.063$). Bu sonuç, yenilenebilir enerji kullanımındaki artışın ekolojik ayak izini azaltıcı etkide bulunduğunu göstermektedir. Daha sonra dfdi değişkeninin katsayısı pozitif olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.806$). Öte yandan dgdpgrowthannual değişkeninin katsayısı pozitif ($p=0.075$) ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durum, ekonomik büyümenin ekolojik ayak izini artırıcı yönde etkide bulunabileceğini, ancak bu etkinin istatistiksel olarak sınırlı kaldığını göstermektedir.

Çin'e ait sonuçlara göre, yenilenebilir enerji tüketimi (drenenergy) değişkeninin katsayısı negatif (-1.24360) ve istatistiksel olarak anlamlıdır ($p = 0.000$). Bu haliyle yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın ekolojik ayak izini azalttığını gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Doğrudan yabancı yatırımlar (dfdi) istatistiksel olarak anlamsızdır ($p = 0.618$). GSYH büyüme oranı (dgdpgrowthannual) istatistiksel olarak anlamsızdır. ($p = 0.647$). Bu durum ekonomik büyümenin bu grup için ekolojik ayak izini istatistiksel olarak etkilemediğini göstermektedir.

Hindistan'a ait sonuçlara göre, Yenilenebilir enerji tüketimi katsayısı negatif (-1.06610) ve istatistiksel olarak anlamlı ($p = 0.000$). Bu da aynı şekilde yenilenebilir enerji kullanımının ekolojik ayak izini azalttığını ortaya koymaktadır. Doğrudan yabancı yatırımlar (dfi) değişkeni istatistiksel olarak anlamsız olduğunu göstermektedir ($p = 0.872$). GSYH büyüme oranı (dgdpgrowthannual) istatistiksel olarak anlamsızdır.

Endonezya'nın verilerine göre, yenilenebilir enerji tüketimi (drenenergy) değişkeninin katsayısı negatif (-0.48894) olmakla birlikte ekolojik ayak izi ile arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönlü bir ilişki bulunmaktadır ($p=0.009 < 0.01$). Bu sonuç, yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen bir birimlik artışın ekolojik ayak izini azalttığını göstermektedir. Bu bulgu, yenilenebilir enerji kullanımının çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki olumlu etkisine işaret etmektedir. Doğrudan yabancı yatırımlar (dfdi), istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.532 > 0.05$). GSYH büyüme oranı (dgdpgrowthannual) değişkeni ise hem pozitif katsayısı (0.20992) hem de anlamlılık düzeyi ($p=0.007 < 0.01$) ile ekolojik ayak izi üzerinde artırıcı etkide bulunmaktadır. Bu da ekonomik büyümenin çevresel baskıları artırabileceğini destekleyen bir bulgudur.

Meksika verilerine göre, yenilenebilir enerji tüketimi değişkeni (drenenergy) katsayısı (-0.79175) olmakla birlikte ekolojik ayak izi üzerinde negatif bir etkiye sahiptir. Ancak bu ilişki %10 anlamlılık düzeyinde geçerlidir ($p=0.062$). Bu bulgu, yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen artış ekolojik ayak izinde azalmaya yol açmaktadır.

Doğrudan yabancı yatırımlar değişkeni (dfdi), istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.237 > 0.05$). Bu nedenle, doğrudan yabancı yatırımlar'ın ekolojik ayak izi üzerindeki herhangi bir etkisinden bahsetmek mümkün değildir. GSYH büyüme oranı değişkeni (dgdpgrowthannual) pozitif katsayıya (0.20124) sahiptir ve istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0.013 < 0.05$).

Malezya verilerine göre, yenilenebilir enerji tüketimi değişkeni (drenenergy) ve doğrudan yabancı yatırımlar değişkeni (dfdi) istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte GSYH büyüme oranı değişkeni (dgdpgrowthannual) ile ekolojik ayak izi arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır ($p=0.020 < 0.05$). Bu sonuç, ekonomik büyümede meydana gelen artışın ekolojik ayak izini arttırdığını göstermektedir.

Filipinler'in verilerine göre, yenilenebilir enerji tüketimi (drenenergy) değişkeni ile ekolojik ayak izi arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönlü bir ilişki bulunmaktadır ($p=0.016 < 0.05$). Bu sonuç, yenilenebilir enerji kullanımında meydana gelen artışın ekolojik ayak izini azalttığını göstermektedir. Bu bulgu, yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

Güney Afrika'daki verilerin sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi değişkeni (drenenergy) ve doğrudan yabancı yatırımlar değişkeni (dfdi)değişkeni istatistiksel olarak anlamlı değildir. GSYH büyüme oranı değişkeni (dgdpgrowthannual) ile ekolojik ayak izi arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır ($p=0.035 < 0.05$). Bu sonuç, ekonomik büyümede meydana gelen bir artışın ekolojik ayak izini arttırdığını göstermektedir. Bu bulgu, ekonomik büyümenin çevresel baskılar üzerinde artırıcı bir etkisi olabileceğini göstermektedir.

Tayvan'daki sonuçlara göre, yenilenebilir enerji tüketimi değişkeni (drenenergy) ve doğrudan yabancı yatırımlar değişkeni (dfdi)değişkeni istatistiksel olarak anlamlı değildir. GSYH büyüme oranı (dgdpgrowthannual) değişkeni ile ekolojik ayak izi arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki mevcuttur ($p=0.011 < 0.05$). Bu sonuç, ekonomik büyümede yaşanan bir artışın ekolojik ayak izini arttırdığını göstermektedir. Bu bulgu, ekonomik kalkınmanın çevresel maliyetler yaratabileceğini desteklemektedir.

Türkiye'nin verilerine göre, yenilenebilir enerji tüketimi değişkeni (drenenergy) ile ekolojik ayak izi arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönlü bir ilişki bulunmaktadır ($p=0.008 < 0.01$). Bu sonuç, yenilenebilir enerji kullanımında meydana gelen bir artışın ekolojik ayak izini azalttığını göstermektedir. Bu bulgu, yenilenebilir

enerji kaynaklarının kullanımının çevresel sürdürülebilirliği destekleyen önemli bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır. Doğrudan yabancı yatırımlar (dfdi) değişkeni istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0.911 > 0.05$). Bu durum, Türkiye kapsamında doğrudan yabancı yatırımların ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin anlamlı bir şekilde belirlenemediğini göstermektedir. GSYH büyüme oranı değişkeni (dgdpgrowthannual) ise istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişkiye sahiptir ($p=0.000 < 0.01$). Elde edilen sonuçlara göre, ekonomik büyümede meydana gelen artış, ekolojik ayak izini artırmaktadır. Bu da ekonomik büyümenin çevresel etkiler açısından dikkatle ele alınması gerektiğine işaret etmektedir.

Rassal katsayılar modeli sonuçları, yenilenebilir enerji tüketiminin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin genel olarak negatif yönlü ve çevresel sürdürülebilirliği destekleyen bir nitelik taşıdığını ortaya koymaktadır. Hindistan, Meksika, Filipinler ve Türkiye’de bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı düzeyde saptanırken; Brezilya’da anlamlılık sınırında ($p < 0.10$), Malezya, Güney Afrika ve Tayland’da ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. GSYH büyüme oranı değişkeni, Çin, Hindistan, Endonezya, Meksika, Malezya, Güney Afrika, Tayland ve Türkiye’de anlamlı ve pozitif yönlü etkiye sahip olup, ekonomik büyümenin ekolojik ayak izini artırdığını göstermektedir. Brezilya’da bu ilişki sınırda anlamlı bulunmuş ($p=0.075$), Filipinler’de ise anlamlılık düzeyine ulaşamamıştır. Bu sonuçlar, ekonomik kalkınmanın çevresel maliyet doğurabileceği ve bu etkinin ülkelere göre farklılık gösterebileceği yönünde önemli bir bulgudur. Doğrudan yabancı yatırımlar (FDI) değişkeni ise tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir etki göstermemiştir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yeni sanayileşen ülkeler, ekonomik kalkınma hedefleri doğrultusunda sanayi, ulaşım ve üretim altyapılarını hızla geliştirmektedir. Bu kalkınma süreci büyük oranda yüksek enerji talebine dayanmakta ve mevcut enerji politikaları çoğunlukla fosil kaynak tüketimine bağlıdır. Bu durum, sadece sera gazı emisyonlarını artırmakla kalmamakta; aynı zamanda çevresel yükü artırarak ülkelerin biyolojik kapasitesini aşan bir kaynak tüketimine neden olmaktadır. Doğal kaynakların aşırı ve plansız kullanımı, ekosistem hizmetlerinde kayıplara, ormansızlaşmaya, su ve toprak kalitesinin bozulmasına yol açmaktadır.

Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji sistemlerine entegre edilmesi, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması açısından kritik bir rol üstlenmektedir. Rüzgâr, güneş, jeotermal ve biyokütle gibi kaynakların düşük karbon salınımı ve yenilenebilir özellikleri, uzun vadeli enerji güvenliği ile çevre koruma hedeflerini bir araya getirmektedir. Ayrıca bu kaynaklar, fosil kaynaklara olan bağımlılığı azaltarak dışa bağımlılığı düşürmekte ve yerel kaynakların daha etkin kullanılmasını mümkün kılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, yenilenebilir enerji tüketimi ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiyi, yeni sanayileşen ülkeler özelinde incelemektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının artan kullanımı, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında kritik bir öneme sahiptir. Çalışmada, 10 yeni sanayileşen ülkenin 2000-2021 yılları arası dönemi panel veri analizi kullanılarak, yenilenebilir enerji tüketimi, ekolojik ayak izi, doğrudan yabancı yatırım ve gayri safi yurt içi hasıla arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Pesaran CADF testi, Breusch-Pagan LM testi ve Homejenlik testi, Westerlund panel eşbütünlük testi ve Rassal katsayılar modeli gibi istatistiksel yöntemler kullanılarak sonuçlar elde edilmiştir.

Elde edilen ampirik bulgular, yenilenebilir enerji tüketiminin, çevresel sürdürülebilirlik üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Ekolojik ayak izinin azaltılması amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının arttığı ülkelerde, çevresel iyileşmelerin daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, doğrudan yabancı yatırımların çevresel sürdürülebilirliği artırıcı bir rol oynadığı ve GSYH ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki etkileşimin ülkelerin ekonomik büyümelerini pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kullanımının,

sadece çevre dostu bir enerji politikası olarak değil, aynı zamanda ekonomik büyümeye katkı sağlayan bir faktör olarak da değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Ayrıca, yenilenebilir enerji kullanımının fosil kaynakların kullanımını ikame ederek çevresel sürdürülebilirlik üzerinde belirgin bir iyileşme sağladığı ve bu iyileşmenin, enerji tüketiminin daha verimli hale gelmesiyle ilişkilendirilebileceği vurgulanmıştır. Yenilenebilir enerji altyapısının güçlendirilmesi, şeffaflık ilkelerinin uygulanması ve enerji verimliliğinin artırılması, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Çalışmanın bulguları, literatürdeki önceki çalışmalarla uyumlu bir şekilde, enerji verimliliği ve sürdürülebilir enerji politikalarının, çevresel etkileri en aza indirmede hayati bir öneme sahip olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, enerji verimliliği artırıcı önlemler, yenilenebilir enerji altyapısının güçlendirilmesi ve çevre dostu yatırımların teşvik edilmesi, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması adına kritik öneme sahiptir.

Ekolojik ayak izinin azaltılması, çevre politikalarının temel hedeflerinden biri olmalıdır. Ekolojik ayak izi sadece enerji sektörüne bağlı olarak değil, üretim, tüketim, ulaşım ve şehirleşme gibi alanlardaki çevresel performansla da doğrudan ilişkilidir. Yeni sanayileşen ülkelerin, sadece enerji kaynağını değiştirmekle kalmayıp aynı zamanda enerji verimliliğini artıran, temiz üretim teknolojilerini destekleyen ve sürdürülebilir tüketim kalıplarını teşvik eden politikalar benimsemeleri gerekmektedir.

Sonuç olarak, yeni sanayileşen ülkelerin sürdürülebilir gelecek hedeflerine ulaşabilmesi için enerji politikalarının çevreyle uyumlu, uzun vadeli ve kapsayıcı bir yaklaşımla yeniden tasarlanması gerekmektedir. Fosil kaynak kullanımının kademeli olarak azaltılması, yenilenebilir enerji altyapısının güçlendirilmesi ve toplumsal çevre bilincinin artırılması bu dönüşümün temel taşlarıdır. Kalkınma stratejileri, ekolojik ayak izini azaltacak, fosil kaynaklara olan bağımlılığı minimize edecek ve biyolojik kapasite üzerindeki baskıyı hafifletecek biçimde şekillendirilmelidir. Bu çerçevede, yenilenebilir enerji yalnızca çevre dostu bir kaynak değil, aynı zamanda ekonomik kalkınma ile çevresel sürdürülebilirlik arasında denge kuran stratejik bir araçtır. Politika yapıcılarının, yenilenebilir enerjiye erişimi kolaylaştıran, enerji verimliliğini artıran ve çevresel etkileri azaltan bütüncül stratejilere yönelmesi büyük önem taşımaktadır. Ancak bu şekilde, ekonomik büyüme ile çevre koruması arasında dengeli bir ilişki kurulabilir ve gelecek kuşaklara yaşanabilir bir dünya bırakılabilir.

KAYNAKÇA

- Adaçay, F. R. (2014). Türkiye için enerji ve kalkınmada perspektifler. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 87-103.
- Adebayo, T. S. ve Kirikkaleli, D. (2021). Impact of renewable energy consumption, globalization, and technological innovation on environmental degradation in Japan: application of wavelet tools. *Environment, Development and Sustainability*, 23(11), 16057-16082.
- Adebayo, T. S., Onifade, S. T., Alola, A. A. ve Muoneke, O. B. (2022). Does it take international integration of natural resources to ascend the ladder of environmental quality in the newly industrialized countries?. *Resources Policy*, 76, 102616.
- Adebayo, T. S., ve Rjoub, H. (2022). A new perspective into the impact of renewable and nonrenewable energy consumption on environmental degradation in Argentina: a time–frequency analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(11), 16028-16044.
- Ahmad, F., Draz, M. U., Ozturk, I., Su, L. ve Rauf, A. (2020). Looking for asymmetries and nonlinearities: the nexus between renewable energy and environmental degradation in the Northwestern provinces of China. *Journal of Cleaner Production*, 266, 121714.
- Ahmed, K., Shahbaz, M. ve Kyophilavong, P. (2016). Revisiting the emissions-energy-trade nexus: evidence from the newly industrializing countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 7676-7691.
- Akgün, S. (2023). *Gelişmekte olan Ülkelerde Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Ekolojik Ayak İzi Yöntemiyle Sınanması*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde.
- Aktürk, E. ve Gültekin, S. (2024). Teknolojik gelişim ile ekolojik ayak izi ilişkisi: OECD ülkeleri uygulaması. *Efil Journal of Economic Research*, 7(1), 104-117.
- Akusta, E. ve Cergibozan, R. (2020). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümenin çevre üzerinde etkisi: Türkiye örneği. *Öneri Dergisi*, 15(54), 431-462.
- Akyol, M. ve Mete, E. (2022). Çevresel inovasyon, ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji tüketimi üzerine etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 48, 393-406.
- Alam, M.M., Murad, M.W., Noman, A.H.M. ve Öztürk, I. (2016). Karbon emisyonları, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve nüfus artışı arasındaki ilişkiler: Brezilya, Çin,

- Hindistan ve Endonezya için Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin test edilmesi. *Ekolojik Göstergeler*, 70, 466-479.
- Altıntaş, N. (2020). Kentleşme ve ekonomik büyümenin çevresel bozulmaya etkisi: Türkiye örneği. *OPUS International Journal of Society Researches*, 15(26), 4517-4539.
- Amadeh, H. ve Kafi, P. (2015). İran'da ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre arasındaki dinamik ilişki. *Uluslararası Sosyal ve Beşeri Bilimler Mektupları*, 50, 118-128.
- Anatürk, Ş. (2019). *Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Türkiye örneği*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi, Ankara.
- Anser, M. K., Usman, M., Sharif, M., Bashir, S., Shabbir, M. S., Yahya Khan, G. ve Lopez, L. B. (2022). The dynamic impact of renewable energy sources on environmental economic growth: evidence from selected Asian economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(3), 3323-3335.
- Apaydın, Ş. ve Taşdoğan, C. (2019). Türkiye'de iktisadi büyüme ve birincil enerji tüketiminin karbon salınımı üzerindeki etkisi. *Akademi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(16), 19-35
- Arı, F. (2023). Başlıca enerji kaynakları ve çevresel etkilerinin değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(26), 697-718.
- Arı F. ve Yılmaz V. (2023). Türkiye'de ve Dünya'da enerji kaynaklarının genel görünümü ve alternatif enerji kaynaklarının önemi. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 34, 496-519.
- Asif, M. ve Muneer, T. (2007). Energy supply, its demand and security issues for developed and emerging economies. *Renewable and sustainable energy reviews*, 11(7), 1388-1413.
- Atıcı, N. (2023). *Çevresel Kuznets eğrisi ve ormansızlaşma ilişkisinin ampirik analizi: Güney Avrupa ülkeleri*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Aydın, C. (2022). Enerji arz güvenliği ve Türkiye: Doğalgaz tedarik ve bağımlılıkları açısından inceleme. *Malatya Turgut Özal Üniversitesi İşletme ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 3(2), 87-103.
- Aydın, F. (2010). Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (35), 317-340.

- Aykal, F. D., Gümüş, B. Ve Özbudak Y. B. (2009). Sürdürülebilirlik kapsamında yenilenebilir ve etkin enerji kullanımının yapılarda uygulanması. *V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, 16-17 Ekim, Diyarbakır.
- Aytun, C., Akın, C. ve Algan, N. (2017). Gelişen ülkelerde çevresel bozulma, gelir ve enerji tüketimi ilişkisi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 1-11.
- Bakry, W., Mallik, G., Nghiem, X. H., Sinha, A., ve Vo, X. V. (2023). Is green finance really "green"? Examining the long-term relationship between green finance, renewable energy and environmental performance in developing countries. *Renewable Energy*, 208, 341-355.
- Ballı, M. F. (2021). Tav fırınlarında kok gazı yerine doğalgaz kullanımının ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik analizi. Yayımlanmamış doktora tezi, Karabük Üniversitesi, Karabük.
- Bayraç, H. N. (2009). Küresel enerji politikaları ve Türkiye: Petrol ve doğalgaz kaynakları açısından bir karşılaştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 115-142.
- Bayraç, H. N. VE Özarlan, B. (2018). Biyokütle enerjisi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ampirik bir analizi: Türkiye Örneği. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 8 (17) 1-17
- Bayramoğlu, T. (2018). Yenilenebilir enerji potansiyeli ve etkileri: Bayburt örneği. *İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 1, 1-16.
- Bekar, N. (2020). Yenilenebilir enerji kaynakları açısından Türkiye'nin enerji jeopolitiği. *Türkiye Siyaset Bilimi Dergisi*, 3(1), 37-54.
- Ben M. M., Saidi, K. ve Rahman, M. M. (2018). Renewable and non-renewable energy consumption, environmental degradation and economic growth in Tunisia. *Quality & Quantity*, 52, 1105-1119.
- Birol, Y. E. (2020). Doğalgaz arz güvenliği açısından Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye üzerine karşılaştırmalı bir analiz. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (38), 231-247.
- Bukhari, W. A. A., Pervaiz, A., Zafar, M., Sadiq, M. ve Bashir, M. F. (2023). Role of renewable and non-renewable energy consumption in environmental quality and their subsequent effects on average temperature: an assessment of sustainable development goals in South Korea. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(54), 115360-115372.

- Can, M., Ahmad, M. ve Khan, Z. (2021). The impact of export composition on environment and energy demand: evidence from newly industrialized countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(25), 33599-33612.
- Canbay, Ş. (2019). Türkiye’de iktisadi büyüme ile yenilenebilir enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerindeki etkileri. *Maliye Dergisi*, 176, 140-151.
- Carley, S., Lawrence, S., Brown, A., Nourafshan, A., Benami, E. (2011), Energy-based economic development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 282-295.
- Chandio, AA, Akram, W., Öztürk, I., Ahmad, M. ve Ahmad, F. (2021). Uzun vadeli sürdürülebilir çevreye doğru: Tarım ve yenilenebilir enerji tüketimi önemli mi?. *Çevre Bilimi ve Kirlilik Araştırması*, 28(38), 53141-53160.
- Chang, L., Saydaliev, H. B., Meo, M. S. ve Mohsin, M. (2022). How renewable energy matter for environmental sustainability: Evidence from top-10 wind energy consumer countries of European Union. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, 31, 100716.
- Chen, W. ve Lei, Y. (2018). The impacts of renewable energy and technological innovation on environment-energy-growth nexus: New evidence from a panel quantile regression. *Renewable energy*, 123, 1-14.
- Cheng, C., Ren, X., Wang, Z. ve Yan, C. (2019). Heterogeneous impacts of renewable energy and environmental patents on CO2 emission-Evidence from the BRIICS. *Science of the total environment*, 668, 1328-1338.
- Chien, F. (2022). How renewable energy and non-renewable energy affect environmental excellence in N-11 economies?. *Renewable Energy*, 196, 526-534.
- Chilan, J. C. H., Torresb, S. G. P., Machucac, B. I. F., Cordova, A. J. T., Perez, C. A. M., ve Gamez, M. R. (2018). Social impact of renewable energy sources in the province of Loja: Ecuador. *International journal of physical sciences and engineering*, 2(1), 13-25.
- Chunyu, L., Zain-ul-Abidin, S., Majeed, W., Raza, S. M. F. ve Ahmad, I. (2021). The non-linear relationship between carbon dioxide emissions, financial development and energy consumption in developing European and Central Asian economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 63330-63345.
- Cirman, A., Domadenik, P., Koman, M. ve Redek, T. (2009). The Kyoto protocol in a global perspective. *Economic and business review*, 11(1), 29-54.

- Cosmi, C., Macchiato, M., Mangiamele, L., Marmo, G., Pietrapertosa, F. ve Salvia, M. (2003). Yerel bir vaka çalışması üzerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının çevresel ve ekonomik etkileri. *Enerji Politikası*, 31(5), 443-457.
- Çetintaş, Y. ve Aydın, C. (2022). Yenilenebilir enerji bağlamında çevre ve Ekonomik büyüme ilişkisi: OECD ülkeleri örneği. *Journal of Management and Economics Research*, 20(1), 292-312.
- Çınar, M. (2023). Yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkinin araştırılması: Türkiye örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 24-56.
- Çoban, O. ve Şahbaz, N. (2016). Enerji kullanımının çevresel etkilerinin incelenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (33), 589-606.
- Çukurçayır, M. A. ve Sağır, H. (2008). Enerji sorunu, çevre ve alternatif enerji kaynakları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (20), 257-278.
- Dağlıoğlu, İ. ve Armağan, R. (2017). Sürdürülebilir kalkınma perspektifinden yenilenebilir enerji: Kamu politikalarının gerekliliği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 8(19), 93-109.
- Dal, M. M., Karakaya, E. ve Bulut, Ş. (2013). Çevresel Kuznets eğrisi ve Türkiye: Ampirik bir analiz. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 85-96.
- Damar, A. ve Yıldırım F. (2023), Türkiye enerji ithalatında yenilenebilir enerji üretimi ve makro ekonomik değişkenler. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(48), 1077-1100.
- Demir, C. (2019). Dışa açılma ve kamu harcamaları OECD ülkeleri için panel veri analizi. *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(2), 80-96.
- Demircan, M. E. ve Turhan, G. (2023). Avrupa Birliği enerji politikaları bağlamında Türkiye'nin jeopolitik önemi. *ISOREJ-Uluslararası Sosyal Araştırmalar ve Ulusal Eğitim Dergisi*, 7(3), 155-174.
- Denizbilen, Y. S. (2023). Enerji talebi ve Dünya ekonomisi açısından önemi. *İktisadi Araştırmalar Dergisi*, 1 (1):18-23.
- Dışkaya, S. K. (2017). Türkiye'nin enerji güvenliğinde yenilenebilir enerji etkisinin politik ekonomi perspektifi. *Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi*, 5(2), 129-150.
- Doğan, M. (2011). Enerji kullanımının coğrafi çevre üzerindeki etkileri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (23), 36-52.
- Donohoe, M. (2003). Causes and health consequences of environmental degradation and social injustice. *Social Science & Medicine*, 56(3), 573-587.

- Efeoğlu, R. (2022). Çevresel Kuznets Eğrisi çerçevesinde sanayileşme, yenilenebilir enerji, enerji tüketime ve finansal gelişmenin CO2 salınımı üzerindeki etkisi. *Alanya Akademik Bakış*, 6(2), 2103-2115.
- Erdal, L. ve Karakaya, E. (2012). Enerji arz güvenliğini etkileyen ekonomik, siyasi ve coğrafi faktörler. 107-136. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1), 107-136.
- Erden, C., ve Turan, F. (2014). Kalkınma ve çevresel sağlık riskleri: Türkiye için ekonometrik bir analiz. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 9-23.
- Erdoğan, S. (2020). Enerji, evre ve sera gazları. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 277-303.
- Erkul, H. (2012), jeotermal enerjinin ekonomik katkıları ve çevresel etkileri: Denizli-Kızıldere jeotermal örneği. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 10(19), 1-30.
- Fatima, N., Li, Y., Ahmad, M., Jabeen, G. ve Li, X. (2021). Factors influencing renewable energy generation development: a way to environmental sustainability. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(37), 51714-51732.
- Filimonova, I. V., Nemov, V. Y., Komarova, A. V., Mishenin, M. V. ve Kozhevin, V. D. (2021). Relationship of renewable energy consumption to economic, environmental and institutional factors in Europe. *Energy Reports*, 7, 358-365.
- Freires, F. J., Nascimento D., V., Machado, A. L. S., Martins, G. B., Silva, L. M., Silveira P., M. C., ... ve Nascimento, D. (2023). Advantages and disadvantages of renewable energy: a review of the scientific literature. *Revista de Gestão e Secretariado*, 14(11), 20221-20240.
- Fu, Q., Álvarez-Otero, S., Sial, M. S., Comite, U., Zheng, P., Samad, S. ve Olah, J. (2021). Impact of renewable energy on economic growth and CO2 emissions-evidence from BRICS countries. *Processes*, 9(8), 1281.
- Ghosh, S., Adebayo, T. S., Abbas, S., Doğan, B. ve Sarkodie, S. A. (2024). Harnessing the roles of renewable energy, high tech industries, and financial globalization for environmental sustainability: Evidence from newly industrialized economies. *In Natural Resources Forum*, 48(4), 1186-1207.
- Gökçe, C. (2015). Önemli bir enerji girdisi olan petrolün ekonomik kalkınma sürecindeki rolü. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(1), 143-154.

- Hatun, T. (2009). Temel bileşen analizini kullanarak çevresel bozulmanın ölçülmesi. *Çevre, Kalkınma ve Sürdürülebilirlik*, 11, 439-457.
- Hayaloğlu P., Artan S. ve Demirel K. S. (2019), Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel eşanlı model. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 5(2), 405-417.
- Hossain, M. S. (2011). Panel estimation for CO2 emissions, energy consumption, economic growth, trade openness and urbanization of newly industrialized countries. *Energy policy*, 39(11), 6991-6999.
- Ibrahim, R. L., Ajide, K. B., Usman, M. ve Kousar, R. (2022). Heterogeneous effects of renewable energy and structural change on environmental pollution in Africa: do natural resources and environmental technologies reduce pressure on the environment?. *Renewable Energy*, 200, 244-256.
- Ibrahim, R. L., Huang, Y., Mohammed, A. ve Adebayo, T. S. (2023). Natural resources-sustainable environment conflicts amidst COP26 resolutions: investigating the role of renewable energy, technology innovations, green finance, and structural change. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 30(4), 445-457.
- Ikram, M., Zhang, Q., Sroufe, R. ve Shah, S. Z. A. (2020). Towards a sustainable environment: the nexus between ISO 14001, renewable energy consumption, access to electricity, agriculture and CO2 emissions in SAARC countries. *Sustain Prod Consum*, 22, 218-230.
- İnan, İ., Akbulut, İ. ve Aslan, E. (2018). Enerji sorununun çözümünde yenilenemez ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yeri ve önemi. *Türk Dünyası Araştırmaları*, 120(237), 11-40.
- İşcan, İ. H. ve Demirel, T. (2023). Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerine etkisi ve Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi: OECD ülkeleri üzerine bir panel veri analizi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 41(3), 470-496.
- Jammazi, R. ve Aloui, C. (2015). Çevre bozulması, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi bağı: Dalgacık pencereci çapraz korelasyon yaklaşımı. *Physica A: İstatistiksel Mekani ve Uygulamaları*, 436, 110-125.
- Javid, M., ve Sharif, F. (2016). Environmental Kuznets curve and financial development in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 406-414.
- Kahraman, G. (2019). Türkiye’de Kentleşmenin Enerji Tüketimi ve Karbon Salınımı Üzerine Etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(3), 1559-1566.

- Kakışım C. (2019). Enerji krizlerinin etkisiyle şekillenen Avrupa Birliği'nin enerji politikası. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 10(2), 460-472.
- Kapluhan E. (2014). Enerji coğrafyası açısından bir inceleme: Güneş enerjisinin Dünya'daki ve Türkiye'deki kullanım durumu. *Coğrafya Dergisi*, 29, 70-98.
- Karaca, B. ve Çımat, A. (2023). Sanayileşme-Enerji Tüketimi ve Büyümenin CO2 emisyonu üzerindeki etkisi: Türkiye için ARDL sınır testi yaklaşımı. *Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(2), 51-64.
- Karagöl, E. T. ve Kavaz, İ. (2017). Dünya'da ve Türkiye'de yenilenebilir enerji. *SETA Vakfı Dergisi*, 197, 1-30
- Karakaya, D. (2017). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına İlişkin Bilgileri. *Turkish Journal of Educational Studies*, 4(3), 21-43.
- Karakaya, E. (2016). Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye üzerine bir değerlendirme. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-12.
- Karsch, N. M. (2019). Examining the validity of the environmental Kuznets curve. *Consilience*, (21), 32-50.
- Kaya, İ. S. (2012). Uluslararası enerji politikalarına bir bakış: Türkiye örneği. *Türkiye Barolar Birliği Dergisi*, 102, 269-288.
- Kayhan, A., (2013). Birleşmiş Milletler Çevre Programı üzerine bir inceleme. *Milletlerarası Hukuk ve Milletlerarası Özel Hukuk Bülteni*, 33(1), 61-90.
- Keleş, R. (2023). Dünyada ve Türkiye'de Çevre Politikaları ve Sürdürülebilir Kalkınma. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*. Yıl: 1(3), 24-30.
- Khan, I., Han, L., Khan, H., ve Kim Oanh, L. T. (2021). Analyzing renewable and nonrenewable energy sources for environmental quality: dynamic investigation in developing countries. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021, 1-12.
- Kılınç, E. C. ve Kılınç, N. (2021). Ar-Ge ve inovasyonun yenilenebilir enerji üretimi üzerindeki etkisi: Panel Veri Analizi. *Alanya Akademik Bakış*, 5(2), 1087-1105.
- Koçak, E. (2014). Türkiye'de Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerliliği: ARDL sınır testi yaklaşımı. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 62-73.
- Kopuk, E. (2023). Yeni sanayileşen ülkelerde Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımının geçerliliği: 1980-2021 dönemi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 18(69), 132-150.
- Kortunay, N. (2023). Sürdürülebilir tüketim davranışına yönelik tutumun bilişsel, duyuşsal ve davranışsal bileşenleri: Kavramsal bir çalışma. *Pamukkale Üniversitesi İşletme Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 699-716.

- Kumar, M. (2020). Social, economic, and environmental impacts of renewable energy resources. *Wind solar hybrid renewable energy system*, 1, 227- 237.
- Kurtuldu, A., (2019). *Ekoloji temelli eğitimlerin ortaokul öğrencilerinin ekolojik ayak izi farkındalığına etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Lee, C. C. (2005). Energy consumption and GDP in developing countries: a cointegrated panel analysis. *Energy economics*, 27(3), 415-427.
- Lei, X., Alharthi, M., Ahmad, I., Aziz, B., ve Abdin, Z. (2022). Importance of international relations for the promotion of renewable energy, preservation of natural resources and environment: Empirics from SEA nations. *Renewable Energy*, 196, 1250-1257.
- Li, Y., Chiu, Y. H. ve Lin, T. Y. (2019). Research on new and traditional energy sources in OECD countries. *International journal of environmental research and public health*, 16(7), 1122.
- Liu, X., Zhang, S. ve Bae, J. (2017). The nexus of renewable energy-agriculture-environment in BRICS. *Applied energy*, 204, 489-496.
- Magazzino, C., Toma, P., Fusco, G., Valente, D. ve Petrosillo, I. (2022). Renewable energy consumption, environmental degradation and economic growth: the greener the richer?. *Ecological Indicators*, 139, 108912.
- Majeed, M. T. ve Luni, T. (2019). Renewable energy, water, and environmental degradation: a global panel data approach. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*, 13(3), 749-778.
- Maradin, D. (2021). Advantages and disadvantages of renewable energy sources utilization. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(3), 176-183.
- Martins, F., Felgueiras, C., Smitkova, M., ve Caetano, N. (2019). Analysis of fossil fuel energy consumption and environmental impacts in European countries. *Energy Procedia*, 153, 107-111.
- Mehmood, U. (2021). Contribution of renewable energy towards environmental quality: The role of education to achieve sustainable development goals in G11 countries. *Renewable Energy*, 178, 600-607.
- Menteşe, S. (2017). Çevresel sürdürülebilirlik açısından toprak, su ve hava kirliliği: Teorik bir inceleme. *Journal of International Social Research*, 10(53), 381-389.
- Mete E. (2021), Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: G7 ülkeleri örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35(4), 1481-1495.

- Miao, Y., Razzaq, A., Adebayo, T. S. ve Awosusi, A. A. (2022). Do renewable energy consumption and financial globalisation contribute to ecological sustainability in newly industrialized countries?. *Renewable Energy*, 187, 688-697.
- Mohsin, M., Kamran, H. W., Nawaz, M. A., Hussain, M. S. ve Dahri, A. S. (2021). Assessing the impact of transition from nonrenewable to renewable energy consumption on economic growth-environmental nexus from developing Asian economies. *Journal of environmental management*, 284, 111999.
- Mollaahmetoğlu, E. ve Topak, M. S. (2017). The impact of global capital flows on firms' performance: evidence from Turkey. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(2), 1-16.
- Mujtaba, A., Jena, P. K., Bekun, F. V. ve Sahu, P. K. (2022). Symmetric and asymmetric impact of economic growth, capital formation, renewable and non-renewable energy consumption on environment in OECD countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 160, 112300.
- Owusu, P. A., ve Asumadu-Sarkodie, S. (2016). A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. *Cogent Engineering*, 3(1), 1167990.
- Önal, E. ve Yarbay, R. Z. (2010). Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ve geleceği. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(18), 77-96.
- Öymen, G. ve Ömeroğlu, M. (2020). Yenilenebilir enerjinin sürdürülebilirlik üzerindeki rolü. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(39), 1069-1087.
- Özekicioğlu, H. (2008). *Enerji ve ekonomi ilişkisi çerçevesinde hidrojen alternatifi: İzlanda ve Türkiye uygulaması*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Özdemir, N. A. (2024). G-20 ülkelerinde CO2 emisyonu, ekonomik büyüme, kentleşme ve yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 20(1), 276-287.
- Özsoy, C. E. ve DİNÇ, A. (2016). Sürdürülebilir kalkınma ve ekolojik ayak izi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, 619, 35-55.
- Öztürk, S. ve Saygın, S. (2017). The economic effects of the 1973 oil crisis and stagflation case. *Balkan Journal Of Social Sciences*, 6(12), 1-12.
- Panwar, N. L., Kaushik, S. C. ve Kothari, S. (2011). Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 15(3), 1513-1524.

- Parveen, S., Khan, S., Kamal, M. A., Abbas, M. A., Aijaz Syed, A. ve Grima, S. (2023). The Influence of Industrial output, financial development, and renewable and non-renewable energy on environmental degradation in newly industrialized countries. *Sustainability*, 15(6), 4742.
- Ponce, P. ve Khan, S. A. R. (2021). A causal link between renewable energy, energy efficiency, property rights, and CO2 emissions in developed countries: a road map for environmental sustainability. *Environmental science and pollution research*, 28, 37804-37817.
- Qayyum, M., Ali, M., Nizamani, MM, Li, S., Yu, Y. ve Jahanger, A. (2021). Finansal gelişme, yenilenebilir enerji tüketimi, teknolojik yenilikler ve CO2 emisyonları arasındaki bağlantı: Hindistan örneği. *Enerjiler*, 14(15), 4505.
- Rahman, M. M. ve Alam, K. (2022). Impact of industrialization and non-renewable energy on environmental pollution in Australia: Do renewable energy and financial development play a mitigating role?. *Renewable Energy*, 195, 203-213.
- Rahmane, A., Benelbar, M. H. ve Traich, M. (2021). The nexus between sustainable energy and ecological footprint: evidence from Algeria. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 17(1), 323-333.
- Raihan, A. ve Bari, A. M. (2024). Energy-economy-environment nexus in China: The role of renewable energies toward carbon neutrality. *Innovation and Green Development*, 3(3), 100139.
- Randelovic, M. P., Kocic, N. Ve Randelovic, B. S. (2020). The importance of renewable energy sources for sustainable development. *Economics of Sustainable Development*, 4(2), 15-24
- Rauf, A., Liu, X., Amin, W., Rehman, O. U., Li, J., Ahmad, F. ve Bekun, F. V. (2020). Does sustainable growth, energy consumption and environment challenges matter for Belt and Road Initiative feat? A novel empirical investigation. *Journal of Cleaner Production*, 262, 121344.
- Raza, S. A. ve Shah, N. (2018). Testing environmental Kuznets curve hypothesis in G7 countries: the role of renewable energy consumption and trade. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 26965-26977.
- Raza, S. A., Shah, N. ve Khan, K. A. (2020). Residential energy environmental Kuznets curve in emerging economies: the role of economic growth, renewable energy consumption, and financial development. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 5620-5629.

- Rosen, M. A. (2009). Energy sustainability: A pragmatic approach and illustrations. *Sustainability*, 1(1), 55-80.
- Rosillo, F. ve Woods, J. (2006). *The Biomass Assessment Handbook*. Routledge: Oxford.
- Saboori, B. ve Sulaiman, J. (2013). Environmental degradation, economic growth and energy consumption: Evidence of the environmental Kuznets curve in Malaysia. *Energy Policy*, 60(3), 892-905.
- Saltık, H. H. (2016). *Enerji arz güvenliği ve yenilenebilir enerji kaynakları*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Selmey, M. G. ve Elamer, A. A. (2023). Economic policy uncertainty, renewable energy and environmental degradation: Evidence from Egypt. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(20), 58603-58617.
- Sen, K. K., ve Abedin, M. T. (2021). A comparative analysis of environmental quality and Kuznets curve between two newly industrialized economies. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 32(2), 308-327.
- Serrano-Ruiz, J. C. (2020). Biomass: a renewable source of fuels, chemicals and carbon materials. *Molecules*, 25(21), 5217.
- Seydioğulları, H. S. (2013). Sürdürülebilir kalkınma için yenilenebilir enerji. *Planlama Dergisi*, 23(1), 19-25.
- Shahbaz, M., Mutascu, M. ve Azim, P. (2013). Romanya’da çevresel Kuznets eğrisi ve enerji tüketiminin rolü. *Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji İncelemeleri*, 18, 165-173.
- Sharif, A., Mishra, S., Sinha, A., Jiao, Z., Shahbaz, M. ve Afshan, S. (2020). The renewable energy consumption-environmental degradation nexus in Top-10 polluted countries: Fresh insights from quantile-on-quantile regression approach. *Renewable Energy*, 150, 670-690.
- Sikder, M., Wang, C., Yao, X., Huai, X., Wu, L., KwameYeboah, F., ... ve Dou, X. (2022). The integrated impact of GDP growth, industrialization, energy use, and urbanization on CO2 emissions in developing countries: evidence from the panel ARDL approach. *Science of the Total Environment*, 837, 155795.
- Sinha, A., Shahbaz, M. ve Balsalobre, D. (2017). Exploring the relationship between energy usage segregation and environmental degradation in N-11 countries. *Journal of cleaner production*, 168, 1217-1229.
- Soylu, A. ve Türkay, M. (2005). Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş sürecinin planlanmasında doğrusal en iyileme tekniğinin kullanılması. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, 12-14 Aralık, Antalya.

- Sönmez, G. ve Işık, M. (2020). Kömür yanma atıklarının çevresel etkileri ve kullanım alanları. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1), 72-83.
- Stern, D. I., Common, M. S. ve Barbier, E. B. (1996). Economic growth and environmental degradation: the environmental Kuznets curve and sustainable development. *World development*, 24(7), 1151-1160.
- Stern, D. I. (2004). Çevresel Kuznets eğrisinin yükselişi ve düşüşü. *Dünya gelişimi*, 32(8), 1419-1439.
- Szeberényi, A., Rokicki, T. ve Papp-Váry, Á. (2022). Examining the relationship between renewable energy and environmental awareness. *Energies*, 15(19), 7082.
- Şahin M. ve Şen B. (2021). Mala karşı işlenen suç oranları ile gelir ilişkisi: Türkiye üzerine nedensellik ve uzun dönem analizi. *İstatistik Araştırma Dergisi*, 11(1), 49-62.
- Şenpınar, A. ve Gençoğlu, M. T. (2006). Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkileri açısından karşılaştırılması. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 49-54.
- Toderoiu, F. (2010). Ecological footprint and biocapacity–Methodology and regional and national dimensions. *Agricultural Economics and Rural Development*, 2, 213-238.
- Tosunoğlu, B. (2014). Sürdürülebilir küresel refah göstergesi olarak ekolojik ayak izi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 3(5), 132-149.
- Tugal N., (2014). *Enerji talebi ve enerji talebini belirleyen faktörler: Türkiye uygulaması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Kocatepe Üniversitesi, Afyon.
- Turkenburg, W., Arent, D.J. ve Bertani, R. (2012). *Küresel enerji değerlendirmesi: sürdürülebilir bir geleceğe doğru*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Türkoğlu, Ü. Ç. (2021). *Çin’de CO2 emisyonu, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Çankaya Üniversitesi, Ankara.
- Türköz, K. (2022). Türkiye’de petrol fiyatları, petrol tüketimi ve çevresel bozulma arasındaki asimetrik nedensel ilişkiler. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 51, 241-253.
- Tyagi, S., Garg, N. ve Paudel, R. (2014). Environmental degradation: Causes and consequences. *European researcher*, 81(8-2), 1491-1498.
- Ullah, S. ve Lin, B. (2024). Green energy dynamics: Analyzing the environmental impacts of renewable, hydro, and nuclear energy consumption in Pakistan. *Renewable Energy*, 232, 121025.

- Ünal, H. ve Aktuğ, M. (2022). Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi kapsamında Türkiye’de çevre kalitesinin değerlendirilmesi. *İnsan ve Toplum*, 12(1), 113-136.
- Ürün, E. ve Soyu, E. (2016) Türkiye’nin enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları üzerine bir değerlendirme. *Sosyal Bilimler Dergisi ICEBSS*, 2(1), 31-45.
- Varınca, K. B. ve Varank, G. (2005). Güneş kaynaklı farklı enerji üretim sistemlerinde çevresel etkilerin kıyaslanması ve çözüm önerileri. *Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu*, 24-25 Haziran, Ankara.
- Wackernagel, M., Monfreda, C., Moran, D., Wermer, P., Goldfinger, S., Deumling, D. ve Murray, M. (2005). *National Footprint and Biyocapacity Accounts 2005: The Underlying Calculation Method*, Oakland: USA.
- Wang, W., Rehman, M. A. ve Fahad, S. (2022). The dynamic influence of renewable energy, trade openness, and industrialization on the sustainable environment in G-7 economies. *Renewable Energy*, 198, 484-491.
- Yakıncı, Z. D. ve Kök, M. (2017). Yenilenebilir enerji ve toplum sağlığı. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 5(1), 43-55.
- Yerdelen, T. F. (2020). *Panel Zaman Serileri Analizi Stata Uygulamalı*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Yeter, F., Eroğlu, İ., Kangal, N., ve Çoban, M. N. (2021). Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevresel bozulma ilişkisi: Türk Cumhuriyetleri üzerine panel veri analizi. *Türk Dünyası Araştırmaları*, 129, 405-432.
- Yıldırım, O. ve Nuri, F. İ. (2018). Yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir kalkınma ilişkisi. *Uluslararası Bankacılık Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 105-143.
- Yılmaz, N. (2022), *Türkiye’deki yenilenebilir enerji kaynakları ve diğer enerji kaynaklarının durum analizi, çevresel etkileri, karşılaştırılması.*, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Yılmaz, S. ve Kalkan, D. K. (2017). Enerji güvenliği kavramı: 1973 petrol krizi ışığında bir tartışma. *Uluslararası Kriz ve Siyaset Araştırmaları Dergisi*, 1(3), 169-199.
- Yunzhao, L. (2022). Modelling the role of eco innovation, renewable energy, and environmental taxes in carbon emissions reduction in E-7 economies: evidence from advance panel estimations. *Renewable Energy*, 190, 309-318.
- Zafar, M. W., Saeed, A., Zaidi, S. A. H. ve Waheed, A. (2021). The linkages among natural resources, renewable energy consumption, and environmental quality: A path toward sustainable development. *Sustainable Development*, 29(2), 353-362.

Zakari, A., Adedoyin, F. F. ve Bekun, F. V. (2021). OECD ülkelerinde enerji tüketiminin çevre üzerindeki etkisi: ekonomik politika belirsizliği perspektifleri. *Çevre Bilimi ve Kirlilik Araştırması*, 28(37), 52295-52305.

Zhou, Y., Adebayo, T. S., Yin, W., ve Abbas, S. (2023). The co-movements among renewable energy, total environmental tax, and ecological footprint in the United Kingdom: Evidence from wavelet local multiple correlation analysis. *Energy Economics*, 126, 106900.

www.unep.org/who-we-are/about-us 23 Ekim 2024 tarihinde erişilmiştir.

<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-petrol> 23 Ekim 2024 tarihinde erişilmiştir.

<https://www.tki.gov.tr/enerji-ve-komur> 23 Ekim 2024 tarihinde erişilmiştir.



ÖZGEÇMİŞ

Ebru DİKTAŞ ilk, orta ve liseyi Giresun'da okumuştur. 2016 yılında Giresun Üniversitesi Bankacılık ve Finans bölümünü kazanmış ve buradan 2020 yılında mezun olmuştur. 2021 yılında Gümüşhane Üniversitesinde İktisat Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başlamış ve halen öğrenim görmeye devam etmektedir. Ebru DİKTAŞ, İngilizce ve Arapça bilmektedir.

