



T.C.
KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**YENİLENEBİLİR ENERJİ - EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ:
TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

Hazırlayan
Sibel KESKİNKILIÇ

İktisat Ana Bilim Dalı
YÜKSEK LİSANS TEZİ

KARAMAN – 2019



T.C.
KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**YENİLENEBİLİR ENERJİ - EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ:
TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

Hazırlayan
Sibel KESKİNKILIÇ

İktisat Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Danışman
Dr. Öğretim Üyesi İclal ÇÖĞÜRCÜ

KARAMAN – 2019



TEZ ONAY SAYFASI FORMU

Doküman No	FR-285
İlk Yayın Tarihi	05.02.2018
Revizyon Tarihi	
Revizyon No	00
Sayfa No	1/1

YENİLENEBİLİR ENERJİ - EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Tezin Kabul Ediliş Tarihi: 21.08.2019

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

Başkan : Prof. Dr. Orhan ÇOBAN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi İclal ÇÖĞÜRCÜ

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Tufan SARITAŞ

İmzası

Bu tez, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun 19.07.2019 tarihli ve 31/439 sayılı oturumunda belirlenen jüri tarafından kabul edilmiştir.

Enstitü Müdürü: Doç. Dr. İdris Nebi UYSAL



Hazırlayan

Kalite Sistem Onayı

ÖNSÖZ

Küresel anlamda en çok ihtiyaç duyduğumuz, hayatımızın her alanında işlevi olan enerji ile kesintisiz bağımız ve devamlı artan ihtiyaçlarımız yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına talebi artırmaktadır. Çünkü arz ve talebi artan enerji-fosil kaynaklardan elde edilmesi nedeniyle- ekosisteme ve insan sağlığına geri dönüşü pek de mümkün olmayan zararlar vermekte ve rezervleri hızla tükenmektedir. Tam da bu noktada gelişen teknolojiye ve bilime dayalı vizyon sahibi Türkiye’de, enerjide ithal bağımlılığının ekonomiye olumsuz yansımaları sorunu karşımıza çıkmaktadır. Bu düzlemde ele alınarak çözüm bulunması gereken enerji ile ilgili sorunlar ve tüm dünyada alternatif olarak oldukça rağbet görmekle birlikte hızla gelişmekte olan çevre dostu yenilenebilir enerji, çalışmanın konusunu belirlemiştir. Bu bağlamda Türkiye’de yenilenebilir enerji üretiminin ekonomiye yansımalarını GSYİH değerleri üzerinden tespit etmek çalışmanın ana gayesidir.

Bu tez çalışmasının konusu, araştırmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirmesi ve yazım aşamasında ilgi ve desteğini aldığım, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım danışmanım Dr. Öğretim Üyesi İclal ÇÖĞÜRCÜ’ye, uygulama ve analiz çalışmasının her aşamasında bilgilerini cömertçe paylaşarak desteğini esirgemeyen Dr. Öğretim Üyesi Rıfat KARAKUŞ’ a, maddi manevi destekleri ile her daim yanımda olan kız kardeşim Öğretim Görevlisi Dr. Mehtap YAVUZ’a metin yazımında tecrübe ve bilgilerini esirgemeyen kuzenim Edebiyat Öğretmeni Serap YAVAŞ’a, aileme ve sevgili eşim Hakan KESKİNKILIÇ’a, göstermiş oldukları fedakârlıklarından ve desteklerinden dolayı bütün kalbimle sonsuz teşekkür ederim.

Sibel KESKİNKILIÇ

ÖZET

Maddede ısı ve ışık şeklinde ortaya çıkan ve doğrudan görme imkânı bulamadığımız ama neredeyse varlığını hayatımızın tüm alanlarında hissetmekte olduğumuz enerji, 21. Yüzyılın önde gelen kavramlarından biridir. Ancak dünya nüfusunun artması ve paralelinde teknolojik gelişmelerin getirdiği enerji talebinin yükselişte olmasına karşılık, yenilenemeyen enerji kaynakları rezervinin hızla tükenmesi ve ekosisteme verdiği geri dönülemez tahribatlar sıkça gündeme gelmektedir. Bu nedenle çevre dostu, yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik, siyasal ve sosyolojik anlamda her geçen gün önemi artmaktadır.

Bu çalışmada yenilenebilir enerji üretiminin Türkiye ekonomisine etkisi GSYİH (Gayri Safi Yurtiçi Hasıla) değerleri üzerinden ekonometrik analiz yapılarak incelenmeye çalışılmıştır. Türkiye’de 1960-2017 Dönemi için yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme değişkenleri üzerinde Dickey-Fuller (ADF) Testi ve Phillips-Perron (PP) ADF birim kök testleri uygulanarak durağan seriler elde edilmiştir. Daha sonra nedensellik ilişkisi sınaması için Johansen Eşbütünleşme testi uygulanmış ve uzun dönemli ilişki bulunmuştur. İlişkinin yönü ve tahmin katsayılarını bulmak amacıyla FMOLS ve DOLS yöntemleri kullanılmış ve yenilenebilir enerji üretiminin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Yenilenebilir Enerji, Yenilenemez Enerji, Türkiye, Ekonomik Büyüme.

ABSTRACT

The energy that emerges in the form of heat and light in matter and which we cannot see directly, but which we almost feel in all areas of our lives, is one of the leading concepts of the 21st century. However, despite the increase in the world population and the increase in energy demand brought by technological developments in parallel, the rapid depletion of non-renewable energy resources and irreversible damages to the ecosystem are frequently brought to the agenda. Therefore, the importance of environmentally friendly, renewable energy sources in economic, political and sociological terms is increasing day by day.

In this study, the effect of renewable energy production to Turkey's economy GDP (Gross Domestic Product) was to be examined econometric analysis carried out four value. Turkey in 1960-2017 on renewable energy production and growth variables for the period Dickey-Fuller (ADF) test and Phillips-Perron (PP) stable series ADF unit root tests applied were obtained. Then, Johansen Cointegration test was applied for causality test and long term relationship was found. FMOLS and DOLS methods were used to find the direction and estimation coefficients of the relationship and it was concluded that renewable energy production positively affected economic growth.

Keywords: Energy, Renewable Energy, Non-Renewable Energy, Turkey, Economic Growth.

İÇİNDEKİLER

İçindekiler	Sayfa No
ÖNSÖZ.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
KISALTMALAR LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
GİRİŞ.....	1
I. BÖLÜM	5
ENERJİ KAVRAMI VE ÇEŞİTLERİ	5
I.1. Enerji Kavramı	5
I.1.1. Isı Enerjisi	5
I.1.2. Işık Enerjisi	5
I.1.3. Elektrik Enerjisi	6
I.1.4. Potansiyel Enerji	6
I.1.5. Kimyasal Enerji.....	7
I.1.6. Kinetik Enerji	7
I.1.7. Ses Enerjisi.....	7
I.1.8. Nükleer Enerji	7
I.1.9. Manyetik Enerji.....	9
I.2. Yenilenemeyen Fosil Kaynaklı Enerjiler	10
I.2.1. Kömür	10
I.2.2. Petrol	11
I.2.3. Doğal Gaz.....	12
I.3. Yenilenebilir Enerji	13
I.3.1. Güneş Enerjisi	15
I.3.2. Rüzgâr Enerjisi.....	16

I.3.3. Hidrolik Enerji	18
I.3.4. Jeotermal Enerji	19
I.3.5. Biyokütle Enerjisi.....	19
I.3.5.1. Bitkisel Biyokütle.....	21
I.3.5.2. Hayvansal Biyokütle	21
I.3.5.3. Organik Çöpler, Şehir ve Endüstriyel Atık Kaynaklı Biyokütle.....	22
I.3.6. Biyoetanol	22
I.3.7. Biyogaz	24
I.3.8. Hidrojen Enerjisi	26
I.3.9. Dalga Enerjisi.....	27
II. BÖLÜM.....	28
ENERJİ ÜRETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ.....	28
II.1. Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Teorik Çerçevesi	28
II.1.1. Ricardo ve Schumpeter Ekonomik Büyüme Teorisi	31
II.1.2. Harrod-Domar Ekonomik Büyüme Teorisi	31
II.1.3. Solow Neoklasik Ekonomik Büyüme Teorisi	33
II.2. Ekonomik Büyüme Kavramı	36
II.2.1. Enerji ve Ekonomik Büyümeye Etkisi.....	37
II.2.2. Dünyada Enerji ve Ekonomik Büyümeye Etkisi	42
II.2.3. Dünyada Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyümeye Etkisi	50
II.2.4. Türkiye’de Enerji ve Ekonomik Etkileri	55
II.2.5. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Ekonomik Etkileri	58
II.2.5.1. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Görünümü	62
II.2.5.2. Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Görünümü	70
III. BÖLÜM.....	71
1960-2017 DÖNEMİ TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİ İLE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ ANALİZİ.....	71

III.1.Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	71
III.2. Literatür	72
III.3. Veri Seti ve Ekonometrik Yöntem	82
III.4. Birim Kök Testleri.....	84
III.4.1. Dickey-Fuller (DF) ve Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) Testi.....	85
III.4.2. Phillips-Perron (PP) Birim Kök Testi.....	87
III.4.3. Johansen Eşbütünleşme Yöntemi	89
III.4.4. FMOLS ve DOLS Yöntemi.....	93
III.5. Analiz Sonuçları	95
SONUÇ VE ÖNERİLER	100
KAYNAKÇA	105

KISALTMALAR LİSTESİ

- AB : Avrupa Birliği
- ABD : Amerika Birleşik Devletleri
- BRICS : Brezilya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika Ülkeleri
- DOLS : Dynamic Ordinary Least Square
- EÇB : En Çok Benzerlik Yöntemi
- EKK : En Küçük Kareler Yöntemi
- EPK : Enerji Piyasası Kurumu
- EPDK : Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
- ETKB : T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- FMOLS : Full Modified Ordinary Least Square
- GEPA : Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
- GSMH : Gayri Safi Millî Hasıla
- GSYİH : Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
- HES : Hidroelektrik Santrali
- IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükûmetler Arası İklim Değişikliği Paneli)
- IAEA : İnternational Atomic Energy Agency (Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu)
- KTÜ : Karadeniz Teknik Üniversitesi
- (MÖ) : Milattan Önce
- OECD : Organisation for Economic Coperation and Development: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
- REN21 : Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (21. Yüzyıl Enerji Politikası Ağı)

- REPA : Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası
- TEK : Türkiye Elektrik Kurumu
- TMMOB : Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
- TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
- VECM : Vector Error Correction Model: Hata Düzeltme Modeli
- WWF : World Wide Fund for Nature: Dünya Doğayı Koruma Vakfı

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1: Rüzgâr Enerjisinin Avantajları ve Dezavantajları.....	17
Tablo 2: Dünya Birincil Enerji Tüketimi (Milyon TEP).....	45
Tablo 3: Dünyada İşletmedeki ve İnşaat Hâlindeki Nükleer Santral Sayıları ile Ülkelerin Elektrik Üretiminde Nükleer Enerjinin Payı	47
Tablo 4: Bazı Ülkelerin 2015 Yılı Elektrik Üretim Değerleri.....	48
Tablo 5: Bazı Ülkelerin Kaynak Bazında Elektrik Üretim Oranı	49
Tablo 6: Türkiye’de GSYİH ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi	59
Tablo 7: Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimini Gelişimi	67
Tablo 8: Türkiye Elektrik Enerjisi Görünümü (GWh)	69
Tablo 9: ADF Tipi Test Denklemleri	87
Tablo 10: Birim Kök Testleri Sonuçları	96
Tablo 11: Eşbütünleşme Testi Sonuçları	98
Tablo 12: Full Modified Ordinary Least Square (FMOLS) ve Dynamic Ordinary Least Square (DOLS) Sonuçları.....	99

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1: Biyokütle Dönüşümü	20
Şekil 2: Biyogaz Üretim Akış Şeması	25
Şekil 3: Üretim İmkânları Eğrisi	28
Şekil 4: Nüfus, GSYİH Büyüme Oranı ve Birincil Enerji Talebi Projeksiyonları.....	44
Şekil 5: Dünya, AB-28, BRICS ve İlk Yedi Ülkede Yenilenebilir Enerji Kapasiteleri (2015)	52
Şekil 6: Türkiye’de Mevcut Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü (MW).....	64

GİRİŞ

Enerji, ülkelerin sosyoekonomik anlamda sürdürülebilir bir şekilde kalkınması ve bireylerin refah seviyesini artırmada en temel faktörlerden biridir. Modern toplumların var olabilmesi enerji kullanımıyla bağlantılıdır. Buradan yola çıkılarak bugünün şartlarında bir ulusun gelişmişlik seviyesi, kişi başına enerji tüketim miktarı oranında değerlendirilmektedir (Çapık ve diğ., 2012: 01-13).

18. yüzyılda başlayan sanayi devrimiyle birlikte büyük bir ivme ve anlam kazanan enerji unsuru teknolojinin hızlı gelişimiyle birlikte, günümüz hızla artan nüfusa sahip, bilişim yoğunluklu, modern dünyasında neredeyse birinci öncelik hâlini almıştır. İş yapabilme yeteneği olarak da tanımlanan enerjinin, iş dünyasından günlük gereksinimlerimize kadar her alanda kullanılabilir durumda olması, önem katsayısını bağımlılık oranımızda artırmakta ve bu olguyu modern çağ insanına her geçen gün daha fazla hatırlatmaktadır.

Sürdürülebilir bir kalkınma ve ekonomik gelişme ancak sürdürülebilir bir çevrede gerçekleşebilmektedir. Ancak hızla tükenmekte olan yenilenemez enerji kaynakları doğaya ve başta insan varlığı olmak üzere tüm canlılara büyük zararlar vermektedir. Hâlihazırda kullanılan fosil kaynaklı enerjiler yerine, yenilenebilir, doğa dostu, temiz enerji kaynaklarını kullanmak, hem sosyal hem biyolojik hem de ekonomik anlamda güzel bir gelecek inşa etmek adına artık bir zorunluluk hâline geldiğini söylemek mümkündür.

Enerji kaynakları çok çeşitli olmakla birlikte süreklilik kıstası bakımından yenilenebilir (sürdürülebilir) ve yenilenemez (tükenir) kaynaklar olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Yenilenemeyen (tükenen) kaynaklar sadece bir defa kullanılabilme özelliği olan ve sıklıkla kullanılan fosil kaynaklı petrol, doğal gaz ve kömürdür. Fosil kaynaklı

yakıtlar, enerji pazarı alanında büyük bir paya sahip olmakla birlikte ulaşılabilirlik ve kullanılabilirliği sebebiyle de %65'lik oranla dünya enerji ihtiyacını karşılamaktadır (Önal ve Yarbay, 2010: 78).

Tüm dünyada petrol fiyatlarındaki yükseliş sebebiyle bölgelere ve ülkelere göre değişen elektrik ve doğal gaz fiyatları ile sürekli artmakta olan enerji maliyetleri, gözleri enerji-ekonomi ilişkisine çevirmiştir. 2030 yılından sonra Çin'in, ABD'nin önüne geçerek dünyanın en fazla petrol tüketen ülkesi olacağı, Orta Doğu ülkelerinin de AB'yi geçeceği, 2020 yılından sonra Hindistan'ın da en hızlı talep artışı olan ülke konumuna geleceği, yüksek fiyatlardan dolayı mümkün olduğunca biyoyakıt ve doğal gazın petrole alternatif olarak kullanılabilirliği tahminler arasındadır (Kaplunan, 2014: 106).

Türkiye'de ise fosil yakıt rezervleri, talebi karşılayacak durumda değildir. Hâlihazırda elimizdeki linyit kömürü ise içerik bakımından yüksek değerde olmadığı gibi kalorisi de düşüktür. Türkiye enerjisinin %50'den fazlasını ithal etmekte olması sebebiyle ekonomisi bundan oldukça olumsuz etkilenmektedir. Fakat coğrafi yapı avantajı ile yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli açısından iyi konumdadır. Çevreye dost temiz yenilenebilir enerji kaynakları ile bu potansiyelin iyi kullanılması hâlinde ülke ekonomisine çok yönlü katkı sağlanabilecektir (Önal ve Yarbay, 2010: 77).

Gelişmekte olan ülkeler statüsünde bulunan Türkiye'de nüfusun artmasıyla birlikte yaşam kalitesi de hızla artmaktadır. Bu çerçevede enerji kaynakları alternatiflerinin çeşitlendirilmesi suretiyle mümkün mertebe dışa bağımlılığı en aza indirmek için yenilenebilir enerji kaynaklarını maksimum düzeyde kullanmak çok büyük önem taşımaktadır. Çok çeşitli yenilenebilir enerji alternatiflerine sahip Türkiye'de elektrik enerjisi üretimi olarak çok daha yüksek oranda ve etkin bir şekilde yararlanılmalıdır (Erdoğan, 2014: 2).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2012 Yılı Faaliyet Raporuna göre Türkiye’de ekonomik gelişmelerle birlikte hızla artan yaşam kalitesiyle doğru orantıda enerji sektöründe de hızlı talep artışı gerçekleşmektedir. 2012 yılına kadar olan son 10 yıl içerisinde OECD ülkeleri arasında yine Türkiye en hızlı talep artışının olduğu ülke konumundadır. Aynı zamanda sürdürülebilir kalkınmanın en önemli unsuru olan enerjide, Türkiye’nin ithalat bağımlılığı %72 seviyesindedir (ETKB, 2012: 6).

Yenilenemeyen enerji kaynakları, hem maliyeti hem de dünya üzerinde sürekli tükenen rezervi ile gündeme gelirken diğer yandan çevre kirliliği ile ekosisteme ve sağlığımıza olan zararları hızla devam etmekte; küresel ısınma gibi dünyanın en büyük sorunlarından birine neden olmaktadır. Tüm bu meseleler gündemimizde geniş yer bulurken çözüm arayışları hâlen sürmektedir. Sürdürülebilir temiz bir dünya, temiz bir çevre ve sağlıklı nesillerle mümkün olabilecek kalkınma için uzun vadede uygulamaya konulacak eylemlere geçmek, başta bilim insanları ve işadamları olmak üzere uluslararası arenada tüm siyasi otoriteler ve tüm insanlık için artık zorunluluk hâlini almalıdır. Yine ve yeniden kullanılabilir özelliği ile sınırsız, pratik, ekonomik ve çevreyle dost özellikleriyle bilinen yenilenebilir enerji kaynakları, bu anlamda yüksek verime sahip en etkili çözüm yollarından biri olarak değerlendirilmektedir.

Temiz bir çevrede sağlıklı refah dolu bir yaşam ve sürdürülebilir kalkınma için Türkiye ve tüm dünyada tükenen fosil kaynaklar yerine yenilenebilir enerji kullanımı etkin bir şekilde hayata geçirilmiştir. Başlıca kaynaklar arasında özellikle rüzgâr, güneş ve biyokütle enerjileri gelecek vadetmektedir (Karalı, 2017: 2).

Bu çalışmadaki amaç enerjinin kullanım alanları, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme ilişkisini incelemektir. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları ve önemi üzerinde durularak Türkiye’de ekonomiye etki ve katkıları anlatılacaktır. Çalışma

üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm çalışmanın genel çerçevesini oluşturmakta, genel anlamda enerji kavramı ve çeşitleri; kaynağı, özellikleri, elde edilme yöntemleri, kullanım alanları ve sürdürülebilir olup olmaması yönüyle de yenilenebilir enerji ve yenilenemez enerji olarak 2 gruba ayrılarak açıklanmaya çalışılacaktır. İkinci bölümünde enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin teorik çerçevesi ile Dünya ve Türkiye ekonomisi açısından enerjinin önemi anlatılmaya çalışılacaktır. Üçüncü bölümde Türkiye’de yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisi, GSYİH değerleri üzerinden ekonometrik analiz yapılarak değerlendirilecek, çalışma sonuç ve öneriler ile sonlandırılacaktır.

I. BÖLÜM

ENERJİ KAVRAMI VE ÇEŞİTLERİ

I.1. Enerji Kavramı

En basit ve kısa anlamıyla iş yapabilme gücü anlamına gelen enerji kavramı sürdürülebilir olup olmayışına göre yenilenebilir enerji ve yenilenemez enerji olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Enerji çeşitliliği bazında ise ısı, ışık, elektrik, potansiyel, kimyasal, kinetik, manyetik, ses ve nükleer enerji olmak üzere dokuz grup sayılabilmektedir. Skaler (sayı ve birim kullanılarak belirtilen yön ve doğrultusu olmayan)büyüklüğe sahiptir. Doğada bulunan hiçbir enerji yok olmamakta, sadece başka bir enerji çeşidine dönüşmektedir. Bu enerji çeşitleri kısaca anlatılmıştır.

I.1.1. Isı Enerjisi

Sıcaklıkları nedeniyle cisimlerin sahip olduğu enerji çeşididir. İster sıcak ister soğuk olsun bütün maddelerde mevcut bir ısı vardır. En belirgin olarak yenilenebilir enerji çeşitlerinden biri olarak da göze çarpan güneş enerjisi ve jeotermal enerji doğal bir ısı enerjisi kaynağıdır. Yine elektrikli soba, her türlü ısıtıcı, ampul yine bu enerji kaynakları arasındadır.

I.1.2. Işık Enerjisi

Aydınlanmamızı sağlayan ışık enerjisi aslında bir biçimden diğerine dönüşebilir formdadır. Zira ışık, bir enerji çeşidinin bir başka enerjiye dönüştürülmüş hâlidir. Örneğin elektrik enerjisi ile bir lambada ya da deşarj tüpü içerisinde ışığa dönüşür. Diğer taraftan bir ateş böceği örneğinde kimyasal enerjinin ışığa dönüştüğünü görebiliriz. Güneşten örnek vermek gerekirse; güneşte meydana gelen nükleer patlamalar sonucunda oluşan yanmalar ışık enerjisine dönüşmektedir.

I.1.3. Elektrik Enerjisi

Maddenin sahip olduğu atomun yapısında bulunan elektronların hareketiyle oluşan kuvvet, elektrik enerjisidir. Diğer bir anlatımla elektriksel potansiyel enerji kaynağından elektrik devresi aracılığı ile çekilerek türetilen ve tüketilebilen enerjiye elektrik enerjisi denilmektedir. Elektrik enerjisi belli bir iş aracılığı ile mekanik enerjiye dönüşerek kullanışlı hâle gelir. Elektrik enerjisi ile çalışan sayılamayacak kadar teknolojik ürün ve sistemler mevcuttur. Kullanılan enerjinin büyük bölümünü de oluşturmakta olan elektrik enerjisinin kullanım ve üretim miktarı da her geçen gün artarak devam etmektedir.

Günümüzde artarak seyreden bir öneme sahip enerjinin; şehirleşme oranı artışı, nüfus artışı ile birlikte beklentilerin, yaşam standartları seviyesinin yükselmesi ve sanayi devrimi sonucu ortaya çıkan yeni üretim anlayışına bağlı olduğu ifade edilebilir. Bilhassa sanayi devriminin getirdiği buhar gücüyle çalışan makineler, endüstride makineleşmeye sebep olmuş ve enerji tüketiminin ciddi miktarda artmasına sebep olmuştur. Makineleşme sanayide, üretimde kas gücünden daha çok makinelere geçişin sağlanmasıdır. Bu da enerji talebinin hızla artması anlamına gelmektedir (Yılmaz, Ürüt Kelleci ve Bostan, 2016: 207).

I.1.4. Potansiyel Enerji

Potansiyel enerji, bir alanda bulunan cisimlerin buldukları fiziksel durum ve konularından dolayı depoladığı kabul edilen enerji olarak tanımlanabilmektedir. Mesela yükseğe kaldırılmış vaziyette duran bir cisim, sıkıştırılan tüm cisimler, gerilmiş olan yay gibi cisimler ve barajlarda biriktirilen suda potansiyel enerji mevcuttur. Bu potansiyel enerjinin varlığı cisimde meydana gelen değişikliğe veya konumuna bağlıdır.

I.1.5. Kimyasal Enerji

Hücre, pil ampul gibi kimyasal bir maddede meydana gelen reaksiyonlar sonucu bir nevi değişime uğrayarak ortaya çıkan enerji kimyasal enerji olarak adlandırılmaktadır. Burada kimyasal anlamda bağ kurma ya da koparma sonucunda enerjinin ortaya çıktığı görülmektedir. Bu enerji, kimyasal sistemlerce emilme ya da yayılma yoluyla yanma-yakma gibi olaylara sebebiyet vererek enerji ortaya çıkarmaktadır.

I.1.6. Kinetik Enerji

Bir cismin hareketinden kaynaklı sahip olunan enerji türüdür. Kinetik enerji için hareket şarttır. Tekerleğin dönmesi, yükseklikten düşen bir cisim ya da koşmakta olan bir çocuk kinetik bir enerji üretir.

I.1.7. Ses Enerjisi

Ses enerjisi, maddenin salınım ya da titreşimi ile meydana gelen enerji türüdür. Örneğin kinetik bir enerji üreten zil aynı zamanda ses ve az miktarda ısı enerjisine dönüşür. Şiddetli bir patlama sonucu çıkan ses camların kırılmasına neden olabilmektedir.

I.1.8. Nükleer Enerji

1879 yılında uranyum madeninin keşfedilmesi ile başlayan süreçte 1934 yılında atomun parçalanması gibi büyük bir bilimsel gelişme sürecinde gündeme gelmiş olan ve birçok ülkede bu durumdan yararlanılması konusunda yoğun çalışmalar gerçekleştirilen nükleer enerji, atomun parçalanması neticesinde ortaya çıkan ısı enerjisidir. 1896 yılında, Fransız fizikçi Henri Becquerel tarafından, uranyumun fotoğraf plakaları ile yan yana gelmesi ve X-Ray ışınlarının karanlıkta yayıldığı fark edilmesi sonucu tesadüfi olarak keşfedilmiştir (Kaya, 2012: 72). Nükleer enerji, geliştirilen sistemler sayesinde elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Meteorolojik şartlardan etkilenmeyen ve diğer enerji kaynaklarına kıyasla elektrik birim maliyeti daha ucuz olması,

işletme sırasında sera gazı salınımı yapmaması ve yaygın ham madde rezerviyle elektrik enerjisi üretiminde ön planda tutulan ve bu yönüyle sürdürülebilir nitelikte bir enerjidir. Zira 1 kg. petrolden 4 KWH, 1 kg. kömürden ise 3 KWH elektrik enerjisi üretilebilirken, nükleer enerji kaynağı olan uranyumun 1 kg.'ından 50.000 KWH elektrik enerjisi üretilebilmektedir (Güngör, 2016: 15).

Nükleer enerjiden elektrik üretimi -Uranyum 235- ve az miktar da -Plütonyum 239- kullanılması ile gerçekleşmektedir. Mesela 1000 MW elektrik üretimi için bir nükleer enerji santralinde yaklaşık olarak 200 ton Uranyum 235 kullanılmaktadır. Zira Uranyum 235'in, doğada sadece %0,7 oranında bulunduğu bilinmektedir. Dolayısıyla bu elementin fazla miktarda çıkarılması, radyoaktif çevre kirliliği anlamına gelecektir (Güler, 2006: 37-38).

Nükleer santrallerde üretilen elektrik enerjisi, fosil kaynaklardan üretilen elektrik üretimine nazaran çevre kirliliğine sebebiyet vermemesi ve yenilenebilir enerji santrallerine nazaran baz yüklü elektrik enerjisi üretebilmeleri yönüyle yakıt maliyetlerinin çok düşük olması nedeniyle cazip olmaktadır. Ancak yaşanma olasılığı bulunan bir kaza ve çevreye, insanlığa olabilecek etkiler nedeniyle kullanılmış yakıtların meydana getirdiği sorunlar, nükleer enerji santrallerini, hâlen tartışma konusu yapmaktadır. Bu sorun nükleer enerji santralleri ve ekonomi arasında davar olmaktadır. Acaba nükleer enerji santralleri ekonomik büyümeyi etkilemekte midir? Genel olarak değerlendirmek gerekirse nükleer enerjiden ekonomik büyümenin etkilendiği, yalnız bu etkinin iki yönlüde gerçekleşebileceği çıkarımında bulunulabilmektedir. Dolayısıyla ekonomi ile büyüme hipotezinin daha yüksek bir şekilde ampirik olarak kanıtlandığı söylenebilmektedir. Sonuç itibarıyla net bir etkiden söz etmek çok doğru olmamaktadır (Önder ve Gündüz, 2017: 128-129).

Ondokuz ülkede nükleer enerji ile yenilenebilir enerji kaynakları karşılaştırılarak yapılan bir çalışmada, bilhassa hava kirliliğiyle mücadelede nükleer enerji kullanımının önemli düzeyde katkı sunduğu sonucuna varılmıştır. Çalışma ile nükleer enerji kullanımındaki %1 oranında bir artışın çevre kirliliğini (CO₂) %0.477 oranında azalttığı ortaya konmuştur. Sonuçta petrol, doğal gaz kaynaklı enerjide dışa bağımlı olan ülkelerde yenilenebilir enerjinin, enerji arz ve fiyatlarında oluşan dalgalanmalara karşı kırılganlık seviyesini düşürdüğü, ekonomik açıdan en başta enflasyonist baskılar olmak üzere dış şoklara karşısında ülke ekonomisini daha dayanıklı hâle getirdiği söylenebilmektedir (Apergis ve diğ., 2010: 2259).

Nükleer enerjinin dezavantajlarından bahsetmek gerekirse; santrallerin kuruluş maliyetleri, diğer enerjiler üretim maliyetlerine kıyasla nispeten daha yüksektir. Oluşan yüksek maliyetler elektrik fiyatlarını da etkileyecektir. Yine nükleer enerji santrallerinin çözülmemeyen ve en önemli ve sorunlarından biri katı, sıvı ve gaz atık sorunudur. Öte yandan 1997 yılında Japonya'nın Kyoto şehrinde düzenlenen ve katılımcı ülkeler tarafından küresel iklim değişikliği ile mücadele amaçlı kabul edilen, 2005 yılında yürürlüğe giren ve Türkiye'nin 2009 yılında taraf olduğu Kyoto anlaşması süreç içerisinde nükleer yatırımlar, küresel ısınmada çözüm yolu olarak desteklenen "Temiz Kalkınma Mekanizmaları" arasında gösterilmemiştir (Güngör, 2016: 15-16).

I.1.9. Manyetik Enerji

Manyetik alan kutuplar arası çekim kuvvetinin oluşturduğu bir alandır. Bu tıpkı mıknatısta olduğu gibi mıknatısların zıt kutupları bir araya geldiğinde çekim gücü, aynı kutupların yan yana gelmesi ile itme kuvveti doğurması, mıknatısların demir cisimleri çekmesi, dünyanın kuzey ve güney kutuplarının bulunması ve pusulanın bu kutupsal akım nedeniyle çalışmasıyla örneklendirilebilmektedir. Doğada manyetik kutuplar daima çifttir.

Çünkü kaynağını hareketli elektriksel yüklerden almaktadır. Bu elektrik yüklerinin yüksek potansiyelden alçak potansiyele doğru hareketi neticesinde manyetik çift kutuplar oluşur. Dolayısıyla bir tel üzerinden geçen elektrik akımı oradaki elektron hareketleri nedeniyle manyetik alan meydana getirmektedir.

Manyetik alanın Maxwell denklemleri neticesinde elektrik enerjisi ile olan ilişkisi ortaya çıkarılmıştır. Bu denklemin özetle bir “B” manyetik alanında bulunan mıknatısın manyetik momentinin “m” potansiyel enerjisi, manyetik çift kutup moment vektörü değişimindeki manyetik kuvvetin işi şeklinde anlatılmaktadır. Denklem ise “I” akımı taşıyan bir indüktörün “L” indüktansında depolanan enerji şöyle ifade edilir: Eşitliğin sağ tarafında “süper iletken manyetik enerji depolama” için temel biçimdir.

I.2. Yenilenemeyen Fosil Kaynaklı Enerjiler

Yenilenemeyen enerji kaynakları, doğada uzun yıllar neticesinde belirli süreçlerden geçerek, genelde yeraltında kendiliğinden oluşarak stok hâlinde bulunmaktadır. Ancak insan neslinin nicelik ve niteliğinin artmasına bağlı olarak tüketimin hızlı artması sonucu daha yüksek hızda tükenmektedir. Yapımı uzun yıllar sürdüğü ve hemen yenilenme imkânı bulunmadığı için uzun vadede tamamen tükenerek dünya insanına yetmeyecek duruma gelmiştir. Günümüze dek enerji üretimi için en çok kullanılan kaynaklardır. Kömür, petrol ve doğal gaz yenilenemez enerji kaynaklarına örnek gösterilebilmektedir.

I.2.1. Kömür

Kömür, genel olarak yeraltının çeşitli derinliklerinde katmanlı tortul çökellerin arasında yer alan, karbon ve zengin yanıcı gaz içeren koyu renkte kayaç olarak tanımlanmaktadır. Bataklık alanlarda biriken nebatlardan oluşan tabakaların, değişim ve dönüşümü sonucunda oluşan kömür, dünyanın hareketlerinden dolayı derinliklere doğru

gömülmüştür. Artan ısı ve basınç altında kalan bu nebatlar, kendi içlerinde fiziki ve kimyasal olarak değişime uğramakta ve kömüre dönüşmektedir. Bu süreç milyonlarca yıl içerisinde gerçekleşmektedir. Kömürün jeolojik yaşı 15-400 milyon yıl arasında değişebilmektedir. Tüm dünyada yaygın olarak rezervi bulunan kömür, dünya üzerinde 50'den fazla ülkede üretilmektedir. Sanayi ve endüstri alanında elektrik enerjisine dönüştürülerek, kinetik ve potansiyel enerji toplamı olan termal enerji olarak ya da direk yakıt olarak kullanılabilir.

I.2.2. Petrol

Petrol 21. yüzyıldan itibaren savaş, sömürge ve çeşitli stratejiler kullanılarak elde edilmeye çalışılan ve elde eden için büyük bir ekonomik güç sağlama potansiyeli bulunabilen “Kara Elmas” olarak da adlandırılabilen bir yeraltı kaynağıdır. Neft yağı olarak da tabir edilebilen, yeraltından çıkarılan hidrokarbonların oluşturduğu, kendine has kokusu bulunan, yanıcı özelliğe sahip, yoğunluk derecesi 0,8-0,95 arasında değişen doğal bir çeşit yağdır. Petrol kelimesi Latince petra (taş) ve oleum (yağ) anlamı taşıyan kelimelerin birleşimi ile ortaya çıkmıştır.

Milyonlarca yıl öncesinde çamur, çakıl, kum gibi akarsular ve rüzgârların etkisiyle taşınmış olan malzemelerin, tabakalar hâlinde oluşturduğu çökellere, organiklerin bozunması, yani ölen canlıların kalıntılarının karışması ve bunların basınç ve ısıya maruz kalması sonucu petrol meydana gelmiştir. Ham petrol rafine edilmemiş sıvı hâldeki petrol demektir. Gaz hâlinde bulunan petrol ise doğal gaz olarak adlandırılmaktadır. Yarı katı ya da katı hâliyle petrole ise asfalt, katran zift gibi isimler verilmektedir. Yüksek graviteli petrolün rafine edilmesi sonucu gazyağı, motorin ve benzin üretilmekte, düşük graviteli petrol rafinesinden sonra ise fuel-oil ve asfalt vb. ürünler elde edilmektedir.

Bilindiği üzere petrol ürünleri rafine edildikten sonra kara, hava ve deniz yolları taşımacılığında kullanılan araçlarda yakıt olarak hâlen yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Yine seraların ısıtma ve soğutma sistemlerinde petrol ürünleri kullanılmakta, petrokimyasallar ise plastik ve tekstil ürünlerinin imalatında hammadde şeklinde, petrol türevi olan asfalt da yol yapımında kullanılmaktadır.

Dünyada ispatlanmış petrol rezervi 1.698 milyar varil şeklinde açıklanmıştır. Tüm bu petrol rezervleri içerisinde %47,3 oranla 804 milyar varilinin Orta Doğu Ülkelerinin, %19,4 oranla 329 milyar varilinin Güney ve Orta Amerika ülkelerinin, %14 oranla 238 milyar varil Kuzey Amerika ülkelerinin, %9,1 oranla 155 milyar varil Afrika ülkelerinin, %2,5 oranla 43 milyar varil Asya Pasifik ülkelerinin olduğu anlaşılmaktadır (ETKB, 2017: 8).

I.2.3. Doğal Gaz

Bir petrol türevi olan doğal gaz, yer kabuğu içerisinde yer alan fosil kaynaklı bir çeşit yanıcı gaz karışımıdır. Yakıtlar içerisinde önem sıralamasında ise ham petrolün arkasında ikinci sırada yer almaktadır. Ayrıca herhangi bir işlemde geçirilmeksizin kullanılabilme yeteneğine sahip olup; boru hatlarıyla ya da sıvılaştırılma işlemi sonrası tankerlerle taşınarak kullanılmaktadır. Fosil yakıtlar kategorisinde yerini alan doğal gaz; % 90 ve üzeri oranla metan (CH_4) ve nispeten daha düşük oranlarda propan (C_3H_8), etan (C_2H_6) ve daha ağır hidrokarbonlar ile düşük oranlarla oksijen (O_2), azot (N_2), karbondioksit (CO_2), su ve kükürtlü bileşikler içerebilir (TMMOB, 2006:7). Rengi, tadı ve kokusu bulunmayan doğal gaz, havadan daha hafif yapıdadır. Gaz hâline dönüşebilmesi için gerekli sıcaklık değerinin $-161\text{ }^{\circ}C$ 'nin üstünde olması gereklidir. Gaz kaçağı durumlarının tespiti için sülfür bileşikleri eklenerek kokusundan tanınabilmesi amaçlanmıştır (Güngör, 2016: 17).

Doğal gaz rezervi açısından bakıldığında %42,8 Orta Doğu ülkelerinde 80 trilyon m³, Avrupa-Avrasya ülkelerinde 56,8 trilyon m³ ile %30,4, Asya Pasifik ülkelerinde 15,6 trilyon m³ ile %8,4, Afrika'da 14,1 trilyon m³ ile %7,5, Kuzey Amerika'da 12,8 trilyon m³ ile %6,8, Güney ve Orta Amerika'da ise 7,6 trilyon m³ ile %4,1 oranında rezerv mevcuttur (ETKB, 2017: 10). Dünyadaki doğal gaz rezervi ömrü ise 2013 yılında 55,1 yıl iken 2014 yılında 54,1 yıla düşmüştür. İran ve Rusya dünyada en büyük doğal gaz rezervlerine sahip olan ülkelerdir (Güngör, 2016: 18).

I.3. Yenilenebilir Enerji

Yenilenebilir enerji, doğada mevcut kaynaklar yoluyla elde edilme imkânı bulunan ve doğanın daimî olarak üretebildiği enerji anlamına gelmektedir. Bu enerji kaynakları;

- Rüzgâr Enerjisi,
- Güneş Enerjisi,
- Hidrolik Enerji,
- Jeotermal Enerji,
- Hidrojen Enerjisi,
- Biyokütle Enerjisi,
- Dalga Enerjisi,

şeklinde ifade edilebilmektedir.

Genel anlamda yenilenebilir enerji kaynakları ise enerjinin kaynağından alınan enerji ile eşit miktarda ya da kaynağın tükenme hızına oranla daha hızlı şekilde kendini yenileyebilen enerji olarak tanımlanabilmektedir. Örneğin, güneş enerjisi kullanılarak harcanan enerji, doğal kaynak olan güneş enerjisinin yanında yok denecek kadar küçük

sayılabilmektedir. Genel anlamıyla yenilenebilir enerji kaynağı güneştir. Günümüzde güneş ve rüzgâr enerjisinin birlikte depolandığı formlarda bulunmaktadır.

18. yüzyılda başlayan sanayi devrimiyle birlikte çok büyük bir ivme ve anlam kazanan enerji unsuru, teknolojinin hızlı gelişimiyle birlikte, hızla artan nüfusa sahip günümüz bilişim yoğunluklu modern dünyasında, iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. İş dünyasından günlük gereksinimlerimize kadar her alanda insan hayatının içinde var olması nedeniyle dünya gündeminin merkezinde yer almaktadır.

Enerjinin önemi düzeyinde talebin artması diğer yandan da artan enerji kullanımı ve kullanılan enerjinin yüksek oranda yenilenemeyen enerji olması ve her geçen gün rezervinin azalmasıyla birlikte; küresel olarak doğamıza ve insan sağlığına verdiği zararlar da gün yüzüne çıkmaktadır. Bu durum; bilim insanını “Dünyamıza, çevreye ve insan sağlığına zarar vermeden enerji talebi nasıl karşılanır?” sorusunu sormaya ve bu konuda çözümler aramaya yöneltmiştir.

Ülkelerin enerjiiyi üretme ve tüketme biçimlerine bakıldığında, sürdürülebilir olmadığı görülmektedir. Tüketim bakımından dünyada, enerjiiyi büyük oranda fosil yakıtlar oluşturmaktadır. Bu durum, yenilenemez enerjilere olan, küresel bağımlılığın sonucu olarak, ekonomiye daha fazla yük getirmekle birlikte, sera gazlarının atmosferde birikmesi nedeniyle iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Küresel sıcaklıkların ölçümlerinin yapılmaya başlandığı 1880 yılından beri, kayıtlara en sıcak geçen dördüncü yıl, 2018 yılı olmuştur. İklim değişikliklerinin tahrip edici tesirlerinden korunmak adına bilim insanları, sıcaklık artışının 1,5°C’de sınırlandırılması gerekliliğini belirtmektedir. Bunun mümkün olabilmesi ise 2030’a kadar karbon emisyonlarının yarıya düşürülmesine bağlanmaktadır. 2016 yılında yürürlüğe giren Paris Anlaşması’nı imzalayan Türkiye, hâlen bu anlaşmayı yürürlüğe koymamış 13 ülke arasında yer almaktadır. Bu durumda

müzakerelerde rol üstlenemeyecek, yalnızca gözlemci ülke konumunda kalacaktır. Türkiye’de %100 yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğine öncelik veren politikalar üretilebildiğinde, fosil yakıtlar nedeniyle enerji ithalatı kaleminden 23 milyar dolar tasarruf sağlanabilecek ve enerji sektörüne 64.000 yeni iş istihdamı yaratılabilecektir (WWF, 2018: 31).

Sürdürülebilir bir kalkınma için sürdürülebilir temiz bir çevrenin ve sağlığın vazgeçilmez ön şart kabul edilmesi durumunda; her geçen gün artmaya devam eden nüfus, sanayi, bilişim-teknoloji sistemleri ve şehirleşme ile birlikte enerji kavramının önemi daha da artmaktadır. Çünkü günümüzde en çok kullanılan enerji türü olan elektrik enerjisine olan talep de hızla artmaktadır. Tabii ki burada, “İhtiyaç duyulan enerji hangi kaynaklardan sağlanmalıdır?” sorusuna, doğanın biz insanogluna en bol ve büyük ikramı olan doğa dostu, tükenmeyen, sürdürülebilir, yenilenebilir enerji kaynakları olarak cevap vermek mümkün olabilmektedir.

I.3.1. Güneş Enerjisi

Kaynağı güneş olan ve güneş ışınlarının yüzeyinde bulunan hidrojenin helyuma dönüşümü neticesi füzyon reaksiyonuyla ortaya çıkan ısı ve ışınım enerjisidir. Bu enerji, belirli bir teknolojiye dayalı sistemlerle toplanarak, ısı ve elektrik üretilmektedir. Güneş enerjisi, dünyadaki tüm enerji türlerinin menşei olarak gösterilmektedir. Diğer enerji kaynaklarına ise güneş enerjisi kökenli olduklarından, “Dönüşüm Enerjileri” adı verilmektedir. Yenilenebilir enerjiler ve yenilenemez enerji kaynakları enerjilerini güneşten almaktadırlar (TMMOB, 2006: 7).

Türkiye, güneş enerjisi potansiyeli bakımından mükemmel coğrafi konuma sahip bir ülkedir. GEPA’ya göre güneşlenme süresi, yıllık toplamda 2737 saattir. Toplam olarak gelen ortalama güneş enerjisi miktarı ise 1527 kWh/m²yıl olarak ölçülmüştür.

Günümüz artan enerji talebini karşılama konusunda, fosil kaynaklı enerjilere alternatif olarak temiz ve sürdürülebilir nitelik arz eden yenilenebilir enerjilere doğru yöneliş, devlet politikaları sayesinde daha da artmış olmakla birlikte yenilenebilir enerji üretimleri ile yeni iş imkânları sağlanmaktadır (Kılıç, 2015: 28).

Güneş enerjilerinde teknolojik düzey, malzeme ve teknolojik yöntem bakımından iki gruba ayrılmıştır. Bunlardan ilki Isıl Güneş Enerjileri ve Odaklanmış Güneş Enerjisi (CSP) olarak adlandırılmaktadır ve bu sistemlerde güneş enerjisinden ısı elde edilmektedir. Bu ısı doğrudan ısı olarak kullanılabilceği gibi ısı yoluyla elektrik enerjisine de dönüştürülebilmektedir. İkincisi ise Güneş Hücreleri adı verilen sistemdir ve Yarı iletken malzemeden yapılan güneş enerjisini doğrudan doğruya elektrik enerjisine dönüştüren fotovoltaik (PV) güneş elektriği sistemleri olarak da anılmaktadır.

I.3.2. Rüzgâr Enerjisi

Güneş enerjisinin yeryüzünü farklı farklı ısıtması, hava sıcaklıklarının, nem ve basıncın farklı olmasına yol açar. Dolayısıyla atmosferde oluşan basınç farklılığı, rüzgârı yani enerjiyi oluşturur. Rüzgârın kendine özgü kinetik enerjisi, elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Örneğin rüzgâr türbinleri, yel değirmenleri (mekaniksel güç olarak), su pompalama için kullanılan rüzgâr pompaları, gemi yelkenleri rüzgâr enerjisinin kullanım alanları arasındadır.

Rüzgâr enerjisi insanlığın yararlandığı ilk enerji kaynağı olarak bilinmektedir. Tarihte en eski zamanlardan bu yana itici gücünden faydalanılan rüzgâr enerjisini, ilk defa Mısırlılar ve Çinlilerin özellikle deniz taşımacılığında kullanmış olduğu rüzgâr enerjisi temel enerji kaynaklarından biri olmuştur. Tarihi bu kadar eskiye dayanmasına rağmen fosil yakıtlara olan talebin ve tüketimin artması ve hızla yaygınlaşması, rüzgâr enerjisinde araştırmaların durma noktasına kadar gelmesine sebep olmuştur (Karabulut, 2000: 34).

Rüzgârı ifade etmek için hız ve yön olmak üzere iki parametre kullanılır: Rüzgârın hızı yükseğe çıktıkça artmakta ve teorik olarak gücü de hız miktarının küpü orantısında değişmektedir. Rüzgâr enerjisinin sosyoekonomik ve çevresel anlamda avantajları ve dezavantajları Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1: Rüzgâr Enerjisinin Avantajları ve Dezavantajları

AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
Yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağıdır, çevre dostudur. Diğer fosil yakıtları gibi sera gazı salınımına yol açmaz.	Gürültüye sebep olmaktadır. Kuşların rüzgâr türbinlerine sürüklenerek ölmesi nedeniyle doğal yaşamı olumsuz etkileyebilmektedir.
Hammadde ihtiyaçları ve yakıt masrafları yoktur.	Çevrede bulunan radyo ve TV alıcılarında parazitlenmeye neden olması ve elektromanyetik alanı etkilemesi.
Diğer santrallerle kıyaslandığında daha kısa sürede kurulum sağlanabilmektedir.	Rüzgâr santrallerinin kurulumunda gerekli olan teçhizatın büyük bölümünün ithal edilmesi sebebiyle türbinlerin kuruluş maliyetleri artmaktadır.
Türbin ömrünün 20-30 yıl olması nedeniyle maliyetinin uzun bir zamana yayılması, kanat, türbin ve diğer parça üretimi sürecindeki finans, pazarlama montaj-servis-bakım, vb. alanlarda istihdam sağlayarak sosyoekonomik fayda sağlamaktadır.	Bilhassa yaşam alanlarına yakın yerlerde kurulan santrallerin görselliği olumsuz etkilemesi.

Kaynak: Özen, Şaşmaz ve Bahtiyar (2015: 88).

Avantajları ve dezavantajları kıyaslandığında, avantajları daha ağır basan rüzgâr enerjisi, yenilenebilir, temiz, taşıma sorunu olmayan, enerji üretiminde çok yüksek seviyede teknolojiye ihtiyaç duymayan enerji kaynağıdır. Çevreyi kirletmeyen rüzgâr enerjisi atmosfer tabakasında serbest, aynı zamanda bol miktarda bulunmaktadır. Rüzgâr santrali kurulumu diğer santrallerden daha kısa sürmektedir. Dünyamız ve güneşin ömrü kadar var olacak olan rüzgâr enerjisinin kinetik enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için rüzgâr türbinleri kullanılmaktadır. Ayrıca türbin ömrünün uzun olması maliyetini de uzun bir zamana yaymakta parça üretimi sürecinde yine istihdama katkı sağlamaktadır.

Günümüzde rüzgâr türbinleri teknolojisindeki gelişmelerle, üretim maliyeti düşürülerek, fosil yakıt rezervlerine rekabet edecek seviyeye gelmiştir. Bu nedenle, birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülke için, rüzgâr enerjisi kullanımı, devlet politikasına dönüştürülerek destek verilmektedir (Şenel ve Koç, 2015: 47).

I.3.3. Hidrolik Enerji

Hidrolik güç anlamına da gelen suyun düşmesiyle ya da hızlı akışıyla elde edilen enerjidir. Hidroelektrik santrallerinde uygulanan sistemde suyun bulunduğu iki nokta arasında mevcut enerji farkından elektrik enerjisi üretilmektedir. Kısaca barajlardaki su, belirlenmiş olan yüksek bir noktadan aşağı bırakılarak, mekanik enerjiye dönüşmesiyle enerji tribün çarkları döner. Jeneratör motoru ise bu enerjiyi elektriğe dönüştürür. Dünyada en büyük paya sahip yenilenebilir enerji kaynağıdır.

Diğer enerji kaynaklarına nazaran hidroelektrik enerji santralleri (HES) çevre dostu sayılması ve potansiyel riskinin düşük olması nedeniyle tercih sebebi olmaktadır. Zira ani talep dalgalanmalarına cevap verebilme kapasiteleri bulunmaktadır. Bundan dolayı da Türkiye’de de pik santral olarak anılmaktadır. Hidroelektrik santraller, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’nce; yenilenebilir, çevreyle uyumlu, temiz, ani talepleri karşılayabilen, yakıt gideri olmayan, yüksek verimli (%90’ın üzerinde), uzun ömürlü (200 yıl), enerji fiyatlarında sigorta görevi gören, çok düşük işletme giderine sahip (yaklaşık 0,2 cent/kWh), yatırımı geri ödeme ömrü kısa (5-10 yıl), dışa bağımsız yerli bir enerji kaynağı şeklinde tanımlanmaktadır (Ürker, 2012: 69).

Diğer yandan barajlı santrallerin suyun kalitesinin, akış zamanı ve hacminin değiştirilmesi sebebiyle; jeomorfolojik bir takım olaylar zinciri ile doğal hayat döngüsü içerisinde besinlerin ve tortuların akışının kısıtlanmasına bağlı olarak nehirlerin sistemleri bozulabilmektedir. Yine büyük baraj göllerinin tabanında organik maddeler birikerek

metan oluşmasına sebebiyet vererek çevresel denge tahrip olabilmektedir. Nehirler üzerinde kurulu santrallerde, suyun akış kanalının değiştirilmemesi durumunda, doğaya zararlı etkisi az olmaktadır. Ancak akarsuyun kapasite bakımından çok üzerinde bir santral, akarsuyun alt katmanlarında su kalmamasını sağlayarak, çevresel dengeyi bozacaktır. Ayrıca sosyal anlamda şimdiye kadar barajlar etkisi altında kalan yerleşim yerleri nedeniyle 40-80 milyon civarında insan yeni yerleşim yerlerine taşınmak zorunda kalmışlardır. Akarsu santralleri projeleri hazırlanırken, akarsuyun çevresel özelliklerinin çok detaylı şekilde etüt edilmesi gereklidir (WWF, 2019).

I.3.4. Jeotermal Enerji

Antik Roma döneminin ve Çinlilerin (MÖ) 1500'lü yıllardan itibaren ısınma, pişirme, banyo gibi ihtiyaçlarını gidermede kullanılan ve jeotermal adını verdiğimiz enerji, yerkabuğunun derinliklerinde birikmiş vaziyette bulunan termal enerjidir. Bu termal enerji kaynağından, yani birikmiş ısı, kimyasal içeren sıcak su, buhar ve gazlardan elektrik üretimi ya da ısı üretmek amaçlı faydalanılmaktadır. Güneş ve rüzgârdan farkı ise devamlı elektrik üretebilmesidir.

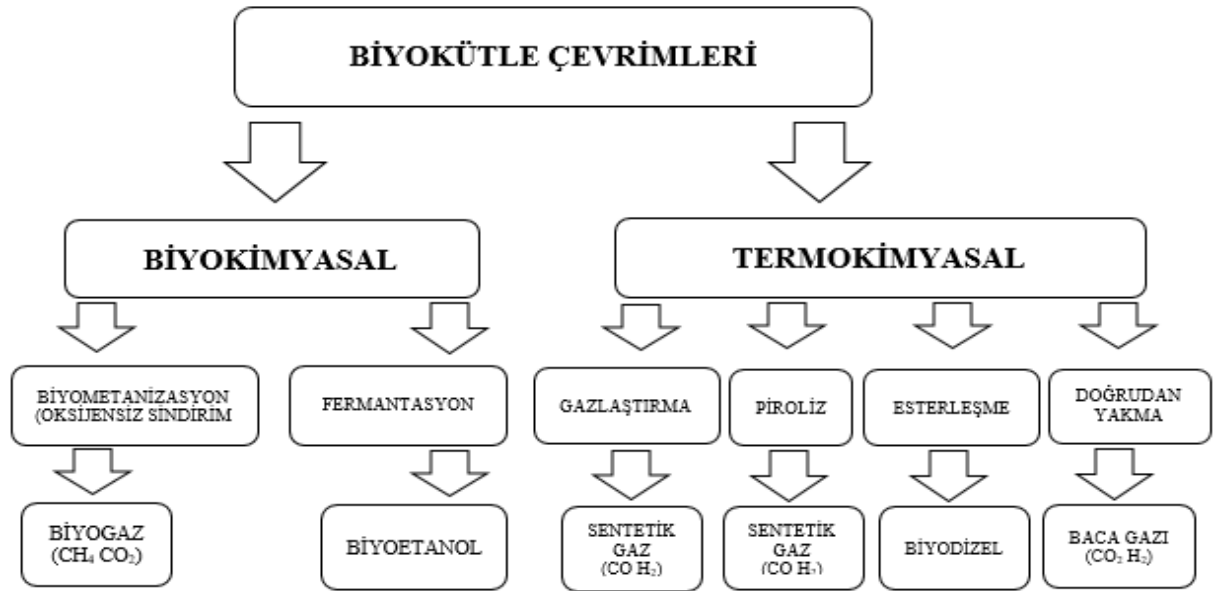
Yüksek bir jeotermal potansiyel sahibi Türkiye'de MTA tarafından ilk jeotermal çalışmalar 1960'lı yıllarda başlamış ve günümüze dek 227 jeotermal alan keşfedilmiştir. Bu alanlarda 1500'e yakın sıcak ve mineralli su kaynağı ve arama-işletme kuyusu bulunmaktadır. Hâlihazırda bulunan jeotermal kuyu ve kaynaklar toplamı jeotermal kapasitesi 8000 MWt, potansiyel ise 60000 MWt olarak hesaplanmıştır (Şimşek, 2015: 2).

I.3.5. Biyokütle Enerjisi

Yakın zaman içerisinde yaşamış ya da yaşayan canlılardan çeşitli yollarla elde edilen fosilleşmemiş toplam malzeme bütünü kütle ya da organik karbondur. Biyokütle enerjisi katı, sıvı ve gaz formunda üretilebilen temiz yenilenebilir sürdürülebilir çevreyle

dost bir enerji kaynağıdır. Biyokütle enerjisinin başlıca kullanım alanları ise elektrik üretimi, araçlar için yakıt üretimi ve ısı enerjisidir. Bu enerji çeşidi, kaynaklarına göre bitkisel, hayvansal ve organik çöpler, şehir ve endüstriyel atık olmak üzere 3 gruba ayrılarak anlatılmıştır. Biyokütle enerjisi üretiminde başlıca 2 teknik kullanılmaktadır: biyokimyasal ve termokimyasal yöntemler. Biyokütle enerjisinin dönüşüm süreci Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1: Biyokütle Dönüşümü



Kaynak: ETKB, (2019).

Şekil 1’de görüldüğü gibi tesislerde biyokimyasal (biyometanizasyon ve fermantasyon) işlemlerden geçirilen kütleler biyogaz ve biyoetanole dönüştürülmektedir. Termokimyasal (gazlaştırma, piroliz, esterleşme ve doğrudan yakma) yöntemler sonucu ise sentetik gazlar, biyodizel ve baca gazına dönüştürülmektedir.

Biyokütle enerji kaynakları; Bitkisel Biyokütle, Hayvansal Biyokütle ve Organik Çöpler, Şehir ve Endüstriyel Atık Kaynaklı Biyokütle olmak üzere 3 gruba ayrılarak anlatılacaktır.

I.3.5.1. Bitkisel Biyokütle

Yeşil bitkilerin fotosentezi ile güneş enerjisinin kimyasal enerjiye dönüştürülerek depolanması sonucunda oluşmaktadır. Biyokütle enerjisi kullanılarak elde edilebilen çeşitli yakıtlar biyodizel, biyoetanol, biyohidrojen ve biyogazdır (Fersiz, 2018: 56). Bitkisel biyokütle kaynakları ise;

- Şeker ve nişasta bitkileri (patates, mısır, şeker pancarı, buğday vb.),
- Yağlı tohumlu bitkiler (ayçiçek, kanola, soya vb.),
- Bitkisel ve tarımsal atıklar (sap, dal, saman, kabuk, kök vb.),
- Protein bitkileri (fasulye, bezelye vb.),
- Elyaf bitkileri (kenaf, sorgum, keten vb.),
- Orman ve orman ürünleri,
- Odun ve tarımsal artıklar (enerji bitkileri, enerji ormanları, çeşitli ağaçlar) oluşturmaktadır.

I.3.5.2. Hayvansal Biyokütle

Koyun, sığır, at, tavuk vb. hayvanların dışkıları, mezbahâne atıkları ile hayvansal ürünlerin işlenmesi sürecinde meydana gelen atıklar hayvansal biyokütle olarak adlandırılmaktadır. Türkiye’de hayvansal biyokütle yani gübreler, çoğunlukla tarımsal alanlarda kullanılmaktadır. Bu potansiyel enerjiyi ülke geneline yayarak kullanılabilir duruma getirilmesi için doğru stratejiler geliştirmek gerekmektedir. Bu konuda bilhassa hayvan yetiştiricilerinin bilinçlendirilmesi ve teşvik edilmesi başlangıç noktası olmalıdır. Ticari anlamda bir biyokütle enerji santralının kurulması için yalnızca 360 büyükbaş hayvanı yeterli gören işletmeler mevcuttur. Ancak daha büyük santraller kurulması hâlinde işletme maliyeti azalmaktadır. Büyük santraller ise mevcut çiftliklerin geliştirilmesine veya dağılmış durumdaki atıkların uygun olan merkezlerde toplanması ile mümkün olabilecektir.

Analiz sonuçları büyükbaş hayvan kaynaklı biyokütle enerji potansiyelinin 10.668.319 MWh, kanatlı hayvan kaynaklı enerji potansiyelinin 3.957.868,1 ve küçükbaş hayvan kaynaklı enerji potansiyelinin 1.271.690,5 olduğu sonucunu ortaya koymuştur (Saka, Yamankaradeniz ve Canbolat, 2018: 1489-1492).

I.3.5.3. Organik Çöpler, Şehir ve Endüstriyel Atık Kaynaklı Biyokütle

Kanalizasyon ve dip çamurları, sanayi ve gıda sanayi atıkları, kâğıt, endüstriyel ve evsel atıklar, büyük sanayi ve belediye tesisleri atıkları bu kategoride yer almaktadır. Atık çöplerin değerlendirilerek alternatif enerjiye dönüştürülmesi, çevre kirliliğinin önlenmesine de büyük katkı sağlayacaktır.

I.3.6. Biyoetanol

Mısır, buğday, şeker pancarı, odunsu bitkiler gibi nişasta, şeker ve selüloz özü içeren tarım ürünlerinin çeşitli fermantasyon yöntemleri ile elde edilen renksiz, berrak ve karakteristik bir kokusu olan bir sıvıdır. Neredeyse tüm dünya üzerinde yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak doğrudan doğruya ya da benzinle değişik oranlarda karıştırılarak kullanılmaktadır. Herhangi bir değişiklik yapılmadan içten yanmalı motorlarda %10 oranında harmanlanarak kullanılabilir. Zira benzin ile harmanlandığında oktan artışı yaparak motorun performansını güçlendirmekte, donmayı engellemekte, motorun daha serin ve enjektörlerin temiz kalmasını sağlamakla birlikte çevreci bir yakıt olduğu söylenebilmektedir.

Biyoetanol üretiminde lignoselülozik biyokütle kullanımı, büyük önem taşımaktadır. Diğer taraftan biyoetanol üretiminin gıda maddeleri kullanılarak üretimi, gıda fiyatlarında yükselişle birlikte sosyolojik problemleri de beraberinde getirecektir. Burada gıda maddeleri kaynaklı birinci nesil biyoetanol üretimine ikame olarak, akaryakıt fiyatlarına karşı rekabet etme gücüne sahip ikinci nesil biyoetanol üretimi yapılması

gerekmektedir. Burada önemli olan ön hazırlık işlemlerinde seçilen yöntemin ucuz, etkili, çevre dostu ve basit olmasıdır. Diğer yandan 2008 yılında AB Komisyonu aldığı bir kararla 2020 yılına kadar üye ülkelerde ulaşım sektöründe kullanılmakta olan yakıtın %10 oranda biyoyakıt ile desteklenmesi zorunluluğunu getirmiştir. Bu durum AB'ye uyum süreci kapsamında Türkiye'de de biyoyakıtta olan talebin artışına sebep olacaktır. 7 Ağustos 2009 tarihli ve 27312 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "Benzin Türlerine İlişkin Teknik Düzenleme Tebliği'nde" değişiklik yapılarak 27 Eylül 2011 tarih ve 28067 sayılı yeni bir tebliğ yayımlanmıştır. Tebliğde yerli tarım ürünleri kullanılarak üretilen biyoetanol, 1 Ocak 2013 itibarıyla en az %2 oranında, 1 Ocak 2014 itibarıyla ise %3 oranında benzin türlerine ilave edilme zorunluluğu getirilmiştir (Fersiz, 2018: 56-57).

Yenilenebilir enerji kaynağı olan ve biyolojik kökenli biyoetanol; sera gazı salınımını az etkileyen, çevre dostu özellikleri ile fosil yakıtlara alternatif olarak dikkati çekmektedir. Oktan değeri yüksek, yanma hızı yüksek, geniş yanabilme sınırına sahip ve buharlaşma öz ısısı benzine göre daha yüksektir. Bu da yüksek basınç ve kısa zamanda yanma gibi avantajlar vermektedir. Enerji yoğunluğu ise benzine göre daha düşük seviyededir. Eşit miktarda benzine kıyaslandığında benzinin %66'sı kadar enerjiye sahiptir. Bununla birlikte buhar basıncının düşüklüğü, aşındırma oranının yüksekliği ve ekosisteme verdiği toksik etkiler de dezavantajları olarak sayılabilmektedir. Oktan sayısının yüksek olması genellikle içten yanmalı motorlarda tercih edilmesini sağlamaktadır. Bitkisel kaynaklı biyoetanol, ABD'de 1980'li yıllardan bugüne kadar benzine %10 oranda karıştırılmak suretiyle kullanılmaktadır. Dünya genelinde Biyoyakıt Geliştirme Senaryosu'na göre benzin kullanımı 2020 yılında %20 oranında azaltılacaktır. Biyoetanol Fosil kaynaklı yakıtlara bağımlılığı azaltmaktadır. Genel olarak tüm araçlarda kullanılabilir. Üretimi, muhafazası ve taşınması diğer yenilenebilir enerji

kaynaklarına nazaran daha kolay olmaktadır. Bu yakıtlar fosil kaynaklı yakıtlara göre %40-80 daha az sera gazı yaymaktadır. Dolayısıyla zararlı sera gazı emisyonlarını, asit yağmurlarını, su kirliliğini, atık miktarını ve küresel ısınmayı azaltmaktadır. Tarımsal alanlarda yeni iş istihdamı yaratmaktadır (Adıgüzel, 2013: 205-206).

Türkiye'nin mevsimsel ve coğrafi şartlarının uygunluğu nedeniyle bir çeşit tarım ülkesi olduğu göz önünde bulundurulduğunda, yerli hammadde kullanılarak üretilen biyoetanol, katma değer katarak, tarım ürünlerinde yepyeni bir pazar alanı açılmasına ve bu sayede enerji tarımının gelişimine katkı sağlayabilecektir. Aynı zamanda hem tarımsal hem de endüstriyel anlamda istihdam artışı sağlayarak işsizlik sorununa çözüm olabilecek, hem de enerji tarımı yapan çiftçinin refah artışına katkıda bulunabilecektir. Üretim kısıtlaması olmayan, yerli yenilenebilir enerji kaynağı olan biyoetanol, fosil kaynaklı yakıtlarda yüksek oranda dışa bağımlılığı azaltmada alternatif bir yöntem olarak öngörülmektedir.

I.3.7. Biyogaz

Oksijen olmayan ortamda organik atıkların fermantasyonu sonucunda karbondioksit ve metan gazı üretilmesi ile oluşan kullanılabilir yanıcı gazlara biyogaz adı verilmektedir. Biyogaz, ısıtma ve aydınlatmada doğrudan, elektrik ve mekanik enerjiye çevrilerek de kullanılabilmesi nedeniyle çok yönlü enerji kaynaklarından biri olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte biyogaz üretimi sırasında oluşan yan ürünler de yine çeşitli amaçlarla kullanım alanı bulmaktadır. Biyogaz ve organik gübre üretim aşamaları Şekil 2'de gösterilmiştir.

Şekil 2: Biyogaz ve Organik Gübre Üretim Akış Şeması



Kaynak: ETKB, (2019).

Organik maddelerin toplanması, taşınması ve öğütülmesi işlemleri sonrasında sulandırma-karıştırma yöntemleri kullanılarak biyogaz ve organik gübre üretilmektedir. Hayvansal/bitkisel organik atık/artık maddeler, genel itibarıyla doğrudan yakılarak ısı elde etmek üzere ya da tarım arazilerinde gübre şeklinde kullanılmaktadır. Bu durumda aslında ideal ısı sağlanamadığı gibi, arta kalan atıkların gübre şeklinde kullanımı da mümkün değildir. Tesislerde üretilen biyogaz enerjisi üretimi ile yenilenebilir enerji üretilmekle birlikte üretim sonrası geriye kalan organik anlamda zengin içerikli atık/artıklar tarım arazilerinde gübre olarak kullanılarak geri dönüşümü sağlanmaktadır. Biyogazın faydaları:

- Ucuz, çevreyle dost yenilenebilir bir enerji ve gübre kaynağıdır.
- Atık/artıkların çok daha değerli organik gübre hâlinde geri dönüşümüne olanak vermektedir.
- Biyogaz üretimi ile hayvan gübresi içerisinde bulunması muhtemel yabancı otların tohumlarında çimlenme özelliği kaybolmaktadır.
- Biyogaz ile hayvan gübresi üretiminde koku, hissedilmeyecek derecede azalmaktadır.

- Isı değeri yüksek temiz bir enerji kaynağıdır.
- Sera gazı salınımlarını azaltabilmektedir.
- Mevcut hayvan gübrelerinde bulunabilen ve yeraltı suları ve insan sağlığını tehdit edebilecek hastalık etkenlerinin etkinliğinin kaybolmasını büyük oranda gerçekleştirmektedir (Yılmaz ve diğ., 2017: 223).

I.3.8. Hidrojen Enerjisi

Evrende en basit ve en çok bulunan element olan hidrojen renksiz, kokusuz, havadan çok daha hafif yapıya sahip bir gazdır. Güneş ve yıldızlardan gelen termonükleer tepkimeye vermiş olduğu ısının yakıtı ve evrendeki temel enerji kaynağıdır. Tüm yakıtlar arasında birim kütle başına en yüksek enerjiye sahip olan hidrojen $-252,77\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de sıvılaştırılabilmektedir. 2,1 kg. doğal gaz ya da 2,8 kg. petrolün sahip olduğu enerji 1 kg. hidrojen enerjisi ile sağlanabilmektedir. Doğada serbest hâlde olmayıp en çok bilinen molekül yapısı ise H_2O şeklindedir.

Hidrojenin yakıt şeklinde kullanıldığı sistemlerde ısı ve patlama enerjisi ihtiyacı duyan alanlarda temiz ve kolay kullanışlı olması avantajıdır. Bu durumda atmosfere sadece su ya da su buharı olarak atılmaktadır. Bu nedenle su buharı dışında çevreyi kirletici sera gazlarını artıran hiçbir yönü bulunmamaktadır. Petrol türevinin fosil yakıtlara nazaran daha verimli olduğu söylenebilir. Yakıt hücreleri adı verilen sistemde kimyasal enerji doğrudan elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Bir yandan sudan enerji üretilirken diğer yandan elde edilen hidrojen, yanarak tekrar suya dönüşmesi sayesinde temiz ve doğayla dost yenilenebilir enerji kaynağıdır. Birincil enerji kaynakları kullanılarak (göller, nehirler, okyanuslar, hidrojen madenleri gibi) farklı ham maddelerden üretilen sentetik bir yakıt türüdür.

I.3.9. Dalga Enerjisi

Denizler ve okyanusların dalga hareketlerinden meydana gelen itme kuvveti sonucu elde edilen yenilenebilir enerji kaynakları arasındadır. Dalga enerjisi, 3/4 oranında sularla kaplı dünyamızda mevcut enerji krizini çözüme noktasında faydalı olabilecek, yenilenebilir enerji kaynağı olarak düşünülmektedir. Dalga enerjisinin dalga çiti, gel-git enerjisi, deniz suyunun salınımı, akıntı enerjisi, deniz suyunun ısıl enerjisinin kazanımı şeklinde üretimi yapılabilmektedir. Kıyı, yakın kıyı ve açık deniz enerji dönüşüm sistemleri olarak kullanılabilir. Yenilenebilir olması, fosil kaynaklara bağımlılığı azaltması, çevreyi kirletmemesi yönüyle temiz bir enerji kaynağı olması gibi birçok avantajı bulunmaktadır. Deniz ve okyanuslar üzerinde balık avlanma sahaları, askeri bölgeler, gemilerin güzergâhları dalga enerjisi üretimine engel teşkil edebilmektedir. Dalga enerjisini kullanan ülkeler arasında İngiltere, Portekiz, İspanya, Amerika ve İsrail gibi ülkeler bulunmaktadır. Türkiye’de derin suları toplam ortalama dalga enerji kaynakları, kıyı şeridi boyunca oluşan dalga güçleri birleştirilerek değerlendirilebilir. Zira denizaltı tatbikat sahaları, Marmara Denizi’nin kıyıdaki yerleşim alanları, gemi rotaları, vb. dışarıda bırakılarak, dalga gücü seviyeleri ticari tüketim açısından düşük durumda bulunan Anadolu’nun kuzeydoğusundaki ve güneyindeki dalga kaynaklarının çoğunun göz ardı edilmesi hâlinde, toplam kıyı uzunluğunun (8210 km) beşte birinin denizlerden dalga enerjisi elde etmek için kullanılabilir. Yalnızca bir küçük ölçekli seri/dizi dönüştürücüden, yılda 4-17 kW/m dalga gücüne sahip sularda, yaklaşık toplamda en az 10 TWh/yıl enerji elde edilebilmektedir. Dolayısıyla ekonomik anlamda üretilebilir Türkiye Hidroelektrik enerji potansiyelinin %12,5’ine tekabül etmektedir (Sağlam, Uyar ve Göztepe, 2005: 2-4).

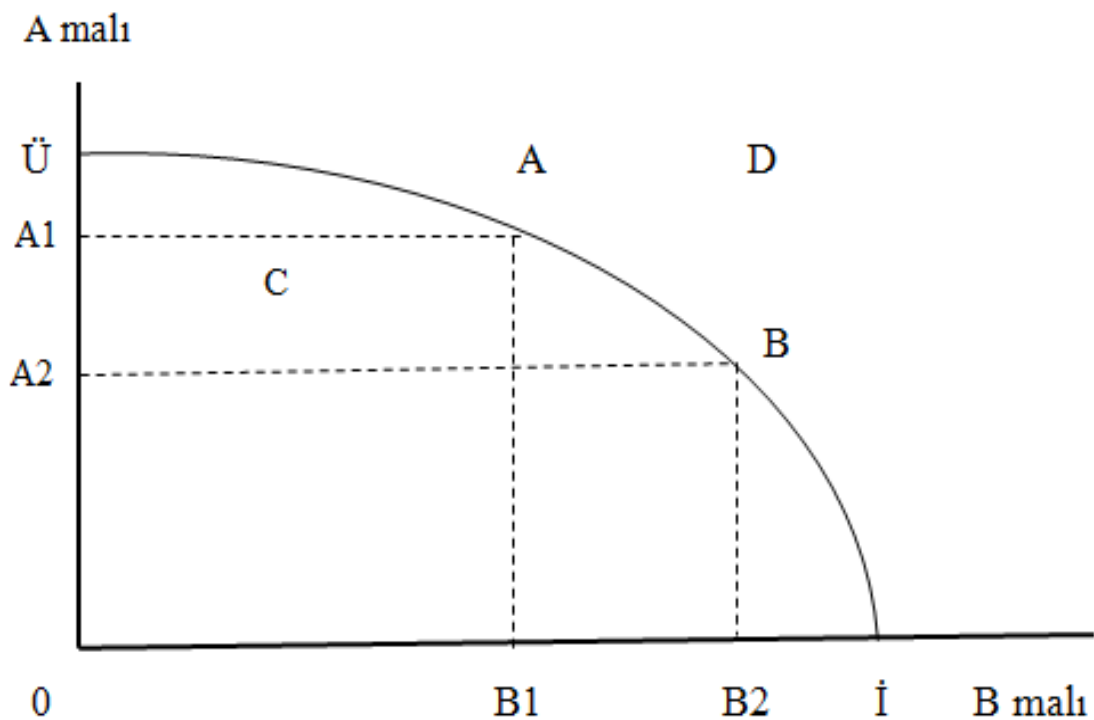
II. BÖLÜM

ENERJİ ÜRETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

II.1. Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Teorik Çerçevesi

Üretilen mal ve hizmet kapasitesinin artışı ekonomik büyümeyi ifade etmektedir. Bir ülkede GSYH'nin sürekli artması ekonomik olarak büyümesi anlamına gelmektedir. Ülkede ekonomik büyüme artışını tespit etmek için ise ortalama büyüme hızı ile yıllık büyüme hızının hesaplanması ile yapılmaktadır. Ortalama büyüme hızı, belli bir zaman aralığı içerisinde reel GSYH'daki artışı ölçmektedir. Bunun yanı sıra ekonomik büyüme hızı tespiti için üretim imkânları eğrisinden faydalanılmaktadır.

Şekil 3: Üretim İmkânları Eğrisi



Kaynak: Çoban, (2015: 23).

Ülkedeki mevcut teknoloji seviyesi ile üretim faktörleri maksimum seviyesi üretim imkânları eğrisi ile bulunabilmektedir. Ekonomik büyümenin gerçekleştiği, bu eğri üzerinde dışa doğru kaymalardan anlaşılmaktadır. Bu dışa doğru kaymalar emek-sermaye stoku ile verimlilik artışı ve kapasite kullanımı artışı ile mümkündür. Ayrıca siyasi otoritelerin verimlilik artışına sebebiyet verecek nitelikli eğitime, teknoloji ve fiziki sermayeyi artıracak altyapı yatırımlarına vermiş oldukları ehemmiyet de etki etmektedir.

Sadece A ile B malı üretimi yapılan bir ekonomi üzerinden Şekil 3'te bulunan grafik izahı; A malı dikey ve B malı yatay eksenle gösterilmek suretiyle büyüme ele alınırsa eğer, burada ekonomi tüm kaynaklarını B malının üretiminde kullanılmak üzere tahsis edilmiştir. "A1" kadar A malı, B1 kadar B malı (A noktası) ile "A2" kadar A malı, B2 kadar B malı (B noktası) üretimi halinde üretim etkinliğinden söz edilmektedir. Bu durumda mevcut kaynaklarla üretimi yapılabilecek mal ve hizmet miktarını tanımlayan noktaların birleştirilmesiyle elde edilen eğriye üretim imkânları eğrisi adı verilmektedir. Bu eğri üzerinde bulunan tüm noktalar üretim etkinliğini göstermektedir. Bu noktalar dışında kalan bölgeler ise kaynakların verimsiz kullanıldığını ya da üretim imkânlarının bulunmayışını ifade etmektedir. Eğri içerisinde kalan bütün bileşimler (örneğin C noktası) imkân dâhilinde ancak verimsiz üretimi, eğri dışındaki tüm bileşimler (D noktası) mevcut kaynaklar ile bahse konu mal ve hizmetin üretilmeyeceğini göstermektedir. Bu eğri üzerinden 3 temel sonuç çıkarılabilmektedir:

- Fırsat maliyeti nedeniyle üretim imkânları eğrisi negatif eğimlidir. Eğri üzerinde hareket edildikçe bir maldan üretilen miktarın artırılması (azaltılması), diğer maldan üretilen miktarın azaltılmasını (artırılması) gerektirmektedir.

- Eğrinin dışındaki bölgelerde kalan mal bileşimlerinin üretilmesi mümkün değildir. Bu da kaynakların kıtlığını göstermektedir.
- Mal ve hizmet üretimindeki kaynak kıtlığı, iktisadi karar mercilerini üretilen malın seçimi, miktarı konusunda tercih yapmaya zorlamaktadır.

Burada kaynak kıtlığı da dikkate alındığında bu kaynakların alternatif kullanım alanları arasındaki dağılım, üretim, tüketim, bölüşüm gibi nedeniyle oluşabilecek farklılıklar nedeniyle farklı toplumsal refah düzeyleri ortaya çıkacaktır. Dolayısıyla alternatifler arasında seçim yaparken toplumsal refahı maksimize edici tercih yapılması, tercih edilen politikaların başarısına bağlanmaktadır (Çoban, 2015: 23-24).

Ekonomik büyümede temel olarak üç belirleyici faktör bulunmaktadır. İlk faktör sermaye birikimidir ve iktisadi anlamda büyümenin temel dinamiği olarak kabul görmektedir. Çünkü ülkelerin gelişmesini sağlayan temel şart yatırımdır. Bu da yüksek gelir sonucu oluşacak tasarruf artışı ile sağlanabilmektedir. Buradaki kısır döngüden çıkış ise sermaye birikiminin artırılmasıyla mümkündür. İkinci faktör, teknolojik ilerlemedir. Zira aynı miktarda girdi kullanıp daha fazla çıktı ile üretim, iş gücü ve sermaye tasarrufu teknoloji ile sağlanabilecektir. Son faktör ise nüfus ve iş gücü artışıdır. Nüfus artışıyla birlikte artacak olan iş gücü ekonomik büyümeyi hızlandırabilecek önemli bir etkidir.

Küreselleşme sürecinin de etkisiyle günümüzde dünya ekonomileri hızlı bir gelişim ve değişim sürecinden geçmektedir. Dolayısıyla bir yandan bazı ülkelerde düal/ikili yapılar meydana gelirken, diğer yandan da gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ya da az gelişmiş ülkeler arasında gelişmişlik bakımından her geçen gün farklar artış göstermektedir (Çöğür ve Çoban, 2011: 133).

Ekonomik büyüme olgusu bir ülkedeki iktisadi ve sosyal refah seviyesi artışının en önemli göstergelerinden biri kabul edildiği için, iktisatçıların da sürekli üstünde tartıştığı bir konudur. Bu alanda geliştirilen ekonomik büyüme teorileri, içinde bulunduğu dönemin ekonomik ve sosyal durumuna göre değişkenlik göstermektedir.

II.1.1. Ricardo ve Schumpeter Ekonomik Büyüme Teorisi

Ricardo çalışmalarında büyüme sorununu dolaylı olarak ele almıştır. Millî gelir kaynaklarından bahsetmemiş, "Üretim faktörleri arasında millî gelir nasıl dağıtılır?" konusunu incelemiştir. Ülkelerin uzun dönemde üretim faktörlerinin millî gelirden alacakları payların büyüme ve durgunluk aşamalarını belirlediğini ileri sürmüştür. Schumpeter ise ekonomik büyüme üzerinde teknolojik gelişmenin olumlu etkileri olacağını savunan ilk iktisatçı olarak bilinmektedir. Schumpeter tarafından Avusturya'daki mevcut dönemin etkisiyle, ekonomik konjonktür içerisinde teknolojik gelişmeleri de incelenmiş, ekonomik büyüme ve yapısal değişme ile tanımlanan sürece teknolojik gelişmelerin yol açtığı ifade edilmiştir. Schumpeter, teknolojik yenilik kavramı alanını genişleterek neoklasik yaklaşımdan ayrılmış, teknolojik yeniliğin yalnızca üretim sürecinde kullanılan yeni bir teknik değil, bunun yanı sıra yeni bir mal üretimi, yeni ham madde kaynaklarının bulunması, yeni pazarların açılması vb. süreçlerinde olduğu bir kavram olarak açıklamıştır.

II.1.2. Harrod-Domar Ekonomik Büyüme Teorisi

1939 yılında Harrod'un yayınlamış olduğu makalesiyle çağdaş ekonomik büyüme kuramları başlamıştır. Ardından Domar'ın bu alandaki çalışmaları çok önemli katkılar sunmuştur. İki iktisatçının çalışma ve bulgularındaki benzerlikler nedeniyle Harrod-Domar modeli olarak anılmaktadır. Kısa dönemli Keynesgil yaklaşımların uzun dönemli büyüme sürecine uyarlanması çabaları sonucu Harrod-Domar modeli ortaya

çıkıştır. Keynes ve Harrod arasında bulunan temel fark ise büyüme ile ilgilidir. Harrod sabit bir büyüme oranında dengeli bir şekilde büyüyebilirken, Keynes bunun bir mucize olduğu ya da çok ciddi düzenlemelerle ortaya çıkabileceğini savunmaktadır. Harrod ve Domar, ekonomik büyümenin nasıl dengeli olabileceğini ve sürekli büyümenin nasıl gerçekleşebileceğini açıklamaya çalışmışlardır.

Millî gelir artışıyla ekonomik büyüme ölçülebilmektedir. Millî gelir seviyesi Y , Millî gelir artışı ΔY ile temsil edilirse, ekonomik büyüme hızı formülü:

$$\frac{\Delta Y}{Y} = g \text{ olacaktır.}$$

Üretim seviyesinin dışa kapalı bir ekonomi için dengede olabilmesi, toplam tasarrufların toplam yatırımlara eşitliği ile mümkündür. Bu eşitlik ise $I=S$ şeklinde gösterilmektedir. Tasarruflar gelirin belirli bölümüdür. Dolayısıyla $S = sY$ 'dir. Bu eşitlikteki s marjinal tasarruf eğilimini göstermektedir. Yapılan yatırımlar, sermaye stokuna yapılan ilaveleri göstermektedir. Yani $I=k\Delta Y$ dir. k Sermaye hasıla oranı olarak temsil edildiğinde $k = \frac{I}{\Delta Y}$ olacaktır. Eşitlik, değişmeler cinsinden ifade edildiğinde,

$$k = \frac{I}{\Delta Y} \text{ şeklindedir.}$$

$S = I$ ve $S = sY$ eşitliklerinden yola çıkıldığında $I = k\Delta Y = k \times sY$ iken $sY = k \times \Delta Y$ olacağı için $Y = k$ eşitliği meydana gelmektedir.

Sonuç itibarıyla Harrod ve Domar, büyüme oranının sermaye hasıla katsayısı (k) ve tasarruf oranı (s) ile belirlendiğini, ekonomik büyümenin, tasarruf oranıyla pozitif, sermaye hasıla katsayısıyla negatif yönde bir ilişki içerisinde olduğunu, ekonomik büyümenin gerçekleşebilmesi için mutlaka tasarruf yapılması gerektiğini ve GSYH'nin belirli bölümünün yatırımlarda kullanılması gerektiğini savunmuşlardır. Özet olarak Harrod ve Domar modelinde ekonomik büyüme yatırımlara bağlıdır ve yatırım miktarı arttıkça büyüme hızı da artmaktadır. Tasarruf katsayısının büyük olması büyümeyi

hızlandırmaktadır. Kısa dönemde tüketimler azaltılarak, yatırımlar artırılır ya da dış borç ile mevcut tasarruflara eklenirse uzun dönemde büyüme hızı artacaktır. Bununla birlikte iç tasarruflar arttığında, dış tasarruflara olan ihtiyaç ortadan kalkacak ve borçlar için de finansman sağlanacaktır. Ancak bu modelde kullanılan tasarruf eğilimi, sermaye-hasıla oranı, sermayenin verimliliği kullanılan kavramların hesaplanması oldukça zordur. Ayrıca üretim artışını sağlayan faktör olarak sermaye gösterilmiş emek ve teknolojik gelişmenin üretime olan katkısı hesaplanmamıştır.

II.1.3. Solow Neoklasik Ekonomik Büyüme Teorisi

Solow çalışmaları ise neo-klasik büyüme teorileri arasında önemli bir yer teşkil etmektedir. 1956 yılında Solow tarafından yayınlanmış olan “Ekonomik Büyüme Teorisine Bir Katkı” adındaki makalesinde, ekonomik büyüme süreci, neoklasik açıdan çalışmasında konu edilmiştir. Nüfus artışı, tasarruf ve teknolojik gelişmenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi ve ilaveten bu değişkenlerin birbirlerine olan etkilerini incelemiştir. Kişi başına düşen sermayenin, kişi başına üretim ya da tüketim ile aynı oranda arttığı dengeli büyüme modeli Neo-klasik büyüme teorisi olarak tanımlanmaktadır. Denge kurulduğunda kişi başına düşen gelir ve tüketimdeki artış oranı teknolojik gelişme hızıyla aynı düzeye erişmektedir. Teknolojik gelişme ve nüfus artışı bu modelde dışsal kabul edilmektedir, kamu belirli bir role sahip değildir. Bu modelde ekonomi bıçak sırtı denge şartı ve devletin ekonomiye müdahâlesinden kurtarılmaktadır. Fakat teknoloji, bilgi birikimi, beşeri sermaye gibi büyümenin temel belirleyicilerinin dışsal olarak değerlendirmesi bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Solow’ un ortaya atmış olduğu büyüme modeline göre üretim fonksiyonu içerisindeki beşeri sermayeye doğal kaynaklar dâhil edilmemiştir. Hâlbuki günümüzde enerji kaynaklarının özellikle de yenilenebilir enerji kaynaklarının Solow Büyüme Modeline dâhil edilmesi ve bu şekilde genişletilmesi gerekmektedir. Zira üretim

faktörlerine direkt etki yapan ve yönlendiren en önemli etkenlerden biri enerjidir. Toplum olarak hayatımızın içinde büyük bir paya sahip enerji ihtiyacı ve tüketilen enerji, her geçen gün ekonomi içerisindeki payını da arttırmaktadır. Ekonomik büyüme ve kalkınmanın lokomotifini üretim ise enerji tüketimi de daha fazla üretim sayesinde gerçekleştirmektedir. Özetle doğada bol miktarda bulunan enerji kaynaklarının harekete geçirerek mal ve hizmet üretiminin daha fazla artması demektir. Büyüme gerçekleştiğinde faktör talebi yaratacak ve enerji tüketimini tetikleyecektir. Dünyada ekonomik büyüme ve enerji arasında, doğrusal bir büyüme mevcuttur. Çünkü üretim için enerji olması gerekir. Solow' un ekonomik büyüme modeline göre, enerji kaynaklarının kıtlığı ekonomik büyümeyi sınırlandıran önemli bir etkidir. Enerjinin bol ve ulaşılabilir durumda olması, ekonomik büyümeye daha az sınırlandırıcı etki yapmaktadır (Develi, 2012: 6).

Neoklasik çerçevede, ekonomik büyüme daha fazla enerji kullanımına bağlanmamıştır. Enerji-elektrik şeklinde ekonominin çıktısının bir parçası olarak ulusal gelir hesaplarına girmektedir. Bu enerjinin etkisi için ikna edici değildir. Temeli un değirmenciliği yapan bir ekonomi örneğinde; ithal buğdayı, un öğütmek için yel değirmenleri kullanılmaktadır. Elli yıl önce, her yel değirmeni her gün sadece 100 kilo buğdayı öğütebiliyordu; hızı ne olursa olsun her yel değirmeni işletmek için bir işçi aldı. Zamanla, iklimdeki yavaş bir değişim rüzgâr hızını iki katına çıkarmıştır, böylece her değirmen şimdi 200 kilo buğdayı öğütmektedir. “Elli yıldan fazla olan üretimdeki bu ikiye katlanmanın kaynağı nedir?” Her bir değirmeni hâla tek bir işçi işletmektedir. Ayrıca, günümüzde yel değirmenleri elli yıl önce kullanılanlarla aynıdır. Bir neoklasik iktisatçı, elli yıldır tek değişmeyen şey olan emek ve sermaye girdilerine bakar ve çıktındaki ikiye katlanmış görünen üretimdeki tüm büyümeyi teknik değişime bağlayacaktır. Bu durumun en doğru açıklaması; yel değirmeni tarafından kullanılan kinetik enerjinin iki katına

çıkması nedeniyle yel değirmenlerinin çıkışında üretim iki katına çıkmıştır. Bu ekonomideki büyüme yalnızca artan enerji kullanımından kaynaklanmaktadır. Ayrıca günümüzde kullanılan makinelerin hızıyla katma değer arasında doğrudan bir orantılılık varsayımı üzerine, makinelerin hızlarında iki katına çıkması brüt çıktıyı ikiye katlamaktadır. Bugün bu makinelerle olan üretim artışının sadece teknolojik gelişme ile değil bununla birlikte, her makineye daha fazla miktarda enerji uygulanmasına izin veren, exosomatic bir kaynaktan gelen enerjinin kullanımı nedeniyle olduğu bilinmektedir. Enerji kullanımındaki büyüme önemli bir ekonomik büyüme kaynağı hâline gelmektedir. Şimdiye dek kas gücünden elektriğe geçişin sağladığı çıktı artışı küçümsenmiş, bir makineye çalışan işçi sayısının, işçilerin enerji kaynağı olarak değiştirilmesinden sonra bile değişmeden kaldığı varsayımı ile hareket edilmiştir. Oysaki bu çok gerçekçi bir yaklaşım değildir. Sonuç itibarıyla makineler günümüzde daha az sayıda işçinin çalışmasını gerektirmekte diğer tarafta yeni üretim faaliyetlerinde istihdam için yer açılmış olacaktır. Ekonomide yeni arzlara erişildiğinde inorganik kaynaklardan elde edilen enerji, yeni kullanımlar için arazilerin kullanımına açılabilecektir. Böylece, evleri ısıtmak veya yemek pişirmek için ya da enerji üretimi için kömür kullanımı, yiyecek, lif ve yem üretimi için kullanılan orman alanlarının serbest kalmasını sağlamakta, arazinin daha büyük bir popülasyonu desteklemek ya da daha yüksek bir yaşam standardında değişmemiş bir popülasyonu destekleme kapasitesini arttırmaktadır. Kısacası, inorganik enerjinin ekonomiye girişi, hem toprağı hem de emeğı serbest bırakır. Belki daha da önemlisi, hangi enerji kaynağından olursa olsun teknolojik değişime neden olan yeni enerji kaynaklarının itici gücü incelenmelidir (Alam, 2006: 12-14).

II.2. Ekonomik Büyüme Kavramı

Ekonomik büyümenin sözlükteki anlamı; bir ülkede yaratılan millî gelirden kişi başına düşen miktarın bir yıl öncesine göre artması olarak ifade edilmekle birlikte burada kast edilen büyüme elbette fiyat artışlarından arındırılmış olan reel büyümedir. Ekonomik büyüme üretim faktörlerinin miktar olarak artması ve bu faktörlerin verimliliğinin artması ile gerçekleşmektedir. Ekonomik kalkınma ise daha geniş ve ekonomik büyümenin daha ileri aşaması olarak kabul edilebilmektedir. Zira ekonomik kalkınma üretim ve kişi başı gelirin artmasının yanında iktisadi, sosyal, siyasal ve kültürel bir gelişmedir ve refah artışını da kapsamaktadır. Kısaca ekonomik kalkınma daha çok nitelik bakımından gelişmeyi anlatırken, ekonomik büyüme ise daha ziyade nicelik bakımından bir gelişme şeklinde ifade edilebilmektedir. Ekonomik büyümenin temel olarak iki kaynağı bulunmaktadır. Bunlar;

- Üretim faktörü miktarında meydana gelen artışlar.
- Teknolojik gelişmelerdir.

Birleşmiş Milletler 1996 yılında verilen insani kalkınma raporunda kaçınılması gereken tehlikeli büyüme çeşitleri;

- İşsiz Büyüme: Ekonomik büyüme sağlanmasına rağmen istihdam imkânının artmaması sebebiyle işsizlik artışı yaşanması.
- Acımasız Büyüme: Ekonomik büyüme sonucu meydana gelen gelir artışından kişi başına düşen gelirin adaletsiz dağıtılması dolayısıyla zenginin daha zengin, fakirin daha da fakirleşmesi.
- Sessiz Büyüme: Büyüme sağlanmasına rağmen demokratik iyileşmenin sağlanamaması, bireysel hak ve özgürlükler konusunda kötüye gidiş hâli.

- Köksüz Büyüme: Ekonomik büyüme ile birlikte toplumun gelenek-görenek örf ve adetlerinde yozlaşma meydana gelerek kültürel kimlik kaybı yaşanmasıdır.
- Geleceksiz Büyüme: Gelecek nesillere kalacak olan doğanın ve çevrenin hiçe sayılarak kirletilmesi pahasına daha çok yenilenemeyen kaynak tüketimi ile birlikte ekonomik büyüme gerçekleştirilmesidir.

Yukarıda bahsi geçen kaçınılması gereken büyüme modellerinde, yenilenemeyen enerji kaynakları kullanılarak büyümenin zararları dikkat çekmektedir. Çünkü mesele sadece büyümek değil, gelecek nesillere temiz bir çevre ve sağlıklı çevrede gelecek hazırlamaktır yani sürdürülebilir büyümedir. Burada yine yerli ve yenilenebilir, temiz enerji kaynaklarından faydalanma düzeyinin azami seviyeye çıkarılması büyük önem arz etmektedir.

II.2.1. Enerji ve Ekonomik Büyüme Etkisi

Ülkelerin üretim, tüketim ve birey ihtiyaçlarını karşılamada sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmesi noktasında en kritik yapı taşlarından biri enerjidir. Zira enerji, hem ekonomik hem toplumsal hem de çevresel boyutuyla sürdürülebilir kalkınmayla doğrudan ve dolaylı olarak bağlantılıdır. Ülkelerin gelişmişlik göstergesinin temel faktörlerinden biri ekonomik, temiz ve kaliteli yenilenebilir enerjidir.

Enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki rolü çok önemlidir zira ülkelerin hem bireysel hem de millî gelir seviyesinin belirlenmesi anlamında en önemli göstergelerden biridir. Çünkü enerji-yoğun bağımlısı ekonomilerde enerji tüketiminde mevcut dalgalanmalar ülke ekonomisini ciddi oranda etkileme potansiyeline sahiptir.

Teorik anlamda ülkelerin enerji tüketimiyle ekonomik anlamda büyümesi arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisi olduğu kabul edilmektedir. Ekonomik büyüme sonucunda artan millî gelir, yatırım ve tüketim harcamalarını yükseltmek suretiyle daha

fazla enerji talebine sebep olurken; enerji teknolojik gelişmeye etki ederek daha fazla üretime olanak sağlamaktadır. Bu açıdan sermaye-yoğun veya emek-yoğun üretim teknolojilerinin gelişmesinde katkısı bulunan yenilenebilir enerji ekonomik büyümeye bariz bir biçimde etki etmektedir. Tüm bunlara ek olarak yenilenebilir enerji teknolojileri sahasında meydana gelen ek istihdam, işsizlik oranlarının düşmesine ve sağlamış olduğu fayda ile refah düzeyinin artmasına katkı sunmaktadır. Ayrıca yerli kaynak kullanımına dayanan yenilenebilir enerji, enerji ithalat maliyetini düşürmekte ve kaynakların ülke içerisinde kalarak yurt içindeki tüketim ve yatırım harcamalarının artmasını sağlamaktadır (Özşahin, Mucuk ve Gerçekler, 2016: 118). IEA (International Energy Agency) tarafından 1981–2000 yılları arası için seçilen bazı gelişmekte olan ülkelerde üretim fonksiyonuna enerji dâhil edilerek yapılan çalışma sonucunda enerjinin ekonomik kalkınmada ara aşamada bulunan ülkelerde, ekonomik büyümeye katkısının büyük olduğundan dolayı önemli bir rolünün bulunduğu sonucuna varılmıştır (Ertuğrul, 2011: 51).

Gelişmiş ülkelerde enerji politikalarının temelinde enerji yoğunluğunu azaltarak enerji verimliliğini artırmak ve kişi başına düşen elektrik tüketim miktarını artırmak vardır. Enerji yoğunluğu ise burada toplamda millî hâsıla içerisinde birincil enerji tüketimidir. Bir ülkede kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimi ve enerji yoğunluğu o ülkenin gelişmişlik seviyesinin göstergesidir. Kısacası tüketimin yüksek oluşu ülkenin kalkınmışlık ve refah düzeyinin de bir anlamda yüksekliğinin ifadesidir. Enerji yoğunluğu düşüklüğü ise sabit miktar enerji ile daha fazla iş yapılması anlamını taşır. Dünyada kişi başı elektrik enerjisi tüketim oranı yüksek olan ülkeler sırasına göre; İzlanda, Norveç, Kuveyt, Katar, Kanada, İsveç ve ABD'dir. Norveç, İsveç ve ABD'de düşük enerji yoğunluğu sebebiyle refah düzeylerinin daha yüksek olduğu söylenebilir (Koç ve Şenel, 2013: 41).

Farklı modellerle ortaya konulmaya çalışılan gelişmiş ve gelişmekte olan ülke ekonomilerinin enerji tüketim seviyeleri arasında mevcut nedensellik bağı genelde esneklik katsayısına göre belirlenmektedir. Bir ekonomide %1 oranında artış elde edebilmek için %1 oranında tüketilmesi gereken enerjinin artması mecburiyeti anlamına gelen esneklik katsayı değeri, “1” kabul edilmektedir. Gelişmiş ülkeler esneklik katsayısı 1’den küçük, gelişmekte olan ülkelerde ise 1’e yakın değere sahiptir. Buradan gelişmekte olan ülkelerdeki hızlı büyüme nedeniyle çok yoğun enerji tüketilirken, gelişmiş ülkelerde büyüme hızı yavaşlama seyri gösterdiğinden enerji tüketim yoğunlukları açısından düşük düzeyde gerçekleşmektedir (Ağaçbiçer, 2010: 135).

Gelişmiş ekonomileri ile ön planda olan OECD ülkeleri ve gelişmekte olan ülkeler esneklik katsayısına göre teknolojik üstünlük, enerji kullanım yoğunluğu ve sektörel tercihlerin temel farklılıklar olduğu görülmüştür. OECD ülkelerinde enerji tasarrufu ve verimliliği noktasında özellikle durmaktadırlar. Maliyet faktörlerine doğrudan etki eden faktörlerden biri de enerji yoğunluğudur. Bu pahalı girdi enerji olabildiğince az kullanılması ile optimum üretim elde etme anlayışı benimsemiş tutumları, enerji tüketimi üzerinde azaltıcı etki oluşturmaktadır. Teknolojik üstünlük de yine gelişmişlik seviyesi ve enerji tüketimi arasında fark yaratmaktadır. Zira teknolojik üstünlüğe sahip ekonomilerdeki sanayi üretimi ve eski teknoloji kullanan sanayiler arasında ciddi oranda maliyet farkları bulunmaktadır. Bu da, ekonomik gelişimi dolaylı olarak da GSMH artışında yavaşlamaya sebep olmaktadır. Gelişmiş ülkelerde esneklik katsayısının yani enerji yoğunluğunun düşük olmasının diğer bir sebebi de sektörel tercihlerdir. OECD ülkeleri, yüksek enerjiye dayalı sanayi sektöründen, düşük enerji ile gerçekleşen hizmetler sektörüne doğru geçiş yapmaktadırlar. Pahalı enerji asgari düzeye indiğinde, kâr maksimizasyonu sağlanarak millî gelir artışına da katkı yapacaktır. Henüz gelişim süreci tamamlanmamış ülkelerde

daha ziyade Çin ve Afrika'da yaygın tüketimi olan enerjinin çoğunluğu, ticari olmayan ısınma ve yemek pişirme maksadıyla kullanılan biyokütle enerjisine dayanmaktadır. Bu durum OECD ülkelerine göre az gelişmiş ülkelerde enerji yoğunlukları hesaplamalarının yüksek çıkmasına ve esneklik katsayısının 1'e yakın bir değerde çıkmasına neden olmaktadır. Buradan az gelişmiş ülkelerde enerji tüketimi-GSMH katkısı bağlamında gelişmiş ülkelere göre çok düşük olduğu sonucuna varılabilir. Türkiye, hızlı gelişim gösteren ülkeler arasında endüstrileşme faaliyetleriyle enerjinin yoğun kullanıldığı ülkelerdendir. Küresel rekabette aldığı payı yükseltmek için Türkiye, sanayi ihracatı programını benimseyerek, bu doğrultuda politika belirleme sürecindedir. Türkiye'de GSMH ve enerji tüketimi sürecine göre paralel doğrusal orantıda artış yaşandığı gözlemlenmiştir (Ağaçbiçer, 2010: 135-136). 1990-2014 dönemi için OECD ülkeleri ile yapılan analiz sonuçlarına göre ampirik bulgular, elektrik tüketiminin ekonomik büyümeye pozitif yönde etki ettiği anlaşılmıştır (Karakaş ve Balcı İzgi, 2018: 100).

2015 yılında tarihte ilk defa gelişmiş ekonomilerde yenilenebilir enerji ve yakıtlara yapılan toplam yatırım, gelişmekte olan ülkelere yapılan toplam yatırımın gerisinde kalmıştır. Çin, Hindistan ve Brezilya başta olmak üzere gelişmekte olan ülkeler, 2014 yılına göre %19 artış ile toplamda 156 milyar dolar taahhüt etmiştir. Çin'in hâkim rolü yatırımını %17 artışla 102,9 milyar dolar seviyesine çıkararak küresel toplamın %36'lık payını almıştır. Hindistan, Güney Afrika, Meksika ve Şili'de yenilenebilir enerji yatırımları ciddi miktarda artış göstermiş, yine Fas, Uruguay, Filipinler, Pakistan ve Honduras 2015'de 500 milyon dolar üzerinde yatırım yapan gelişmekte olan ülkelerdendir. Bu alanda en ağırlıklı olarak rüzgâr ve güneş enerjisine doğru yönelim olmuştur. 2015 yılı için 2014'e göre %12 artışla taahhüt verilmiş olan 161 milyar dolar yatırımda en büyük payı, %56 ile güneş enerjisi lider olarak almıştır. 109,6 milyar dolar rüzgâr enerjisi,

%38,3'e çıkmıştır. Yatırımlarda güneş ile rüzgâr enerjisi haricinde tüm teknolojilerde 2014 yılına nazaran düşüş yaşanmıştır. Biyokütle ve enerji atığı yatırımlarında %42 düşüş ile 6 milyar dolar, küçük ölçekte hidroelektrik enerjide, %29 düşüş ile 3,9 milyar dolar, biyoyakıtta %35 düşüş ile 3,1 milyar dolar, biyotermal enerjide %23 düşüş ile 2 milyar dolar, okyanus enerjisinde %42 düşüş ile 215 milyon dolara gerilemiştir. Yenilenebilir enerjide güvenliğin sağlanabilmesi, yenilenebilir enerji yatırımlarının ülkenin ekonomik refahını desteklemesi ile mümkün olacaktır. Burada devletin yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik teşvik politikaları önem kazanmaktadır. Ek olarak fiyat tarife garantisi uygulamaları da ülkelerde çağdaş yenilenebilir enerji sanayiye ekonomik bir dayanak teşkil etmektedir (Karalı, 2017: 62).

Türkiye'de büyük bölümü birincil enerji kaynakları arasında oldukça fazla miktarda tüketime sahip petrolden karşılanan elektrik üretiminin, elektrik tüketimini etkilemesiyle petrol rezervleri açısından talebi karşılayamaması dışa bağımlılığı artırmaktadır. Ekonomik açıdan cari açık problemi, yenilenemeyen enerji kaynaklarına olan ve artan bağımlılık düzeyiyle paralel olarak artmaktadır (Güngör, 2016: 84).

Türkiye'nin 2011 yılından itibaren cari işlemler açığı yaklaşık olarak 77 Milyar ABD doları, enerji ithalatı ise yaklaşık 54 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. 2011'de cari işlemler açığı-GSYH oranı %9,9 oranında gerçekleşmiş ve enerji ithalatı cari işlemler açığından çıkarılarak bulunan enerji hariç cari işlemler açığı-GSYH oranı %2,9 olduğu görülmüştür. Türkiye'de özellikle enerjide dışa bağımlılık yüksek olduğu için cari işlemler açığının önemli bir bölümünü enerji ithalatı oluşturmakta dolayısıyla cari dengenin kötüye gidişine ve Türkiye hakkında risk algısının artışına da oldukça önemli bir etki yapmaktadır. Bu nedendir ki Türkiye için enerji tüketimi-GSYH ilişkisinde yapılacak olan doğru analizler politika yapıcılar açısından çok önemli olmaktadır (Ertuğrul, 2013: 252).

Bu çalışmada konu edilen enerji tüketimi ve ekonomik büyümeyi sağlayan etkenler ve değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi yönünün tayini ile ilgili literatüre bakıldığında, analiz yöntemi, dönemsellik farklılıkları, ülke ve bölge farklılıkları nedeniyle her ne kadar tam bir ortak görüşe varılamasa da ekonomik büyümenin temel faktörleri olan üretim faktörü ve teknolojik gelişmelere paralel olarak artan enerji ihtiyacı bize enerjinin aslında bir nevi büyüme ve gelişmede birincil düzeyde önemli olduğunun altını çizmektedir. Diğer yandan büyümeye etki edecek olan enerji ihtiyacının nasıl karşılandığına gelindiğinde asıl mesele burada başlamaktadır. Zira üretim ekipmanları olduğu kadar üretimde ve tüketimde kullanılan enerjinin yerli ve yenilenebilir kaynaklardan karşılanmak yerine ithal edilmek suretiyle fosil kaynaklardan karşılanması, daha pahalıya mal olması bir yana dışa bağımlılığı artırarak döviz kuru artışlarına, enflasyon artışı ve işsizliğe kadar birçok alanda dolaylı yoldan negatif sosyoekonomik etkileri söz konusu olabilmektedir.

Diğer kaynaklara nazaran başlangıç yatırım maliyetleri daha pahalı olan yenilenebilir enerji kaynakları uzun vadede ekonomiye kazanç sağlayacak sürdürülebilir kaynaklardır. Kuruluş maliyetleri devlet desteği sağlanarak azaltılabilir. Ayrıca yerli-yabancı yatırımcılara sunulan destekler ve cazip imkânlar zamanla güncellenerek ülke çıkarları korunmalı, değişken koşullarla uyum sağlamalıdır (Kaygusuz ve Sarı, 2003: 355).

II.2.2. Dünyada Enerji ve Ekonomik Büyümeye Etkisi

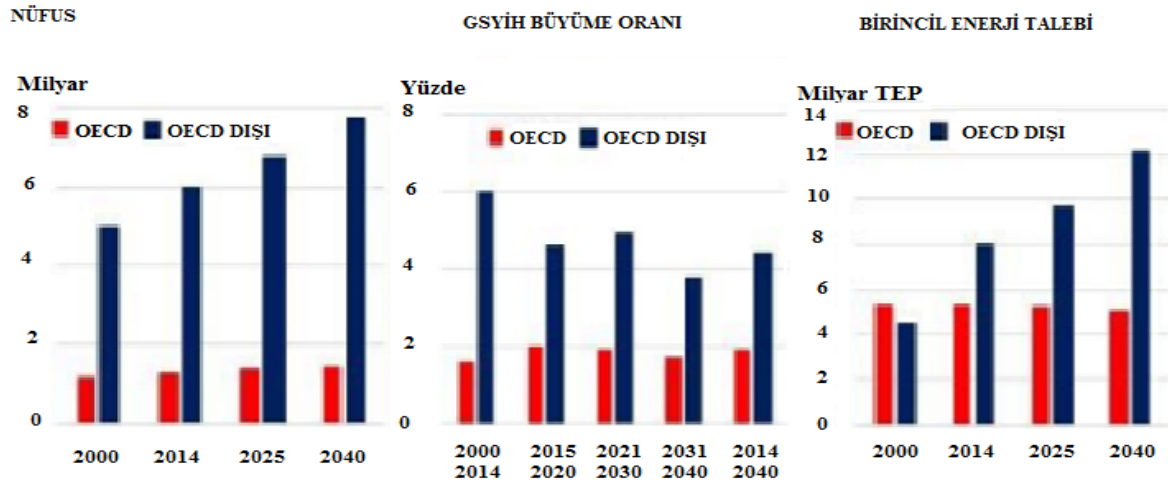
Enerji kaynaklarına sahip olma, taşıma için güzergâh yollarını ve son zamanlarda da artarak devam eden enerji ticaretini kontrol etmek için yapılan uğraşların, dünya üzerinde mevcut sıcak-soğuk savaşlara sebep olduğu göz önüne alındığında; enerji politikaları belirlemede daha güvenli yollar bulunarak bu alanda çalışmalar yapılmasının ne derece önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Özata, 2010: 2).

Dünyada fosil yakıtların rezervleri hızla azalırken, bilhassa petrol ve doğal gaz rezervleri kritik düzeylere doğru seyir hâlinindedir. Dünya üzerinde toplamda petrol rezervi 1,7 trilyon varil civarı, doğal gaz rezervi 187 trilyon m³ ve kömür rezervleri 892 milyar ton ölçülmüş olup; yaklaşık olarak dünyanın petrol ihtiyacını 51 yıl, doğal gaz için 53 yıl ve kömür için 114 yıl boyunca karşılamak için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. En çok yerel rezerv sahibi ülkenin ABD olduğu, ardından Rusya ve Çin'in geldiği belirtilmektedir (ETKB, 2017: 4-5).

Tüm bu gelişmelere rağmen nüfusun artış oranı ve enerji talebi artış oranı arasında doğru yönde bir ilişki mevcut değildir. Son 100 yılda enerji ihtiyacı 9,2 kat artmasına rağmen nüfusun 3,8 kat artışı bunun göstergesidir. Bu durum ise gelişmiş ülkelerle gelişmekte olan ülkelerin yapısal farklılıkların tezahürü olarak açıklanabilmektedir. Dünya nüfusunun %20'sine sahip gelişmiş OECD ülkeleri, toplam enerji tüketiminin %50'sinin sahibi durumunda iken toplam nüfusun %75'ini kapsayan gelişmekte olan ülkeler, toplam tüketimin %20'sine sahiptirler. Endüstrileşmiş ülkeler olan OECD ülkeleri nüfusunun artış oranı azalmış ve enerji odaklı ağır sanayi payının da azalmakta olduğu görülürken, gelişmekte olan ülkeler için ise tam tersi bir durumdan söz edilebilmektedir (Ağaçbiçer, 2010: 10).

Nüfus ve gelir artışıyla birlikte dünyada birincil enerji tüketimi de hızla artmaktadır. Bunlara paralel olarak nüfustaki artışın özellikle gelişmekte olan sanayi ve kentleşme oranının, küresel anlamda enerji talebini önemli derecede etkileyeceği öngörüsü hâkimdir. OECD dışında kalan ülkelerde oluşturacağı öngörülen bu etki, Şekil 4'te verilen nüfus, GSYİH büyüme oranı ve birincil enerji talebi projeksiyonlarında gösterilmiştir.

Şekil 4: Nüfus, GSYİH Büyüme Oranı ve Birincil Enerji Talebi Projeksiyonları



Kaynak: ETKB, (2017: 3).

Fosil yakıt paylarının, 2040 yılına kadar nispeten azalacağı ancak yine bu yakıtların hâkim kaynaklar olarak kalmaya devam edeceği senaryolar arasındadır. Birincil enerji kaynakları arasında nükleer enerjinin payının artacağı, 2040 yılındaki yenilenebilir enerji kaynaklarının payının ise %16,1 düzeyinde olacağı, küresel elektrik talebinin ise 2040 yılına kadar mevcut politikalar senaryosuna göre yıllık ortalama %2,3 olmak üzere %80 oranında artacağı öngörülmektedir. Yıllık ortalama %9,8 oranında büyüme paylarına sahip yenilenebilir enerji kaynakları, en hızlı büyüme oranına sahip enerji kaynaklarıdır. %2,3 yıllık ortalama ile nükleer enerjinin, %1,8 ortalama ile hidroelektrik enerjinin büyüme oranına ulaşacağı varsayılmaktadır. Yenilenebilir enerji büyüme oranı, birincil enerjinin toplam büyüme oranından daha büyüktür (ETKB, 2017: 3).

Sürdürülebilir bir kalkınma için sürdürülebilir temiz bir çevrenin ve sağlığın vazgeçilmez ön şart kabul edilmesi durumunda; her geçen gün artmaya devam eden nüfus, sanayi, bilişim-teknoloji sistemleri ve şehirleşme ile birlikte enerji kavramının önemi daha da artmaktadır. Çünkü günümüzde en çok kullanılan enerji türü olan elektrik enerjisine olan talep de hızla artmaktadır. Son dönemde rezervleri hızla tükenen birincil enerji

kaynaklarının yerine alternatif enerji kaynak arayışının yanı sıra fosil kaynakların, çevreye ve insan sağlığına vermiş olduğu zararların sıkça gündeme gelmesi, insanların bu konuda bilinçlenmesi, üretimi ve tüketiminde yönlendirici olmaktadır. Dünyada birincil enerji tüketiminin artışının ciddi boyutta olmaması hatta bazı ülkelerde azalışı, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişin bir göstergesi olarak kabul edilebilmektedir. Bu durum Tablo 2' de görülmektedir.

Tablo 2: Dünya Birincil Enerji Tüketimi (Milyon TEP)

ÜLKE	2013	2014	2015	Dünya Toplamındaki Payı (%)	Sıra No
Çin	2.903,9	2.970,3	3.014,0	22,9%	1
ABD	2,271,7	2.300,5	2.280,6	17,3%	2
Hindistan	626,0	662,2	700,5	5,3%	3
Rusya	688,0	689,8	666,8	5,1%	4
Japonya	465,8	453,9	448,5	3,4%	5
Kanada	335,0	335,5	329,9	2,5%	6
Almanya	325,8	311,9	320,6	2,4%	7
Brezilya	290,0	297,6	292,8	2,2%	8
Güney Kore	270,9	273,1	276,9	2,1%	9
İran	247,6	260,8	267,2	2,0%	10
Suudi Arabistan	237,4	252,4	264,0	2,0%	11
Fransa	247,4	237,5	239,0	1,8%	12
Endonezya	175,0	188,3	195,6	1,5%	13
Birleşik Krallık	201,4	188,9	191,2	1,5%	14
Meksika	188,9	190,0	185,0	1,4%	15
İtalya	155,7	146,8	151,7	1,2%	16
İspanya	134,2	132,1	134,4	1,0%	17
Avustralya	130,7	129,9	131,4	1,0%	18
Türkiye	120,3	123,9	126,9	1,0%	19
Tayland	120,3	123,4	124,9	0,9%	20
Güney Afrika	124,6	128,0	124,2	0,9%	21
Tayvan	109,9	111,4	110,7	0,8%	22
BAE	97,2	99,0	103,9	0,8%	23
Polonya	96,0	92,4	95,0	0,7%	24
Ukrayna	114,7	101,0	85,1	0,6%	25
TOPLAM	12.873,1	13.020,6	13.147,3	100,0%	

Kaynak: ETKB, (2017: 6).

Fosil yakıtlar olarak bilinen birincil enerji tüketimi açısından dünyada sırasıyla Çin, ABD ve Hindistan'ın bulunduğu tabloda Türkiye, 25 ülke arasında 19. sırada yer almaktadır.

Dünyada ve Türkiye'de birincil enerji kaynaklarının; rezervleri, tüketimi sonucunda çevreye olan zararları ve uzun vadede maliyetleri bakımından nükleer enerji ile karşılaştırıldığında, günümüzde öneminin giderek yitmeye başladığı ve nükleer enerjiyi cazip hale getirdiği gözlenmektedir. Çünkü nükleer enerji, son zamanlara kadar bilinmemiş ve kullanılmamış, doğal rezervi çok yaygın, ulaşım, mekân ısıtması ve diğer ekonomik faaliyetler için uygulanabilirliği bulunan, çok hızlı bir şekilde laboratuvar aşamasından diğer ekonomik aşamalara geçebilen sadece gerçek üretim için uygulanabilir olmayan bir enerji kaynağıdır. Bundan dolayı ekonomik coğrafya için oldukça önemli bir kaynak haline gelmektedir (Kaya, 2012: 73-74).

Nükleer enerji kullanımı bakımından yeni, teknolojik gelişim süreci çok hızlı ve kullanım alanı oldukça fazladır. En önemli kullanım alanı elektrik üretimidir. Ayrıca endüstride, tıpta ve silah sanayiinde (kıtalar arası balistik füzeler gibi) kullanımı da önemli düzeydedir. Günümüzde dünyada bulunan nükleer silahlar birçok gezegeni yok edebilecek güce sahiptir. Rusya, ABD, Fransa, İsrail, İngiltere, Çin, Pakistan, Hindistan, G. Kore gibi ülkeler nükleer silahları olan başlıca ülkeler arasındadır. Küresel öneme sahip bu silahlar çıkabilecek herhangi bir savaş durumunda, yalnızca savaş hâlindeki ülkeleri değil, tüm dünyaya tehdit oluşturacak boyuttadır. 1970'li yıllardaki petrol kaynaklı enerji krizi, petrole bağımlı ülkelerin büyük oranda nükleer enerjiye yönelişine sebep olmuştur. O dönemde nükleer enerji fiyatlarının, alternatiflerine rekabet edemeyecek seviyede olması nedeniyle uzun zaman geniş boyutta yararlanılamamıştır. Daha sonraları petrol krizi nedeniyle dünyada varil petrol fiyatı 3 dolardan 10 dolara çıktığında alternatifleriyle

rekabet edebilir duruma gelmiştir. Genel itibarıyla değerlendirilecek olursa dünya elektrik üretimindeki nükleer enerji payı zaman zaman meydana gelen azalmalara rağmen, devamlı mahiyette artmıştır (Temurçin ve Aliğaoğlu, 2003: 27). Dünya üzerinde mevcut nükleer enerji santralleri, henüz faaliyete geçmemiş inşası devam eden santraller ve elektrik üretiminde nükleer enerjinin payını gösteren veriler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3: Dünyada İşletmedeki ve İnşaat Hâlindeki Nükleer Santral Sayıları ile Ülkelerin Elektrik Üretiminde Nükleer Enerjinin Payı

ÜLKELER	İŞLETMEDEKİ NÜKLEER SANTRAL SAYISI	İNŞAAT AŞAMASINDAKİ SANTRAL SAYISI*	ELEKTRİK ÜRETİMİNDE NÜKLEER ENERJİNİN PAYI (%)
ABD	99	2	20%
Fransa	58	1	71,6%
Japonya	42	2	3,6%
Çin	39	18	3,9%
Rusya	35	7	17,8%
Güney Kore	24	4	27,1%
Hindistan	22	7	3,2%
Kanada	19	-	14,6%
Birlesik	15	-	19,3%
Ukrayna	15	2	55,1%
İsveç	8	-	39,6%
Almanya	7	-	11,6%
İspanya	7	-	21,2%
Belçika	7	-	49,9%
Çek	6	-	33,1%
Banglades	-	1	-
İsviçre	5	-	33,4%
Finlandiya	4	1	33,2%
Macaristan	4	-	50%
Slovakya	4	2	54%
Pakistan	5	2	6,2%
Arjantin	3	1	4,5%
Brezilya	2	1	2,7%
Bulgaristan	2	-	34,3%
Meksika	2	-	6%
Romanya	2	-	17,7%
Güney Afrika	2	-	6,7%
Ermenistan	1	-	32,5%
İran	1	-	2,2%
Hollanda	1	-	2,9%
Slovenya	1	-	39,1%
BAE	-	4	-
Beyaz Rusya	-	2	-
TOPLAM	449	60	%11

IAEA 2017 yılı verileri

Kaynak: IAEA, (2017: 142-143).

Tablo 3'te görüldüğü gibi nükleer enerji santrali bakımından birinci sırada yer alan ABD'nin elektrik üretiminin %20 oranında ve 99 nükleer santral ile gerçekleştirdiği, Fransa'nın 58 nükleer santrali ile %71,6 oranda, Japonya'nın ise %3,6 oranında 42 nükleer santral ile gerçekleştirdiği anlaşılmaktadır. Türkiye ve dünyada kullanımda olan enerjinin büyük bölümünü oluşturmakta olan elektrik enerjisi kullanım ve üretim miktarı da her geçen gün artarak devam etmektedir. Türkiye'de ise Rusya ile 12 Mayıs 2010 tarihinde imzalanan Akkuyu Nükleer güç santralının 2 Nisan 2018 tarihinde temeli atılmıştır. Bu santralin, 2023 yılında işletmeye alınması planlanmaktadır. Bazı ülkelerin elektrik üretimi ve dünya üretim toplamı içerisindeki payları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: Bazı Ülkelerin 2015 Yılı Elektrik Üretim Değerleri

ÜLKE	MİKTAR (TWh)	DÜNYA TOPLAMINDAKİ PAYI (%)	SIRA
Çin	5.810,6	24,1%	1
ABD	4.303,0	17,9%	2
Hindistan	1.304,8	5,4%	3
Rusya	1.063,4	4,4%	4
Japonya	1.035,5	4,3%	5
Almanya	647,1	2,7%	6
Kanada	633,3	2,6%	7
Brezilya	579,8	2,4%	8
Fransa	568,8	2,4%	9
Güney Kore	522,3	2,2%	10
Birleşik Krallık	337,7	1,4%	11
Suudi Arabistan	328,1	1,4%	12
Meksika	306,7	1,3%	13
İran	281,9	1,2%	14
İtalya	281,8	1,2%	15
İspanya	278,5	1,2%	16
Türkiye	261,8	1,1%	17
Tayvan	258,0	1,1%	18
Avustralya	253,6	1,1%	19
Güney Afrika	249,7	1,0%	20
Endonezya	234,7	1,0%	21
Mısır	180,6	0,7%	22
Toplam Dünya	24.097,7	100%	

1 Ocak 2017 tarihi itibarıyla en güncel verilerle hazırlanmıştır.

Kaynak: ETKB, (2017: 7).

Tablo 4'ten de anlaşıldığı gibi dünyanın en kalabalık nüfusuna sahip Çin, elektrik üretiminde 1. sırada yer almaktadır. Ancak ABD'nin 2015 yılı için 321 milyon nüfusunun 1 milyar 311 milyon olan Hindistan'ın 4 katı nüfusa sahip olmasına rağmen elektrik üretiminde ABD'den neredeyse %12,5 daha az paya sahip olması, nüfus ve enerji üretiminin doğru orantılı olmadığını, kanıtlar niteliktedir. Elektrik üretiminin kaynaklarına göre gösterimi Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5: Bazı Ülkelerin Kaynak Bazında Elektrik Üretim Oranı

ÜLKE	KÖMÜR	PETROL	DOĞAL GAZ	NÜKLEER	YENİLENEBİLİR ENERJİ	DİĞER
Fransa	%2,1	%0,3	%2,3	%77,6	%17,5	%0,2
Almanya	%45,4	%0,9	%9,9	%15,5	%28,0	%0,3
ABD	%39,5	%0,9	%26,8	%19,1	%13,6	%0,1
Kanada	%9,9	%1,2	%9,3	%16,4	%62,8	%0,3
Çin	%72,5	%0,2	%2,0	%2,3	%23,0	%0,0
Hindistan	%75,1	%1,8	%4,9	%2,8	%15,5	%0,0
Rusya	%14,9	%1,0	%50,1	%17,0	%17,0	%0,0
Dünya	%40,6	%4,3	%21,6	%10,6	%22,9	%0,1

Kaynak: ETKB, (2017: 8).

Tablo 5'te kömürün dünyada elektrik üretimi için hâlihazırda en yaygın şekilde kullanılan kaynak olduğu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının onu takip ettiği görülmektedir. ABD, Çin, Hindistan ve Almanya'nın kömürde, Rusya'nın doğal gazda, Fransa'nın nükleer enerjide ve Kanada'nın ise yenilenebilir enerji kaynakları ile elektrik enerjisi üretiminde en fazla pay sahibi olduğu anlaşılmaktadır (ETKB, 2017: 8).

II.2.3. Dünyada Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyümeye Etkisi

Dünyada yenilenebilir enerji kaynakları, enerji verimliliği konusunda büyük ilerleme kaydedilmesine rağmen, uluslararası hedeflere ulaşmada aynı ilerleme kaydedilememiştir. Ortalama küresel sıcaklık artışı en fazla 1,5 °C derece ile sınırlandırılabilmiştir. Zira bu eşiğin ötesindeki herhangi bir artış, dünya nüfusunun büyük kısmı için kuraklık, sel ve çok yüksek sıcaklıklar gibi aşırı iklim olayları riskini büyük ölçüde artıracaktır. Paris Anlaşması uyarınca 2018 yılında yayımlanan Hükûmetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 1,5 °C'nin üzerinde küresel ısınmasının etkileri hakkındaki özel raporda, küresel ısınmanın 1,5 °C'ye sınırlandırılması gerekliliği, bunun için uygun politikalar, yapılması gerekenler ve sonuçları özetlenmiştir. Raporda sürdürülebilir kalkınma, toprak, temiz enerji, sanayi, şehirleşme ve ulaşım konularına vurgu yapılmış, hızlı ve geniş kapsamlı dönüşümlerin gerekliliği anlatılmıştır. Bu rapor, küresel ısınmanın 1,5 °C'ye sınırlandırılması konusunda azaltma ve adaptasyon çerçevesinde, fizibilitenin gerçekleştirilmesi çevresel-ekolojik, jeofizik, teknolojik, sosyo-kültürel, ekonomik, ve kurumsal boyutlarıyla değerlendirilen koşulların sağlanmasıyla desteklenmektedir. Tüm bunların gerçekleştirilebilmesi, çok düzeyli yönetişimin güçlendirilmesi, politika araçları, kurumsal kapasite, finansın transferi ile teknolojik yenilikler ve mobilizasyonu, insan davranışları ve yaşam biçimlerindeki değişiklikler ile sağlanabilecektir (IPCC, 2018).

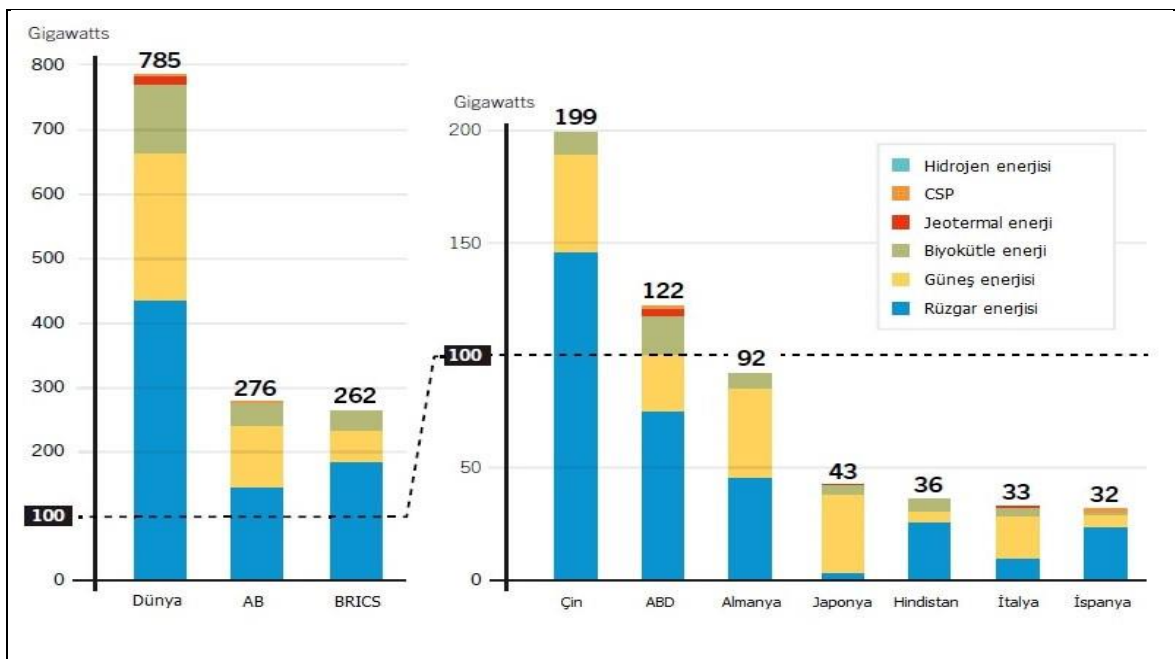
Yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması hâlinde CO₂ emisyonlarında önemli düşüşler sağlanarak çözüme katkı sunulabilecektir. 2000-2013 yılları arasında dünya genelinde fosil yakıt kaynaklı CO₂ emisyonunun %38, Türkiye'de %41 oranda arttığı görülmektedir. Bu artışta payı olan fosil yakıtlar arasında dünya genelinde en çok artışın kömür kaynaklı emisyonlarda gerçekleştiği, Türkiye'de ise kömür

kaynaklı emisyonların dünya ortalamasının yarısı kadar, doğal gazda ise dünya ortalamasının 5 katı miktarında arttığı ortaya çıkmıştır. Avrupa ülkeleri ise tüm yakıt türlerinde düşüş sağlamayı başarmıştır. Bu başarıda, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının payı olduğu değerlendirilmektedir (Dulkadiroğlu, 2018: 72). Yenilenebilir Enerji 2019 Küresel Durum Raporu'na göre Çin'de meydana gelen keskin düşüş, küresel yatırımların düşmesine sebep olmuştur. Gelişmekte olan ülkelere yatırım, dördüncü yıl için, gelişmiş ülkelere daha fazla gerçekleşmiştir. 2018'de yenilenebilir enerji ve yakıtlar için yeni küresel yatırım miktarı (50 MW'tan büyük hidroelektrik projeleri dâhil edilmemiştir) 288,9 milyar dolar olarak gerçekleşmiş olup; bir önceki yıla nazaran %11 oranında düşüş anlamına gelmektedir. Yenilenebilir enerji ve yakıtlara son beş yılda yapılan yatırım, yıl bazında 280 milyar doları geçmiştir. 2018 yılında 50 MW'tan daha büyük hidroelektrik projeleri için yapılan yatırımlar dâhil edildiğinde, en az 304,9 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. 2015 yılında yenilenebilir enerji yatırımlarında gelişmekte olan ekonomiler, ilk defa gelişmiş ülkeleri geçmiş, 2017'deki liderliklerini devam ettirmiş, 2018'de daha küçük de olsa bir miktar yine geçmişlerdir. Gelişmekte olan ülkeler için yapılan yatırımlar %25 azalışla 152,8 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Gelişmiş ülkeler için yapılan yatırımlar ise %11 artışla 136,1 milyar dolara yükselmiştir. 2018 yılı, yenilenebilir enerji, geleneksel termik enerji üretimi ile kıyaslandığında daha uygun maliyetli duruma gelmiştir. Yıl sonuna kadar küresel elektrik üretiminin tahminen %26'sından fazlası yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmıştır. Yenilenebilir enerji, dünya genelinde önemli düzeyde yayılmıştır. 2018'de dünya genelinde yenilenebilir enerji sektörü yaklaşık 11 milyon (doğrudan ve dolaylı) istihdam sağlamıştır. 2017 yılı itibariyle, toplam nihai enerji tüketiminin (TFEC) %18,1'i yenilenebilir enerjiden oluşmaktadır. TFEC'in %10,6'sı modern yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmıştır ve talep

bakımından 2016'ya nazaran %4,4 oranda büyüme gerçekleşmiştir. Yenilenebilir elektriğin daha fazla kullanımının artması için fırsatlar da artmaya devam etmiştir. Bu alanda teknolojilerin (ısı pompaları, pil depolama ve elektrikli araçlar vb.) etkinleştirilmesi amacı güden pazarlar büyümüşür (REN21, 2019: 1-9).

Biyometanol enerjisinin en büyük aktörü ABD olarak bilinmektedir. Brezilya ise 1930 yılları itibarıyla otomobil yakıtı olarak biyometanol kullanmaktadır. Brezilya'da üretilen biyometanol miktarının 1/3 oranında ABD'ye ihraç edilmektedir. Ayrıca yine Japonya ve AB ülkelerine de Brezilya'dan ihraç edilmektedir. Yaygın bir biçimde Asya-Pasifik ülkelerinde etanol programlarına yer verilmektedir. Hindistan'da 2001'den bu yana %5 olarak kullanılan etanol, 2008 yılı Kasım ayı itibarıyla %10 olarak kullanım zorunluluğu getirilmiş, 2017 yılı için ise %20 olarak gerçekleşeceği açıklanmıştır (Kapluhan, 2014: 110-111). Dünya üzerinde AB, BRICS ve en büyük yedi ülke için yenilenebilir enerji kapasiteleri Şekil 5'te gösterilmiştir.

Şekil 5: Dünya, AB-28, BRICS ve İlk Yedi Ülkede Yenilenebilir Enerji Kapasiteleri (2015)



Kaynak: REN21, (2016).

Çin, ABD, Brezilya, Almanya ve Japonya 2015 yılı sonuna kadar, toplam kurulu yenilenebilir enerji gücü elektrik kapasitesi ile en iyi ülkeler unvanını sürdürmüştür. Yaklaşık olarak 495 GW ile Çin, dünyanın yenilenebilir enerji kapasitesinin %25'inden fazlasına sahip durumdadır. Hidrolik enerji dâhil tüm kapasite açısından bakıldığında ise en iyi olan ülkelerin Çin, ABD ve Almanya olduğu, ardından Japonya, Hindistan, İtalya ve İspanya geldiği görülmektedir. Hidrolik enerji dâhil edilmeden yenilenebilir enerji kapasitesi bakımından dünyada en iyi 20 ülke içerisinde kişi başına düşen miktar ile en yüksek kapasiteye sahip ülkeler Danimarka, Almanya, İsveç, İspanya ve Portekiz'dir (Karalı, 2017: 42). 2018'de ise dünyanın çeşitli yerlerinde yenilenebilir elektrik üretiminde birçok kilometre taşına ulaşılmıştır. Avustralya, ilk kez yenilenebilir enerji kaynaklarının toplamının %20'sini alırken, Kosta Rika, %100 yenilenebilir enerji ile 300 gün enerji sağlamıştır. 2019 yılı başlarında, ABD'de yenilenebilir elektrik üretimi neredeyse 2008-2018 yılları arasındakinin iki katına sahip, kömür yakıtlı enerji üretim seviyelerine doğru ulaştığını, Avrupa'da, Portekiz 2018 yılında elektrik tüketiminin yarısından fazlasını yenilenebilir enerjiden üretilmiş kaynaklardan ve Birleşik Krallık, hem karada (%9,1) hem de denizde (%8) rüzgâr enerjisi için üretim payları ile yıllık rekorlar kırmıştır. İlk defa, AB yıllık elektriğin %15'inden fazlasını rüzgâr enerjisi ve güneş enerjisinden üretmiştir. Değişken yenilenebilir enerji kaynakları ile Danimarka (%51), Uruguay (%36), İrlanda (%29), Almanya (%26) ve Portekiz (%24) ve toplamda en az dokuz ülke 2018'de elektriklerinin %20'sinden fazlasını üretmiştir (REN21, 2019: 1).

Şu anda kullanılmaya hazır vaziyette dünyada bekleyen ama henüz keşfedilmemiş büyük bir potansiyel mevcuttur. Kuzey Amerika ve Avrupa'da uygun olan hidroelektrik alanlardan çoğunluğunun kullanılmaya başlanmasına rağmen, gelişmekte

olan ülkeler açısından ise mevcut bulunan hidroelektrik enerji potansiyeli kullanımına ciddi oranda hâlâ geçilmemiştir (Erdoğan, 2014: 41).

Dünya üzerinde hidrojen enerjisi ve yakıt pili konusunda pek çok çalışma devam etmektedir. Avrupa’da, hidrojen enerjisine geçilmesinin ABD ile Japonya’dan önce gerçekleşmesi, teknolojik ve ekonomik anlamda büyük avantajlar sağlayacağı öngörülmekle birlikte, AB hidrojen enerjisi AR-GE çalışmalarına, ilk beş yılına 5 milyar Euro kaynak ayırmıştır. ABD, hidrojen enerjisi ile çalışan otomobillerin geliştirilmesi için başlattığı proje için 1,7 milyar dolar kaynak ayırmıştır. Japonya 4 Milyar ABD Doları harcama planlaması yaparak, 2020 yılına kadar, hidrojen enerjisi teknolojilerine sahip olmayı hedeflemektedir. Yine İzlanda’da Milletlerarası Konsorsiyum kurarak, tam anlamıyla hidrojen enerjisi kullanımına, 2030 yılına kadar geçme konusunda hedef belirlemiştir. Avrupa Rüzgâr Enerji Birliğinin (EWEA) 2009 yılı raporuna göre Türkiye’nin de dâhil olduğu Avrupa kıtası üzerinde 10.000 MW toplam kurulu güç varken, 2015 yıl sonu itibarıyla, sadece 2015 yılında kurulan 13.805 MW ile toplam 147.772 MW güce yükselmiştir (Karalı, 2017: 43).

Yenilenebilir kaynak kullanımı için son yıllarda sosyal ve siyasi olarak baskının artmasıyla yenilenebilir kaynak maliyetleri fosil yakıt maliyetlerine doğru yaklaşmaktadır. Atık yönetimi, çevre vergileri vb. uygulamalar sayesinde yenilenemez kaynakların kullanım maliyeti artmaktadır. Diğer taraftan yenilenebilir kaynak sübvansiyonları ise bu kaynakların maliyetini düşürmektedir. Türkiye, Brezilya, Güney Afrika, Meksika ve Şili’de rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi maliyetleri doğal gaz ve kömür elektrik üretimi maliyetlerine yaklaşmıştır. Fosil yakıtlarla yenilenebilir enerji arasındaki maliyet farkı, teknolojik ilerlemeler sağlandıkça düşmektedir. Bu nedenden

ötürü yenilenebilir enerji yatırımları teşvikleri önem kazanmaktadır (Çınar ve Yılmaz, 2015: 74).

Uluslararası Enerji Ajansı tarafından dünyada rüzgâr enerjisi potansiyelinin belirlenmesi konusunda yapılan araştırmalara göre; 5,1 m/s üstünde rüzgâr kapasitesi olan bölgeler için uygulamaya dönük bazı toplumsal kısıtlamalardan ötürü %4 oranda kullanılabilceği varsayılmıştır. Dünyanın teknik rüzgâr potansiyeli 53.000 TWh/yıl olarak hesap edilmiştir. Kuzey Amerika’da rüzgâr enerji potansiyeli (14.000 TWh/yıl), Doğu Avrupa ve Rusya’da (10.600 TWh/yıl), Afrika’da (10.600 TWh/yıl), Güney Amerika’da (5.400 TWh/yıl), Batı Avrupa’da (4.800 TWh/yıl), Asya’da (4.600 TWh/yıl) ve Okyanusya’da (3.000 TWh/yıl) olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla dünya rüzgâr enerji potansiyelinin %66 ile Kuzey Amerika, Doğu Avrupa, Rusya ve Afrika ülkelerinin sahip olduğu anlaşılmaktadır (Şenel ve Koç, 2015: 48).

Dünya Enerji Konseyi (DEK), Dünyada nüfusun sürekli artması, yoğun nüfuslu ülkelerin kalkınma çabaları, şehirleşme oranının artması ve dünya üzerindeki tüm insanların yaşam kalitesi için iyileşme beklentileri vb. nedenlerle 2050 yılına kadar enerji talebinin 3 kat artacağı tahmin edilmektedir (Önder ve Gündüz, 2017: 118). Bu durum yenilenebilir enerji kaynaklarının gelecek açısından ne derece önemli olduğunun göstergesidir.

II.2.4. Türkiye’de Enerji ve Ekonomik Etkileri

Günümüzde meydana gelen hızlı küresel değişimlerden hareketle refah seviyesinin hem ekonomik hem sağlıklı yaşam düzleminde artırılabilmesi, sürdürülebilir temiz bir çevre ve sürdürülebilir ekonomik kalkınma ile mümkün olmaktadır. Tüm bunların sağlanabilmesi adına hızla tükenen ve ekosisteme zarar veren kaynaklardan, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeyi, özellikle Türkiye gibi yer altı fosil kaynakları

kısıtlı ülkelerde neredeyse zorunlu kılabilecek düzeye getirmiştir. Hem ekonomik hem de siyasal sorunlara yol açması nedeniyle enerjide dışa bağımlılık Türkiye’de kritik bir önem arz etmektedir. Son yıllarda, ithal enerji talebi artışı, Türkiye’deki cari açığın ciddi miktarda artışına sebep olmaktadır. Çünkü Türkiye ve diğer gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi üretimin gerçekleşmesi için ihtiyaç duyulan petrol ve doğal gaz gibi enerji kaynaklarında dışa bağımlılık cari açığı artırmaktadır (Sarıtaş, Genç ve Avcı, 2018: 181). Türkiye’nin enerjide ihtiyaç duyduğu açığın kapatılması ve dışa bağımlılığını azaltmada alternatiflerle çeşitlendirilmiş yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek öncelikli hedeflerindedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından etkin ve yaygın bir biçimde faydalanmak, petrol ve doğal gaz fiyatları dalgalanmalarının siyasi ve ekonomik yapıya olası etkilerini azaltacak özelliktedir. Özellikle Ekonomik büyümenin özellikle de petrol ve doğal gaz ithalatına bağımlı ülkeler açısından enerji ithalatı, cari açıkları derinleştirmektedir. Yapılan ampirik bir çalışmada, Türkiye’de 2003 yılının Kasım ayından önce gerçekleşen enerji fiyat şoklarının ekonomik açıdan durgunluğa sebebiyet vermeden, cari açığa negatif etki ettiği sonucuna varılmıştır (Demir, 2013: 13).

Yenilenebilir enerji üretiminin, istihdam yaratarak işsizlik sorununa çözüm olması, üretim ile kalkınma ve dışa bağımlılığı azaltarak cari açığın düşürülmesindeki pozitif katkısı, siyasi aktörlerin ve politika yapıcıların göz ardı etmemesi gereken noktalardandır. Yenilenebilir enerji santrallerinin kurulacağı alanda bölge halkına sağlayacağı faydalarda dâhil birçok sosyoekonomik katkısı bakımından sürdürülebilir kalkınmada büyük öneme sahiptir.

Ekonomik büyüme üretim artışı ile sağlanmaktadır. Üretimin olması için ise temel faktörleri arasında bulunan sermayenin var edilmesi gerekmektedir. Türkiye’de genellikle ara sermaye mallarının ithal edilmesi cari açığı artırıcı yönde etkilemektedir. Üretimin en önemli girdisi enerjiyi Türkiye %70 oranında ithal ederek dışa bağımlı kalmaktadır. Enerji tüketimi Türkiye’de sektörler bazında farklılık göstermektedir. Mevcut tüketim ekonomik büyüme-cari açık ilişkisini oluşturmaktadır. Özellikle 1980 sonrası Türkiye’de sanayileşme ve nüfus artışının hızlı artması yanında enerji tüketimi de hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Türkiye’de uygulanan neoliberal politikalar sayesinde dışa açılım artarken sanayi ve hizmet sektörü ayrıca önemli hâle gelmiş ve ekonomik gelişim için temel faktör olan enerji tüketimi daha da artmıştır (Yanar ve Kerimoğlu, 2011:193).

Türkiye’de hızlı artış seyrinde ilerleyen enerji talebi karşısında, bunlara paralel olarak, petrol başta olmak üzere doğal gaz enerji ithalatında da bağımlılık artış göstermektedir. Zira toplam enerji talebi açısından bakıldığında, yaklaşık olarak %25 yerli kaynaklar kullanılırken, kalan neredeyse %75’lik kısmı ithal kaynaklardan oluşmaktadır. Bu durumdan dolayı Türkiye’de, çok yönlü bir enerji stratejisi olarak yenilenebilir enerji payı artırılırken, kaynak sağladığı ülkeler ve güzergâh alternatiflerinin çoğaltılması, nükleer enerjinin faaliyete geçirilmesi, enerjide verimliliği arttırmak için çalışmalar yapılması amaçlanmaktadır (Çağlar, Kubar ve Korkmaz, 2017: 105-106).

Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığını azaltması için yenilenebilir enerji kaynakları konulu projelere destek vermesi ve enerji sektöründeki AR&GE harcamalarını artırması gerekmektedir. Ayrıca, Türkiye özellikle güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidrolik enerji ve jeotermal enerji gibi önemli potansiyele sahip, çok çeşitli yenilenebilir enerji kaynakları açısından zengin bir ülke konumundadır. Dışa bağımlılığın azaltılmasında bu kaynakların en verimli şekilde kullanılması önem arz etmektedir. Bu kaynakların üretim ve

tüketimi konusunda yalnızca birey ve işletmelerin bilinçli olması yeterli gelmemektedir. Devletin de bu yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim ve tüketimine yönelik teşvik politikalarını genişletmesi zorunluluk hâline gelmiş bulunmaktadır (Çoban ve Şahbaz, 2011: 17).

II.2.5. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Ekonomik Etkileri

Enerji alternatifi zengin sayılabilecek bir ülke olan Türkiye için ekonomik ve teknolojik dinamiklere bakıldığında, rüzgâr enerjisi yatırım yapılabilecek en uygun görünen sektördür. Türkiye’de ekonomik olarak üretimi yapılabilecek 10.000 MB’lık güç kapasiteli rüzgâr enerji potansiyeli ile enerjiye olan talebini karşılamada önemli ölçüde yeterli bir kaynaktır. Bugün gelinen noktada teknolojik anlamda rüzgâr enerjisi sektörü, türbin üretiminde değerlendirilen kule, kanat vb. bir takım parçaların yerel olanaklarla üretilmesi mümkündür. Finansal anlamda ise karbon ticareti dâhilinde rüzgâr enerjisi sektörü yatırımcısı Türk girişimci iş adamlarının, yüksek karbon üreten ülkeler ve özel şirketlerden karbon finansman kredisi alabilmesi nedeniyle finansman kolaylaşmıştır ve bu durum sektörün cazibesini artırmaya katkı sağlamaktadır. Son 15 yılda rüzgâr türbin maliyetleri, yerli mühendislik hizmetleri ile yerli girdilerin etkisiyle yarıya düşmüş, ayrıca santral kurulum maliyetleri de daha cazip hale gelmiştir. (Ağaçbiçer, 2010: 157-158).

Türkiye’de mevcut enerji politikası, üretim-tüketim arasındaki denge gözetilerek ihtiyaç duyduğu kadar, güvenli ve yerli kaynaklar kullanılarak üretilmiş enerji altyapısını gerçekleştirmektir. Bununla birlikte doğu ile batı arasında enerji köprüsü kurmak, enerjide dışa bağımlılığını azaltma gayreti göstererek ekonomik olarak büyüme sağlamak ve sosyal refah oranını artırmak ortak amacıdır. Elektrik arzı yetersizliği veya doğal gaz, petrol temininde yaşanan daralmalar, büyüme ve sosyal refah artışı yakalamada eksik başarı sonucu doğurmaktadır. Sonuçta enerjide arzın azalması, girdi fiyatları artışına,

bu da genel enflasyon düzeyindeki artışa neden olmakta, malların fiyatlarında yükselişe ve ekonomik büyüme oranına denk bir biçimde toplam talep azalmasına yol açmaktadır (Çağlar, Kubar ve Korkmaz, 2017: 104-105).

Yenilenebilir enerjiler ve yakıtlar alanında 2015 yılında 285,9 milyar dolar ile küresel yatırım rekor düzeye çıkmıştır. 2014 yılına nazaran %5’lik bir artış meydana gelmiştir. Hidroelektrik enerji projeleri dâhil 2015 yılında 50 milyon Watt üzerinde yenilenebilir enerji ve yakıtlar alanında toplamda asgari 328,9 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan 265,8 milyar dolar küresel yatırım, yeni kömür ve doğal gaz yakıtı kaynakları enerji üretimi için ayrılan 130 milyar dolar yatırımın iki katından fazla olması nedeniyle bugüne kadar yenilenebilir enerji lehine en büyük fark olarak değerlendirilmektedir (Karalı, 2017: 61). Türkiye’de 1960-2017 dönemi için GSYİH ve yenilenebilir enerji üretimi gelişimi Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6: Türkiye’de GSYİH ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretimi

YILLAR	GSYİH (Cari Milyar Dolar)	TOPLAM ÜRETİM (TEP)
1960	13,995	5.966
1965	11,967	6.066
1970	17,087	6.256
1975	44,634	7.384
1980	68,789	8.717
1985	67,235	9.021
1990	150,676	9.658
1995	169,486	10.776
2000	272,979	10.102
2005	501,416	10.130
2010	771,902	11.626
2011	832,524	11.222
2012	873,982	12.155
2013	950,579	13.087
2014	934,186	12.060
2015	859,797	15.645
2016	863,722	17.135
2017	851,549	17.989

Kaynak: OECD, (2019) ve World Bank, (2019).

Tablo 6'ya göre 1960-2010 yılları arasında 5 yıllık aralıklarla verilen üretim miktarları 2000-2017 yılları arasında yıl bazında gösterilmiştir. Yenilenebilir enerji üretim artışının 2012 yılında ivme kazandığı, 2014 yılında düşüş gösterdiği, ancak 2015 yılında yeniden artışa geçtiği anlaşılmaktadır. Cari GSYİH değerleri ile birlikte kıyaslandığında ise 1960 yılından 2017 yılına kadar artarak devam eden GSYİH değerinin, 2017 yılında 1960 yılı değerinin 60 katına çıktığı ancak yenilenebilir enerji üretiminin sadece yaklaşık 3 katına çıktığı görülmekle birlikte yeterli düzeyde üretim artışının olmadığı gözlemlenmektedir.

Ekonomik anlamda gelişen, büyüyen ve nüfusu sürekli artan Türkiye'de elektrik tüketimindeki talep miktarı, yıllık ekonomik büyüme miktarına kıyaslandığında, daha fazla artış eğilimindedir. Zira doğal gaz ve petrolün %90'dan fazlası ithal edilmekle birlikte enerjide dışa bağımlılığı %70 seviyesinin üzerinde gerçekleştiği göz önüne alındığında, enerjinin cari açık üzerindeki etkisi de ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda bir değerlendirme yapılacak olursa; yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tam kapasite kullanılması, teknolojik bilgi birikimi, insan kaynaklarının geliştirilmesi ve istihdam artışında önemli katkı sağlayacağı sonucunu doğurmaktadır.

Türkiye'de elektrik üretiminde 2016 yılında, doğal gaz %32,1, kömür %33,7 pay almıştır. Yüksek Planlama Kurulu 2009 yılı Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi'nde; Türkiye'de 2023 yılında elektrik üretiminde doğal gazın payını %30'un altına geriletmeyi ve enerji arzı güvenliğimizin sağlanması noktasında da enerji ithalatının azaltılması hususunda nükleer enerji, seçenek olmaktan çıkarılarak zorunluluk olarak görülmektedir (ETKB, 2017: 55).

Türkiye’de ithalat sebebiyle elektrik ve doğal gazın fiyatı, dünya petrol fiyatları ve döviz kurları göstergeleri doğrultusunda belirlenmektedir. Zira Türkiye’de genel enerji talebi yüksek oranda ithal edilerek karşılanmaktadır. Bu da elektrik enerjisi üretiminin döviz kuruna bağımlılık payının oldukça artmasına, maliyetin yükselmesine ve elektrik enerjisinin tüketiminin azalmasına neden olmaktadır (Çağıl, Türkmen ve Çakır, 2013: 170).

Türkiye için ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin birbirinden etkilendiği söylenebilir. G. Karhan, M. Silinir, M. Çayın, N. Aydeniz’in 1960-2011 dönemi için yaptıkları analizde Türkiye’de ekonomik büyümeye etki edebilecek faktörlerin sabit olduğu durumda enerjinin, ekonomik büyümeye etki edecek faktörlerden biri olduğu gösterilmiştir. Türkiye’de ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında iki yönlü nedensellik bağının varlığına dair işaretler olduğu gösterilmiştir. Diğer yandan, ekonomik büyümenin sonucunda gelir artışının, büyük bölümünün enerji tüketiminin fazla olduğu mal ve hizmetlerde kullanıldığı, kısacası gelir artışının büyük bölümünün yine enerji tüketimine yol açtığı ifade edilmiştir. Bu bağlamda Türkiye’nin enerji arz ve talebindeki dengenin sağlanması amacıyla enerji arzını artırma yönünde politikalar izlenmesi ve enerji-ekonomi ilişkisinde birbirine uyumlu politikalar geliştirilmesinin ekonomik istikrar sağlama noktasında gerekli olduğu söylenebilir (Karhan ve diğ., 2012: 85-86). Türkiye’de ekonomik büyüme artışı hızlandıkça enerjiye olan ihtiyaç artmakta ve dışa bağımlılığın birincil enerji kaynaklarında yüksek olması yenilenebilir enerjiye olan talebi canlandırmaktadır (Erdoğan ve diğ., 2018: 243).

Türkiye’de ekonomik büyümeyle beraber gelen enerji tüketimi artışı, enerjide çeşitlendirme politikaları uygulanmasının altında yatan sebeptir. Zira yerli kaynak üretimi enerji, talep artışını karşılayamaz durumdadır. Bu nedenle %70-80'lere varan oranlarda

enerjide dışa bağımlı kalmaktadır. Bundan dolayıdır ki ithal enerjinin faturası, zamanla cari açığın artışının en önemli sebeplerindendir ve enerjide dışa bağımlılığın azaltılması noktasında yeni politikalar üretilmesi kaçınılmaz olmuştur. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2015-2019 Stratejik Planı ile enerjide temel hedef dışa bağımlılığın azaltılması düzleminde politikaları daha ileriye taşımak üzere 2023 hedefleri içinde enerji temelli vizyon çalışmaları ile Türkiye'nin geleceğini yönlendirici niteliktedir. Türkiye hem ulusal hem de uluslararası piyasada enerji alanında kritik bir misyona sahiptir ve bu doğrultuda güçlendirilmiş politikalarla yoluna devam etmektedir. Bu bağlamda millî enerji ile maden politikaları gündeme gelmiş dolayısıyla stratejileri küresel enerji piyasalarındaki yerini sağlamlaştırmak üzere programlanmıştır (Çağlar, Kubar ve Korkmaz, 2017: 107).

Günümüzde hem dünya hem Türkiye'nin üzerinde önemle durarak çalışma yaptığı, politikalar geliştirdiği yenilenebilir enerji ve çevre sağlığına hayati önem atfedilmiştir. Diğer kaynaklarla kıyas yapıldığında başlangıç yatırımları nispeten daha pahalı olan yenilenebilir enerji kaynakları ekonomi için uzun dönemde sürdürülebilir ve kazanç getirici kaynaklardır (Çukurçayır ve Sağır, 2008: 260).

II.2.5.1. Türkiye'de Elektrik Enerjisi Görünümü

Gelişmiş ülkelerde enerji politikalarının temelinde enerji yoğunluğunu azaltarak enerji verimliliğini artırmak ve kişi başına düşen elektrik tüketim miktarını artırmak vardır. Enerji yoğunluğu ise burada toplamda millî hâsıla içerisinde birincil enerji tüketimidir. Bir ülkede kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimi ve enerji yoğunluğu o ülkenin gelişmişlik seviyesinin göstergesidir. Kısacası tüketimin yüksek oluşu ülkenin kalkınmışlık ve refah düzeyinin de bir anlamda yüksekliğinin ifadesidir. Enerji yoğunluğu düşüklüğü ise enerji sabit miktar enerji ile daha fazla iş yapılması anlamını taşır. Dünyada kişi başı elektrik enerjisi tüketim oranı yüksek olan ülkeler sırasına göre; İzlanda, Norveç,

Kuveyt, Katar, Kanada, İsveç ve ABD olarak sıralanabilir. Norveç, İsveç ve ABD’de düşük enerji yoğunluğu sebebiyle refah düzeylerinin daha yüksek olduğu söylenebilir (Koç ve Şenel, 2013: 41).

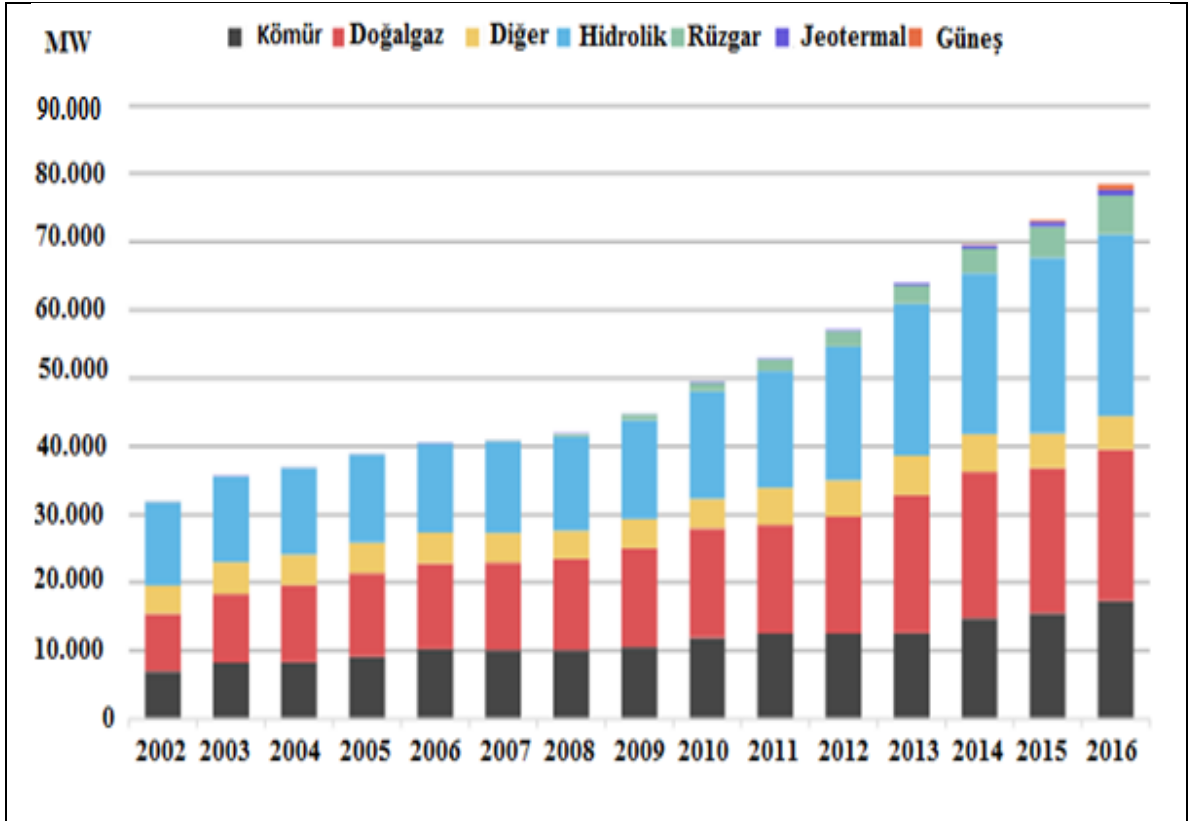
Türkiye’nin elektrik enerjisi açısından yaşadığı gelişim; 1984 öncesi dönemi ile Türkiye Elektrik Kurumu (TEK)’nin kurulması, 1984 yılından sonra 3096 sayılı TEK dışındaki kuruluşların elektrik üretimi, iletimi, dağıtımı, ticareti ile ilgili Kanun ile elektrik enerjisi sektöründeki ilk özelleştirme çalışmalarını kapsayan dönem ve 2001 yılından sonra 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu’nun (EPK) yürürlüğe girerek, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)’nin kurulduğu dönem olmak üzere üç dönem olarak ayırmak mümkündür (Ertuğrul, 2011: 55).

Türkiye’de elektrik tüketiminin, GSYH üzerinde özellikle 2003 yılı itibarıyla giderek artan bir etkisinin olduğu, küresel kriz nedeniyle 2009 yılından sonra azalmaya başladığı ancak 2011 yılı itibarıyla yeniden arttığı görülmüştür. İleriki yıllarda Türkiye’de elektrik yoğun yatırımların yapılacağı varsayıldığında, elektrik tüketimi ile GSYH ilişkisinin güçlenerek artacağı beklenmektedir. Ancak enerji arz güvenliği burada sorun teşkil etmektedir. Bu nedenle çözüm noktasında kaynak çeşitliliğinin artırılması gerekmektedir. Bu anlamda nükleer enerji, yüksek üretim kapasitesi nedeniyle, Türkiye’de zengin linyit rezervine sahip olduğundan, linyit kaynaklı termik santraller ile yenilenebilir enerji kaynakları ön plana çıkan seçenekler arasında görülmektedir (Ertuğrul, 2011: 49).

Türkiye’deki elektrik üretiminin neredeyse %75’i termik santraller kanalıyla yani doğal gaz, petrol ve kömür vb. fosil yakıtlar yoluyla üretilmektedir. Tabii bu kaynaklarda ülkemizde yeterince bulunmadığı, rezervler kısıtlı olduğu için ithal edildiğinden ithalat kaleminde önemli bir yer kaplamaktadır. Buradan da enerjide yüksek oranda dışa bağımlılık ödemeler dengesini zora sokmakla beraber ithal maliyeti eklenen

enerji ile üretim maliyetleri artmakta, ülke halkına da daha pahalıya mâl olmaktadır. Bu durum ayrıca üretim sektörü piyasasında rekabet fırsatına da olumsuz yansımaktadır. Türkiye’de 2002-2016 yılları arasında elektrik enerjisi üretimi kaynaklarına göre dağılımı Şekil 6’da gösterilmiştir.

Şekil 6: Türkiye’de Mevcut Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü (MW)



Kaynak: ETKB, (2017: 21).

Elektrik enerjisi kurulu güç bakımından 2002 yılında 31.846 MW iken 2016 yılı sonunda yaklaşık olarak 2,5 kat artış göstererek 78.497 MW olarak gerçekleşmiştir. 2002-2016 yılları arasında ise ortalama yıllık %7,1’lik oranda artış meydana gelmiştir. 2002’de elektrik enerjisi toplam kurulu gücün %38,4’ünü hidrolik kaynaklar alırken, doğal gaz %26,5, kömür %21,9’unu ve rüzgâr + jeotermal %0,1’ini almaktadır. %13 oranındaki payı ise diğer kaynaklar almıştır. 2016 yılı sonu baz alındığında ülkemizde elektrik enerjisinde kurulu güç dahilinde %34 hidrolik kaynaklar, %28,3 doğal gaz, %22,1 kömür

ve %9,4 oranında rüzgar+ güneş + jeotermal kaynaklar almıştır. Diğer kaynaklar ise %6,2 pay almıştır. 15 yıllık dönemde en büyük artış oranı rüzgâr ile jeotermal kaynaklı kurulu güçte olduğu anlaşılmaktadır. 2016 yıl sonu itibarıyla Türkiye’de elektrik üretimi 273,4 milyar kWh olarak, tüketim ise 278,3 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Yıllık elektrik enerjisinde tüketim artış hızının son 15 yıl için ortalama olarak %5,4 oranında gerçekleştiği ve elektrik tüketiminin 2002 yılında 132,6 milyar kWh iken 2016 yılında 278,3 milyar kWh ile yaklaşık 2 katına çıktığı anlaşılmaktadır. Elektrik enerjisi talep bazında artış 2014 yılı %4,4, 2015 yılında %3,3, 2016 yılında ise %4,7 oranında gerçekleşmiştir (ETKB, 2017: 13-20).

Büyüme ve istihdam elektrik tüketimine sebep olması durumunda ya da böyle bir nedensellik oluşmaması durumunda, iktisadi büyüme ve istihdam seviyesi üzerinde elektrik sektöründe yapılacak politikaların da bir etkisi olmayacaktır. Fakat elektrik tüketiminden istihdama ve büyümeye doğru bir nedensellik bulunduğu ise, elektrik tüketiminin düşmesini sağlayacak önlemler içeren politikalar, iktisadi büyüme ve istihdamı olumsuz etkileyecektir. Enerji sektörü arzında meydana gelen ani değişimlere karşı, makroekonomik değişkenlerin tepkisinin tahmin edilebilmesi, bu değişkenlerin enerji arzındaki meydana gelen ani kesintilere, enerji arz fiyatlarına, enerji tasarrufu ile beraber yeni enerji kaynakları keşfedilmesine yönelik hassasiyetinin belirlenmesi çok büyük önem arz etmektedir. Büyüme ve istihdam yaratılması eğer elektrik tüketimine neden oluyor ise ya da böyle bir nedensellik bağı yok ise elektrik sektöründe yapılacak olan politikalar, istihdam seviyesine etki edemeyecektir. Fakat elektrik tüketim seviyesinin düşmesine neden olacak politikalar istihdam seviyesine olumsuz yönde etki edecektir (Polat, Uslu ve San, 2011: 350). Türkiye’de sanayi ve ulaştırma sektörleri enerji tüketimi ve reel GSYİH arasında iki yönlü nedensellik ilişkisinin bulunması, geri besleme hipotezini geçerli

kılmaktadır. Enerji tüketimi sanayi ve ulaştırma sektöründe arttığında ekonomik büyüme de artacaktır. Yine ekonomik büyüme artışı da sanayi ve ulaştırma sektörlerindeki enerji tüketiminin artmasına sebep olacaktır. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlı olması ve dış ticaret açığıının arttığı dikkate alındığında, enerji etkinliğini artırmak amaçlı politikalar uygulanmalıdır. Kısaca birim enerji girdi başına üretilecek çıktı miktarının artırılması gerekmektedir. Enerjide dışa bağımlılığın azaltılması ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanması için öncelikle yerli ve yenilebilir enerji kaynakları tercih edilmelidir. Enerji kaynaklarına ve ithalat yapılan ülkelere alternatifler eklenmesi çok büyük önem arz etmektedir (Usta ve Berber, 2017: 183).

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli elektrik üretiminde iyi değerlendirememektedir. Potansiyelde; hidrolik enerjide %41,3, rüzgâr enerjisinde %4,8, jeotermal enerjide %25,3, biyokütle enerjisinde %7,9'unu kullanmaktadır. Güneş enerjisi ise büyük bölümünü sıcak su elde etmek amaçlı kullanılmaktadır. Toplam yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli (jeotermal ısı hariç) 154.137 MW kurulu güç anlamına gelmektedir. Bu gücün Türkiye'de sadece %12,9'u elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. Mevcut linyit ve maden kömürü kaynakları buna eklenirse güç potansiyeli 174.637 MW'a kadar çıkmaktadır. Bu rakamlar Türkiye'nin şu andaki mevcut kurulu gücünden üç katından daha fazlasına tekabül etmektedir. Teorik olarak bu kaynaklar verimli kullanıldığında Türkiye'nin elektrik üretmek için dışa bağımlı olmaması gerekmektedir (Yılmaz, 2012: 51). Türkiye'de 1970-2017 yılları arası elektrik enerjisi üretimi kaynak bazında yenilenebilir (güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal, biyogaz ve atık kaynaklar) ve yenilenemez enerji, paylarına göre Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 7: Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminin Gelişimi

Yıl	Toplam (GWh)	Kömür	Sıvı yakıtlar	Doğal gaz	Hidrolik	Yenilenebilir Enerji ve Atıklar
1970	8.623	32,7	30,2	-	35,2	1,9
1971	9.781	30,4	41,2	-	26,7	1,7
1972	11.242	26,0	43,9	-	28,5	1,6
1973	12.425	26,1	51,3	-	21,0	1,6
1974	13.477	28,8	44,8	-	24,9	1,5
1975	15.623	26,3	34,5	-	37,8	1,4
1976	18.283	23,7	29,6	-	45,8	0,9
1977	20.565	23,8	33,4	-	41,7	1,1
1978	21.726	25,7	30,7	-	43,0	0,6
1979	22.522	28,6	25,1	-	45,7	0,6
1980	23.275	25,6	25,0	-	48,8	0,6
1981	24.673	24,9	23,6	-	51,1	0,4
1982	26.552	24,2	22,4	-	53,4	0,0
1983	27.347	31,4	27,1	-	41,5	0,0
1984	30.614	33,0	23,0	-	43,9	0,1
1985	34.219	43,9	20,7	0,2	35,2	0,0
1986	39.695	49,0	17,6	3,4	29,9	0,1
1987	44.353	39,8	12,4	5,7	42,0	0,1
1988	48.049	26,0	6,9	6,7	60,3	0,1
1989	52.043	38,9	8,2	18,3	34,5	0,1
1990	57.543	35,1	6,8	17,7	40,2	0,2
1991	60.246	35,8	5,6	20,8	37,6	0,2
1992	67.342	36,5	7,8	16,0	39,5	0,2
1993	73.808	32,1	7,0	14,6	46,1	0,2
1994	78.322	36,0	7,1	17,6	39,1	0,2
1995	86.247	32,5	6,7	19,2	41,2	0,4
1996	94.862	32,0	6,9	18,1	42,7	0,3
1997	103.296	32,8	6,9	21,4	38,5	0,4
1998	111.022	32,2	7,2	22,4	38,0	0,3
1999	116.440	31,8	6,9	31,2	29,8	0,3
2000	124.922	30,6	7,5	37,0	24,7	0,3
2001	122.725	31,3	8,4	40,4	19,6	0,3
2002	129.400	24,8	8,3	40,6	26,0	0,3
2003	140.581	22,9	6,6	45,2	25,1	0,2
2004	150.698	22,8	5,0	41,3	30,6	0,3
2005	161.956	26,6	3,4	45,3	24,4	0,3
2006	176.300	26,4	2,4	45,8	25,1	0,3
2007	191.558	27,9	3,4	49,6	18,7	0,4
2008	198.418	29,1	3,8	49,7	16,8	0,6
2009	194.813	28,6	2,5	49,3	18,5	1,2
2010	211.208	26,1	1,0	46,5	24,5	1,9
2011	229.395	28,8	0,4	45,4	22,8	2,6
2012	239.497	28,4	0,7	43,6	24,2	3,1
2013	240.154	26,6	0,7	43,8	24,7	4,2
2014	251.963	30,2	0,9	47,9	16,1	4,9
2015	261.783	29,1	0,9	37,9	25,6	6,5
2016	274.408	33,7	0,7	32,5	24,5	8,6
2017	297.278	32,8	0,4	37,2	19,6	10,0

Kaynak: TÜİK, 2019

Tablo 7 incelendiğinde, toplamda üretilen elektriğin 2009 yılı hariç (azalış göstermiştir) genel itibarıyla yıllara göre artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Kömür kaynaklı üretim yıllara göre yaklaşık olarak ortalama %30'larda pay almaktadır. Sıvı yakıt kaynaklı üretim de yıllar içerisinde iniş çıkışlar olsa da genel anlamda üretimin azalarak devam ettiği görülmektedir. Doğal gaz kaynaklı üretimin 1985 yılında başladığı ve 2008 yılına kadar artarak %49,7 seviyelerine yükseldiği, sonrasında iniş çıkışların olduğu ancak 2017 yılında %37,2 seviyesinde kaldığı anlaşılmaktadır. Hidrolik enerjisi kaynaklı üretimde düzensiz iniş çıkışların yaşandığı ancak 1970 yılında %35,2'den 2017 yılında %19,2 seviyesine gerilediği görülmektedir. Yenilenebilir enerji üretiminde ise 1970 yılında %1,9 oranında pay almakta, sonrasında zamanla ters orantılı olarak düşüş olduğu, 1982 yılında %0 seviyesine kadar indiği, 1986 yılında %0,1 ile başlayan süreçte 1986-1989 arası sabit kalırken, 1990-1994 yıllarında yine %0,2 ile sabit kaldığı, 1997-2006 yıllarında %0,2-0,4 seviyelerinde inişli çıkışlı seyrettiği, 2007 yılı ve sonrası ise %0,4 seviyelerinden başlayarak artış moduna geçtiği ve 2017 yılı itibarıyla %10 seviyelerine ulaşıldığı gözlenmekle birlikte 1982, 1983 ve 1985 yıllarında hiç yenilenebilir enerji üretiminin olmaması dikkat çekmektedir.

Türkiye enerjide yüksek oranda dışa bağımlı bir ülke konumundadır. Ayrıca ihracatının ithalatına oranla düşük seviyede kalması Türkiye'nin cari açık sorunu ile karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. Türkiye'de cari açık üzerinde önemli oranda katkısı olduğu düşünülen enerji sektöründeki bağımlılığının yansımalarının değerlendirilmesi amacıyla elektrik enerjisinin 2002-2016 dönemi için üretim-tüketim ile ithalat-ihracat durumu Tablo 8'de yer almaktadır.

Tablo 8: Türkiye Elektrik Enerjisi Görünümü (GWh)

YIL	ÜRETİM	İTHÂLAT	İHRACAT	TÜKETİM	ÜRETİM ARTIŞ ORANI	TÜKETİM ARTIŞ ORANI
2002	129.400	3.588	435	132.553	% 5,4	% 4,5
2003	140.581	1.158	588	141.151	%8,6	% 6,5
2004	150.698	464	1.144	150.018	%7,2	% 6,3
2005	161.956	636	1.798	160.794	%7,5	% 7,2
2006	176.300	573	2.236	174.637	%8,9	% 8,6
2007	191.558	864	2.422	190.000	%8,7	% 8,8
2008	198.418	789	1.122	198.085	%3,6	% 4,3
2009	194.813	812	1.546	194.079	%-1,8	% -2,0
2010	211.208	1.144	1.918	210.434	%8,4	% 8,4
2011	229.395	4.556	3.645	230.306	%8,6	% 9,4
2012	239.497	5.826	2.954	242.370	%4,4	% 5,2
2013	240.154	7.429	1.227	246.357	%0,3	% 1,6
2014	251.963	7.953	2.696	257.220	%4,9	% 4,4
2015	261.783	7.135	3.194	265.724	%3,9	% 3,3
2016	273.387	6.400	1.442	278.345	%4,4	% 4,7

Kaynak: ETKB, (2017: 13).

Tablo 8'den anlaşıldığı üzere 2002 yılı itibarıyla elektrik üretiminin 2009 yılında azalırken sonraki yıllarda düzenli bir şekilde artış gösterdiği, ithalatın 2004 yılından sonra giderek artış gösterdiği ancak ihracatın 2002 yılı itibarıyla inişli çıkışlı düzensiz bir seyir izlediği anlaşılmaktadır. Tabloda 2009 yılında elektrik üretim artış oranının -%1,8 düzeyinde gerilediği, tüketiminde yine -%2 oranında gerilediği en düşük artış oranının da 2009 yılından sonra %1,6 ile 2013 yılında gerçekleştiği dikkat çekmektedir. Özetle 2002-2003 yıllarında yüksek ithalat ve düşük ihracatın gerçekleştiği, 2004 yılından itibaren 2010 yılına kadar ihracatın yüksek ithalatın düşük bir seyir izlediği ancak 2011 yılından 2016 yılına kadar ise yüksek oranda ithalat yapıldığı ancak düşük oranda ihracat gerçekleştiği gözlenmekte, cari açık bakımından etkisi açıkça görülmektedir.

II.2.5.2. Türkiye’de Biyokütle Enerjisi Görünümü

Biyoetanol bakımından Türkiye’de üretim kapasitesi oldukça fazladır. Ancak sadece 3 firma üretim gerçekleştirmektedir. Bunlar; (Tarımsal Kimya Teknolojileri Sanayi ve Ticaret A.Ş. (TARKİM), Tezkim Tarımsal Kimya İnşaat Sanayi ve Ticaret A.Ş. (TEZKİM) ve Konya Şeker Sanayi ve Ticaret A.Ş.’dir. Toplamda hepsinin biyoetanol üretim kapasitesi 149.5 milyon litredir. Ticari anlamda net üretim düzeyi ise 70 milyon litredir. Resmi gazetede 27.09.2011 Tarihinde yayımlanan EPDK kararınca, ham maddesi yerli tarım ürünleri olan biyoetanol 01.01.2013 tarihi itibarıyla en az %2, 01.01.2014 itibarıyla ise %3 oranda ilave edilme zorunluluğu getirilmiştir. Üretimi yapılan biyoetanolün %2 oranlık bölümü özel tüketim vergisinden (ÖTV) muaf edilmiştir. Ülkemizde üretilen biyoetanolün benzinle %3 oranında karıştırılması petrol ithalatımızın 385, %5’e çıkarılması durumunda ise 596 milyon dolar azaltılabileceği ifade edilmektedir (Adıgüzel, 2013: 206).

Biyokütle enerjisi üretim metodunun, enerji tarımı, enerji planlaması ve tarımsal üretimin birlikte planlanması gerekmektedir. Tarım ülkesi olan Türkiye’de gıda üretimi dışında ve kültürel yetiştiricilik dışında fotosentezle kazanılabilecek enerjiyle üretilebilecek brüt potansiyel miktarı 135-150 Mtep/yıl olduğu varsayımı ile birlikte ülkede tüm tarım alanlarında yapılan yetiştiriciliğin sadece biyokütle enerjisi üretimi amacıyla kullanılabilmesi mümkün değildir. En üst seviye potansiyeli teknik olarak 40 Mtep/yıl ekonomik sınırlamayla 25 Mtep/yıl olarak alınabilir. Motor biyoyakıt için Türkiye’de gerekli olan eşdeğer enerji tarımıdır. Pankobirlik rakamlarına göre şeker pancarı ile biyoetanol üretimi yapılabilecek 4,5 milyon dekar alan mevcuttur. Bu da yaklaşık olarak 2-2,5 milyon ton alkole karşılık gelir ki; iyi bir planlama ile ihracatı yapılabilecek duruma getirilebilecektir (Topal ve Arslan, 2008: 244).

III. BÖLÜM

1960-2017 DÖNEMİ TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİ İLE

EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ ANALİZİ

III.1.Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Gelişmiş ülkelerde enerji politikalarının temelinde enerji yoğunluğunu azaltarak enerji verimliliğini artırmak ve kişi başına düşen elektrik tüketim miktarını artırmak vardır. Enerji yoğunluğu ise burada toplamda millî hasıla içerisinde birincil enerji tüketimidir. Bir ülkede kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimi ve enerji yoğunluğu o ülkenin gelişmişlik seviyesinin göstergesidir. Kısacası tüketimin yüksek oluşu ülkenin kalkınmışlık ve refah düzeyinin de bir anlamda yüksekliğinin göstergesidir.

Nihai amacı refahı en yüksek seviyeye çıkararak, gelişmiş ülke konumuna yükselmek olan Türkiye, gelişmekte olan ülkeler kategorisinde yer almakta ancak enerjide dışa bağımlı bir ülke konumunu hâlen korumaya devam etmektedir. Dünyada azalan fosil yakıt rezervleri ve hızla artan talebi nedeniyle ülkeler ekonomisine etki eden en önemli girdilerin başında gelen enerji konusu, Türkiye açısından çözüm bekleyen konulardan biridir. Nitekim Türkiye enerji bakımından yüksek oranda dışa bağımlı olmasına rağmen coğrafi konumu ile fosil kaynaklı enerjilere alternatif olarak yenilenebilir enerji kaynağı bakımından zengin bir ülke sayılabilmektedir. Bu bakımdan hem sosyal hem de ekonomik anlamda bu avantajını değerlendirmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada 1960-2017 yılları arasında Türkiye'de yenilenebilir enerji üretiminin ekonomik büyümeye olan etkisinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda birim kök testleri, Johansen Eşbütünleşme Testi ile FMOLS ve DOLS yöntemleri kullanılarak analiz yapılmaya çalışılacaktır.

III.2. Literatür

Hem gelişmiş ülkeler hem de gelişmekte olan ülkeler için en dikkat çeken başlıklardan birisi olan yenilenebilir enerji, türleri, faydaları, geleceği, enerji alanındaki engeller ve destek politikaları başta olmak üzere birçok araştırmaya konu edilmiştir. Hem Türkiye’de hem de Dünya üzerinde enerji ile ilgili yapılan araştırmalar mevcuttur. Bu çalışmalar içerisinde, yenilenebilir-yenilenemez enerji ayrımı gözetmeksizin yapılan araştırmalardan bazılarından kısaca bahsedilmiştir.

Utlu ve Hepbaşı (2006), çalışmalarında; ekserji analizi ve değerlendirmesi ile yenilenebilir enerji kaynaklarının gelecekteki uygunluğu araştırılmıştır. Sürdürülebilir gelişim ve ekserji arasında güçlü bir bağın varlığının vurgulandığı çalışmada ekserji ile enerji modellenmesi ve genel ilişkileri anlatılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel problemleri çözümede en başarılı, etkin ve verimli çözüm olduğu ifade edilmiştir. Ekserji analizi ile ekserji verimliliği gösterilmiştir. Güneş enerjisi kullanılarak yapılan sıcak su ısıtıcısında yapılan çalışma sonucu verim %0,77 olarak bulunmuş bu verimin artırılmasına ilişkin teklifler sunulmuştur. Rüzgâr enerjisi sistemleri için enerji ve ekserji arasında, düşük ve yüksek rüzgâr hızlarında ortalama farklılık sırayla %40-%55 olarak ifade edilmiştir. Jeotermal sistemlerden bazıları için ekserji-enerji analizi ölü hâl durumu ile farklı teknoloji içeren sistemler için %16.3 ile %53.9 olduğu anlatılmıştır.

Lee (2006), aynı düzeyde gelişme gösteren 11 büyük sanayileşmiş G-11 ülkesinde enerji tüketimi ve gelir arasındaki ilişkiyi yeniden araştırmak ve ülkelerde enerji tasarrufu politikalarının uygulanıp uygulanamayacağını araştırarak, “Tüm sanayileşmiş ülkelerde ekonomik büyümeden ödün vermeden enerji tüketimini kısıtlamak mümkün mü?” sorusuna cevap aramıştır. Toda ve Yamamoto tarafından geliştirilen yeni bir Granger nedensellik testi uygulanmış, sonuçta tarafsız bir ilişkinin bulunduğu İngiltere, Almanya ve

İsveç haricinde enerji tüketimi ve gelirin birbirini etkilemediği görüşünü açıkça desteklemediği, ABD’de iki yönlü nedensellik ve Kanada, Belçika, Hollanda ve İsviçre’de enerji tüketiminden GSYH’ya doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bu durumun enerji tasarrufunun son beş ülkede ekonomik büyümeyi engelleyebileceğini göstermekte olduğu sonucuna varılmıştır.

Rufael (2006), çalışmasında; 17 Afrika ülkesinde 1971-2001 dönemi için elektrik tüketimi ile GSYİH ilişkisi araştırılmış, sınır testi yaklaşımı ile 12 ülkede Granger nedensellik ilişkisi, 9 ülkede eşbütünleşme ilişkisi, bulunmuştur. Bunların 6’sında GSYİH’dan elektrik tüketimine, 3’ünde elektrik tüketiminden GSYİH’ya nedensellik ilişkisi, 3 ülkede ise iki yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Jobert ve Karanfil (2007), Türkiye için 1960-2003 dönemi için konut, sanayi ve toplam enerji tüketimleri ile sanayi katma değeri ve yıllık reel GSYİH verileri kullanılarak, eşbütünleşme ve granger nedensellik testleri uygulanmış, toplam reel GSYİH ile enerji tüketimi ve sanayi katma değeri ve sanayi enerji tüketimi arasındaki ilişkinin nötr olduğu sonucuna varılmıştır.

Aytaç (2010), çalışmasında, enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ekonomik politikalara yön veren önemli göstergelerden biri olduğundan bahsedilerek, 1975-2006 döneminde Türkiye’de enerji ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi, Granger nedensellik ve çok değişkenli vektör otoregresyon modelleri (VAR) yöntemleri kullanılarak incelenmiş; enerji tüketiminden iş gücüne doğru ve ekonomik büyümeden sermayeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna varılmıştır. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında mevcut bir ilişkinin olup olmayışı, olması hâlinde ilişkinin yönü, enerji piyasalarında etkin devlet rolü bulunan ülkelerde enerji politikası kararlarına büyük ölçüde etki edecektir. Enerjiden ekonomik büyümeye doğru bir ilişkinin

varlığı söz konusu olduğunda, enerji tasarrufu, enerji vergileri ve enerji fiyatları vb. korumacı politikaların büyüme olumsuz yönde etkileyeceği ifade edilmiştir.

Öztürk (2010), büyüme hipotezinin enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedenselliği ifade ettiğini, yani yenilenebilir enerji tüketimi artışının ekonomik büyüme sağladığını, azalışın ise büyümede negatif etkide bulunacağını ifade etmiştir. Enerji konusunda az bağımlı olan ülkelerde enerji koruma politikalarının büyüme üzerindeki negatif etkisinin çok az olacağını ya da hiç olmayacağını ileri sürmüştür. Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin ortak belirlendiği ve birbirlerini etkilediğini ise geri besleme hipotezi ile anlatmakta, değişkenler arasında da çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ifade etmektedir. Ampirik bir çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında bir nedensellik bağının bulunmayışını yansızlık hipotezi şeklinde anlatmaktadır. Şayet bu hipotez doğrulanırsa, yenilenebilir enerjide genişletici ya da korumacı politikaların büyümeye etki etmeyeceği sonucu çıkarılabilecektir.

Menegaki (2011), 1997–2007 döneminde çok değişkenli bir panel çerçevesinde 27 Avrupa ülkesi için ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji arasındaki nedensel ilişki üzerine, rastgele bir etki modeli kullanarak ve nihai bağımsız enerji tüketimi, sera gazı emisyonları ve ek bağımsız değişkenler olarak istihdam dâhil, deneysel bir çalışma yapmıştır. Modelde ampirik sonuçlar, yenilenebilir enerji tüketimi ile GSYİH arasındaki nedenselliği doğrulamamakta ancak panel nedensellik testleri yenilenebilir enerji ile sera gazı emisyonları ve istihdam arasındaki kısa vadeli ilişkileri ortaya çıkarmaktadır. Tahmini eşbütünleşme faktörü, Avrupa'daki ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkinin zayıf olduğunu göstermektedir. Bu da bir bütün olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının dengesiz ve yetersiz bir şekilde kullanılmasıyla

açıklanabilmekte ancak varsa, ekonomik güçsüzlük ile enerji tüketimi arasındaki ilişkinin zayıf olduğuna işaret etmektedir.

Polat, Uslu ve San (2011), çalışmalarında; 1950-2006 dönemi için Türkiye’de elektrik tüketimi ile istihdam ve ekonomik büyüme ilişkisi, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi sınır testi ARDL (Autoregressive Distributed Lag) Gecikmesi Dağıtılmış Sınır Testi ve Granger nedensellik testi temelinde çok değişkenli vektör hata düzeltme modeli kullanılmak suretiyle analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda; uzun dönemde bahsi geçen değişkenler arasında bir eşbütünleşme olduğu, elektrik tüketimi ve istihdamdan reel GSMH’ya doğru uzun dönemde bir nedenselliğin bulunduğunu ancak kısa dönemde istihdam düzeyinden elektrik tüketimine doğru tek yönlü nedensellik bağına işaret etmekte olduğu ifade edilmiştir.

Karhan, Silinir, Çayın ve Aydeniz (2012), çalışmalarında 1960-2011 dönemini Türkiye’de ekonomik büyümeye etki edebilecek faktörlerin sabit olduğu durumda enerji, ekonomik büyümeye etki edecek faktörlerden biri olduğu gösterilmiştir. Türkiye’de ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında iki yönlü nedensellik bağının varlığına dair işaretler olduğu gösterilmiştir. Diğer yandan, ekonomik büyümenin sonucu olarak elde edilen gelir artışının, büyük bölümünün enerji tüketiminin fazla olduğu mal ile hizmetlerde kullanıldığı, kısacası gelir artışının büyük bölümünün yine enerji tüketimine yol açtığı ifade edilmiştir.

Çetin ve Şeker (2012), çalışmasında Toda-Yamamoto test sonuçlarına göre enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığı gösterilmektedir. Ayrıca enerji tüketiminin, ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve güçlü bir etki sahibi olduğu ileri sürülmüştür.

Bildirici, Bakırtaş ve Kayıkçı (2012), çalışmasında yenilenebilir enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisinin, birçok çalışmaya konu olduğu ancak farklı ülkelerde farklı veri setlerinin ve analiz modellerinin uygulanması nedeniyle üzerinde tam bir ortak sonuca varılamadığı vurgulanmıştır.

Erdal (2012), çalışmasında gelişmişlik düzeyi ve enerji tüketimi arasında bulunan çift yönlü pozitif bağıntı doğrulanmıştır. Büyüme ve kalkınmayla doğru orantıda artmaya devam eden enerji tüketiminin, enerji arzı güvenliği konusunda da sorun doğuracağı vurgulanmıştır. İthal enerjide yüksek bağımlı Türkiye gibi ülkelerde yenilenebilir yerli enerji kaynakları potansiyelinden faydalanmanın enerji arzı güvenliğini artırma/sağlama etkisinin yanı sıra, özellikle de yaygın genç nüfus işsizliği problemine de çözüm noktasında katkıda bulunacağı ileri sürülmektedir.

Pao ve Fu (2013), Brezilya'da 1980-2010 dönemi için Johansen Eşbütünleşme Testi, Granger Nedensellik Testi uygulanarak yapılan analiz sonucunda; hidroelektrik olmayan yenilenebilir enerji tüketiminden (NHREC) ekonomik büyümeye tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Öte yandan ekonomik büyüme ve toplam yenilenebilir enerji tüketimi (TREC) arasında ise çift yönlü nedensellik olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Ertuğrul (2013), çalışmasında 1970-2011 dönemi için Türkiye'de GSYH ve enerji tüketimi ilişkisi analiz edilmiştir. Öncelikle enerji tüketimi ve GSYH serileri arasında eşbütünleşme ilişkisine bakılmış ve seriler arası eşbütünleşme ilişkisinin mevcut olduğu görülmüş, sonrasında seriler arası dinamik ilişki zamana göre değişken parametre yaklaşımını ortaya koyan Kalman Filtresi modeline göre incelenmiştir. Sonuçta enerji tüketiminde meydana gelen %1 oranında artışın GSYH üzerindeki daha büyük artış meydana getirdiği görülmüştür. GSYH'nin enerji tüketimi esnekliğinin 1980-2003 dönemi için genel anlamda azalma eğiliminde, 2003'ten itibaren esneklik değerinin artma

eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlar Türkiye’de 2003 yılı itibarıyla sanayide gerçekleşen yüksek katma değer üreten ve enerji tüketimi yoğun sektörlere doğru gerçekleşen dönüşüm ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Bahse konu esneklik değeri önümüzdeki dönemlerde artış eğilimini devam ettirdiği takdirde, GSYH artışında, enerji tüketimi olgusunun önemli olacağı öngörülmüştür.

Akpolat ve Altıntaş (2013), çalışmasında Türkiye’de 1961-2010 dönemi için enerji harcamaları ve reel GSYİH arasındaki eşbütünleşme ve uzun dönemli nedensellik ilişkisi VAR modeli ve Johansen eşbütünleşme testi ve VECM modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada enerji harcamaları ile reel GSYİH arasında uzun dönemli iki yönlü nedensellik bağı olduğu sonucuna varılmıştır. Türkiye’de reel GSYİH artışı enerji harcamalarını artırmakta, enerji harcamaları artışı da reel GSYİH’yı artırmaktadır. Bu durumda geri besleme tezi geçerli olmakta ve bu etkileşim ile Türkiye’nin enerjiye bağımlı bir şekilde büyüdüğü sonucuna ulaşılabilmektedir.

Sebri ve Ben-Salha (2014), çalışmalarında 1971-2010 dönemi için BRICS ülkelerinde ARDL Sınır Testi, VECM Granger Nedensellik testleri uygulayarak yapmış oldukları analizde ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Reboredo (2014), çalışmasında yenilenebilir enerji ve petrol piyasaları arasında bulunan sistemik risk, bağımlılık durumu ve petrol fiyatlarından “Yenilenebilir enerji şirketleri nasıl etkilenir?” sorusuna cevap aramıştır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji hisse senedi fiyatları ile petrol fiyatları arasında bulunan ilişki analiz edilmiştir. Aşırı petrol fiyat dalgalanmaları durumunda, yenilenebilir enerjiyi sistematik olarak etkilediği, bununla birlikte, petrol fiyatlarının yüksek olmasının, yenilenebilir enerji sektörü gelişimini, teşvik ettiği, ekonomik olarak canlılık seviyesini artırmasına katkı yaptığı sonucuna varılmıştır.

Apergis ve Payne (2014), 25 OECD ülkesinde, 1980-2011 dönemi için yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicileri hakkındaki ampirik literatürü genişletmektedir. Ön analizler panel verilerinde kesitsel bağımlılığın varlığını göstermektedir. Sonuç olarak, Smith ve arkadaşlarının ikinci nesil panel ünitesi kök testleri (2004) ve Pesaran (2007), birinci dereceden bir bütün olan ilgili değişkenleri bulmak için taahhüt edilmiştir. Panel eşbütünleşme ve hata düzeltme modellemesi, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına reel GSYİH, kişi başına karbondioksit emisyonu ve gerçek petrol fiyatları arasında uzun vadeli bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Uzun dönem esneklik tahminleri, kişi başına düşen reel GSYİH, kişi başına düşen karbondioksit emisyonları ve gerçek petrol fiyatları için pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Panel hata düzeltme modeli, değişkenler arasında bir geri besleme ilişkisinin bulunduğunu göstermektedir.

Sancar ve Atay Polat (2015), 1984-2011 yılları arası Türkiye’de ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve ithalat arasındaki nedensellik bağı zaman serisi yöntemine göre analiz edilerek çalışılmıştır. Bağımlı değişken olarak GSYH, açıklayıcı değişken olarak enerji tüketimi ile ithalat kullanılan modelde birim kök testinin sonucuna göre seriler I (1) seviyesinde durağan, Johansen eşbütünleşme testinin sonucunda, değişkenlerin uzun dönemde beraber hareket ettiği görülmüştür. Nedensellik testinin sonucunda ise uzun dönemde enerji tüketimi ve ithalattan GSYH’ya doğru tek yönlü bir nedensellik bağı, kısa dönemde enerji tüketimi ve ithalattan GSYH’ya doğru tek yönlü; enerji tüketimi ve ithalat arasında çift yönlü nedensellik bağı tespit edilmiştir.

Gövdere ve Can (2015), çalışmalarında 1970-2011 dönemi üzerinden, Türkiye örneklemeğinde enerji tüketimi, dış ticaret, dışa açıklık, sabit sermaye ve finansal gelişme yatırımlarının ekonomik büyüme üzerine etkisi incelenmiştir. Ampirik bölümde sınır testi

yaklaşımı (ARDL) kullanılmıştır. Sonuç olarak elde edilen bulgular ışığında uzun dönem bazında dışa açıklık, enerji tüketimi, ihracat ve ithalatın büyümeyi etkilediği anlaşılmıştır. Ancak gözlemlerden biri de sabit sermaye yatırımları ile finansal genişlemenin de istatistiki anlamda büyümeye etkisinin anlamsız olduğudur. Diğer bir tespit ise hata düzeltme modelinde, hata düzeltme katsayılarının negatif ve istatistiki olarak anlamlı olduğudur.

Jebli ve Youssef (2015), Tunus'ta 1980-2009 dönemi için ARDL sınır testi ve yapısal kırılmalar vektör hata düzeltme modeli VECM Granger nedensellik yaklaşımı yöntemleri kullanarak yaptıkları çalışmada ekonomik büyüme ile yenilenebilen ve yenilenemeyen enerji kaynaklarını araştırmışlar, yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyümeyi etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Kızılkaya, Sofuoğlu ve Çoban (2015), çalışmasında Türkiye'de 1997-2010 Dönemi için zaman serisi verileri ile karbondioksit emisyonları ile GSYH, ulaşım sektörü enerji tüketimi ve dışa açıklık arasındaki ilişki Granger ve Newbold, ADF, Philips ve Perron, Johansen ve Juselius (JJ) Eşbütünleşme testi ve Normalleştirilmiş Eşbütünleşme Vektörü testleri kullanılarak incelenmiştir. Analiz sonucunda Türkiye'de karbondioksit emisyonu, ulaşım sektörü enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dışa açıklık arasında uzun dönemli bir ilişki oluşunu ve ekonomik büyüme ve dışa açıklığın karbondioksit emisyonları üzerinde, pozitif bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır.

Usta (2016), çalışması ile 2004-2011 yılları arası verilerle Türkiye'de bölgesel anlamda düzey 2 bölgelerini, hem gelişmişlik kategorisine ayırarak, hem de tüm bölgeler itibarıyla panel regresyon analizi kullanarak, bölgesel enerji tüketimi-ekonomik büyüme üzerine yaptığı çalışma sonucuna göre, bölgesel enerji tüketiminin ekonomik büyümeye pozitif yönde katkısı olduğu görülmüştür.

Kutan, Paramati, Ummalla ve Zakari (2017), çalışmalarında doğrudan yabancı yatırım girişlerinin ve borsa gelişiminin, yenilenebilir enerji tüketiminin teşvik edilmesindeki rolünü araştırmak ve ayrıca yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 emisyonu ve Brezilya, Çin, Hindistan ve Güney Afrika panelindeki ekonomik çıktı üzerindeki etkisini 1990-2012 arası dönem için araştırmışlardır. Yıllık veriler ve güçlü panel ekonometrik teknikleri kullanılarak yapılan araştırmada, hem doğrudan yabancı yatırım girişlerinin hem de borsa gelişiminin yenilenebilir enerji tüketimini arttırmada önemli bir rol oynadığı ayrıca yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 emisyonlarındaki büyümeyi azaltmaya yardımcı olduğu ve ekonomik kalkınmayı teşvik ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çağlar, Kubar ve Korkmaz (2017), çalışmasında, Türkiye'nin 1960-2014 yıllarındaki doğal logaritması alınmış GSYH ve enerji tüketimi değişkenleri verileri baz alınarak enerji tüketimi-ekonomik büyüme ilişkisi, ADF birim kök testi yaklaşımı ile kırılmaları da dikkate alan birim kök testi ZA ile başlanmış, iki test sonucuna göre de değişkenlerin birim kök özelliğinde olduğu ve uzun dönemde beraber hareketleri anlaşılmıştır. Ekonometrik anlamda beraberliğin gösterimi için yapısal kırılmaları hesaba katan eşbütünleşme yaklaşımı GH kullanılarak incelenmiştir. Analize göre büyüme-enerji tüketimi arasında olumlu ve güçlü bir ilişki saptanmış olup; Türkiye için ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasında bir eşbütünleşme ilişkisi bulunduğu, büyümenin yüksek oranlarda gerçekleşmesi büyüme oranına yakın değerlerde enerji tüketimi gerekli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durumda enerji tüketimi arttıkça büyüme pozitif olarak tetiklenecektir şeklinde ifade edilmiştir.

Koçak ve Şarkgüneşi (2017), 9 Karadeniz ve Balkan ülkelerinde 1990-2012 dönemi için geleneksel üretim fonksiyonu çerçevesinde yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu amaçla, Pedroni 1999, Pedroni 2004

panel eş bütünleşme, Pedroni 2000, Pedroni 2001 eşbütünleşme tahmin yöntemleri ve Dumitrescu ve Hurlin (2012) heterojen panel nedensellik tahmin teknikleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun vadeli bir denge ilişkisinin olduğu ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Heterojen panel nedensellik analizi sonuçları Bulgaristan, Yunanistan, Makedonya, Rusya ve Ukrayna'da büyüme hipotezini desteklemektedir; Arnavutluk, Gürcistan ve Romanya'da geri bildirim hipotezi; Türkiye'deki tarafsızlık hipotezi ve dokuz ülkenin tamamını içeren panel verilerine göre sonuçlar geri bildirim hipotezini desteklemektedir. Bulgular, Balkan ve Karadeniz ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkisi olduğu sonucuna ulaştırmıştır.

Durğun ve Durğun (2018), 1980-2015 dönemi Türkiye'de zaman serisi analizi yöntemi ile kişi başına düşen GSYH ile kişi başına hidroelektrik enerjinin de dâhil olduğu yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki nedensellik bağlantısı araştırılmıştır. Öncelikli olarak serilere ADF ve Zivot-Andrews birim kök testleri uygulanmış ve düzey değerlerinde birim kök içerikleri görülmüştür. Seriler 1. farklar alındığında durağanlaşma göstermektedir. ARDL sınır testi sonuçlarında, seriler %5 anlamlılık düzeyiyle eş bütünleşik olduğu görülmüştür. Eş bütünleşik serilere Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanmış ve yenilenebilir enerji tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü nedensellik bağı olduğu anlaşılmıştır. Sonuç olarak; yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen artışların ekonomik olarak büyümeye neden olacağı ortaya konmuştur.

Alper (2018), çalışması Türkiye'de 1990-2017 dönemi yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi, Bayer-Hanck eşbütünleşme testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçta değişkenlerin uzun

dönemde eşbütünleşik olduğu ve yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelecek %1’lik artışın ekonomik büyümede %0.19 oranında artışa sebep olacağı gösterilmiştir. Ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu ve Türkiye için koruma hipotezinin geçerli olduğu öne sürülmüştür.

Erdoğan ve diğ. (2018), çalışmasında 1998-2015 dönemi için Türkiye’de yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisi Johansen Eşbütünleşme testi ve VECM hata düzeltme yöntemi ile nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Yapılan analiz ile bu iki değişken arasında eşbütünleşme olduğu, uzun dönemde yenilenebilir enerji üretiminin ekonomik büyümenin nedeni olduğu sonucuna varılmıştır.

Acaravcı ve Erdoğan (2018), çalışmasında dünyada ilk beş ülke (ABD, Kanada, Brezilya, Rusya ve Çin) için çevre kirliliği, yenilenebilir enerji üretimi ve gelir arasındaki 1992-2013 dönemi için uzun dönem ilişkiler, dinamik panel veri yöntemleriyle incelenmiştir. Sonuç olarak uzun dönemde durağan olmayan değişkenler arasında ilişkinin var olduğu, çevre kirliliği üzerinde yenilenebilir enerji üretiminin, negatif bir etkiye sahip olduğu ve çevre kirliliği üzerinde kişi başı gelirin, pozitif etkide bulunduğu anlaşılmıştır. Söz konusu ülkelerde, yenilenebilir enerji üretimindeki artışın, çevre kirliliğini azaltma ve ekonomik büyüme ile çevre koruma konusundaki problemlere çözüm sunabileceği değerlendirilmiştir.

III.3. Veri Seti ve Ekonometrik Yöntem

Çalışmada Türkiye özelinde yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüklük ilişkisi incelenmiştir. Türkiye için yenilenebilir enerji üretim verileri OECD’nin resmî sitesinden, ekonomik büyüklüğü ifade eden GSYİH verileri ise Dünya Bankası’nın resmî sitesinden temin edilmiştir. Çalışmada yer alan veriler doğal logaritmaları alınarak analizlerde kullanılmıştır. Türkiye’de 1960-2017 yılları arasındaki veri seti ile analizler

gerçekleştirilmiştir. Öncelikle Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) Testi ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri ile serilerin durağanlığı test edilmiş ve durağan seriler elde edilmiştir. Daha sonra Johansen Eşbütünleşme Testi ile değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olup olmadığı sınanmış, ilişki bulunmasından dolayı değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki katsayıları tahmini ve ilişkinin yönünü tespit etmek amacıyla “Tam Düzeltilmiş En Küçük Kareler Yöntemi FMOLS” (Full Modified Ordinary Least Square) ve “Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi DOLS” (Dynamic Ordinary Least Square) kullanılarak analiz yapılmıştır.

Ekonometrik model için uygulanan matematiksel formül aşağıda gösterilmiştir;

$$EG_{it} = \alpha_{it} + \beta_{it}REP_{it} + u_{it}$$

Çalışmanın konusu zaman serileri durağanlık analizi, Dickey ve Fuller (1981) tarafından geliştirilmiş olan “ADF” birim kök testi tekniği ile yapılmıştır. Buradaki analiz için kullanılacak matematiksel ifade aşağıdaki gösterilmiştir;

$$\Delta Y = \beta_1 + \beta_{2t} + \Delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^k a_i \Delta Y_{t-1} + \delta_t$$

Bu denklemdeki “ ΔY ” durağanlığı teste tabi tutulan değişkenin 1.farkı, “ t ” genel eğilim değişkenini, “ ΔY_{t-1} ” gecikmeli fark terimlerini temsil etmektedir. Burada hata terimlerinin ardışık bağımsız olmasını sağlamak amacıyla gecikmeli fark terimlerinin eklenmiştir. Çünkü tahmini yapılan modelde, ADF testi sonucunun sağlıklı olması için ardışık bağımlılık sorunu olmaması gerekmektedir. Denklemde kullanılan “ k ” gecikme uzunluğu Akaike veya Schwarz bilgi kriterleri doğrultusunda belirlenmektedir (Gül ve Ekinci, 2006: 95).

Phillips-Perron birim kök testi, hata teriminin zayıf seviyede bağımlı olmasına yol açtığı ve heterojen olarak dağılmasını sağladığı için otokorelasyon sorununu ortadan

kaldırmaktadır. Phillips ve Perron (1988), Dickey-Fuller hata terimlerine dayalı varsayımını genişletmişlerdir. Bunu anlamak için aşağıdaki denklemler dikkate alınmaktadır.

$$y_t = \hat{\mu} + \hat{\alpha} + y_{t-1} + \hat{u}_t$$

$$y_t = \hat{\mu} + \hat{\beta} \left(t - \frac{1}{2}T\right) + \hat{\alpha}y_{t-1} + \hat{u}_t$$

Yukarıdaki formülde gözlem sayısı “T”, hata terimlerinin dağılımı “ u_t ” ile ifade edilmekte olup; bu hata terimi için beklenen değer sifira eşittir ($E(u)=0$).Ancak burada hata terimleri arasında içsel bağlantı (serial correlation) olmaması ya da homojenlik varsayımına ihtiyaç bulunmamaktadır.

Değişkenlerin durağan olup olmadığını anlayabilmek için birim kök testleri Augmented Dickey-Fuller ve Phillips-Perron testleri yapılmıştır. Çünkü eşbütünleşme testinin yapılabilmesi için kullanılan serilerin durağan olması gerekmektedir.

III.4. Birim Kök Testleri

Bir zaman serisi ortalaması ve varyansı zaman içinde değişmiyor ise ve iki dönem arasındaki ortak varyans, bu ortak varyansın hesaplandığı döneme değil sadece iki dönem arasında bulunan uzaklığa bağlı olduğu durumda seri durağan anlamına gelmektedir. Özetle, bir zaman serisinin durağan olması, ortalaması, varyansı ve otovaryansı (farklı gecikmelerde) tüm zamanlar için sabit durumdadır (Gujarati, 2005: 713).

Genel anlamda birim kök testleri bir zaman serisinin birim kök içerme durumunun, yapısal bir kırılmanın varlığından bağımsız olarak analiz edilmesi amacıyla kullanılmakta olan testlerdir. Bu düzlemde geliştirilen; Augmented- Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi, Phillips-Perron (PP) birim kök testi, Phillips, Schmidt ve Shin (KPSS) durağanlık testleri başlıca testlerdir.

III.4.1. Dickey-Fuller (DF) ve Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) Testi

Uzun dönemde bir serinin sahip olduğu özellik, bir önceki dönemde değişkenin aldığı değeri, bu dönemi ne şekilde etkilediğinin belirlenmesine bağlı olarak ortaya çıkarılabilmektedir. Bundan dolayı serinin geçirmiş olduğu süreci anlamlandırabilmek için serinin her dönem için aldığı değerlerin daha önce geçmiş olduğu dönemlerdeki değerleriyle regresyonunun bulunması gerekmektedir. Bunun için ekonometride birim kök analiz yöntemiyle serilerin durağan olup olmadıkları test edilmektedir (Tarı, 2015: 387).

Dickey ve Fuller (1979) tarafından geliştirilen test için otoregresif süreç (AR) içeren model olarak düşünülen;

$$Y_t = pY_{t-1} + u_t, \dots \dots \dots t=1,2,3 \quad (1)$$

(1) numaralı denklemde $u_t \sim NB(0, \sigma^2)$ koşullarının geçerli olduğunu gösteren matematiksel ifadede bağımsız değişken u_t 'nin sıfır ortalamayla normal dağılım gösterdiği ve varyansının σ^2 olduğu varsayılmaktadır.

P katsayısı (1) numaralı denklemde otoregresif sürecin (AR) varlığına işaret etmektedir.

($p=1$) olması durumu serinin durağan olmadığını, ($p < 1$) olması durumunda ise serinin durağan olduğu anlaşılmaktadır. Uygulama aşamasında Y_t serisinin bir gecikmeli değerinin (1) numaralı denklemin her iki tarafından çıkarılması ile elde edilen model kullanılmaktadır.

$$Y_t - Y_{t-1} = (p-1)Y_{t-1} + u_t, \dots \dots \dots t=1,2,3 \quad (2)$$

$Y_t - Y_{t-1}$ ifadesi Y_t serisindeki değişimi göstermesi açısından ΔY_t olarak ve ($p-1$) ifadesi δ olarak ifade edildiğinde denklem;

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t, \dots \dots \dots t=1,2,3 \quad (3)$$

şeklini almaktadır. Burada birim kök varlığı sorgulanırken,

$$H_0 : \delta = 0 \text{ ve } H_1 : \delta \neq 0$$

hipotezleri kullanılmaktadır. H_0 hipotezi serinin durağan olmadığını, göstermektedir. Alternatif hipotez ise serinin durağan olduğunu göstermektedir.

Hipotezlerin sınanması aşamasında t testi yerine Dickey ve Fuller (1979) tarafından Monte-Carlo simülasyonu kullanılarak oluşturulan τ (tau) istatistikleri kullanılmaktadır. t testinin kullanılmamasının esas sebebi t testinin 0'ın etrafında dağılmıyor olmasından dolayıdır (Tarı, 2015: 389).

Dickey ve Fuller (DF) testi sabit terim ve trend içerip içermeme durumlarına göre farklı şekillerde gösterilmektedir:

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \quad (4)$$

Sabit terim ve trend içermeyen model,

$$\Delta Y_t = b_0 + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (5)$$

Sabit terim içeren ve trend içermeyen model,

$$\Delta Y_t = b_0 + b_1 t + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (6)$$

Dickey Fuller testinde varsayımların sağlanması durumunda güvenilirliğinden söz edilebilmektedir. Yani hata terimi otokorelasyonsuz ve sabit varyanslı olması gerekmektedir. Sabit varyanslılık, serinin logaritmik dönüşümü ile gerçekleşmektedir. Otokorelasyonun varlığı söz konusu olduğunda ise Tablo 9'da yer aldığı şekliyle ADF denklemlerine geçilmesi gerekmektedir (Dilişen, 2007: 10-11).

Tablo 9: ADF Tipi Test Denklemleri

Denklem	Durum
$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^n a_i \Delta Y_{t-i} + u_t$ (7)	Sabit Terimsiz ve Trendsiz
$\Delta Y_t = b_0 + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^n a_i \Delta Y_{t-i} + u_t$ (8)	Sabit Terimli ve Trendsiz
$\Delta Y_t = b_0 + b_1 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^n a_i \Delta Y_{t-i} + u_t$ (9)	Sabit Terimli ve Trendli

Kaynak: Dilişen, (2007: 11).

Burada gecikmeli fark terimleri kullanılmaktadır. Gecikmeli fark terimleri sayısı genelde ampirik olarak belirlenmektedir. Buradaki düşüncenin temeli (9) numaralı denklemdeki hata teriminin otokorelasyonsuz olmasını mümkün kılacak kadar terimi modele eklemektir. Burada da sıfır hipotezi $P=1$ ya da $\delta=0$ dır. Yani Y 'de birim kök vardır ve dolayısıyla Y durağan değildir. (9) numaralı denklemdeki gibi modellere DF testi uygulanması hâlinde buna genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey-Fuller) veya kısaca ADF testi adı verilmektedir. Her iki test istatistiğinde de kritik değerler aynıdır (Tarı, 2015: 390).

III.4.2. Phillips-Perron (PP) Birim Kök Testi

Zaman serileri otoregresif (AR) ya da hareketli ortalamalı (MA) olabilir. Dickey-Fuller testi denkleminde zaman serilerinde AR özelliği dikkate alınmaktadır. DF testinde test edilen katsayı istatistik bakımından anlamlı olursa serinin durağan olmadığını göstermektedir. Bir testin ne kadar güçlü olduğunun göstergesi yanlış hipotezi reddetme olasılığı ölçüsündedir. Bu bakımdan DF testleri birim kökü ve yakın birim kökü ayırt etme konusundaki yetersizliğinden dolayı düşük güçtedir. $P=1$ olması durumunda birim kök

mevcuttur ancak $P=0.95$ olması olmadığı anlamına gelmez yakın birim kök var demektir. Eğer model: $Y_t = 0.95 Y_{t-1} + u_t$ şeklinde olursa DF testine göre seri durağan kabul edilmektedir. Katsayı 1'den küçüktür ama 0.95 olması seride aslında birim kök olduğunu göstermektedir. Testin güçsüz olması yakın birim kök durumlarında sorun olmaktadır. Buradaki testin gücünün düşüklüğü sorunu veri aralığı genişletilmek suretiyle çözülebilmektedir. Bununla birlikte ADF testinde test denklemindeki terimlerin ilave farklarının da dâhil edilmesi gerekmektedir. Bu durumda serbestlik derecesinde ve test sürecinin gücünde bir azalma meydana getirmektedir. DF testinde seriler üzerinde trend etkisi ve bu trend bağlamında meydana gelebilecek hata terimlerinin standart hatasının farklı olmasından kaynaklanan etkiler bulunmamaktadır. Bu görülen eksiklik Phillips-Perron tarafından eleştiriye maruz kalmış ve literatürde Phillips-Perron (PP) testi olarak bilinen birim kök testini geliştirilmiştir. (PP) Testi DF ve ADF testlerinin hata terimine yönelik varsayımlarına nazaran daha esnektir. DF ve ADF testlerinde hata teriminin bağımsız ve sabit varyanslı olduğu kabul edilmektedir. Bu metodun kullanılması hâlinde hata terimleri arasında korelasyon olmadığından ve sabit varyansa sahip olduklarından emin olmak gerekmektedir. PP (1988) DF'nin hata terimlerine ilişkin bu varsayımını genişletmişlerdir. Bu durumu anlatmak için aşağıdaki regresyon kullanılmaktadır.

$$Y_t = a_0 + a_1 Y_{t-1} + u_t$$

$$Y_t = a_0 + y_{t-1} + a_2 (t-T/2) + u_t$$

Yukarıdaki regresyonda T gözlem sayısını, u_t ise hata terimlerinin dağılımını göstermektedir. Bu hata teriminin beklenen ortalaması sıfıra eşittir. Ancak burada hata terimleri arasında içsel bağıntının (serial correlation) olmadığı veya homojenik varsayımına gerek duyulmamaktadır. Bu düzlemde DF testinin, bağımsızlık ve homojenite varsayımları, PP Testinde terk edilerek, hata terimlerinin zayıf bağımlılığı ve heterojen

dağılımı kabul edilmektedir. Sonuç olarak Phillips-Perron, DF t istatistikleri geliştirilmesinde hata terimleri varsayımları ile ilgili sınırlamaları dikkate almamaktadır (Tarı, 2015: 399-400).

III.4.3. Johansen Eşbütünleşme Yöntemi

Eşbütünleşme kavram olarak ilk kez Engle-Granger tarafından geliştirilmiş bir yöntemdir ve tek denkleme dayalı EKK yöntemi kullanılmaktadır. Pratik bir yöntem olmasına karşın bazı eksikleri mevcuttur. Mesela iki değişkenli bir sistem için değişkenlerden birine ait eşitlikte eşbütünleşme ilişkisi görülürken diğer değişkenin eşitliğinde bu ilişki görülmeyebilmektedir. Bu da değişkenler arasındaki ilişkide belirsizliğe neden olabilmektedir. Yani ikiden fazla değişken olması hâlinde yine bu problem oluşmaktadır. Dolayısıyla bu yöntemde çoklu kointegre vektörleri ayrıştırma konusunda bir süreç mevcut değildir. Tüm bu eksiklikleri ve güçlüklerinden dolayı Johansen tarafından kointegrasyonu sağlayan vektörlerin tahmininde çok benzerlik (EÇB) yöntemi ile hesaplanmasına dayalı değişkenler seti arasında olabilecek tam farklı eşbütünleşme ilişkilerinin tahminine olanak sağlayan bir test tekniği geliştirilmiştir. Bu yaklaşımda değişkenler seti arasında ortaya çıkabilecek eşbütünleşme bileşenleri sayısının 1'den fazla olması hâlinde kullanılmaktadır. Bu yöntem değişkenlerin I (1) ve I (0) olması varsayımlarına dayanmaktadır. Bundan dolayı da ilk önce serilerin bütünleşme dereceleri belirlenmektedir. İlk önce VAR (p) için serilerin dereceleri belirlenmektedir. (DF, ADF →p gecikme uzunluğu LR ya da AIC ile bulunmaktadır) bu denklem aşağıda gösterilmiştir.

$$X_t = \sum_{i=1}^p \pi_i X_{t-i} + \theta D_t + \varepsilon_t$$

X_t serilerin matris gösterimini, \mathcal{D}_t ise deterministik öğeleri göstermektedir.

(Sabit, doğrusal trend, mevsimsel kukla, sabit ev stokastik olmayan dışsal değişkenler veri türetme sürecindeki deterministik öğelerdir)

$X_t \sim I(1)$ bu yaklaşımda düzey veri olarak kullanılmaktadır. $\mathcal{D}_t \sim I(0)$

$I(1)$ olan değişkenlerin ECM olarak ifadesi;

$$\Delta X_t = \pi X_{t-1} + \sum \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \theta \mathcal{D}_t + u_t$$

X_t hataların matris gösterimi ifadesidir. Engle Granger testinde tek bir eşbütünleşme vektörü olduğundan dolayı bu değişken \hat{C}_{t-1} olarak gösterilmekteydi ancak “n” değişkende 1’den çok eşbütünleşme vektörü olabilmektedir.

$\pi = 0$ yani matrisin rankı 0 ise $X_{t-1} I(0)$ olacaktır.

$$\pi = -(1 - \pi_1 - \pi_2 - \dots - \pi_p)$$

$$\pi = a\beta'$$

a : ayarlama hızını β uzun dönem katsayıları matrisini ifade etmektedir.

Bu ECM’in bu kısıt altında tahmin edilmesi durumunda;

$\beta' X_{t-p} \rightarrow (n-p)$ tane eşbütünleşme vektörü içeren durum.



çok değişkenli VAR modelinde

H_0 : en azından r sayıda eşbütünleşme vektörü vardır.

H_1 : $r \geq p \rightarrow$ trace testi (λ_M)

Trace: Max Eigenvalue

$H_0: r = 0$	}	1: Aşama	}	$H_0: r = 0$	}	1. Aşama	$\lambda_T, \lambda_M > K.D.$ ise H_0 Red
$H_1: r \geq 1$				$H_1: r = 1$			r : eşbütünleşme

$$\begin{array}{l}
 H_0 : r \leq 1 \\
 H_1 : r \geq 2
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} H_0 : r \leq 1 \\ H_1 : r \geq 2 \end{array}} \right\} \begin{array}{l} 2.\text{Aşama} \\ \\ \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 H_0 : r = 1 \\
 H_1 : r = 2
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} H_0 : r = 1 \\ H_1 : r = 2 \end{array}} \right\} \begin{array}{l} 2.\text{Aşama} \\ \\ \end{array}
 \begin{array}{l} \text{vektörü sayısı} \\ \\ \end{array}
 \quad \text{K.D. Ewiews'de}$$

Genellikle bu testlerde çelişki meydana gelmez ancak herhangi bir tezat sonuç durumunda Max Eigenvalue testi daha kesin sonuçlar verdiği için tercih edilmesi gerekmektedir.

Johansen yaklaşımı testinde Π matrisinin rankı ile ilgilenilir;

Rank (Π) = n ise $Y_t \sim I(0)$; değişkenler arasında ilişki yoktur. Bütün değişkenler durağandır. Eşbütünleşme vektörü yazılamaz.

Rank (Π) = 0 ise Π matrisinin hiçbir doğrusal birleşimi durağan değildir ve serilerin durağan hâlleri ile VAR modeli kurulabilir olarak ilişki durumu açıklanabilmektedir.

Rank (Π) < n $Y_t \sim I(0)$ şeklinde yazılabilmektedir. Denklemdeki “ Π ” yerine bu açılım yazıldığında denklemler durağan özelliğini kaybederler.

α : Ayarlama (uyarlama) matrisi, β : Eşbütünleşme matrisini ifade etmektedir.

Eş bütünleşmede aşağıdaki mantıkla hareket edildiğinde;

$Y_t \sim I(1)$ olur ise $\beta' \cdot Y_{t-1} \sim I(0)$ özelliği göstererek hata düzeltme mekanizması

devreye girer. Zira eşbütünleşme bulunmaktadır.

Johansen 88 yaklaşımında 2 adet test vardır;

$$1. \text{ Test} \quad : \lambda_{\text{trace}} = -T \cdot \sum_{i=1}^n 1n(1-\hat{\lambda}_i)$$

$$2. \text{ Test} \quad : \lambda_{\text{tmaz}} = -T \cdot 1n(1-\hat{\lambda}_{r+1})$$

“ λ ” Π matrisinden elde edilen öz değerleri temsil etmektedir. Bu 2 test istatistiği Johansen Juselius (1990), Osterwald-Lenum (1992) tablo değerleri ile

karşılaştırılır. Yukarıda verilen r değeri sıfır hipotezi altında belirlenmiş ortak bütünleme vektör sayısını ifade etmektedir. Eğer $r = 0$ ise ortak bütünleme vektörü bulunmamaktadır.

Test işleyişinde sıfır hipotezi kabul edilene kadar kademe kademe devam edilmesi mantığı mevcuttur;

Sıfır hipotezi: $r = 0$ RED ise $>$

Sıfır hipotezi: $r = 1$ RED ise $>$

Sıfır hipotezi: $r = 2$ KABUL ise $r = 2$ gibidir.

Trace testinde hipotezler;

$H_0 : r \leq r_0$

$H_1 : r \geq r_0 + 1$

Max testinde hipotezler;

$H_0 : r = r_0$

$H_1 : r = r_0 + 1$

şeklinde yazılmaktadır. Test istatistiği $>$ kritik değer olursa hipotez reddedilir.

Maksimum özdeğer (maximum eigenvalue), λ_{\max} test tekniği ve λ_{trace} test istatistiği tablo değerinden küçük olduğunda serilerin kointegre olmadıkları aksi hâlde ise kointegre oldukları sonucu çıkarılmaktadır. Burada r kointegre sayısıdır (Tari, 2015: 425-429).

Özetle birden çok değişkenin birbirleri ile birlikte hareket edip etmediği Eşbütünleşme analizi ile test edilmektedir. Test sonucunda, koentegrasyon ya da eşbütünleşme (birlikte uzun dönem hareket etmesi) mevcut ise neden-sonuç ilişkisi doğrulanmaktadır. Uzun dönemli bir denge ilişkisi, iki veya daha fazla zaman serisinin eşbütünleşik olması anlamına gelmektedir. Değişkenlerin birbirlerinden bağımsız olarak hareket edememesi ise denge ilişkisini göstermektedir. Değişkenlerin zamanla denge ilişkisine doğru yaklaşıyor olması, uzun dönemli denge olarak kabul edilmektedir

(Çavdarlı, 2007: 26). Aynı zamanda değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi varlığı en az bir yönde nedensellik bağının olduğunu göstermektedir.

III.4.4. FMOLS ve DOLS Yöntemi

Koentegrasyon analizi sonucunda değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmişse, bu değişkenlerin uzun dönem katsayılarının tahmin sorunu ortaya çıkmaktadır (Nazlıoğlu, 2010: 97). Şayet değişkenler birinci dereceden durağan I (1) ve değişkenler arasında koentegre vektör mevcut ise, bu modelin sıradan en küçük kareler metoduna göre tahmin edilmesi, sıradan en küçük kareler yönteminin tutarlı, sapmasız ve etkinlik özelliklerinin kaybolmasına yol açmakta, dolaylı olarak da hipotez testlerini geçersiz hâle getirmektedir. Bu sorunun çözülebilmesi için Phillips ve Hansen (1990) tarafından “Tam Düzeltilmiş En Küçük Kareler Yöntemi-FMOLS” ve Stock ve Watson (1993) tarafından “Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi (DOLS)” önerilmiştir. Çalışmada değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki katsayılarının tahmini için Panel FMOLS ve DOLS testi kullanılmıştır. Bu test tekniğinde Sabit terim, hata terimi ve açıklayıcı değişkenlerin farkları arasındaki muhtemel korelasyon hesaba katılmakta ve birimler arasında büyük oranda heterojenliğe izin verilmektedir. Ayrıca parametrik olmayan uyarılama, içsellik ve otokorelasyon problemi düzeltilmekte bağımsız değişkenler ile uyarlanmış bağımlı değişkenin regresyon tahmini ile uzun dönemli katsayıların hesaplaması yapılmaktadır. Ortalama grup FMOLS uzun dönem katsayıları, grup tahminleri ortalamalarının alınması yoluyla hesaplanmaktadır (Basher ve Mohsin, 2004:163-164). DOLS yöntemi ise hata terimi ve bağımsız değişkenler arasındaki içsellik sorununun oluşturduğu sapmaları gidermede etkin bir tahmin yöntemidir (Atay Polat, 2017: 308). FMOLS tek denklem yöntemidir. Tek bir eşbütünleşme vektörü varlığının

varsayımı yapılmaktadır. Serilerin birinci farklarında I (1) eşbütünleşik olması hâlinde FMOLS yöntemi uygun olmaktadır (Yurdakul, 2018: 61-62) .

Kurulan modeldeki değişkenlere göre FMOLS yöntemi aşamaları;

İlk olarak eşbütünleşme eşitliğine dayanan (d+1) boyutlu $[YEN]_t, X_t'$ zaman serisi vektör süreci tahmin edilmektedir;

$$YEN]_t = X_t' \beta + D_t' \gamma + u_{1t} \quad (1)$$

$D_t = [D_{1t}', D_{2t}']'$ deterministik trend regresörü ve $X_t' = [BUY]_t$ aşağıdaki eşitlikte türetilen ve d' nin 1 olduğu stokastik regresörleri gösterilmektedir;

$$X_t = \Gamma'_{21} D_{1t} + \Gamma'_{22} D_{2t} + \varepsilon_{2t} \quad (2)$$

$$\Delta \varepsilon_{2t} = u_{2t} \quad (3)$$

D_{1t} sadece sabiti içermiştir. D_{2t} deterministik trend iken, (1) eşitliğinde deterministik trend mevcut değildir. Bundan dolayı, FMOLS tahmincisi,

$$\hat{\theta}_{FMOLS} = \begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{\gamma}_1 \end{bmatrix} = (\sum_{t=1}^T Z_t Z_t')^{-1} \left(\sum_{t=1}^T Z_t YEN]_t^+ - T \begin{bmatrix} \hat{\lambda}_{12}^+ \\ 0 \end{bmatrix} \right) \quad (4)$$

Buradaki $Z_t = (X_t', D_t)'$ dir.

$\hat{\Omega}$ ve $\tilde{\Lambda}$, $u_{1t} = (\hat{u}_{1t}, \hat{u}'_{2t})'$ artıkları kullanılmak suretiyle elde edilen uzun dönem kovaryans matrisleri oluşumuna izin verildiğinde değiştirilmiş şekliyle;

$$YEN]_t^+ = YEN]_t - \hat{W}_{12} \hat{\Omega}^{-1} \hat{\Lambda}_{22} u_{2t} \quad (5)$$

Tahmin edilen yanlış düzeltme terimi,

$$\hat{\lambda}_{12}^+ = \hat{\lambda}_{12} - \hat{w}_{12} \hat{\Omega}^{-1} \hat{\lambda}_{22} \quad \text{şeklindedir.} \quad (6)$$

DOLS hata terimi ile I(1) değişkenleri arasındaki mevcut korelasyon nedeniyle oluşan küçük örneklem yanlışlık durumunun giderilmesi amacıyla birinci farkı alınan değişkenleri içermektedir Eşbütünleşme denklemindeki hata teriminin stokastik regresör

güncellemelerine ortogonal olabilmesi için ΔX_t 'nin gecikme ve öncüllerini kapsayan genişletilmiş şekliyle eşbütünleşme denklemi;

$$YENJ_t = X_t' \beta + D_{1t}' \gamma_1 + \sum_{j=-q}^r \Delta X_{t+j}' \delta + v_{1t} \quad (7)$$

DOLS tahmin yönteminde, ΔX_t 'nin gecikme ve öncüllerinin u_{1t} ve u_{2t} arasında bulunan uzun dönem korelasyonu tamamıyla yok ettiği varsayılmaktadır. Dolayısıyla, elde edilen tahminci $\hat{\theta}_{DOLS} = (\hat{\beta}', \hat{\gamma}'_1)'$ şeklindedir (Yurdakul, 2018: 64).

III.5. Analiz Sonuçları

Bu çalışmada Türkiye'de 1960-2017 Dönemi için yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisi sınanmıştır. Çalışmada kullanılan model teorilerinde anlatıldığı gibi sırayla uygulanmış ve analiz sonuçları yorumlanmıştır. Bir zaman serisi modeli uygulandığında, değişken sürecin zamana bağlı değişiminin olup olmadığının bilinmesi gereklidir. Eğer ki bu süreç niteliği zamana bağlı olarak değişiyorsa özetle seriler durağan değil ise otokorelasyonların önemli düzeyde sıfırdan sapması söz konusudur ve gecikmelerin artmasıyla birlikte sıfırdan uzaklaşması ya da sahte bir regresyon çıkması söz konusu olabilmektedir (Kutlar, 2009: 262). Eşbütünleşme olup olmadığının araştırılması için uygulanan testlerin yapılabilmesi için kullanılan serilerin durağan olması gerekmektedir. Bu nedenle öncelikli olarak değişkenlerin durağanlık seviyelerini ölçmek için Dickey-Fuller (ADF) Testi ve Phillips-Perron (PP) ADF birim kök testleri kullanılmış ve test sonuçları Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10: Birim Kök Testleri Sonuçları

Yenilenebilir Enerji Üretimi için Birim Kök Testi Sonuçları- Düzeyde ve 1. Farklarda				
YÖNTEM	DÜZEYDE		1. FARKLARDA	
	Sabitli (Prob.)	Sabitli-Trendli (Prob.)	Sabitli (Prob.)	Sabitli-Trendli (Prob.)
Augmented Dickey- Fuller test	0.4751 (0.9844)	-1.2955 (0.8791)	-7.5827 (0.0000)*	-7.6799 (0.0000)*
Phillips- Perron test	0.5336 (0.9865)	-1.4135 (0.8465)	-7.5826 (0.0000)*	-7.6796 (0.0000)*
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla için Birim Kök Testi Sonuçları- Düzeyde ve 1. Farklarda				
YÖNTEM	DÜZEYDE		1. FARKLARDA	
	Sabitli (Prob.)	Sabitli-Trendli (Prob.)	Sabitli (Prob.)	Sabitli-Trendli (Prob.)
Augmented Dickey- Fuller test	-0.3797 (0.9053)	-3.1622 (0.1024)	-8.5159 (0.0000)*	-8.4744 (0.0000)*
Phillips- Perron test	-0.3775 (0.9056)	-3.5950 (0.0391)**	-8.5062 (0.0000)*	-8.4803 (0.0000)*
Olasılık değerleri parantez içinde yer almaktadır. *, ** ve *** sırasıyla istatistiksel olarak 1%, 5% ve 10% anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.				

Tablo 10'da görüldüğü üzere test sonuçları, sadece GSYİH serisi düzeyinde Phillips-Perron testi için sabitli-trendli modelde durağan düzeydedir. Yapılan diğer test ve modellere göre her iki serinin de düzeyde durağan olmadığı, 1. farklarda yapılan tüm test ve modellere göre %1 anlamlılık seviyesinde durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sebeple uygulanacak olan eşbütünleşme testinde değişkenler, 1.farkları ile kullanılmıştır.

Birden çok değişkenin birbirleri ile birlikte hareket edip etmediği Eşbütünleşme analizi ile test edilmektedir. Test sonucunda, koentegrasyon ya da eşbütünleşme mevcut ise neden-sonuç ilişkisi doğrulanmaktadır. Uzun dönemli bir denge ilişkisi, iki veya daha fazla zaman serisinin eş bütünleşik olması anlamına gelmektedir. Değişkenlerin birbirlerinden bağımsız olarak hareket edememesi ise denge ilişkisini

göstermektedir. Değişkenlerin zamanla denge ilişkisine doğru yaklaşıyor olması, uzun dönemli denge olarak kabul edilmektedir (Çavdarlı, 2007: 26). Aynı zamanda değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi varlığı en az bir yönde nedensellik bağının olduğunu göstermektedir.

Birinci farklarında durağanlaştırılan seriler ile kurulan modelde serilerin yıllık olması nedeniyle gecikme uzunluğu “6” olarak alınmıştır. Ancak gecikme uzunluğu LR (Benzerlik Oranı) test kriterlerine göre “5” olarak belirlenmiştir (Güngör, 2016: 71-72). Buradan yola çıkılarak değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki olup olmadığını anlayabilmek amacıyla Johansen Eşbütünleşme testi yapılmıştır.

Johansen Eşbütünleşme testinde; Test istatistiği > Kritik değer olduğu takdirde hipotez reddedilmektedir. Maksimum özdeğer (maximum eigenvalue), λ_{\max} test tekniği ve λ_{trace} test istatistiği, tablo değerinden küçük olduğunda, serilerin kointegre olmadıkları aksi hâlde ise kointegre oldukları sonucu çıkarılmaktadır (Tarı, 2015: 425-429). Test sonuçları Tablo 11’de yer almaktadır.

Tablo 11: Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Trace Testi	Özdeğer İstatistiği	Trace İstatistik	%5 Kritik Değer	Olasılık
Hiçbiri	0.2625	20.4577	12.3209	0.0018*
En fazla 1	0.0652	3.7075	4.1299	0.0643***
Maximum Eigen Value Testi	Özdeğer İstatistiği	Max-Eigen İstatistik	%5 Kritik Değer	Olasılık
Hiçbiri	0.2625	16.75025	11.2248	0.0049*
En fazla 1	0.0652	3.7075	4.1299	0.0643***
*, ** ve *** sırasıyla istatistiksel olarak 1%, 5% ve 10% anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.				

Tablo 11 incelendiğinde, Trace ve Maximum Eagen testi değerleri için %1 ve %10 anlamlılık düzeyinde, %5 kritik değer olan $12.3209 < 20.4577$ ve $11.2248 < 16.75025$ olarak çıkmıştır. Bu sonuç itibarıyla, yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında bir eşbütünleşme olduğu görülmektedir. Buradan yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır.

Koentegrasyon analizi sonucunda değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmişse, bu değişkenlerin uzun dönem katsayılarının tahmin sorunu ortaya çıkmaktadır (Nazlıoğlu, 2010: 97). Şayet değişkenler birinci dereceden durağan I (1) ve değişkenler arasında koentegre vektör mevcut ise, bu modelin sıradan en küçük kareler metoduna göre tahmin edilmesi, sıradan en küçük kareler yönteminin tutarlı, sapmasız ve etkinlik özelliklerinin kaybolmasına yol açmakta, dolaylı olarak da hipotez testlerini geçersiz hâle getirmektedir. Bu sorunun çözülebilmesi için Phillips ve Hansen (1990) tarafından FMOLS ve Stock ve Watson (1993) tarafından (DOLS) önerilmiştir. Çalışmada

değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki katsayılarının tahmini için FMOLS ve DOLS testi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan model ile eşbütünleşme ilişkisinin tespit edilmesi nedeniyle FMOLS ve DOLS testi kullanılarak uzun dönem katsayılarının tahmini sonuçları Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 12: Full Modified Ordinary Least Square (FMOLS) ve Dynamic Ordinary Least Square (DOLS) Sonuçları

FMOLS	
Katsayı	t-İstatistiği
5.3581	9.4374*
DOLS	
Katsayı	t-İstatistiği
5.4471	8.5965*
*, ** ve *** sırasıyla istatistiksel olarak 1%, 5% ve 10% anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.	

Tablo 12’de uygulanan FMOLS ve DOLS testi sonuçları itibarıyla yenilenebilir enerji üretimi katsayılarının pozitif olarak çıkması, ekonomik büyümeyi de pozitif yönde etkilediğini göstermektedir. Burada FMOLS testine göre %1 anlamlılık seviyesinde katsayı 5.3581 değerini ve DOLS testine göre ise %1 anlamlılık seviyesinde 5.4471 değerini almaktadır. Her iki katsayı değeri de istatistiki olarak anlamlı bir olasılık ifade etmektedir. Bu sonuçlar, Türkiye’de yenilenebilir enerji üretiminin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği sonucunu ortaya koymaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sürdürülebilir kalkınma ve büyümenin ancak sürdürülebilir bir çevrede mümkün olduğu tüm çevrelerce kabul görmüş bir gerçekliktir. Hızla tükenen ve çevresel olarak büyük zararlara yol açan fosil kaynaklı enerjiler yerine temiz, çevre dostu ve tükenmeyen kaynaklardan elde edilen yenilenebilir enerji, her geçen gün önemini artırmaktadır.

Türkiye, büyük ölçüde enerjide dışa bağımlılık, yüksek enflasyon, artan işsizlik ve dış ticaret açığı sorunu ile karşı karşıyadır. Sosyal ve ekonomik gelişme için en temel unsurlardan biri olan enerji konusunda nihai hedeflere ulaşmak adına ekonomide yapısal bir dönüşüm gereklidir. Tüm bu sorunların çözümü, üretim endeksli ekonomiye geçiş yapmak aynı zamanda teknolojik ilerlemeyi tüm yönleriyle üretime dâhil etmek ve nitelikli iş gücü potansiyelini azami seviyeye çıkarmakla mümkün olabilecektir. Bu noktada enerji politikasının yeni teknolojilerle yerli ve yenilenebilir enerji sektörüne kaydırılmasının tüm bu sorunların çözümüne önemli düzeyde katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Zira Türkiye fosil kaynaklı enerji bakımından zengin bir potansiyele sahip olmasa da yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli oldukça yüksek sayılabilecek bir ülke konumundadır. Bu sebeple, yenilenebilir enerji üretiminin etkin bir süreçle en verimli şekilde değerlendirilmesinin, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınmasındaki payının yüksek olabileceği düşünülmektedir.

Türkiye'de yüksek oranda ithal enerji bağımlılığı ve bu ithal edilen enerjinin çoğunlukla fosil yakıtlardan oluşması beraberinde karbon emisyonu sorununu da getirmektedir. Dolayısıyla bu açıdan bakıldığında da yenilenebilir enerji yatırımlarının teşvik edilmesi ve kullanımının artırılması, tüketimi zararlı emisyonların azaltılmasında çok büyük bir rol oynamaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımlarında ilk kuruluş maliyetleri göreceli olarak değişmekle birlikte yüksek maliyetli olarak görülse de potansiyel faydaları

tam mânâsıyla ortaya konmuş değildir. Yenilenebilir enerji ve fosil kaynaklı yakıtlar arasındaki maliyet farkı, teknolojik gelişme ve ilerleme sağlanması hâlinde düşürülebilecektir. Dolayısıyla hem çevresel faydaları bakımından hem de ekonomik büyüme temel dinamikleri olan; sermaye birikimi, teknolojik ilerleme ve nitelikli iş gücü bakımından katkı sağlayabilecektir.

Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme ilişkisi konusunda birçok değişik bölge ve ülke bazında farklı yöntemler ve verilerle değişik dönemlerde analizler yapılmış, birbirinden farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Yapılan bu çalışmalarda veri seti modelleme şekli analiz yönteminin farklılıkları, ülkelerin birbirinden farklı sosyoekonomik değişkenleri vb. nedenlerle farklı sonuçlar ortaya çıkmış olması genel itibarıyla yenilenebilir enerji henüz dünyada hele de gelişmekte olan ülkeler için yeni uygulama alanı bulmuş olması ile birlikte özellikle düşük oranlarda gerçekleşen yatırımlarla kesin bir veri sunamamaktır. Bununla beraber, enerji kaynağının kapasitesi, kullanılabilir potansiyeli, coğrafi analizler ve etütler ışığında finansal maliyetleri de göz önüne alındığında, doğanın insanoğluna cömertçe sunmuş olduğu kaynakları kullanmak özellikle de fosil kaynak rezervi düşük ve yenilenebilir enerji alternatifleri bakımından zengin ülkeler açısından başlangıçta yüksek maliyet riski dolayısıyla ekonomik anlamda zorlansa bile uzun vadede ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji arasında iki yönlü pozitif bir bağ olduğu sonucunu çıkarmak da mümkün olabilmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji üretim ve tüketiminin uzun vadede gelecek vadeden bir sektör olduğu ve ekonomik büyümeye pozitif katkı sunacağı öngörüsü hâkimdir. Zira dışa bağımlılığı azaltması, istihdam yaratması ile işsizlik sorununa çözüm bulması, cari açığı azaltması, üretime dayalı ekonomik kalkınmaya pozitif katkı sağlaması, yerli para değer kazancına yönelik dolaylı etkileri ve üretimin daha ucuz enerji maliyeti ile yapılabilmesi bunun göstergesidir.

Ancak temiz ve çevre dostu özellikleriyle insan sağlığı açısından da yadsınamayacak önem arz eden yenilenebilir enerjinin, yine sosyopolitik, sosyoekonomik ve kültürel kalkınma açısından sağlayacağı katkıları tam anlamıyla ölçmek de oldukça zor görünmektedir.

Bu çalışmada yenilenebilir enerji üretiminin, Türkiye ekonomisine etkisi GSYİH değerleri üzerinden ekonometrik analiz yapılarak incelenmiştir. Türkiye’de 1960-2017 dönemi için yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisi Phillips-Perron ve Dickey Fuller birim kök testleri uygulanarak çalışılmış ve durağan seriler elde edilmiştir. Bunun üzerine eşbütünleşme ilişkisi ve nedensellik bağının tespiti için Johansen Eşbütünleşme test tekniği yöntemi uygulanmış ve enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişki bulunmuştur. Bu ilişkinin yönünü tespit etmek ve uzun dönemli katsayı tahminleri yapmak amacıyla FMOLS ve DOLS yöntemleri kullanılarak analiz yapılmıştır. FMOLS ve DOLS testi sonuçları itibarıyla yenilenebilir enerji üretimi katsayılarının pozitif olarak çıkması, ekonomik büyümeyi de pozitif yönde etkilediğini göstermektedir. FMOLS testine göre %1 anlamlılık seviyesinde katsayı 5.3581 değerini ve DOLS testine göre ise %1 anlamlılık seviyesinde 5.4471 değerini almaktadır. Her iki katsayı değeri de istatistiki olarak anlamlı bir olasılık ifade etmektedir. Bu sonuçlar, Türkiye’de yenilenebilir enerji üretiminin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği ve büyüme hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen bu sonuçlar, yenilenebilir-yenilenemez ayrımı gözetmeksizin enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi kapsamında değişik yöntemlerle analiz edilmiş olan ve literatürde bahsi geçen Öztürk (2010), Aytaç (2010), Polat, Uslu, ve San, (2011), Usta (2016), Çağlar, Kubar ve Korkmaz (2017), Durğun ve Durğun (2018) çalışmaları sonuçlarını desteklemekte, bu çalışma ile aynı değişkenler üzerinden yani yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisi kapsamında ancak farklı analiz yöntemleri kullanılarak yapılmış olan

Erdoğan ve diğ. (2018) çalışması ile sonuç itibarıyla uyumluluk göstermektedir. Bu kapsamda bu çalışma son dönemde yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisini analiz eden az sayıda çalışma arasına katılarak literatür genişletilmiştir. Buradan yenilenebilir enerjinin, enerji ekonomisindeki rolünün ne kadar büyük önem arz ettiği bir kez daha ortaya çıkmıştır. Türkiye, zengin yenilenebilir enerji kaynaklarını en etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasının ekonomik büyümeye etkisinin yanı sıra çevresel faktörlerde meydana getirebileceği faydaları ve enerji bağımlılığını azaltmadaki rolünü hesaba katarak ekonomi ve enerji politikaları belirlemelidir.

Türkiye’de yenilenebilir enerji yatırımlarında, santral kuruluş aşamasında maliyetin devlet tarafından desteklenerek azaltılması, yine enerji santrallerinde mümkün mertebe yerli hammadde ve malzeme kullanılması, elektrikli araçların kullanımının özendirilmesi, ayrıca tıpkı uzaktan şarj edilebilir telefonlarda olduğu gibi, elektrikli araçların, üzerinden geçtiğinde elektrik şarjını sağlayabilecek güneş ya da rüzgâr enerjisi ya da ikisi ortak yenilenebilir enerji temelli teknolojik sistemlerle donatılmış yollar projelendirilerek hayata geçirilmesi sağlanabilir. Girişimciye vergi indirimi teşviki vb. politikalar geliştirilmesi, girişimciye yönelik bürokratik engellerin azaltılarak kolaylaştırılması, santral için uygun arazi seçimi konusunda gerekirse arazi sahipleri ile yatırımcı arasında devlet köprü görevi üstlenerek bir çeşit garantör-hakemlik yapması sağlanarak buradan iki taraflı alacağı önceden konulmuş sözleşme şartları dâhilinde kira ya da kâr gelirin ortak olarak hem vatandaşın hem yatırımcının hem de devletin bu yolla gelir elde etmesi için düzenlemeler getirilebilir. Yeni inşa edilecek kamu binaları başta olmak üzere diğer tüm binaların yenilenebilir enerjiye uygun, ekolojik tabir edilen; çevreye duyarlı şekilde inşa edilmesi, bu konuda da yine de çeşitli maliye politikaları ile girişimci ve kullanıcıya yönelik politikalar geliştirilmesi, yenilenebilir enerji alanında Ar-Ge

çalışmaları için ayrılan payın artırılması, enerji arz güvenliğinin depolanma ve saklanma süreçleri dâhil azami şekilde sağlanması gerekmektedir. Hepsinden önemlisi ise tasarruf-verimlilik ve kaynakların etkin kullanımı konusunda dikkat çekici reklam panel konferans ya da ilköğretimden itibaren müfredata konulacak mecburi derslerle eğitim verilerek toplumsal bilinç tesis edilmeli; bu konuda gerekirse teşvik ve ödüllendirme süreçleri de etkin bir şekilde uygulamaya konulmalıdır.

KAYNAKÇA

- Adıgüzel, A. O. (2013). Biyoetanolün Genel Özellikleri ve Üretimi İçin Gerekli Hammadde Kaynakları. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 2 (2), 204-220.
- Acaravcı, A., ve Erdoğan, S. (2018). Yenilenebilir Enerji, Çevre ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Seçilmiş Ülkeler için Ampirik Bir Analiz. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 13 (1), 53-64.
- Ağaçbiçer, G. (2010). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan Swot Analizler*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Akkoyunlu, A. (2006). *Türkiye' de Enerji ve Kalkınma*. İstanbul. Tasam Yayınları, İlk Basım.
- Akpolat, A. G., ve Altıntaş, N. (2013). Enerji Tüketimi İle Reel GSYİH Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisi: 1961-2010 Dönemi. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 8 (2), 115-127.
- Alam, M. S. (25.12.2006). Economic Growth With Energy. *Munich Personal RePEc Archive (MPRA)*, Erişim tarihi: 03 Temmuz 2019, https://mpra.ub.uni-muenchen.de/1260/1/MPRA_paper_1260.pdf
- Alper, F. Ö. (2018). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1990-2017 Türkiye Örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8 (2), 223-242.
- Apergis, N., Payne, J., Menyah, K., ve Rufael, Y. W. (2010) .On The Causal Dynamics Between Emissions, Nuclear Energy. *Renewable Energy, And Economic Growth.Ecological Economics*, 69, 2255-2260.

- Apergis, N., ve Payne, J.E. (2014). The Casual Dynamics Between Renewable Energy, Real GDP, Emissions and Oil Prices: Evidence from OECD Countries. *Applied Economics*. 46 (36), 4519-4525. Erişim tarihi: 18 Nisan 2019, <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00036846.2014.964834>
- Atay Polat, M. (2017). Yapısal Kırılmalar Altında Türkiye’de Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri. *Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5 (2), 299-313.
- Aytaç, D. (2010). Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Çok Değişkenli VAR Yaklaşımı ile Tahmini. *Maliye Dergisi*, 158, 482-495.
- Basher, S. A., ve Mohsin, M. (2004). PPP Tests İn Cointegrated Panels: Evidence From Asian Developing Countries. *Applied Economics Letters*, 11 (3), 163-166.
- Bildirici, M. E., Bakırtaş, T., ve Kayıkçı, F. (2012). Economic Growth And Electricity Consumption: An ARDL Analysis. *Journal of Energy in Southern Africa*, 23 (4), 29-45.
- Çağıl, G., Türkmen, S.Y., ve Çakır, Ö. (2013). Enerji ve Makroekonomik Değişkenler Arasındaki İlişki: Türkiye Açısından Bir Uygulama. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, Nisan, 2013, 161-174.
- Çağlar, A. E., Kubar, Y., ve Korkmaz, A. (2017). Türkiye Ekonomisinde Büyümenin Direği Olarak Enerji. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 36, 103-129.
- Çapık, M., Yılmaz, A.O., ve Çavuşoğlu, İ. (2012). Present Situation and Potential Role of Renewable Energy in Turkey. *Renewable Energy*, 46, 01-13.
- Çavdarlı, A. İ. (2007). *Türkiye İmalat Sanayi İçin Bir Kointegrasyon Analizi*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.

- Çınar, S., ve Yılmaz, M. (2015). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30 (1), 55-78.
- Çukurçayır, M. A., ve Sağır, H. (2008). Enerji Sorunu, Çevre ve Alternatif Enerji Kaynakları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20, 257-278.
- Çetin, M., ve Şeker, F. (2012). Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31, 1, 85-106.
- Çoban, O., ve Şahbaz, N. (2011). AR&GE Harcamaları ve GSMH'nin Enerji İthalatına Etkisi: Türkiye Örneği. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2, 11-19.
- Çoban, O. (2015). *İktisadi Sorunlar ve İktisadi Sistemler*, 5. Baskı, Atlas Akademi, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Çöğür, İ., ve Çoban, O. (2011). Dış Borç Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği (1980-2009). *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2011 (2), 133-149.
- Demir, M. (2013). Enerji İthalatı Cari Açık İlişkisi, Var Analizi ile Türkiye Üzerine Bir İnceleme. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 9, 2-27.
- Develi, A. (2013). Türkiye'de Birincil Enerji Kullanımı, Üretimi ve Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki İlişki. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27, 2, 1-25.
- Dilişen, B. (2007). *Yapısal Kırılma Durumunda Geliştirilen Birim Kök Testleri ve Uygulaması*. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.

- Dulkadiroğlu, H. (2018). Türkiye’de Elektrik Üretimini Sera Gazı Emisyonları Açısından İncelenmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7 (1), 67-74.
- Durđun, B., ve Durđun, F. (2018). Yenilenebilir Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasında Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği. *12-14 Ekim 2017 tarihinde gerçekleştirilmiş olan Uluslararası Ekonomi, Siyaset ve Yönetim Sempozyumunda özet bildiri*, DOI: 10.18825/iremjournal. 347200 Volume 6, 1, 1-27. Kabul tarihi: 21.03.2018.
- Erdal, L. (2012). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Yatırımları ve İstihdam Yaratma Potansiyeli. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 4 (1), 171-181.
- Erdoğan, M. (2014). Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Termodinamik Analiz Yöntemi ile İncelenerek, Yenilenebilir Enerji Kullanımının Gelecek Projeksiyonlarının Değerlendirilmesi. İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Makina Mühendisliği Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Erdoğan, S., Dücan, E., Şentürk, M., ve Şentürk, A. (Nisan 2018). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Üretimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Üzerine Ampirik Bulgular. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11 (2), 233-246.
- Ertuğrul, H. M. (2011). Türkiye’de Elektrik Tüketimi Büyüme İlişkisi: Dinamik Analiz. *Enerji, Piyasa ve Düzenleme*, 2, 49-73.
- Ertuğrul, H. M. (2013). Türkiye’de Enerji Tüketimi GSYH İlişkisi: Dinamik Bir Analiz. Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi. ISSN: 1303 – 8370, Nisan 2013, 25, 249-266.

- ETKB, (2012). (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı), *Faaliyet Raporu*. Strateji Geliştirme Başkanlığı, Erişim tarihi: 8 Nisan 2019,
<https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fFaaliyet%20Raporu%2f2012.pdf>
- ETKB, (2017). (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı) Strateji Geliştirme Başkanlığı, *Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü*. Süreli Yayınlar, Sayı 15, Erişim tarihi: 20 Şubat 2019,
https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fEnerji%20ve%20Tabii%20Kaynaklar%20G%c3%b6r%c3%bcn%c3%bcm%c3%bc%2fSayi_15.pdf
- ETKB, (2019). (*T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı*). Erişim tarihi: 8 Nisan 2019,
<https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fBiyogaz+Üretimi+Akış+Şeması.pdf>adresinden biyogaz akış şeması alındı.
<https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fbct.pdf>,adresinden biyokütle çevrimleri şeması alınmıştır.
- Fersiz, S. (2018). Biyokütleden Biyoetanol Üretimi için Uygulanan Ön Hazırlık İşlemleri. Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 4 (1), 56-62.
- Gövdere, B., ve Can, M. (2015). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneğinde Eşbütünleşme Analizi. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 1, 2, 101-114.
- Gujarati, Domadar N. (2005). *Temel Ekonometri*. (Çevirenler: Ümit Şenesen; Gülay G. Şenesen). İstanbul: Literatür Yayıncılık.

- Gül, E., ve Ekinçi, A. (2006). Türkiye’de Enflasyon ve Döviz Kuru Arasındaki Nedensellik İlişkisi: 1984-2003. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (6), 91-105.
- Güler, T. (2006). *Nükleer Enerji Üretim Sürecinde Kazalar, Nükleer Atıklar ve Çevre Sorunları*. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Güngör, Ö. (2016). *Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Var Analizi*. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- IAEA, (2017). International Atomic Energy Agency (Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu) *IAEA ANNUAL REPORT 2017*, Erişim tarihi: 30 Haziran 2019, <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/reports/2017/gc62-3.pdf>
- IPCC, (2018). Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli) 1.5 ° C küresel ısınma IPCC özel raporu, Erişim tarihi: 20 Ağustos 2019. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf
- Jebli, M. B., ve Youssef, S. B. (2015). Output, Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and International Trade: Evidence from a Panel of 69 Countries. *Renewable Energy*, 83, 799-808.
- Jobert, T., ve Karanfil, F. (2007). Sectoral Energy Consumption by Source and Economic Growth in Turkey. *Energy Policy*, 35 (11), 5447-5456.
- Kamacı, A., Ceyhan, M. S., ve Peçe, M. A. (2017). Kredi Hacminin Para Arzı ve Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, ICMEB17 Özel Sayısı, 13 (5), 400-409.

- Kapluhan, E. (2014). Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye'deki Kullanım Durumu. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 30, 97-125.
- Karabulut, Y. (2000). *Türkiye Enerji Kaynakları*, A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Karakaş, E., ve Balcı İzgi, B. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ampirik Analiji. *OECD Örneği. Kent Akademisi, Kent kültürü ve Yönetimi Hakemli Elektronik Dergi*, 11, 1, 99-107.
- Karalı, Ş. (2017). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye ve Dünya Ekonomisine Katkısı*. Bahçeşehir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- Karhan, G., Silinir, M., Çayın, M., ve Aydeniz, N. (2012). Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 2, 1, 80-87.
- Kaya, İ. S. (2012). Nükleer Enerji Dünyasında Çevre ve İnsan. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2012-1, 24, 71-90.
- Kaya, İ. S. (2012). Uluslararası Enerji Politikalarına Bir Bakış: *Türkiye Örneği*. *TBB Dergisi*, 102, 269-288.
- Kaygusuz, K., ve Sarı, A. (2003). Türkiye'nin Mevcut Enerji Durumu, Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, TMMOB, 3-4 Ekim 2003, Kayseri, 347-356.
- Kılıç, B. (2011). Evaluating of Renewable Energy Potential in Turkey. *International Journal Of Renewable Energy Research, IJRER*, 259-264.
- Kılıç, F. Ç. (2015). Güneş Enerjisi, Türkiye'deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri *Mühendis ve Makina*, 56, 671, 28-40.

- Kızılkaya, O., Sofuoğlu, E., ve Çoban, O. (2015). Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ve Çevre Kirliliği Analizi: Türkiye Örneği. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6 (2), 255-269.
- Koç, E., ve Şenel, M. C. (2013). Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu–Genel Değerlendirme. *Mühendis ve Makine*, (54) 639, 32-44.
- Koçak, E., ve Şarkgüneşi, A. (2017). The Renewable Energy and Economic Growth Nexus in Black Sea and Balkan Countries. *Energy Policy*, 100, 51-57. Erişim tarihi:18 Nisan 2019, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142151630550X>
- Kutan, A. M., Paramati, S.R., Ummalla, M., ve Zakari, A. (2017). Financing Renewable Energy Projects in Major Emerging Market Economies: Evidence in the Perspective of Sustainable Economic Development. *Emerging Markets Finance and Trade (in-press)*.
- Kutlar, A. (2009). *Uygulamalı Ekonometri*, 3. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Lee, C. C. (2006). The Causality Relationship Between Energy Consumption and GDP in G-11 Countries Revisited. *Energy Policy*, 34 (9), 1086-1093. Erişim tarihi: 18 Nisan 2019, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142150500128X>
- Menegaki, A. N. (2011). Growth and Effect Model with Evidence for Neutrality Hypothesis, *Energy Economics*, 33 (2), 257-263. Erişim tarihi: 18 Nisan 2019, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988310001829>
- Nazlıoğlu, Ş. (2010). Makro İktisat Politikalarının Tarım Sektörü Üzerine Etkileri: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Bir Karşılaştırma. Kayseri: Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Doktora Tezi.

- OECD, (2019). (*Organisation for Economic Cooperation and Development: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü*). Erişim tarihi: 30 Haziran 2019, <https://data.oecd.org/energy/renewable-energy.htm>, sitesinden yenilenebilir enerji üretim değerleri alınmıştır.
- Önal, E., ve Yarbay, R. Z. (2010). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Geleceği. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9 (18), 77-60.
- Önder, H., ve Gündüz, İ. (2017). Nükleer Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Literatür Üzerinden Bir İnceleme. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5, 117-133.
- Özata, E. (2010). Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkilerin Ekonometrik İncelemesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 26, 101-113.
- Özen, A., Şaşmaz, M., ve Bahtiyar, Ü. E. (2015). Türkiye’de Yeşil Ekonomi Açısından Yenilenebilir Bir Enerji Kaynağı: Rüzgâr Enerjisi. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 17 (28), 85-93.
- Özşahin, Ş., Mucuk, M., ve Gerçekler, M. (2016). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4 (4), 111-130.
- Öztürk, İ. (2010). A Literature Survey on Energy–Growth Nexus. *Energy Policy*, 38, 340-349.
- Pao, H. T., ve Fu, H. C. (2013). Renewable Energy, Non-Renewable Energy and Economic Growth in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 381-392.
- Phillips, P. C., ve Hansen, B.E. (1990). Statistical Inference in Instrumental Variables Regression with I (1) Processes. *The Review of Economic Studies*, 57, 99-125.

- Polat, Ö., Uslu E. E., ve San, S. (2011). Türkiye’de Elektrik Tüketimi, İstihdam ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16, 1, 349-362.
- Reboredo, J.C. (2015 Mart). Is There Dependence and Systemic Risk Between Oil and Renewable Energy Stock Prices?. *Energy Economics*, 48, 32-45. Erişim tarihi: 18 Nisan 2019,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988314003259>
- REN21, (2016). Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. Erişim tarihi: 15 Şubat 2019,
http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/05/GSR_2016_Full_Report_lowres.pdf
- REN21, (2016). Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. Erişim tarihi: 29 Haziran 2019,
https://www.ren21.net/gsr-2019/chapters/chapter_01/chapter_01/#target_195
- REN21, (2019). *Renewables 2019 Global Status Report*. Erişim tarihi: 27 Ağustos 2019,
<https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2019/07/REN21-2019.pdf>
- Rufael, Y. W. (2006). Electricity Consumption and Economic Growth: A Time Series Experience For 17 African Countries. *Energy Policy*, 34 (10), 1106-1114.
- Sağlam, M., Uyar, T. S., ve Göztepe, İ. (2005). *Dalga Enerjisi ve Türkiye’nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli*. Marmara Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü. Elektrik Mühendisleri Odası, 1-5.
- Saka, K., Yamankaradeniz, R., ve Canbolat, A. S. (18-20 Nisan 2018). *Türkiye’nin Hayvansal Biyokütle Enerjisinin Alttürlere Göre İncelenmesi*. IV. Uluslararası Katılımlı Anadolu Enerji Sempozyumu, Trakya Üniversitesi. Edirne, 1486-1494.

- Sancar, C., ve Atay Polat, M. (2015). Türkiye’de Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ve İthalat İlişkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, 12, 417-432.
- Sarıtaş, H., Genç, A., ve Avcı, T. (2018). Türkiye’de Enerji İthalatı, Cari Açık ve Büyüme İlişkisi: Var ve Granger Nedensellik Analizi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 14 (2), 181-199.
- Sebri, M., ve Ben-Salha, O. (2014). On the Causal Dynamics Between Economic Growth, Renewable Energy Consumption, CO2 Emissions and Trade Openness: Fresh evidence from BRICS countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 14-23.
- Şenel, M. C., ve Koç, E. (2015). Dünyada ve Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Durumu-Genel Değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 56 (663), 46-56.
- Şimşek, Ş. (4-6 Kasım 2015). Dünya’da ve Türkiye’de Jeotermal Gelişmeler. III. *Jeotermal Kaynaklar Sempozyumu, Bildiriler Kitabı*. 1-17, Ankara.
- Tandoğan, A. (1984). Dünya Enerji Üretimi ve Türkiye’nin Enerji Sorunu. *Karadeniz Teknik Üniversitesi, İkt. ve İd. Bil. Fakültesi Dergisi*, 1 (1), 13-16.
- Tarı, R. (2015). *Ekonometri*. Kocaeli, Umuttepe Yayınları, 11. Baskı.
- Temurçin, K., ve Aliagaoglu, A. (2003). Nükleer Enerji ve Tartışmalar Işığında Türkiye’de Nükleer Enerji Gerçeği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 1 (2), 25-39.
- TMMOB, (2006). (Makina Mühendisleri Odası) (2006, Mart). *Türkiye’nin Doğal Gaz Temin ve Tüketim Politikalarının Değerlendirilmesi Raporu*. Erişim tarihi: 20 Şubat 2019, https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/gonderi_dosya_ekleri/180cffd6a8e829d_ek.pdf

- Topal, M., ve Arslan, I. (2008). Biyokütle Enerjisi ve Türkiye. *VIII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008, 17-19 Aralık 2008, İstanbul*, 241-248.
- Turan, S. (2006). Nükleer Enerji: Nükleer Santralin Konya'ya Kurulabilirliği, Getirileri ve Götürüleri. *Konya Ticaret Odası Etüt Araştırma Servisi Bilgi Raporu*, Konya, 2006.
- TÜİK, (2019). (*Türkiye İstatistik Kurumu*), Elektrik İstatistikleri. Erişim tarihi: 20 Ağustos 2019, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1029, sitesinden elektrik enerjisi üretimi ve payları istatistikleri alınmıştır.
- Tüzüner, S. (2008). Kyoto Protokolü Ne Getiriyor?. *Cumhuriyet Enerji Dergisi*, 16-17.
- Usta, C. (2016). Türkiye'de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Bölgesel Analizi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 2 (2), 181-201.
- Usta, C., ve Berber, M. (2017). Türkiye'de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Sektörel Analizi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13 (1), 173-187.
- Utlu, Z., ve Hepbaşlı, A. (2006). Analyzing the Energy Utilization Efficiency of Renewable Energy Resources. Part 1: Energy Analysis Method. *Energy Source. Part B. Economics, Planning and Policy*, 341-353.
- Utlu, Z., ve Hepbaşlı, A. (2006). Analyzing the Energy Utilization Efficiency of Renewable Energy Resources. Part 2: Exergy Analysis Method, Energy Source. *Part B. Economics, Planning and Policy*, 341-353.
- Ürker, O. (2012). Türkiye'de Hidroelektrik Santraller'in Durumu (HES'ler) ve Çevre Politikaları Bağlamında Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2012, 3 (2), DOI: 10.1501/sbeder_0000000046, 65-88.

- World Bank, (2019). (*Dünya Bankası*). Erişim tarihi: 30 Haziran 2019, <https://data.worldbank.org/country/turkey?locale=tr,sitesinden> GSYİH verileri alınmıştır.
- WWF, (2018). (World Wide Fund for Nature:Dünya Doğayı Koruma Vakfı). *Faaliyet Raporu*. Erişim tarihi: 20 Ağustos 2019, https://d2hawiim0tjbd8.cloudfront.net/downloads/wwf_faaliyet_rap_lr.pdf?8583/faaliyet-raporu-2018
- WWF, (2019). (*World Wide Fund for Nature: Dünya Doğayı Koruma Vakfı*). Erişim tarihi: 30 Nisan 2019, http://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/iklim_degisikligi_ve_enerji/
- Yanar, R., ve Kerimoğlu, G. (2011). Türkiye’de Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Cari Açık İlişkisi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3 (2), 191-201.
- Yılmaz, M., (2012). Türkiye’nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 33-54.
- Yılmaz, A., Ürüt Kelleci, S., ve Bostan, A. (2016). Türkiye İmalat Sanayiinde Enerji Tüketiminin İncelenmesi: Ayrıştırma Analizi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9 (1), 205-224.
- Yılmaz, A., Ünvar, S., Koca, T., ve Koçer, A. (2017). Türkiye’de Biyogaz Üretimi ve Biyogaz Üretimi İstatistik Bilgileri. *Technological Applied Sciences*, ISSN: 13087223 (NWSATAS), ID: 2017.12.4.2A0129, 218-232.
- Yurdakul, F. (2018). Kişi Başına Enerji Tüketimi ile Büyüme Oranı Arasındaki İlişki: Türkiye Örneği. *Ekonomik Yaklaşım*, 29 (107), 49-76.