

**TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ, İSTİHDAM
VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ**

Mustafa GÜLLÜ

(Doktora Tezi)

Eskişehir, 2021

**TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ, İSTİHDAM
VE EKONOMİK BüYÜME İLİŞKİSİ**

Mustafa GÜLLÜ

T.C.

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İktisat Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ

Eskişehir

2021

T.C.

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Mustafa GÜLLÜ tarafından hazırlanan Türkiye'de Yenilenebilir Enerji, İstihdam ve Ekonomik Büyüme İlişkisi başlıklı bu çalışma 12/07/2021 tarihinde Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili maddesi uyarınca yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, Jürimiz tarafından İktisat Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof. Dr. Zeki KARTAL

(Danışman)

Üye

Prof. Dr. Cihan SEÇİLMİŞ

Üye

Prof. Dr. Erkan ÖZATA

Üye

Doç. Dr. Hakan ACAROĞLU

Üye

Doç. Dr. Harun YAKIŞIK

ONAY

(İmza)

Prof. Dr. Mesut ERŞAN

Enstitü Müdürü

12/07/2021

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi hükümlerine göre hazırlandığını; bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmanın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davranışımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğim ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdigimi; bu çalışmanın Eskişehir Osmangazi Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla taranmasını kabul ettiğimi ve hiçbir şekilde intihal içermeydiğini beyan ederim. Yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

MUSTAFA GÜLLÜ

İMZA

ÖZET

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ, İSTİHDAM VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

GÜLLÜ, Mustafa

Doktora – 2021

İktisat Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Zeki KARTAL

Türkiye'de yenilenebilir enerjinin büyümeye ve istihdam ile ilişkilerinin incelendiği bu tezde, her bir yenilenebilir enerji kaynağının aylık verilerine ARDL Sınır testi, Granger veya Toda-Yamamoto nedensellik testleri, etki tepki fonksiyonları ve varyans ayrıştırması uygulanmış; jeotermal ile büyümeye arasında çift yönlü, hidrolik, güneş ve toplam yenilenebilir enerjiden büyümeye doğru tek yönlü nedensellik bulunmuş, biyokütle ve rüzgâr enerjisi ile ekonomik büyümeye arasında nedensellik tespit edilememiştir. Yenilenebilir enerji ile istihdam arasındaki ilişki ise JEDI modeli ile ele alınmış olup Türkiye'de yenilenebilir enerji santralleri içinde en çok istihdam yaratan enerji türünün hidrolik enerji olduğu, ardından sırasıyla rüzgâr, güneş, jeotermal ve biyokütle enerjisi olduğu sonuçlarına varılmıştır. 1 MW kurulu güç başına en çok istihdamın hidrolik ile güneş enerjisi tarafından yaratıldığı ve bu sonuçlara göre istihdam hedeflemesi ile planlama yapılması durumunda hidrolik ve güneş enerjisinin en çok istihdam yaratacağı sonucuna varılmıştır. Tezde ayrıca yenilenebilir enerji, ekonomik büyümeye ve istihdamın Türkiye'de 2030 yılı kurulu kapasite projeksiyonu gerçekleştirilmiştir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Taraflar Konferansında Türkiye'nin Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanındaki 2030 yılı hidrolik ve güneş enerjisi hedefine ulaşılacağı ve rüzgâr enerjisi hedefine de çok yaklaşılacağı tespit edilmiş olup hedefe ulaşılabilmesi için rüzgâr enerjisi yatırımlarının artırılması gerekiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Ekonomik Büyüme, İstihdam, Projeksiyon

ABSTRACT

RENEWABLE ENERGY, EMPLOYMENT AND ECONOMIC GROWTH RELATIONSHIP IN TURKEY

GÜLLÜ, Mustafa

Doctoral Degree - 2021

Department of Economics

Advisor: Prof. Dr. Zeki KARTAL

In this thesis in which the relations among energy, growth and employment are examined ARDL bounds test, Granger or Toda-Yamamoto causality tests, impulse response functions and variance decomposition have been implemented on the monthly data of each renewable energy resource; a two-way causality has been detected between geothermal and growth, a one-way causality has been found from hydraulic, solar, and total renewable energy towards the growth and no causality has been observed among biomass and wind energy and economic growth. The relation between renewable energy and employment has been addressed through JEDI model, and it has been concluded that among the renewable energy power plants hydraulic energy is the energy which generates employment the most in Turkey and others are wind, solar, geothermal and biomass energy respectively. It has been implied that the most employment per 1 MW installed power is generated by hydraulic and solar energy, and according to these results if a plan is made with an employment target hydraulic and solar energy will create the most employment. Plus, year 2030 installed capacity projection of renewable energy, economic growth and employment in Turkey has been presented in this thesis. Furthermore, it has been detected that Turkey will reach its year 2030 hydraulic and solar energy target and it will be so close to its wind energy target which are stated in Turkey's Intended National Contribution Declaration in the United Nations Climate Change Parties Conference, and it has been come to the conclusion that the wind energy investments must be increased to reach the target.

Key words: Renewable Energy, Economic Growth, Employment, Projection

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TABLALAR LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
EKLER LİSTESİ.....	xviii
KISALTMALAR LİSTESİ	xix
ÖNSÖZ.....	xxiii
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

TEORİK VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Enerji Kavramı	4
1.1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	5
1.1.1.1. Hidrolik Enerji.....	7
1.1.1.2. Jeotermal Enerji.....	9
1.1.1.3. Biyokütle Enerjisi	11
1.1.1.4. Rüzgâr Enerjisi.....	13
1.1.1.5. Güneş Enerjisi.....	15
1.1.1.6. Diğer Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	17
1.1.2. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları.....	17
1.2. Türkiye ve Dünyada Yenilenebilir Enerji.....	18
1.2.1. Dünyada Yenilenebilir Enerjinin Genel Durumu.....	18
1.2.2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerjinin Genel Durumu.....	19
1.2.2.1. 2013-2023 Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı.....	22
1.2.2.2. Elektrik Enerjisi ve Yenilenebilir Enerji Mevzuatları.....	24
1.2.2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması.....	25
1.3. Yenilenebilir Enerji ve Çevre İlişkisi.....	25

2. BÖLÜM

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

2.1. Ekonomik Büyüme Kavramı.....	27
2.1.1. Öncü Büyüme Modelleri	28
2.1.2. Çağdaş Büyüme Modelleri.....	30
2.1.3. Ekonomik Büyümenin Ölçülmesi.....	33
2.1.3.1. Gayri Safi Yurt İçi Hasila (GSYH)	34
2.1.3.2. Satın Alma Gücü Paritesine Göre GSYH.....	37
2.1.3.3. Sanayi Üretim Endeksi.....	38
2.2. Yenilenebilir Enerji ile Büyüme İlişkisinin İncelenmesi	39
2.2.1. Literatür İncelenmesi.....	39
2.2.2. Veri ve Metodoloji.....	59
2.2.2.1. Veri Seti ve Tanımlayıcı İstatistikleri.....	60
2.2.2.1.1. Yenilenebilir Enerji Verileri.....	60
2.2.2.1.2. Sanayi Üretim Endeksi Verileri.....	61
2.2.2.1.3. Sermaye Oluşumu Verileri.....	62
2.2.2.1.4. İşgücü Verileri.....	62
2.2.2.2. Model ve Özellikleri.....	66
2.2.2.3. Birim Kök Testleri.....	68
2.2.2.3.1. Augmented Dickey Fuller (ADF) Testi.....	69
2.2.2.3.2. Phillips Perron (PP) Testi.....	71
2.2.2.3.3. Quandt-Andrews (QA) Yapısal Kırılma Testi.....	72
2.2.2.3.3.1. Zivot Andrews Birim Kök Testi.....	73
2.2.2.4. ARDL Sınır Testi.....	75
2.2.2.5. Granger Nedensellik Analizi.....	78
2.2.2.5.1. Geleneksel Granger Nedensellik Testi.....	78
2.2.2.5.2. Toda-Yamamoto Genişletilmiş Granger Nedensellik Testi.....	79
2.2.2.6. Etki Tepki Fonksiyonları.....	80
2.2.2.7. Varyans Ayristirmasi.....	80

2.2.3. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ampirik Sonuçları.....	81
2.2.3.1.Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Göre Sonuçlar.....	81
2.2.3.1.1.Hidroelektrik.....	81
2.2.3.1.2.Jeotermal.....	89
2.2.3.1.3.Biyokütle.....	97
2.2.3.1.4.Rüzgâr.....	104
2.2.3.1.5.Güneş.....	112
2.2.3.2. Toplam Yenilenebilir Enerji Sonuçları.....	120
2.3. Sonuç.....	129

3. BÖLÜM

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE İSTİHDAM İLİŞKİSİ

3.1. İstihdam ve İşsizlik Kavramları.....	132
3.1.1. İstihdam ve İşsizlik Türleri.....	135
3.1.2. İstihdam Teorileri.....	137
3.1.3. İstihdam Yaratma Kavramı.....	139
3.1.4. Dünyada ve Türkiye'de İstihdam.....	141
3.1.5. Dünyada ve Türkiye'de İşsizlik.....	143
3.2. Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji ve İstihdam.....	147
3.2.1. Dünyada Yenilenebilir Enerjide İstihdam.....	148
3.2.2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerjide İstihdam.....	149
3.2.3. Çevresel İstihdam.....	151
3.3. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji ile İstihdam İlişkisinin İncelenmesi.....	152
3.3.1. Yenilenebilir Enerji ile İstihdam İlişkisinin Literatür İncelemesi.....	153
3.3.2. JEDI Modeli.....	166
3.3.2.1. JEDI Jeotermal Modeli.....	169
3.3.2.2. JEDI Rüzgâr Modeli.....	173
3.3.2.3. JEDI Biyokütle Modeli.....	176
3.3.2.4. JEDI Hidrolik Modeli.....	178
3.3.2.5. JEDI Güneş Modeli.....	179
3.4. Sonuç.....	181

4. BÖLÜM

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ VE İSTİHDAMIN 2030 TAHMİNİ

4.1. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji ve İstihdamının Tahmini.....	185
4.1.1. Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim Kapasite Projeksiyonu.....	186
4.1.2. Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketim Projeksiyonu.....	191
4.2. Sürdürülebilir Kalkınma ve Küresel İklim Değişikliği.....	193
4.2.1. Birleşmiş Milletler 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri.....	193
4.2.2. Türkiye'nin Küresel İklim Değişikliği ile Mücadele 2030 Yol Haritası.....	194
4.3. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji ve İstihdamın Tahmini.....	196
4.3.1. Yenilenebilir Enerji ve İstihdam Tahmininin Literatür İncelemesi....	197
4.3.2. Veri ve Metodoloji.....	202
4.3.2.1. Box-Jenkins Metodolojisi.....	203
4.3.2.2. Otoregresif Modeller (AR).....	203
4.3.2.3. Hareketli Ortalama Modeller (MA).....	204
4.3.2.4. Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama Modeli (ARIMA)..	205
4.3.3. Tahmin Sonuçları.....	207
4.3.3.1. Jeotermal Modeli Tahmin Sonuçları.....	209
4.3.3.2. Rüzgâr Modeli Tahmin Sonuçları.....	211
4.3.3.3. Biyokütle Modeli Tahmin Sonuçları.....	213
4.3.3.4. Hidrolik Modeli Tahmin Sonuçları.....	215
4.3.3.5. Güneş Modeli Tahmin Sonuçları.....	217
4.4. Sonuç.....	219
SONUÇ.....	224
KAYNAKÇA.....	228
EKLER	259

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1: Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planına Göre Elektrik Üretimi ve Kurulu Güç Kapasitesinin 2013 verileri ve 2023 tahminleri.....	23
Tablo 2.1: Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Üretimi ile Ekonomik Büyüme İlişkisini İnceleyen Literatür Özeti.....	53
Tablo 2.2: Ekonometrik Analizde Kullanılan Değişkenler.....	63
Tablo 2.3: Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler.....	65
Tablo 2.4: Değişkenler için ADF Birim Kök Testi Sonuçları.....	70
Tablo 2.5: Değişkenler için PP Birim Kök Testi Sonuçları.....	72
Tablo 2.6: Değişkenler için QA Yapısal Kırılma Test Sonuçları.....	73
Tablo 2.7: Değişkenler için Zivot Andrews Birim Kök Testi Sonuçları.....	74
Tablo 2.8: Hidrolik ARDL Modeli Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti.....	83
Tablo 2.9: Hidrolik ARDL Sınır Testi Sonuçları.....	83
Tablo 2.10: Hidrolik ARDL (2,1,0,0) Modelinin Tahmin Sonuçları.....	83
Tablo 2.11: Hidrolik ARDL (2,1,0,0) Modelinin Uzun Dönem Katsayıları.....	84
Tablo 2.12: Hidrolik ARDL (2,1,0,0) Modelinin Kısa Dönem Katsayıları.....	84
Tablo 2.13: Hidrolik VAR Modeli için Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti.....	85
Tablo 2.14: Hidrolik Enerji için Toda-Yamamoto Nedensellik Sonuçları.....	86
Tablo 2.15: Sanayi Üretimi-Hidrolik için Varyans Ayristirma Sonuçları.....	89
Tablo 2.16: Jeotermal ARDL Modeli Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti.....	91
Tablo 2.17: Jeotermal ARDL Sınır Testi Sonuçları.....	91
Tablo 2.18: Jeotermal ARDL (2,1,4,0) Modelinin Tahmin Sonuçları.....	91
Tablo 2.19: Jeotermal ARDL (2,1,4,0) Modelinin Uzun Dönem Katsayıları.....	92
Tablo 2.20: Jeotermal ARDL (2,1,4,0) Modelinin Kısa Dönem Katsayıları.....	92
Tablo 2.21: Jeotermal VAR Modeli için Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti.....	94
Tablo 2.22: Jeotermal Enerji için Granger Nedensellik Sonuçları.....	94
Tablo 2.23: Sanayi Üretimi-Jeotermal için Varyans Ayristirma Sonuçları.....	96
Tablo 2.24: Biyokütle ARDL Modeli Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti.....	98
Tablo 2.25: Biyokütle ARDL Sınır Testi Sonuçları.....	99
Tablo 2.26: Biyokütle ARDL (2,0,0,0,8) Modelinin Tahmin Sonuçları.....	99
Tablo 2.27: Biyokütle ARDL (2,0,0,0,8) Modelinin Uzun Dönem Katsayıları.....	100
Tablo 2.28: Biyokütle ARDL (2,0,0,0,8) Modelinin Kısa Dönem Katsayıları.....	100
Tablo 2.29: Biyokütle VAR Modeli için Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti....	101

Tablo 2.30: Biyokütle Enerjisi için Toda-Yamamoto Nedensellik Sonuçları.....	102
Tablo 2.31: Sanayi Üretimi-Biyokütle için Varyans Ayristirma Sonuçları.....	104
Tablo 2.32: Rüzgâr ARDL Modeli Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti.....	106
Tablo 2.33: Rüzgâr ARDL Sınır Testi Sonuçları.....	106
Tablo 2.34: Rüzgâr ARDL (5,7,0,0) Modelinin Tahmin Sonuçları.....	107
Tablo 2.35: Rüzgâr ARDL (5,7,0,0) Modelinin Uzun Dönem Katsayıları.....	107
Tablo 2.36: Rüzgâr ARDL (5,7,0,0) Modelinin Kısa Dönem Katsayıları.....	108
Tablo 2.37: Rüzgâr VAR Modeli için Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti.....	109
Tablo 2.38: Rüzgâr Enerjisi için Granger Nedensellik Sonuçları.....	110
Tablo 2.39: Sanayi Üretimi-Rüzgâr için Varyans Ayristirma Sonuçları.....	112
Tablo 2.40: Güneş ARDL Modeli Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti.....	114
Tablo 2.41: Güneş ARDL Sınır Testi Sonuçları.....	114
Tablo 2.42: Güneş ARDL(5,8,7,1) Modelinin Tahmin Sonuçları.....	114
Tablo 2.43: Güneş ARDL(5,8,7,1) Modelinin Uzun Dönem Katsayıları.....	115
Tablo 2.44: Güneş ARDL (5,8,7,1) Modelinin Kısa Dönem Katsayıları.....	116
Tablo 2.45: Güneş VAR Modeli için Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti.....	117
Tablo 2.46: Güneş Enerjisi için Granger Nedensellik Sonuçları.....	118
Tablo 2.47: Sanayi Üretimi-Güneş için Varyans Ayristirma Sonuçları.....	120
Tablo 2.48: Toplam Yenilenebilir ARDL Modeli Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti.....	122
Tablo 2.49: Toplam Yenilenebilir ARDL Sınır Testi Sonuçları.....	122
Tablo 2.50: Toplam Yenilenebilir ARDL (7,1,0,6) Modelinin Tahmin Sonuçları...	123
Tablo 2.51: Toplam Yenilenebilir ARDL (7,1,0,6) Modelinin Uzun Dönem Katsayıları.....	124
Tablo 2.52: Toplam Yenilenebilir ARDL (7,1,0,6) Modelinin Kısa Dönem Katsayıları.....	124
Tablo 2.53: Toplam Yenilenebilir VAR Modeli için Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti.....	125
Tablo 2.54: Toplam Yenilenebilir Enerji için Toda-Yamamoto Nedensellik Sonuçları.....	126
Tablo 2.55: Sanayi Üretimi-Toplam Yenilenebilir Enerji için Varyans Ayristirma Sonuçları.....	129
Tablo 2.56: Yenilenebilir Enerji-Büyüme Analizi Sonuç Özeti.....	129
Tablo 3.1: Türkiye'de Eğitim Durumuna Göre İşsizlik Oranları (Yüzde).....	145

Tablo 3.2: Bir Jeotermal Tesisin İşletme ve Bakımı için İstihdam Hesaplaması.....	171
Tablo 3.3: Bir Jeotermal Tesisin İşletme ve Bakımı için MW Başına İstihdam Sayıları.....	171
Tablo 3.4: Türkiye'de Kurulu Jeotermal Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı.....	172
Tablo 3.5: Türkiye'de Kurulu Jeotermal Enerjisinin 1 MW Başına İstihdamı.....	173
Tablo 3.6: Türkiye'de Kurulu Rüzgâr Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı...175	175
Tablo 3.7: Türkiye'de Kurulu Rüzgâr Enerjisinin 1 MW Başına İstihdamı.....	176
Tablo 3.8: Türkiye'de Kurulu Biyokütle Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı.....	177
Tablo 3.9: Türkiye'de Kurulu Biyokütle Enerjisinin 1 MW Başına İstihdamı.....	177
Tablo 3.10: Türkiye'de Kurulu Hidrolik Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı.....	178
Tablo 3.11: Türkiye'de Kurulu Hidrolik Enerjisinin 1 MW Başına İstihdamı.....	179
Tablo 3.12: Türkiye'de Kurulu Güneş Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı..180	180
Tablo 3.13: Türkiye'de Kurulu Güneş Enerjisinin 1 MW Başına İstihdamı.....	181
Tablo 3.14: Türkiye'de Kurulu Yenilenebilir Enerji Türlerinin JEDI Modeline Göre İstihdamı.....	182
Tablo 3.15: Türkiye'de Kurulu Yenilenebilir Enerji Türlerinin 1 MW Başına İstihdamı.....	182
Tablo 4.1: Türkiye'nin 2020 Yılı Ocak Ayı Sonu İtibarıyle Kurulu Gücün Kaynaklara Göre Dağılımı ve 2019 Yılı Ocak Ayı Değeriyle Karşılaştırılması.....	185
Tablo 4.2: Türkiye Toplam Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Gelişimi ve 2018-2022 Projeksiyonu (MW).....	187
Tablo 4.3: 2019-2023 Strateji Planında Türkiye Toplam Kurulu Gücü Hedefleri (MW).....	190
Tablo 4.4: Türkiye Puant 2019-2028 Dönemi Tahmini (MW).....	190
Tablo 4.5: Türkiye Brüt Elektrik Tüketiminin 2019-2028 Dönemi Tahmini (GWh).....	191
Tablo 4.6: Türkiye Elektrik Enerjisi Yıllık Talep Projeksiyonu 2019-2039.....	192
Tablo 4.7: Kurulu Güç Değişkenleri için ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları....208	208
Tablo 4.8: Jeotermal için Bilgi Kriterleri Yardımıyla ARIMA Model Tespiti.....209	209
Tablo 4.9: Türkiye'de 2030 Yılı Jeotermal Enerjinin JEDI Modeline Göre İstihdamı.....	210

Tablo 4.10: Rüzgâr için Bilgi Kriterleri Yardımıyla ARIMA Model Tespiti.....	211
Tablo 4.11: Türkiye'de 2030 Yılı Rüzgâr Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı.....	212
Tablo 4.12: Biyokütle için Bilgi Kriterleri Yardımıyla ARIMA Model Tespiti.....	213
Tablo 4.13: Türkiye'de 2030 Yılı Biyokütle Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı.....	214
Tablo 4.14: Hidrolik için Bilgi Kriterleri Yardımıyla ARIMA Model Tespiti.....	215
Tablo 4.15: Türkiye'de 2030 Yılı Hidrolik Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı.....	216
Tablo 4.16: Güneş için Bilgi Kriterleri Yardımıyla ARIMA Model Tespiti.....	217
Tablo 4.17: Türkiye'de 2030 Yılı Güneş Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı.....	218
Tablo 4.18: Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kurulu Güç Değerlerinin 2020-2030 Yılları Arası Tahmini (MW).....	219
Tablo 4.19: Türkiye'de 2030 yılında Yenilenebilir Enerji Türlerinin JEDI Modeline Göre İstihdamının Özeti.....	220

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Yenilenebilir Enerji İhtiyacının Analizi için Ortak İlişkiler Faktörü	7
Şekil 1.2: Türkiye’deki Hidrolik Enerjisi Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibariyle Gelişimi.....	8
Şekil 1.3: Dünyada Hidrolik Enerjisi Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibariyle Gelişimi.....	9
Şekil 1.4: Türkiye’deki Jeotermal Enerji Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibariyle Gelişimi.....	10
Şekil 1.5: Dünyada Jeotermal Enerjisi Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibariyle Gelişimi.....	10
Şekil 1.6: Türkiye’deki Biyokütle Enerjisi Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibariyle Gelişimi.....	12
Şekil 1.7: Dünyada Biyokütle Enerjisi Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibariyle Gelişimi.....	12
Şekil 1.8: Türkiye’deki Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibariyle Gelişimi.....	14
Şekil 1.9: Dünyada Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibariyle Gelişimi.....	15
Şekil 1.10: Türkiye’deki Güneş Enerji Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibariyle Gelişimi.....	16
Şekil 1.11: Dünyada Güneş Enerjisi Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibariyle Gelişimi.....	17
Şekil 1.12: Dünyada Toplam Yenilenebilir Enerji Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibariyle Gelişimi.....	19
Şekil 1.13: Türkiye’deki Toplam Yenilenebilir Enerji Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibariyle Gelişimi.....	20
Şekil 1.14: Türkiye’de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü (28 Şubat 2019).....	21
Şekil 1.15: Türkiye’de Elektrik Üretimi (Ocak-Aralık 2018).....	22
Şekil 2.1: Dünya ve Türkiye Kişi Başı GSYH Gelişiminin Karşılaştırılması (1961-2017).....	36
Şekil 2.2: Dünya ve Türkiye Yıllık GSYH Büyüme Oranlarındaki Değişimi (1961-2017).....	37
Şekil 2.3: Kullanılan Değişken Türü.....	57

Şekil 2.4: Literatür Örneklem Çeşidi.....	57
Şekil 2.5: Literatürde Yer Alan Çalışmaların Yıllar İtibarıyle Sayıları.....	58
Şekil 2.6: Yenilenebilir Enerji-Ekonominik Büyüme İlişkisini Konu Alan Çalışmaların Sonuçları.....	58
Şekil 2.7: Türkiye ile İlgili Literatürün Yıllara Göre Yayın Sayısı, Değişken Türü ve Sonuç Özeti.....	59
Şekil 2.8: Değişkenlere Ait Düzey Grafikleri.....	63
Şekil 2.9: Değişkenlere Ait Logaritması ve Farkı Alınmış Grafikleri.....	65
Şekil 2.10: Hidrolik Enerji için Cusum ve CusumQ Test Sonuçları.....	85
Şekil 2.11: Hidrolik Enerji için VAR Modelinin İstikrarlılığı.....	87
Şekil 2.12: Hidrolik Enerji için Etki- Tepki Fonksiyonları.....	88
Şekil 2.13: Jeotermal Enerji için Cusum ve CusumQ Test Sonuçları.....	93
Şekil 2.14: Jeotermal Enerji için VAR Modelinin İstikrarlılığı.....	95
Şekil 2.15: Jeotermal Enerji için Etki- Tepki Fonksiyonları.....	96
Şekil 2.16: Biyokütle Enerjisi için Cusum ve CusumQ Test Sonuçları.....	101
Şekil 2.17: Biyokütle Enerjisi için VAR Modelinin İstikrarlılığı.....	102
Şekil 2.18: Biyokütle Enerjisi için Etki- Tepki Fonksiyonları.....	103
Şekil 2.19: Rüzgâr Enerjisi için Cusum ve CusumQ Test Sonuçları.....	109
Şekil 2.20: Rüzgâr Enerjisi için VAR Modelinin İstikrarlılığı.....	110
Şekil 2.21: Rüzgâr Enerjisi için Etki- Tepki Fonksiyonları.....	111
Şekil 2.22: Güneş Enerjisi için Cusum ve CusumQ Test Sonuçları.....	117
Şekil 2.23: Güneş Enerjisi için VAR Modelinin İstikrarlılığı.....	118
Şekil 2.24: Güneş Enerjisi için Etki-Tepki Fonksiyonları.....	119
Şekil 2.25: Toplam Yenilenebilir Enerji için Cusum ve CusumQ Test Sonuçları....	125
Şekil 2.26: Toplam Yenilenebilir Enerji için VAR Modelinin İstikrarlılığı.....	127
Şekil 2.27: Toplam Yenilenebilir Enerji için Etki-Tepki Fonksiyonları.....	128
Şekil 3.1: OECD-AB ve Türkiye İstihdam Oranları Karşılaştırılması (2000-2019)..	141
Şekil 3.2: Türkiye'deki İstihdam Edilen Kişi Sayısının Gelişimi (2000-2019).....	142
Şekil 3.3: Türkiye'deki İstihdamın Sektörel Dağılımı (2005-2018).....	143
Şekil 3.4: OECD-AB ve Türkiye İşsizlik Oranları Karşılaştırılması (2000-2019)...	144
Şekil 3.5: Türkiye'deki İşsiz Sayısının Gelişimi (2000-2019).....	145
Şekil 3.6: Dünyada Yenilenebilir Enerji Türlerinin İstihdam Sayıları (Bin kişi).....	149
Şekil 3.7: Türkiye'de Süreçlere Göre 1 MW Başına İstihdam Sayıları.....	183

Şekil 4.1: Kaynaklara göre Türkiye'de Kurulu Kapasitenin 2013-2030 Karşılaştırılması.....	189
Şekil 4.2: Birleşmiş Milletler 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri.....	194
Şekil 4.3: Sera Gazı Emisyonlarında 2030 Yılı Azaltım Senaryosu.....	195
Şekil 4.4: Zaman Serisi Önraporlama Yöntemleri	197
Şekil 4.5: Box-Jenkins Yöntemi Algoritması	205
Şekil 4.6: Kurulu Güç Değişkenlerine Ait Düzey Grafikleri (MW).....	207
Şekil 4.7: Jeotermal Enerjinin 2030 Kurulu Güç Tahmini (MW).....	209
Şekil 4.8: Rüzgâr Enerjisinin 2030 Kurulu Güç Tahmini (MW).....	212
Şekil 4.9: Biyokütle Enerjisinin 2030 Kurulu Güç Tahmini (MW).....	214
Şekil 4.10: Hidrolik Enerjinin 2030 Kurulu Güç Tahmini (MW).....	216
Şekil 4.11: Güneş Enerjisinin 2030 Kurulu Güç Tahmini (MW).....	218

EKLER LİSTESİ

- Ek 1:** 1802360986 Sayılı TEİAŞ 2006-2010 ve 2011-2018 Yılları Arası Türkiye Aylık Kaynak Bazlı Toplam Kurulu Güç Değerleri Bilgi ve Belge Talebi.....259
- Ek 2:** 1802504464 Sayılı TEİAŞ 2014-2018 Yılları Arası Türkiye Yenilenebilir Enerji Üretimi Bilgi ve Belge Talebi.....260
- Ek 3:** 72842 Sayılı Dilekçe ile NACE Rev. 2'de 35 kodlu sektörde üretim yaptığını beyan eden ve cetvel veren işletmelerin sayısı ve istihdam bilgileri.....261

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABC	: Yapay Arı Kolonisi
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ACF	: Otokorelasyon Fonksiyonu
ACO	: Karınca Kolonisi Optimizasyonu
ADF	: Augmented Dickey Fuller
AIC	: Akaike Bilgi Kriteri
ANN	: Yapay Sinir Ağları
AR	: Otoregresif Süreç
ARDL	: Otoregresif Dağıtılmış Gecikme Modeli
ARIMA	: Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama Süreci
ARMA	: Otoregresif Hareketli Ortalama Süreci
BIY	: Biyokütle Enerjisi
BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
BRICS	: Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika
c./C.	: Cilt
CGE	: Hesaplanabilir Genel Denge
CO₂	: Karbondioksit
COP21	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Taraflar Konferansı
CSP	: Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi
EB	: Ekonomik Büyüme

ECT	: Hata Düzeltme Terimi
EKK	: En Küçük Kareler
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EWEA	: Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği
FFANN	: İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağrı
FTE	: Tam Zamanlı İstihdam
GMM	: Genelleştirilmiş Momentler Metodu
GSMH	: Gayrisafi Milli Hasıla
GSYH	: Gayrisafi Yurt İçi Hasıla
GUN	: Güneş Enerjisi
GWh	: Gigawatt Saat
HGD	: Hesaplanabilir Genel Denge
HID	: Hidrolik Enerjisi
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
ILO	: Uluslararası Çalışma Örgütü
IMPLAN	: Planlama için Etki Analizi
IO	: Girdi-Çıktı
IPI	: Sanayi Üretim Endeksi
IRENA	: Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
ISGC	: İşgücü
IUCN	: Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği
İŞKUR	: Türkiye İş Kurumu

JEDI	: İstihdam ve Ekonomik Kalkınma Etkisi
JEÓ	: Jeotermal Enerjisi
kWh	: Kilowatt Saat
LCB	: Alt Kritik Değer
LSTM	: Uzun Kısa Süreli Bellek
MA	: Hareketli Ortalama Süreci
MGM	: Metabolik Gri Model
M.Ö.	: Milattan Önce
MW	: Megawatt
NREL	: ABD Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
PACF	: Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu
PP	: Phillips Perron
PV	: Fotovoltaik
QA	: Quandt Andrews
RNN	: Tekrarlayan Sinir Ağları
RUZ	: Rüzgâr Enerjisi
SAN	: Sanayi Üretim Endeksi
SARIMA	: Mevsimsel Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama
SER	: Sermaye Oluşumu
SETA	: Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı
SGP	: Satınalma Gücü Paritesi
SHM	: Sosyal Hesaplar Matrisi

ss.	: Sayfa sayısı(sayfalar arası)
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TENVA	: Türkiye Enerji Vakfi
TOPYEN	: Toplam Yenilenebilir Enerji
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TWh	: Terawatt Saat
UCB	: Üst Kritik Değer
UECM	: Kısıtlanmamış Hata Düzeltme Modeli
UEVEP	: Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı
UNDP	: Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
VAR	: Vektör Otoregresif Model
VECM	: Vektör Hata Düzeltme Modeli
WWF	: Dünya Çapında Doğa Fonu
YE	: Yenilenebilir Enerji
YEEP	: Yenilenebilir Enerji Eylem Planı
YEGM	: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YEKA	: Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları
YEKDEM	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması
YET	: Yenilenebilir Enerji Tüketimi
YEÜ	: Yenilenebilir Enerji Üretimi
YSA	: Yapay Sinir Ağları

ÖNSÖZ

Yenilenebilir enerji farklı formları ile çok eski zamanlardan beri kullanılan bir enerji türündür. Günümüzde enerji ihtiyacının artması ve çevre duyarlılığının daha hassas bir konu haline gelmesi ile yenilenebilir enerji konusu çok fazla önem kazanmıştır. Bu kadar önemli ve güncel bir konu üzerinde doktora tezini yazma fikri beni oldukça heyecanlandırmıştı. Bu fikrimi paylaştığım hocalarımın desteği ve motivasyonu ile yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeye ve istihdam yaratma boyutu doktora tezimin konusunu oluşturmuş oldu. Doktora ders ve tez sürecinin başından sonuna kadar birçok değerli insan ile tanıştım ve onlara teşekkür etmek istiyorum.

Doktora eğitimim sürecinde derslerine girdiğim Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisat bölümü hocalarımı; Tez İzleme Sınavlarında değerli fikirleri ve eleştirileri ile tez yazımında yol gösteren Prof. Dr. Cihan Seçilmiş'e; her zaman desteğini gördüğüm Prof. Dr. Mustafa Kemal Beşer'e; fikirlerinden çokça istifade ettiğim Prof. Dr. Özcan Dağdemir'e ve benim bugünlere gelmemeye katkıda bulunan yüksek lisans hocalarım Prof. Dr. Ahmet Kibar Çetin ve Doç. Dr. Harun Yakışık'a teşekkürlerimi sunarım.

Beni tez öğrenciliğine kabul eden ve sürecin başından itibaren her aşamada çok değerli katkıları ile tezime yön veren, değerli zamanını ayıran, gelişmemde büyük katkıları olan danışmanım Prof. Dr. Zeki Kartal hocama saygılarımı sunuyorum. Doktora eğitimime başladığım andan itibaren; gerek ders aşamasında, gerek tez aşamasında her zaman yanında destegini hissettiğim; akademik bilgisini, deneyimini, yardımını ve zamanını hiçbir zaman esirgemeyen, bir hocadan ziyade bir abi ve bir dost olarak gördüğüm Doç. Dr. Hakan Acaraoğlu'na şükranları sunuyorum.

Çocukluğumdan bu yana eğitimimde büyük destekleri olan anne ve babama; çalışmalarım sırasında sürekli destegini gördüğüm, mutluluğumu ve heyecanımı paylaştığım eşim Ebru Güllü'ye; süreç içinde ihmali etmemeye gayret ettiğim oğlum Alperen Güllü ve kızım Almina Güllü'ye sevgilerimi sunuyorum.

Son olarak azmini, gayretini ve çalışma disiplinini örnek aldığım, çocukluğumdan beri tek dayanağım ve güvenebildiğim tek omuz olan, her ne kadar ayrı ayrı şehirlerde büyüğük bile, her sevincimde ve üzüntümde hemen arayıp paylaştığım, üniversite okurken bana yazdığı mektuplar ile çalışma azmimi her daim

diri tutmaya çalışan, akademik çalışmalarmdaki her sevinci kendi sevinci gibi karşılayan, her üzüntüyü kendi üzüntüsü gibi gören ve 25.09.2019 yılında aramızdan ayrılan canım abim Doç. Dr. İsmail Güllü'ye bu tezi armağan etmek istiyorum. Eminim doktorayı bitirdiğimi görmek onu çok duygulandırır ve gururlandırdı.

GİRİŞ

Dünya nüfusundaki artış, sanayi sektöründeki üretim artışları, teknolojik gelişmeyle birlikte tüketim harcamalarının artışı gibi etkenler sonucu enerji, günlük hayatın ve tüm sektörlerin vazgeçilmez girdisi olmuştur. Artan enerji talebinin karşılanmasında petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil kaynaklı yakıtlar kullanılmaktadır. Son yıllarda fosil kaynaklı yakıtların iklim değişikliğine, küresel ısınmaya, karbondioksit gibi sera gazlarının artışına ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olması, ülkelerin enerji ihtiyaçlarını öz kaynaklarından tedarik ederek enerjide dışa bağımlılığın azaltılmak istenmesi, fosil rezervlerinin tükenmesi ve enerji kaynaklarını çeşitlendirmek amacıyla dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına rağbet artmıştır. Doğal kaynaklardan elde edilen rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, hidrolik enerji, jeotermal enerji ve biyokütle enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına 2000'li yılların başlarında başlayan bu rağbet hızlı bir şekilde artmaya devam etmektedir. 2017 yılına gelindiğinde yeni teknolojilerin gelişmesi, maliyetlerin düşmesi ve yatırımlardaki artışlar sonucu küresel yenilenebilir enerji üretim kapasitesi dünya genelinde, yıllık %8,3 büyümeye ve yıllık 167 GW kapasite artışıyla 2.179 GW 'a ulaşmış bulunmaktadır (IRENA, 2018a). Dünyada yenilenebilir enerjiye ilginin artmasıyla birlikte Türkiye'de de yenilenebilir enerjiye ilgi her geçen gün daha da artmaktadır. Türkiye'de 2000 yılında yenilenebilir enerji kurulu gücü 11.288 MW iken 2017 yılında 38.742 MW olmuştur (IRENA, 2018a). Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planına göre 2023 yılında, yaklaşık 159 TWh elektrik üretecek 61.000 MW'lık yenilenebilir enerji kapasitesi planlanmaktadır. Türkiye bu hedefe ulaşmak için yatırım teşvikleri, sabit fiyat garanti sistemi, finansal garantiler, jeotermal arama faaliyetleri desteği, MTA danışmanlık desteği, arazi kullanım ücreti teşvikleri ve üretilen fazla elektriği alma yükümlülüğü gibi adımlar atmaktadır (T.C. ETKB, 2014). Türkiye'de yenilenebilir enerjiden elektrik üretiminin artmasının ekonomik büyümeye üzerinde nasıl bir etkiye neden olacağı ve istihdamda artış yaratıp yaratmayacağı konuları önem kazanmaktadır. Bu bağlamda tezin problemini, Türkiye'de yenilenebilir enerji artışının istihdam ve ekonomik büyümeye üzerinde etkisi olup olmadığı, varsa bu etkinin hangi yönde olduğu sorusu oluşturmaktadır. Tezin konusu ise yenilenebilir enerji kaynaklarının ayrı ayrı ekonomik büyümeye ile arasındaki ilişkinin ARDL yöntemi, Granger ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri, etki-tepki analizi ve varyans ayırtılması yöntemleri ile incelenmesi, yenilenebilir enerji

kaynaklarının ayrı ayrı ne kadar istihdam yarattığının tahmin edilmesi ve yenilenebilir enerji, ekonomik büyümeye ve istihdam verilerinin projeksiyonunun incelenmesidir. Tezin amacı ise, yenilenebilir enerji kaynaklarının ayrı ayrı ekonomik büyümeye katkısının ve istihdam yaratma potansiyellerinin ölçülmesidir.

Yenilenebilir enerjinin yaygınlaşmasıyla yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeye ve istihdam boyutu son yıllarda literatürde daha fazla yer almaya başlamıştır. Türkiye özelinde konu ele alındığında 2017 yılına kadar yenilenebilir enerjinin istihdamı konusunda herhangi bir verinin olmaması nedeniyle yabancı literatürdeki çalışmaların yöntemlerinin Türkiye'ye uygulanamadığı görülmektedir. Konu ile ilgili verilerin yayınlanmaya başlanması ve yenilenebilir enerji istihdam ilişkisini analiz eden yeni yöntemlerin bulunması ile Türkiye özelinde çalışmanın daha detaylıca ele alınabileceği görülmektedir. Tezde hidrolik, güneş, rüzgâr, biyokütle ve jeotermalden oluşan yenilenebilir enerji kaynaklarının ayrı ayrı ekonomik büyümeye ile ilişkisi ve istihdam yaratma potansiyelleri incelenmiştir. Literatürde yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye ilişkisini ele alan çalışmalar olmasına rağmen, ulaşılan kaynaklar içerisinde yenilenebilir enerji, istihdam ve ekonomik büyümeyi birlikte alan bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca büyümeyi konu alan çalışmaların çok büyük bir kısmında yıllık veriler kullanılmasına karşın bu tezde aylık veriler kullanılmıştır. Türkiye için yenilenebilir enerjinin yıllık verilerinin kullanılması 2014 yılından itibaren elektrik üretiminde kullanılan güneş enerjisi gibi yeni yenilenebilir enerji kaynakların etkilerini net olarak ortaya koymamaktadır. Yenilenebilir enerjinin güncel aylık verileri kullanılarak yapılan analiz, yenilenebilir enerji üretiminde son yıllarda büyük artışları kapsaması açısından yıllık verileri kullanan diğer çalışmalara göre hem daha fazla gözlem içermesi hem de daha güncel veriye sahip olması bakımından önemlidir. Bu bağlamda bu tezde yenilenebilir enerji kaynaklarının ayrı ayrı alınması ve aylık verilerin kullanılması ile Türkiye'de yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeye ve istihdam yaratma potansiyeli hesaplanıp, geleceğe yönelik projeksiyon oluşturarak literatürdeki bu boşluğun doldurulması amaçlanmaktadır.

Tez, Türkiyeörneğinde ve sadece yenilenebilir enerji alanındaki ekonomik büyümeye ve istihdam ilişkisi ile sınırlıdır. Çok çeşitli alt kaynakları bulunan yenilenebilir enerji; hidrolik, güneş, rüzgâr, biyokütle ve jeotermal ile sınırlı tutulmuştur.

Tezin birinci bölümünde teorik ve kavramsal çerçeve başlığında; enerji, yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynakları kavramlarına yer verilmiş, Türkiye ve Dünya'da yenilenebilir enerjinin genel durumlarına degenilmiştir. Ayrıca 2013-2023 Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı ile yenilenebilir enerji ile ilgili mevzuatlar ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizmasına yer verilmiştir.

Tezin ikinci bölümünde Türkiye'de yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye ilişkisi, ekonomik büyümeye kavramı ve büyümeye modelleri çerçevesinde ele alınmıştır. İkinci bölümün analiz kısmında ise önce veriler ve elde edilme yöntemleri açıklanmış, kurulan modeller ve özellikleri hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra hidrolik, jeotermal, biyokütle, rüzgâr, güneş enerjisi ve toplam yenilenebilir enerji için birim kök testleri, ARDL Sınır testi, nedensellik analizleri, etki tepki fonksiyonları ve varyans ayırtılması uygulanıp sonuçlar toplu biçimde verilmiştir.

Tezin üçüncü bölümünde yenilenebilir enerji ile istihdam ilişkisi, ABD Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (National Renewable Energy Laboratory, NREL) tarafından, yenilenebilir enerji tesislerinin inşa sürecinin ve işletilmesinin ekonomik etkilerini tahmin eden JEDI (The Jobs and Economic Development Impact) modeli kullanılarak incelenmiştir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının her biri için ayrı ayrı MW başına istihdam ölçümlenmesi incelenerek malzeme üretimi, inşaat ve kurulum süreçlerinde hangi sektörün istihdam açısından daha verimli olduğu karşılaştırılmıştır.

Tezin dördüncü bölümünde yenilenebilir enerji kaynaklarından jeotermal, hidrolik, biyokütle, rüzgâr ve güneş enerjisinin 2030 yılında kurulu güç kapasiteleri ve JEDI modeline göre yaratabilecekleri istihdam sayıları projeksyonu, her bir yenilenebilir enerji türü için ayrı bir ARIMA modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Öngörü sayesinde 2023 Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planına ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Taraflar Konferansı (COP21)'de Paris Anlaşmasındaki Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanına uyumu incelenmiştir.

1.BÖLÜM

TEORİK VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1.ENERJİ KAVRAMI

Etimolojik olarak Enerji, Yunanca “energon” kelimesinden türetilmiş ve “bir şey yapabilme yetisi” olarak Türkçeye tercüme edilmektedir (Aruoba ve Alpar, 1992:89). Enerji, ısı enerjisi, elektrik enerjisi, mekanik enerji, kinetik enerji, nükleer enerji, kimyasal enerji gibi birçok çeşidi ile karşımıza çıkmaktadır. Enerji kavramı ve yaklaşımları önemli dönüşümler yaşamaktadır. Günümüzde mikro ve makro düzeyde yaşanan değişimelerle birlikte enerji yeni bir anlam ve boyut kazanmış görülmektedir. Küreselleşen dünyada yaşanan nüfus artışı, sanayileşme, kentsel gelişim, tüketim artışı, göç hareketleri vb. faktörlerin etkisi ile enerji tüketimi de artış göstermektedir. Burada önemli noktalardan biri de teknolojide yaşanan hızlı gelişmelerdir.

Gelişen teknoloji ve bilgi birikimi insanoğlunun yeni enerji alanlarına ilgi duymasına yol açmıştır. Enerji kaynakları, temelde petrol, kömür, doğal gaz gibi yenilenemeyen (nonrenewable) ve hidrolik, jeotermal, biyokütle, rüzgâr, güneş, okyanus enerjisi gibi yenilenebilir (renewable) olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadır. Dünyada yenilenemeyen enerji alanındaki azalan kaynaklar toplumları yenilenebilir enerji alanına doğru yeni arayış ve çeşitlendirmelere itmektedir. Dalga enerjisi, gel-git enerjisi, uzay tabanlı güneş enerjisi, gömülebilir güneş enerjisi, yosun enerjisi, insan enerjisi gibi birçok alternatif enerji alanı son yıllarda gündemimize girmekte ve bu alanda çalışmalar yapılmaktadır.

Enerji kaynakları, yenilenebilir ve yenilenemeyen olarak ayrılmasının yanı sıra birincil ve ikincil enerji kaynağı, konvansiyonel ve konvansiyonel olmayan, ticari ve ticari olmayan gibi kategorik sınıflandırmalara tabi tutulmuşlardır (Aydın, 2018:36).

Toplumların enerji kaynakları ile olan ilişkisi sadece tüketim ile sınırlı olmayıp, jeostratejik açıdan da önemli bir anlam ifade etmektedir. Günümüzde yaşanan birçok savaş ve mücadelenin temelinde enerji kaynakları ve enerji yolları yatkınlıkta. Özellikle gelişmiş ülkelerdeki yoğun enerji tüketimini karşılamak amacıyla dünya üzerindeki enerji rezervlerinin yoğun olduğu Ortadoğu ve Orta Asya bu mücadelelerin merkezinde yer almaktadır. Küreselleşen dünyada ülkelerin enerji tüketimi de büyük farklılıklar göstermektedir (Yücel, 1994). Enerjinin ekonomik

olarak incelenmesini amaçlayan enerji ekonomisi; 1973 petrol krizinden beri araştırmacıların büyük ilgi duyduğu, enerji arz güvenliği ve talep yönetimi, enerji ile iktisadi büyümeye ilişkisi, enerji verimliliği, enerji piyasaları, enerji ticareti, depolaması ve taşımacılığı, enerji ve çevre politikaları, yenilenebilir enerji, yeşil enerji ve istihdam, küresel ısınma gibi konuları ele alan ekonominin bir alt disiplinidir (Aydın, 2018:28). Ekonomik gelişmenin temel gereksinimlerinden biri enerji olup günümüzde ülkelerin ekonomik gelişmelerinde enerjinin belirleyici rolü daha da artmış görülmektedir. Tezin bu bölümünde yenilenebilir ve yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarına deðinilmiş olup özellikle yenilenebilir enerji kaynakları daha detaylı olarak incelenmiştir.

1.1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

1780'lerden beri kullanılan buhar, yanmalı motorlar ve elektrik motorlarının kullanımı ve fosil kaynakların enerji kaynağı olarak kullanılması ülkelerin geçmiş ekonomik büyümesinde önemli bir rol oynamıştır. Fosil yakıtların kullanım alanının artması, sürekli maliyetinin azalmalarına bağlı büyümeye ivmesi ve kaynak maliyetinin ucuzlaşmasıyla birlikte yakın zamana kadar sanayi ülkelerinde ekonomik büyümeyenin birincil itici gücü enerji olmuştur (Stern, 2004).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, küresel ısınmayı azaltmak, enerji arzının güvenliğini artırmak ve enerji kaynaklarını çeşitlendirmek için önemli bir rol oynamaktadır. Yenilenebilir enerjinin bu rolü çoğulukla istihdam ve ekonomik büyümeye ile ölçülmekte olup, ekonomik etkisi politika yapıcılar ve araştırmacılar tarafından tartışılmaktadır (Breitschopf vd., 2013). Yenilenebilir enerjiye yönelimin artmasının ardından en önemli olgu kaynakların hiç bitmeyeceği, yani sürdürülebilirliğidir. Ayrıca yenilenebilir enerji tesislerinin genellikle geleneksel jeneratörlerden daha az bakım gerektirdiği ve doğal oluşları gibi birçok avantajları mevcuttur. Yenilenebilir enerjide elde edebilecek önemli faydalar, dört baþlantılı parametre altında tartışılmaktadır:

1) Gelecek için Enerji Güvenliği

Enerji güvenliği, “Bir ekonominin işletilmesi için gerekli olan sürekli ve kesintisiz enerji tedariki” olarak tanımlanabilmektedir (Timmons vd., 2014). Ekonominin büyümesi enerji tüketimi ve arzı ile ilişkili olup, enerjiye erişim çok

önemlidir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki ekonomik uçurumu azaltmak için istikrarlı ve sürekli enerjiye erişimin sağlanması gerekmektedir. Enerji arzının çeşitlendirilmesi de enerji güvenliğini sağlamaktadır. Bu sayede fiyat dalgalarını azaltmak, ekonomik riskleri en aza indirebilmek ve elektrik erişiminin imkansız olduğu uzak bölgelere de elektrik ulaşabilmektedir.

2) Sosyo-Ekonominik Gelişim

Enerji tüketimi ile sosyal ve ekonomik kalkınma arasında derin bir ilişki bulunmaktadır. Kişi başına düşen enerji tüketimindeki herhangi bir pozitif değişim, kişi başına düşen gelirde pozitif bir değişiklik yaratacaktır. Enerji tüketiminin büyümesi, sosyal ve ekonomik büyümeyenin ölçüm parametresi olması, istihdam yaratması ve sürdürülebilir büyümeyi geliştirmesi açılarından önemlidir. Dünyada yenilenebilir enerjide 2017'de 10,3 milyon istihdam yaratılmış olması bunun için bir kanıt olmaktadır (IRENA, 2018b). Ayrıca toplumsal cinsiyet eşitliği, ekonomik eşitsizliğin azaltılması, eğitim, sağlık sektörlerinin iyileştirilmesi, iş piyasasının geliştirmesi ve çevreye olan duyarlılığın gelişimi de sağlanmaktadır.

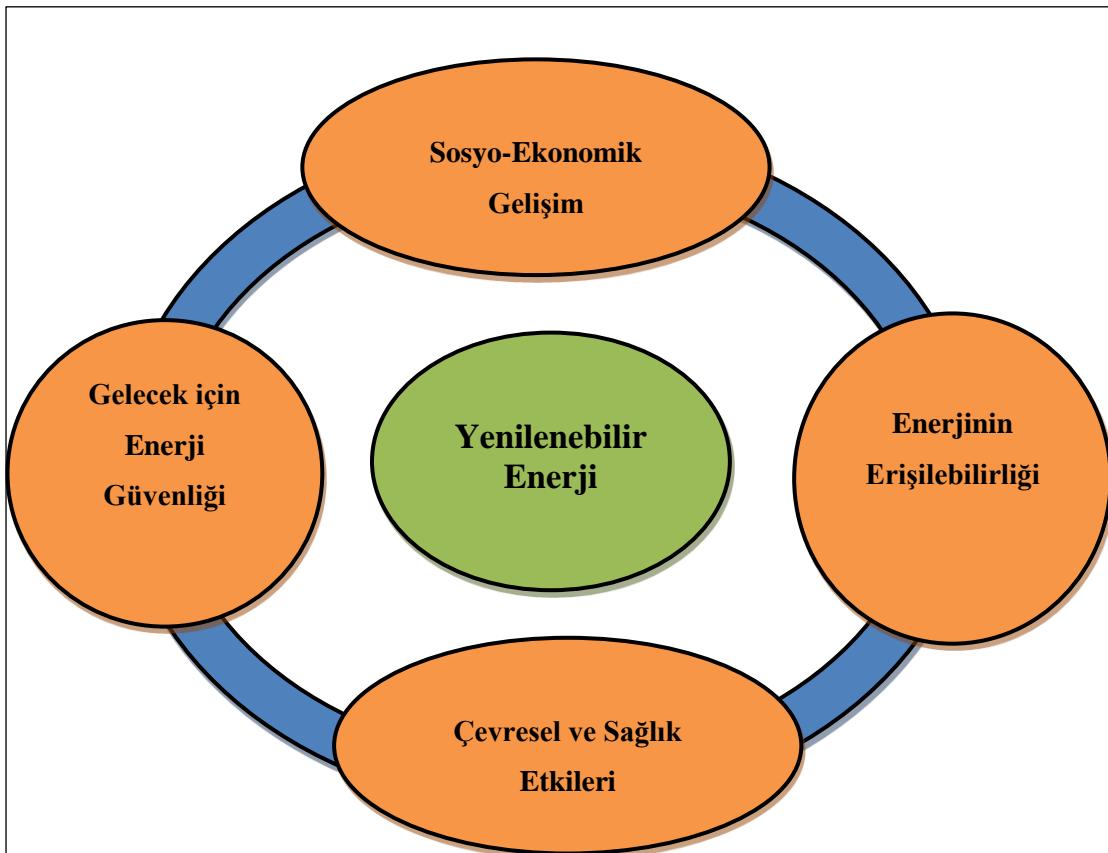
3) Enerjinin Erişilebilirliği

Birleşmiş Milletlerin 2030 hedefine göre tüm ülkelerin ekonomik, modern ve temiz bir enerjiye evrensel erişimin sağlanması hedeflenmiştir (UNDP, 2017). Ülkeler ucuz, temiz, sürdürülebilir ve erişilebilir enerji sağlamaya çalışmaktadır ve bu hedef sadece yenilenebilir enerji kullanarak, kullanımını artırrarak yerine getirilebilmektedir. Yenilenebilir kaynakların dünya çapında dağıtılması ve herkes için kolayca erişilebilir olması önemlidir. Kentler ve köyler arasındaki elektriğe erişimde de geniş bir farklılık olduğu yaygın bir gerçekdir. Yenilenebilir enerji yaygınlığında, kentsel-kırsal alandaki elektriğe erişim farklılıklarını azaltılabilecektir.

4) Çevresel ve Sağlık Etkileri

Enerji üretimi amacıyla yenilenebilir kaynaklara önem verilmesi güvenli ve temiz bir üretim ortamı oluşturarak, karbon ayak izini azaltacak ve SO₂, CO₂ gibi sera gazlarını azaltacaktır. Fosil yakıtlı santrallerden kaynaklanan zehirli emisyonlar veya kirleticiler nedeniyle, insanlar solunum, kardiyovasküler ve serebrovasküler gibi birçok hastalıktan şikayetçi olmaktadır. Hastalıkların çoğu bu zararlı gazların sebep olması nedeniyle, sera gazlarını azaltarak, sağlık tehlikeleri de azaltılabilecektir (Islam vd., 2018). İfade edilen ilişkiler Şekil 1.1'deki gibi özetlenebilir:

Şekil 1.1. Yenilenebilir Enerji İhtiyacının Analizi için Ortak İlişkiler Faktörü



Kaynak: Islam vd., 2018. Şekil yazar tarafından Türkçeleştirilmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynakları, hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarını kapsamaktadır (5346 Sayılı Kanun). Bu tezde yenilenebilir enerji kaynaklarından hidrolik, jeotermal, biyokütle, rüzgâr ve güneş enerjisi araştırılmıştır.

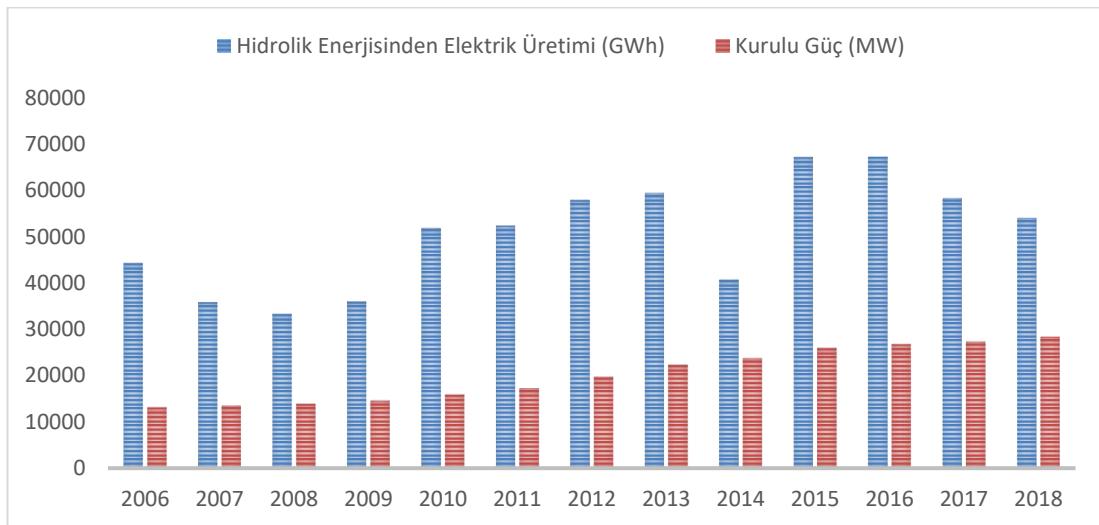
1.1.1.1. Hidrolik Enerji

Yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak Hidrolik (Hidroelektrik) enerjisinin tarihi 4000 yıl öncesine Çin'e ve Mısır'a kadar gitmektedir. Ancak modern anlamda hidroelektrik çağı 1750-1754 yılları arasında Leonard Euler'in hala türbin tasarımindan kullanılan türbin teorisini geliştirmesiyle başlamıştır. Hidroelektrik enerjinin üretilmesinde türbinlerin yanı sıra, barajlar, transformatörler, jeneratörler, basınç milleri ve kanallar optimum bir şekilde çalışması gerekmektedir (Aydın, 2018:188). Nehirler üzerine kurulan barajlar ve barajlardaki suyun büyük rezervuarlarda biriktirilmesiyle oluşan potansiyel enerjiyi hidroelektrik santrallerinde kinetik enerjiye

dönüştüren hidrolik enerji, dünyada yaygın olarak kullanılan enerji kaynaklarındandır (Akçiçek, 2015:11). Hidrolik enerji aynı zamanda maden çıkarmada, demir-çelik endüstrisinde, hidrolik araçlarda ve gemi sektöründe de kullanılan bir enerji türüdür (Ardıç, 2015:12). Hidrolik enerji dünyada olduğu kadar Türkiye'de de çok önem verilen bir enerji çeşidi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Türkiye'de hidrolik enerji santrallerinden elektrik üretimi ve hidrolik enerji kurulu gücünün yıllara göre gelişimi Şekil 1.2'de verilmiştir.

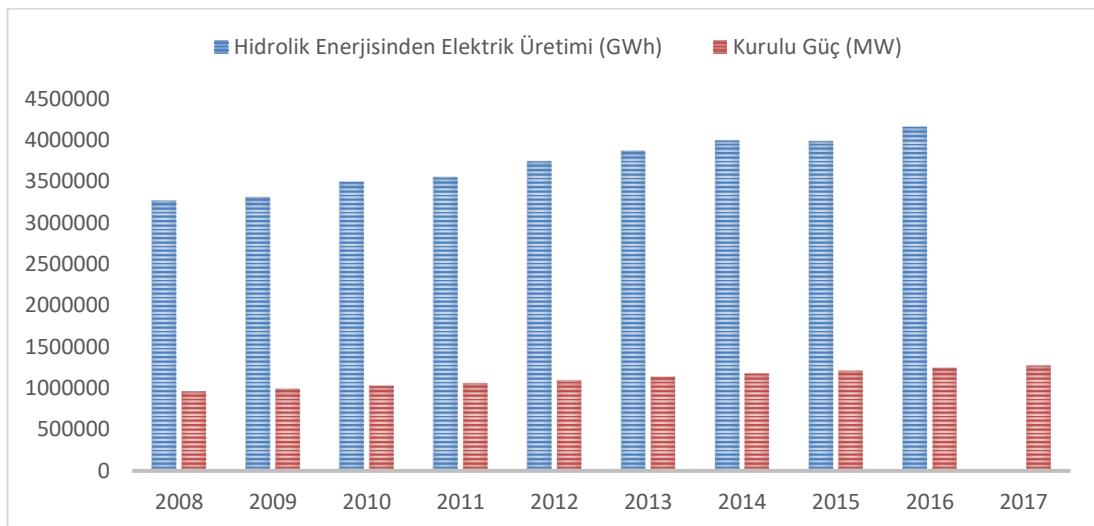
Şekil 1.2. Türkiye'deki Hidrolik Enerjisi Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibarıyle Gelişimi



Kaynak: TEİAŞ. Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1.2'ye göre 2006 yılında Türkiye'de hidrolik enerjisinden elektrik üretimi 44.244 GWh iken 2018 yılında 53.928 GWh'a çıkmıştır. 2006 yılında Türkiye'de hidrolik enerjisi 13.062 MW'luk kurulu gücü sahip iken 2018 yılında 28.257 MW'luk kurulumaya sahip olmuştur. Dünyada hidrolik enerji santrallerinden elektrik üretimi ve hidrolik enerji kurulu gücünün yıllara göre gelişimi Şekil 1.3'te verilmiştir.

Şekil 1.3. Dünyada Hidrolik Enerjisi Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibarıyle Gelişimi



Kaynak: IRENA (2018a). Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

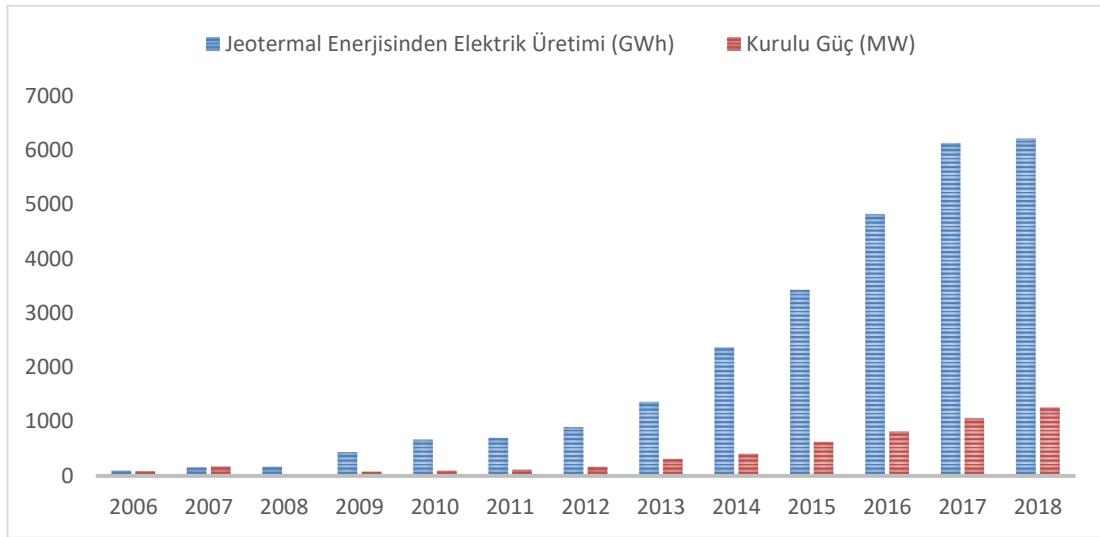
Şekil 1.3'e göre 2008 yılında Dünyada hidrolik enerjisinden elektrik üretimi 3.267.951 GWh iken, 2016 yılında 4.163.310 GWh'a çıkmıştır. Ayrıca 2008 yılında Dünyada hidrolik enerjisi santrali 962.062 MW'luk kurulum sahip iken 2017 yılında 1.273.565 MW'luk kurulumu çıkmıştır. IRENA (2018a) raporunda 2017 elektrik üretimi verileri bulunmadığı için 2017 yılında sadece kurulu güç verisi yazılmıştır.

1.1.1.2. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji yerkabuğunun derinliklerindeki volkanik ve magmatik birimlerin çevresinde ve kayaçların içinde biriken ısının rezervuarlarda depolanarak kuru buhar ile elde edilen bir ısı enerjisi türüdür (Akçicek, 2015:11). Jeotermal enerji aynı zamanda yerin altında üretimi ve depolanması yapılan paleolitik çağlardan bu zamana kadar kaplıcalarda kullanılan, antik Roma döneminden beri ısıtma amacıyla kullanılan, günümüzde ise bölgesel ve mekan ısıtma, endüstriyel amaçla, tuzdan arındırma, tarımsal uygulama ve elektrik enerjisi üretme amacıyla kullanılan termal enerjidir. Jeotermal enerji arama, sondaj faaliyetleri ve başlangıç sermaye yatırımı pahalı olup, kurulum sonrası bakım ve işletmesi küçük maliyetlere sahiptir. Hükümet destekli Ar-Ge çalışmaları ve endüstri konusunda deneyimin artmasıyla jeotermal enerji üretim maliyeti son yıllarda daha da azalmaktadır (Aydın, 2018:204-205).

Türkiye'de jeotermal enerji santrallerinden elektrik üretimi ve jeotermal enerji kurulu gücünün yıllara göre gelişimi Şekil 1.4'te verilmiştir.

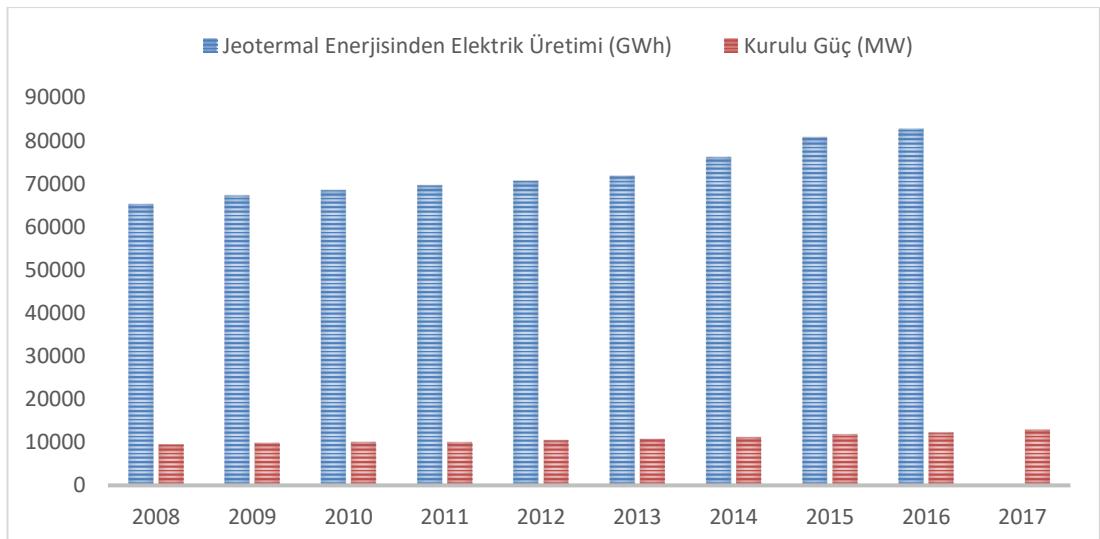
Şekil 1.4. Türkiye'deki Jeotermal Enerji Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibarıyle Gelişimi



Kaynak: TEİAŞ. Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1.4'e göre 2006 yılında Türkiye'de jeotermal enerjisinden elektrik üretimi 94 GWh iken 2018 yılında 6213 GWh'a çıkmıştır. 2006 yılında Türkiye'de jeotermal enerjisi 81,9 MW'luk kurulu gücü sahip iken 2018 yılında 1.260 MW'luk kurulumaya sahip olmuştur. Dünyada jeotermal enerji santrallerinden elektrik üretimi ve jeotermal enerji kurulu gücünün yıllara göre gelişimi Şekil 1.5'te verilmiştir.

Şekil 1.5. Dünyada Jeotermal Enerjisi Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibarıyle Gelişimi



Kaynak: IRENA (2018a). Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1.5'e göre 2008 yılında Dünyada jeotermal enerjisinden elektrik üretimi 65.178 GWh iken, 2016 yılında 82.654 GWh'a çıkmıştır. Ayrıca 2008 yılında dünyada jeotermal enerji santrali 9.453 MW'lık kuruluma sahip iken 2017 yılında 12.913 MW'lık kuruluma çıkmıştır. IRENA (2018a) raporunda 2017 elektrik üretimi verileri bulunmadığı için 2017 yılında sadece kurulu gücü verisi yazılmıştır.

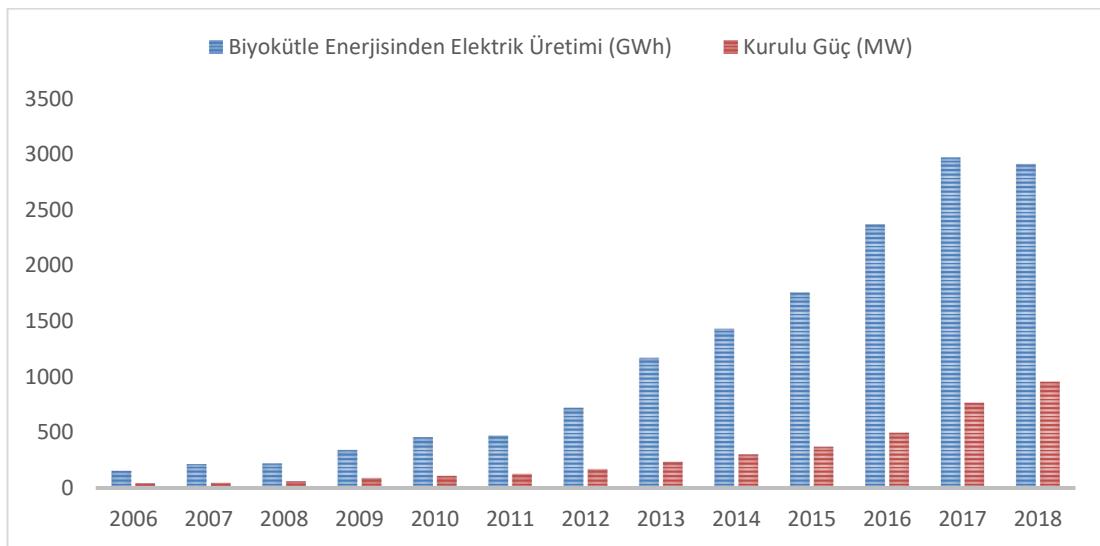
1.1.1.3. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle, tahıllar, bitki artıkları, gübre, bitkisel yağ gibi tarımsal kökenli organik bir maddedir. Biyokütleler kısa bir süre önce yaşamış organizmalar veya bu organizmaların çıktılarından elde edilen ürünlerdir. Biyodizeli 1900'lü yıllarda ilk kez Rudolf Diesel yerfistiği yağıyla dizel motorunu çalıştırarak kullanmış, organik yağların baz ve alkol ile karıştırılmasıyla yakıt olarak kullanılabilceğini göstermiştir. Biyodizelde en çok kullanılan ürün soya fasulyesi olup, Brezilya'da etanol üretiminde daha çok şeker kamışı kullanılmıştır. Biyokütleyi biyokütle ve elektriğe dönüştürmek için oksijen yokluğunda ısıtılarak uygulanan piroliz, gazlaştırma ve yanma gibi termal işlemler yapılmaktadır (Aydın, 2018:212).

Katı biyokütleden elektrik üretimi özellikle odun yongaları ve peletleri ile tarım ve orman artıklarına dayalı olmakta olup başta ABD, İsveç ve Finlandiya olmak üzere, dünyada en çok kullanılan enerji kaynaklarından biridir. Türkiye'de ise coğrafi konum olarak avantajlı olmasına rağmen elektrik üretiminin %0,95'i biyokütleden karşılanmaktadır (Bayraç ve Özarslan, 2018). Türkiye'de biyokütle enerjisinin klasik teknolojilerle üretimi, modern teknolojilerle üretimine göre daha yaygın kullanılmakta olup, orman miktarı azaldıkça modern çevrim teknolojileri daha önemli hale gelmektedir. Konutlarda ise havasız çürütme metodu ile üretilen biyogaz kullanılmaktadır (Ardıç, 2015:13).

Türkiye'de biyokütle enerji santrallerinden elektrik üretimi ve biyokütle enerji kurulu gücünün yıllara göre gelişimi Şekil 1.6'da verilmiştir.

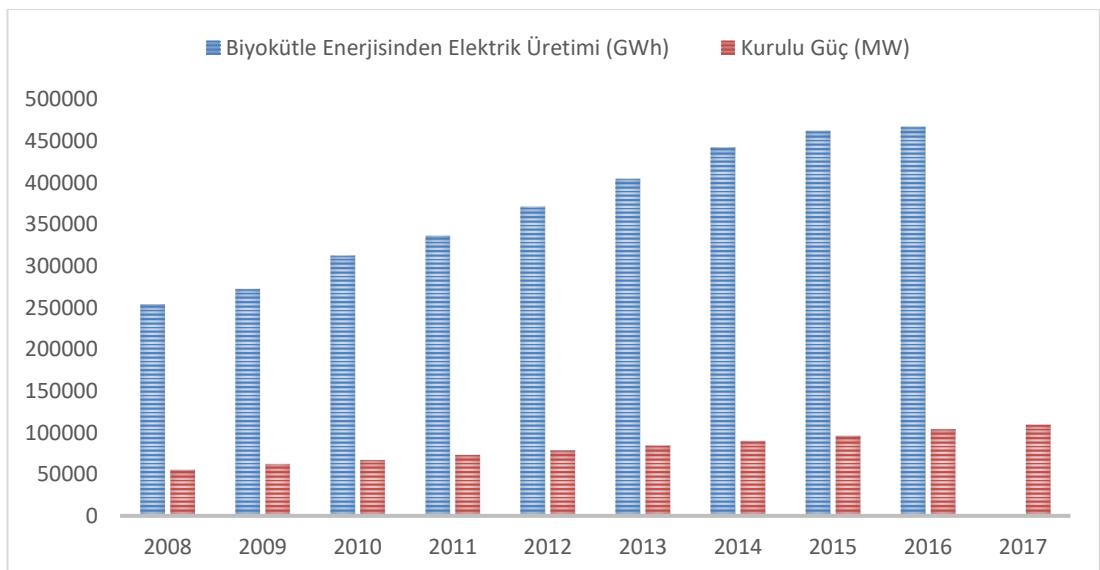
Şekil 1.6. Türkiye'deki Biyokütle Enerjisi Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibariyle Gelişimi



Kaynak: TEİAŞ. Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1.6'ya göre 2006 yılında Türkiye'de biyokütle enerjisinden elektrik üretimi 153 GWh iken 2018 yılında 2.912 GWh'a çıkmıştır. 2006 yılında Türkiye'de biyokütle enerjisi 41,3 MW'lık kurulu gücü sahip iken 2018 yılında 954 MW'lık kurulumaya sahip olmuştur. Dünyada biyokütle enerji santrallerinden elektrik üretimi ve biyokütle enerji kurulu gücünün yıllara göre gelişimi Şekil 1.7'de verilmiştir.

Şekil 1.7. Dünyada Biyokütle Enerjisi Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibariyle Gelişimi



Kaynak: IRENA (2018a). Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1.7'ye göre 2008 yılında Dünyada biyokütle enerjisinden elektrik üretimi 253.960 GWh iken, 2016 yılında 466.759 GWh'a çıkmıştır. Ayrıca 2008 yılında Dünyada biyokütle enerjisi santrali 54.778 MW'luk kurulumaya sahip iken 2017 yılında 108.958 MW'luk kurulumaya çıkmıştır. IRENA (2018a) raporunda 2017 elektrik üretimi verileri bulunmadığı için 2017 yılında sadece kurulu güç verisi yazılmıştır.

1.1.1.4. Rüzgâr Enerjisi

3000 yıl önce Mısır, İran ve Uzak Doğu'da yel değirmenleri olarak kullanılan, 1891'de Dane Poul LaCour tarafından ilk kez elektrik üretme amaçlı kullanılan rüzgâr enerjisi, yenilenebilir özelliğe sahip, enerji kaynağı olarak serbest ve bol bulunan, taşıma sorunu olmayan, çevre üzerinde olumsuz etkisi çok az olan ve ileri derecede yüksek teknoloji gerektirmeyen bir enerji kaynağıdır (Şenel ve Koç, 2015). Rüzgâr enerjisi sistemi, türbinler, fiberglas pervane ve rotor milinin hızlandırılmasıyla kinetik enerjiyi önce mekanik enerjiye dönüştüren, daha sonra jeneratörden elde edilen elektrik enerjisini depolayan ya da alıcıya ulaştıran bir elektrik üretimi sistemidir (Aydın, 2018:193).

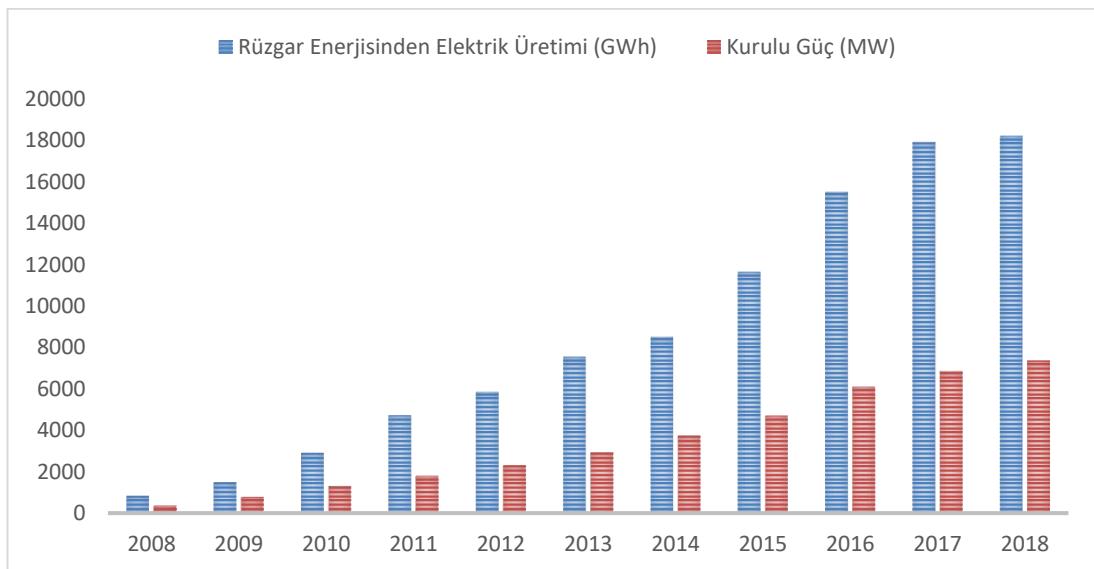
Rüzgâr enerji santralinin ilk yatırım aşamasında %75'i rüzgâr türbini olacak şekilde yüksek bir maliyet gerektirmektedir. Bir rüzgâr türbininde yaklaşık 8000 bileşen bulunmaktadır ve bu bileşenler maliyet sırasıyla kule, kanatlar, dişli kutusu, güç konvertörü, trafo, jeneratör, gövde ve kanat açı kontrol sisteminden oluşmaktadır. Türkiye'de rüzgâr türbininin bileşenlerinin çoğu ithal edilmekte olup, rüzgâr türbini kuleleri yerli piyasada üretilmektedir. Teknolojideki gelişmeler ve endüstride deneyim sahibi olunması ve yerli üretimin artmasıyla birlikte rüzgâr enerjisinin üretim maliyeti zamanla azalmaktadır. Ayrıca rüzgâr enerji santralinin ilk yatırım maliyetlerinden sonra hammadde sorunu olmadığı için işletme maliyetleri çok düşüktür (Şenel ve Koç, 2015). Sıcaklık ve basınç farklılıklarından oluşan rüzgâr enerjisi, diğer enerji türlerine göre daha ucuz olmasının yanı sıra asit yağmurlarına, karbon emisyonuna yol açmayan, radyoaktif etkisi olmayan ve çevreye en az zarar veren bir enerji türüdür (Ardıç, 2015:11).

Rüzgâr enerjisinden yararlanmak için rüzgâr alanları ve rüzgâr hızları tespit edilmeli, rüzgâr haritasının çıkarılmasından sonra rüzgâr türbinlerinin kurulmaları gerekmektedir. Bu hazırlıkların yapım aşamasında kurulacak fabrika ve istihdam

faydalarının yanı sıra kurulum sonrası elektrik üretim aşamasında ise çevreye olumlu katkıları ile uzun dönem büyümeye olumlu etkileri olacaktır (Atay, 2016).

Türkiye'de rüzgâr enerji santrallerinden elektrik üretimi ve rüzgâr enerji kurulu gücünün yıllara göre gelişimi Şekil 1.8'de verilmiştir.

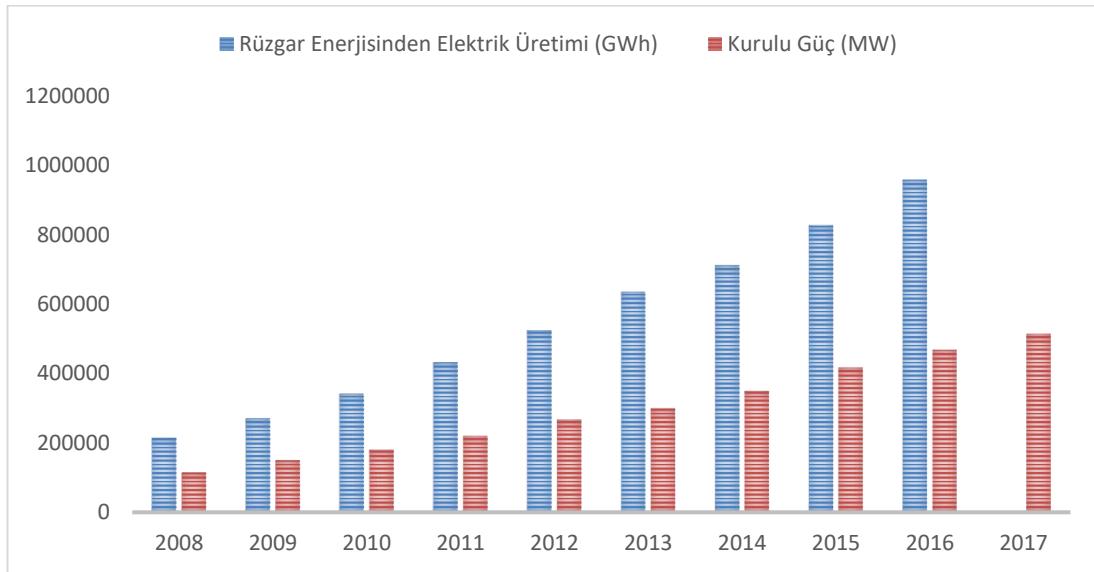
Şekil 1.8. Türkiye'deki Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücün (MW) Yıllar İtibarıyle Gelişimi



Kaynak: Kurulu güç verileri TÜREB (2019)'dan, Rüzgâr Enerjisinden Elektrik Üretimi verileri ise TEİAŞ'tan derlenmiş ve şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1.8'e göre 2008 yılında Türkiye'de rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi 847 GWh iken 2018 yılında 18.210 GWh'a çıkmıştır. 2008 yılında Türkiye'de rüzgâr enerjisi 363,7 MW'luk kurulu gücü sahip iken 2018 yılında 7.369,35 MW'luk kurulumla sahip olmuştur. En yüksek kurulum artışı 2016 yılında 1.387,75 MW'luk kurulum ile gerçekleşmiştir. Dünyada rüzgâr enerji santrallerinden elektrik üretimi ve rüzgâr enerji kurulu gücünün yıllara göre gelişimi Şekil 1.9'da verilmiştir.

Şekil 1.9. Dünyada Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibarıyle Gelişimi



Kaynak: IRENA (2018a). Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1.9'a göre 2008 yılında Dünyada rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi 215.769 GWh iken, 2016 yılında 957.938 GWh'a çıkmıştır. Ayrıca 2008 yılında Dünyada rüzgâr enerjisi santrali 115.364 MW'luk kurulumaya sahip iken 2017 yılında 513.547 MW'luk kurulumaya çıkmıştır. IRENA (2018a) raporunda 2017 elektrik üretimi verileri bulunmadığı için 2017 yılında sadece kurulu güç verisi yazılmıştır.

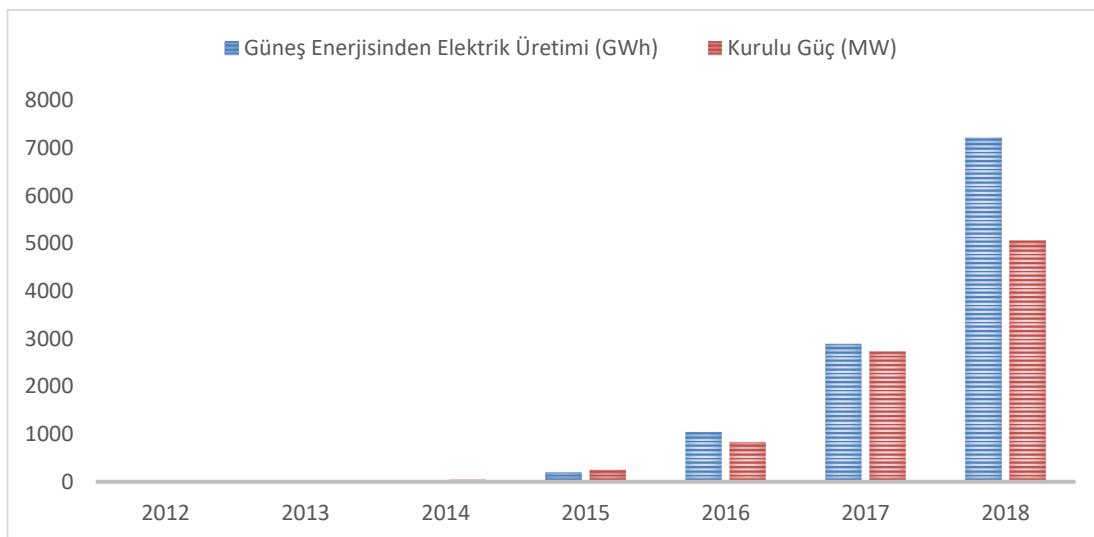
1.1.1.5. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi sistemi, güneş ışığını ışık ya da ısı enerjisi olarak direk kullanan, Türkiye'de çokça sıcak su elde etme amacıyla kullanılan düzlemsel güneş kollektörleri, elektrik üretiminde kullanılan doğrusal, çanak şeklinde veya bir odağa yönlendirilmiş aynaların kullandığı Yek-odaklı güneş enerjisi santralleri ve elektrik enerjisi üretme amacıyla yarı iletkenlerin fotovoltaik (photovoltaics, PV) etki özelliğini kullanan fotovoltaik (PV) piller, güneş ocakları, trombe duvarı, geçişli hava paneli, güneş havuzları ve güneş bacaları gibi çeşitli uygulamaları olan bir sistemdir (Aydın, 2018:200). Güneşin çekirdek kısmında meydana gelen hidrojen gazının helyuma dönüşmesi (füzyon) ile meydana gelen ışınım enerjisinin dünyaya ulaşması ile ortaya çıkan güneş enerjisi PV ve Odaklanmış Güneş Enerjisi yöntemleriyle enerjiye dönüştürülebilmektedir (Akçiçek, 2015:12).

Fotovoltaik (PV) hücreler, güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletkenlerdir. Fotovoltaik enerji, diğer enerji üretim teknolojilerinden bazı nedenlerden dolayı ayrırlır. Bunlardan birincisi, sağlam bir şekilde kapsüllenmiş ve sabitlenmiş PV hücrelerin hareketli parçaları olmadığı için son derece güvenilirdir ve 20 yıl boyunca çok fazla bakım gerektirmeyecek oluşlardır. İkincisi, PV hücreleri üretim hacminin iki katına çıkmış ve fiyatları ortalama %20'den fazla düşmüş ve düşmeye devam etmesi durumudur. Üçüncüsü, ışığın elektriğe dönüşümü mikroskopik seviyede gerçekleştiğinden küçük saatlere, arabalara, çatılara veya büyük enerji santralleri gibi herhangi bir yere uygulanıp aynı verimliliği sağlayabilmektedirler. Son olarak ise PV kurulumu, daha büyük enerji santrallerine göre daha kolay kuruluma sahip olup, tesisin büyüklüğüne bağlı olarak birkaç hafta içinde kurulabilmektedir (Schleicher-Tappeser, 2012:65).

Türkiye’de güneş enerji santrallerinden elektrik üretimi ve güneş enerjisi kurulu gücünün yıllara göre gelişimi Şekil 1.10’da verilmiştir.

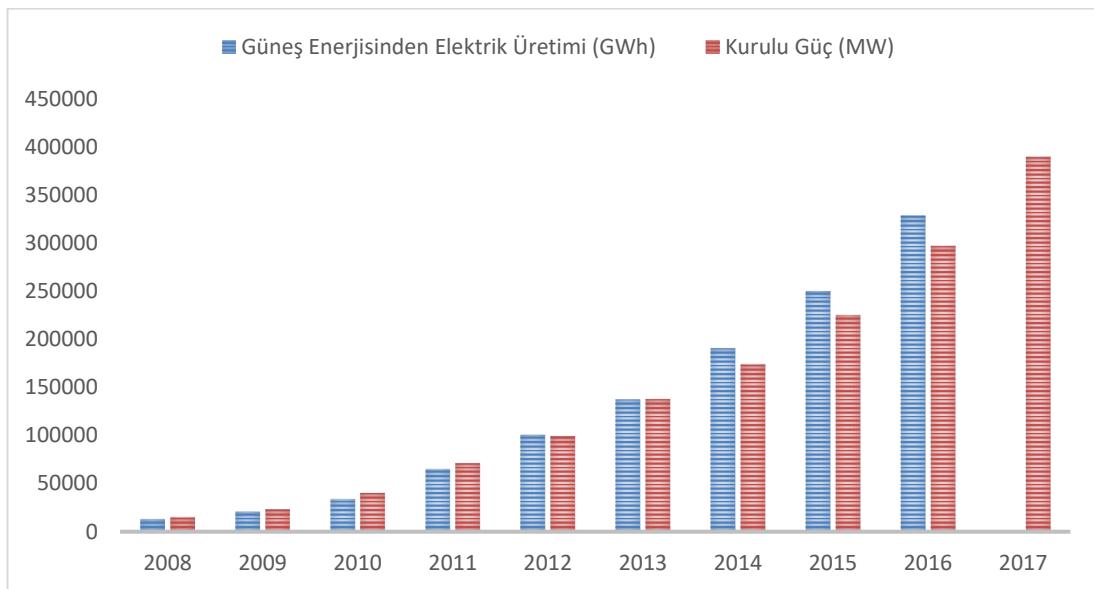
Şekil 1.10. Türkiye’deki Güneş Enerji Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibarıyle Gelişimi



Kaynak: TEİAŞ. Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1.10'a göre ilk olarak 2014 yılında Türkiye’de güneş enerjisinden elektrik üretimi 17 GWh olarak başlamış ve 2018 yılında 7.202 GWh'a çıkmıştır. 2014 yılında Türkiye’de güneş enerjisi 40,2 MW’lık kurulu gücü sahip iken 2018 yılında 5.062 MW’lık kuruluma sahip olmuştur. Dünyada güneş enerji santrallerinden elektrik üretimi ve güneş enerji kurulu gücünün yıllara göre gelişimi Şekil 1.11’de verilmiştir.

Şekil 1.11. Dünyada Güneş Enerjisi Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibarıyle Gelişimi



Kaynak: IRENA (2018a). Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1.11'e göre 2008 yılında Dünyada güneş enerjisinden elektrik üretimi 12.847 GWh iken, 2016 yılında 328.710 GWh'a çıkmıştır. Ayrıca 2008 yılında dünyada güneş enerji santrali 15.210 MW'lık kurulumaya sahip iken 2017 yılında 389.572 MW'lık kurulumaya çıkmıştır. IRENA (2018a) raporunda 2017 elektrik üretimi verileri bulunmadığı için 2017 yılında sadece kurulu güç verisi yazılmıştır.

1.1.1.6. Diğer Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynaklarından yukarıdaki alt başlıklarda sıralanmayan ve Türkiye'de çok fazla enerji elde edilmeyen diğer yenilenebilir enerji kaynakları da bulunmaktadır. Diğer yenilenebilir enerji kaynakları olarak ise yakıt pili ve hidrojen enerjisi, okyanus enerjisi, dalga enerjisi, gelgit akıntıları ve gelgit sürüklentimesi sayılabilirlerdir.

1.1.2. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Petrol, kömür, doğal gaz, uranyum gibi fosil kaynaklı enerji türleri tekrar var olmasının uzun yıllar sonucu olması, kolay tüketimi ile hızla azalmalarından ve çevre kirliliğine yol açmalarından dolayı yenilenebilir enerji kaynakları fosil kaynaklı

enerjilere ikame olmaktadır. Türkiye'de elektrik üretiminde yenilenemeyen enerji kaynakları daha çok kullanılmaktadır. Türkiye'de yenilenebilir olmayan enerji kaynakları taş kömürü, ithal kömür, asfaltit, linyit, doğal gaz, lpg ve lng ve fuel-oil, motorin ve nafta gibi sıvı yakıtlardan, uranyum gibi nükleer enerjiden oluşmaktadır. Dünyada elektrik üretiminde önemli bir yeri olan nükleer enerji ile elektrik üretmenin maliyeti düşükmasına rağmen herhangi bir kaza halinde 1986 Çernobil ve 2011 Fukushima kazalarında olduğu gibi yayılacak radyasyonun kalıcı hasar verme olasılığı da bulunmaktadır. Türkiye'de ilk nükleer santralin kurulumu Mersin Akkuyu'da Rus Atomstroyexport şirketinin yatırımlarıyla devam etmektedir (Pata, 2016).

Bununla birlikte dünyadaki fosil yakıt rezervleri hızla azalmaktadır. Dünyadaki toplam petrol rezervinin 1,7 trilyon varil olduğu ve 51 yıllık tüketimi karşılayabileceği, doğal gaz rezervinin 187 trilyon m³ olduğu ve 53 yıllık tüketimi karşılayabileceği ve kömür rezervlerinin ise 114 yıllık tüketimi karşılayabileceği tahmin edilmekte olup dünya petrol ve gaz rezervleri kritik seviyelere yaklaşmaktadır (T.C. ETKB, 2017).

1.2. Türkiye ve Dünyada Yenilenebilir Enerji

Nüfus ve gelir artışı ile birincil enerjinin tüketiminin artışının devam edeceği ve 2040 yılına kadar ortalama yıllık %2,3'lük artışla, %80 oranında artacağı öngörümektedir. Fosil yakıtların payları zamanla azalsa da, artan enerji talebini 2040 yılına kadar fosil kaynakların üstünlüğü ile karşılatılması öngörümektedir. Birincil enerjinin büyümeye oranlarına göre nükleerin %2,3, hidrolik enerjinin %1,8, doğal gazın %1,5, petrolün %0,4, kömürün %0,2 olmasına karşılık yenilenebilir enerji yıllık ortalama %9,8 büyümeye hızı ile en yüksek büyümeye oranına sahip enerji kaynağı konumundadır (T.C. ETKB, 2017).

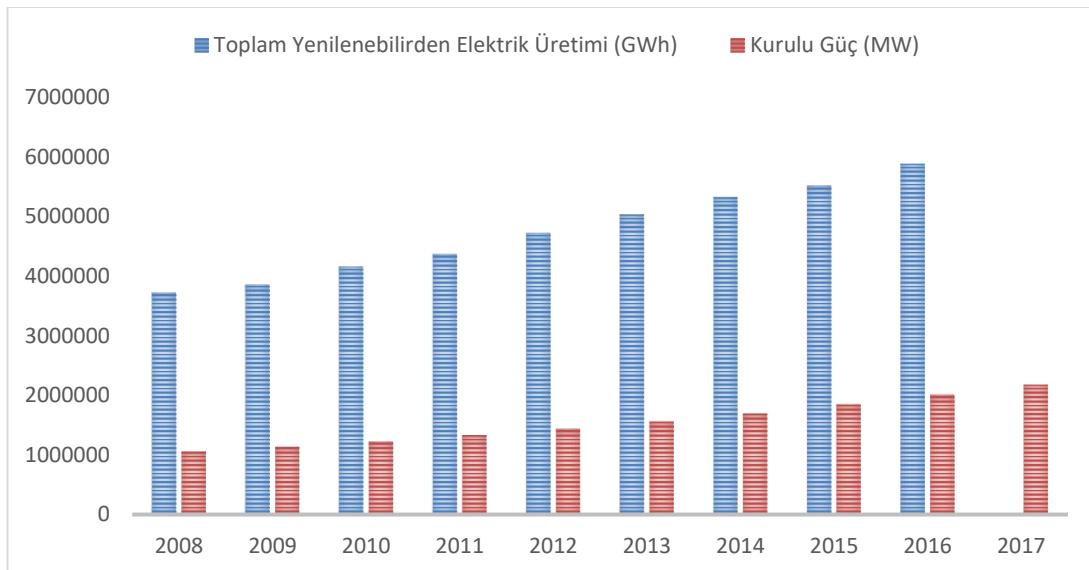
1.2.1. Dünyada Yenilenebilir Enerjinin Genel Durumu

Dünyada hala en yaygın kullanılan elektrik üretim kaynağı kömür olup daha sonra ise yenilenebilir enerji kaynakları gelmekte ve<<< her geçen gün yenilenebilir enerjinin oranı artmaktadır. 2015 yılında Avrupa Birliğinde elektriğin %29'u yenilenebilir enerji kaynaklarından, %56'sı düşük karbon kaynaklarından üretilmiş olup fosil kaynaklı enerji kaynaklarına talep azalmaktadır. Elektrik üretiminde ABD, Çin, Hindistan ve Almanya'da kömürün, Fransa'da nükleer enerjinin, Rusya'da doğal

gazın ve Kanada'da yenilenebilir enerjinin payı oldukça yüksek olup 2040 yılına kadar tüm yeni enerji üretim kapasitesinin %60'ının yenilenebilir enerji olacağı öngörmektedir (T.C. ETKB, 2017).

Dünyada toplam yenilenebilir enerji santrallerinden elektrik üretimi ve toplam yenilenebilir enerji kurulu gücünün yillarda göre gelişimi Şekil 1.12'de verilmiştir.

Şekil 1.12. Dünyada Toplam Yenilenebilir Enerji Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibariyle Gelişimi



Kaynak: IRENA (2018a). Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1.12'ye göre 2008 yılında Dünyada toplam yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi 3.725.192 GWh iken, 2016 yılında 5.885.504 GWh'a çıkmıştır. Ayrıca 2008 yılında dünyada toplam yenilenebilir enerji santrali 1.060.668 MW'luk kurulum sahip iken 2017 yılında 2.179.426 MW'luk kurulumu çıkmıştır. IRENA (2018a) raporunda 2017 elektrik üretimi verileri bulunmadığı için 2017 yılında sadece kurulu güç verisi yazılmıştır.

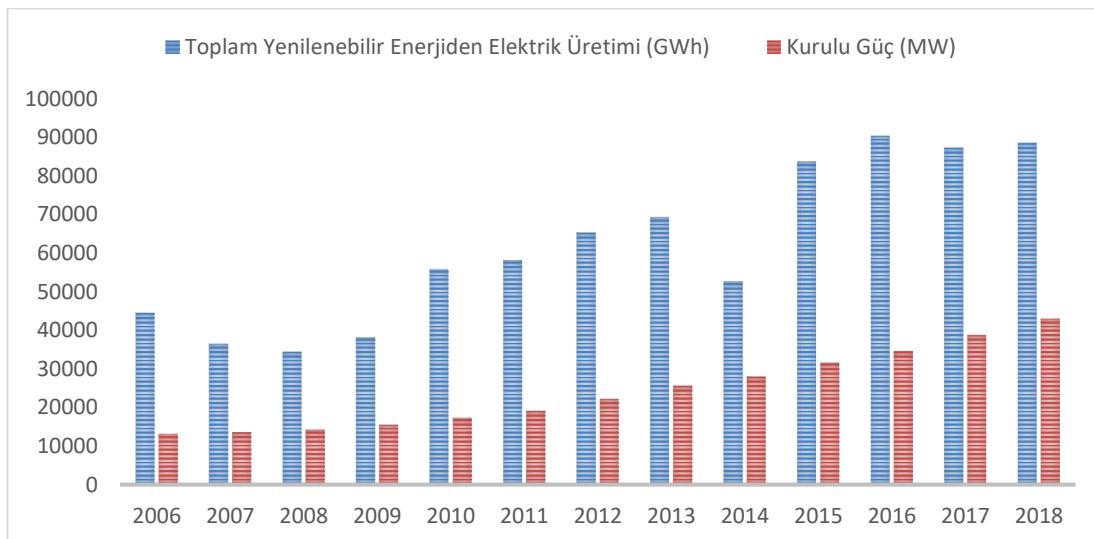
1.2.2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerjinin Genel Durumu

Türkiye'de enerji talebinin her geçen gün artmasıyla birlikte enerji arz güvenliğinin tam olarak sağlanması amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji üretimi içindeki payının artırılması için çalışmalar yapılmaktadır. 2017 yılında yenilenebilir enerjinin toplam elektrik üretimi içindeki payı %28 iken, 2018'in ilk 9

ayında %33,5 düzeyine çıkmıştır. Güneş enerji yatırımları %0,03'ten %3,02'ye çıkmış olup, biyokütle ve jeotermalde yatırım miktarları bir önceki yıla göre iki kattan fazla artmıştır. Ayrıca 4 Ocak 2018 tarihinden itibaren diğer hidrolik santrallere ek olarak Bingöl Kiğı barajında elektrik üretimi başlamış, Ege Üniversitesi'nde normal güneş panellerinin dörtte bir maliyetinde ve esnek yüzeylere uygulanabilen organik güneş paneli buluşuna imza atılmış, güneş enerjisi ve rüzgâr enerji santrallerinde %65 yerli ekipman ve %80 Türk mühendis çalışma şartları konularak yenilenebilir enerjide yerlilik oranının artırılmasına çalışılmıştır (SETA, 2018:249-250).

Türkiye'de toplam yenilenebilir enerji santrallerinden elektrik üretimi ve toplam yenilenebilir enerjisi kurulu gücünün yıllara göre gelişimi Şekil 1.13'te verilmiştir.

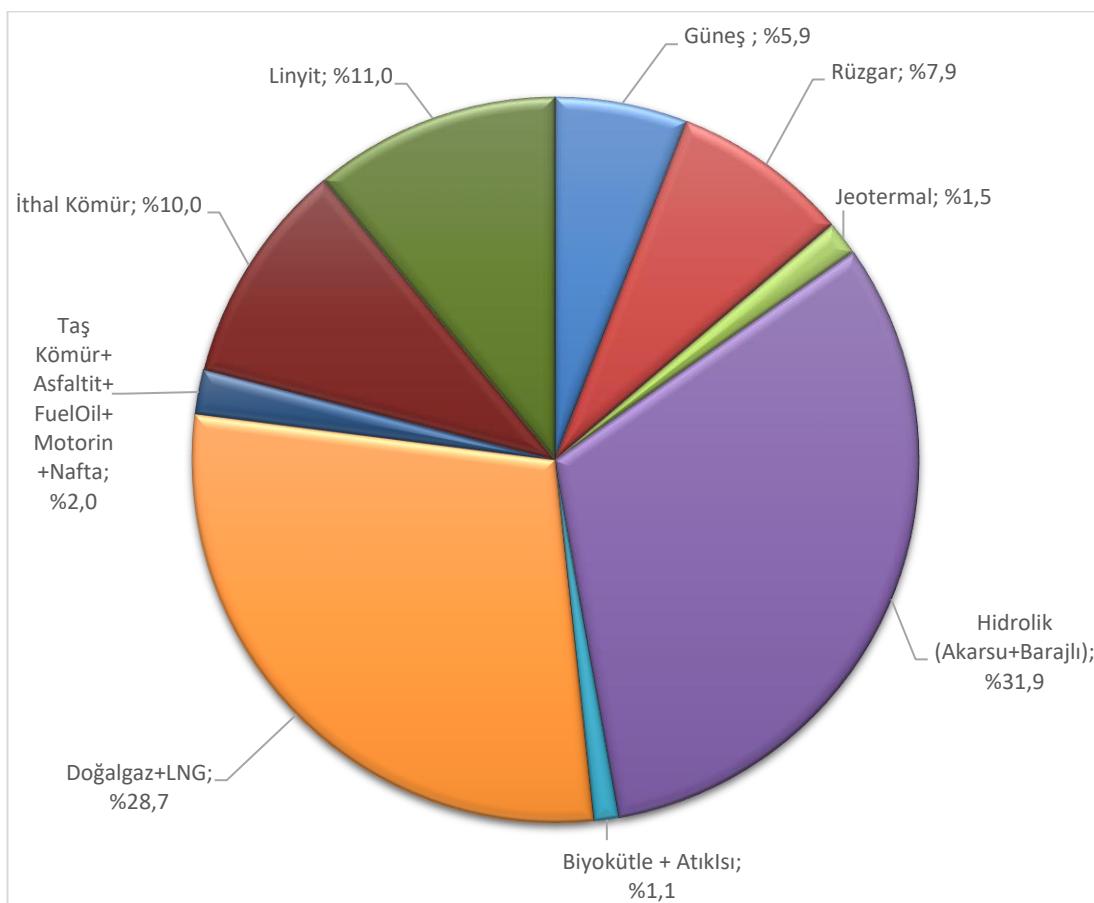
Şekil 1.13. Türkiye'deki Toplam Yenilenebilir Enerji Santrallerinin Elektrik Üretimi (GWh) ve Kurulu Gücünün (MW) Yıllar İtibarıyle Gelişimi



Kaynak: TEİAŞ. Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1.13'e göre Türkiye'de toplam yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi 2006 yılında 44.538 GWh olarak gerçekleşmiş ve 2018 yılında 88.465 GWh'a çıkmıştır. 2006 yılında Türkiye'de toplam yenilenebilir enerji 13.185 MW'luk kurulu gücü sahip iken 2018 yılında 42.902 MW'luk kurulumaya sahip olmuştur. Türkiye'de elektrik enerjisinin kurulu gücü 28 Şubat 2019 itibarıyle Şekil 1.14'te verilmiştir.

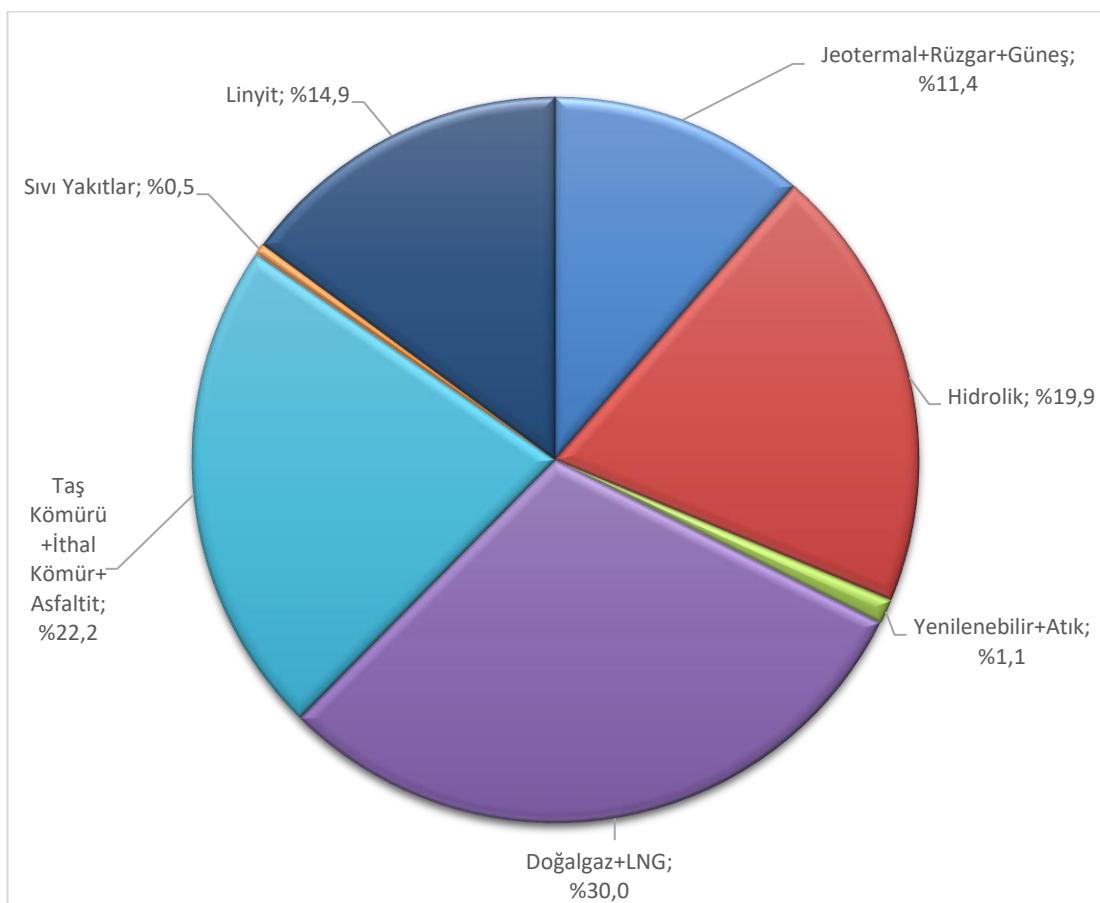
Şekil 1.14. Türkiye'de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü (28 Şubat 2019)



Kaynak: EİÇG, 11 Mart 2019.

Şekil 1.14'e göre Türkiye'de 28 Şubat 2019 itibarıyle elektrik enerjisi toplam kurulu gücü 89.046,9 MW'tır. Kurulu gücün %5,9'u güneş enerjisi, %7,9'u rüzgar enerjisi, %31,9'u toplam hidrolik enerjisi, %1,5'i jeotermal ve %1,1'i, biyokütle ve atık ısı olmak üzere toplam kurulu gücün %48,3'ü yenilenebilir enerjiden oluşmaktadır. Türkiye'de 2018 yılı Ocak-Aralık döneminde üretilen elektriğin enerji türlerine göre ayrılmış hali Şekil 1.15'te verilmiştir.

Şekil 1.15. Türkiye'de Elektrik Üretimi (Ocak-Aralık 2018)



Kaynak: EİÇG, 11 Mart 2019.

Şekil 1.15'e göre Türkiye'de Ocak-Aralık 2018 döneminde toplam 300.716.759.411 kWh elektrik üretilmiş olup bu miktarın %11,4'ü jeotermal, rüzgâr ve güneş enerjisinden, %19,9'u hidrolik enerjiden %1,1'i ise biyokütle olmak üzere %32,4'ü yenilenebilir enerjiden elde edilmiştir.

1.2.2.1. 2013-2023 Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı

Türkiye'nin Avrupa Birliği adayı ülkesi olarak en önemli fasılardan biri olan Enerji faslında 2009/28/EC sayılı Yenilenebilir Enerji Direktifinde bağlayıcı hedeflere uyum amacıyla 2011-2020 dönemini kapsayan ve Avrupa Komisyonu'na sunulan bir Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı (YEEP) hazırlamıştır. Bu amaçla hidrolik, rüzgâr, güneş, biyokütle ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının yüksek olmasından dolayı hükümet, 2023 yılına kadar toplam elektrik enerjisi talebinin %30'unu yenilenebilir enerjiden karşılayabileceğini bir portföy oluşturacağını ve kişi

başına düşen enerjiyi %20 düşürmeyi, yani enerji verimliliğini de hedeflemiştir (T.C. ETKB, 2014).

Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı (2014)'de Ulusal yenilenebilir enerji stratejisi, 2013-2023 beklenen enerji tüketimi, yenilenebilir enerji hedefleri ve gelişimi ve hedeflere ulaşmaya yönelik önlemler ve adımlar ele alınmıştır. Bu tezde 2030 yılı yenilenebilir enerji projeksiyonu ile 2023 projeksiyonu gerçekleştirilmiş olup Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planına göre doğru bir konumda olup olmadığıın tespiti tezin 4.bölümünde incelenmiştir. Plana göre, elektrik tüketiminin 2013 yılındaki 246 TWh seviyesinden 2023 yılında 424 TWh'a yükselmesi, yani yüzde 72'lik bir artışı, yaklaşık 159 TWh elektrik üretebilecek 61.000 MW'lık yenilenebilir enerji kurulu güç kapasitesi oluşması beklenmektedir. Plana göre elektrik üretimi ve kurulu güç için 2013 verileri ve 2023 hedefleri aşağıda Tablo 1.1'de sunulmuştur.

Tablo 1.1. Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planına Göre Elektrik Üretimi ve Kurulu Güç Kapasitesinin 2013 verileri ve 2023 tahminleri

Yenilenebilir Enerji Teknolojisi	Kurulu Güç Kapasitesi (MW)		Elektrik Üretimi (GWh)	
	2013	2023	2013	2023
Hidroelektrik	22.289	34.000	59.420	91.800
Rüzgâr	2759	20.000	7.558	50.000
Jeotermal	310	1.000	1.364	5.100
Güneş	0	5.000	0	8.000
Biyokütle	224	1.000	1.171	4.533

Kaynak: T.C. ETKB (2014)

Plana göre hidroelektrik için 34.000 MW, rüzgâr enerjisi için 20.000 MW, jeotermal enerji için 1,000 MW, güneş enerjisi yani fotovoltaik ve yoğunlaştırılmış güneş enerjisi için 5.000 MW ve biyokütle için 1.000 MW hedeflenmiştir. Ayrıca 2023 yılında elektriğin en az yüzde 30'u yenilenebilir kaynaklardan üretilme hedefi ile CO₂ emisyonlarının azaltımı, yeni yenilenebilir enerji altyapısının yaygınlaşmasıyla birlikte yeni endüstriyel faaliyetler geliştirilmesi, altyapı, inşaat ve işletme aşamasında ekonomik bakımdan olumlu etkiler hedeflenmektedir (T.C. ETKB, 2014).

Türkiye'nin enerji, yenilenebilir enerji ve elektrikle ilgili düzenlemeler, değişikler, kanun ve belgeler bir sonraki bölümde verilmiştir.

1.2.2.2. Elektrik Enerjisi ve Yenilenebilir Enerji Mevzuatları

Yenilenebilir enerji ile ilgili mevzuat; kanun, yönetmelik ve tebliğlerden oluşmaktadır. 6446 sayılı Kanun ile elektrik piyasasına, lisans türleri ile ilgili değişiklikler, ön lisans mekanizması, çevresel uyum için ön plana çıkarılan yatırım teşvikleri, lisanssız yenilenebilir enerji tesisinin azami kurulu gücünün 500 kW'tan 1 MW'a çıkarılması gibi yenilikler getirilmiştir. 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına Dair Kanun'da ilk kez hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, çöp gazi, dalga, akıntı ve gelgit enerjisi gibi fosil kaynaklı olmayan yenilenebilir enerjiler tanımlanmıştır. 6094 sayılı Kanun ile yenilenebilir enerji yatırım fırsatlarının teşvik edilmesi, arazi kullanım teşvik ücretleri, farklı elektrik kaynaklarına farklı sabit fiyat garantileri, destek ve teşvik mekanizmasının iyileştirilmesine yönelik değişiklikler getirilmiştir. 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanununda enerji israfının önlenerek daha etkin kullanımı ve enerji maliyetlerinin azaltılması amacıyla düzenlemeler yapılmıştır. Daha sonra endüstriyel tesisler için atık arıtma sistemi kurmalarını teşvik eden 2872 sayılı Çevre Kanunu, jeotermal kaynakların aranması ve üretilmesine dair 5686 sayılı Kanun, 2012-2023 yılları arası için Enerji Verimliliği Strateji Belgesi ve 2010-2014 arası için Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Stratejik Planı yayımlanmıştır (T.C. ETKB, 2014).

Mevzuatta 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanununa dayanarak 27024 Resmi Gazete sayısıyla Elektrik Enerjisi Üretimine Yönelik Jeotermal Kaynak Alanlarının Kullanımına Dair Yönetmelik, 28809 sayılı Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği, 28783 sayılı Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik, 28782 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik, 29278 sayılı Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin Rüzgâr Gücü İzleme ve Tahmin Merkezine Bağlanması Hakkında Yönetmelik, 29508 sayılı Rüzgâr Kaynağına Dayalı Elektrik Üretimi Başvurularının Teknik Değerlendirmesi Hakkında Yönetmelik, 30110 sayılı Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretimi Başvurularının Teknik Değerlendirmesi Hakkında Yönetmelik, 29852 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları Yönetmeliği, 29752 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Yerli Aksamın Desteklenmesi Hakkında Yönetmelik, 29033 sayılı Rüzgâr Ve Güneş Enerjisine Dayalı Ön lisans Başvuruları için Yapılacak Rüzgâr Ve Güneş Ölçümleri

Uygulamalarına Dair Tebliğ ve 28783 sayılı Elektrik Piyasasında Lisansız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmeliğin Uygulanmasına Dair Tebliğ yayımlanmıştır (YEGM).

1.2.2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarını yaygınlaştırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması ve çevre korumasına katkıda bulunan sera gazı emisyonlarının azaltılması amaçlarını gerçekleştirmek için ihtiyaç duyulan imalat sektörünün gelişmesini kapsamaktadır. Bu kanunda, YEK (Yenilenebilir Enerji Kaynakları) Destekleme Mekanizması (YEKDEM) olarak, üretim faaliyeti yenilenebilir enerji kaynakları olan işletmelerin yararlanabileceği fiyat, süre ve ödemelere ilişkin uygulamalara yer verilmiştir. YEKDEM'e tabi üretim lisansı sahipleri elektrik enerjisi üreten gerçek ve tüzel kişiler olup, ihtiyaçları kadarını kullanıp, ihtiyacından fazlasını elektrik dağıtım sistemine vermeleri durumunda, dağıtım sistemine verilen elektriğin dağıtım şirketi tarafından satın alınması zorunlu olup bu kişiler belirlenen fiyatlarla bu sistemden on yıl süre ile yararlanabilmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji üretim tesislerinde kullanılan mekanik veya elektronik aksamın yurt içinde üretilmiş olması halinde alım için belirlenen fiyatlara ek fiyatlar eklenmektedir (5346 Sayılı Kanun).

1.3. Yenilenebilir Enerji ve Çevre İlişkisi

Enerji ve büyüme söz konusu olduğunda önemli alanların başında enerji-çevre ilişkisi gelmektedir. Enerji elde edilirken, kullanılırken veya aktarılırken çevreye, insan ve diğer canlılara da olumsuz etkileri söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle fosil kaynaklı enerjiler yerine çevreye zararlı olmayan yenilenebilir enerji kullanılması yönünde teşvikler artmaktadır. Özellikle küresel ısınmaya neden olan sera gazı emisyonlarını azaltmak için Avrupa Birliği başta olmak üzere birçok uluslararası kuruluş çaba içерisindedir. Bu bağlamda Türkiye'de de bu anlamda önemli düzenlemeler gerçekleşmektedir. Ülkemizde de Anayasanın 56. Maddesinde “Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir”

ifadesi kullanılarak çevre konusunda duyarlı olmanın hem bireyin hem de devletin sorumluluğunda olan bir husus olduğunu altı çizilmiştir. Bu doğrultuda 1983 yılında Türkiye'de 2872 sayılı *Çevre Kanunu* çıkartılmış ve “Bu Kanunun amacı, bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamaktır.” şeklinde belirtilmiştir.

Avrupa'da ekonomik büyümenin çevreye verdiği olumsuz etkiler ilk defa 1972 yılındaki Stockholm İnsan ve Çevre Konferansında gündeme gelmiş ve özel bir bölüm olarak ise 1987 yılındaki Avrupa Tek Senedinin 130. Maddesinde yer bulmuştur. 1972 yılında UNEP (Birleşmiş Milletler Çevre Programı) kurulmuştur. Daha sonrasında Barselona (1976), Bern (1979), Granada (1985), Tokyo (1987), Basel (1989), Valetta (1992), Rio (1992-2012), Paris (1972-1994-2015), Kyoto (1997), Floransa (2000) ve en son olarak da 2018 yılında Polonya'nın Katowice şehrinde yapılan konferanslar ve sözleşmeler ile çevre konusu daha belirgin olarak gündeme getirilmiştir. Anayasanın 90. Maddesinde “usulüne göre yürürlüğe konulmuş milletlerarası antlaşmalar kanun hükmündedir.” denilerek Türkiye'nin uluslararası bu sözleşmelerle getirilen ilkelere uyulması kabul edilmiştir. Sürdürülebilir kavramına ilk olarak 1987 yılında yayınlanan Brundtland Raporu'nda yer verilmiştir. Resmi bir metinde ise IUCN (Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği)'nin 1969 yılında 33 Afrika ülkesinin imzaladığı bir antlaşmada karşımıza çıkmaktadır (Du Pisani, 2006:92-96). Türkiye'de ilk defa 1989 yılında kabul edilen 6. “Beş Yıllık Kalkınma Planı”nda *sürdürülebilir kalkınma* kavramına yer verilmiştir (Özçelik ve Barut, 2017). Sürdürülebilirlik kavramı “var olan kaynaklarımıza gelecek nesillere yetecek biçimde kullanımını” ifade etmektedir. “Sürdürülebilir” veya “sürdürülebilirlik” dünyada yaşanan küresel ısınmanın sonuçlarında var olan kaynakların değişmesi ve tükenmesini baz almıştır. Sürdürülebilirlik, “üretebilme yeteneğinin yakın gelecekte korunması” olarak tanımlanmaktadır (Seydioğulları, 2013). Bu bağlamda, yenilenebilir enerjinin farklı açılardan birçok tanımı bulunmakla birlikte çevre açısından “doğal çevre yapısını ve enerjiyi oluşturan unsurların nitelğini bozmadan elde edilebilen enerji” olarak tanımlanabilmektedir. Tezin bu bölümne kadar yenilenebilir enerjinin teorik ve kavramsal çerçevesi sunulmuş olup bundan sonraki bölümde ekonomik büyümeye ile ilişkisi farklı analizler aracılığı ile incelenmiştir.

2.BÖLÜM

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

2.1. EKONOMİK BÜYÜME KAVRAMI

Kavramsal olarak “Ekonomik Büyüme”, bir ülkede 1 yıl gibi belirli bir zaman aralığında piyasada üretilen tüm nihai mal ve hizmetlerin, yani üretim miktarının, parasal karşılığı olan GSYH ya da GSMH’deki artış olarak tanımlanmaktadır (Kaynak, 2015:1). Bir başka tanımda “Ekonomik Büyüme”, kişi başına düşen reel gelirde sürekli bir artış olarak tanımlanmaktadır. Tanımda yer alan *süreklik* kavramı ile geçici iyileşmelerin ve bir dönemdeki iyileşmenin değil sürekli bir artış olmasını, *reel* kavramı ile de fiyat değişikliklerinden bağımsız bir şekilde ekonominin mal ve hizmet üretme gücüne odaklanmak gerektiğine atıf yapılmaktadır. “Kişi başına düşen reel gelirdeki sürekli artış” ekonomik büyümeyenin en yaygın kabul gören tanımı olsa da tanımı tamamlayıcı olarak yapısal değişiklikler de eklenebilmektedir. İşgünün veya ülkenin ulusal ürünlerinde meydana gelen kalıcı bir düşüş yabancı sermayeye yönlendirilmektedir. Böyle ekonomilerde gerçek ekonomik büyümeye sadece kişi başına düşen gelirlerin artmasıyla değil, aynı zamanda ekonomik yapının tarım gibi ana faaliyetinden farklı olarak sanayi, hizmet sektörleri ve ithalat ikamesi gibi çeşitlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Gould, 2013).

Bir ülkenin gelişmiş veya az gelişmiş olmasının kriterinin yapısal dönüşümle ulaşma derecesi olduğunu ifade eden Demas (1965), gerçek ekonomik kalkınmanın, değişen ticaret koşullarına karşı dayanıklı olmak, petrol gibi tükenen kaynaklara bağımlılığı azaltmak gibi önlemlerden geçtiğini ifade etmiştir.

İktisadi büyümeye, kişi başı hasılanın artırılmasıyla toplumda mal ve hizmetlere olan talebin artması ve bu taleplerinin karşılanması sonucu toplumun refah düzeyinin yükselmesi anlamına da gelmektedir. Tam istihdam durumunda üretim kapasitesi genişletilmekçe ve üretim olanakları eğrisi sağa kaymadıkça bir grup malın üretiminin artması için diğer grup malın üretiminin azaltılması gerekmektedir. Ekonomik büyümeye teorilerine göre, büyümeye gerçekleştiği zaman, toplumun yaşam standartı, bir grup malların üretim miktarı değişmeden, diğer grup malların üretimlerinin yükseltilmesiyle artırılabilmektedir (Kaynak, 2015:10). İktisatçılar oluşturdukları karmaşık modellerle ekonomik büyümeyi açıklamaya çalışsa da,

geçmişe dönük olarak açıklamada başarılı olmuş, ancak genel olarak büyümeyen nedenlerini ortaya koyan bu girişimler boşça çıkmıştır (Yeldan, 2011:3). Bu bölümde bahsedilen ekonomik büyümeye teorileri öncü büyümeye modelleri ve çağdaş büyümeye modelleri olarak iki başlıkta incelenmiştir.

2.1.1. Öncü Büyüümeye Modelleri

Bu bölümde Adam Smith, David Ricardo, Thomas Malthus, Marksist büyümeye ve Joseph Schumpeter'in geliştirdiği öncü büyümeye modelleri ele alınmıştır. Ekonomik büyümeye kavramını ilk kez 1776 yılında yayınlanan, *Uluslararası Zenginliğin Doğası ve Nedenleri Üzerine Bir Deneme* çalışmasında geliştirdiği büyümeye modeli ile inceleyen iktisatçı Adam Smith, modelini iş bölümünü üzerinde kurgulamış ve iş bölümünün artmasıyla işçi başına üretim miktarının ve emeğin verimliliğini artıracagını meşhur toplu iğne örneğiyle ifade etmiştir (Ünsal, 2016). Küçük kaynaklar sebebiyle azalan getiriler, iş bölümünün üretkenlikteki artışıyla telafi edilebileceğini, büyümeyenin sınırı olmadığını, uyarılmış ve somutlaştırılmış teknik ilerleme, yaparak öğrenme ve kullanarak öğrenme kavramlarını ön plana çıkararak yeni makinelerin icadı ve birbirine benzemeyen nesnelerin güçlerini bir araya getirerek yeni endüstriyel tasarımların araştırılması ve geliştirilmesinin öneminden bahsetmiştir (Kurz ve Salvadori, 2003).

Klasik büyümeye teorisi olarak da literatürde yer alan Ricardo'nun büyümeye modelinde, ekonominin tam istihdam ve tam rekabet halinde olduğu, üretim fonksiyonunun veri olduğu, sermaye birikimi için motivasyonun kar amaçlı olduğu, sanayide teknik gelişme hızının yüksek, tarımda düşük olduğu varsayımları altında üretim faktörlerinin (işçiler, kapitalistler ve toprak sahipleri) hasıladan alacağı paylar ortaya konulmuştur. Ricardo'ya göre iktisadi büyümeyen yolu, sabit işgücü verimliliği altında ücretlerin düşürülmesi, dolayısıyla "Tahıl Yasaları"nın kaldırılıp tarım ürünlerinin fiyatının düşürülmesi veya sabit ücretler altında işgücü verimliliğinin yanı üretim teknolojisinin artırılması ile sağlanabilmektedir (Kaynak, 2015:33). Teoride tarımsal üretimde toprak ve işgücünün olduğu, endüstride tek mal üretildiği ve sadece işgücünün olduğu, sermayenin sadece ücretlerden oluşan, reel ücretlerin Malthus yasasına göre asgari geçim düzeyinde sabit olduğu varsayımları mevcuttur (Akyüz, 2009:54).

Tarımsal üretimin başlangıcında verimli toprakların çokluğu nedeniyle istihdamın artması, kârların artmasına yol açmasına karşın, verimli toprakların

azalmasıyla birlikte artan istihdam marjinal toprağın verimlilik seviyesini azaltacak ve kârlar azalacaktır (Akyüz, 2009:55). Sermaye birikimi ve nüfus arttıkça ve işçilere verilen reel ücret oranları sabit tutulduğu sürece kâr oranının düşmesi gerekmektedir. Azalan getiriler nedeniyle, üretim oranlarında azalma, düşen kâr oranı ve birikimin azalmasıyla birlikte birikimin bitmesine ve durgun bir duruma neden olacaktır (Kurz ve Salvadori, 2003).

Malthus'un teorisine göre kişi başına düşen gelir ile nüfus artışı arasında güçlü bir bağlantı bulunmakta ve toplam geliri arttıran herhangi bir şey nüfusun büyülüüğündeki bir artışla etkisiz hale gelecektir. Nüfus artışı ile hızlı teknolojik ilerleme yaşanan dönemlerde kişi başına düşen gelir sabit bir seviyede kalacaktır. Malthus'a göre ekonominin en temel yapıtaşlarından biri azalan verim ilkesidir. Bir ülkedeki işgücü bir kişi daha arttırıldığında, emeğin marjinal ürününün daima pozitif olmasından dolayı o kişi her zaman bir miktar ekstra çıktı üretecek, ancak işçi sayısı arttıkça marjinal ürün düşecektir. Modelde kişi başına düşen çıktı da daha yüksek bir nüfus seviyesinde düşecektir. Bir yandan, bir işçi biraz daha fazla çıktı anlamına gelmekte, ancak aynı zamanda toplam üretimi paylaşacak başka bir kişi anlamına gelmekte olup ikinci negatif etki daha baskın durumda bulunmaktadır. Bu ilişkinin M.Ö. 1500 yıllarında Asur'da, Roma'da, Mısır'da ve 18. yüzyılın sonrasında İngiltere'de benzer olduğu görülmüştür (Olsson, 2013). Günümüzde ekonomik olarak gelişmiş ülkelerde, ücretler geçim seviyesinin üzerinde çıktılığında insanların refahı için araç gereç almak yerine daha fazla çocuk yapacağı şeklinde ifade edilen Malthus'un nüfus yaklaşımı geçerli olmamaktadır (Kaynak, 2015:37).

Marksist ekonomik büyümeye modelinin temelinde emek-değer teorisi bulunmaktadır olup azalan verimler yasasını kabul etmeyen bir anlayış hakimdir. Ayrıca David Ricardo'nun artık değer kavramı kabul edilerek, büyümeye oranını kâr oranının belirlediği ve artık değerin kâr oranının arkasındaki itici güç olduğu ifade edilmiştir (Yeldan, 2011:181). Kâr ise, mallar arasındaki değişimin farklılığından dolayı değil malların üretimi için gereken işgücü zamanı ile o işgünün değeri arasındaki farktan meydana gelmektedir (Akyüz, 2009:67). Ekonomik büyümeyen sermaye birikimine bağlı olduğunu, sermaye birikiminin ise artık değer üretimine bağlı olduğunu ifade eden Karl Marx, kapitalizmi basit yeniden üretim ve genişleyen yeniden üretim modeli olacak şekilde iki başlıkta ele almıştır. Basit yeniden üretimde üretilen tüm ürünlerin, yıpranma ve aşınmaların karşılanması dışında tüketildiği, ekonominin, değişmeyen sermaye mallarını üreten yatırım malları kesimi ve tüketim malları üreten tüketim

malları kesimindenoluştugu ifade edilen bir modeldir. Genişleyen yeniden üretimde, artık değerin kapitalistlerin tüketimden kalan kısmını sermaye yatırımlarına ayrılarak ekonominin üretim kapasitesinin artırıldığı, birikim ve büyümeyenin olduğu bir modeldir (Kaynak, 2015:48). Modelde ücretlerin hepsinin tüketime gittiği, ödenen ücretlerin önceki dönemde üretilen tüketim mallarına harcandığı, kapitalistlerin ise artık değerin bir bölümünü tüketip bir bölümünü ise yatırıma ayırdığı varsayılmaktadır. Kapitalizmin buhran teorisinde ise teknolojik gelişmenin sermayenin organik bileşimini artıracağı, dolayısıyla kâr oranının azalacağı ve yedek işsizler ordusu ortaya çıkacağı ilişkilendirilmektedir (Akyüz, 2009:69).

Joseph Schumpeter'in büyümeye göre ise her bir yeni ara mal ekonomiye olumlu bir katkı yapacak ve toplam çıktı da doğrusal olarak artacaktır. Malın yeni ve daha iyi bir versiyonu bulunur bulunmaz, bu mal bütün piyasayı alacak ve daha önceki versiyonları eski hale gelecektir. Sektörde lider olan mal tekelleşse dahi eski mal artık işe yaramaz hale gelecektir (Olsson, 2013). Literatürde bu durum "yaratıcı yıkım" olarak isimlendirilip, yeni tüketim mallarının hane halkının faydasını, yeni yatırım malları ise üretimin verimliliğini artırmaktadır. Dolayısıyla ekonomideki her yeni ürün gelecekteki araştırma geliştirme faaliyetlerini artıracak, geçmişteki tasarılanan ürün sayısı gelecekteki araştırmaları daha etkin kılacaktır (Kaynak, 2015:233).

2.1.2. Çağdaş Büyüme Modelleri

Bu bölümde Harrod-Domar'ın dışsal büyümeye modeli, Solow büyümeye modeli, içsel büyümeye modellerinden AK modeli, Arrow-Romer modeli, Lucas modeli, Barro modeli ve Kaldor modeli ele alınmıştır. John Maynard Keynes'in *Para, Faiz ve İstihdamın Genel Teorisi* kitabında sermaye birikimini ve ekonomik büyümeyi tamamen ihmali eden statik bir analiz geliştirmiştir, Harrod-Domar tarafından *Bay Keynes ve Geleneksel Teori* isimli çalışmada eleştirilmiş ve Harrod-Domar modelinin çıkış noktasını oluşturmuştur. Harrod-Domar modelinde hızlandıran tipi yatırım fonksiyonunda arzulanan sermaye-hasıla oranının sabit kabul edilmesi veya Leontief üretim fonksiyonunu ya da sabit oranlı üretim fonksiyonu varsayılmıştır. Modelin diğer varsayımları, sermaye ve emek ile tek bir mal üretilmesi, yatırım fonksiyonun olmayacağı, çıktıının tüketilmeyen yanı tasarruf edilen kısmı sermaye stokuna otomatik olarak ilave edilmesidir (Ünsal, 2016). Modelde bıçak sırtı büyümeden bahsedilerek, dengeli büyümeye koşullarının çok katı olduğu, dengeden sapıldığında hükümetin bir

düzeltili müdahalesi olmadığı sürece tekrar dengeyi yakalayamayacağı ifade edilmiştir (Yeldan, 2011:105).

Solow modeli, uzun dönemde teknolojik gelişmelerin büyümeyi belirlediğini ifade eden, piyasa ekonomisinin üretim ve bölüşüm süreçlerinde marjinalist yaklaşımı içeren neoklasik yaklaşımı kullanan bir modeldir. Modelde durağan hal altında sürekli ve pozitif olarak büyümenin yolunun teknolojik olarak ilerlemeden geçtiği ifade edilerek, teknolojiyi, herkesin kolaylıkla erişebileceği küresel bir kamu malı olarak tanımlanmıştır (Yeldan, 2011:111). Temel Solow büyümeye modelinin varsayımları, ölçüye göre sabit getiri, tam rekabet ve dışsallıkların olmadığı şeklindedir. Modelin varsayımlarına göre girdiler belli oranda arttığında çıktıda o oranda artacak, piyasa sürekli temizlenecek, yani arz ve talebi fiyat birbirine eşitleyecek ve bir üretici diğer üreticiye bir yararı veya maliyeti bulunmayacaktır. Genel Solow büyümeye modelinde ise teknolojik ilerlemenin dışsal olduğu, nasıl ortaya çıktığının araştırılmadığı ve teknolojik ilerlemenin halihazırda işgörünün verimliliğini artırdığı varsayılmaktadır. Sonuç olarak teknolojik ilerlemenin işgörünün verimliliğini artırmasıyla aynı sermaye ve emek ile öncekinden daha fazla çıktı üretilecektir (Ünsal, 2016).

Solow büyümeye modeline alternatif olarak geliştirilen içsel büyümeye modellerinden AK modelinde, Solow modelindeki teknolojik ilerlemenin dışsal olduğu ve sermaye arttığı zaman, sermayenin marjinal ürünün azlığındı varsayımları kabul edilmemektedir. Y çıktı miktarı; A , pozitif bir sabit olan teknoloji düzeyi ve K sermayeyi göstermek üzere AK modelinde üretim fonksiyonu

$$Y=A \cdot K \quad (2.1)$$

şeklindedir. (2.1) numaralı denklemde A ile gösterilen teknoloji düzeyinin sabit olması, sermayenin artması durumunda marjinal ürünün sabit olduğunu göstermektedir (Ünsal, 2016). AK modelinde büyümeye oranı içsel tasarruf oranına bağlı olup ekonomide tüketicilerin sabırı olup tüketim sepetlerini zamanla ikame etmeye istekli oldukça büyümeye oranının daha yüksek olacağı beklenmektedir (Yeldan, 2011:204).

Arrow-Romer modelinde bilginin üretimde bir girdi olarak kullanılmasıyla artan marjinal getirilerin geçerli olduğu ve bilginin ekonomik büyümenin sürükleyici gücü olduğu ifade edilmiştir. Arrow'un yaparak öğrenme kavramına dayandırılan

modelde yatırımin sermaye stokunu arttırmasıyla birlikte üretim sürecini değiştirdiğini, yeni makinaların üretim sürecinde nasıl yer aldığıni öğrenen çalışanların kabiliyetlerinin ve verimliliklerinin artacağı, ayrıca kazanılan bu tecrübe bir sonraki kuşağa aktarılarak daha fazla teknolojik ilerleme sağlanabilecegi ifade edilmiştir (Kaynak, 2015:216). Modelde firmalar, yeni ekipman alıp almadıklarına bakılmaksızın teknik bilgilerdeki son gelişmelerden yararlanmaktadır. Yani teknik değişimin bedensel olarak kabul edildiği varsayılmaktadır. Yeni teknik bilgi, işçilerin eski veya yeni makineleri çalıştırıp çalıştırmadıklarından bağımsız olarak, yatırım yapılmasa dahi sermaye ve emeğin üretkenliğini artırmaktadır (Groth ve Wendner, 2014:6).

Lucas Modelinde yatırım yapma motivasyonu olarak ve büyümenin sürükleyiçi gücü olarak ele alınan beşerî sermaye, emek ve fiziki sermaye gibi bir üretim faktörü olarak ele alınmıştır. Beşerî sermaye birikimi sabit bir oran ve sabit getiri ile artmasının fiziksel sermayeyi uyararak, fiziksel sermayenin azalan getirisini telafi ederek artırmaktadır. Bundan dolayı büyümenin süreklilığı sağlanmış bulunmaktadır (Kaynak, 2015:217). İnsanların birbirine güvendiği, anlayışlı olmanın çeşitlilik ve yaratıcılığı artırdığı, kamu gelirlerinin uygun bir biçimde yönetildiği ve kişilerarası ilişkilerin daha iyi olduğu toplumlarda insanların üretkenlikte orantılı olarak daha fazla kazanması beklenmektedir. Dolayısıyla modelde, toplumlar sadece daha eğitimli bir işgücünden değil, aynı zamanda iş birliği davranışlarının uygunluğunun toplu algısını temsil eden bilişsel sermaye seviyesinden de faydalananmaktadır (Caragliu ve Nijkamp, 2014:18).

Barro modelinde Lucas modelindeki beşerî sermayenin yerine kamu harcamaları gelmekte olup üretim fonksiyonunda kamu harcamaları yer almaktadır. Modele göre özel sektör ile kamu sektörünün birbirlerinin yakın ikamesi olmadıkları, kamunun sermaye sahibi olmayıp üretim yapmadığı, kullandığı ürünleri özel sektörden satın aldığı kabul edilmiştir. Özel sektör sermaye stokunun belirleyicileri olan tasarruf oranı, vergi oranı, teknoloji düzeyi, esneklik, işgücü artış oranı ve yıpranma oranı sabit kabul edildiğinde, kamu harcamalarının pozitif ve sabit hızla artması durumunda özel sektör sermaye stoku ve hasılası pozitif ve aynı degerde artacak ve içsel büyümeye sağlanacaktır (Kaynak, 2015:225). Modelde kamu sermayesinin finansmanı, özel sektörden alınan vergi ile karşılanması olup vergi gelirlerinden işçilere transfer ödemesi de yapılmaktadır. Vergi oranı ve transfer

oranlarının tespiti ve en uygun tüketim politikasını belirlemek amacıyla fayda maksimizasyonu yapılmaktadır (Yeldan, 2011:214).

Neoklasik büyümeye teorisinin en önemli karşıtlarından biri olan Nicholas Kaldor, 1957 yılında kaleme aldığı *A Model of Economic Growth* isimli çalışmasında teknik gelişme fonksiyonunu açıklayarak verimliliği yatırımlarla ilişkilendirmiştir. Kaldor büyümeye modeline göre yatırımda artış meydana gelmesiyle yeni teknolojiler ortaya çıkacaktır. Yeni teknoloji için işgücü başına daha fazla sermaye gerekecek ve yeni makinaların eski makinalardan daha verimli olması durumunda işgücü başına sermaye artışı üretim sürecindeki öğrenmenin artmasını ve süreç organizasyonu ile teknik gelişmenin bir aracı olacaktır (Kaynak, 2015:238). Yatırımlar uzun dönemde kâr beklentisi ile oluşmakta, işgücü arzı dışsal olarak belirlenmekte ve parasal veya reel ücretlerle ilgisi bulunmamaktadır (Akyüz, 2009:511).

Modern büyümeye teorilerinin birçoğu; sermaye-çıktı oranının kabaca sabit olduğu, sermayenin reel getiri oranının sabit olduğu, sermaye ve emeğin ulusal çıktıdaki paylarının sabit olduğu ve kişi başı büyümeye oranının pozitif ve sabit olduğu gibi stilize gerçekleri ortaya koyan Nicholas Kaldor'a dayanmaktadır. Kaldorgil modelde gelir, ücretler ve karlar arasında bölüşülüp, kâr oranı $I=S$ denge koşulunu sağlayacak ve yatırımdaki artışın hızlı bir şekilde artması ile gelir, kâr lehine artacaktır. Yani kârların payı yatırım talebi ile toplam çıktı arasındaki orana bağlı olacaktır (Yeldan, 2011:59). Kaldor büyümeye teorisinde süreç şu şekildedir: Yatırım artışı sonucu verimlilik artacak ve reel gelirin artmasına yol açacaktır. Reel gelir artışıyla talebin artması, artan talebin karşılanması için yatırımların ve üretimin artması sonucu eskisinden daha yüksek bir verimlilik büyümesi oluşacaktır (Kaynak, 2015:238).

2.1.3. Ekonomik Büyümenin Ölçülmesi

Ekonomik büyümeyenin ölçülmesinde tarih boyunca binek araç sayısı, posta trafiği ya da okula kayıt oranları gibi parasal olmayan ölçüm yöntemleri önerilmiştir. Daha yakın zamanlara gelindiğinde yine parasal olmayan göstergelerin, ülkeler arası karşılaştırma için kullanılabilecek, toplam tüketim ile en yakın ilişki içinde olduklarını test edebilecek yakıt tüketimi, üretilen çelik ve üretilen elektrik gücü gibi göstergeler kullanılmıştır. Bu göstergelerin ülkeler arasında kullanılan araçların heterojenliği nedeniyle güvenli göstergeler olmadığı ortaya çıkmıştır (Gould, 2013).

Günümüzde ekonomik büyümeye ile ilgili literatürde birçok oran bulunmaktadır. Bu oranlar, cari fiyatlarla büyümeye oranı, sabit fiyatlarla büyümeye oranı, satınalma gücü

paritesine göre büyümeye oranı, trend büyümeye oranı, doğal büyümeye oranı, potansiyel büyümeye oranı ve stilize gerçek ve büyümeye oranıdır. Bu oranların her birinin ayrı ayrı hesaplama yöntemleri ve anlamları bulunmaktadır. Örneğin gayrisafı büyümeye oranı ekonomideki üretim artışının yüzdelik gelişmesini göstermektedir. Buna karşın safi büyümeye oranı kişi başı artıştaki üretim genişlemesini, yani verimlilikteki gelişmeyi göstermektedir (Kaynak, 2015:6).

Ekonomik büyümeyenin ölçümelerinden biri ise net ortalama büyümeye hızıdır. Ortalama büyümeye hızı, Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasılda uzun dönemde oluşan yıllık ortalama büyümeye hızını göstermekte olup yıllık büyümeye hızı formülü ile hesaplanmaktadır. Reel GSYH, Y ile ifade edilip, ilk yıl t ve ikinci yıl $t+1$ ile gösterildiğinde, $t+1$ yılındaki büyümeye hızı (g) denklem (2.2)'deki gibi hesaplanmaktadır:

$$g = \frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \quad (2.2)$$

Kişi başına düşen reel GSYH'nin t yılından sonraki n yıl boyunca aynı hızla büyümesi durumundaki kişi başına düşen GSYH seviyesi ile büyümeye hızı denklem (2.3) deki gibi hesaplanabilmektedir:

$$g = \left(\frac{Y_{t+n}}{Y_t} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad (2.3)$$

Yukarıdaki (2.3) numaralı denklem t yılından sonraki n yıl boyunca kişi başına düşen reel GSYH'nin ortalama büyümeye hızını, yani her yıl ortalama olarak hangi hızla arttığını göstermektedir (Ünsal, 2016).

2.1.3.1. Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYH)

Günümüzde büyümeyenin yüksek oranlı olması, ekonomik faaliyetlerin daha fazla üretim ve sonucunda daha fazla refah anlayışında olan modern iktisat anlayışına göre, ülkelerin makro ölçekte ne kadar başarılı olduğunun temel göstergesi olarak gösterilmektedir. Ekonominin büyüklüğünü ve ekonomik faaliyetler sonucu oluşan iktisadi değeri ölçmek amacıyla birçok milli gelir göstergeleri bulunmaktadır. Gayrisafi Milli Hasıla (GSMH), Gayrisafi Yurt İçi Hasılaya (GSYH) dış alem net faktör gelirleri eklenecek olmaktadır:

$$GSMH = GSYH + Dış Alem Net Faktör Gelirleri \quad (2.4)$$

Safî millî hasıla ise GSMH'den amortismanların, yani aşınma ve eskime paylarının çıkarılmasıyla oluşmaktadır:

$$Safî Millî Hasıla = GSMH - Amortismanlar \quad (2.5)$$

Safî millî hasıldan dolaylı vergilerin çıkarılması ve sübvansiyonların eklenmesiyle Millî Gelir oluşmaktadır:

$$Millî Gelir = Safî Millî Hasıla - Dolaylı Vergiler + Sübvansiyonlar \quad (2.6)$$

Kişisel Gelir ise Millî gelirden kurumlar vergisi, dağıtılmamış firma karları ve sosyal güvenlik paylarının çıkarılması ve kamunun transfer ve faiz ödemelerinin eklenmesiyle oluşmaktadır:

$$Kişisel Gelir = Millî Gelir - Kurumlar Vergisi - Dağıtılmamış Firma Karları - Sosyal Güvenlik Payları + Kamunun Transfer Ödemeleri \quad (2.7)$$

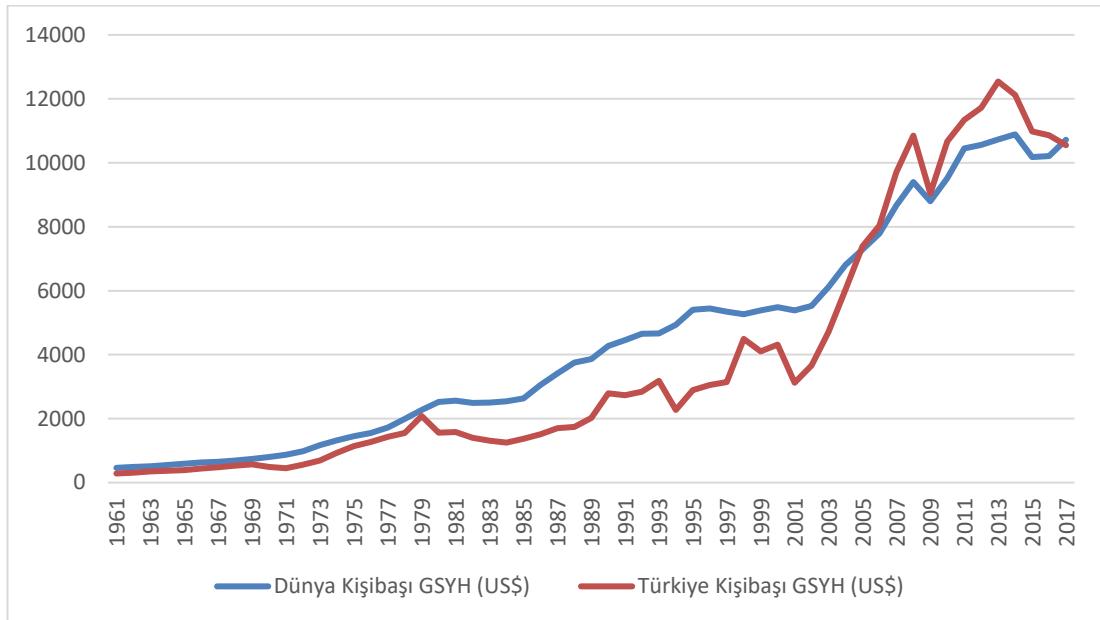
Harcanabilir Gelir ise, kişisel gelirden dolaysız vergilerin çıkarılmasıyla elde edilmektedir:

$$Harcanabilir Gelir = Kişisel Gelir - Dolaysız Vergiler \quad (2.8)$$

Harcanabilir gelir, satın alma gücünü yansitan ve bireylerin tüketime ya da tasarrufa gidecek gelirlerin toplamını ifade eden bir kavramdır. Türkiye'de iktisadi faaliyetlerinin toplamını ölçmek için, TÜİK tarafından üç aylık dönemlerle hesaplanan resmi gösterge olarak GSYH kullanılmaktadır (Akyıldız, 2017:20). Gayri Safî Yurtıcı Hasıla (GSYH), nominal ve reel olmak üzere iki farklı şekilde ifade edilmektedir. Ülke içinde belirli bir yılda üretilmiş olan nihai malların temel alınan yılın piyasa fiyatları değeri reel GSYH, üretildikleri yılın piyasa fiyatları değeri nominal GSYH olarak tanımlanmaktadır. Kişi başı GSYH ise reel GSYH'nin nüfusa oranlanmasıyla bulunmaktadır (Ünsal, 2016).

Dünya GSYH'si 1961 yılında 1,42 trilyon dolar iken 2017 yılında 80,73 trilyon dolar düzeyine gelmiştir. Türkiye GSYH'si ise 1961 yılında 8 milyar dolar iken 2017 yılında 851 milyar dolar düzeyine gelmiştir. Dünya ve Türkiye kişi başı GSYH karşılaştırılması Şekil 2.1'de verilmiştir.

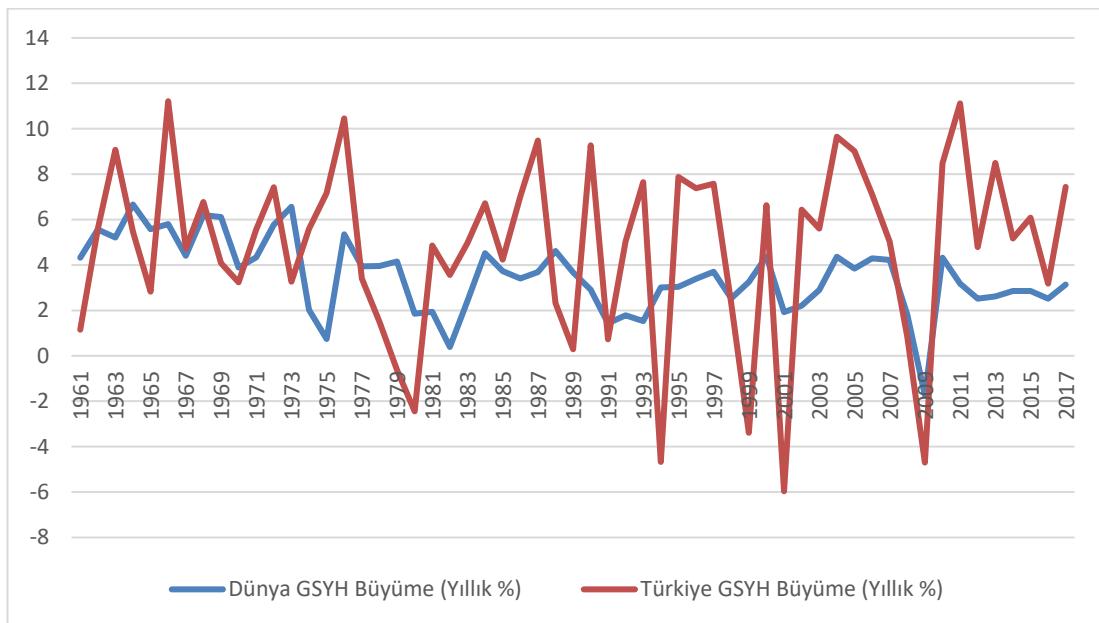
Şekil 2.1. Dünya ve Türkiye Kişi Başı GSYH Gelişiminin Karşılaştırılması (1961-2017)



Kaynak: Worldbank (Dünya Bankası Veritabanı). Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 2.1'e göre Dünya kişi başına düşen GSYH'si 1961 yılında 462 dolar iken 2017 yılında 10.721 dolar düzeyine gelmiştir. Türkiye kişi başına düşen GSYH'si ise 1961 yılında 300 dolar iken 2017 yılında 10.546 dolar düzeyine gelmiştir. Türkiye ile Dünya kişi başı GSYH verileri 1979 yılına kadar birlikte büyümeye trendine sahipken 1979-2005 arası dönemde dünya kişi başı GSYH verisinin daha fazla arttığı görülmektedir. 2008 finansal krizinde her iki veride de düşme meydana gelmiştir. 2001-2009 döneminde Türkiye kişi başı GSYH'sı büyük bir artış göstermiş 2013 sonrası tekrar düşüş trendine girmiştir. Dünya ve Türkiye yıllık GSYH büyümeye oranlarındaki değişim Şekil 2.2'de verilmiştir.

Şekil 2.2. Dünya ve Türkiye Yıllık GSYH Büyüme Oranlarındaki Değişimi (1961-2017)



Kaynak: Worldbank (Dünya Bankası Veritabanı). Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 2.2'ye göre yıllık büyümeye oranındaki değişim verilerine bakıldığında 2008 yılındaki finansal krizin Türkiye'de ve dünyada birlikte etkilendiği; Türkiye ayrıca 1980, 1994, 1998 ve 2001 dönemlerinde krizlerden etkilendiği görülmektedir. Ayrıca 2002 sonrası, 2008 krizi dönemi hariç tüm dönemlerde, Türkiye dünya GSYH büyümelerinden daha büyük bir büyümeye gerçekleştiği görülmektedir.

Türkiye'de resmi milli gelir göstergesi olarak GSYH'nın dışında Kalkınma Bakanlığının Net Faktör Gelirleri verileriyle GSYH'nın toplamı sonucunda yıllık GSMH hesaplanabilmektedir. Ayrıca kişi başına düşen GSYH ve Satın Alma Gücü Paritesine Göre GSYH'de milli gelir hesaplamalarında kullanılmaktadır.

2.1.3.2. Satın Alma Gücü Paritesine Göre GSYH

Bir ülkenin uluslararası gelişmişlik düzeyi karşılaştırılırken kişi başı milli gelir değerleri ortak bir döviz kuruna dönüştürüllererek kullanılmaktadır. Resmi kur ile serbest kur arasında farklılıklar olması ve her ülkenin fiyat seviyelerinin farklı olması bu karşılaştırmalara olan güvenin azalmasına neden olmaktadır. Bu tarz döviz kurunun sakıncalarını ortadan kaldırın, belli varsayımlara dayanan bir oran geliştirilmiştir. Satınalma Gücü Paritesi (SGP)'ye göre arbitraj mekanizması ile döviz kurları artırılıp azaltılarak bir malın her ülkede fiyatının aynı olması sağlanmaktadır. Ülkeler arasında

karşılaştırılabilir özelliği olan, ayrıntılı tanıma sahip ve ülkelerin çoğunda mevcut olan bir mal ve hizmet sepeti tespit edilip, bu sepetteki mal ve hizmetlerin yıllık fiyatları ve GSYH içindeki ağırlıkları tespit edilerek hesaplama yapılmaktadır (Aslan ve Kanbur, 2007). Ülkelerin ulusal para birimlerinin döviz kuruna göre başka bir ülke veya ülke grubuna göre alım gücünün göstergesi SGP açısından, bir ülkenin fiyat düzeyi endeksi 100'den büyükse karşılaştırıldığı ülke grubuna göre pahalı, 100'den düşükse ucuz olarak tanımlanmaktadır. Türkiye'nin fiili bireysel tüketime ilişkin fiyat düzeyi ise 2016 yılının geçici sonuçlarına göre 55 olarak hesaplanmıştır. Yani Avrupa Birliği ülkelerinde 100 Euro'ya karşılık gelen bir mal ve hizmet sepeti Türkiye'de 55 Euro'ya karşılık gelmektedir (TÜİK, 2019).

Türkiye'de ekonomik aktivitelere ilişkin birçok göstergeler, istatistikler ve endeksler yayımlanmaktadır. Öne çıkan endekslere bakıldığından, İmalat Sanayinde Kapasite Kullanım Oranı, Ticaret ve Hizmet Endeksleri, İnşaat Sektörüyle İlgili Yapı İzin İstatistikleri, Tüketiciler Güven Endeksi, Sektörel Güven Endeksi, Aylık Sanayi Endeksleri, Sanayi İşgücü Girdi Endeksleri gibi endekslər kullanılmaktadır (Akyıldız, 2017:87). Tezde Sanayi Üretim Endeksi kullanıldığından bu bölümde Sanayi Üretim Endeksine yer verilmiştir.

2.1.3.3. Sanayi Üretim Endeksi

Ekonomik araştırmalarda yüksek frekanslı ve güvenli göstergelerin olması ve kısa dönemde ekonomi ile ilgili hızlı karar vermek önem taşımaktadır. Sanayi Üretim Endeksi (Industrial Production Index, IPI), üretim faaliyetlerinin tümü için en önemli ve yaygın olarak analiz edilen, GSYH'nın kısa vadeli evrimini tahmin etmek için kullanılan yüksek frekanslı bir göstergedir (Bulligan vd., 2010).

Türkiye'de Sanayi Üretim Endeksi TÜİK tarafından aylık olarak yayımlanan, imalat sanayi ile ilgili bilgi toplamak amacıyla, ilk olarak 1983 yılında yayımlanan, NACE Rev.2 standardına göre hazırlanan sanayi üretim faaliyetlerinin toplamını ifade eden bir miktar endeksidir. Endeks, fiyatlar genel seviyesinden etkilenmeyip üretimdeki reel artışı, fiziksel hacmi yansıtan bir endeks olup, sürekli üretilen ve homojen yapıya sahip sanayi ürünlerini içeren bir ürün sepeti ile sepetteki ürünlerin toplam sanayi katma değeri içindeki payına göre ağırlıklandırılarak hesaplanmaktadır (Akyıldız, 2017:94). Ekonomik büyümeyi temsilen literatürde çokça yer alan GSYH verileri üç aylık veriler olduğu için, Sari vd. (2008)'nin çalışması gibi aylık verileri kullanan çalışmalarda, GSYH yerine Sanayi Üretim Endeksi kullanılmıştır. Tezde

yenilenebilir enerji ile büyümeye ilişkisinde büyümeyi temsilen GSYH yerine Sanayi Üretim Endeksi kullanılmıştır.

2.2. YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE BÜYÜME İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Ekonomik üretimdeki enerjinin rolü gün geçtikçe artmasında rağmen ana akım ekonomik büyümeye teorilerinde, ekonomik büyümeyi kolaylaştırmak amacıyla enerji veya diğer doğal kaynakların rolüne çok az önem verilmiş veya hiç önem verilmemiştir. Ortodoks ekonomistler genellikle sermaye, işgücü ve toprağı üretimin ana faktörleri olarak, enerji için yakıt ve materyalleri ara girdi olarak varsayımlardır (Stern, 2004). Robert Solow ve Trevor Swan tarafından ifade edilen standart neoklasik ekonomik büyümeye teorisinde, mal ve hizmet üretimi sermayenin ve işgücü girdilerinin bir fonksiyonu olarak ele alınmaktadır. Bu teoriye göre, her ürün kendi kendini organize eden sistemdeki diğer ürünlerden üretilir ve büyümeye herhangi bir enerji girdisi ya da dışarıdan malzeme olmaksızın gerçekleşir. Her ne kadar enerji neoklasik iktisadın önemli bir unsuru olarak görülmemiş olsa ve üretim faktörü olarak enerji göz ardı edilse de tüm ekonomik üretim, maddenin dönüşümü veya taşınmasını içeren tüm süreçler enerji gerektirmektedir (Santos, 2013).

2.2.1. Literatür İncelenmesi

Literatürde ekonomik büyümeye ile birçok makroekonomik değişken arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Türkiye'de çevre vergisi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi Bekmez ve Nakipoğlu (2012) VAR modeli ile; eğitim ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi Özsoy (2009) VAR modeli ile; elektrik tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi Karagöl vd. (2011) ARDL sınır testi ile; cari işlemler dengesi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi Telatar ve Terzi (2009) VAR modeli ve Granger nedensellik testi ile; sağlık harcamaları ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi Şen ve Bingöl (2018) Toda Yamamoto testi ve varyans ayrıştırması ile; asgari ücret, istihdam ve ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi Sever ve İğdeli (2018) Panel VAR ve etki tepki fonksiyonları ile; doğal gaz tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi Tatlı ve Lebe (2017) ARDL ve Granger nedensellik testi ile incelemiştir. Ayrıca Türkiye'de enerji tüketimi ile büyümeye arasındaki ilişkiyi, VAR yöntemi, etki-tepki fonksiyonları ve varyans ayrıştırma analizleri ile Pata (2016) ve Granger nedensellik ile Doğan (2010) incelemiştir.

Bu tezde yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye ilişkisi incelendiğinden dolayı literatürdeki yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye ilişkisini inceleyen çalışmalar incelenmiştir. Çoğu çalışmada yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye ilişkisi incelenirken, CO₂ emisyonu, istihdam, sabit sermaye oluşumu, yenilenebilir olmayan enerji, toplam enerji gibi farklı değişkenler de kullanılmış olup, literatür taramasında sadece yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkilere ve sonuçlara yer verilmiştir. Ayrıca yenilenebilir enerjinin tüketimi, üretimi, kurulu gücü ya da ayrı ayrı yenilenebilir enerji kaynakları özelinde inceleyen çalışmalara da yer verilmiş olup literatür taraması sonucunda tüm çalışmalar özetlenmiştir.

Literatürde yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar aşağıda verilmiştir:

Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi çok değişkenli bir çerçevede, 1985–2005 döneminde, 20 OECD ülkesi için panel eşbüütünleşme ve hata düzeltme modeli ile inceleyen Apergis ve Payne (2010), kısa ve uzun vadede yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında çift yönlü Granger nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır. Aynı ilişkiyi yine Apergis ve Payne (2011), 6 Orta Amerika ülkesi özelinde, 1980-2006 yıllık verileri ile heterojen panel eşbüütünleşme testi ve panel hata düzeltme modeli ile incelemiş ve yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında çift yönlü nedensellik olduğu sonucuna varmışlardır. CO₂ emisyonları, nükleer enerji tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyümeye arasındaki ilişkileri 1984–2007 yılları arasında, 19 ülke için panel hata düzeltme modeli kullanarak inceleyen Apergis vd. (2010), yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında çift yönlü bir Granger nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca bu sonucun yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyümeyenin birbirine bağımlı olduğu geri besleme hipotezini desteklediği ve yenilenebilir enerji tüketimini artırmayı amaçlayan enerji politikalarının ekonomik büyümeye üzerinde olumlu etkisinin olacağını ifade etmiştir.

Yenilenebilir ve yenilenebilir olmayan enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi, ABD için, 1949-2006 arasındaki yıllık verileri kullanarak, Toda Yamamoto nedensellilik testi ile inceleyen Payne (2009), yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında herhangi bir Granger nedenselliğin olmadığı sonucuna varmıştır. Yine ABD'deki yenilenebilir enerji tüketimi ve sanayi üretimi arasındaki ilişkiyi 2001:1-2005:6 aylık verileri kullanarak, ARDL yöntemi ile inceleyen Sarı vd.

(2008), sanayi üretimi ve hidroelektrik enerji, güneş, atık ve rüzgâr enerjisi tüketimi arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak anlamlı bulmuştur. Bu çalışmada yazarlar ekonomik büyümeye değişkenini temsilen Sanayi Üretim Endeksini kullanmışlardır.

Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi nedensellik testini kullanarak, 80 ülkenin 1990-2012 dönemi verileri için inceleyen Apergis ve Danuletiu (2014), 80 ülkenin bütününde olduğu gibi ayrı ayrı bölgelerde de yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında karşılıklı nedensellik olduğu bulgusuna ulaşmıştır. 28 ülkeden oluşan başka bir paneli 1995-2013 döneminde, ARDL modeli kullanarak inceleyen Afonso vd. (2017), yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeye katkıda bulunmadığını, yenilenebilir olmayan enerjinin katkıda bulunduğu sonucuna ulaşmıştır.

Biyokütle enerjisi tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 1980-2012 yılları arasında, Afrika ülkeleri için ARDL, Granger nedensellik ve varyans ayırtırması ile inceleyen Bildirici ve Ozaksoy (2017), Botswana, Kamerun, Uganda ve Zambiya için ekonomik büyümeden biyokütle enerji tüketimine, Burkina Faso, Malawi, Orta Afrika Cumhuriyeti için ekonomik büyümeden biyokütle enerji tüketimine doğru, Kenya, Lesoto, Madagaskar ve Togo için çift yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır. Güney Afrika'da aynı ilişkiyi üç aylık verilerle 1990–2014 dönemi için ARDL ve Vektör hata düzeltme modeli ile inceleyen Khobai ve Le Roux (2018), uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik tespit etmiştir.

Yenilenebilir enerji ve yenilenebilir olmayan enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 1990-2015 döneminde, Asya-Pasifik Ekonomik İşbirliği (APEC) ülkeleri için, Westerlund eşbüütünleşme testi ile Dumitrescu ve Hurlin nedensellik testleriyle inceleyen Zafar vd. (2018), ekonomik büyümeye ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki çift yönlü nedensellik ilişkileri olduğu sonucuna ulaşmıştır. CO₂ emisyonu, ekonomik büyümeye, yenilenebilir elektrik üretimi, yenilenebilir olmayan elektrik üretimi ve uluslararası ticaret arasındaki ilişkiyi İtalya örneğinde, 1960-2011 yılları arasındaki verileri kullanarak, ARDL modeli ile inceleyen Bento ve Moutinho (2016), ekonomik büyümeden yenilenebilir elektrik üretimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu tespitinde bulunmuştur.

Brezilya için toplam enerji tüketimi, hidroelektrik olmayan yenilenebilir enerji tüketimi, toplam yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenebilir olmayan enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkileri 1980-2010 yılları arasında Johansen eşbüütünleşme testi ve Granger nedensellik testi ile Pao ve Fu (2013) incelemiştir. Sonuç olarak ekonomik büyümeye ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin mevcudiyetini tespit etmişlerdir.

Yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyümeye, istihdam ve yatırım arasındaki ilişkileri ABD için 1949-2010 yılları arasında ve Toda Yamamoto yöntemi ve Bootstrap düzeltmeli nedensellik testi ile inceleyen Yıldırım vd. (2012), yenilenebilir enerji kaynaklarını (biyokütle, hidroelektrik, jeotermal) ayrı ayrı ele almıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre sadece biyokütleden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik bulunmuş, diğer yenilenebilir enerji türleri ile ekonomik büyümeye arasında nedensellik bulunamamıştır.

Pakistan'da yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 1972-2011 yılları arasındaki üç aylık verileri kullanarak ARDL modeli ve Granger nedensellik ile inceleyen Shahbaz vd. (2015), ekonomik büyümeye ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ekonomik büyümeye, yenilenebilir enerji tüketimi, sermaye ve emek arasındaki nedensellik ilişkisini 1990–2009 yılları için, Avrupa Birliği ülkeleri üzerinde ARDL modeli ve Hatemi-J nedensellik testi kullanarak inceleyen Alper ve Oguz (2016), her ülke için farklı sonuçlar bulmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında Kıbrıs, Estonya, Macaristan, Polonya ve Slovenya için herhangi bir nedensellik bulunmazken, Bulgaristan'da yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru nedensellik bulunmuştur.

Enerji tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 106 ülkede, 1971–2011 döneminde, panel vektör otoregresyon (PVAR) ve etki tepki fonksiyonları ile inceleyen Antonakakis vd. (2017), yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında herhangi bir Granger nedensellik ilişkisine rastlamamıştır. CO₂ emisyonu, petrol tüketimi, yenilenebilir ve yenilenebilir olmayan enerji ile ekonomik büyümeye ilişkilerini Avustralya için, 1990-2011 dönemindeki verileri kullanarak Genelleştirilmiş Momentler Metodu (GMM) ile inceleyen Azad vd. (2014) yenilenebilir veya

yenilenebilir olmayan enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında çift yönlü ilişki tespit etmişlerdir.

Yenilenebilir net elektrik üretimi ile kalkınma arasındaki ilişkiyi 154 ülke için, panel veri analizi ile inceleyen Kazar ve Kazar (2014) iki farklı zaman diliminde araştırmayı yapmıştır. Kısa dönem için 2005-2010 yılları arasında yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik kalkınma arasında çift yönlü bir nedensellik, uzun dönem için ise 1980-2010 yılları arasında ekonomik kalkınmadan yenilenebilir enerji üretimine doğru nedensellik tespit edilmiştir. Avrupa Birliği’nde yenilenebilir enerji üretiminin ekonomik büyümeye üzerindeki etkisini 2006-2015 yılları arasındaki verileri kullanarak Pedroni eşbüütünleşme ve Panel Hata Düzeltme Modeli ile inceleyen Bayraç ve Çıldır (2017), yenilenebilir enerji üretimindeki artış ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi incelemek üzere, 38 ülke seçilen Bhattacharya vd. (2016), bu ülkelerin seçiminde diğer çalışmalarдан farklı olarak, ülkeleri seçerken Yenilenebilir Enerji Ülkesi Çekicilik Endeksini kullanarak seçmiştir. Bu 38 ülkenin hem yenilenebilir hem de yenilenebilir olmayan enerji tüketimini Pedroni panel yöntemi ile, 1991-2012 dönemi için inceleyen yazarlar, yenilenebilir enerji tüketiminin seçilen ülkelerin %57’sinde ekonomik büyümeye üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi panel eşbüütünleşme modeli ile ele alan Sadorsky (2009), uzun dönemde ekonomik büyümeye meydana gelen %1’lik artışın yenilenebilir enerji tüketimini %3,5 oranında artıracağı sonucuna ulaşmıştır. Fransa'da yenilenebilir enerji üretimi, nükleer enerji üretimi ve ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 2001-2012 yılları arasında üç aylık verilerle Granger nedensellik testi ve varyans ayırtılması ile inceleyen Mbarek vd. (2015), yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik olduğunu tespit etmiştir.

ABD, Brezilya ve Almanya'da biyokütle üretimi, karbon emisyonu ve ekonomik büyümeye arasında nedensellik ilişkisini 1991-2013 dönemi için, Johansen Eşbüütünleşme ve Granger nedensellik testi ile inceleyen Güllü ve Bayraç (2017), ABD'de biyokütle üretiminden büyümeye doğru tek yönlü, Brezilya'da büyümeden

biyokütle üretimine doğru tek yönlü, Almanya'da ise karbon emisyonu ile biyokütle üretimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir.

Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 6 Asya ülkesi için, 1971-2013 arası verilerle, eşbüütünleşme testleri ve dinamik panel OLS iki aşamalı analizleri ile inceleyen Penaflor (2017), ekonomik büyümeye ile yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi arasında uzun vadeli bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yine aynı ilişkiyi 40 ülke için, 1990-2010 yılları arasında panel veri yöntemleri ile inceleyen Dilişen (2015), toplam elektrik tüketimi ve hidrolik dahil yenilenebilir elektrik üretiminin büyümeye üzerinde istatistik olarak anlamlı ve pozitif olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Sahra altı Afrika ülkelerinde yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 2001-2014 yılları arasında Pedroni panel eşbüütünleşme ve Granger nedensellik testi ile inceleyen Alege vd. (2018), yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında çift yönlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Yine Sahra altı Afrika ülkelerinde aynı ilişkiyi 1990-2011 yılları arasında, Panel eşbüütünleşme ve FMOLS yöntemi kullanarak araştıran Neuhaus (2016), büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Pakistan'da makroekonomik faktörler ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi 1975–2012 yılları arasındaki verileri kullanarak Johanssen eşbüütünleşme ve Granger nedensellik testleri ile analiz eden Malik vd. (2014), ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu sonucuna varmıştır.

Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 12 Avrupa Birliği ülkesinde, 1990-2014 arası yıllık verilerle, panel vektör hata düzeltme modeli ve Granger nedensellik testini kullanarak araştıran Saad ve Taleb (2018), kısa dönemde ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik olduğunu, uzun dönemde ise çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu tespit etmiştir.

BRICS ülkelerinde ekonomik büyümeye ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisini, 1971-2010 yılları için ARDL sınır testi ve VECM ile inceleyen Sebri ve Ben-Salha (2014), ekonomik büyümeye ile yenilenebilir enerji

tüketimi arasında çift yönlü Granger nedensellik olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Yenilenebilir enerji tüketimi, karbon emisyonları, kentleşme, petrol fiyatları ve ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi BRICT ülkelerinde, 1990-2015 yıllık verileri kullanılarak, Panel VAR metodu ve Pedroni Eşbüütünleşme testi ile araştıran Şimşek ve Yiğit (2017), büyümeden yenilenebilir enerjiye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varmıştır.

Ekonomik büyümeye ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi 28 AB ülkesi üzerinde 1995-2015 yılları arasındaki verileri kullanarak Pedroni eşbüütünleşme ve Granger nedensellik testleri ile inceleyen Soava vd. (2018), yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye üzerinde istatistiksel olarak küçük olsa da olumlu etkisi olduğunu ve paneldeki her ülke için çift yönlü ya da tek yönlü Granger nedensellikler olduğunu ifade etmiştir.

Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik üretimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 30 OECD ülkesi için, 1980-2007 yılları arasındaki verilerle panel veri yöntemi ile inceleyen Uçak (2010), yenilenebilir elektrik üretimi ile ekonomik büyümeye arasında çift yönlü nedensellik olduğu sonucuna varmıştır.

Hindistan ekonomisi için yenilenebilir enerji tüketimini temsilen hidroelektrik enerjisi tüketimi ile ekonomik büyümeye ve CO₂ emisyonları arasındaki ilişkiyi 1960-2009 döneminde SVAR modeli ve varyans ayırtırması ile inceleyen Tiwari (2011), yenilenebilir enerji tüketimindeki olumlu bir şokun ekonomik büyümeyi artırdığını ve CO₂ emisyonlarını azalttığını bulgusuna ulaşmıştır.

Orta ve Doğu Avrupa ülkeleri için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 1990-2014 döneminde, ARDL modeli ile inceleyen Marinaş vd. (2018), yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunduğu sonucunu elde etmişlerdir.

Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 25 Avrupa Birliği ülkesinde, 2007-2016 dönemi için Hiyerarşik Küme Analizi ve ARDL yöntemi ile araştıran Ntanos vd. (2018), yenilenebilir enerji tüketiminin %1 oranında artmasıyla ekonomik büyümeyin %0,603 artacağı sonucuna varmıştır. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu bulgusunu elde etmişlerdir.

Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 1980–2009 yılları arasında, G7 ülkeleri için, ARDL ve Hatemi-J nedensellik testleri ile inceleyen Tugcu vd. (2012), yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında çift yönlü ilişki olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Aynı ilişkiyi G7 ülkeleri için, 1980-2014 verileri ile doğrusal olmayan ARDL yöntemi (NARDL) ile inceleyen Tugcu ve Topcu (2018), Kanada, Fransa ve İtalya'da yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu; Birleşik Krallık, Almanya ve ABD'de ise nedenselliğin olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

İran'da ekonomik büyümeye, karbondioksit, yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkileri 1975-2010 dönemi için, ARDL, VECM modeli ve Granger nedensellik kullanarak inceleyen Yazdi ve Khanalizadeh (2014), yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit etmiştir. Yine İran'da ekonomik büyümeye ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi 1981-2012 dönemleri için ARDL modeli kullanarak inceleyen Taghvaeet vd. (2017), yenilenebilir enerjinin, ekonomik büyümeye hem niceliksel hem de niteliksel olarak önemsiz bir etkisinin olduğunu, fosil yakıtların fiyatının yenilenebilire göre çok düşük olduğu için tüketicilerin ve üreticilerin yenilenebilir enerjileri kullanmaya istekli olmadığını ifade etmişlerdir.

Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi Bulgaristan özelinde, 1990-2016 dönemi için, Toda-Yamamoto analizi ve ARDL testi ile inceleyen Can ve Korkmaz (2018), yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyümeye arasında çift taraflı nedensellik olduğu sonucuna varmışlardır. Aynı ilişkiyi G-7 ülkeleri özelinde, 1960-2015 dönemi verileri ile Bootstrap ayrıştırma metodu ile inceleyen Balcilar vd. (2018), yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye üzerindeki etkisine ilişkin bulgular her ülke için farklı sonuçlar verdieneni ve bir etki yönü üretmediğini ifade etmiştir.

Güney Afrika'da yenilenebilir enerjilerden üretilen elektrik ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 1997-2012 yılları arasındaki üç aylık verileri ile Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) ve Johansen eşbüütünleşme modeli ile inceleyen Khobai (2018), yenilenebilir enerji üretiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketiminin tarım, sanayi, hizmetler ve ekonomik büyümeye üzerindeki etkisini G20 ülkeleri için, 1980-2012 verilerini kullanarak, panel modeli ile inceleyen Paramati vd. (2018), hem yenilenebilir hem de yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyümeye üzerinde olumlu etkisi olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca yenilenebilir enerjinin, yenilenebilir olmayan enerjiye göre ekonomik büyümeye üzerindeki etkisinin daha fazla olduğunu ve yerli ve yabancı yatırımları yenilenebilir enerji projelerine dönüştürmenin etkili politikalar oluşturacağını ifade etmişlerdir.

OECD ülkelerinde yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 1980-2011 dönemine ait verileri kullanarak, panel eşbüütünleşme ve nedensellik testleri ile inceleyen Salim vd. (2014), ekonomik büyümeye ile yenilenemeyen enerji tüketimi arasında iki yönlü nedensellik olduğu, yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik olduğu sonuçlarına ulaşmıştır.

Nijerya'da yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeye üzerindeki etkisini 1981-2013 dönemi ve ARDL Sınır testi ile inceleyen Maji ve Bello (2017), yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasında uzun dönem bir ilişki bulamamıştır. Ayrıca yazarlar analizi pozitif ve negatif olacak şekilde iki bölüme ayırmıştır. Negatif bölüme göre, yenilenebilir enerji gelişimindeki bir azalmanın ekonomik büyümeyi olumsuz etkileyeceği, pozitif bölüme göre ise yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasında bir ilişki olmadığı sonuçları bulunmuştur. İtalya'da aynı ilişkiye Toda Yamamoto ve Granger nedensellik testi ile, 1970-2007 dönemi için araştıran Magazzino (2017), yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu sonucunu elde etmiştir.

Yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyümeye, ticaret, sermaye ve emek arasındaki ilişkileri 1990-2012 dönemi için 28 Avrupa Birliği ülkesi üzerinde Cobb-Douglas üretim fonksiyonu ve Granger nedensellik testi ile inceleyen Şimelytē ve Dudzevičiūtē (2017), 28 ülkenin 12'sinde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi artırdığı sonucuna varmışlardır. CO₂ emisyonu, nükleer enerji tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 1960–2007 yılları arasındaki verilerle, ABD özelinde Toda Yamamoto testi ile inceleyen Menyah ve Wolde-Rufael (2010), ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik sonucuna ulaşmışlardır.

Yenilenebilir enerjinin büyümeye ve CO₂ üzerindeki etkilerini 1960-2004 döneminde, ABD, Danimarka, Portekiz ve İspanya ülkelerinde SVAR modeli, etki tepki fonksiyonları ve varyans analizi ile inceleyen Silva vd. (2012), yenilenebilir enerjinin kurulumunun artması ekonomik büyümeyi olumsuz etkileyeceği sonucuna ulaşmıştır. Bunun nedeni olarak ise yenilenebilir enerjinin kurulumu için gereken ilave üretim maliyetleri ile açıklanabileceğini ifade etmiştir.

Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi OECD ülkelerinde, 1990-2014 yılları arasında panel eşbütünleşme ve Granger nedensellik yöntemi ile inceleyen Karakaş ve İzgi (2018), yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru bir Granger nedensellik olduğu ve yenilenebilir enerjideki %1'lük değişimin ekonomik büyümeyede %0,12'lük bir değişimle neden olduğu sonuçlarına ulaşmışlardır. Aynı ilişkiyi, G-20 ülkelerinde, 1992-2010 yılları arasındaki verileri kullanarak, panel eşbütünleşme ile analiz eden Bakırtaş ve Çetin (2016), ekonomik büyümeye arttıkça yenilenebilir enerji tüketiminin arttığı sonucuna varmışlardır.

15 Avrupa Birliği ülkeleri üzerinde 1990-2012 dönemi verilerini kullanarak, Pedroni Panel testi ile yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi araştıran Jaraite vd. (2015), rüzgâr enerjisinin büyümeyi teşvik ettiği ancak güneş enerjisi kapasitesinin artmasının büyümeye üzerinde kısa ve uzun dönemde olumsuz bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Jaraite vd. (2015) bu durumu, güneş enerjisi için kurulumu çok yüksek sübvansiyonlar verildiğinde daha üretken sektörler sermaye yetersizliği oluşması ile açıklamıştır. Aynı ilişkiyi panel eş bütünlüğe analizi ile jeotermal, güneş ve biyokütle verilerini 14 OECD ülkesinde 1990-2010 yılları için inceleyen Ardiç (2015), yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi etkilediği sonucuna varmıştır.

Rüzgâr enerjisi ve ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi Panel Eşbütünleşme Yaklaşımını kullanarak, 2003-2012 yılları arasındaki verileri ile, G-7 ülkelerin için analiz yapan Atay vd. (2017), G-7 ülkelerinde rüzgâr enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında karşılıklı bir ilişki olduğu ve rüzgâr enerjisindeki %1'lük artışın büyümeyi %6 artıracığı, büyümeye artışı ise rüzgâr enerjisindeki tüketimi %0.14 artıracığı sonucuna ulaşmışlardır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının ülke ekonomileri üzerindeki etkisini Avrupa Birliği üyesi 27 ülke için, 1995-2014 dönemini baz alarak panel birim kök testi ve

eşbüütünleşme testi ile uygulayan Şengelen (2016), uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin, ekonomik büyümeye üzerinde pozitif anlamda etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. İspanya için aynı ilişkiye 1980-2006 yıllık verileri kullanarak Granger nedensellik yöntemi ile inceleyen Şen (2010), İspanya'da yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında Granger nedensellik olmadığı sonucuna varılmıştır.

Yenilenebilir enerji, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiye 1972-2012 yılları arasındaki verileri kullanarak Toda Yamamoto ve Granger nedensellik testi ile Danimarka'da test eden Kulionis (2013), yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında istatistik olarak anlamlı bir nedensellik ilişkisine rastlayamamıştır. Aynı ilişkiye 1992-2013 dönemi için, dinamik panel veri yöntemleri ile Kanada, Brezilya, Rusya, Çin ve ABD için inceleyen Acaravci ve Erdoğan (2018), yenilenebilir enerjinin çevre kirliliği üzerinde negatif etkisi, ekonomik büyümeyenin çevre kirliliği üzerinde pozitif etkisi olduğu sonucuna varmışlardır.

Yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyümeye ve CO₂ emisyonu arasındaki nedensellik ilişkisini 1988-2010 dönemi için, Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkeleri (MENA) örneğinde inceleyen Akay Çağlayan vd. (2015), çalışmasında Panel VAR modeli ve Genelleştirilmiş Momentler Yöntemini (GMM) kullanarak etki, tepki ve varyans ayrıştırması analizlerini gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonucuna göre yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasında karşılıklı nedensellik olduğu ve yenilenebilir enerjide oluşacak bir şokun büyümeyi artırıcı etkisinin olduğu bulunmuştur.

28 Avrupa Birliği ülkesinde yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiye Çağlar ve Demir (2018) kısa dönemli ilişki olmadığı ancak karşılıklı nedensellik bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yenilenebilir ve yenilenemeyen elektrik üretimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiye 1980-2012 yılları arasında 174 ülkenin panel verileri ile, Sistem Genelleştirilmiş Momentler Metodunu kullanarak inceleyen Atems ve Hotaling (2018), yenilenebilir ve yenilenemeyen elektrik üretimi ile büyümeye arasında istatistiksel olarak anlamlı, güçlü ve pozitif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Türkiye'yi konu alan yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiye inceleyen çalışmalar aşağıda verilmiştir:

Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki nedenselliği 1990-2010 yıllık verilerini kullanarak, ARDL yöntemi ve Toda-Yamamoto nedensellilik testi ile analiz eden Ocal ve Aslan (2013), yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğunu ve ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğu sonucuna varmıştır. Bu olumsuz etkinin nedeni olarak ise yenilenebilir enerjinin pahalı bir enerji kaynağı olduğu için, ilk yatırımlar yapılana kadar ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkileyeceğini, enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkinin genellikle yoksul ülkelerdeki koruma hipotezine dayanarak büyümeyi olumsuz etkileyebileceğini ifade etmiştir.

Enerji ithalatı, CO₂ emisyonu, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi Türkiye özelinde, 1990-2014 yılları arasında Granger nedensellilik testi ile inceleyen Dertli ve Yinaç (2018), ekonomik büyümeye ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında herhangi bir nedensellilik ilişkisine ulaşamamıştır.

Türkiye için yenilenebilir ve yenilenebilir olmayan elektrik tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 1990-2012 yılları arasında, ARDL modeli, eş bütünselme testleri ve Granger nedensellilik testleri ile inceleyen Dogan (2015), kısa dönemde yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasında ilişki olmadığı, uzun dönemde ise yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü Granger nedensellilik olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Türkiye'de yenilenebilir enerjinin makroekonomik etkilerini VAR analizi ile 1960 ile 2013 yılları arasında inceleyen Can (2017), yenilenebilir enerji üretiminin, ekonomik büyümeye üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna varmıştır. CO₂ emisyonu, yenilenebilir enerji tüketimi ve gayri safi yurtiçi hasıla arasındaki ilişkiyi Türkiye özelinde 1960-2010 yıllık ve kişi başına düşen veri olarak modelleyerek inceleyen Büyükyılmaz ve Mert (2015), MS-VAR modelini kullanmış ve yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında çift yönlü bir nedenselliğin olduğu sonucuna varmıştır.

Türkiye'nin 1980-2015 yılları için kişi başı yenilenebilir enerji tüketimi ile ait kişi başı gayrisafi yurtiçi hasıla arasındaki nedensellilik ilişkisini ARDL sınır testi ve Toda-Yamamoto nedensellilik testini kullanarak inceleyen Durğun ve Durğun (2018),

yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varmışlardır.

Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 8 ülke (Brezilya, Hindistan, Çin, Türkiye, Meksika, Güney Afrika, Şili, Endonezya) için 1990-2013 yılları arasında inceleyen Çınar ve Yılmazer (2015), Panel ARDL yöntemi ile Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu kullanmış ve yenilenebilir enerji üretiminin büyümeye üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ifade etmiştir.

Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 1990-2015 dönemindeki yıllık verileri kullanarak, ARDL metodu, Hacker ve Hatemi-J nedensellik testiyle inceleyen Bulut ve Muratoglu (2018), Türkiye'de ekonomik büyümeye ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında bir nedensellik olmadığını sonucuna varmıştır. Yazar bu sonucun toplam enerji içinde yenilenebilir enerjinin payının düşük olmasından kaynaklanabileceğini, Türkiye'de en büyük yenilenebilir kaynağının hidroelektrik olduğunu ve diğer yenilenebilir kaynaklardan yararlanması gerektiğini ifade etmiştir.

Turizm gelişimi, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi ABD, Fransa, İspanya, Çin, İtalya, Türkiye ve Almanya için, 1995–2012 dönemi verileri ile Bootstrap panel ve Granger nedensellik testlerini kullanarak inceleyen Isik vd. (2018), yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi olduğunu ifade etmişlerdir.

Rüzgâr enerjisi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi, Türkiye'de, 1998-2014 yılları arasındaki verileri kullanarak, ARDL sınır testi yaklaşımı ile inceleyen Özarslan ve Bayraç (2018), rüzgâr enerjisi tüketiminin ekonomik büyümeye üzerinde istatistikî açıdan anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Türkiye'de yenilenebilir elektrik üretimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 1970-2017 yılları arasındaki dönemde ARDL modeli ile analiz eden Uşubeyli ve Uçak (2018), yenilenebilir enerji üretiminden büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yine aynı ilişkiyi 1998-2015 yılları arasında, Türkiye özelinde, Johansen Eşbüütünleşme Testi ve Hata düzeltme modeliyle inceleyen Erdoğan vd. (2018), büyümeden yenilenebilir enerji üretimine doğru uzun dönemli bir nedensellik ilişkisine ulaşmışlardır.

Türkiye'de yenilenebilir ve yenilenebilir olmayan enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi, 1970-2014 yılları arasında, yapısal VAR ve varyans ayırtırması yöntemi ile inceleyen Çetin ve Sezen (2018), yenilenebilir enerji tüketimindeki şokların ekonomik büyümeyi azalttığı sonucuna varmışlardır.

Avrupa Birliği ile Türkiye için yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeye ile ilişkisini 1990-2014 verileri ile inceleyen Şentürk (2018), AB'de yenilenebilir enerji tüketiminin sürekli arttığını, Türkiye'de ise yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketimi içindeki payının azaldığını ve bu azalış trendinin sebebi olarak ise mevcut yenilenebilir enerji yatırımlarının enerji talebini karşılayamadığını ifade etmiştir.

Aralarında Türkiye'nin de bulunduğu BRICST ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynaklarında elektrik üretimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi, 1990-2006 yıllık verileri ile, Pedroni panel eşbüütünleşme testi ve Granger nedensellik testi kullanarak inceleyen Kızılbay (2017), yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyümeye arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi Türkiye ve BRICS ülkeleri için 2000-2013 yılları arasındaki verilerle Pedroni, Westerlund ve Panel eş-bütünleşme testi ile inceleyen Özşahin vd. (2016), yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında uzun dönemde karşılıklı nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varmıştır.

Türkiye'de biyokütle enerjisi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 1991-2015 yılları arasındaki verilerle, ARDL modelini kullanarak inceleyen Bayraç ve Özarslan (2018), biyokütle enerjisinden elektrik üretiminin ekonomik büyümeye üzerinde pozitif ve istatistikte açıdan anlamlı bir etkisinin bulunduğu ifade etmiştir.

Kilinc Ata (2015), yenilenebilir enerji politikaları üzerine üç makaleden oluşan doktora tezinin birinci makalesinde yenilenebilir enerji vergi teşviklerini, ikinci makalede yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeden nasıl etkilendiğini, üçüncü makalede ise yenilenebilir enerji yatırımlarını ele almıştır. Konuya ilgili olan ikinci makalede ekonomik büyümeye ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi VAR yöntemiyle, 1990-2012 arası veriler kullanılarak Birleşik Krallık, Türkiye ve Nijerya üzerinde incelemiş ve yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasında çift yönlü Granger nedensellik olduğu sonucuna varılmıştır.

Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kullanımı ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 1980-2012 döneminde, aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 11 MENA ülkesi için panel Granger nedensellik testi ile inceleyen Kahia vd. (2017), yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki iki yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi ile aynı büyümeye ilişkisini 1980-2013 yılları arasında Granger Nedensellik testi ile analiz eden Akçiçek (2015), yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü Granger nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Türkiye için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi 1965-2015 yılları arasında Granger nedensellik, VAR yöntemi ve varyans ayırtırma ile inceleyen Çınar ve Öz (2017) yenilenebilir enerji tüketimini termik, hidroelektrik ve jeotermal olarak ayırarak incelemiştir. Çalışmanın sonucuna göre hidroelektrik ve termik enerji tüketiminden büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuş ancak jeotermal enerji ile büyümeye arasında bir nedensellik bulunamamıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarını ayrı ayrı analiz eden çalışma sayısı literatürde çok fazla değildir. Bu tezde de Çınar ve Öz (2017)'ün çalışması gibi yenilenebilir enerji kaynakları ayrı ayrı alınarak analiz yapılmıştır. Son yıllarda yenilenebilir enerji çeşitliliği arttığı için bu tezde farklı olarak hidroelektrik ve jeotermal enerjinin yanı sıra rüzgâr, güneş ve biyokütle değişkenlerini içermektedir.

Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi konu alan literatür, kullanılan yenilenebilir enerji değişkenlerine göre, üretim ve tüketim olarak iki ana gruba ayrılarak özetlenmiştir. Ayrıca literatürde bulunan çalışmalar, örneklemi, araştırma dönemi, çalışmada kullanılan veriler, verilerin kaynakları, kullandıkları yöntemler ve çalışmanın sonuçlarına göre, birbirine benzeyen kavramları bir araya getirip, anlaşılır biçimde yorumlamak amacıyla genelleştirilmeler yapılarak kategorize edilmiş ve Tablo 2.1'de sunulmuştur.

Tablo 2.1. Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Üretimi ile Ekonomik Büyüme İlişkisini İnceleyen Literatür Özeti

YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ İLE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİ İNCELEYEN LİTERATÜR					
Yazarlar	Örneklem	Veriler	Yöntem	Dönem	Sonuç
Ocal ve Aslan (2013)	Türkiye	YET ile EB (Dünya Bankası)	ARDL ve Toda-Yamamoto nedensellik testi	1990-2010	EB→YET
Büyükyılmaz ve Mert (2015)	Türkiye	YET ile EB (Dünya Bankası)	MS-VAR Modeli	1960-2010	YET ↔EB

Şen (2010)	İspanya	YET ile EB (EIA, Dünya Bankası)	Granger Nedensellik	1980-2006	YET ≠ EB
Atay vd. (2017)	G-7 ülkeleri	YET ile EB (BP, BM Veri)	Pedroni Panel Eşbütnleşme Testi	2003-2012	YET ↔ EB
Durğun ve Durğun (2018)	Türkiye	YET ile EB (Dünya Bankası, BP)	ARDL Sınır Testi, Toda Yamamoto testi	1980-2015	YET → EB
Şengelen (2016)	AB üyesi 27 ülke	YET ile EB (EuroStat, Dünya Bankası)	Panel Birim Kök Testi ve Eşbütnleşme Testi	1995-2014	YET ↔ EB
Bakırtaş ve Çetin (2016)	G-20 ülkeleri	YET ile EB (Dünya Bankası, EIA)	Pedroni Panel Eşbütnleşme	1992-2010	EB → YET
Akay Çağlayan vd. (2015)	Mena Bölgesi 9 ülke	YET ile EB (EIA, Dünya Bankası)	Panel VAR modeli, GMM ve Varyans Ayrıştırması, Etki Tepki Fonksiyonları	1988-2010	YET ↔ EB
Kulionis (2013)	Danimarka	YET ile EB (Danimarka Enerji İstatistikleri, Dünya Bankası)	VAR, Granger, Toda Yamamoto, Johansen Eşbütnleşme, Etki Tepki Fonksiyonları	1972-2012	YET ≠ EB
Kilinc Ata (2015)	Birleşik Krallık, Türkiye ve Nijerya	YET ile EB (IEA, Dünya Bankası)	VAR Modeli, VECM Modeli, Varyans Ayrıştırması, Etki Tepki Fonksiyonları	1990-2012	YET ↔ EB
Ardıç (2015)	14 OECD ülkesi	YET ile EB (IEA, OECD Stats)	Panel eş bütünlleşme analizi	1990-2010	YET → EB
Akçiçek (2015)	Türkiye	YET ile EB (Dünya Bankası)	Granger Nedensellik Testi, Etki Tepki Fonksiyonları	1980-2013	YET → EB
Çağlar ve Demir (2018)	28 AB ülkesi	YET ile EB (Dünya Bankası)	Pedroni, Kaove Fisher panel eş bütünlleşme analizi	1970-2013	YET ↔ EB
Jaraite vd. (2015)	15 AB ülkesi	YET ile EB (Eurostat)	Pedroni Panel testi	1990-2012	YET → EB
Özşahin vd. (2016)	Türkiye ve BRICS	YET ile EB (OECD Stat, Dünya Bankası)	Pedroni, Westerlund ve Panel CUSUM eş-bütünlleşme testi	2000-2013	YET ↔ EB
Dertli ve Yinaç (2018)	Türkiye	YET ile EB (IEA ve Dünya Bankası)	Granger Nedensellik testi	1990-2014	YET ≠ EB
Karakas ve İzgi (2018)	OECD 25 Ülke	YET ile EB (OECD Stat)	Panel eşbütnleşme ve Granger nedensellik yöntemi	1990-2014	YET → EB
Menyah ve Wolde-Rufael (2010)	ABD	YET ile EB (EIA, Dünya Bankası)	Toda Yamamoto testi	1960-2007	EB → YET
Magazzino (2017)	İtalya	YET ile EB (Dünya Bankası)	Toda Yamamoto ve Granger nedensellik testi	1970-2007	YET → EB
Şimelyté ve Dudzevičiūtė (2017)	28 AB Ülkesi	YET ile EB (Eurostat)	Cobb-Douglas üretim fonksiyonu ve Granger nedensellik testi	1990-2012	YET → EB
Kahia vd. (2017)	11 MENA Ülkesi	YET ile EB (EIA, Dünya Bankası)	Panel Granger nedensellik testi	1980-2012	YET ↔ EB
Maji ve Bello (2017)	Nijerya	YET ile EB (Dünya Bankası)	ARDL Sınır testi	1981-2013	YET ≠ EB
Apergis ve Danuletiu (2014)	80 Ülke	YET ile EB (EIA, Dünya Bankası)	Canning ve Pedroni uzun dönem nedensellik testi	1990-2012	YET ↔ EB
Salim vd. (2014)	29 OECD Ülkesi	YET ile EB (EIA, Dünya Bankası)	Panel eşbütnleşme ve nedensellik testleri	1980-2011	YET → EB
Isik vd. (2018)	7 Ülke	YET ile EB (IEA, Dünya Bankası)	Bootstrap panel Granger nedensellik modeli	1995-2012	YET ↔ EB

Paramati vd. (2018)	G-20 Ülkeleri	YET ile EB (EIA, Dünya Bankası)	Robust panel ekonometrik modelini	1980-2012	YET→EB
Apergis vd. (2010)	19 ülke	YET ile EB (EIA, Dünya Bankası)	Panel hata düzeltme modeli	1984-2007	YET ↔EB
Apergis ve Payne (2010)	20 OECD Ülkesi	YET ile EB (EIA, Dünya Bankası)	Panel eşbüütünleşme ve hata düzeltme modeli	1985-2005	YET ↔EB
Taghvaee vd. (2017)	İran	YET ile EB	ARDLsınır testi	1981-2012	YET ≠ EB
Balcilar vd. (2018)	G-7 ülkeleri	YET, ile EB (OECD, Dünya Bankası)	Bootstrap ayırtırma metodu	1960-2015	Her ülke için farklı
Tugcu ve Topcu (2018)	G-7 ülkeleri	YET ile EB (IEA, Dünya Bankası)	Doğrusal olmayan ARDL (NARDL) metodu	1980-2014	Her ülke için farklı
Tugcu vd. (2012)	G-7 ülkeleri	YET ile EB (OECDStat)	ARDL ve Hatemi-J nedensellik testi	1980-2009	YET ↔EB
Neuhaus (2016)	Sahra altı Afrika 23 ülke	YET ile EB (EIA, Dünya Bankası)	Panel eşbüütünleşme ve FMOLS yöntemi	1990-2011	EB→YET
Ntanos vd. (2018)	25 AB ülkesi	YET ile EB (OECD, IEA)	Hiyerarşik küme analizi ve ARDL yöntemi	2007-2016	YET ↔EB
Marinaş vd. (2018)	Orta ve Doğu Avrupa ülkeleri	YET ile EB (EuroStat, Dünya Bankası)	ARDL modeli	1990-2014	YET ↔EB
Tiwari (2011)	Hindistan	YET ile EB (BP, Dünya Bankası)	SVAR modeli ve varyans ayırtırması	1960-2009	YET→EB
Soava vd. (2018)	28 AB ülkesi	YET ile EB (EuroStat)	Pedroni eşbüütünleşme ve Granger nedensellik testi	1995-2015	YET→EB
Şimşek ve Yiğit (2017)	BRIC ülkeleri	YET ile EB (Dünya Bankası)	Panel VAR metodu, Pedroni Eşbüütünleşme testi	1990-2015	EB→YET
Sebri ve Ben- Salha (2014)	BRICS ülkeleri	YET ile EB (Dünya Bankası)	ARDL sınırlı testi ve VECM	1971-2010	YET ↔EB
Saad ve Taleb (2018)	12 Avrupa Birliği ülkesi	YET ile EB (Dünya Bankası, BM, EuroStat)	Panel vektör hata düzeltme modelini ve Granger nedensellik testi	1990-2014	YET ↔EB
Alege vd. (2018)	Sahra altı Afrika ülkeleri	YET ile EB (Dünya Bankası)	Pedroni panel eşbüütünleşme ve Granger nedensellik testi	2001-2014	YET ↔EB
Malik vd. (2014)	Pakistan	YET ile EB (Dünya Bankası)	Johanssen eşbüütünleşme ve Granger nedensellik testi	1975-2012	EB→YET
Khobai ve Le Roux (2018)	Güney Afrika	YET ile EB (IEA, Dünya Bankası)	ARDL ve Vektör hata düzeltme modeli	1990-2014	YET→EB
Bayraç ve Çıldır (2017)	Avrupa Birliği ülkeleri	YET ile EB (Eurostat)	Pedroni eşbüütünleşme ve Panel Hata Düzeltme Modeli	2006-2015	YET→EB
Yazdi ve Khanalizadeh (2014)	İran	YET ile EB (Dünya Bankası)	ARDL, VECM modeli ve Granger nedensellik testi	1975-2010	YET→EB

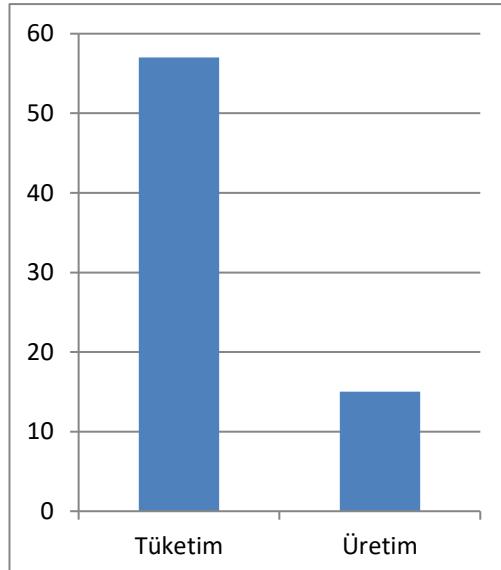
Payne (2009)	ABD	YET ile EB	Toda Yamamoto nedensellik testi	1949-2006	YET ≠ EB
Bhattacharya vd. (2016)	38 Ülke	YET ile EB (EIA, Dünya Bankası)	Pedroni eşbüütünleşme ve panel testleri	1991-20112	YET→EB
Azad vd. (2014)	Avustralya	YET ile EB (Dünya Bankası)	Genelleştirilmiş Momentler metodu (GMM)	1990-2011	YET ↔EB
Antonakakis vd. (2017)	106 ülke	YET ile EB (IEA, Dünya Bankası)	Panel vektör otoregresyon (PVAR)	1971–2011	YET ≠ EB
Alper ve Oguz (2016)	AB Ülkeleri	YET ile EB (Dünya Bankası)	ARDL modeli ve Hatemi-J nedensellik testi	1990–2009	YET ≠ EB
Shahbaz vd. (2015)	Pakistan	YET ile EB (Dünya Bankası)	ARDL modeli ve Granger nedensellik testi	1972-2011	YET ↔EB
Pao ve Fu (2013)	Brezilya	YET ile EB (Dünya Bankası)	Johansen eşbüütünleşme ve Granger nedensellik testi	1980-2010	YET ↔EB
Yildirim vd. (2012)	ABD	YET ile EB (OECD, EIA)	Toda Yamamoto ve Bootstrap düzeltmeli nedensellik testi	1949-2010	YET ≠ EB
Zafar vd. (2018)	APEC ülkeleri	YET ile EB (EIA, Dünya Bankası)	Westerlund eşbüütünleşme testi ile Dumitrescu ve Hurlin nedensellik testi	1990-2015	YET ↔EB
Apergis ve Payne (2011)	6 Orta Amerika ülkesi	YET ile EB (EIA, Dünya Bankası)	Heterojen panel eşbüütünleşme testi ve panel hata düzeltme modeli	1980-2006	YET ↔EB
Afonso vd. (2017)	28 ülke	YET ile EB (BP, Dünya Bankası)	ARDL modeli	1995-2013	YET ≠ EB
Bulut ve Muratoglu (2018)	Türkiye	YET ile EB (OECD, IEA, Dünya Bankası)	ARDL ile Hacker ve Hatemi-J nedensellik testi	1990-2015	YET ≠ EB
YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİ İLE EKONOMİK BüYÜME İLİŞKİSİNİ İNCELEYEN LİTERATÜR					
Erdogan vd. (2018)	Türkiye	YEÜ ile EB (Dünya Bankası)	Johansen Eşbüütünleşme Testi ve Hata düzeltme modeli (ECM)	1998-2015	EB→YEÜ
Usupbeyli ve Uçak (2018)	Türkiye	YEÜ ile EB (TÜİK, OECD)	ARDL modeli	1970-2017	YEÜ→EB
Mbarek vd. (2015)	Fransa	YEÜ ile EB (Eurostat)	Granger nedensellik testi ve varyans ayırtılması	2001-2012	YEÜ→EB
Kazar ve Kazar (2014)	154 ülke	YEÜ ile EB (EIA)	Panel veri analizi	1980-2010	EB→YEÜ
Bento ve Moutinho (2016)	İtalya	YEÜ ile EB (Dünya Bankası)	ARDL modeli ve Granger nedensellik testi	1960-2011	EB→YEÜ
Çınar ve Yılmazer (2015)	8 Ülke	YEÜ ile EB (Dünya Bankası)	Panel ARDL yöntemi ve Cobb-Douglas üretim fonksiyonu	1990-2013	YEÜ→EB
Atems ve Hotaling (2018)	174 ülke	YEÜ ile EB (USDA, EIA, Dünya Bankası)	Sistem Genelleştirilmiş Momentler Metodu	1980-2012	YEÜ ↔EB
Kızılbay (2017)	BRICTS ülkeleri	YEÜ ile EB (Dünya Bankası)	Pedroni panel eşbüütünleşme ve Granger Nedensellik Testi	1990-2006	YEÜ ↔EB
Dilişen (2015)	40 ülke	YEÜ ile EB (Dünya Bankası)	Panel veri yöntemleri	1990-2010	YEÜ→EB
Penaflor (2017)	6 Asya ülkesi	YEÜ ile EB (Dünya Bankası)	Eşbüütünleşme testleri ve dinamik panel OLS (DOLS)	1971-2013	YEÜ ↔EB

Uçak (2010)	30 OECD ülkesi	YEÜ ile EB (OECD, EIA, EuroStat)	Panel veri yöntemi	1980-2007	YEÜ ↔EB
Dogan (2015)	Türkiye	YEÜ ile EB (EIA, Dünya Bankası)	ARDL modeli, eş bütünlük ve Granger nedensellik testleri	1990-2012	YET→EB
Khobai (2018)	Güney Afrika	YEÜ ile EB (Dünya Bankası)	VECM ve Johansen eş-bütünlük modeli	1997-2012	YEU→EB
Can ve Korkmaz (2018)	Bulgaristan	YEÜ, YET ile EB (Dünya Bankası)	Toda-Yamamoto analizi ve ARDL testi	1990-2016	YET ↔EB YEÜ ↔EB
Can (2017)	Türkiye	YEÜ ile EB	VAR analizi, Etki Tepki Fonksiyonları	1960-2013	YET ≠ EB

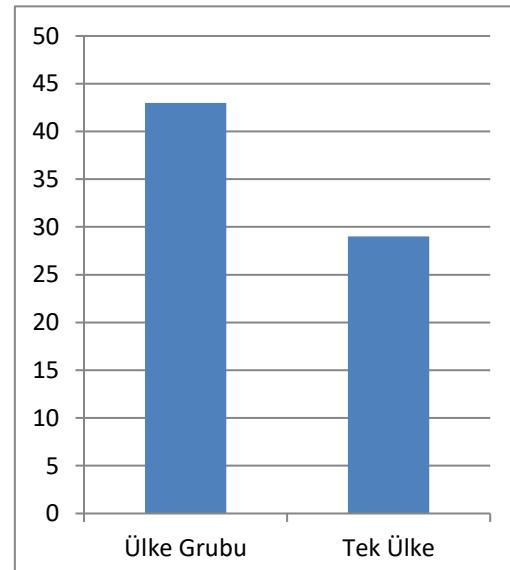
Not: YET, Yenilenebilir Enerji Tüketimini, YEÜ, Yenilenebilir Enerji Üretimini, EB, Ekonomik Büyümeye göstermektedir. Verilerin kaynakları parantez içinde belirtilmiştir. Çalışmalarda yer alan diğer değişkenler alınmamış olup, sadece yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümeye değişkenlerine tabloda yer verilmiştir. Genelleştirme sağlamak amacıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarını ayrı ayrı alan çalışmalardaki sonuçlar, ilgili kaynak olarak değil yenilenebilir enerji olarak gösterilmiştir. Ayrıca paneldeki ülkelerin çoğunuğunun uzun dönemde sağladığı sonuç yazılmıştır.

Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye ilişkisini inceleyen çalışmaların 57'si, yenilenebilir enerji değişkeni olarak, yenilenebilir enerjisi tüketimini kullandığı, 15'i ise yenilenebilir enerjisi üretimini kullandığı görülmektedir (Şekil 2.3). Tek bir ülkeyi örneklem olarak alan çalışmaların sayısı 29, ülke grubu üzerinde yapılan çalışmaların sayısı ise 43'tür (Şekil 2.4).

Şekil 2.3. Kullanılan Değişken Türü

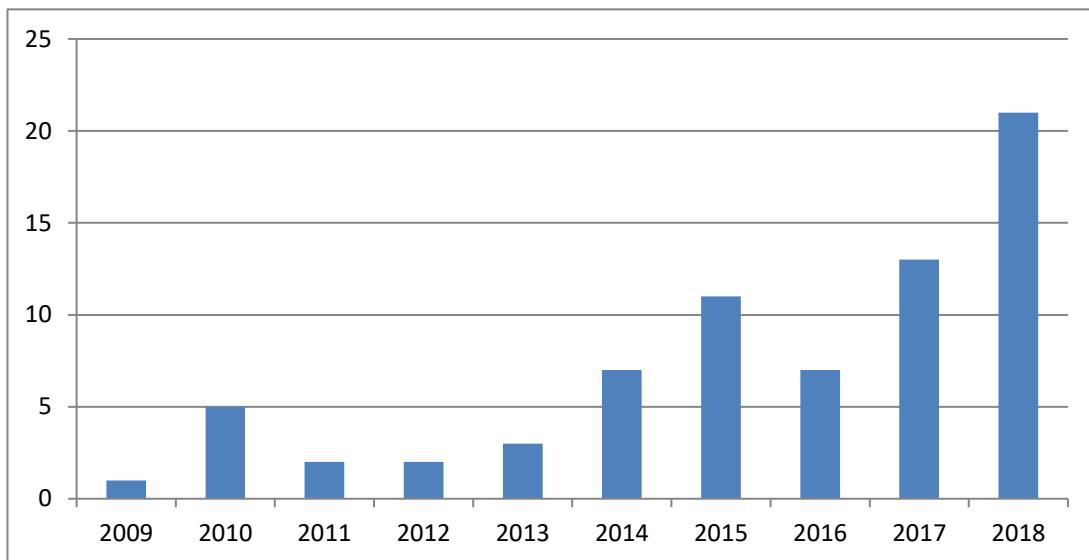


Şekil 2.4. Literatür Örneklem Çeşidi



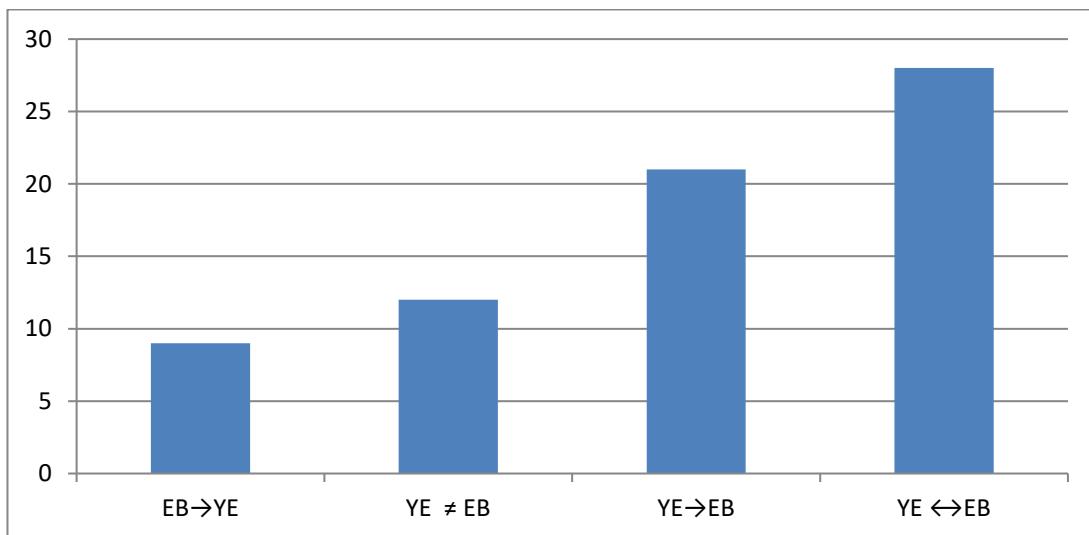
Ayrıca Şekil 2.5'te görüldüğü gibi yenilenebilir enerjinin gelişmesi ve konu ile ilgili ulusal veya uluslararası veri tabanlarında istatistiklerin artmasıyla literatürde son yıllarda yenilenebilir enerjiyi konu alan çalışmaların arttığı da görülmektedir. 2009 yılında 1, 2010 yılında 5 yayın varken, 2018 yılında konu ile ilgili yayın sayısı 21 olmuştur.

Şekil 2.5. Literatürde Yer Alan Çalışmaların Yıllar İtibarıyle Sayıları



Literatürde yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasında çalışmaların sonuçları arasında bir tutarlılık mevcut değildir. Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların sonuçları Şekil 2.6'da özetlenmiştir.

Şekil 2.6. Yenilenebilir Enerji-Ekonominik Büyüme İlişkisini Konu Alan Çalışmaların Sonuçları

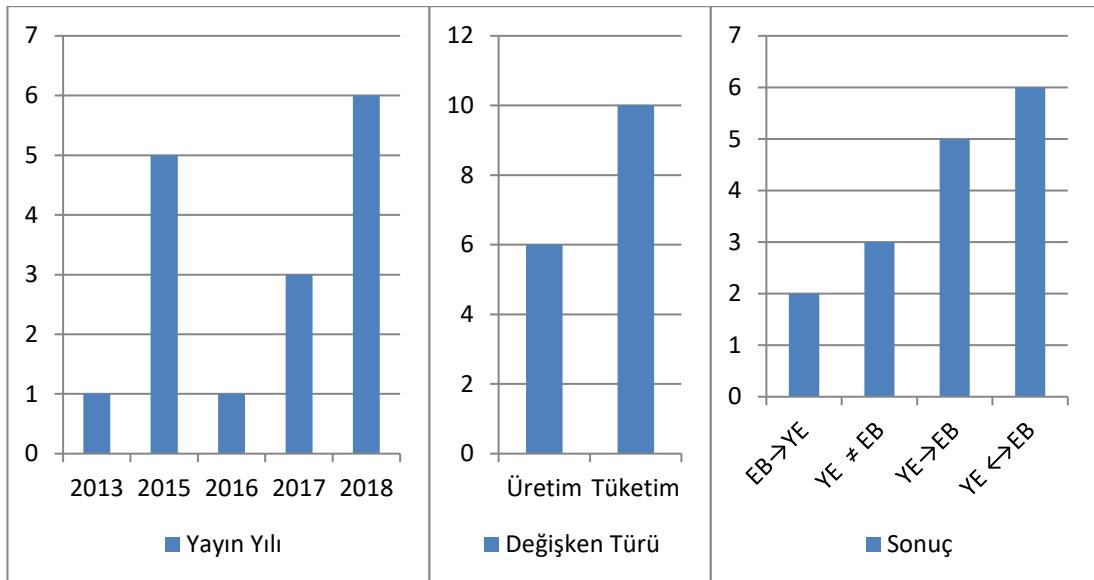


Not: YE ile gösterilen yenilenebilir enerji olup, yenilenebilir enerji tüketimi ile yenilenebilir enerji üretiminin toplamını kapsamaktadır. EB ise ekonomik büyümeyi göstermektedir.

Literatürde mevcut yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki çalışmaların sonuçlarına göre (Şekil 2.6), en fazla sonuç yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasında karşılıklı ilişki olan “geri besleme hipotezi”dir. İkinci sırada olan yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru olan “büyümeye hipotezi”, üçüncü sırada olan yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasında

nedenselliğin olmadığı “tarafsızlık hipotezi” ve en az sayıda sonuç ise ekonomik büyümeden yenilenebilir enerjiye doğru olan “koruma hipotezi”dir. Türkiye ile ilgili olan literatür ise farklı özelliklerine göre Şekil 2.7’de özetlenmiştir.

Şekil 2.7. Türkiye ile İlgili Literatürün Yıllara Göre Yayın Sayısı, Değişken Türü ve Sonuç Özeti



Türkiye ile ilgili olan literatür incelendiğinde ise literatür incelemesi yapılan çalışmalarдан 10'u, yenilenebilir enerji değişkeni olarak, yenilenebilir enerjisi tüketimini kullandığı, 6'sının ise üretim verilerini kullandığı görülmektedir. Ayrıca 2015 ve 2018 yıllarında konu ile ilgili çalışmaların arttığı görülmektedir. Türkiye ile ilgili literatürün sonuçları, genel literatür ile uyumlu ve kendi içerisinde tam bir mutabakat bulunmamaktadır. En fazla çıkan sonuç genel literatür taramasındaki gibi yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasında karşılıklı ilişki olan geri besleme hipotezi olmuştur.

2.2.2. Veri ve Metodoloji

Yenilenebilir enerjinin yaygınlaşmasıyla birlikte yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeye ile ilişkisi son yıllarda literatürde daha fazla incelenmeye başlamıştır. Bu tezde yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişki ARDL sınır testi, geleneksel Granger veya Toda-Yamamoto nedensellik testi, etki-tepki fonksiyonları ve varyans analizi ile incelenmiş, değişkenler arasındaki eşbüütünleşme ve nedensellik ilişkileri ortaya konulmuştur. Analizlerde Eviews 9.5 paket programı

kullanılmıştır. Kullanılan veri ve metodoloji hakkında detaylı bilgiler sonraki bölümlerde verilmiştir.

2.2.2.1. Veri Seti ve Tanımlayıcı İstatistikleri

Tezde kullanılan veriler yenilenebilir enerji verileri, işgücü verileri, sanayi üretim endeksi verileri ve sermaye oluşumu verilerinden oluşmaktadır. Her veri ile ilgili detaylı bilgi, ilgili alt başlıklarda verilmiştir.

2.2.2.1.1. Yenilenebilir Enerji Verileri

Yenilenebilir enerji ile büyümeye arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmaların bir bölümünde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişki ele alınmış, bir bölümünde ise yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişki ele alınmıştır. Bu tezde, yenilenebilir enerji üretimi verileri kullanılması tercih edilmiştir. Çünkü üretilen elektriğin bir kısmı iletim ve dağıtım kayıpları ile kaçak elektrik kullanımı nedeniyle kayıtlı tüketime yansımamaktadır. Depuru vd. (2011), küresel olarak iletim ve dağıtımdan kaynaklı elektrik zararlarının yılda 25 milyar dolardan fazla olduğunu, iletim, dağıtım ve hırsızlıktan kaynaklanan bu kayıpların üretilen elektriğin ekonomik büyümeye üzerindeki etkisi ile tüketimin ekonomik büyümeye üzerindeki etkisinden farklı olabileceğini ifade etmiştir. Bu tezde kayıplar sonucundaki oluşan tüketim verisi yerine üretim verisi kullanılmıştır.

Yenilenebilir enerji ile ilgili veriler, TEİAŞ'ın Türkiye brüt elektrik enerjisi üretiminin birincil enerji kaynaklarına göre aylık dağılımı tablosundan derlenmiştir. Verilerin bir kısmı TEİAŞ'ın internet sayfasından alınmış olup eksik veriler ve 2005 yılından önceki yıllara ait olan veriler, 5429 sayılı Türkiye İstatistik Kanununun usul ve esasları çerçevesinde, 4982 sayılı Bilgi Edinme Hakkı Kanunu uygulaması ile 29.11.2018 tarih, 1802360986 sayılı ve 14.12.2018 tarih, 1802504464 sayılı dilekçe ile TEİAŞ Yük ve Tevzi İşleme Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (Ek-1 ve Ek-2).

Hidrolik enerji verileri yenilenebilir enerji kaynaklarının içerisinde en uzun geçmişe sahip olan kaynaktır. Aylık olarak verileri 1998 yılına kadar kayıt altına alınan hidrolik verilerinin yıllık verileri çok daha eskiye kadar gitmektedir. Analizde Hidrolik, Sanayi Üretim Endeksi, Sermaye ve İşgücü verileri birlikte kullanılacağından dolayı, uygun bir tarih aralığı seçilmelidir. TÜİK tarafından hesaplanan aylık işgücü verileri 2005 yılının ocak ayından itibaren hesaplanmaya

başlandığı için analiz 2005 Ocak ayından itibaren, 2018 Ekim ayına kadar süreyi esas alan 166 gözlemden oluşmuştur.

Jeotermal ve Rüzgâr ile ilgili veriler TEİAŞ'ın verilerinde 1998-2005 yılları arasında ayrı ayrı verilmiş, ancak 2006-2008 yılları arasında jeotermal+rüzgâr olarak veri sunulmuştur. 2006-2008 yılları arasındaki jeotermal ile rüzgâr verilerini ayırtmak için o dönemde jeotermal santrallerinin üretimleri araştırılmıştır. İlgili dönemde Zorlu Enerji Grubu tarafından işletilen Denizli Kızıldere-1 Jeotermal ve MEGE Elektrik tarafından işletilen Aydın Nazilli Salavatlı Jeotermal tesislerinden aylık üretim verileri talep edilmiştir. Zorlu Enerji Grubundan veriler alınmış ancak MEGE elektrik üretimi 2008'de başladıklarını ifade ederek veri olmadığını ifade etmişlerdir. Bu veriler kullanılarak 2006-2008 yılları arasında jeotermal+rüzgâr verileri ayırtılarak 1998 yılına kadar veriler geriye götürülme imkanına ulaşılmıştır.

2.2.2.1.2. Sanayi Üretim Endeksi Verileri

Ekonomik faaliyetlerin en önemli ölçümlerinden biri olan Sanayi Üretim Endeksi (Industrial Production Index), Gayri Safi Yurt İçi Hasılanın gelişimini ölçmek amacıyla kullanılan aylık verilerden oluşan indekstir (TÜİK, 2017).

2018 yılının Mart ayından itibaren Gelir İdaresi mikro verileri kullanarak, 2015=100 referans yılı olarak 7000 firmanın üretim değerleri ve 300.000'den fazla firmanın cirolarının kullanılmasıyla elde edilen Sanayi Üretim Endeksi, Maliye Bakanlığı sicil kayıtlarının günlük kayıtları ile dinamik hale getirilerek TÜİK tarafından hazırlanmaktadır (Mermertاش, 2018). İngiltere'de dahil olmak üzere birçok ülkede politika yapıcılarının GSYH'nın üç aylık büyümeye tahminlerinin yetersiz kaldığı, para politikasındaki muhtemel gelişmeleri değerlendirmek için perakende satışlar, ticari rakamlar ve üretim endüstrilerinin çıktılarına ihtiyaç duymuşlardır. Daha yüksek frekanslı ekonometrik teknikleri kullanan akademik araştırmacılar ekonomik büyümeye için aylık Sanayi Üretim Endeksi ekonomik faaliyet göstergesi olarak kullanmışlardır (Mitchell vd., 2005). Literatürde birçok çalışmada ekonomik büyümeyi temsilen Gayri Safi Yurt İçi Hasıla kullanılmakta olup, GSYH'nın üç aylık veriler olması, tezde ise aylık veriler kullanmasında dolayı ekonomik büyümeyi temsilen Sanayi Üretim Endeksi kullanılmıştır.

2.2.2.1.3. Sermaye Oluşumu Verileri

Sermaye olarak alınan veri Dünya Bankasından alınmış olup Gayri safi yurt içi yatırım veya Gayri safi sermaye oluşumu mevcut ABD doları cinsinden olup, ekonomideki sabit varlıklara yapılan ek harcamalar ve stok düzeyindeki net değişikliklerden oluşmaktadır. Bu sabit varlıklar arasında arazi iyileştirmeleri, tesis, makine ve ekipman alımları, okullar, ofisler, hastaneler, özel konutlar, ticari ve endüstriyel binalar dahil olmak üzere yolların ve demiryollarının inşasını kapsamaktadır. Stoklar ise firmalar tarafından üretim veya satıştaki geçici veya beklenmedik dalgalanmaları karşılamak için tutulan malların stokudur.

Dünya Bankasındaki sermaye oluşumu verileri yıllık veriler olup son veri 2017 yılına aittir. Tezdeki analizin aylık olması sebebiyle, kuadratik ortalama frekans dönüşümü ile veriler aylık veriye dönüştürülmüş, 2018 yılına ait 12 aylık veriler tahmini ortalama yöntemi kullanılarak Eviews 9.5 programı ile tahmin edilerek analize dahil edilmiştir.

2.2.2.1.4. İşgücü Verileri

Türkiye'nin işgücü verilerine ilişkin birçok veri TÜİK veri tabanında bulunmaktadır. Aylık olan Mevsim etkisinden arındırılmış temel işgücü göstergeleri verileri 2005 yılından itibaren TÜİK tarafından hesaplanmakta olup tarım, inşaat, hizmet değişkenlerinin mevsimsellikten arındırılması ve mevsimsellik etkisi olmayan sanayi sektörlerinin toplamından derlenmiştir. Avrupa Birliği İstatistik Ofisi'nin kılavuzuna göre işgücü verilerindeki değişimin, verideki gerçek artıstan veya azalıştan mı kaynaklandığını belirlemenin güçlüğü nedeniyle işgücü serilerinde mevsimsel etkilerin arındırılması gerekmektedir. Bu nedenle tavsiye edilen uygun yöntemler kullanılarak TÜİK tarafından mevsimsellikten arındırılan serinin başlangıcı olan Ocak 2005 döneminde işgückenin 19.962.000 kişi olduğu, 5 yıl sonra Ocak 2010 döneminde 22.165.000 kişilik işgücüne ulaştığı, Ekim 2018'de ise 32.604.000 kişiye ulaştığı görülmektedir (TÜİK, 2019). Tezde aylık veriler kullanıldığından aylık işgücü verisi olarak Mevsim Etkisinden Arındırılmış Temel İşgücü Göstergelerinden aylık işgücü verileri kullanılmıştır.

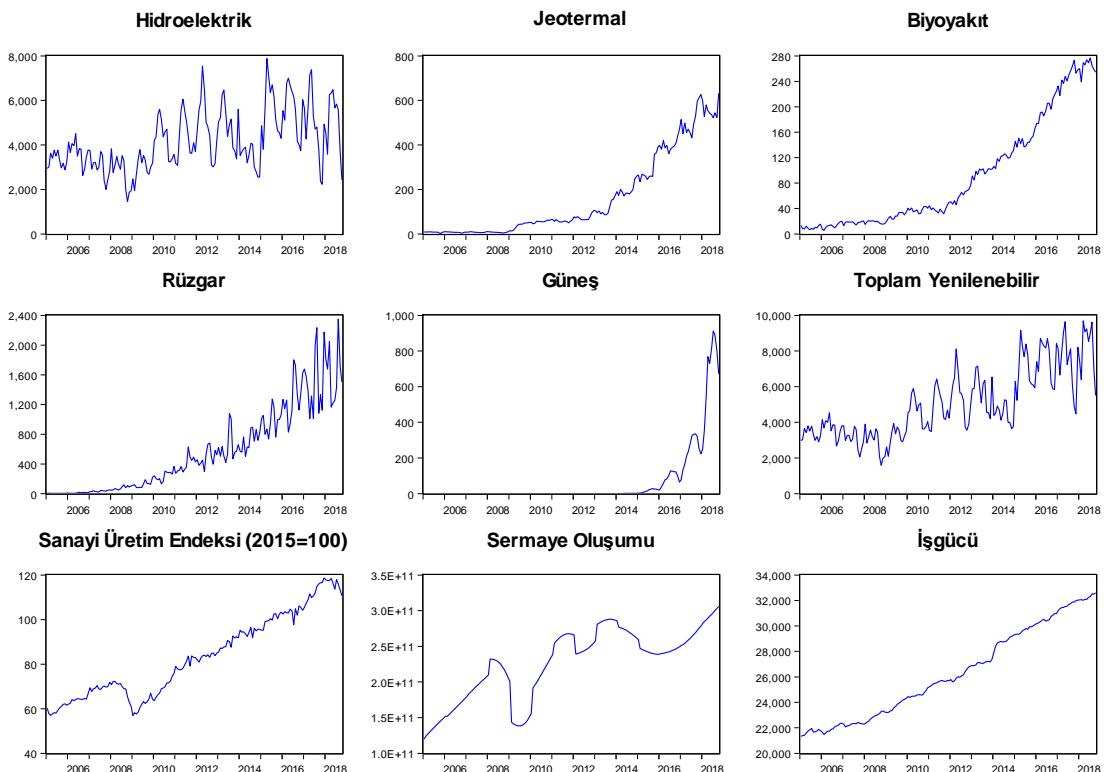
Analizde kullanılan değişkenler, kısalmaları, kaynakları ve birimleri Tablo 2.2'de özetlenmiştir.

Tablo 2.2. Ekonometrik Analizde Kullanılan Değişkenler

Değişkenler	Kısaltması	Kaynak	Tarih	Gözlem	Birim
Hidrolik	HID	TEİAŞ	2005M01-2018M10	166	GWh
Jeotermal	JEO	TEİAŞ	2005M01-2018M10	166	GWh
Biyokütle	BIY	TEİAŞ	2005M01-2018M10	166	GWh
Rüzgâr	RUZ	TEİAŞ	2005M01-2018M10	166	GWh
Güneş	GUN	TEİAŞ	2014M01-2018M10	58	GWh
Toplam Yenilenebilir	TOPYEN	TEİAŞ	2005M01-2018M10	166	GWh
Sanayi Üretim Endeksi	SAN	TÜİK	2005M01-2018M10	166	2015=100
Sermaye Oluşumu	SER	Dünya Bankası	2005M01-2018M10	166	Mevcut ABD Doları
İşgücü	ISGC	TÜİK	2005M01-2018M10	166	Bin kişi

Analizde hidrolik, jeotermal, biyokütle, rüzgâr, güneş, toplam yenilenebilir, Sanayi Üretim Endeksi, sermaye oluşumu ve işgücü değişkenleri kullanılmıştır. Değişkenlere ait grafikler Şekil 2.8'de verilmiştir.

Şekil 2.8. Değişkenlere Ait Düzey Grafikleri

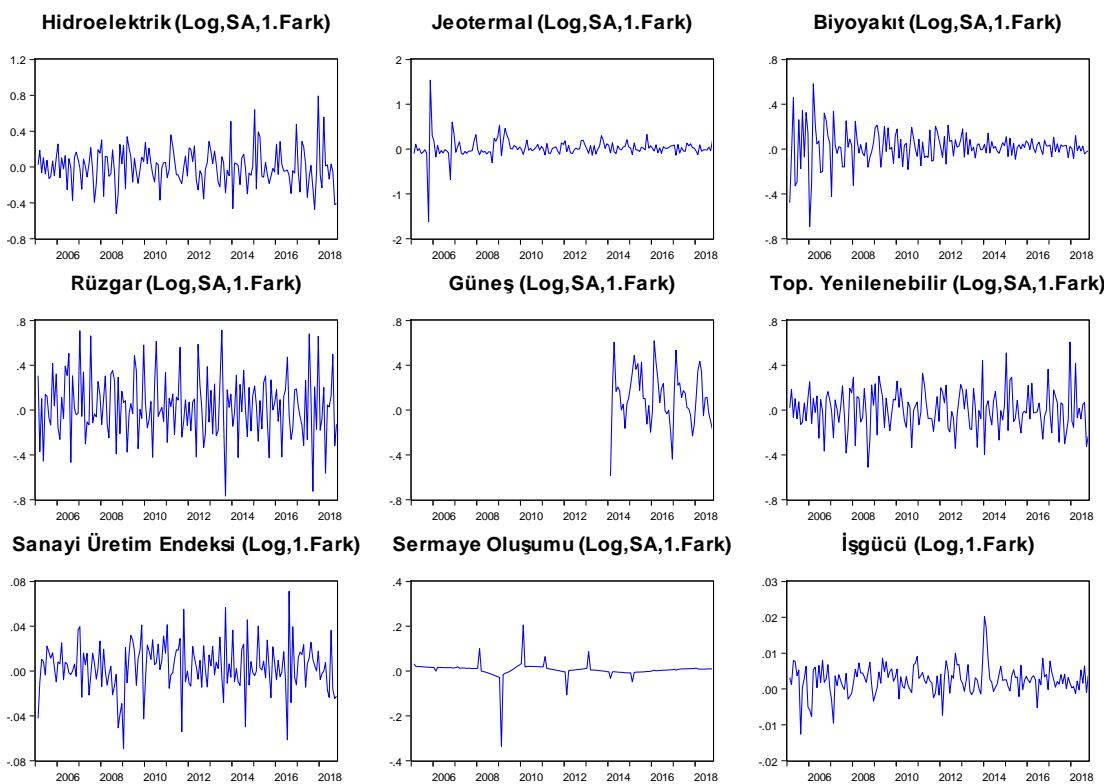


Şekil 2.8'e göre hidroelektrik verilerinde çok fazla mevsimselligin yer aldığı, bazı dönemlerde artıp, bazı dönemlerde azaldığı, ancak artan bir trende sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca hidroelektrik enerjiden elektrik üretimi 2000 GWh'dan 8000

GWh'a kadar artmış olup en fazla elektrik üretimi yapılan yenilenebilir enerji kaynaklarındanandır. Jeotermal verilerinde çok fazla mevsimsellik göze çarpmasa da 2013 yılından itibaren bir artış trendi görülmektedir. Jeotermal enerjiden elektrik üretimi 2018 yılına gelindiğinde aylık 600 GWh'a kadar çıktıığı görülmektedir. Biyokütle enerjisinde de jeotermal gibi bir artış olduğu ve mevsimselliğin çok fazla olmadığı, aylık üretimin de 260 GWh'a çıktıığı görülmektedir. Rüzgâr enerjisinden elektrik üretiminde ise ciddi bir mevsimselliğin ve trendin olduğu görülmektedir. 2006 yılından sonra büyük bir artış trendi içinde olan rüzgâr enerjisinin 2018 yılında aylık 2400 GWh'a kadar üretimi çıktıığı görülmektedir. İlk kez 2014 yılında elektrik enerjisi üretimi yapılmaya başlanan güneş enerjisi 2018'e gelindiğinde büyük bir artış trendi ile aylık 900 GWh elektrik üretimine ulaşmıştır. Sanayi Üretim Endeksi (2015=100) grafiği ise bir artış trendinde olduğu ve 2008 krizinde bir azalmaya uğradığı görülmektedir. Sermaye oluşumu grafiğinde de Sanayi Üretim Endeksinde olduğu gibi 2008 krizinde derin olmak üzere, 2012 ve 2014 yıllarında da bir azalış içindemasına rağmen genelde grafikte bir artış trendi bulunmaktadır. İşgücü aylık verilerinde çok fazla mevsimsellik olmasa da ciddi bir artış trendi olduğu görülmektedir.

Yenilenebilir enerji ile ilgili serilere logaritma alma işlemleri uygulanıp, TRAMO/SEATS mevsimsel düzeltme yöntemi kullanılarak mevsimsel etkilerden arındırılmış, en sonunda fark alma işlemleri uygulanmıştır. Sanayi Üretim Endeksi ve İşgücü verileri trendden ve mevsimsellikten arındırılmış seri olduğu için sadece logaritması alınıp farkı alınmıştır. Serilerin son hali Şekil 2.9'da verilmiştir.

Şekil 2.9. Değişkenlere Ait Logaritması ve Farkı Alınmış Grafikleri



Hidrolik, jeotermal, biyokütle, rüzgâr, güneş, toplam yenilenebilir, Sanayi Üretim Endeksi, sermaye oluşumu ve işgücü değişkenlerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2.3. Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	Ortala	Medyan	Maksimum	Minimum	St.Sapma	Çarpıklık	Basıklık
HID	4180	3806.5	7883.8	1456	1343.7	0.573	2.653
JEO	160.9	64.4	632.1	1.4	186.4	1.100	2.813
BIY	90.5	45.8	276.7	5.7	84.8	0.894	2.426
RUZ	565.2	414.5	2348.5	3.3	569.0	1.035	3.331
GUN	187.5	77.5	912.3	0.5	259.1	1.603	4.407
TOPYEN	5062.4	4532.83	9696.95	1585.3	1977.9	0.610	2.377
SAN	83.37	82.80	118.7	57	18.4	0.332	1.848
SER	226,17	240,645	305,934	120,095	49,7	-0.567	2.144
ISGC	26273	25682.5	32604	21320	3553.8	0.264	1.700

Tanımlayıcı istatistiklere göre en yüksek değerler hidrolik enerjide olduğu, diğer enerji türlerinden en düşük standart sapmanın ise biyokütle enerjide olduğu görülmektedir. Çarpıklık katsayısının genelde sıfırdan büyük olması sebebiyle

değişkenlerin çoğu sağa çarpık olduğu görülmektedir. Basıkkılık katsayılarının hepsinin sıfırdan büyük olması nedeniyle değişkenlerin hepsi standart normal dağılımından daha sivri bir görünüm sahip olduğu görülmektedir. Tezde kullanılan yenilenebilir enerji, işgücü, sanayi üretim endeksi ve sermaye oluşumu verileri ile ilgili detaylı bilgiden sonra tez hipotezleri aşağıdaki gibi kurulmuştur:

1. Toplam yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeye üzerinde olumlu bir etkisi vardır.
2. Hidrolik enerjinin ekonomik büyümeye üzerinde olumlu bir etkisi vardır.
3. Jeotermal enerjinin ekonomik büyümeye üzerinde olumlu bir etkisi vardır.
4. Biyokütle enerjisinin ekonomik büyümeye üzerinde olumlu bir etkisi vardır.
5. Rüzgâr enerjisinin ekonomik büyümeye üzerinde olumlu bir etkisi vardır.
6. Güneş enerjisinin ekonomik büyümeye üzerinde olumlu bir etkisi vardır.
7. Hidrolik enerjinin istihdam yaratıcı etkisi vardır.
8. Jeotermal enerjinin istihdam yaratıcı etkisi vardır.
9. Biyokütle enerjisinin istihdam yaratıcı etkisi vardır.
10. Rüzgâr enerjisinin istihdam yaratıcı etkisi vardır.
11. Güneş enerjisinin istihdam yaratıcı etkisi vardır.
12. 2030 yılında yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeye ve istihdam üzerinde etkisi vardır.

Tez hipotezlerinden 1-6 numaralı hipotezler ikinci bölümde, 7-11 numaralı hipotezler üçüncü bölümde ve 12 numaralı hipotez 4.bölümde toplanan veri ve bilgiler her bölümde farklı model, teknik ve istatistiksel yöntemlerle sınanmıştır.

2.2.2.2. Model ve Özellikleri

Tezin bu bölümünde Türkiye'de 2005M01-2018M10 döneminde aylık veriler kullanılarak yenilenebilir enerji kaynaklarının ayrı ayrı ve toplu olarak ekonomik büyümeye ile ilişkisi incelenmiştir. Bu amaçla 5 farklı yenilenebilir enerji kaynağı (hidrolik, jeotermal, biyokütle, rüzgâr ve güneş) ve toplam yenilenebilir enerji ile Sanayi Üretim Endeksi arasındaki ilişkiyi incelemek üzere 6 farklı model kurulmuştur. Anlaşılması kolay olması açısından genel olarak literatürden farklı olarak, modeller sayı ile değil isimlerinin kısaltmaları ile kullanılmıştır. Modeller kurulurken Shahbaz vd. (2015), Çınar ve Yılmazer (2015), Azad vd. (2014), Tuğcu vd. (2012), Fahimifard vd. (2012) ve Şimelytė ve Dudzevičiūtė (2017)'nin çalışmalarında kullandığı gibi

literatürde sıkılıkla kullanılan Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu temel alan denklem tahmin edilmektedir:

$$X = AK^{\alpha_1}L^{\alpha_2} = F(K, L) \quad (2.9)$$

(2.9) numaralı denklemdeki X, Gayri Safi Yurt İçi Hasila (GSYH)'yı; A teknoloji düzeyini; K, sermaye endeksini ve L ise işgücünü temsil etmektedir. Meade (1961), üretim faktörü olarak sermaye (K), emek (L), doğal kaynaklar (E) ve t zamanı gösterecek şekilde ele aldığı çalışmasında aşağıdaki gibi denklemi kurmuştur:

$$X = AK^{\alpha_1}L^{\alpha_2}E^{\alpha_3} = F(K, L, E, t) \quad (2.10)$$

Tintner vd. (1977) enerjiyi doğal kaynakların özel bir durumu olarak ve teknolojiyi (A) sabit olarak ele almış ve logaritmalarını dönüştürerek Cobb-Douglas fonksiyonunu aşağıdaki gibi tekrar formülleştirmiştir:

$$\log X = \alpha_0 + \alpha_1 \log K + \alpha_2 \log L + \alpha_3 \log E + u \quad (2.11)$$

Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarдан Shahbaz vd. (2015), teknolojiyi sabit tutarak ve enerji (E) yerine yenilenebilir enerji (R)'yi alarak, log-lineer fonksiyonel formu aşağıdaki gibi modellemiştir:

$$\ln Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln R_t + \alpha_2 \ln K_t + \alpha_3 \ln L_t + u_t \quad (2.12)$$

$\ln Y_t$, $\ln R_t$, $\ln K_t$, $\ln L_t$, sırasıyla kişi başı GSYH, yenilenebilir enerji tüketimi, sermaye ve işgücünü göstermektedir.

Tezde kullanılan veriler aylık olduğu için, kurulan modellerde kullanılan değişkenlerin aylık yayınlanan verilerden olması gerekmektedir. Bundan dolayı, ekonomik büyümeyi temsilen üç aylık GSYH verileri değil, aylık yayınlanan Sanayi Üretim Endeksi (SAN), yenilenebilir enerjiyi temsilen her bir ayrı ayrı enerji kaynağından elektrik üretimi (HID, JEO, BIY, RUZ, GUN) ve toplam yenilenebilir enerji üretimi (TOPYEN), sermaye oluşumu (SER) ve aylık işgücü verilerini (ISGC) kullanarak aşağıdaki modeller kurulmuştur.

Bağımlı değişken Sanayi Üretim Endeksi, bağımsız değişken olarak hidroelektrik enerji üretimi, kontrol değişkeni olarak sermaye ve işgücü olacak şekilde;

$$\ln\text{SAN}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln\text{HID}_t + \alpha_2 \ln\text{SERM}_t + \alpha_3 \ln\text{ISGC}_t + u_t \quad (\text{Model HID})$$

Bağımlı değişken Sanayi Üretim Endeksi, bağımsız değişken jeotermal enerji üretimi, kontrol değişkeni olarak sermaye ve işgücü olacak şekilde;

$$\ln\text{SAN}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln\text{JEO}_t + \alpha_2 \ln\text{SERM}_t + \alpha_3 \ln\text{ISGC}_t + u_t \quad (\text{Model JEO})$$

Bağımlı değişken Sanayi Üretim Endeksi, bağımsız değişken biyokütle enerji üretimi, kontrol değişkeni olarak sermaye ve işgücü olacak şekilde;

$$\ln\text{SAN}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln\text{BIY}_t + \alpha_2 \ln\text{SERM}_t + \alpha_3 \ln\text{ISGC}_t + u_t \quad (\text{Model BIY})$$

Bağımlı değişken Sanayi Üretim Endeksi, bağımsız değişken rüzgâr enerjisi üretimi, kontrol değişkeni olarak sermaye ve işgücü olacak şekilde;

$$\ln\text{SAN}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln\text{RUZ}_t + \alpha_2 \ln\text{SERM}_t + \alpha_3 \ln\text{ISGC}_t + u_t \quad (\text{Model RUZ})$$

Bağımlı değişken Sanayi Üretim Endeksi, bağımsız değişken güneş enerjisi üretimi, kontrol değişkeni olarak sermaye ve işgücü olacak şekilde;

$$\ln\text{SAN}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln\text{GUN}_t + \alpha_2 \ln\text{SERM}_t + \alpha_3 \ln\text{ISGC}_t + u_t \quad (\text{Model GUN})$$

Bağımlı değişken Sanayi Üretim Endeksi, bağımsız değişken toplam yenilenebilir enerji üretimi, kontrol değişkeni olarak sermaye ve işgücü olacak şekilde;

$$\ln\text{SAN}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln\text{TOPYEN}_t + \alpha_2 \ln\text{SERM}_t + \alpha_3 \ln\text{ISGC}_t + u_t \quad (\text{Model TOPYEN})$$

modelleri kurulmuştur.

2.2.2.3. Birim Kök Testleri

Zaman serilerinde durağanlık, testlerin anlamlılığı açısından büyük önem taşımaktadır. Gujarati ve Porter (2018:740) durağanlık kavramını şu şekilde tanımlamıştır:

“Ortalamasıyla varyansı zaman içinde değişimyen ve iki dönem arasındaki ortak varyansı bu ortak varyansın hesaplandığı döneme değil de yalnızca iki dönem arasındaki uzaklığa ya da açıklığa yahut gecikmeye bağlı olan olasılıklı bir süreç için durağandır denir”

Yani zaman serisi durağanlık şartını sağlamadığı zaman serinin ortalaması veya varyansı ya da hem varyansı hem de ortalaması zamanla değişeceği için durağan olmayan serinin davranışını sadece ele alınan dönem için incelenebilmekte olup başka dönemler için bir genelleme yapılamayacaktır (Gujarati ve Porter, 2018:741). Ancak bazı durumlarda serinin uzun dönemde nasıl hareket ettiğini anlamak için serinin geçmiş değerlerine bakmak ve seriyi nasıl etkilediğini belirlemek gerekmektedir. Bundan dolayı serinin t ve $t-1$ dönemindeki ilişkilerin incelenmesi ve serinin durağan olup olmadığıının kontrol edilmesi gerekmektedir (Dikmen, 2009:288). Bu kontrol için bazı birim kök testleri kullanılmaktadır.

2.2.2.3.1. Augmented Dickey Fuller (ADF) Testi

Durağanlık sınaması, yani birim kökün varlığının test edilmesi için literatürde birçok test bulunmaktadır. Bunların içinde en çok kullanılan testler Dickey-Fuller (DF) ve Genişletilmiş Dickey-Fuller (Augmented Dickey Fuller, ADF) testidir. Dickey-Fuller testinin kritik değerleri farklı anlamlılık düzeylerin Monte Carlo simülasyonlarına göre hazırlanmıştır. Literatürde bilinen t istatistikleri hipotez testinde τ (tau) istatistiği veya DF istatistiği olarak adlandırılmaktadır. DF veya τ istatistiğinin mutlak değeri MacKinnon kritik değerinden küçük olduğunda serinin durağan olmadığı, büyük olduğu durumlarda ise serinin durağan olduğu şeklinde yorumlanabilmektedir. Dickey-Fuller testi farklı regresyon modellerine uygulanabilmektedir. Kullanılan model sabit terimsiz ve trendsiz ise,

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \quad (2.13)$$

Model, sabit terimin olduğu ancak deterministik trendin olmadığı bir model ise,

$$\Delta Y_t = \mu + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (2.14)$$

Modelde sabit terim ve trend bulunuyor ise,

$$\Delta Y_t = \mu_0 + \mu_1 t + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (2.15)$$

Dickey Fuller testinde uygun modele göre (2.13), (2.14) veya (2.15) numaralı modeller tahmin edilmektedir. Eğer u_t hata terimi otokorelasyonlu ise (2.15) numaralı denklem,

$$\Delta Y_t = \mu_0 + \mu_1 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (2.16)$$

(2.16) biçiminde olup bu modele Dickey Fuller testi uygulanırsa, bu teste Genişletilmiş Dickey Fuller (Augmented Dickey Fuller) veya ADF testi denir (Dikmen, 2009). Ayrıca ADF test sonuçlarının içsel bağıntıya duyarlı olması ve değişen varyans durumundan dolayı test sonuçları olabilme durumundan dolayı ADF birim kök testiyle birlikte koreogram analizini uygulanması sonuçların tutarlılığı açısından önem taşımaktadır (Tutulmaz, 2011).

ADF Birim kök testi logaritması alınmış, mevsimsellikten arındırılmış olan serilere uygulanmış, serinin yapısına göre trendli ve sabitli olarak incelenmiştir. Serilere düzeyde ve birinci farklarında birim kök testleri uygulanmış, düzeyde durağan ise I(0), düzeyde durağan değil ve birinci farklarında durağan ise I(1) olarak sonuç yazılmıştır. Sonuçlar Tablo 2.4'te sunulmuştur.

Tablo 2.4. Değişkenler için ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Düzey		Birinci Farklar		Sonuç
	t-istatistiği	Olasılık	t-istatistiği	Olasılık	
LHID	-4.049 (0)	0.008	-15.834 (0)	0,000	I(0)
LJEO	-0.713 (0)	0.996	-2.862 (11)	0.052	I(1)
LBIY	-5.761 (0)	0,000	-15.326 (1)	0,000	I(0)
LRUZ	-1.028 (3)	0.936	-10.627 (2)	0,000	I(1)
LGUN	-0.943 (0)	0.943	-12.361 (0)	0,000	I(1)
LTOPYEN	-4.484 (0)	0.002	-15.899 (0)	0,000	I(0)
LSAN	-2.307 (0)	0.426	-15.418 (0)	0,000	I(1)
LSER	-2.256 (12)	0.454	-5.918 (11)	0,000	I(1)
LISGC	-2.975 (1)	0.142	-9.535 (0)	0,000	I(1)

Not: ADF testi için parantez içindeki gecikme uzunlukları Schwarz Bilgi Kriterine göre belirlenmiş olup, kritik değerler MacKinnon'dan (1996) alınmıştır. Maksimum gecikme uzunluğu 12 olarak alınmıştır. Parantez içindeki değerler ADF gecikme değerleridir.

Tablo 2.4 sonuçlarında verilen Augmented Dickey Fuller (ADF) Birim kök testine göre, LHID, LBIY ve LTOPYEN serileri düzeyde durağan, LJEO, LRUZ, LGUN, LSAN, LSER ve LISGC serileri ise birinci farklarında durağanlaşmıştır.

2.2.2.3.2. Phillips Perron (PP) Testi

Phillips ve Perron (1988), Dickey-Fuller'in hata terimleri ile ilgili olan varsayımları genişleterek birim kök sınaması için parametrik olmayan yeni bir test geliştirmiştirlerdir. Phillips-Perron (PP) birim kök testi, Dickey-Fuller testindeki gibi üç farklı regresyon modeli için uygulanabilmektedir.

Phillips-Perron (PP) testi için AR(1) modeli şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$\begin{aligned} Y_t &= \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \\ (1 - \phi_1 L)Y_t &= \mu + \varepsilon_t \end{aligned} \quad t = 1, 2, 3, \dots, T \quad (2.17)$$

AR(1) modeli için birim kök $1/\phi_1$ ile bulunmakta olup $\phi_1=1$ durumunda seride birim kökün varlığı tespit edilebilmektedir.

PP birim kök testinde sabit terim olmadığı, sabit terim olduğu ve trend olup olmadığı durumlarına göre yardımcı regresyonlar kurulup kritik değerler ile hesaplanabilmektedir. Dickey-Fuller testindeki hata terimlerinin sınırlayıcı varsayımları yerine Phillips-Perron testinde hata terimlerinin geçmiş değerlerinin hareketli ortalamaları kullanılmaktadır. Dickey-Fuller testindeki AR yerine Phillips-Perron testinde ARMA sürecine dönüştürülmüş olup hareketli ortalama avantajı ile özellikle trend içeren serilerde daha doğru sonuçlar vermektedir. Ancak hareketli ortalama sürecinin negatif olması veya azalan bir süreç izlemesi durumunda hata terimlerinin ortalaması sıfıra yaklaşmakta olup bu durumlarda ADF birim kök testi Phillips-Perron birim kök testine göre daha güçlü bir test olmaktadır (Şoltan, 2009).

PP birim kök testi logaritması alınmış ve mevsimsellikten arındırılmış olan serilere uygulanmış, serinin yapısına göre trendli ve sabitli olarak incelenmiş ve düzeyde durağan ise I(0), düzeyde durağan değil ancak birinci farklarında durağan ise I(1) olarak sonuç yazılmıştır. PP birim kök testi sonuçları Tablo 2.5'te verilmiştir.

Tablo 2.5. Değişkenler için PP Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Düzey		Birinci Farklar		Sonuç
	t-istatistiği	Olasılık	t-istatistiği	Olasılık	
LHID	-3.940 (5)	0.012	-16.775 (6)	0,000	I(0)
LJEO	-0.460 (3)	0.894	-18.380 (2)	0,000	I(1)
LBIY	-6.084 (7)	0,000	-19.644 (16)	0,000	I(0)
LRUZ	-1.683 (2)	0.754	-25.740 (15)	0,000	I(1)
LGUN	-1.066 (2)	0.925	-14.824 (3)	0,000	I(1)
LTOPYEN	-4.294 (4)	0.004	-18.167 (12)	0,000	I(0)
LSAN	-2.472 (6)	0.341	-15.144 (6)	0,000	I(1)
LSER	-2.678 (7)	0.247	-10.650 (6)	0,000	I(1)
LISGC	-2.669 (2)	0.250	-9.295 (7)	0,000	I(1)

Not: PP testi için parantez içindeki gecikme uzunlukları Newey-West Kriterine göre otokorelasyonun bulunmadığı minimum gecikmeler olarak belirlenmiştir.

Phillips Perron Birim kök testine göre, LHID, LBIY ve LTOPYEN serileri düzeyde durağan, LJEO, LRUZ, LGUN, LSAN, LSER ve LISGC serileri ise birinci farklarında durağanlaşmıştır. Sonuçlar ADF testini desteklemektedir.

2.2.2.3.3. Quandt-Andrews (QA) Yapısal Kırılma Testi

Bir zaman serisinin yapısında meydana gelen ekonomik kriz, savaş gibi kalıcı ve ani değişiklikler serinin trendinde bir kırılmaya sebep olur, kısa dönemde eski yapısına dönmeyen bu yapısal kırılmalar dikkate alınmadığında, analizde sahte bir ilişki oluşabilir ve analiz sonuçları güvenilir olmayı bilir. Quandt-Andrews yapısal kırılma testi iki zaman arasındaki her gözlemede bir Chow kırılma testi yapılması ve F testi ile Wald F test istatistiği kullanılmasına dayanmaktadır (Göktaş vd., 2018:20). Andrews (1993), teste gözlemlerin ilk %15'lik ve son %15'lik dilimleri simetrik olarak çıkarılarak test istatistiklerinin dağılımının bozulmasını engellemektedir.

- H_0 : %15 kirpılmış veri içinde kırılma noktası yoktur.
- H_1 : %15 kirpılmış veri içinde kırılma noktası vardır.

Quandt-Andrews test istatistiği Maksimum Wald F istatistiği, Exp Wald F istatistiği ve Ave Wald F istatistiği olmak üzere üç test istatistiği içermektedir. Ancak bu istatistikler genel olarak lineer olmayan modeller için geçerlidir (Büberkökü, 2018). Bu yüzden tezde sadece Max. LR F istatistiği, Exp LR F istatistiği ve Ave LR F

istatistiği sonuçlarına yer verilmiştir. QA yapısal kırılma test sonuçları Tablo 2.6'da verilmiştir.

Tablo 2.6. Değişkenler için QA Yapısal Kırılma Test Sonuçları

MODELLER	Max. LR F-İstatistiği		Exp LR F-İstatistiği		Ave LR F-İstatistiği	
	Değer	Olasılık	Değer	Olasılık	Değer	Olasılık
MODEL HID	117.032	0,000	54.459	0,000	45.390	0,000
MODEL JEO	98.158	0,000	45.042	0,000	33.788	0,000
MODEL BIY	110.267	0,000	50.789	0,000	42.311	0,000
MODEL RUZ	54.843	0,000	23.486	0,000	15.397	0,000
MODEL GUN	16.833	0,000	6.124	0,000	6.897	0,000
MODEL TOPYEN	105.436	0,000	48.777	0,000	41.197	0,000

Not: Triminaj %15 olarak alınmıştır. Ayrıca QA istatistik değerleri için olasılık değerleri Hansen (1997) metoduna göre hesaplanmıştır.

Quandt Andrews testi sonuçlarına göre olasılık değerleri 0,05'ten küçük olduğu için “yapısal kırılma yoktur” boş hipotezi reddedilmiştir. Tahmin edilen kırılma dönemi 2008 Ekim ayı olarak tespit edilmiştir. Bu tarih, 2007 yılında ABD'de “mortgage” krizi olarak çıkış 2008 yılının ortalarına doğru İngiltere'yi de dahil eden küresel ekonomik krize karşılık gelmektedir.

2.2.2.3.3.1. Zivot Andrews Birim Kök Testi

ADF ve PP birim kök testleri yapısal kırılmaları dikkate almayan birim kök testleridir. Tezde kullanılan değişkenler yapısal kırımlara uğradıysa birim kök testleri doğru sonuçlar vermeyebilmektedir. Bu nedenle tezde ADF ve PP testlerinin yanı sıra Quandt Andrews yapısal kırılma testi ile Zivot-Andrews (1992) tarafından önerilen yapısal kırılmalı birim kök test sonuçları değerlendirilmiştir. Zivot-Andrews yapısal kırılmalı birim kök testinde, düzeyde, eğimde ve hem düzeyde, hem eğimde tek kırılmaya izin veren üç model kullanılmaktadır.

Düzende tek kırılmalı Model A:

$$Y_t = \mu + \beta t + \delta Y_{t-1} + \theta_1 DU(\lambda) + \sum_{i=1}^k \delta_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2.18)$$

Eğimde tek kırılmalı Model B:

$$Y_t = \mu + \beta t + \delta Y_{t-1} + \theta_2 DT(\lambda) + \sum_{i=1}^k \delta_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2.19)$$

Hem eğim hem düzeyde tek kırılmalı Model C:

$$Y_t = \mu + \beta t + \delta Y_{t-1} + \theta_1 DU(\lambda) + \theta_2 DT(\lambda) + \sum_{i=1}^k \delta_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2.20)$$

Model A, B ve C ‘de yer alan DU düzeyde kırılmayı, DT ise eğimdeki kırılmayı temsil eden kukla değişkenler kullanılarak, en küçük kareler yöntemi ile kırılma tarihi tespit edilmektedir. Daha sonra t istatistiği hesaplanarak Zivot ve Andrews (1992) kritik değerlerinden daha büyük ise boş hipotez reddedilmektedir (Tıraşoğlu, 2014).

- H_0 : Seride yapısal birim kök vardır, durağan değildir.
- H_1 : Seride yapısal birim kök yoktur, durağandır.

Aşağıdaki Tablo 2.7’de değişkenler için Zivot Andrews birim kök testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 2.7. Değişkenler için Zivot Andrews Birim Kök Testi Sonuçları

	Model A (Düzeyde Kırılma)		Model B (Eğimde Kırılma)		Model C (Düzey ve Eğimde)		Sonuç		
	Düzey	1.Fark	Düzey	1.Fark	Düzey	1.Fark	A	B	C
LHID	-4.107	-16.011	-3.575	-15.841	-4.573	-16.064	1	1	1
LJEO	-4.840	-18.503	-3.053	-18.213	-6.162	-18.566	1	1	0
LBIY	-4.130	-8.395	-3.527	-8.022	-4.128	-8.363	1	1	1
LRUZ	-1.586	-10.741	-4.188	-8.168	-4.169	-8.172	1	1	1
LGUN	-3.727	-12.684	-11.933	-12.184	-11.449	-12.348	1	0	0
LTOPYEN	-5.727	-11.835	-5.648	-11.618	-6.731	-11.838	0	0	0
LSAN	-3.957	-16.395	-3.304	-15.497	-3.901	-17.009	1	1	1
LSER	-3.925	-7.098	-3.292	-6.862	-3.844	-7.708	1	1	1
LISGC	-5.532	-6.667	-3.804	-6.552	-5.142	-6.766	1	1	1

Not: Model A için %1; -5.34, %5; -4.93, Model B için %1; -4.93, %5; -4.42, Model C için %1; -5.57, %5; -5.08 kritik değerleri Zivot-Andrews (1992)’den alınmıştır. En uygun gecikme uzunlukları Schwarz bilgi kriterine göre belirlenmiş olup bütün serilerin maximum gecikme uzunluğu 4 olarak kabul edilmiştir. Sonuç kısmında 1 ile gösterilen ifade I(1), 0 ile gösterilen ifade I(0)’dır.

Zivot Andrews birim kök testine göre LHID, LJEO, LBIY, LRUZ, LSAN, LSER ve LISGC değişkenleri için %5 anlamlılık seviyesinde yapısal kırılmalı birim kökün varlığı kabul edilmiştir. LGUN ve LTOPYEN değişkenlerinde ise boş hipotezi

reddedilmiş ve yapısal kırılmalı birim kökün olmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca test sonuçlarına göre tespit edilen kırılma dönemi Mayıs 2008 ile Ağustos 2008 arasındadır. Kırılma dönemi, 2008 küresel krizinden kaynaklı olduğu ve değişkenlerin krizden etkilendiğini göstermektedir.

2.2.2.4. ARDL Sınır Testi

Ekonometrik analiz gerektiren çalışmaların birçoğunda eşbüTÜnleşme ve nedensellik analizleri yapılmaktadır. EşbüTÜnleşme analizi bir değişken grubundaki stokastik eğilimlerin seri tarafından paylaşılp paylaşılmadığını belirleyerek değişkenler arasındaki nedensel ilişkileri ortaya çıkarmayı amaçlayan bir analizdir. EşbüTÜnleşmenin varlığı, söz konusu değişkenler arasında bir uzun dönem denge ilişkisinin varlığı olarak da yorumlanabilir (Stern, 2004). EşbüTÜnleşme analizinde değişkenler arasında uzun veya kısa dönemli ilişkiler incelenmekte olup literatürde kullanılan birçok yöntemde farklı sınırlırmalar bulunmaktadır. Örneğin Engle Granger (1987)'de ikiden fazla değişken olmaması gerekmekte ve Johansen (1991) eşbüTÜnleşme testlerinde değişkenlerin aynı dereceden bütünlük olmaları gerekmektedir. Ancak Pesaran ve Shin (1998) ve Pesaran vd. (2001)'in Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Model (Autoregressive Distributed Lag-ARDL) modelinde değişkenler arasındaki dinamik ilişki yapısı incelenmekte olup değişkenler farklı seviyeden durağan hale gelseler bile aralarında eşbüTÜnleşme olup olmadığını sınayan bir eşbüTÜnleşme testi içermektedir (Göktaş vd., 2018:97). ARDL testinin farklı seviyede bütünlük serilerde eşbüTÜnleşme testine imkan sağladığının dışında çok fazla avantajları bulunmaktadır:

- ARDL modeli, küçük örneklem büyÜklÜğündeki değişkenler arasındaki eş bütünlümeyi test etmek için Johansen-Juselius ve Engle Granger testlerinden daha uygundur.
- ARDL modelinde değişkenlerin tamamen I(0) veya tamamen I(1) olup olmadığı durumlarda, ya da I(0) ve I(1) olduğu durumlarda da kullanılabilir. Ancak I(2) olduğu durumlarda kullanılması uygun olmamaktadır. ARDL modelinde birim kök testleri, değişkenlerin I(2) olmadığını göstermek amacıyla yapılmaktadır.
- ARDL modelinde farklı optimal gecikmelere izin verirken, geleneksel eşbüTÜnleşme testleriyle bu mümkün olmamaktadır.

- ARDL modeli son yıllarda literatürde diğer eşbüütünleşme testlerine göre daha fazla kullanılmaktadır (Fahimifard vd., 2012).

ARDL modeli kurulurken öncelikle serilerin bütünlleşme seviyeleri kontrol edilmelidir. Birim kök testleri sonrasında seriler arasında eşbüütünleşme ilişkisini Sınır Testi (Bound Test) ile araştırmak için kısıtlanmamış hata düzeltme modeli (Unrestricted Error Correction Model-UECM) kurulmaktadır. Daha sonra uzun dönem ilişki olup olmadığını tespit etmek amacıyla Sınır Testi uygulanmaktadır. ARDL modelinin uzun ve kısa dönem katsayıları tahmin edildikten sonra katsayıların istikrarlığı test edilmektedir. Ayrıca ARDL modeline ait tanışal istatistikler incelenmektedir. Klasik doğrusal regresyon modelinin önemli bir varsayımlı sabit varyanslı olmasıdır (homoscedasticity). Verilerin hatalı derlenmesi, modeldeki değişkenlerin çarpık olması, modelle ilgili ancak modele dahil edilmemiş değişken olması durumu ya da modelin doğru kurulmaması durumlarında değişen varyans (heteroscedasticity) sorunu ortaya çıkabilmektedir. Tezde değişkenlere normallik varsayımlına dayanmayan ve uygulanması kolay olan White Genel Değişen Varyans Sınaması uygulanmıştır. White sınamasında modelde çok sayıda açıklayıcı değişken olduğundan bunların kareleri ve çapraz çarpımları hesaba katıldığında serbestlik derecesi çabuk tüketildiği için az gözlem olduğu durumlarda kullanılan Breusch-Pagan-Godfrey sınaması da kullanılmıştır (Gujarati ve Porter, 2018:388).

Model kurma hatası bazen temel kuram zayıflığından, gereksiz değişkenleri modele dahil etmekten, yanlış fonksiyon kalibi seçmekten ya da uygun verilerin dahil edilmemesinden kaynaklanmakta olup tezde Ramsey'in RESET testi kullanılmıştır. Hata terimlerinin normalliginin incelenmesi konusunda ise Gujarati ve Porter (2018:509), hata terimlerinin normal dağılmaması durumda Standart En Küçük Kareler tahmincilerinin hala sapkısız ve en küçük varyansa sahip olduğunu ve Gauss-Markov için normallik varsayımlının gerekmediğini ifade etmiştir. Bu sebeple çalışmada normallik sınaması yapılmamıştır. Zaman serisinde zaman veya mekan içinde sıralanan gözlemlerin birbiri ile olan ilişkisini ifade eden ardışık ilişki (korelasyon)'nın olmaması klasik doğrusal regresyon modelindeki varsayımlardan biridir. Ardışık ilişki için birçok test bulunup, bu testlerden hiçbir her bakımdan en güçlü bir test olmadığı için tezde bu testlerden Breusch-Godfrey LM testi uygulanmıştır (Gujarati ve Porter, 2018:438).

ARDL modelinin Y bağımlı değişken, X_1 , X_2 ve X_3 bağımsız değişken olacak şekilde dört değişkenden oluşan hata düzeltme modeli ARDL(p,q₁,q₂,q₃) (2.21) numaralı denklemdeki gösterime sahiptir:

$$\begin{aligned}\Delta Y_t = & \omega + \gamma_1 Y_{t-1} + \gamma_2 X_{1,t-1} + \gamma_3 X_{2,t-1} + \gamma_4 X_{3,t-1} + \sum_{i=1}^P \varphi_i \Delta Y_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^{q_1} \alpha_{1i} \Delta X_{1,t-i} + \sum_{i=0}^{q_2} \alpha_{2i} \Delta X_{2,t-i} + \sum_{i=0}^{q_3} \alpha_{3i} \Delta X_{3,t-i} + \varepsilon_t\end{aligned}\quad (2.21)$$

Sınır testinde eşbüTÜnleşme testi yapılırken F veya Wald istatistiği temel alınmakta olup hipotezler aşağıdaki gibi kurulmaktadır:

- H_0 : Değişkenler arasında eşbüTÜnleşme yoktur $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \gamma_4 = 0$
- H_1 : Değişkenler arasında eşbüTÜnleşme vardır $\gamma_1 \neq \gamma_2 \neq \gamma_3 \neq \gamma_4 \neq 0$

ARDL(p,q₁,q₂,q₃) modelinde öncelikle bağımlı değişken ve bağımsız değişkenlerin optimal gecikme uzunluklarının tespit edilmesi gerekmektedir. Bunun için değişik bilgi kriterleri yardımıyla ve uygun maksimum gecikme seçilerek, otokorelasyon probleminin olmadığı uygun bir model seçilmektedir (Göktaş vd., 2018:113). Bu tezde aylık veriler olduğu için maksimum gecikme olarak 12 ve bilgi kriteri olarak Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılmıştır.

ARDL(p,q₁,q₂,q₃) modelinde değişkenlerin uzun ve kısa dönem nedensellik ilişkileri sınır testi ile incelenmiş ve eşbüTÜnleşme ilişkisi olan değişkenler için uzun dönem katsayılar yerine hata teriminin 1 gecikmesi alınarak (ECT(-1)), VAR modeline eklenmiş ve kısıtlanmış vektör hata düzeltme modeli (Vector Error Correction Model, VECM) (2.22) numaralı denklemdeki gibi yazılmıştır.

$$\begin{aligned}\Delta Y_t = & \sigma + \sum_{j=1}^P \rho_j \Delta Y_{t-j} + \sum_{j=0}^{q_1} \delta_{1j} \Delta X_{1,t-j} + \sum_{j=0}^{q_2} \delta_{2j} \Delta X_{2,t-j} + \sum_{j=0}^{q_3} \delta_{3j} \Delta X_{3,t-j} + \beta ECT_{t-1} \\ & + \nu_t\end{aligned}\quad (2.22)$$

Yukarıdaki (2.22) deki kısıtlı VECM modeli ile kısıtsız UECM arasındaki fark hata düzeltme teriminin kullanımında bulunmaktadır. ARDL modelinde ECT'nin katsayısının negatif olması ve 0,05'ten küçük, yani istatistiksel olarak anlamlı olması

gerekmektedir (Göktaş vd., 2018:101). Eşbüütünleşme analizi ve kısa-uzun dönem ilişkiler sonrasında nedensellik analizi uygulanmaktadır.

2.2.2.5. Granger Nedensellik Analizi

Nedensellik kavramı uzun yıldardan beri istatistik ve ekonomide üzerinde çalışılan ve ilk metodolojik çalışma Granger (1969) tarafından yapılan, bir eylemin bir başka eyleme neden olması, yani eylemlerin ilişkili olmalarını ifade eden bir kavramdır (Göktaş vd., 2018:57).

Literatürde değişkenler arasındaki ilişkinin yönünün tespit edilmesinde en çok kullanılan testlerden biri Granger Nedensellik testidir. Granger (1969) nedenselliği tanımlarken “Y’nin öngörüsü, X’in geçmiş değerleri kullanıldığında, X’in geçmiş değerlerinin kullanılmadığı duruma göre daha başarılı ise, X, Y’nin Granger nedenidir” olarak ifade etmiştir. Granger nedensellik yapmak amacıyla kurulan model, geleceği tahmin etmek için yapılan bir ekonometrik model değildir ve durağanlaştırılmış değişkenlerin nedensellik testlerini yapmayı amaçlamaktadır (Granger, 1988). Nedensellik analizlerinde çok sık karşılaşılan üç durum şu şekilde özetlenebilmektedir:

- Durağanlık seviyeleri aynı ama eşbüütünleşme ilişkisi olmama durumunda Granger Nedensellik testi
- Durağanlık seviyeleri aynı ama eşbüütünleşme ilişkisi olma durumunda Granger Nedensellik testi
- Durağanlık seviyelerinin aynı veya farklı ve eşbüütünleşme ilişkisi olup olmadığından bağımsız olma durumunda Toda-Yamamoto Nedensellik testi uygulanmaktadır (Göktaş vd., 2018:63).

2.2.2.5.1. Geleneksel Granger Nedensellik Testi

Tezde yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkinin varlığı nedensellik testleri ile incelenmiştir. Enerji kullanımı ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi incelemek için normal doğrusal regresyon veya korelasyon yöntemleri kullanılmamaktadır. Özellikle, iki veya daha fazla ilişkisiz değişkenin zaman içinde değiştiği durumlarda ortak yönelme nedeniyle ilişki görülebilmektedir. Bu değişkenler arasındaki korelasyonlar, aralarındaki nedensellikten ya da analize dahil olmayan diğer değişkenlerle olan ilişkilerinden kaynaklanabilmektedir. Zaman serileri

değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkisinin testi için uygulanan Granger nedensellik testi, lineer bir ilişki içindeki bir değişkenin bağımlı bir değişken ve bağımsız değişken olarak diğer değişkeni anlamlı bir şekilde tanımlayıp tanımlayamayacağını, ilişkinin iki yönlü olup olmadığını veya herhangi bir işlevsel ilişkinin bulunup bulunmadığını test eder. Bu genellikle, değişkenlerden birinin gecikmeli değerlerinin, bağımlı değişkenin birleştirilmiş değerlerini ve diğer değişkenlerin gecikmeli değerlerini içeren bir modelin açıklayıcı gücüne önemli ölçüde ekleyip eklemediğini test ederek yapılır. Eşbütnleşme ve Granger nedensellik testleri genellikle vektör otoregresyon (VAR) modelleri kapsamında gerçekleştirilir. Bu modeller, her bir bağımlı değişkenin kendisinin ve sistemdeki diğer tüm değişkenlerin gecikmeli değerleri üzerinde regresyon yaptığı regresyon denklemleri grubundan oluşmaktadır (Stern, 2004).

Geleneksel Granger Nedensellik testinin uygulanması için öncelikle değişkenler arasında durağanlık testlerinin yapılması gerekmektedir. Değişkenler aynı düzeyde durağan ise, değişkenler arasında eşbütnleşme ilişkisi incelenilmektedir. Aralarında eşbütnleşme yoksa serilerin durağan olduğu düzeyde nedensellik ilişkisi incelenilmektedir.

Seriler aynı mertebeden durağan ise, aralarında eşbütnleşme ilişkisi aranabilir. Eşbütnleşme ilişkisi yok ise, serilerin durağan olduğu mertebede nedensellik ilişkisi araştırılabilir. Granger nedensellik analizi için (2.23) ve (2.24) numaralı modeller kullanılmıştır:

$$Y_t = \alpha_1 + \sum_{i=1}^p \beta_i Y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \delta_i X_{t-i} + v_t \quad (2.23)$$

$$X_t = \alpha_2 + \sum_{i=1}^m \pi_i X_{t-i} + \sum_{i=0}^n \lambda_i Y_{t-i} + u_t \quad (2.24)$$

Geleneksel Granger Nedensellik testinde, (2.23)'deki δ_i 'lerin ve (2.24)'deki λ_i 'lerin istatistiki olarak anlamlı olup olmadıkları sınanıp katsayıların anlamlı olması durumunda değişkenler arasında Granger nedensellik ilişkisi olduğuna karar verilmektedir (Ulusoy ve Erdem, 2014).

2.2.2.5.2. Toda-Yamamoto Genişletilmiş Granger Nedensellik Testi

Serilerin aynı seviyede ya da farklı seviyede bütünlüğe özelliklerine duyarlı olmayan Toda-Yamamoto yaklaşımı, durağan veya durağan olmayan VAR modelleri

için uygulanabilmekte olup, seriler için birim kök testi yapmadan uygulanabilen bir testtir. Toda-Yamamoto (1995), serilerin bütünlleşme seviyelerini dikkate almayan bir Wald test istatistiği geliştirmiş olup, asimptotik standart olmayan dağılım nedeniyle geçerli olmayan bu test, Toda-Yamamoto (1995)'in önerdiği yöntemle geçerli hale gelmiştir (Kasabali, 2004).

Toda-Yamamoto yöntemine göre öncelikle serilerin bütünlleşme dereceleri tespit edilmekte ve en yüksek bütünlleşme derecesini tespit ederek bu sayı " d_{\max} " olarak belirlenmektedir. Daha sonra düzey değerleri ile VAR modeli kurulup gecikme uzunluğunun tespit edilmesi işlemine geçilmektedir. Bu aşamada en uygun gecikme uzunluğu değeri "k" olarak belirlenmektedir. En sonunda " $k + d_{\max}$ " gecikme uzunlığında VAR sistemi ve katsayıları tahmin edilmektedir (Göktaş vd., 2018:62).

Tezde aynı seviyede durağan olan seriler için geleneksel Granger nedensellik testi kullanılmakta olup farklı seviyeden durağan olan seriler için Toda-Yamamoto Granger Nedensellik testi kullanılmıştır.

2.2.2.6. Etki Tepki Fonksiyonları

VAR modelindeki içsel değişkenlerin hata terimine verilen bir birimlik şok karşısındaki tepkisini ölçen fonksiyonlara Etki Tepki fonksiyonları ismi verilmektedir.

Bu noktada sistemdeki değişkenlerin durağan olması önemlidir. Durağan değişkenlerde verilen şok bir süre sonra yok olacak olup, durağan olmayan serilerde şok etkisi sonsuza kadar sürecektir (Sevüktekin ve Çınar, 2017:510).

Sonuç olarak etki tepki fonksiyonunda değişkenlerden biri diğerinin şoklarına tepki veriyorsa değişkenler arasında nedensellik olduğu, tepki vermiyorsa nedensellik olmadığı şeklinde yorum yapılmaktadır (Sevüktekin ve Çınar, 2017:513). Bu tezde de değişkenler arasındaki nedensellik ilişkileri incelendikten sonra etki tepki fonksiyonları kullanılmış olup, nedensellik sınamasının doğruluğu test edilmiştir.

2.2.2.7. Varyans Ayırtırması

Değişkenlerin kendi şoklarından ve diğer değişkenlerin şoklarından ortaya çıkan değişimlerin oranı Varyans Ayırtırması ile gösterilmektedir. İlk değişken ile ikinci değişkenin hata varyansları oranı tüm dönemler için sıfır ise ikinci değişkenin dışsal olduğu, sıfırdan farklı ise içsel olduğu sonucuna varılmaktadır. Varyans ayırtırması bir dönemdeki hatanın belli bir dönem sonrası için ortalama kare hatası içindeki oranını ifade etmektedir (Sevüktekin ve Çınar, 2017:515).

2.2.3. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ampirik Sonuçları

Türkiye'de yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkinin sonuçları ilk olarak ayrı ayrı yenilenebilir enerji kaynakları ve toplam yenilenebilir enerji olarak iki ayrı başlıkta incelenmiştir. Literatürde genel olarak yenilenebilir enerji-büyüme ilişkisi yıllık verilerle incelenmiştir. Bu tezde aylık verilerle ve her bir ayrı enerji kaynağuna göre ayrı ayrı analiz yapılmıştır.

2.2.3.1.Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Göre Sonuçlar

Yenilenebilir enerjide son yıllarda hidrolik dışında diğer yenilenebilir enerji kaynakları önemli gelişim göstermiştir. Literatürün büyük bir bölümünde sadece toplam yenilenebilir enerjinin gelişimi incelendiği için Türkiye yenilenebilir enerji verilerinde hidroelektrik enerjinin ağırlığı görülmektedir. Ancak son yıllarda özellikle güneş, rüzgâr, biyokütle ve jeotermal enerjideki artış göz önüne alındığında, her bir yenilenebilir enerji kaynağının ayrı ayrı incelenmesi gereği önem kazanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları olarak hidrolik, jeotermal, rüzgâr, güneş, biyokütle, dalga, kıyı, okyanus gibi birçok kaynak olmasına karşın bu tezde sadece hidrolik, jeotermal, rüzgâr, güneş ve biyokütle alınmış olup alt başlıklarda ayrı ayrı analizleri gerçekleştirılmıştır.

2.2.3.1.1.Hidroelektrik

Hidroelektrik enerji üretimi, ekonomik büyümeye arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkisini incelemek amacıyla Shahbaz vd. (2015), Tuğcu vd. (2012) ve Azad vd. (2014)'ün çalışmalarında kullandığı (2.25) numaralı model kurulmuştur.

$$SAN_t = f\{HID_t, SERM_t, ISGC_t\} \quad (2.25)$$

Modelde SAN_t , büyümeyi temsilen sanayi üretim endeksini; HID_t , hidroelektrik enerjisinden elektrik üretimini; $SERM_t$, sermaye oluşumunu ve $ISGC_t$ iş gücünü göstermektedir. Analiz sonuçlarında hidroelektrik enerjisinden elektrik üretimi ile Sanayi Üretim Endeksi arasındaki ilişki incelendiği için sadece HID ve SAN değişkenleri yorumlanmış olup sermaye oluşumu ve iş gücü ile ilgili yorumlara yer verilmemiştir. Modelin logaritmik formu (2.26) numaralı denklemdeki gibidir.

$$\text{LnSAN}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \text{lnHID}_t + \alpha_2 \text{lnSERM}_t + \alpha_3 \text{lnISGC}_t + u_t \quad (2.26)$$

Hidrolik enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi, Kısıtlanmamış Hata Düzeltme Modeli (UECM)'ye dayanarak ve (2.26) numaralı denklem dikkate alınarak kısa ve uzun dönem ilişkiler aşağıdaki gibi modellenmektedir.

$$\begin{aligned} \Delta \text{LSAN}_t = & \beta_0 + \beta_s \text{LSAN}_{t-1} + \beta_h \text{LHID}_{t-1} + \beta_l \text{LISGC}_{t-1} + \beta_k \text{LSER}_{t-1} + \sum_{i=1}^P \beta_i \Delta \text{lnSAN}_{t-i} \\ & + \sum_{j=0}^q \beta_j \Delta \text{lnHID}_{t-j} + \sum_{l=0}^s \beta_l \Delta \text{lnISGC}_{t-l} + \sum_{m=0}^t \beta_m \Delta \text{lnSER}_{t-m} + \mu_t \end{aligned} \quad (2.27)$$

Yukarıdaki (2.27) numaralı denklem, t periyodunda Δ , fark operatörünü ve μ_t kalıntı terimini göstermektedir. Uzun dönem ilişkisi için boş hipotez ve alternatif hipotez aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

- H_0 : Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi yoktur. ($\beta_s = \beta_h = \beta_l = \beta_k = 0$)
- H_1 : Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi vardır. ($\beta_s \neq \beta_h \neq \beta_l \neq \beta_k \neq 0$)

Hipotezlere göre Pesaran vd. (2001) tarafından oluşturulan üst kritik değer (upper critical bound, UCB) ve alt kritik değer (lower critical bound, LCB) kullanılarak değişkenler arasında uzun dönem ilişki olup olmadığı incelenmelidir. Ayrıca uzun dönem ilişki olması durumunda ECT (Hata Düzeltme Terimi) eklenerek VECM (Vektör Hata Düzeltme Modeli) aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır:

$$\begin{aligned} \Delta \text{LSAN}_t = & \beta_{01} + \sum_{i=1}^l \beta_{11} \Delta \text{lnSAN}_{t-i} + \sum_{j=1}^m \beta_{22} \Delta \text{lnHID}_{t-j} + \sum_{r=1}^n \beta_{33} \Delta \text{lnISGC}_{t-r} + \sum_{s=1}^p \beta_{44} \Delta \text{lnSER}_{t-s} \\ & + \tau_1 \text{ECT}_{t-1} + \mu_{1t} \end{aligned} \quad (2.28)$$

Yukarıdaki (2.28) numaralı denklemde ECT terimi değişkenler arasında kurulan uzun dönemli ilişkiyi doğrulamakta ve kısa dönemden uzun dönemdeki dengeye ulaşmaktaki hızını göstermektedir (Shahbaz vd., 2015).

ARDL eşbüütünleşme testini yaparken önce uygun gecikme uzunluğunun tespit edilmesi gerekmektedir. En iyi ARDL modelini seçmek için yardımcı olacak gecikme uzunluğunu tespit etmek için Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılmıştır. Ayrıca modelde 2008 Haziran ayında yapısal kırılma tespit edildiği için sabit regresör olarak

kukla değişken eklenmiş ve maksimum 8 gecikmeli olarak model kurulmuştur. Gecikme uzunluğu sonuçları Tablo 2.8'de verilmiştir.

Tablo 2.8. Hidrolik ARDL Modeli Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti

Model	LogL	AIC*	BIC	HQ	Adj. R-sq	Seçim
5022	402.702502	-4.996234*	-4.841166	-4.933259	0.991616	ARDL(2, 1, 0, 0)
5013	403.058696	-4.988085	-4.813633	-4.917238	0.991598	ARDL(2, 1, 1, 0)
5021	402.862979	-4.985607	-4.811156	-4.914760	0.991577	ARDL(2, 1, 0, 1)
4293	402.816871	-4.985024	-4.810572	-4.914177	0.991572	ARDL(3, 1, 0, 0)
4941	402.703682	-4.983591	-4.809139	-4.912744	0.991560	ARDL(2, 2, 0, 0)
3564	403.567561	-4.981868	-4.788033	-4.903149	0.991595	ARDL(4, 1, 0, 0)
5751	400.274827	-4.978162	-4.842478	-4.923059	0.991412	ARDL(1, 1, 0, 0)
5012	403.213524	-4.977386	-4.783551	-4.898667	0.991558	ARDL(2, 1, 1, 1)

Not: AIC kriterine göre en uygun gecikme * ile gösterilmiştir. AIC: Akaike bilgi kriteri, HQ: Hannan-Quinn bilgi kriteri, BIC: Bayes Bilgi Kriteri

Hidrolik enerji için kurulan ARDL modelinde uygun model ARDL (2,1,0,0) modeli seçilmiştir. Kurulan modele göre oluşturulan ARDL sınır testi sonuçları Tablo 2.9'da verilmiştir.

Tablo 2.9. Hidrolik ARDL Sınır Testi Sonuçları

Kritik Sınır Değerleri			F istatistiği	k değeri
Anlamlılık	Alt Sınır	Üst Sınır		
%10	2,37	3,2	7.092	3
%5	2,79	3,67		
%1	3,65	4,66		

Tablo 2.9'a göre modelde 3 tane bağımsız değişken olduğu (k), hesaplanan F istatistiğinin ise Pesaran vd. (2001)'in tüm anlamlılık seviyelerinde üst kritik sınırlarından büyük olduğundan dolayı seriler arasında eşbüütünleşme olduğuna karar verilmiştir. Bu aşamadan sonra seriler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkileri saptamak amacıyla ARDL modeli kurulmuştur. ARDL (2,1,0,0) modeline ait tahmin ve tanışal test sonuçları Tablo 2.10'da özetlenmiştir.

Tablo 2.10. Hidrolik ARDL (2,1,0,0) Modelinin Tahmin Sonuçları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
LSAN(-1)	0.611	0.079	7.667	0.0000
LSAN(-2)	0.146	0.074	1.972	0.0503
LHID	-0.002	0.012	-0.167	0.8676
LHID(-1)	0.036	0.013	2.821	0.0054
LISGC	0.340	0.087	3.885	0.0002

LSERM	0.048	0.018	2.648	0.0089
C	0.036	1.036	-3.792	0.0002
Tanısal Testler				
Otokorelasyon		Breusch-Godfrey LM testi	2,757 (0,2520)	
Değişen Varyans		White Testi	29,834 (0,792)	
Model Belirleme Hatası		Ramsey Reset Testi	0,3583 (0,5504)	

Not: Breusch-Godfrey LM testi ve Değişen Varyans White testi sonucundaki ilk ifade gözlem*R-kare değeri, parantez içindeki değer ise olasılık değeridir. Ramsey Reset testinde ilk ifade F istatistiği, parantez içindeki değer ise olasılık değeridir.

Uygun gecikme uzunluğu tahmin edilen ARDL (2,1,0,0) modeli ile ilgili tanısal test sonuçlarına göre Sanayi Üretim Endeksindeki değişimlerin %99,22'si modeldeki değişimeler tarafından açıklanabildiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca modelde, değişen varyans, otokorelasyon ve model kurma hatasının olmadığı sonuçlarına ulaşılmıştır. ARDL (2,1,0,0) modelinin uzun dönem katsayılarının sonuçları Tablo 2.11'de verilmiştir.

Tablo 2.11. Hidrolik ARDL (2,1,0,0) Modelinin Uzun Dönem Katsayıları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
LHID	0.143	0.046	3.063	0.0026
LISGC	1.409	0.094	14.927	0.0000
LSERM	0.200	0.044	4.5518	0.0000
C	-16.251	0.964	-16.849	0.0000

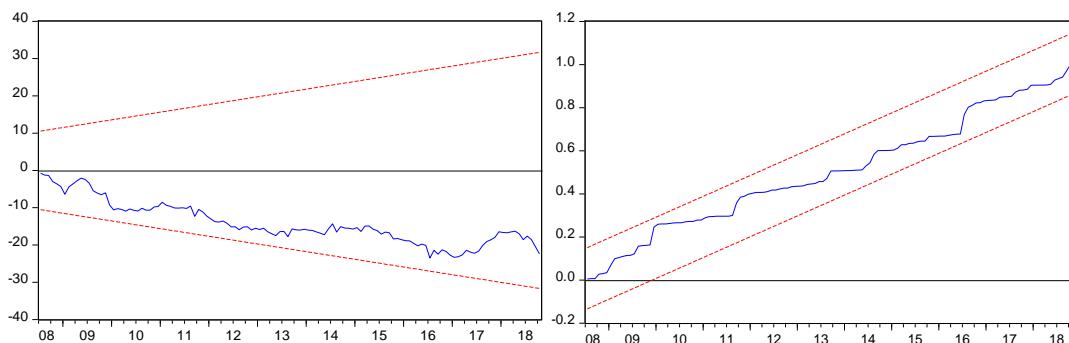
Tablo 2.11 sonuçlarına göre Hidroelektrik enerjisi üretimi, işgücü ve sermaye değişkenlerinin katsayısı istatiksel olarak anlamlı olup, hidroelektrik enerji üretiminde meydana gelen %1'lik artış, sanayi üretimini %0,14 oranında artırmakta olduğu sonucuna ulaşmıştır. Buna göre, hidrolik enerji üretiminin sanayi üretimi üzerinde pozitif bir etkisinin olduğuna ulaşmıştır. ARDL (2,1,0,0) modelinin kısa dönem katsayılarının sonuçları Tablo 2.12'de verilmiştir.

Tablo 2.12. Hidrolik ARDL (2,1,0,0) Modelinin Kısa Dönem Katsayıları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
D(LSAN(-1))	-0.154	0.071	-2.155	0.0327
D(LHID)	-0.002	0.012	-0.164	0.8697
D(LISGC)	0.423	0.325	1.300	0.1954
D(LSERM)	0.064	0.042	1.507	0.1336
ECT(-1)	-0.248	0.039	-6.298	0.0000

Tablo 2.12 sonuçlarına göre sadece Sanayi Üretim Endeksinin 1 gecikmeli değeri kısa dönemde istatistiksel olarak anlamlı olarak bulunmuştur. Buna göre kısa dönemde hidroelektrik enerjisi üretiminin sanayi üretimi üzerinde etkisi olmadığı görülmektedir. Ayrıca hata düzeltme katsayısı (ECT) da negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olup kısa dönemde ortaya çıkan şokların %24'ünün bir ayda ortadan kalkacağını ve uzun dönemde dengesine yaklaşık 4 ayda gelebileceğini işaret etmektedir. ARDL modelinin kararlılığını incelemek için yapılan Cusum ve CusumQ testlerine ait grafik Şekil 2.10'da verilmiştir.

Şekil 2.10. Hidrolik Enerji için Cusum ve CusumQ Test Sonuçları



Şekil 2.10'a göre %5 anlamlılık seviyesinde modelin kritik sınırlar arasında kalması, hidrolik enerji için kurulan ARDL modelinin kararlılığını ve katsayıların istikrarlı oluşunu göstermektedir.

Nedensellik testi yapıılırken değişkenlerin durağanlığının ve eşbüütünleşme durumlarının tespit edilmesi gereklidir. Modelde LHID değişkeninin I(0), LSAN, LISGC ve LSER değişkenlerinin I(1) olmasından dolayı Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanmıştır.

Toda-Yamamoto nedensellik testinde farkı alınmış değişkenler arasında en yüksek bütünleşme derecesi $d_{max} = 1$ bulunmuştur. VAR modeli kurulurken, modelde aylık veriler kullanıldığı için maksimum gecikme uzunluğu 12 seçilmiş ve gecikme uzunluğu sonuçları Tablo 2.13'te verilmiştir.

Tablo 2.13. Hidrolik VAR Modeli için Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti

Gecikme	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	1397.966	NA	1.43e-13	-18.22178	-18.14255*	-18.18959
1	1426.112	54.45206	1.22e-13*	-18.38055*	-17.98441	-18.21963*
2	1436.178	18.94812	1.32e-13	-18.30298	-17.58994	-18.01333
3	1455.836	35.97528	1.26e-13	-18.35080	-17.32084	-17.93241
4	1462.624	12.06787	1.43e-13	-18.23038	-16.88352	-17.68326

5	1469.537	11.92874	1.61e-13	-18.11160	-16.44783	-17.43575
6	1477.663	13.59650	1.80e-13	-18.00867	-16.02799	-17.20409
7	1485.067	12.00077	2.02e-13	-17.89630	-15.59871	-16.96298
8	1492.139	11.09266	2.29e-13	-17.77959	-15.16509	-16.71754
9	1498.521	9.677936	2.63e-13	-17.65387	-14.72247	-16.46309
10	1506.305	11.39636	2.97e-13	-17.54647	-14.29816	-16.22695
11	1519.131	18.10707	3.15e-13	-17.50498	-13.93976	-16.05673
12	1576.845	78.46103*	1.87e-13	-18.05026	-14.16813	-16.47328

Not: AIC kriterine göre en uygun gecikme * ile gösterilmiştir. LR: Ardişık Değiştirilmiş test istatistiği, FPE: Final Tahmin Hatası, AIC: Akaike bilgi kriteri, SC: Schwarz bilgi kriteri, HQ: Hannan-Quinn bilgi kriteri

VAR modeli için en uygun gecikme, AIC kriterine göre 1 olarak belirlenmiştir. En uygun gecikme uzunluğu $k=1$ ve $d_{\max}=1$ olduğu için $(k+d_{\max})=2$ olacak şekilde her değişkenin 2.gecikmeleri modele dahil edilmiş ve nedensellik testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 2.14'teki gibidir.

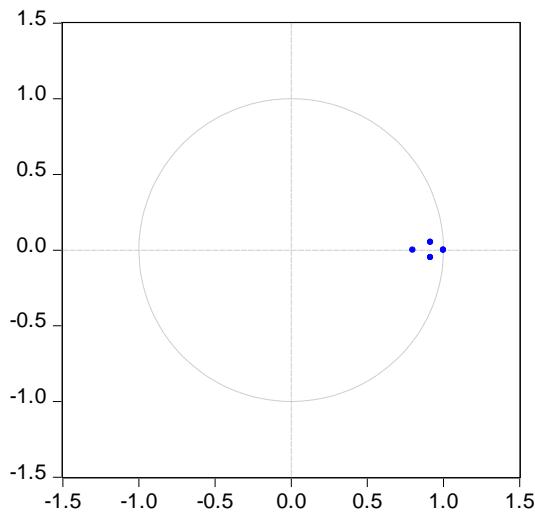
Tablo 2.14. Hidrolik Enerji için Toda-Yamamoto Nedensellik Sonuçları

H ₀ Hipotezi	Gözlem	F-istat.	Olasılık	Karar	Sonuç
LHID Granger Nedeni Değildir LSAN	164	7,013	0.0081	RET	LHID → LSAN
LSAN Granger Nedeni Değildir LHID	164	0,117	0.7317	KABUL	Nedensellik Yok

Tablo 2.14 Toda-Yamamoto Nedensellik testinin sonuçları, LHID ile LSAN arasında LHID'den LSAN'a doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Yani Türkiye'de incelenen dönemde %5 anlamlılık düzeyinde hidroelektrik enerji üretimi, sanayi üretimini, dolayısıyla büyümeyi etkilemektedir. Sonuç olarak hidroelektrik enerjisinden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu "Büyüme Hipotezi" nin geçerli olduğu tespit edilmiştir. VAR modelinin istikrarlılığı için karakteristik köklerin birim çemberin içinde olup olmadığını inceleyen test sonucu Şekil 2.11'de verilmiştir.

Şekil 2.11. Hidrolik Enerji için VAR Modelinin İstikrarlılığı

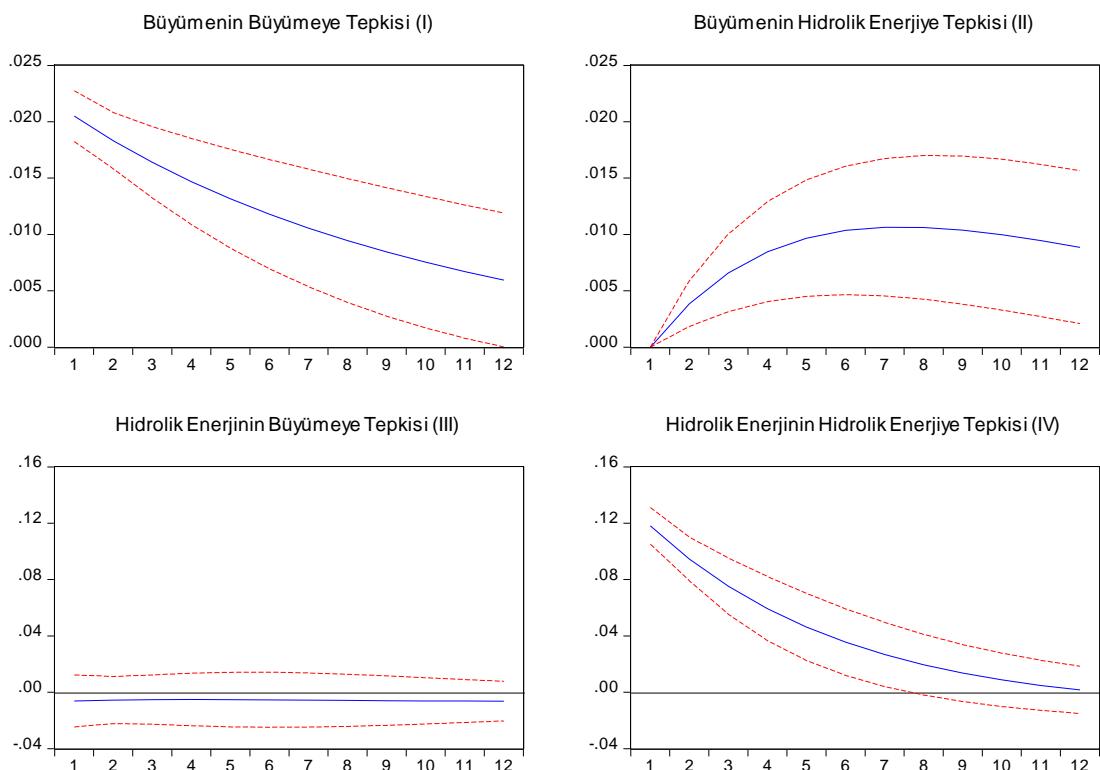
Karakteristik Polinomun Ters Kökleri



Şekil 2.11'e göre hesaplanan karakteristik köklerin hepsinin modülü mutlak değerce 1'den küçük olup, birim çemberin içinde yer almaktadır. Bu durum VAR modelinin kararlı olduğunu ve durağanlık koşullarını sağladığını göstermektedir.

Değişkenlerin etki-tepki fonksiyonları incelenirken 4 değişkenin birbirile etki ve tepkileri 16 grafik oluşturduğu ve yorumlanma zorluğu nedeniyle, daha önceden belirtildiği gibi sadece SAN ve HID değişkenlerinin birbirine ve kendilerini olan etki ve tepkiler incelenmiştir. Bu değişkenlerin hem kendi şoklarına hem de diğer değişkenin şoklarına verecekleri tepkiler 12 ay, yani 1 yıl için Şekil 2.12'de gösterilmiştir.

Şekil 2.12. Hidrolik Enerji için Etki- Tepki Fonksiyonları



Şekil 2.12'nin (I) bölümünde büyümenin kendisine verdiği tepkinin pozitif olduğu ve zamanla bu tepkinin azaldığı görülmektedir. (II)'de büyümenin hidrolik enerjiye tepkisinin pozitif olduğu ve zamanla arttığı görülmektedir. Yani hidrolik enerjinin büyümeyi arttırma eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu sonuç Granger nedensellikte bulunan sonuçla uyumlu olduğu görülmektedir. (III)'de hidrolik enerjinin büyümeye tepkisinin negatif ve çok az etkisinin olduğu görülmektedir. (IV)'de hidrolik enerjinin kendisine verdiği tepkinin pozitif olduğu ve zamanla azaldığı sonuçlarına varılmaktadır.

Hidrolik enerji, işgücü ve sermayenin bağımlı değişken olan Sanayi Üretim Endeksi üzerinde hangi değişkenin daha çok payı olduğunu ölçmek amacıyla Varyans Ayristırması yapılmıştır. Sonuçlar 12 gecikme için hesaplanmış ve ilk sütun gecikme değerlerini, ikinci sütun standart hatalarını, diğer sütunlar ise bağımlı değişken ve bağımsız değişkenlerin etkilerini göstermektedir. Sonuçlar Tablo 2.15'te verilmiştir.

Tablo 2.15. Sanayi Üretimi-Hidrolik için Varyans Ayristirma Sonuçları

Gecikme	Standart Hata	LSAN	LHID	LISGC	LSER
1	0.020494	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.027758	98.04582	1.921290	0.022164	0.010725
3	0.032918	94.52099	5.375106	0.078370	0.025536
4	0.037050	90.32278	9.467611	0.171490	0.038115
5	0.040525	86.04092	13.61001	0.302932	0.046132
6	0.043505	82.00255	17.47416	0.473690	0.049602
7	0.046077	78.35687	20.90871	0.684826	0.049597
8	0.048296	75.14791	23.86704	0.937562	0.047481
9	0.050206	72.36389	26.35839	1.233198	0.044525
10	0.051846	69.96679	28.41850	1.572959	0.041757
11	0.053250	67.90887	30.09337	1.957837	0.039922
12	0.054449	66.14122	31.43083	2.388452	0.039500

Tablo 2.15'e göre sanayi üretiminde meydana gelen değişimi ilk dönemde tamamen kendisi açıklarken, ikinci dönemde itibaren bu oran %98'e inmiştir. İkinci dönemde hidrolik enerjinin açıklama derecesi %1,92 olurken, işgütünün %0,22 ve sermayenin ise %0,01 olarak gerçekleşmiştir. Hidrolik enerjinin payı artarak 12 ay sonunda %31'e kadar çıkmıştır.

2.2.3.1.2.Jeotermal

Jeotermal enerji üretimi, ekonomik büyümeye arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkisini incelemek amacıyla Shahbaz vd. (2015), Tuğcu vd. (2012) ve Azad vd. (2014)'ün çalışmalarında kullandığı (2.29) numaralı model kurulmuştur:

$$SAN_t = f\{JEO_t, SERM_t, ISGC_t\} \quad (2.29)$$

Modelde SAN_t , büyümeyi temsilen sanayi üretim endeksini; JEO_t , jeotermal enerjiden elektrik üretimini; $SERM_t$, sermaye oluşumunu ve $ISGC_t$ işgütünü göstermektedir. Analiz sonuçlarında jeotermal enerjiden elektrik üretimi ile Sanayi Üretim Endeksi arasındaki ilişki incelendiği için sadece JEO ve SAN değişkenleri yorumlanmış olup sermaye oluşumu ve işgütü ile ilgili yorumlara yer verilmemiştir. Modelin logaritmik formu (2.30) numaralı denklemdeki gibidir.

$$\ln SAN_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln JEO_t + \alpha_2 \ln SERM_t + \alpha_3 \ln ISGC_t + u_t \quad (2.30)$$

Jeotermal enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi, Kısıtlanmamış Hata Düzeltme (UECM) modeline dayanarak ve (2.30) numaralı denklem dikkate alınarak kısa ve uzun dönem ilişkiler aşağıdaki gibi modellenmektedir:

$$\begin{aligned}\Delta LSAN_t = & \beta_0 + \beta_s LSAN_{t-1} + \beta_h LJEO_{t-1} + \beta_l LISGC_{t-1} + \beta_k LSER_{t-1} + \sum_{i=1}^P \beta_i \Delta lnSAN_{t-i} \\ & + \sum_{j=0}^q \beta_j \Delta lnJEO_{t-j} + \sum_{l=0}^s \beta_l \Delta lnISGC_{t-l} + \sum_{m=0}^t \beta_m \Delta lnSER_{t-m} + \mu_t\end{aligned}\quad (2.31)$$

Yukarıdaki (2.31) numaralı denklem, t periyodunda Δ , fark operatörünü ve μ_t kalıntı terimini göstermektedir. Uzun dönem ilişkisi için boş hipotez ve alternatif hipotez şu şekilde tanımlanmıştır:

- H_0 : Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi yoktur. ($\beta_s = \beta_h = \beta_l = \beta_k = 0$)
- H_1 : Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi vardır. ($\beta_s \neq \beta_h \neq \beta_l \neq \beta_k \neq 0$)

Hipotezlere göre Pesaran vd. (2001) tarafından oluşturulan üst kritik değer ve alt kritik değer kullanılarak değişkenler arasında uzun dönem ilişki olup olmadığı incelenmelidir. Ayrıca uzun dönem ilişki olması durumunda ECT (Hata Düzeltme Terimi) eklenerek VECM (Vektör Hata Düzeltme Modeli) aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır:

$$\begin{aligned}\Delta LSAN_t = & \beta_{01} + \sum_{i=1}^l \beta_{11} \Delta lnSAN_{t-i} + \sum_{j=1}^m \beta_{22} \Delta lnJEO_{t-j} + \sum_{r=1}^n \beta_{33} \Delta lnISGC_{t-r} + \sum_{s=1}^p \beta_{44} \Delta lnSER_{t-s} \\ & + \tau_1 ECT_{t-1} + \mu_{1t}\end{aligned}\quad (2.32)$$

Yukarıdaki (2.32) numaralı denklemde ECT terimi değişkenler arasında kurulan uzun dönemli ilişkiyi doğrulamakta ve kısa dönemden uzun dönemdeki dengeye ulaşmaktaki hızını göstermektedir (Shahbaz vd., 2015).

ARDL eşbüütünleşme testini yaparken önce uygun gecikme uzunluğunun tespit edilmesi gerekmektedir. En iyi ARDL modelini seçmek için yardımcı olacak gecikme uzunluğunu tespit etmek için Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılmıştır. Ayrıca modelde 2008 Eylül ayında yapısal kırılma tespit edildiği için sabit regresör olarak kukla değişken eklenmiş ve maksimum 8 gecikmeli olarak model kurulmuştur. Gecikme uzunluğu sonuçları Tablo 2.16'da verilmiştir.

Tablo 2.16. Jeotermal ARDL Modeli Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti

Model	LogL	AIC*	BIC	HQ	Adj. R-sq	Seçim
4986	410.350463	-5.042411	-4.809809	-4.947948	0.992181	ARDL(2, 1, 4, 0)
4905	410.595575	-5.032855	-4.780870	-4.930521	0.992152	ARDL(2, 2, 4, 0)
5022	405.578856	-5.032644	-4.877576	-4.969669	0.991916	ARDL(2, 1, 0, 0)
4968	411.549670	-5.032274	-4.760905	-4.922068	0.992192	ARDL(2, 1, 6, 0)
4257	410.509574	-5.031767	-4.779781	-4.929432	0.992143	ARDL(3, 1, 4, 0)
5013	406.434359	-5.030815	-4.856363	-4.959968	0.991949	ARDL(2, 1, 1, 0)
4985	410.411892	-5.030530	-4.778545	-4.928196	0.992133	ARDL(2, 1, 4, 1)
4977	410.351710	-5.029768	-4.777783	-4.927434	0.992127	ARDL(2, 1, 5, 0)

Not: AIC kriterine göre en uygun gecikme * ile gösterilmiştir. AIC: Akaike bilgi kriteri, HQ: Hannan-Quinn bilgi kriteri, BIC: Bayes Bilgi Kriteri

Jeotermal enerji için kurulan ARDL modelinde uygun model ARDL (2,1,4,0) modeli seçilmiştir. Kurulan modele göre oluşturulan ARDL sınır testi sonuçları Tablo 2.17'de verilmiştir:

Tablo 2.17. Jeotermal ARDL Sınır Testi Sonuçları

Kritik Sınır Değerleri			F istatistiği	k değeri
Anlamlılık	Alt Sınır	Üst Sınır		
%10	2,37	3,2	9.734	3
%5	2,79	3,67		
%1	3,65	4,66		

Tablo 2.17'ye göre modelde 3 tane bağımsız değişken olduğu (k), hesaplanan F istatistiğinin ise Pesaran vd. (2001)'in tüm anlamlılık seviyelerinde üst kritik sınırdan büyük olduğundan dolayı seriler arasında eşbüütünleşme olduğuna karar verilmiştir. Bu aşamadan sonra seriler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkileri saptamak amacıyla ARDL modeli kurulmuştur. ARDL (2,1,4,0) modeline ait tahmin ve tanışal test sonuçları Tablo 2.18'de özetlenmiştir.

Tablo 2.18. Jeotermal ARDL (2,1,4,0) Modelinin Tahmin Sonuçları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
LSAN(-1)	0.545837	0.079558	6.860876	0.0000
LSAN(-2)	0.230024	0.078729	2.921718	0.0040
LJEO	0.002386	0.008118	0.293921	0.7692
LJEO(-1)	0.027401	0.007710	3.553908	0.0005
LISGC	0.192452	0.408348	0.471295	0.6381
LISGC(-1)	0.102245	0.641748	0.159322	0.8736

LISGC (-2)	-0.687052	0.630976	-1.088872	0.2780
LISGC (-3)	-0.456800	0.660718	-0.691369	0.4904
LISGC (-4)	0.886820	0.417873	2.122224	0.0355
LSERM	0.055679	0.018617	2.990759	0.0033
C	-0.933371	1.287028	-0.725214	0.4695
Tanısal Testler				
Otokorelasyon	Breusch-Godfrey LM testi		3,026 (0,220)	
Değişen Varyans	White Testi		33,905 (0,375)	
Model Belirleme Hatası	Ramsey Reset Testi		0,4079 (0,524)	

Not: Breusch-Godfrey LM testi ve Değişen Varyans White testi sonucundaki ilk ifade gözlem*R-kare değeri, parantez içindeki değer ise olasılık değeridir. Ramsey Reset testinde ilk ifade F istatistiği, parantez içindeki değer ise olasılık değeridir.

Uygun gecikme uzunluğu tahmin edilen ARDL (2,1,4,0) modeli ile ilgili tanısal test sonuçlarına göre Sanayi Üretim Endeksindeki değişimlerin %99,29'u modeldeki değişimeler tarafından açıklanabildiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca modelde, değişen varyans, otokorelasyon ve model kurma hatasının olmadığı sonuçlarına ulaşılmıştır. ARDL (2,1,4,0) modelinin uzun dönem katsayılarının sonuçları Tablo 2.19'da verilmiştir.

Tablo 2.19. Jeotermal ARDL (2,1,4,0) Modelinin Uzun Dönem Katsayıları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
LJEO	0.083888	0.040018	2.096237	0.0378
LISGC	0.614175	0.426312	1.440669	0.1518
LSERM	0.229400	0.045978	4.989323	0.0000
C	-8.041790	3.970108	-2.025585	0.0446

Tablo 2.19 sonuçlarına göre Jeotermal enerji üretimi, işgücü ve sermaye değişkenlerinin katsayısı istatiksel olarak anlamlı olup, jeotermal enerji üretiminde meydana gelen %1'lik artış, sanayi üretimini %0,08 oranında artırmakta olduğu sonucuna ulaşmıştır. Buna göre, jeotermal enerji üretiminin sanayi üretimi üzerinde pozitif bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. ARDL (2,1,4,0) modelinin kısa dönem katsayılarının sonuçları Tablo 2.20'de verilmiştir.

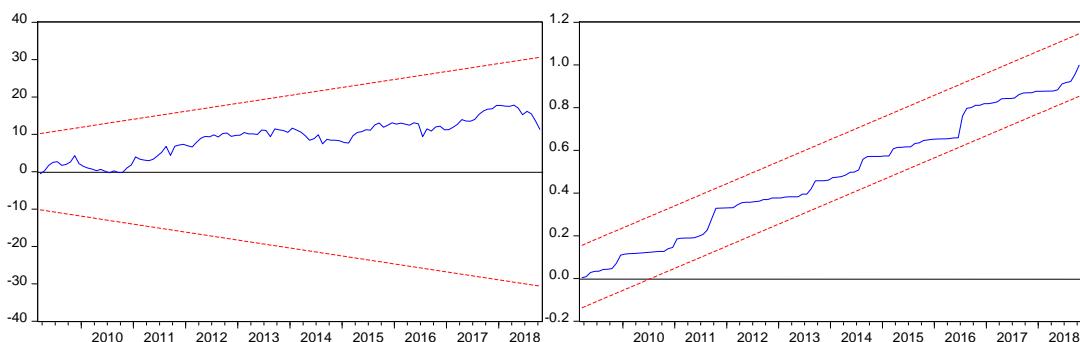
Tablo 2.20. Jeotermal ARDL (2,1,4,0) Modelinin Kısa Dönem Katsayıları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
D(LSAN(-1))	-0.269324	0.070658	-3.811667	0.0002
D(LJEO)	0.005218	0.007046	0.740465	0.4602

D(LISGC)	0.265177	0.332222	0.798191	0.4260
D(LSERM)	0.072066	0.040197	1.792819	0.0750
ECT(-1)	-0.211642	0.036419	-5.811374	0.0000

Tablo 2.20 sonuçlarına göre sadece Sanayi Üretim Endeksinin 1 gecikmeli değeri kısa dönemde istatistiksel olarak anlamlı olarak bulunmuştur. Buna göre kısa dönemde jeotermal enerjisi üretiminin sanayi üretimi üzerinde etkisi olmadığı görülmektedir. Ayrıca hata düzeltme katsayısı (ECT) da negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olup kısa dönemde ortaya çıkan şokların %21'inin bir ayda ortadan kalkacağını ve uzun dönem dengesine yaklaşık 5 ayda gelebileceğini işaret etmektedir. ARDL modelinin kararlılığını incelemek için yapılan Cusum ve CusumQ testlerine ait grafik Şekil 2.13'te verilmiştir.

Şekil 2.13. Jeotermal Enerji için Cusum ve CusumQ Test Sonuçları



Şekil 2.13'e göre %5 anlamlılık seviyesinde modelin kritik sınırlar arasında kalması, jeotermal enerji için kurulan ARDL modelinin kararlılığını ve katsayıların istikrarlı oluşunu göstermektedir.

Nedensellik testi yapılrken değişkenlerin durağanlığının ve eşbüütünleşme durumlarının tespit edilmesi gereklidir. Modelde LJEO, LSAN, LISG ve LSER değişkenlerinin hepsinin I(1) olduğundan dolayı geleneksel Granger nedensellik testi uygulanmıştır.

Granger nedensellik testi uygulanması için VAR modeli kurulurken, modelde aylık veriler kullanıldığı için maksimum gecikme uzunluğu 12 seçilmiş ve gecikme uzunluğu sonuçları Tablo 2.21'de verilmiştir.,

Tablo 2.21. Jeotermal VAR Modeli için Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti

Gecikme	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	384.0064	NA	8.45e-08	-4.935149	-4.856267	-4.903107
1	1447.469	2057.868	1.04e-13	-18.53855	-18.14414*	-18.37835
2	1483.945	68.68917	8.01e-14	-18.80448	-18.09454	-18.51611*
3	1503.164	35.19260	7.69e-14	-18.84628	-17.82082	-18.42974
4	1521.735	33.04202	7.45e-14*	-18.87967	-17.53868	-18.33496
5	1537.761	27.68138*	7.47e-14	-18.88001*	-17.22349	-18.20714
6	1547.304	15.98858	8.17e-14	-18.79616	-16.82411	-17.99512
7	1555.317	13.00725	9.12e-14	-18.69243	-16.40485	-17.76322
8	1565.832	16.52464	9.88e-14	-18.62120	-16.01810	-17.56383
9	1575.160	14.17287	1.09e-13	-18.53454	-15.61591	-17.34900
10	1582.795	11.20409	1.23e-13	-18.42590	-15.19175	-17.11220
11	1595.449	17.91311	1.31e-13	-18.38245	-14.83277	-16.94058
12	1610.457	20.46527	1.36e-13	-18.36957	-14.50435	-16.79953

Not: AIC kriterine göre en uygun gecikme * ile gösterilmiştir. LR: Ardışık Değiştirilmiş test istatistiği, FPE: Final Tahmin Hatası, AIC: Akaike bilgi kriteri, SC: Schwarz bilgi kriteri, HQ: Hannan-Quinn bilgi kriteri

VAR modeli için en uygun gecikme, AIC kriterine göre 5 olarak belirlenmiştir. En uygun gecikme uzunluğu 5 olacak şekilde nedensellik testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 2.22'de verilmiştir.

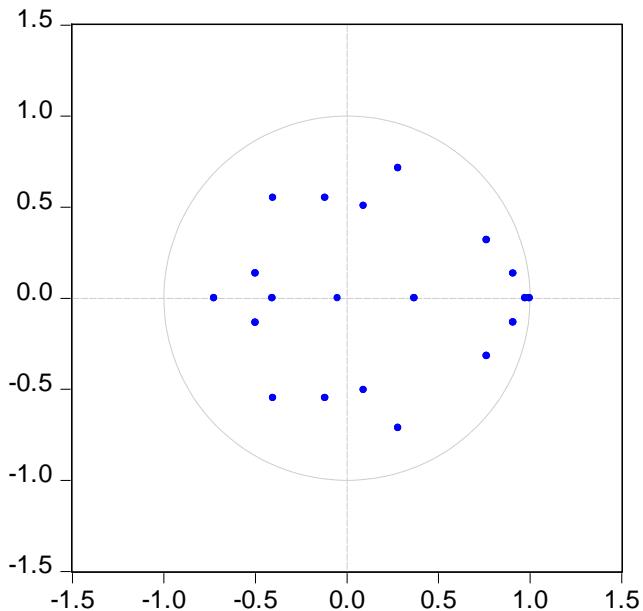
Tablo 2.22. Jeotermal Enerji için Granger Nedensellik Sonuçları

H₀ Hipotezi	Gözlem	F-istat.	Olasılık	Karar	Sonuç
LJEO Granger Nedeni Değildir LSAN	161	12,443	0.0292	RET	LJEO → LSAN
LSAN Granger Nedeni Değildir LJEO	161	21,594	0.0006	RET	LSAN → LJEO

Granger Nedensellik testinin sonuçları, LJEO ile LSAN arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Yani Türkiye'de incelenen dönemde %5 anlamlılık düzeyinde jeotermal enerji üretimi ile sanayi üretimi dolayısıyla büyümeye birbirini etkilemektedir. Sonuç olarak jeotermal enerji ile ekonomik büyümeye arasında çift yönlü nedenselliğin olduğu "Geri Besleme Hipotezi" nin geçerli olduğu tespit edilmiştir. VAR modelinin istikrarlılığı için karakteristik köklerin birim çemberin içinde olup olmadığını inceleyen test sonucu Şekil 2.14'te verilmiştir.

Şekil 2.14. Jeotermal Enerji için VAR Modelinin İstikrarlılığı

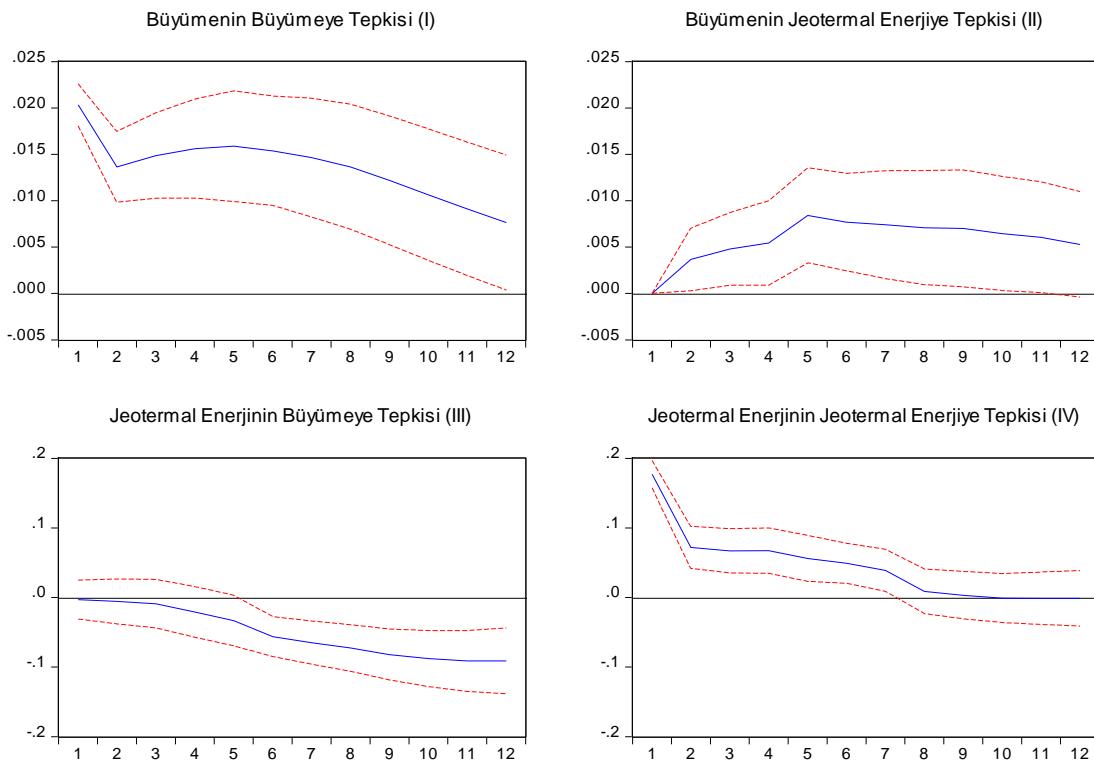
Karakteristik Polinomun Ters Kökleri



Şekil 2.14'e göre hesaplanan karakteristik köklerin hepsinin modülü mutlak değerce 1'den küçük olup birim çemberin içinde yer almaktadır. Bu durum VAR modelinin kararlı olduğunu ve durağanlık koşullarını sağladığını göstermektedir.

Değişkenlerin etki-tepki fonksiyonları incelenirken 4 değişkenin birbiriyle etki ve tepkileri 16 grafik oluşturduğu ve yorumlanma zorluğu nedeniyle, daha önceden belirtildiği gibi sadece SAN ve JEO değişkenlerinin birbirine ve kendilerini olan etki ve tepkiler incelenmiştir. Bu değişkenlerin hem kendi şoklarına hem de diğer değişkenin şoklarına verecekleri tepkiler 12 ay, yani 1 yıl için Şekil 2.15'te gösterilmiştir.

Şekil 2.15. Jeotermal Enerji için Etki- Tepki Fonksiyonları



Şekil 2.15'in (I) bölümünde büyümenin kendisine verdiği tepkinin pozitif olduğu ve zamanla bu tepkinin azalduğu görülmektedir. (II)'de büyümenin jeotermal enerjiye tepkisinin pozitif olduğu ve zamanla arttığı ve jeotermal enerjinin büyümeyi artırma eğiliminde olduğu görülmektedir. (III)'de jeotermal enerjinin büyümeye tepkisinin negatif olduğu ve (IV)'de hidrolik enerjinin kendisine verdiği tepkinin pozitif olduğu ve zamanla azalma eğiliminde olduğu sonuçlarına varılmaktadır.

Jeotermal enerji, işgücü ve sermayenin bağımlı değişken olan Sanayi Üretim Endeksi üzerinde hangi değişkenin daha çok payı olduğunu ölçmek amacıyla Varyans Ayristırması yapılmıştır. Sonuçlar 12 gecikme için hesaplanmış ve ilk sütun gecikme değerlerini, ikinci sütun standart hatalarını, diğer sütunlar ise bağımlı değişken ve bağımsız değişkenlerin etkilerini göstermektedir. Sonuçlar Tablo 2.23'te verilmiştir.

Tablo 2.23. Sanayi Üretimi-Jeotermal için Varyans Ayristırma Sonuçları

Gecikme	Standart Hata	LSAN	LJEO	LISGC	LSER
1	0.020338	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.024802	97.54891	2.189952	0.068092	0.193049
3	0.029350	95.31684	4.222786	0.317988	0.142385
4	0.033895	92.68595	5.750515	1.455661	0.107878
5	0.038598	88.39413	9.195352	2.326910	0.083611
6	0.042536	85.84953	10.83434	3.233649	0.082488

7	0.045786	84.31112	11.96941	3.638628	0.080835
8	0.048513	83.01828	12.79859	4.095220	0.087914
9	0.050683	81.84964	13.63881	4.407642	0.103903
10	0.052309	80.97711	14.32822	4.579270	0.115399
11	0.053500	80.31218	14.97936	4.585250	0.123213
12	0.054323	79.86957	15.47711	4.523271	0.130055

Tablo 2.23'e göre sanayi üretiminde meydana gelen değişimi ilk dönemde tamamen kendisi açıklarken, ikinci dönemde itibaren bu oran %97,5'e inmiştir. İkinci dönemde jeotermal enerjinin açıklama derecesi %2,18 olurken, işgütünün %0,06 ve sermayenin ise %0,19 olarak gerçekleşmiştir. Jeotermal enerjinin payı artarak 12 ay sonunda %15'e kadar çıkmıştır.

2.2.3.1.3.Biyokütle

Biyokütle enerji üretimi, ekonomik büyümeye arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkisini incelemek amacıyla Shahbaz vd. (2015), Tuğcu vd. (2012) ve Azad vd. (2014)'ün çalışmalarında kullandığı (2.33) numaralı model kurulmuştur:

$$SAN_t = f\{BIY_t, SERM_t, ISGC_t\} \quad (2.33)$$

Modelde SAN_t , büyümeyi temsilen sanayi üretim endeksini; BIY_t , biyokütle enerjisinden elektrik üretimini; $SERM_t$, sermaye oluşumunu ve $ISGC_t$ işgütünü göstermektedir. Analiz sonuçlarında biyokütle enerjisinden elektrik üretimi ile Sanayi Üretim Endeksi arasındaki ilişki incelendiği için sadece BIY ve SAN değişkenleri yorumlanmış olup sermaye oluşumu ve işgütü ile ilgili yorumlara yer verilmemiştir. Modelin logaritmik formu (2.34) numaralı denklemdeki gibidir:

$$\ln SAN_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln BIY_t + \alpha_2 \ln SERM_t + \alpha_3 \ln ISGC_t + u_t \quad (2.34)$$

Biyokütle enerjisi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi, Kısıtlanmamış Hata Düzeltme (UECM) modeline dayanarak ve yukarıdaki (2.34) numaralı denklem dikkate alınarak kısa ve uzun dönem ilişkiler aşağıdaki gibi modellenmektedir:

$$\begin{aligned} \Delta LSAN_t = & \beta_0 + \beta_s LSAN_{t-1} + \beta_h LBIY_{t-1} + \beta_l LISGC_{t-1} + \beta_k LSER_{t-1} + \sum_{i=1}^P \beta_i \Delta \ln SAN_{t-i} \\ & + \sum_{j=0}^q \beta_j \Delta \ln BIY_{t-j} + \sum_{l=0}^s \beta_l \Delta \ln ISGC_{t-l} + \sum_{m=0}^t \beta_m \Delta \ln SER_{t-m} + \mu_t \end{aligned} \quad (2.35)$$

Yukarıdaki (2.35) numaralı denklem, t periyodunda Δ , fark operatörünü ve μ_t kalıntı terimini göstermektedir. Uzun dönem ilişkisi için boş hipotez ve alternatif hipotez şu şekilde tanımlanmıştır:

- H_0 : Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi yoktur. ($\beta_s = \beta_h = \beta_l = \beta_k = 0$)
- H_1 : Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi vardır. ($\beta_s \neq \beta_h \neq \beta_l \neq \beta_k \neq 0$)

Hipotezlere göre Pesaran vd. (2001) tarafından oluşturulan üst kritik değer ve alt kritik değer kullanılarak değişkenler arasında uzun dönem ilişki olup olmadığı incelenmelidir. Ayrıca uzun dönem ilişki olmasının durumunda ECT (Hata Düzeltme Terimi) eklenerek VECM (Vektör Hata Düzeltme Modeli) aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır:

$$\begin{aligned} \Delta \text{LSAN}_t = & \beta_{01} + \sum_{i=1}^l \beta_{1i} \Delta \ln \text{SAN}_{t-i} + \sum_{j=1}^m \beta_{2j} \Delta \ln \text{BIY}_{t-j} + \sum_{r=1}^n \beta_{3r} \Delta \ln \text{ISGC}_{t-r} + \sum_{s=1}^p \beta_{4s} \Delta \ln \text{SER}_{t-s} \\ & + \tau_1 \text{ECT}_{t-1} + \mu_{1i} \end{aligned} \quad (2.36)$$

Yukarıdaki (2.36) numaralı denklemde ECT terimi değişkenler arasında kurulan uzun dönemli ilişkiyi doğrulamakta ve kısa dönemden uzun dönemdeki dengeye ulaşmaktaki hızını göstermektedir (Shahbaz vd., 2015).

ARDL eşbüütünleşme testini yaparken önce uygun gecikme uzunluğunun tespit edilmesi gerekmektedir. En iyi ARDL modelini seçmek için yardımcı olacak gecikme uzunüğünü tespit etmek için Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılmıştır. Ayrıca modelde 2008 Haziran ayında yapısal kırılma tespit edildiği için kukla değişken eklenmiş ve maksimum 8 gecikmeli olarak model kurulmuştur. Kukla değişken sabit regresör olarak modele dahil edildiğinde değişen varyans sorunu ortaya çıktıığı için kukla değişken sabit regresör olarak değil bağımsız değişken olarak modele dahil edilmiştir. Gecikme uzunluğu sonuçları Tablo 2.24'te verilmiştir.

Tablo 2.24. Biyokütle ARDL Modeli Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespitİ

Model	LogL	AIC*	BIC	HQ	Adj. R-sq	Seçim
45919	417.079565	-5.089615*	-4.798862	-4.971536	0.992669	ARDL(2, 0, 0, 0, 8)
45910	417.727270	-5.085155	-4.775019	-4.959205	0.992678	ARDL(2, 0, 0, 1, 8)
39358	417.274103	-5.079419	-4.769283	-4.953469	0.992635	ARDL(3, 0, 0, 0, 8)
39349	418.154655	-5.077907	-4.748387	-4.944085	0.992665	ARDL(3, 0, 0, 1, 8)
45190	417.127378	-5.077562	-4.767426	-4.951612	0.992622	ARDL(2, 1, 0, 0, 8)
45838	417.121538	-5.077488	-4.767352	-4.951538	0.992621	ARDL(2, 0, 1, 0, 8)
45829	417.781447	-5.073183	-4.743663	-4.939361	0.992631	ARDL(2, 0, 1, 1, 8)

45901	417.779983	-5.073164	-4.743645	-4.939342	0.992631	ARDL(2, 0, 0, 2, 8)
-------	------------	-----------	-----------	-----------	----------	---------------------

Not: AIC kriterine göre en uygun gecikme * ile gösterilmiştir. AIC: Akaike bilgi kriteri, HQ: Hannan-Quinn bilgi kriteri, BIC: Bayes Bilgi Kriteri

Biyokütle enerjisi için kurulan ARDL modelinde uygun model ARDL (2,0,0,0,8) modeli seçilmiştir. Kurulan modele göre oluşturulan ARDL sınır testi sonuçları Tablo 2.25'te verilmiştir.

Tablo 2.25. Biyokütle ARDL Sınır Testi Sonuçları

Kritik Sınır Değerleri			F istatistiği	k değeri
Anlamlılık	Alt Sınır	Üst Sınır		
%10	2,37	3,2	6.207	4
%5	2,79	3,67		
%1	3,65	4,66		

Tablo 2.25'e göre modelde 4 tane bağımsız değişken olduğu (k), hesaplanan F istatistiğinin ise Pesaran vd. (2001)'in tüm anlamlılık seviyelerinde üst kritik sınırlarından büyük olduğundan dolayı seriler arasında eşbüütünleşme olduğuna karar verilmiştir. Bu aşamadan sonra seriler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkileri saptamak amacıyla ARDL modeli kurulmuştur. ARDL (2,0,0,0,8) modeline ait tahmin ve tanışal test sonuçları Tablo 2.26'da özetlenmiştir.

Tablo 2.26. Biyokütle ARDL (2,0,0,0,8) Modelinin Tahmin Sonuçları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
LSAN(-1)	0.520144	0.079512	6.541716	0.0000
LSAN(-2)	0.235761	0.076800	3.069798	0.0026
LBIY	0.000309	0.009911	0.031161	0.9752
LISGC	0.353145	0.127445	2.770967	0.0063
LSERM	0.052207	0.018912	2.760465	0.0065
C	-3.856182	1.395707	-2.762888	0.0065
Tanısal Testler				
Otokorelasyon	Breusch-Godfrey LM testi		3,502 (0,1736)	
Değişen Varyans	White Testi		31,03 (0,3156)	
Model Belirleme Hatası	Ramsey Reset Testi		1,277 (0,2604)	

Not: Breusch-Godfrey LM testi ve Değişen Varyans White testi sonucundaki ilk ifade gözlem*R-kare değeri, parantez içindeki değer ise olasılık değeridir. Ramsey Reset testinde ilk ifade F istatistiği, parantez içindeki değer ise olasılık değeridir.

Uygun gecikme uzunluğu tahmin edilen ARDL (2,0,0,0,8) modeli ile ilgili tanışal test sonuçlarına göre Sanayi Üretim Endeksindeki değişimlerin %99,26'sı modeldeki değişimeler tarafından açıklanabildiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca modelde, değişen varyans, otokorelasyon ve model kurma hatasının olmadığı sonuçlarına ulaşılmıştır. ARDL (2,0,0,0,8) modelinin uzun dönem katsayılarının sonuçları Tablo 2.27'de verilmiştir.

Tablo 2.27. Biyokütle ARDL (2,0,0,0,8) Modelinin Uzun Dönem Katsayıları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
LBIY	0.001265	0.040598	0.031164	0.9752
LISGC	1.446752	0.314829	4.595351	0.0000
LSERM	0.213878	0.042284	5.058172	0.0000
C	-15.797882	3.223834	-4.900340	0.0000

Tablo 2.27 sonuçlarına göre biyokütle enerjisi üretimi katsayısı istatistiksel olarak anlamlı olmayıp, işgücü ve sermaye değişkenlerinin katsayısı istatistiksel olarak anlamlıdır. Biyokütle enerji üretiminde meydana gelen %1'lik artış, sanayi üretimini %0,0012 gibi az bir oranda artırmakta olduğu sonucuna ulaşmıştır. Buna göre, biyokütle enerji üretiminin sanayi üretimi üzerinde çok küçük bir etkisinin olduğuna ulaşmıştır. ARDL (2,0,0,0,8) modelinin kısa dönem katsayılarının sonuçları Tablo 2.28'de verilmiştir.

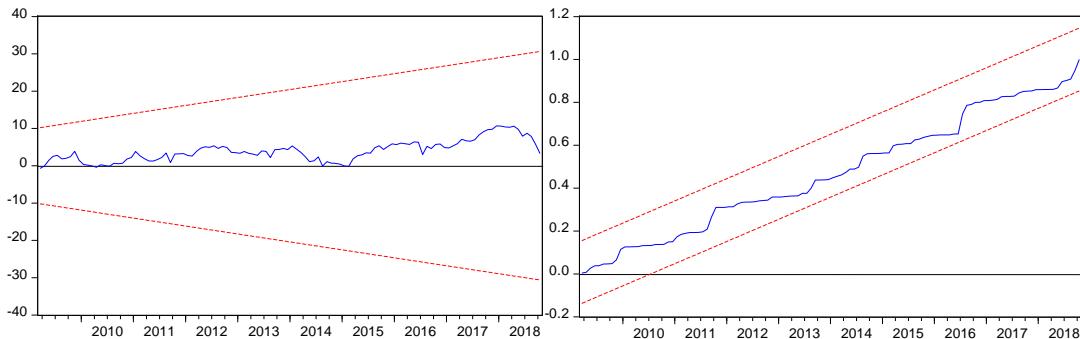
Tablo 2.28. Biyokütle ARDL (2,0,0,0,8) Modelinin Kısa Dönem Katsayıları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
D(LSAN(-1))	-0.261534	0.073032	-3.581100	0.0005
D(LBIY)	-0.003550	0.013814	-0.256977	0.7976
D(LISGC)	0.470014	0.356829	1.317198	0.1899
D(LSERM)	0.092922	0.040728	2.281505	0.0240
ECT(-1)	-0.231952	0.042940	-5.401772	0.0000

Tablo 2.28 sonuçlarına göre Sanayi Üretim Endeksinin 1 gecikmeli değeri ve sermaye değişkeni kısa dönemde istatistiksel olarak anlamlı olarak bulunmuştur. Buna göre kısa dönemde biyokütle enerjisi üretiminin sanayi üretimi üzerinde etkisi olmadığı görülmektedir. Ayrıca hata düzeltme katsayısı (ECT) da negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olup kısa dönemde ortaya çıkan şokların %23'ünün bir ayda

ortadan kalkacağını ve uzun dönem dengesine yaklaşık 4,5 ayda gelebileceğini işaret etmektedir. ARDL modelinin kararlılığını incelemek için yapılan Cusum ve CusumQ testlerine ait grafik Şekil 2.16'da verilmiştir.

Şekil 2.16. Biyokütle Enerjisi için Cusum ve CusumQ Test Sonuçları



Şekil 2.16'ya göre %5 anlamlılık seviyesinde modelin kritik sınırlar arasında kalması, biyokütle enerjisi için kurulan ARDL modelinin kararlılığını ve katsayıların istikrarlı oluşunu göstermektedir.

Nedensellik testi yapılrken değişkenlerin durağanlığının ve eşbüütünleşme durumlarının tespit edilmesi gereklidir. Modelde LBIY değişkeninin I(0), LSAN, LISGC ve LSER değişkenlerinin I(1) olduğundan dolayı Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanmıştır.

Toda-Yamamoto nedensellik testinde farkı alınmış değişkenler arasında en yüksek bütünleşme derecesi $d_{\max} = 1$ bulunmuştur. VAR modeli kurulurken, modelde aylık veriler kullanıldığı için maksimum gecikme uzunluğu 12 seçilmiş ve gecikme uzunluğu sonuçları Tablo 2.29'de verilmiştir.

Tablo 2.29. Biyokütle VAR Modeli için Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti

Gecikme	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	491.1809	NA	2.10e-08	-6.327025	-6.248143	-6.294983
1	1458.720	1872.250	9.03e-14	-18.68467	-18.29026*	-18.52446*
2	1480.061	40.18886	8.42e-14	-18.75404	-18.04411	-18.46567
3	1499.314	35.25491	8.08e-14	-18.79629	-17.77082	-18.37975
4	1517.125	31.68899	7.91e-14*	-18.81980*	-17.47881	-18.27509
5	1525.002	13.60645	8.82e-14	-18.71431	-17.05779	-18.04144
6	1534.458	15.84161	9.65e-14	-18.62932	-16.65728	-17.82828
7	1545.050	17.19516	1.04e-13	-18.55909	-16.27152	-17.62989
8	1556.277	17.64212	1.12e-13	-18.49710	-15.89400	-17.43973
9	1569.029	19.37580	1.18e-13	-18.45492	-15.53629	-17.26938

10	1579.273	15.03397	1.29e-13	-18.38017	-15.14601	-17.06646
11	1602.034	32.22063	1.20e-13	-18.46798	-14.91829	-17.02610
12	1624.779	31.01539*	1.13e-13	-18.55557	-14.69036	-16.98553

Not: AIC kriterine göre en uygun gecikme * ile gösterilmiştir. LR: Ardışık Değiştirilmiş test istatistiği, FPE: Final Tahmin Hatası, AIC: Akaike bilgi kriteri, SC: Schwarz bilgi kriteri, HQ: Hannan-Quinn bilgi kriteri

VAR modeli için en uygun gecikme, AIC kriterine göre 4 olarak belirlenmiştir. En uygun gecikme uzunluğu $k=4$ ve $d_{\max}=1$ olduğu için $(k+d_{\max})$, yani $(4+1)=5$ olacak şekilde her değişkenin 5. gecikmeleri modele dahil edilmiş ve nedensellik testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 2.30'da sunulmuştur.

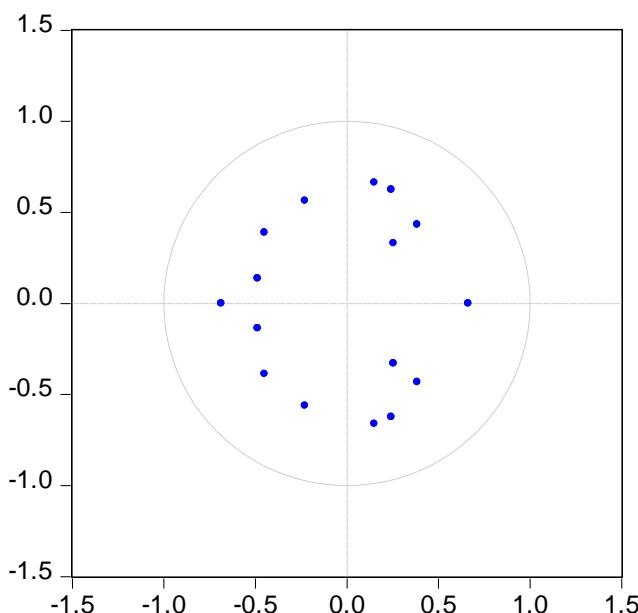
Tablo 2.30. Biyokütle Enerjisi için Toda-Yamamoto Nedensellik Sonuçları

H ₀ Hipotezi	Gözlem	F-istat.	Olasılık	Karar	Sonuç
LBIY Granger Nedeni Değildir LSAN	161	5,3090	0,2570	KABUL	Nedensellik Yok
LSAN Granger Nedeni Değildir LBIY	161	2,1240	0.7130	KABUL	Nedensellik Yok

Tablo 2.30 Toda-Yamamoto Nedensellik testinin sonuçları, LBIY ile LSAN arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığını ortaya koymaktadır. Yani Türkiye'de incelenen dönemde %5 anlamlılık düzeyinde biyokütle enerji üretimi, sanayi üretimini etkilememektedir. Sonuç olarak biyokütle enerjisi ile ekonomik büyümeye arasında nedenselliğin olmadığı "Tarafsızlık Hipotezi" nin geçerli olduğu tespit edilmiştir. VAR modelinin istikrarlılığı için karakteristik köklerin birim çemberin içinde olup olmadığını inceleyen test sonucu Şekil 2.17'de verilmiştir.

Şekil 2.17. Biyokütle Enerjisi için VAR Modelinin İstikrarlılığı

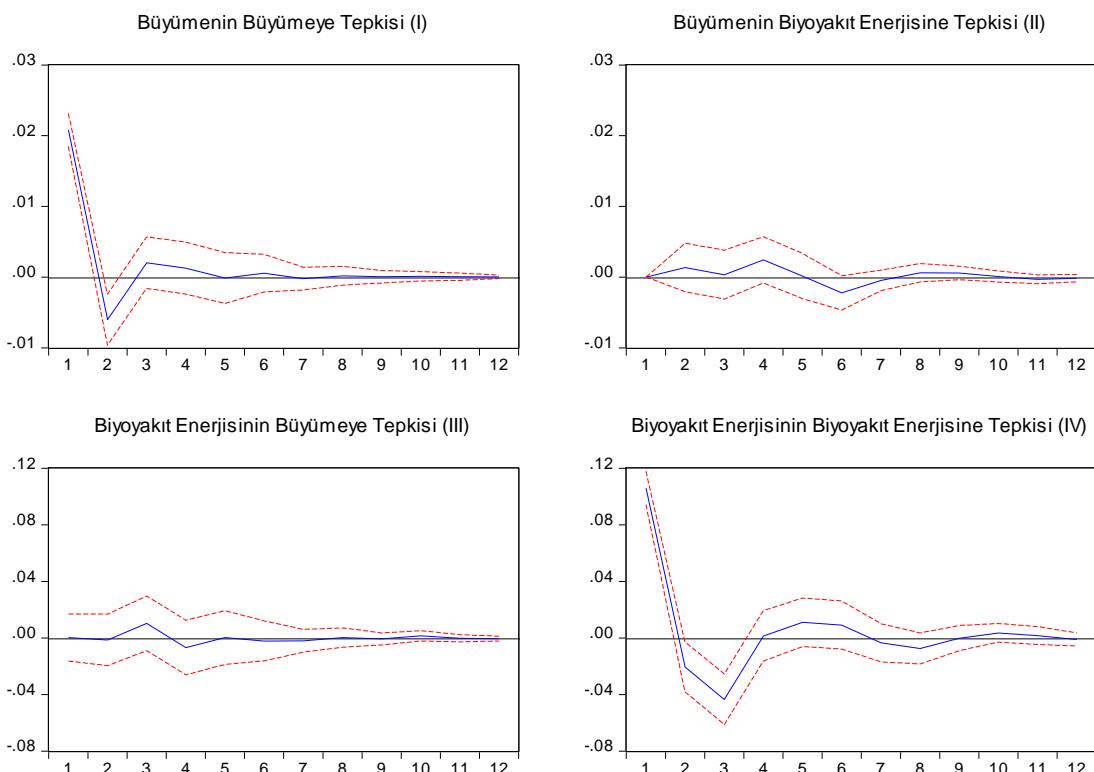
Karakteristik Polinomun Ters Kökleri



Şekil 2.17'ye göre hesaplanan karakteristik köklerin hepsinin modülü mutlak değerce 1'den küçük olup birim çemberin içinde yer almaktadır. Bu durum VAR modelinin kararlı olduğunu ve durağanlık koşullarını sağladığını göstermektedir.

Değişkenlerin etki-tepki fonksiyonları incelenirken 4 değişkenin birbiriyile etki ve tepkileri 16 grafik oluşturduğu ve yorumlanma zorluğu nedeniyle, daha önceden belirtildiği gibi sadece SAN ve BIY değişkenlerinin birbirine ve kendilerini olan etki ve tepkiler incelenmiştir. Bu değişkenlerin hem kendi şoklarına hem de diğer değişkenin şoklarına verecekleri tepkiler 12 ay, yani 1 yıl için Şekil 2.18'de gösterilmiştir.

Şekil 2.18. Biyokütle Enerjisi için Etki- Tepki Fonksiyonları



Şekil 2.18'in (I) bölümünde büyümenin kendisine verdiği tepkinin ilk 2 ayda pozitif olduğu, sonraki 2 ayda negatif olduğu ve zamanla bu tepkinin azaldığı görülmektedir. (II)'de büyümenin biyokütle enerjisine tepkisinin çok az olduğu görülmektedir. Yani biyokütle enerjisinin büyümeyi artırmaya ya da azaltma eğiliminin çok zayıf olduğu görülmektedir. Bu sonuç Granger nedensellikte değişkenler arasında nedensellik olmadığı sonucu ile uyumlu olduğu görülmektedir. (III)'de biyokütle enerjisinin büyümeye tepkisinin çok az olduğu görülmektedir. Aynı şekilde yapılan

Granger nedensellik testinde nedenselliğin olmadığı sonucu ile uyumludur. (IV)'de biyokütle enerjisinin kendisine verdiği tepkinin değişkenlik gösterdiği, ilk iki ayda pozitif, sonraki iki ayda negatif olduğu görülmektedir.

Biyokütle enerjisi, işgücü ve sermayenin, bağımlı değişken olan Sanayi Üretim Endeksi üzerinde hangi değişkenin daha çok payı olduğunu ölçmek amacıyla Varyans Ayırtırması yapılmıştır. Sonuçlar 12 gecikme için hesaplanmış ve ilk sütun gecikme değerlerini, ikinci sütun standart hatalarını, diğer sütunlar ise bağımlı değişken ve bağımsız değişkenlerin etkilerini göstermektedir. Sonuçlar Tablo 2.31'de verilmiştir.

Tablo 2.31. Sanayi Üretimi-Biyokütle için Varyans Ayırtırma Sonuçları

Gecikme	Standart Hata	LSAN	LBIY	LISGC	LSE
1	0.020825	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.021770	99.12347	0.381632	0.147656	0.347240
3	0.021912	98.69189	0.400715	0.532516	0.374874
4	0.022304	95.57930	1.581763	2.475980	0.362959
5	0.022308	95.54956	1.585398	2.493080	0.371963
6	0.022426	94.60117	2.562623	2.467385	0.368820
7	0.022442	94.47831	2.602731	2.502492	0.416470
8	0.022454	94.38906	2.674543	2.508306	0.428096
9	0.022461	94.32785	2.737549	2.506779	0.427817
10	0.022462	94.32134	2.738251	2.509553	0.430860
11	0.022464	94.30160	2.757626	2.509049	0.431724
12	0.022465	94.29570	2.762169	2.509596	0.432537

Tablo 2.31'e göre sanayi üretiminde meydana gelen değişimi ilk dönemde tamamen kendisi açıklarken, ikinci dönemden itibaren bu oran %99'a inmiştir. İkinci dönemde biyokütle enerjisinin açıklama derecesi %0,38 olurken, işgürünün %0,14 ve sermayenin ise %0,34 olarak gerçekleşmiştir. Biyokütle enerjisinin payı çok az artarak 12 ay sonunda %2,76 olmuştur.

2.2.3.1.4.Rüzgâr

Rüzgâr enerjisi üretimi ve ekonomik büyümeye arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkisini incelemek amacıyla Shahbaz vd. (2015), Tuğcu vd. (2012) ve Azad vd. (2014)'ün çalışmalarında kullandığı (2.37) numaralı model kurulmuştur:

$$SAN_t = f\{RUZ_t, SERM_t, ISGC_t\} \quad (2.37)$$

Modelde SAN_t , büyümeyi temsilen sanayi üretim endeksini; RUZ_t , rüzgâr enerjisinden elektrik üretimini; $SERM_t$, sermaye oluşumunu ve $ISGC_t$ işgürünü

göstermektedir. Analiz sonuçlarında rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi ile Sanayi Üretim Endeksi arasındaki ilişki incelendiği için sadece RUZ ve SAN değişkenleri yorumlanmış olup sermaye oluşumu ve işgücü ile ilgili yorumlara yer verilmemiştir. Modelin logaritmik formu (2.38) numaralı denklemde verilmiştir:

$$\text{LnSAN}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \text{lnRUZ}_t + \alpha_2 \text{lnSERM}_t + \alpha_3 \text{lnISGC}_t + u_t \quad (2.38)$$

Rüzgâr enerjisi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi, Kısıtlanmamış Hata Düzeltme (UECM) modeline dayanarak ve yukarıdaki (2.38) numaralı denklem dikkate alınarak kısa ve uzun dönem ilişkiler aşağıdaki gibi modellenmektedir:

$$\begin{aligned} \Delta \text{LSAN}_t = & \beta_0 + \beta_s \text{LSAN}_{t-1} + \beta_h \text{LRUZ}_{t-1} + \beta_l \text{LISGC}_{t-1} + \beta_k \text{LSER}_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta \text{lnSAN}_{t-i} \\ & + \sum_{j=0}^q \beta_j \Delta \text{lnRUZ}_{t-j} + \sum_{l=0}^s \beta_l \Delta \text{lnISGC}_{t-l} + \sum_{m=0}^t \beta_m \Delta \text{lnSER}_{t-m} + \mu_t \end{aligned} \quad (2.39)$$

Yukarıdaki (2.39) numaralı denklem, t periyodunda Δ , fark operatörünü ve μ_t kalıntı terimini göstermektedir. Uzun dönem ilişkisi için boş hipotez ve alternatif hipotez şu şekilde tanımlanmıştır:

- H_0 : Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi yoktur. ($\beta_s = \beta_h = \beta_l = \beta_k = 0$)
- H_1 : Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi vardır. ($\beta_s \neq \beta_h \neq \beta_l \neq \beta_k \neq 0$)

Hipotezlere göre Pesaran vd. (2001) tarafından oluşturulan üst kritik değer ve alt kritik değer kullanılarak değişkenler arasında uzun dönem ilişki olup olmadığı incelenmelidir. Ayrıca uzun dönem ilişki olması durumunda ECT (Hata Düzeltme Terimi) eklenerek VECM (Vektör Hata Düzeltme Modeli) aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır.

$$\begin{aligned} \Delta \text{LSAN}_t = & \beta_{01} + \sum_{i=1}^l \beta_{11} \Delta \text{lnSAN}_{t-i} + \sum_{j=1}^m \beta_{22} \Delta \text{lnRUZ}_{t-j} + \sum_{r=1}^n \beta_{33} \Delta \text{lnISGC}_{t-r} + \sum_{s=1}^p \beta_{44} \Delta \text{lnSER}_{t-s} \\ & + \tau_1 \text{ECT}_{t-1} + \mu_{1i} \end{aligned} \quad (2.40)$$

Yukarıdaki (2.40) numaralı denklemde ECT terimi değişkenler arasında kurulan uzun dönemli ilişkiyi doğrulamakta ve kısa dönemden uzun dönemdeki dengeye ulaşmaktaki hızını göstermektedir (Shahbaz vd., 2015).

ARDL eşbüütünleşme testini yaparken önce uygun gecikme uzunluğunun tespit edilmesi gerekmektedir. En iyi ARDL modelini seçmek için yardımcı olacak gecikme uzunluğunu tespit etmek için Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılmıştır. Ayrıca modelde 2008 Haziran ayında yapısal kırılma tespit edildiği için sabit regresör olarak kukla değişken eklenmiş ve maksimum 8 gecikmeli olarak model kurulmuştur. Gecikme uzunluğu sonuçları Tablo 2.32' de verilmiştir.

Tablo 2.32. Rüzgâr ARDL Modeli Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespitİ

Model	LogL	AIC*	BIC	HQ	Adj. R-sq	Seçim
2349	408.617848	-4.957188	-4.627668	-4.823366	0.991724	ARDL(5, 7, 0, 0)
2754	403.008176	-4.949471	-4.716868	-4.855008	0.991420	ARDL(5, 2, 0, 0)
2340	408.881128	-4.947862	-4.598959	-4.806168	0.991693	ARDL(5, 7, 1, 0)
1620	408.851533	-4.947488	-4.598585	-4.805794	0.991690	ARDL(6, 7, 0, 0)
2268	408.746259	-4.946155	-4.597252	-4.804461	0.991679	ARDL(5, 8, 0, 0)
2348	408.635014	-4.944747	-4.595844	-4.803053	0.991667	ARDL(5, 7, 0, 1)
2430	406.609123	-4.944419	-4.634283	-4.818469	0.991571	ARDL(5, 6, 0, 0)
891	409.523523	-4.943336	-4.575049	-4.793770	0.991701	ARDL(7, 7, 0, 0)

Not: AIC kriterine göre en uygun gecikme * ile gösterilmiştir. AIC: Akaike bilgi kriteri, HQ: Hannan-Quinn bilgi kriteri, BIC: Bayes Bilgi Kriteri

Rüzgâr enerjisi için kurulan ARDL modelinde uygun model ARDL (5,7,0,0) modeli seçilmiştir. Kurulan modele göre oluşturulan ARDL sınır testi sonuçları Tablo 2.33'te verilmiştir.

Tablo 2.33. Rüzgâr ARDL Sınır Testi Sonuçları

Kritik Sınır Değerleri			F istatistiği	k değeri
Anlamlılık	Alt Sınır	Üst Sınır		
%10	2,37	3,2	5,629	3
%5	2,79	3,67		
%1	3,65	4,66		

Tablo 2.33'e göre modelde 3 tane bağımsız değişken olduğu (k), hesaplanan F istatistiğinin ise Pesaran vd. (2001)'in tüm anlamlılık seviyelerinde üst kritik sınırlarından büyük olduğundan dolayı seriler arasında eşbüütünleşme olduğuna karar verilmiştir. Bu aşamadan sonra seriler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkileri saptamak amacıyla ARDL modeli kurulmuştur. ARDL (5,7,0,0) modeline ait tahmin ve tanışal test sonuçları Tablo 2.34'te özetlenmiştir.

Tablo 2.34. Rüzgâr ARDL (5,7,0,0) Modelinin Tahmin Sonuçları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
LSAN(-1)	0.625010	0.086521	7.223796	0.0000
LSAN(-2)	0.320621	0.100312	3.196239	0.0017
LSAN(-3)	0.084586	0.102066	0.828741	0.4086
LSAN(-4)	-0.080240	0.098396	-0.815477	0.4162
LSAN(-5)	-0.164208	0.080374	-2.043064	0.0429
LRUZ	-0.029511	0.009269	-3.183762	0.0018
LRUZ(-1)	-0.002024	0.009938	-0.203652	0.8389
LRUZ(-2)	0.020498	0.010174	2.014698	0.0458
LRUZ(-3)	0.007989	0.010365	0.770749	0.4421
LRUZ(-4)	0.000449	0.010429	0.043008	0.9658
LRUZ(-5)	-0.018829	0.010055	-1.872641	0.0632
LRUZ(-6)	0.012677	0.009679	1.309800	0.1924
LRUZ(-7)	0.017240	0.009067	1.901325	0.0593
LISGC	0.269104	0.101265	2.657419	0.0088
LSERM	0.023308	0.021091	1.105118	0.2710
C	-2.407135	1.245888	-1.932065	0.0553
Tanısal Testler				
Otokorelasyon	Breusch-Godfrey LM testi		1,749 (0,416)	
Değişen Varyans	White Testi		128,057 (0,457)	
Model Belirleme Hatası	Ramsey Reset Testi		2,293 (0,132)	

Not: Breusch-Godfrey LM testi ve Değişen Varyans White testi sonucundaki ilk ifade gözlem*R-kare değeri, parantez içindeki değer ise olasılık değeridir. Ramsey Reset testinde ilk ifade F istatistiği, parantez içindeki değer ise olasılık değeridir.

Uygun gecikme uzunluğu tahmin edilen ARDL (5,7,0,0) modeli ile ilgili tanısal test sonuçlarına göre Sanayi Üretim Endeksindeki değişimlerin %99,18'ı modeldeki değişimeler tarafından açıklanıldığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca modelde, değişen varyans, otokorelasyon ve model kurma hatasının olmadığı sonuçlarına ulaşılmıştır. ARDL (5,7,0,0) modelinin uzun dönem katsayılarının sonuçları Tablo 2.35'te verilmiştir.

Tablo 2.35. Rüzgâr ARDL (5,7,0,0) Modelinin Uzun Dönem Katsayıları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
LRUZ	0.039628	0.026205	1.512259	0.1327
LISGC	1.256141	0.200799	6.255708	0.0000
LSERM	0.108800	0.077255	1.408322	0.1612
C	-11.236168	3.350128	-3.353952	0.0010

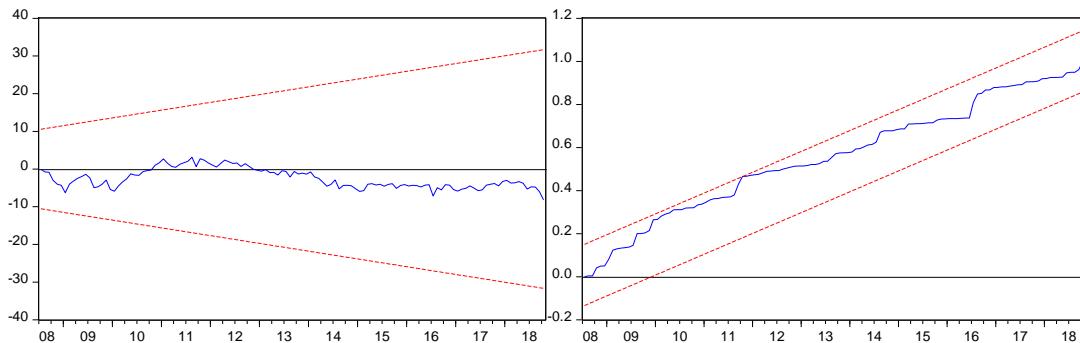
Tablo 2.35 sonuçlarına göre rüzgâr enerjisi üretiminde meydana gelen %1'lik artış, sanayi üretimini %0,03 oranında artırmakta olduğu sonucuna ulaşmıştır. Buna göre, rüzgâr enerjisi üretiminin sanayi üretimi üzerinde pozitif ancak küçük bir etkisinin olduğuna ulaşılmıştır. ARDL (5,7,0,0) modelinin kısa dönem katsayılarının sonuçları Tablo 2.36'da verilmiştir.

Tablo 2.36. Rüzgâr ARDL (5,7,0,0) Modelinin Kısa Dönem Katsayıları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
D(LSAN(-1))	-0.165116	0.079679	-2.072262	0.0400
D(LSAN(-2))	0.159888	0.079046	2.022733	0.0450
D(LSAN(-3))	0.234200	0.081734	2.865401	0.0048
D(LSAN(-4))	0.157322	0.079238	1.985439	0.0490
D(LRUZ)	-0.031385	0.008565	-3.664093	0.0003
D(LRUZ(-1))	-0.042074	0.010091	-4.169594	0.0001
D(LRUZ(-2))	-0.022565	0.010242	-2.203267	0.0292
D(LRUZ(-3))	-0.015998	0.009937	-1.609863	0.1096
D(LRUZ(-4))	-0.013691	0.009316	-1.469650	0.1439
D(LRUZ(-5))	-0.031361	0.009080	-3.453771	0.0007
D(LRUZ(-6))	-0.018226	0.008467	-2.152650	0.0330
D(LISGC)	0.497222	0.352932	1.408832	0.1611
D(LSERM)	0.034837	0.047766	0.729338	0.4670
ECT(-1)	-0.222843	0.038531	-5.783492	0.0000

Tablo 2.36 sonuçlarına göre sadece Sanayi Üretim Endeksinin tüm gecikmeli değerleri ve rüzgâr enerjisinin 3.gecikmeli değerine kadar tüm değerleri kısa dönemde istatistiksel olarak anlamlı olarak bulunmuştur. Buna göre kısa dönemde rüzgâr enerjisi üretiminin sanayi üretimi üzerinde etkisi olduğu görülmektedir. Ayrıca hata düzeltme katsayısı (ECT) da negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olup kısa dönemde ortaya çıkan şokların %22'sinin bir ayda ortadan kalkacağını ve uzun dönem dengesine yaklaşık 4,5 ayda gelebileceğini işaret etmektedir. ARDL modelinin kararlılığını incelemek için yapılan Cusum ve CusumQ testlerine ait grafik Şekil 2.19'da verilmiştir.

Şekil 2.19. Rüzgâr Enerjisi için Cusum ve CusumQ Test Sonuçları



Şekil 2.19'a göre %5 anlamlılık seviyesinde modelin kritik sınırlar arasında kalması, rüzgâr enerjisi için kurulan ARDL modelinin kararlılığını ve katsayıların istikrarlı oluşunu göstermektedir.

Nedensellik testi yapılrken değişkenlerin durağanlığının ve eşbüttünleşme durumlarının tespit edilmesi gereklidir. Modelde LRUZ, LSAN, LISGC ve LSER değişkenlerinin hepsinin I(1) olduğundan dolayı geleneksel Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Granger nedensellik testi uygulanması için VAR modeli kurulurken, modelde aylık veriler kullanıldığı için maksimum gecikme uzunluğu 12 seçilmiş ve gecikme uzunluğu sonuçları Tablo 2.37'de verilmiştir.

Tablo 2.37. Rüzgâr VAR Modeli için Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti

Gecikme	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	344.2860	NA	1.42e-07	-4.419298	-4.340416	-4.387257
1	1353.357	1952.619	3.55e-13	-17.31633	-16.92192	-17.15612
2	1394.167	76.84895	2.57e-13	-17.63853	-16.92859*	-17.35015*
3	1406.523	22.62721	2.70e-13	-17.59121	-16.56575	-17.17467
4	1429.277	40.48441	2.48e-13*	-17.67893*	-16.33794	-17.13422
5	1440.765	19.84241	2.63e-13	-17.62033	-15.96381	-16.94745
6	1453.147	20.74423	2.77e-13	-17.57334	-15.60130	-16.77230
7	1470.153	27.60719*	2.76e-13	-17.58641	-15.29883	-16.65720
8	1479.837	15.21642	3.02e-13	-17.50437	-14.90127	-16.44700
9	1488.675	13.43004	3.35e-13	-17.41137	-14.49274	-16.22583
10	1502.386	20.12127	3.50e-13	-17.38164	-14.14748	-16.06793
11	1516.485	19.95848	3.65e-13	-17.35695	-13.80727	-15.91508
12	1528.023	15.73278	3.95e-13	-17.29899	-13.43378	-15.72896

Not: AIC kriterine göre en uygun gecikme * ile gösterilmiştir. LR: Ardisık Değiştirilmiş test istatistiği, FPE: Final Tahmin Hatası, AIC: Akaike bilgi kriteri, SC: Schwarz bilgi kriteri, HQ: Hannan-Quinn bilgi kriteri

VAR modeli için en uygun gecikme, AIC kriterine göre 4 olarak belirlenmiştir. En uygun gecikme uzunluğu 4 olacak şekilde nedensellik testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 2.38'de verilmiştir.

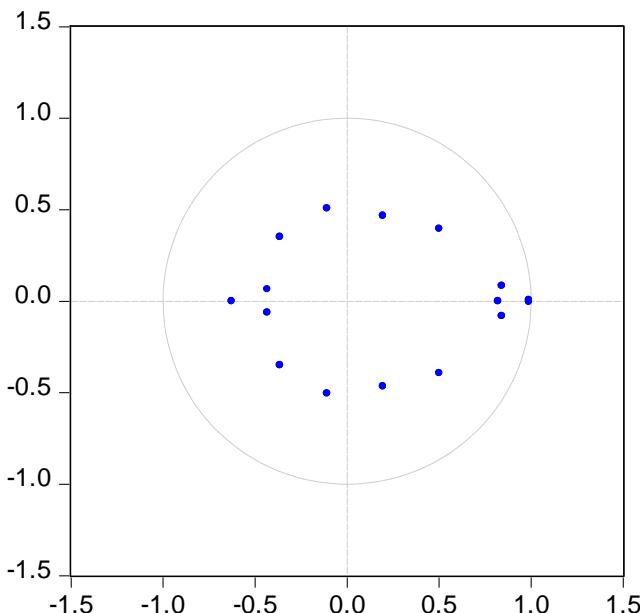
Tablo 2.38. Rüzgâr Enerjisi için Granger Nedensellik Sonuçları

H ₀ Hipotezi	Gözlem	F-istat.	Olasılık	Karar	Sonuç
LRUZ Granger Nedeni Değildir LSAN	162	2,628	0.6218	KABUL	Nedensellik Yok
LSAN Granger Nedeni Değildir LRUZ	162	5,996	0.1994	KABUL	Nedensellik Yok

Granger Nedensellik testinin sonuçları, LRUZ ile LSAN arasında nedensellik ilişkisi olmadığını ortaya koymaktadır. Yani Türkiye'de incelenen dönemde %5 anlamlılık düzeyinde rüzgâr enerji üretimi ile sanayi üretimi dolayısıyla büyümeye arasında bir nedensellik bulunmamaktadır. Sonuç olarak rüzgâr enerjisi ile ekonomik büyümeye arasında nedenselliğin olmadığı “Tarafsızlık Hipotezi”nin geçerli olduğu tespit edilmiştir. VAR modelinin istikrarlılığı için karakteristik köklerin birim çemberin içinde olup olmadığını inceleyen test sonucu Şekil 2.20'de verilmiştir.

Şekil 2.20. Rüzgâr Enerjisi için VAR Modelinin İstikrarlılığı

Karakteristik Polinomun Ters Kökleri

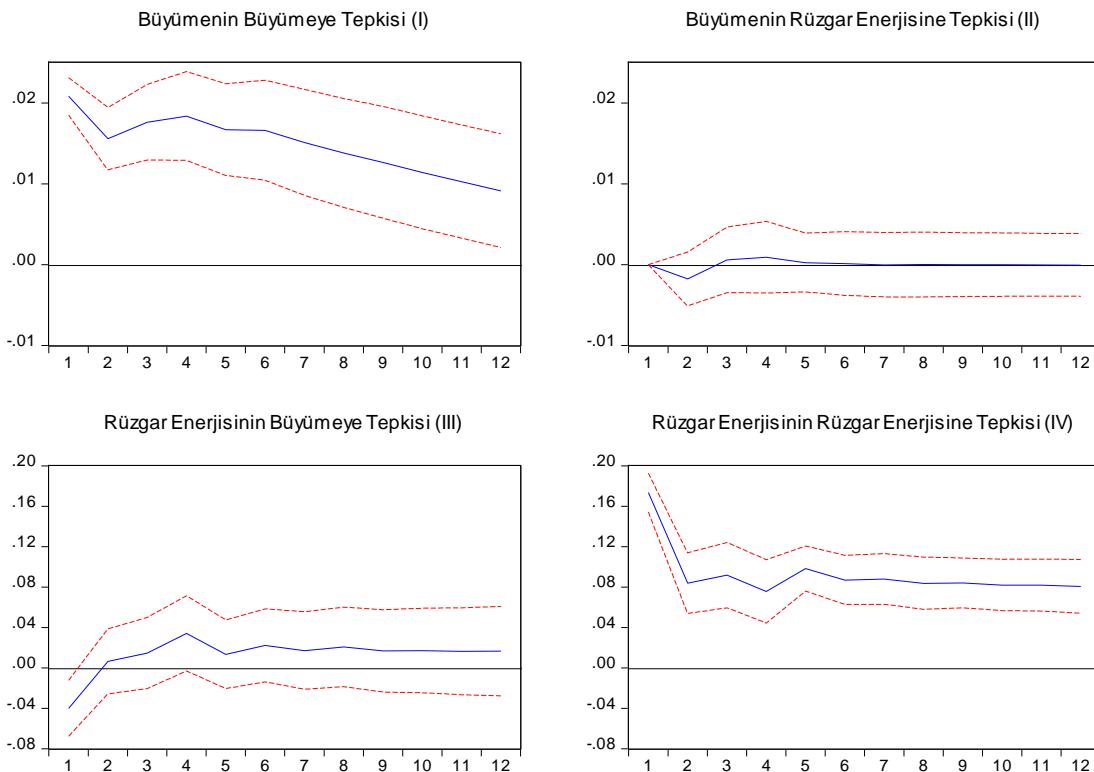


Şekil 2.20'ye göre hesaplanan karakteristik köklerin hepsinin modülü mutlak değerce 1'den küçük olup birim çemberin içinde yer almaktadır. Bu durum VAR modelinin kararlı olduğunu ve durağanlık koşullarını sağladığını göstermektedir.

Değişkenlerin etki-tepki fonksiyonları incelenirken 4 değişkenin birbirileyle etki ve tepkileri 16 grafik oluşturduğu ve yorumlanma zorluğu nedeniyle, daha önceden belirtildiği gibi sadece SAN ve RUZ değişkenlerinin birbirine ve kendilerini olan etki

ve tepkiler incelenmiştir. Bu değişkenlerin hem kendi şoklarına hem de diğer değişkenin şoklarına verecekleri tepkiler 12 ay, yani 1 yıl için Şekil 2.21'de verilmiştir.

Şekil 2.21. Rüzgâr Enerjisi için Etki- Tepki Fonksiyonları



Şekil 2.21'in (I) bölümünde büyümenin kendisine verdiği tepkinin pozitif olduğu ve zamanla bu tepkinin azaldığı görülmektedir. (II)'de büyümenin rüzgâr enerjisine tepkisinin çok zayıf olduğu görülmektedir. (III)'de rüzgâr enerjisinin büyümeye tepkisinin pozitif ancak zayıf olduğu görülmekte olup bu iki sonuç, Granger nedensellik sonuçlarından çıkan nedensellik olmadığı yönündeki bulguları desteklemektedir. (IV)'de rüzgâr enerjisinin kendisine verdiği tepkinin pozitif olduğu ve zamanla azalma eğiliminde olduğu sonuçlarına varılmaktadır.

Rüzgâr enerjisi, işgücü ve sermayenin bağımlı değişken olan Sanayi Üretim Endeksi üzerinde hangi değişkenin daha çok payı olduğunu ölçmek amacıyla Varyans Ayristırması yapılmıştır. Sonuçlar 12 gecikme için hesaplanmış ve ilk sütun gecikme değerlerini, ikinci sütun standart hatalarını, diğer sütunlar ise bağımlı değişken ve bağımsız değişkenlerin etkilerini göstermektedir. Sonuçlar Tablo 2.39'da verilmiştir.

Tablo 2.39. Sanayi Üretimi-Rüzgâr için Varyans Ayristirma Sonuçları

Gecikme	Standart Hata	LSAN	LRUZ	LISGC	LSER
1	0.020820	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.026166	98.75749	0.464182	0.420222	0.358103
3	0.031583	98.85852	0.352269	0.295801	0.493405
4	0.036649	98.54317	0.323264	0.471711	0.661858
5	0.040376	98.27673	0.269823	0.584529	0.868913
6	0.043725	98.22981	0.230826	0.609300	0.930063
7	0.046307	98.22159	0.205855	0.547940	1.024611
8	0.048359	98.20022	0.188750	0.514767	1.096261
9	0.050023	98.15169	0.176405	0.542101	1.129803
10	0.051354	98.06212	0.167381	0.638601	1.131894
11	0.052427	97.92049	0.160642	0.805789	1.113083
12	0.053290	97.71211	0.155594	1.046631	1.085661

Tablo 2.39'a göre Sanayi üretiminde meydana gelen değişimi ilk dönemde tamamen kendisi açıklarken, ikinci dönemde itibaren bu oran %98,7'ye inmiştir. İkinci dönemde rüzgâr enerjisinin açıklama derecesi %0,46 olurken, işgucünün %0,42 ve sermayenin ise %0,35 olarak gerçekleşmiştir. Rüzgâr enerjinin payı azalarak 12 ay sonunda %0,15'e kadar inmiştir.

2.2.3.1.5.Güneş

Güneş enerjisi üretimi ve ekonomik büyümeye arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkisini incelemek amacıyla Shahbaz vd. (2015), Tuğcu vd. (2012) ve Azad vd. (2014)'ün çalışmalarında kullandığı (2.41) numaralı model kurulmuştur:

$$SAN_t = f\{GUN_t, SERM_t, ISGC_t\} \quad (2.41)$$

Modelde SAN_t , büyümeyi temsilen sanayi üretim endeksini; GUN_t , güneş enerjisinden elektrik üretimini; $SERM_t$, sermaye oluşumunu ve $ISGC_t$ işgucünü göstermektedir. Analiz sonuçlarında güneş enerjisinden elektrik üretimi ile Sanayi Üretim Endeksi arasındaki ilişki incelendiği için sadece GUN ve SAN değişkenleri yorumlanmış olup sermaye oluşumu ve işgücü ile ilgili yorumlara yer verilmemiştir. Modelin logaritmik formu (2.42) numaralı denklemdeki gibidir.

$$\ln SAN_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln GUN_t + \alpha_2 \ln SERM_t + \alpha_3 \ln ISGC_t + u_t \quad (2.42)$$

Güneş enerjisi ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi, Kısıtlanmamış Hata Düzeltme (UECM) modeline dayanarak ve yukarıdaki (2.42) numaralı denklem dikkate alınarak kısa ve uzun dönem ilişkiler aşağıdaki gibi modellenmektedir:

$$\begin{aligned}\Delta LSAN_t = & \beta_0 + \beta_s LSAN_{t-1} + \beta_h LGUN_{t-1} + \beta_l LISGC_{t-1} + \beta_k LSER_{t-1} + \sum_{i=1}^P \beta_i \Delta lnSAN_{t-i} \\ & + \sum_{j=0}^q \beta_j \Delta lnGUN_{t-j} + \sum_{l=0}^s \beta_l \Delta lnISGC_{t-l} + \sum_{m=0}^t \beta_m \Delta lnSER_{t-m} + \mu_t\end{aligned}\quad (2.43)$$

Yukarıdaki (2.43) numaralı denklem, t periyodunda Δ , fark operatörünü ve μ_t kalıntı terimini göstermektedir. Uzun dönem ilişkisi için boş hipotez ve alternatif hipotez şu şekilde tanımlanmıştır:

- H_0 : Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi yoktur. ($\beta_s = \beta_h = \beta_l = \beta_k = 0$)
- H_1 : Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi vardır. ($\beta_s \neq \beta_h \neq \beta_l \neq \beta_k \neq 0$)

Hipotezlere göre Pesaran vd. (2001) tarafından oluşturulan üst kritik değer ve alt kritik değer kullanılarak değişkenler arasında uzun dönem ilişki olup olmadığı incelenmelidir. Ayrıca uzun dönem ilişki olması durumunda ECT (Hata Düzeltme Terimi) eklenerek VECM (Vektör Hata Düzeltme Modeli) aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır:

$$\begin{aligned}\Delta LSAN_t = & \beta_{01} + \sum_{i=1}^l \beta_{11} \Delta lnSAN_{t-i} + \sum_{j=1}^m \beta_{22} \Delta lnGUN_{t-j} + \sum_{r=1}^n \beta_{33} \Delta lnISGC_{t-r} + \sum_{s=1}^p \beta_{44} \Delta lnSER_{t-s} \\ & + \tau_1 ECT_{t-1} + \mu_{1t}\end{aligned}\quad (2.44)$$

Yukarıdaki (2.44) numaralı denklemde ECT terimi değişkenler arasında kurulan uzun dönemli ilişkiyi doğrulamakta ve kısa dönemden uzun dönemdeki dengeye ulaşmaktaki hızını göstermektedir (Shahbaz vd., 2015).

ARDL eşbüütünleşme testini yaparken önce uygun gecikme uzunluğunun tespit edilmesi gerekmektedir. En iyi ARDL modelini seçmek için yardımcı olacak gecikme uzunluğunu tespit etmek için Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılmıştır. Ayrıca modelde 2016 Temmuz ayında yapısal kırılma tespit edildiği için sabit regresör olarak kukla değişken eklenmiş ve maksimum 8 gecikme olarak model kurulmuştur. Gecikme uzunluğu sonuçları Tablo 2.40'ta verilmiştir.

Tablo 2.40. Güneş ARDL Modeli Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti

Model	LogL	AIC*	BIC	HQ	Adj. R-sq	Seçim
2204	161.197624	-5.367905	-4.335413	-4.974726	0.959359	ARDL(5, 8, 7, 1)
2203	161.238002	-5.329520	-4.258787	-4.921779	0.957580	ARDL(5, 8, 7, 2)
2195	161.199720	-5.327989	-4.257256	-4.920248	0.957515	ARDL(5, 8, 8, 1)
1475	161.198223	-5.327929	-4.257196	-4.920188	0.957513	ARDL(6, 8, 7, 1)
2213	159.148097	-5.325924	-4.331672	-4.947307	0.957725	ARDL(5, 8, 6, 1)
2202	162.092660	-5.323706	-4.214733	-4.901403	0.957054	ARDL(5, 8, 7, 3)
2200	163.979171	-5.319167	-4.133713	-4.867739	0.955983	ARDL(5, 8, 7, 5)
2201	162.932990	-5.317320	-4.170106	-4.880454	0.956397	ARDL(5, 8, 7, 4)

Not: AIC kriterine göre en uygun gecikme * ile gösterilmiştir. AIC: Akaike bilgi kriteri, HQ: Hannan-Quinn bilgi kriteri, BIC: Bayes Bilgi Kriteri

Güneş enerjisi için kurulan ARDL modelinde uygun model ARDL (5,8,7,1) modeli seçilmiştir. Kurulan modele göre oluşturulan ARDL sınır testi sonuçları Tablo 2.41'de verilmiştir.

Tablo 2.41. Güneş ARDL Sınır Testi Sonuçları

Kritik Sınır Değerleri			F istatistiği	k değeri
Anlamlılık	Alt Sınır	Üst Sınır		
%10	2,37	3,2	6,713	3
%5	2,79	3,67		
%1	3,65	4,66		

Tablo 2.41'e göre modelde 3 tane bağımsız değişken olduğu (k), hesaplanan F istatistiğinin ise Pesaran vd. (2001)'in tüm anlamlılık seviyelerinde üst kritik sınırdan büyük olduğundan dolayı seriler arasında eşbüütünleşme olduğuna karar verilmiştir. Bu aşamadan sonra seriler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkileri saptamak amacıyla ARDL modeli kurulmuştur. ARDL (5,8,7,1) modeline ait tahmin ve tanışal test sonuçları Tablo 2.42'de özetlenmiştir.

Tablo 2.42. Güneş ARDL (5,8,7,1) Modelinin Tahmin Sonuçları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
LSAN(-1)	-0.199155	0.190184	-1.047167	0.3059
LSAN(-2)	-0.148623	0.178128	-0.834360	0.4127
LSAN(-3)	0.216202	0.161157	1.341561	0.1928
LSAN(-4)	0.203400	0.166981	1.218107	0.2355
LSAN(-5)	0.282569	0.163059	1.732931	0.0965
LGUN	-0.017202	0.034265	-0.502045	0.6204

LGUN(-1)	-0.017710	0.038451	-0.460584	0.6494
LGUN(-2)	-0.010559	0.037458	-0.281899	0.7805
LGUN(-3)	0.038080	0.035867	1.061699	0.2994
LGUN(-4)	-0.007844	0.036151	-0.216977	0.8301
LGUN(-5)	-0.076234	0.038335	-1.988660	0.0588
LGUN(-6)	-0.002190	0.036893	-0.059370	0.9532
LGUN(-7)	-0.065665	0.035859	-1.831210	0.0801
LGUN(-8)	0.056919	0.018119	3.141421	0.0046
LISGC	2.108233	1.243933	1.694813	0.1036
LISGC(-1)	3.490332	1.474033	2.367879	0.0267
LISGC(-2)	-2.026422	1.482667	-1.366741	0.1849
LISGC(-3)	1.102338	1.516302	0.726991	0.4746
LISGC(-4)	-1.459282	1.449762	-1.006567	0.3246
LISGC(-5)	1.160627	1.365027	0.850259	0.4039
LISGC(-6)	1.658083	1.337334	1.239842	0.2275
LISGC(-7)	1.743493	1.243763	1.401789	0.1743
LSERM	0.004545	0.501423	0.009064	0.9928
LSERM(-1)	-0.843333	0.484660	-1.740051	0.0952
C	-54.86303	12.17418	-4.506506	0.0002
Tanısal Testler				
Otokorelasyon	Breusch-Godfrey LM testi		1,400 (0,496)	
Değişen Varyans	Breusch-Pagan-Godfrey Testi		29,789 (0,276)	
Model Belirleme Hatası	Ramsey Reset Testi		0,485 (0,493)	

Not: Breusch-Godfrey LM testi ve Değişen Varyans için Breusch-Pagan-Godfrey testi sonucundaki ilk ifade gözlem*R-kare değeri, parantez içindeki değer ise olasılık değeridir. Ramsey Reset testinde ilk ifade F istatistiği, parantez içindeki değer ise olasılık değeridir.

Uygun gecikme uzunluğu tahmin edilen ARDL (5,8,7,1) modeli ile ilgili tanısal test sonuçlarına göre Sanayi Üretim Endeksindeki değişimlerin %95,93'ü modeldeki değişimeler tarafından açıklanıldığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca modelde, değişen varyans, otokorelasyon ve model kurma hatasının olmadığı sonuçlarına ulaşılmıştır. ARDL (5,8,7,1) modelinin uzun dönem katsayılarının sonuçları Tablo 2.43'te verilmiştir.

Tablo 2.43. Güneş ARDL (5,8,7,1) Modelinin Uzun Dönem Katsayıları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
LGUN	-0.158621	0.078046	-2.032392	0.0538
LISGC	12.046674	4.812997	2.502946	0.0199
LSERM	-1.299227	0.667763	-1.945642	0.0640
C	-84.979142	32.023616	-2.653640	0.0142

Tablo 2.43 sonuçlarına göre uzun dönemde %10 anlamlılık düzeyinde güneş enerjisi üretimi, işgücü ve sermaye istatiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ayrıca güneş enerjisi üretiminde meydana gelen %1'lik artış, sanayi üretimini %0,15 oranında azaltmakta olduğu sonucuna ulaşmıştır. Buna göre, güneş enerjisi üretiminin sanayi üretimi üzerinde negatif bir etkisinin olduğuna ulaşılmıştır. Güneş enerjisinden elektrik üretimi ilk olarak 2014 yılının ocak ayında 0,9 GWh olarak gerçekleşmiştir. Dolayısıyla analizin yapıldığı tarih itibariyle beş senelik kısa bir geçmişe sahip olup bebek endüstri (infant industry) sayılabilmektedir. Bebek endüstrilerde ilk zamanlarda üretim düzeyinin düşük olması, yönetim ve işgücünün deneyimsiz olması ve ithal ağırlıklı bir endüstri olması söz konusudur. Ancak zamanla içsel ve dışsal tasarruflar, azalan maliyetler ve üretim düzeyinin yükselmesiyle birlikte birim maliyetlerin düşmesi ve endüstrinin öğrenme sürecinin hızlanmasıyla birlikte uzun dönem ortalama maliyetlerini aşağı çekecektir (Kibritçioğlu, 1996). Dolayısıyla güneş enerjisinden elektrik üretimi diğer yenilenebilir enerji türleri kadar geçmişe sahip olmadığı için büyümeyi azaltıcı bir etki yaratması normal görülmektedir. ARDL (5,8,7,1) modelinin kısa dönem katsayılarının sonuçları Tablo 2.44'te verilmiştir.

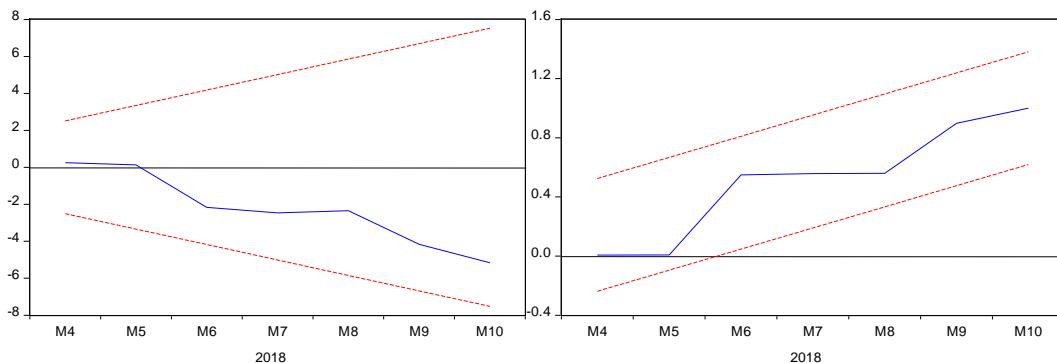
Tablo 2.44. Güneş ARDL (5,8,7,1) Modelinin Kısa Dönem Katsayıları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
D(LSAN(-1))	-0.578928	0.106098	-5.456523	0.0000
D(LSAN(-2))	-0.638212	0.146948	-4.343114	0.0002
D(LSAN(-3))	-0.499607	0.145244	-3.439779	0.0022
D(LSAN(-4))	-0.286047	0.110123	-2.597528	0.0161
D(LGUN)	-0.015173	0.022916	-0.662109	0.5145
D(LGUN(-1))	0.065457	0.023318	2.807199	0.0100
D(LGUN(-2))	0.041348	0.023232	1.779831	0.0883
D(LGUN(-3))	0.084022	0.022922	3.665514	0.0013
D(LGUN(-4))	0.079146	0.024101	3.283917	0.0033
D(LGUN(-5))	0.022930	0.024471	0.937017	0.3585
D(LGUN(-6))	0.007547	0.021538	0.350387	0.7292
D(LGUN(-7))	-0.048441	0.013719	-3.530848	0.0018
D(LISGC)	2.271188	0.908459	2.500045	0.0200
D(LISGC(-1))	-3.073666	1.103024	-2.786581	0.0105
D(LISGC(-2))	-3.542431	0.963598	-3.676254	0.0013
D(LISGC(-3))	-2.286777	1.015241	-2.252448	0.0341
D(LISGC(-4))	-4.469393	0.939112	-4.759169	0.0001
D(LISGC(-5))	-2.822455	1.012448	-2.787752	0.0105

D(LISGC(-6))	-1.323527	0.885986	-1.493846	0.1488
D(LSERM)	-0.025735	0.233468	-0.110228	0.9132
ECT(-1)	-0.588710	0.093459	-6.299110	0.0000

Tablo 2.44 sonuçlarına göre sadece Sanayi Üretim Endeksinin tüm gecikmeli değerleri ve güneş enerjisinin 5.gecikmeli değerine kadar tüm değerleri kısa dönemde istatistiksel olarak anlamlı olarak bulunmuştur. Buna göre kısa dönemde de güneş enerjisi üretiminin sanayi üretimi üzerinde etkisi olduğu görülmektedir. Ayrıca hata düzeltme katsayı (ECT) da negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olup kısa dönemde ortaya çıkan şokların %58'inin bir ayda ortadan kalkacağını ve uzun dönem dengesine yaklaşık 2 aydan kısa süre içinde gelebileceğini işaret etmektedir. ARDL modelinin kararlılığını incelemek için yapılan Cusum ve CusumQ testlerine ait grafik Şekil 2.22'de sunulmuştur.

Şekil 2.22. Güneş Enerjisi için Cusum ve CusumQ Test Sonuçları



Şekil 2.22'ye göre %5 anlamlılık seviyesinde modelin kritik sınırlar arasında kalması, güneş enerjisi için kurulan ARDL modelinin kararlılığını ve katsayıların istikrarlı oluşunu göstermektedir.

Nedensellik testi yapılrken değişkenlerin durağanlığının ve eşbüütünleşme durumlarının tespit edilmesi gereklidir. Modelde LGUN, LSAN, LISGC ve LSER değişkenlerinin hepsinin I(1) olduğundan dolayı geleneksel Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Granger nedensellik testi uygulanması için VAR modeli kurulurken, modelde maksimum gecikme uzunluğu 5 seçilmiş ve gecikme uzunluğu sonuçları Tablo 2.45'te verilmiştir.

Tablo 2.45. Güneş VAR Modeli için Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti

Gecikme	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	337.5213	NA	4.68e-11	-12.43477	-12.13736	-12.32040
1	649.6313	553.5537	6.59e-16*	-23.60873*	-22.71652*	-23.26563*
2	660.0493	16.90460	8.25e-16	-23.39809	-21.91107	-22.82625

3	670.7284	15.71639	1.04e-15	-23.19730	-21.11548	-22.39673
4	691.2794	27.14292*	9.33e-16	-23.36904	-20.69241	-22.33974
5	703.9976	14.87785	1.17e-15	-23.24519	-19.97376	-21.98716

Not: AIC kriterine göre en uygun gecikme * ile gösterilmiştir. LR: Ardışık Değiştirilmiş test istatistiği, FPE: Final Tahmin Hatası, AIC: Akaike bilgi kriteri, SC: Schwarz bilgi kriteri, HQ: Hannan-Quinn bilgi kriteri

VAR modeli için en uygun gecikme, AIC kriterine göre 1 olarak belirlenmiştir. En uygun gecikme uzunluğu 1 olacak şekilde nedensellik testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 2.46'da verilmiştir.

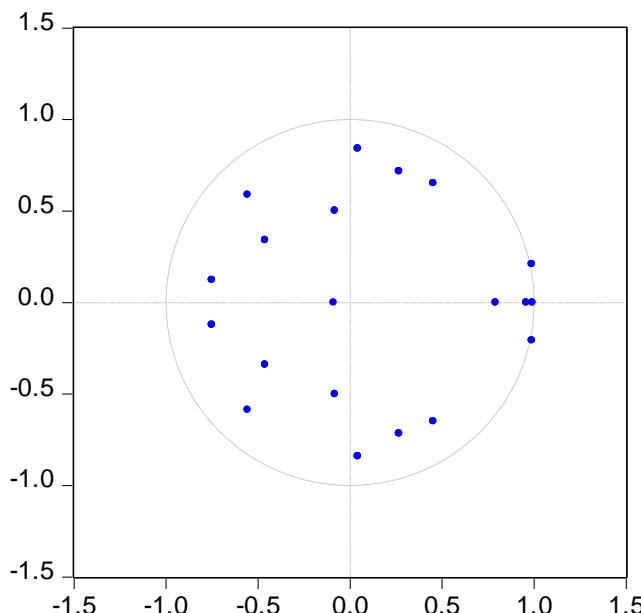
Tablo 2.46. Güneş Enerjisi için Granger Nedensellik Sonuçları

H ₀ Hipotezi	Gözlem	F-istat.	Olasılık	Karar	Sonuç
LGUN Granger Nedeni Değildir LSAN	53	13,846	0,016	RED	LGUN → LSAN
LSAN Granger Nedeni Değildir LGUN	53	6,254	0,282	KABUL	Nedensellik Yok

Granger Nedensellik testinin sonuçları, LGUN ile LSAN arasında LGUN'den LSAN'a doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Yani Türkiye'de incelenen dönemde %5 anlamlılık düzeyinde güneş enerjisi üretimi ile sanayi üretimi, dolayısıyla büyümeye arasında güneş enerjisinden büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik bulunmaktadır. Sonuç olarak güneş enerjisi ile ekonomik büyümeye arasında yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru nedenselliğin olduğu "Büyüme Hipotezi"nin geçerli olduğu tespit edilmiştir. VAR modelinin istikrarlılığı için karakteristik köklerin birim çemberin içinde olup olmadığını inceleyen test sonucu Şekil 2.23'te verilmiştir.

Şekil 2.23. Güneş Enerjisi için VAR Modelinin İstikrarlılığı

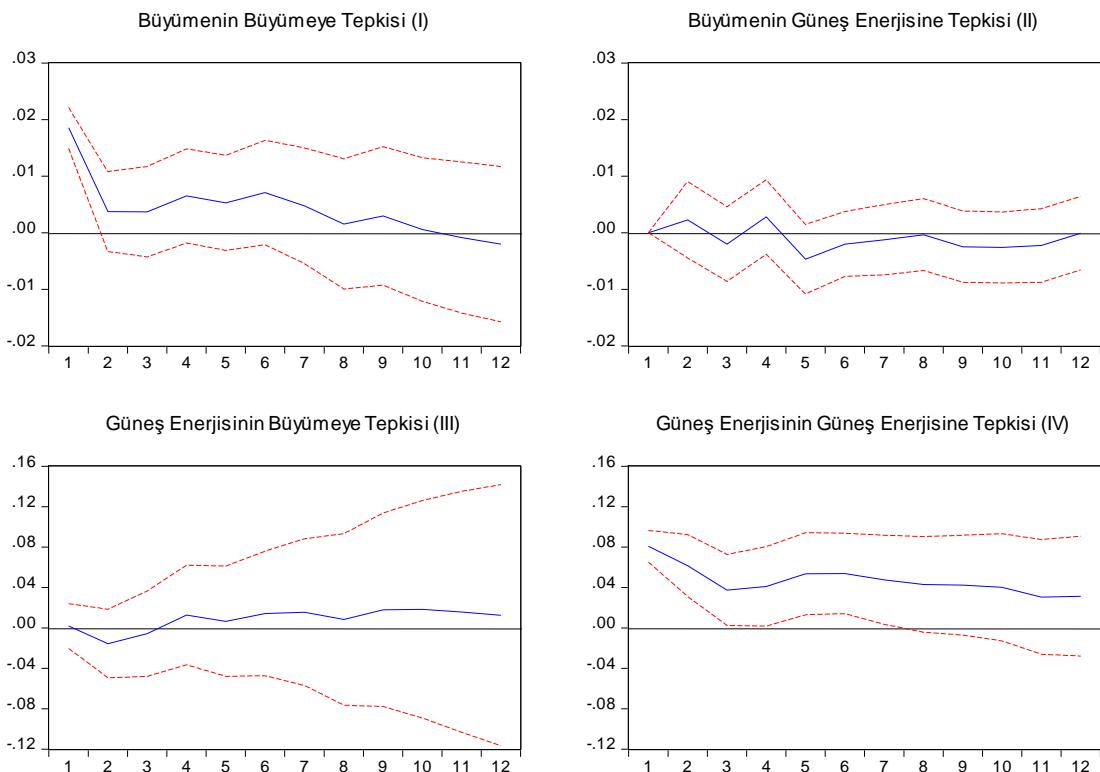
Karakteristik Polinomun Ters Kökleri



Şekil 2.23'e göre hesaplanan karakteristik köklerin hepsinin modülü mutlak değerce 1'den küçük olup birim çemberin içinde yer almaktadır. Bu durum VAR modelinin kararlı olduğunu ve durağanlık koşullarını sağladığını göstermektedir.

Değişkenlerin etki-tepki fonksiyonları incelenirken 4 değişkenin birbiriyle etki ve tepkileri 16 grafik oluşturduğu ve yorumlanma zorluğu nedeniyle, daha önceden belirtildiği gibi sadece SAN ve GUN değişkenlerinin birbirine ve kendilerini olan etki ve tepkiler incelenmiştir. Bu değişkenlerin hem kendi şoklarına hem de diğer değişkenin şoklarına verecekleri tepkiler 12 ay için Şekil 2.24'te gösterilmiştir.

Şekil 2.24. Güneş Enerjisi için Etki-Tepki Fonksiyonları



Şekil 2.24'ün (I) bölümünde büyumenin kendisine verdiği tepkinin pozitif olduğu ve zamanla bu tepkinin azalıp negatif döndüğü görülmektedir. (II)'de büyumenin güneş enerjisine tepkisinin zayıf ve negatif olduğu görülmektedir. (III)'de güneş enerjisinin büyümeye tepkisinin pozitif ancak zayıf olduğu görülmektedir. (IV)'de güneş enerjisinin kendisine verdiği tepkinin pozitif olduğu ve zamanla azalma eğiliminde olduğu sonuçlarına varılmaktadır.

Güneş enerjisi, işgücü ve sermayenin bağımlı değişken olan Sanayi Üretim Endeksi üzerinde hangi değişkenin daha çok payı olduğunu ölçmek amacıyla Varyans Ayristırması yapılmıştır. Sonuçlar 12 gecikme için hesaplanmış ve ilk sütun gecikme değerlerini, ikinci sütun standart hatalarını, diğer sütunlar ise bağımlı değişken ve bağımsız değişkenlerin etkilerini göstermektedir. Sonuçlar Tablo 2.47'de sunulmuştur.

Tablo 2.47. Sanayi Üretimi-Güneş için Varyans Ayristırma Sonuçları

Gecikme	Standart Hata	LSAN	LGUN	LISGC	LSE
1	0.018544	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.020995	81.18024	1.170738	13.29405	4.354976
3	0.021724	78.72447	1.954819	15.18503	4.135677
4	0.023265	76.45003	3.137446	16.79232	3.620207
5	0.024484	73.63347	6.511192	16.57621	3.279131
6	0.026566	69.66877	6.107247	20.66529	3.558690
7	0.028042	65.36133	5.678313	24.73048	4.229868
8	0.028804	62.22772	5.397052	28.19319	4.182041
9	0.029502	60.32303	5.864930	29.79670	4.015335
10	0.030222	57.51526	6.342430	32.16808	3.974229
11	0.030745	55.65452	6.675718	33.77503	3.894727
12	0.031065	54.94596	6.539847	34.69228	3.821908

Tablo 2.47'ye göre Sanayi üretiminde meydana gelen değişimi ilk dönemde tamamen kendisi açıklarken, ikinci dönemden itibaren bu oran %81,1'e inmiştir. İkinci dönemde güneş enerjisinin açıklama derecesi %1,17 olurken, iş gücünün %13,29 ve sermayenin ise %4,35 olarak gerçekleşmiştir. Güneş enerjinin payı 12 ay sonunda %6,53'e kadar çıkmıştır.

2.2.3.2. Toplam Yenilenebilir Enerji Sonuçları

Hidrolik, jeotermal, biyokütle, rüzgâr ve güneş enerjileri ayrı ayrı inceledikten sonra Türkiye'de toplam yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyümeye arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkisini incelemek amacıyla Shahbaz vd. (2015), Tuğcu vd. (2012) ve Azad vd. (2014)'ün çalışmalarında kullandığı (2.45) numaralı model kurulmuştur:

$$SAN_t = f\{TOPYEN_t, SERM_t, ISGC_t\} \quad (2.45)$$

Modelde SAN_t , büyümeyi temsilen sanayi üretim endeksin; $TOPYEN_t$, toplam yenilenebilir enerjiden elektrik üretimini; $SERM_t$, sermaye oluşumunu ve $ISGC_t$

ışgünü göstermektedir. Analiz sonuçlarında toplam yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi ile Sanayi Üretim Endeksi arasındaki ilişki incelendiği için sadece TOPYEN ve SAN değişkenleri yorumlanmış olup sermaye oluşumu ve işgücü ile ilgili yorumlara yer verilmemiştir. Modelin logaritmik formu (2.46) numaralı denklemdeki gibidir.

$$\ln \text{SAN}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{TOPYEN}_t + \alpha_2 \ln \text{SERM}_t + \alpha_3 \ln \text{ISGC}_t + u_t \quad (2.46)$$

Toplam yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkiyi, Kısıtlanmamış Hata Düzeltme (UECM) modeline dayanarak ve yukarıdaki (2.46) numaralı denklem dikkate alınarak kısa ve uzun dönem ilişkiler aşağıdaki gibi modellenmektedir:

$$\begin{aligned} \Delta \text{LSAN}_t = & \beta_0 + \beta_s \Delta \text{SAN}_{t-1} + \beta_h \Delta \text{TOPYEN}_{t-1} + \beta_l \Delta \text{ISGC}_{t-1} + \beta_k \Delta \text{SER}_{t-1} + \sum_{i=1}^P \beta_i \Delta \ln \text{SAN}_{t-i} \\ & + \sum_{j=0}^q \beta_j \Delta \ln \text{TOPYEN}_{t-j} + \sum_{l=0}^s \beta_l \Delta \ln \text{ISGC}_{t-l} + \sum_{m=0}^t \beta_m \Delta \ln \text{SER}_{t-m} + \mu_t \end{aligned} \quad (2.47)$$

Yukarıdaki (2.47) numaralı denklem, t periyodunda Δ , fark operatörünü ve μ_t kalıntı terimini göstermektedir. Uzun dönem ilişkisi için boş hipotez ve alternatif hipotez şu şekilde tanımlanmıştır:

- H_0 : Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi yoktur. ($\beta_s = \beta_h = \beta_l = \beta_k = 0$)
- H_1 : Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi vardır. ($\beta_s \neq \beta_h \neq \beta_l \neq \beta_k \neq 0$)

Hipotezlere göre Pesaran vd. (2001) tarafından oluşturulan üst kritik değer ve alt kritik değer kullanılarak değişkenler arasında uzun dönem ilişki olup olmadığı incelenmelidir. Ayrıca uzun dönem ilişki olması durumunda ECT (Hata Düzeltme Terimi) eklenerek VECM (Vektör Hata Düzeltme Modeli) aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır:

$$\begin{aligned} \Delta \text{LSAN}_t = & \beta_{01} + \sum_{i=1}^l \beta_{11} \Delta \ln \text{SAN}_{t-i} + \sum_{j=1}^m \beta_{22} \Delta \ln \text{TOPYEN}_{t-j} + \sum_{r=1}^n \beta_{33} \Delta \ln \text{ISGC}_{t-r} \\ & + \sum_{s=1}^p \beta_{44} \Delta \ln \text{SER}_{t-s} + \tau_1 \text{ECT}_{t-1} + \mu_{1i} \end{aligned} \quad (2.48)$$

Yukarıdaki (2.48) numaralı denklemde ECT terimi değişkenler arasında kurulan uzun dönemli ilişkiye doğrulamakta ve kısa dönemden uzun dönemdeki dengeye ulaşmaktaki hızını göstermektedir (Shahbaz vd., 2015).

ARDL eşbüütünleşme testini yaparken önce uygun gecikme uzunluğunun tespit edilmesi gerekmektedir. En iyi ARDL modelini seçmek için yardımcı olacak gecikme uzunluğunu tespit etmek için Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılmıştır. Ayrıca modelde 2008 Ağustos ayında yapısal kırılma tespit edildiği için kukla değişken eklenmiş ve maksimum 8 gecikme olarak model kurulmuştur. Kukla değişken sabit regresör olarak modele dahil edildiğinde değişen varyans sorunu ortaya çıktıgı için kukla değişken sabit regresör olarak değil bağımsız değişken olarak modele dahil edilmiştir. Gecikme uzunluğu sonuçları Tablo 2.48'de verilmiştir.

Tablo 2.48. Toplam Yenilenebilir ARDL Modeli Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespitİ

Model	LogL	AIC*	BIC	HQ	Adj. R-sq	Seçim
1371	414.774731	-5.009807	-4.641520	-4.860241	0.992235	ARDL(7, 1, 0, 6)
1370	415.478125	-5.006052	-4.618382	-4.848614	0.992248	ARDL(7, 1, 0, 7)
1290	415.416658	-5.005274	-4.617604	-4.847836	0.992242	ARDL(7, 2, 0, 6)
1289	416.090598	-5.001147	-4.594093	-4.835837	0.992251	ARDL(7, 2, 0, 7)
5022	403.062835	-5.000795	-4.845727	-4.937820	0.991654	ARDL(2, 1, 0, 0)
1335	417.862931	-4.998265	-4.552444	-4.817212	0.992311	ARDL(7, 1, 4, 6)
1372	412.852357	-4.998131	-4.649228	-4.856437	0.992100	ARDL(7, 1, 0, 5)
642	414.795721	-4.997414	-4.609744	-4.839976	0.992181	ARDL(8, 1, 0, 6)

Not: AIC kriterine göre en uygun gecikme * ile gösterilmiştir. AIC: Akaike bilgi kriteri, HQ: Hannan-Quinn bilgi kriteri, BIC: Bayes Bilgi Kriteri

Toplam yenilenebilir enerji için kurulan ARDL modelinde uygun model ARDL (7,1,0,6) modeli seçilmiştir. Kurulan modele göre oluşturulan ARDL sınır testi sonuçları Tablo 2.49'da verilmiştir.

Tablo 2.49. Toplam Yenilenebilir ARDL Sınır Testi Sonuçları

Kritik Sınır Değerleri			F istatistiği	k değeri
Anlamlılık	Alt Sınır	Üst Sınır		
%10	2,37	3,2	10.0607	3
%5	2,79	3,67		
%1	3,65	4,66		

Tablo 2.49'a göre modelde 3 tane bağımsız değişken olduğu (k), hesaplanan F istatistiğinin ise Pesaran vd. (2001) tüm anlamlılık seviyelerinde üst kritik sınırlından

büyük olduğundan dolayı seriler arasında eşbüütünleşme olduğuna karar verilmiştir. Bu aşamadan sonra seriler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkileri saptamak amacıyla ARDL modeli kurulmuştur. ARDL (7,1,0,6) modeline ait tahmin ve tanışal test sonuçları Tablo 2.50'de özetlenmiştir.

Tablo 2.50. Toplam Yenilenebilir ARDL (7,1,0,6) Modelinin Tahmin Sonuçları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
LSAN(-1)	0.503501	0.084050	5.990468	0.0000
LSAN(-2)	0.211393	0.093268	2.266506	0.0250
LSAN(-3)	0.092989	0.095613	0.972557	0.3325
LSAN(-4)	0.001228	0.096179	0.012765	0.9898
LSAN(-5)	-0.007903	0.097015	-0.081464	0.9352
LSAN(-6)	-0.026218	0.095241	-0.275278	0.7835
LSAN(-7)	-0.201590	0.081255	-2.480962	0.0143
LTOPYEN	-0.009120	0.013161	-0.692973	0.4895
LTOPYEN(-1)	0.054510	0.013388	4.071570	0.0001
LISGC	0.548543	0.108069	5.075839	0.0000
LSERM	0.060386	0.048300	1.250207	0.2133
LSERM(-1)	-0.037861	0.066734	-0.567334	0.5714
LSERM(-2)	-0.040910	0.066772	-0.612683	0.5411
LSERM(-3)	0.019966	0.066716	0.299267	0.7652
LSERM(-4)	0.030786	0.066905	0.460143	0.6461
LSERM(-5)	-0.016148	0.066472	-0.242933	0.8084
LSERM(-6)	0.081812	0.046131	1.773442	0.0783
C	-6.600509	1.286973	-5.128708	0.0000
Tanışal Testler				
Otokorelasyon	Breusch-Godfrey LM testi		1,555 (0,459)	
Değişen Varyans	Breusch-Pagan-Godfrey Testi		16,264 (0,574)	
Model Belirleme Hatası	Ramsey Reset Testi		0,706 (0,402)	

Not: Breusch-Godfrey LM testi ve Değişen Varyans White testi sonucundaki ilk ifade gözlem*R-kare değeri, parantez içindeki değer ise olasılık değeridir. Ramsey Reset testinde ilk ifade F istatistiği, parantez içindeki değer ise olasılık değeridir.

Uygun gecikme uzunluğu tahmin edilen ARDL (7,1,0,6) modeli ile ilgili tanışal test sonuçlarına göre Sanayi Üretim Endeksindeki değişimlerin %99,23'ü modeldeki değişimeler tarafından açıklanıldığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca modelde, değişen varyans, otokorelasyon ve model kurma hatasının olmadığı sonuçlarına ulaşılmıştır. ARDL (7,1,0,6) modelinin uzun dönem katsayılarının sonuçları Tablo 2.51'de verilmiştir.

Tablo 2.51. Toplam Yenilenebilir ARDL (7,1,0,6) Modelinin Uzun Dönem Katsayıları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
LTOPYEN	0.106398	0.026083	4.079244	0.0001
LISGC	1.285848	0.080689	15.935873	0.0000
LSERM	0.229793	0.027216	8.443293	0.0000
C	-15.472369	0.708357	-21.842620	0.0000

Tablo 2.51 sonuçlarına göre toplam yenilenebilir enerji, işgücü ve sermaye değişkenlerinin katsayıları istatistiksel olarak anlamlıdır. Toplam yenilenebilir enerji üretiminde meydana gelen %1'lik artış, sanayi üretimini %0,106 oranında artırmakta olduğu sonucuna ulaşmıştır. Buna göre, toplam yenilenebilir enerji üretiminin sanayi üretimi üzerinde çok küçük bir etkisinin olduğuna ulaşılmıştır. ARDL (7,1,0,6) modelinin kısa dönem katsayılarının sonuçları Tablo 2.52'de verilmiştir.

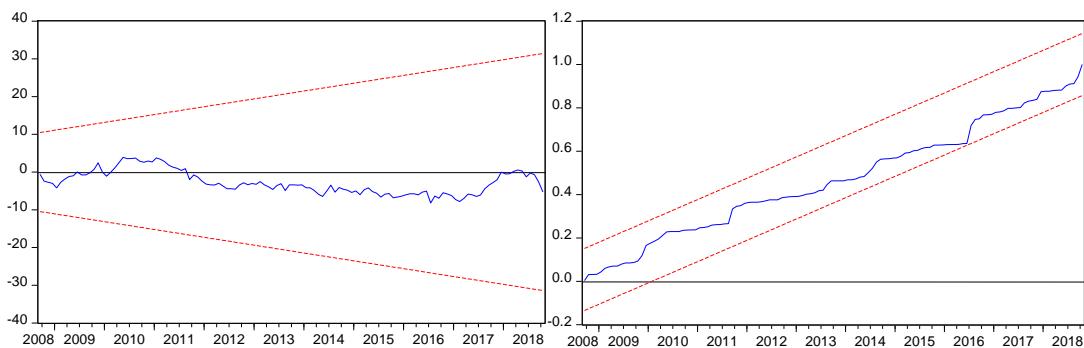
Tablo 2.52. Toplam Yenilenebilir ARDL (7,1,0,6) Modelinin Kısa Dönem Katsayıları

	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
D(LSAN(-1))	-0.053182	0.077372	-0.687360	0.4930
D(LSAN(-2))	0.148315	0.076932	1.927873	0.0559
D(LSAN(-3))	0.246007	0.081280	3.026655	0.0029
D(LSAN(-4))	0.248195	0.083262	2.980891	0.0034
D(LSAN(-5))	0.238269	0.084001	2.836498	0.0052
D(LSAN(-6))	0.205574	0.078985	2.602695	0.0102
D(LTOPYEN)	-0.009099	0.012265	-0.741881	0.4594
D(LISGC)	0.410550	0.338843	1.211624	0.2277
D(LSERM)	0.059627	0.045944	1.297819	0.1965
D(LSERM(-1))	-0.080828	0.047910	-1.687089	0.0938
D(LSERM(-2))	-0.120894	0.047441	-2.548278	0.0119
D(LSERM(-3))	-0.101984	0.046883	-2.175273	0.0313
D(LSERM(-4))	-0.067831	0.044402	-1.527659	0.1289
D(LSERM(-5))	-0.085469	0.044046	-1.940469	0.0543
ECT(-1)	-0.445011	0.060809	-7.318224	0.0000

Tablo 2.52 sonuçlarına göre Sanayi Üretim Endeksinin 3. gecikmeli değerinden sonra ve sermaye değişkeni 2.gecikmesinden sonra kısa dönemde istatistiksel olarak anlamlı olarak bulunmuştur. Buna göre kısa dönemde toplam

yenilenebilir enerji üretiminin sanayi üretimi üzerinde etkisi olmadığı görülmektedir. Ayrıca hata düzeltme katsayı (ECT) da negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olup kısa dönemde ortaya çıkan şokların %44'ünün bir ayda ortadan kalkacağını ve uzun dönem dengesine yaklaşık 2,3 ayda gelebileceğini işaret etmektedir. ARDL modelinin kararlılığını incelemek için yapılan Cusum ve CusumQ testlerine ait grafik Şekil 2.25'te verilmiştir.

Şekil 2.25. Toplam Yenilenebilir Enerji için Cusum ve CusumQ Test Sonuçları



Şekil 2.25'e göre %5 anlamlılık seviyesinde modelin kritik sınırlar arasında kalması, toplam yenilenebilir enerji için kurulan ARDL modelinin kararlılığını ve katsayıların istikrarlı oluşunu göstermektedir.

Nedensellik testi yapılrken değişkenlerin durağanlığının ve eşbüütünleşme durumlarının tespit edilmesi gereklidir. Modelde LTOPYEN değişkeninin I(0), LSAN, LISGC ve LSER değişkenlerinin I(1) olduğundan dolayı Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanmıştır. Toda-Yamamoto nedensellik testinde farkı alınmış değişkenler arasında en yüksek bütünleşme derecesi $d_{max} = 1$ bulunmuştur. VAR modeli kurulurken, modelde aylık veriler kullanıldığı için maksimum gecikme uzunluğu 12 seçilmiş ve gecikme uzunluğu sonuçları Tablo 2.53'te verilmiştir.

Tablo 2.53. Toplam Yenilenebilir VAR Modeli için Uygun Gecikme Uzunluğunun Tespiti

Gecikme	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	469.7560	NA	2.77e-08	-6.048779	-5.969897	-6.016738
1	1440.908	1879.242	1.14e-13	-18.45335	-18.05894*	-18.29314*
2	1464.479	44.38745	1.03e-13*	-18.55168*	-17.84174	-18.26330
3	1471.665	13.15939	1.16e-13	-18.43721	-17.41175	-18.02067
4	1486.882	27.07444*	1.17e-13	-18.42704	-17.08605	-17.88234
5	1495.208	14.37971	1.30e-13	-18.32737	-16.67085	-17.65450

6	1504.127	14.94219	1.43e-13	-18.23541	-16.26336	-17.43437
7	1515.998	19.27199	1.52e-13	-18.18179	-15.89422	-17.25259
8	1522.783	10.66144	1.73e-13	-18.06211	-15.45901	-17.00474
9	1531.879	13.82240	1.91e-13	-17.97246	-15.05383	-16.78692
10	1545.547	20.05703	2.00e-13	-17.94216	-14.70801	-16.62846
11	1556.182	15.05473	2.18e-13	-17.87249	-14.32280	-16.43061
12	1568.759	17.15097	2.33e-13	-17.82804	-13.96283	-16.25800

Not: AIC kriterine göre en uygun gecikme * ile gösterilmiştir. LR: Ardışık Değiştirilmiş test istatistiği, FPE: Final Tahmin Hatası, AIC: Akaike bilgi kriteri, SC: Schwarz bilgi kriteri, HQ: Hannan-Quinn bilgi kriteri

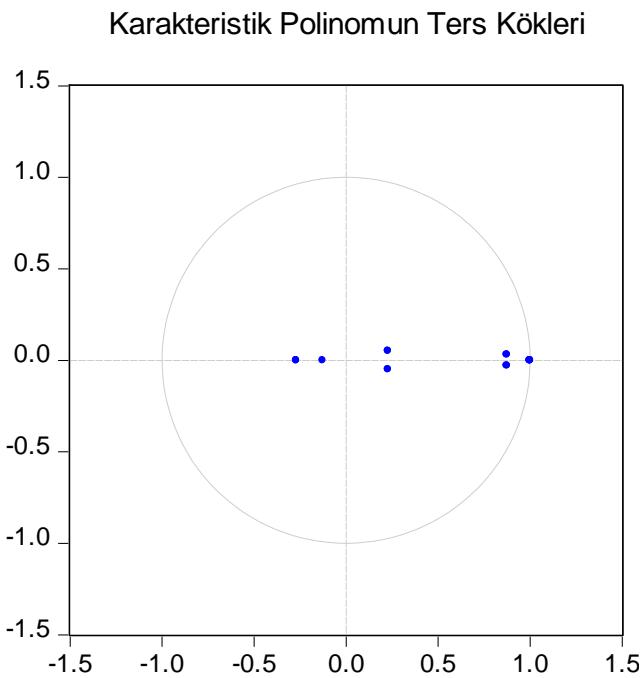
VAR modeli için en uygun gecikme, AIC kriterine göre 2 olarak belirlenmiştir. En uygun gecikme uzunluğu $k=2$ ve $d_{\max}=1$ olduğu için $(k+d_{\max})$, yani $(2+1)=3$ olacak şekilde her değişkenin 3. gecikmeleri modele dahil edilmiş ve nedensellik testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 2.54'te verilmiştir.

Tablo 2.54. Toplam Yenilenebilir Enerji için Toda-Yamamoto Nedensellik Sonuçları

H ₀ Hipotezi	Gözlem	F-istat.	Olasılık	Karar	Sonuç
LTOPYEN Granger Nedeni Değildir LSAN	163	14,187	0,0008	RED	LTOPYEN → LSAN
LSAN Granger Nedeni Değildir LTOPYEN	163	1,725	0.4219	KABUL	Nedensellik Yok

Tablo 2.54 Toda-Yamamoto Nedensellik testinin sonuçları, LTOPYEN ile LSAN arasında LTOPYEN'den LSAN'a doğru bir nedensellik olduğunu ortaya koymaktadır. Yani Türkiye'de incelenen dönemde %5 anlamlılık düzeyinde toplam yenilenebilir enerji üretimi, sanayi üretimini etkilemektedir. Sonuç olarak toplam yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyümeye arasında yenilenebilir enerjiden büyümeye doğru olan tek yönlü “Büyüme Hipotezi” nin geçerli olduğu tespit edilmiştir. VAR modelinin istikrarlılığı için karakteristik köklerin birim çemberin içinde olup olmadığını inceleyen test sonucu Şekil 2.26'da verilmiştir.

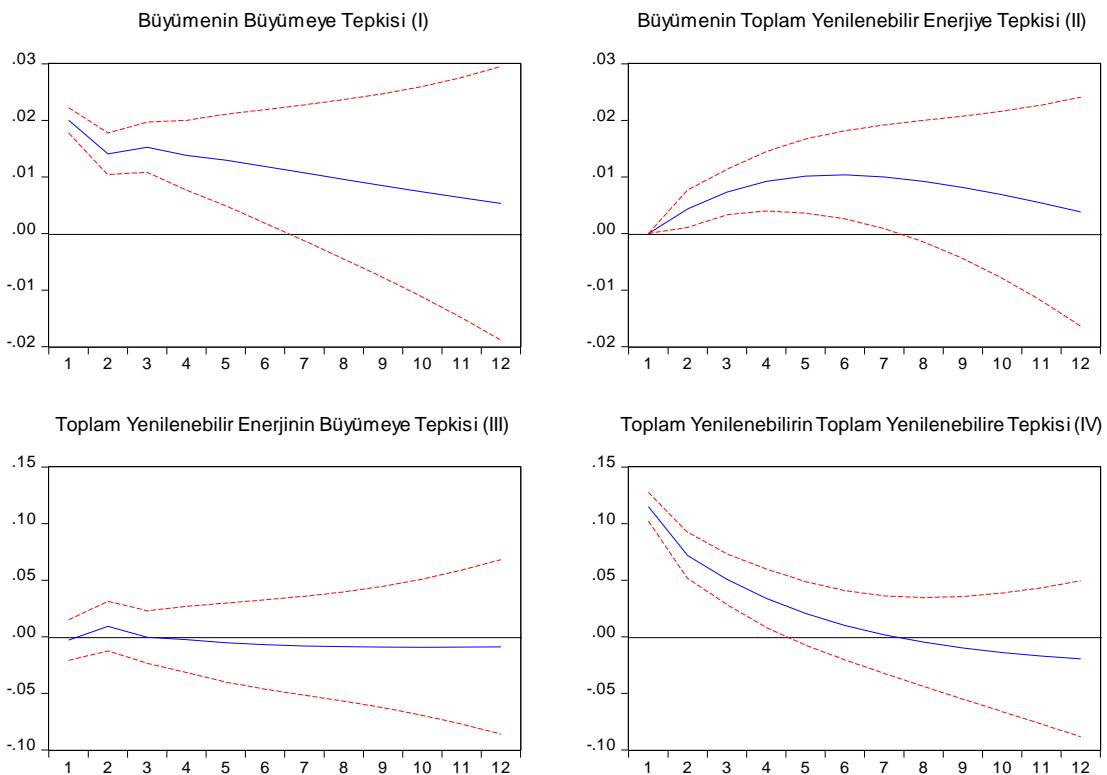
Şekil 2.26. Toplam Yenilenebilir Enerji için VAR Modelinin İstikrarlılığı



Şekil 2.26'ya göre hesaplanan karakteristik köklerin hepsinin modülü mutlak değerce 1'den küçük olup birim çemberin içinde yer almaktadır. Bu durum VAR modelinin kararlı olduğunu ve durağanlık koşullarını sağladığını göstermektedir.

Değişkenlerin etki-tepki fonksiyonları incelenirken 4 değişkenin birbirileyle etki ve tepkileri 16 grafik oluşturduğu ve yorumlanma zorluğu nedeniyle, daha önceden belirtildiği gibi sadece SAN ve TOPYEN değişkenlerinin birbirine ve kendilerini olan etki ve tepkiler incelenmiştir. Bu değişkenlerin hem kendi şoklarına hem de diğer değişkenin şoklarına verecekleri tepkiler 12 ay için Şekil 2.27'de gösterilmiştir.

Şekil 2.27. Toplam Yenilenebilir Enerji için Etki- Tepki Fonksiyonları



Şekil 2.27'nin (I) bölümünde büyümenin kendisine verdiği tepkinin pozitif olduğu ve zamanla bu tepkinin azaldığı görülmektedir. (II)'de büyümenin toplam yenilenebilir enerjiye tepkisinin pozitif olduğu ve zamanla azaldığı görülmektedir. Yani toplam yenilenebilir enerjinin büyümeyi artırma eğiliminde olduğu görülmektedir. (III)'de toplam yenilenebilir enerjinin büyümeye tepkisinin negatif ve çok az olduğu görülmektedir. (IV)'de toplam yenilenebilir enerjinin kendisine verdiği tepkinin ilk 8 ayda pozitif, sonraki aylarda negatif olduğu görülmektedir.

Toplam yenilenebilir enerji, işgücü ve sermayenin, bağımlı değişken olan Sanayi Üretim Endeksi üzerinde hangi değişkenin daha çok payı olduğunu ölçmek amacıyla Varyans Ayristırması yapılmıştır. Sonuçlar 12 gecikme için hesaplanmış ve ilk sütun gecikme değerlerini, ikinci sütun standart hatalarını, diğer sütunlar ise bağımlı değişken ve bağımsız değişkenlerin etkilerini göstermektedir. Sonuçlar Tablo 2.55'te verilmiştir.

Tablo 2.55 Sanayi Üretimi-Toplam Yenilenebilir Enerji için Varyans Ayrıştırma Sonuçları

Gecikme	Standart Hata	LSAN	LTOPYEN	LISGC	LSER
1	0.020013	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.024909	96.42539	3.063602	0.457501	0.053506
3	0.030098	91.60539	8.026333	0.331172	0.037109
4	0.034392	86.28398	13.31774	0.334452	0.063819
5	0.038273	81.14916	17.77338	0.840964	0.236505
6	0.041772	76.13451	21.05808	2.147761	0.659647
7	0.045071	71.04050	23.00643	4.510295	1.442772
8	0.048354	65.63149	23.62715	8.079816	2.661543
9	0.051834	59.76884	23.03061	12.86320	4.337342
10	0.055719	53.46793	21.43992	18.67701	6.415146
11	0.060199	46.90439	19.16767	25.16179	8.766146
12	0.065434	40.36029	16.56433	31.85935	11.21603

Tablo 2.55'e göre Sanayi üretiminde meydana gelen değişimi ilk dönemde tamamen kendisi açıklarken, ikinci dönemden itibaren bu oran %96,4'e inmiştir. İkinci dönemde toplam yenilenebilir enerjinin açıklama derecesi %3,06 olurken, işgütünün %0,45 ve sermayenin ise %0,05 olarak gerçekleşmiştir. Toplam yenilenebilir enerjinin payı 12 ay sonunda %16,56 olmuştur.

2.3. SONUÇ

Aynı ayrı yenilenebilir enerji kaynakları ve toplam yenilenebilir enerji ile ekonomik büyümeye arasındaki ilişkinin analiz sonuçları, uzun dönem ilişki, büyümeyi etkileme, varyans ayrıştırma ve nedensellik yönü başlıklar altında Tablo 2.56'da özetlenmiştir.

Tablo 2.56. Yenilenebilir Enerji-Büyüme Analizi Sonuç Özeti

Değişken	Uzun Dönem İlişki	Büyüümeyi Etkileme (%1'lik Artış)	Varyans Ayrıştırma (%)	Nedensellik
Hidrolik Enerji	Var	%0,14	1.921	LHID → LSAN
Jeotermal Enerji	Var	%0,08	2.189	LJEO ↔ LSAN
Biyokütle Enerji	Var	%0,0012	0.381	Nedensellik Yok
Rüzgâr Enerjisi	Var	%0,03	0,464	Nedensellik Yok
Güneş Enerjisi	Var	-%0,15	1,170	LGUN → LSAN
Toplam Yenilenebilir Enerji	Var	%0,106	3,063	LTOPYEN → LSAN

Yenilenebilir enerji türlerinin her birinin ayrı ayrı üretiminde meydana gelen %1'lik artış, sanayi üretimini; hidroelektrik enerji için %0,14 oranında artırdığı, jeotermal enerji için %0,08 oranında artırdığı, biyokütle enerjisi için %0,0012 oranında artırdığı, rüzgâr enerjisi için %0,03 oranında artırdığı, güneş enerjisi için %0,15 oranında azalttığı ve toplam yenilenebilir enerji için %0,106 oranında artırdığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

Nedensellik yönleri incelendiğinde hidrolik enerji, güneş enerjisi ve toplam yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu “Büyüme Hipotezi”nin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, Doğan (2015), Khobai (2018), Çınar ve Yılmazer (2015), Dilişen (2015), Usupbeyli ve Uçak (2018) ve Bhattacharya vd. (2016) gibi çalışmaların sonuçlarıyla aynı doğrultuda çıkmıştır. Jeotermal enerji ile ekonomik büyümeye arasında çift yönlü nedenselliğin olduğu sonucu, “Geri Besleme Hipotezi”nin geçerli olduğu Can ve Korkmaz (2018), Penaflor (2017), Kızılbay (2017), Atems ve Hotaling (2018) ve Apergis ve Payne (2011) çalışmalarıyla uyumlu olduğu görülmüştür. Biyokütle enerjisi ve rüzgâr enerjisi ile ekonomik büyümeye arasında ise nedenselliğin olmadığı “Tarafsızlık Hipotezi” nin geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu sonuç ise Bulut ve Muratoglu (2018), Afonso vd. (2017), Dertli ve Yinaç (2018), Antonakakis vd. (2017) ve Alper ve Oguz (2016)'nın çalışmaları ile aynı doğrultuda olduğu görülmektedir. Toplam enerji tüketimi içinde biyokütle ve rüzgâr enerjisinin payının düşük düzeyde olması ve Türkiye'de en büyük yenilenebilir enerji kaynağının hidrolik enerji olmasından dolayı biyokütle enerjisi ve rüzgâr enerjisi ile ekonomik büyümeye arasında “Tarafsızlık Hipotezi” geçerli olmaktadır.

Sanayi üretiminde meydana gelen değişimi ilk dönemde tamamen kendisi açıklarken, ikinci dönemde hidrolik enerjinin açıklama derecesi %1,92, jeotermal enerjinin açıklama derecesi %2,18, biyokütle enerjisinin açıklama derecesi %0,38, rüzgâr enerjisinin açıklama derecesi %0,46, güneş enerjisinin açıklama derecesi %1,17 ve toplam yenilenebilir enerjinin açıklama derecesi %3,06 olarak gerçekleşmiştir.

Sonuç olarak yenilenebilir enerjiyi artırmayı enerji politikalarına ağırlık verilirken büyümeyi de göz önüne alan bir enerji politikası için hidrolik enerji ile jeotermal enerjiye daha fazla ağırlık verilmelidir. Biyokütle enerjisi ve rüzgâr enerjisinin ise büyümeye üzerinde nispeten daha küçük bir etkisi bulunmaktadır. Güneş enerjisi için ise yeni gelişen bir enerji türü olması, ilave üretim ve yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve kapasite artırımı için yüksek sübvansiyonlar verilmesi

durumunda daha üretken olan sektörler sermaye yetersizliği oluşması gibi sebeplerden dolayı büyümeyi azaltıcı bir etkiye sahiptir. Ancak dünyada ve Türkiye'de güneş enerjisinin kurulu gücünün kısa bir sürede çok büyük bir artış göstermesi ve maliyetlerinin hızla düşüyor olması güneş enerjisinin büyümeye katkısını artıracaktır.

3.BÖLÜM

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE İSTİHDAM İLİŞKİSİ

3.1. İSTİHDAM VE İŞSİZLİK KAVRAMLARI

Bir ekonomide dar anlamıyla istihdam kavramı, üretim sürecinde emek faktörünün kullanılması olarak; geniş anlamda ise emek, sermaye, girişimcilik ve toprak üretim faktörlerinin hali hazırda teknolojik seviyeye göre hangi ölçüde kullanıldığı ile ilgili bir kavramdır. TÜİK'in istihdam tanımında ise “*Yevmiyeli, ücretli, maaşlı, kendi hesabına, işveren ya da ücretsiz aile işçisi olarak referans dönemi içinde en az bir saat bir iktisadi faaliyette bulunan kişiler; işi ile bağlantısı devam ettiği halde, referans haftası içinde çeşitli nedenlerle işinin başında olmayan kendi hesabına ve işverenler; ücretli ve maaşlı çalışan ve çeşitli nedenlerle referans döneminde işlerinin başında bulunmayan fertler ve bir iş ya da meslekte bilgi veya beceri kazanmak amacıyla belirli bir menfaat karşılığında çalışan çıraklar ve stajyer öğrenciler*” yer almaktadır (Tekeli vd., 2012: 9-10). ILO'nun tanımına göre bir kişi, referans dönemi boyunca ücret veya maaş karşılığı bazı işleri yapan herkes istihdam edilmiş sayılmaktadır. Ancak tanımda bazı işler kavramı belirsiz ve tartışmalı sayılmaktadır (Mitchell vd., 2019:70). İktisadi açıdan istihdam ise, özgür bir biçimde çalışmak ve gelir elde etmek isteyen bireylerin hizmetlerinden yararlanmak amacıyla çalışturmaları olarak tanımlanmaktadır (İşığçok, 2018: 39).

Ekonomik bir sistemin düzenli biçimde işlediğini gösteren en önemli ölçüt, o ekonomide cari ücret karşılığında çalışma isteğinde olan herkese iş sağlayıp sağlayamamasıdır. Herkese istihdam sağlayamamak bir ekonomik düzen için önemli bir kusur olarak sayılmaktadır (Aren, 2005:1). İstihdam oranı ise kurumsal olmayan sivil nüfusun ne kadarının çalıştığını gösteren bir göstergesi olup (3.1) numaralı denklemdeki gibi hesaplanabilmektedir (Ünsal, 2009:89).

$$\text{İstihdam Oranı} = \frac{\text{Çalışanlar (E)}}{\text{Kurumsal Olmayan Sivil Nüfus}} \times 100 \quad (3.1)$$

İstihdam oranı, belli bir dönemde aktif nüfus arasından istihdam edilenlerin görelî ağırlığını göstermekte olup istihdam konusunda en önemli göstergedir. İstihdam oranının yanı sıra iş hacmi olarak da ifade edilen istihdam düzeyi ve işgücü rezervi;

üretim için harcanacak çalışma saatleri toplam olarak ifade edilen istihdam sınırı kavramları da istihdam açısından önemli göstergelerdir (İşığçok, 2018: 42-43).

Bir ülkenin ekonomisinde çalışma arzusunda olan ve çalışabilecek durumda olan kişilerin bir bölümünün işinin olmaması durumuna işsizlik, bu durumda olan bireylere de işsiz denilmektedir (Ünsal, 2009:12). Bir başka tanımda işsizlik, kavramsal olarak mevcut ücret hadlerindeki işgücü fazlalığı olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla işsiz olarak sınıflandırılan bireyler, mevcut ücret seviyesinde aktif bir biçimde iş arayan ve bulamayan bireylerdir (Elliott, 1997:466). ILO'nun tanımına göre işsiz, çalışabilir durumdaki 15 ve üstü yaştaki kurumsal olmayan nüfustaki kişilerden referans döneminde bir işi olmayan, iş arayan, iş arama girişiminde bulunan ve iş bulduğunda işe başlayabilecek durumda olan kişileri tanımlamaktadır (Tekeli vd., 2012: 11). Biagi (2003) ise işsizi, hiçbir işi olmayan veya haftada 15 saatten daha az saat çalışan, işe girmeye hazır, en az haftada 15 saat çalışabileceği bir iş arayan ve işsiz olarak kendisini kaydettirmiş kişi olarak tanımlamıştır. TÜİK'in işsiz tanımına göre “referans dönemi içinde istihdam halinde olmayan (kâr karşılığı, yevmiyeli, ücretli ya da ücretsiz olarak hiçbir işte çalışmamış ve böyle bir iş ile bağlantısı da olmayan) kişilerden iş aramak için son dört hafta içinde iş arama kanallarından en az birini kullanmış ve 2 hafta içinde işbaşı yapabilecek durumda olan tüm kişiler” işsiz olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla bir bireyin işsiz olarak tanımlanması için çalışma yeteneğine sahip olması, hasta ya da sakat olmaması, çalışmayı özgür iradesi ile istemesi, iş önerildiği zaman çalışmaya hazır olması ve kabiliyetine göre gelir getiren bir iş bulamaması gerekmektedir (İşığçok, 2018: 61). İşsizlik ayrıca kıt üretim faktörü olan emeğin atıl tutulması ile potansiyel üretim gücünün değerlendirilmemesi, emek faktörünün kullanılımı şı anlamlarına gelmekte olup işsizlik oranındaki yükselme, ekonomik sıkıntının artması ve gerilemedeki artışın da bir göstergesi olarak görülmektedir (Biçerli, 2004:6).

İşsizliğin tahminindeki yaklaşımlardan birisi istihdam arz ve talep miktarının tahmini sonrasında, arz ve talep arasında oluşan farkın işsiz sayısını verdiği yaklaşımındır. Bir diğer yaklaşım ise potansiyel çıktı ile reel çıktıların hesaplanması sonrasında, Okun yasasından yararlanılarak işsizlik seviyesinin hesaplanmasıdır (Tekeli vd., 2012: 48). Avrupa ülkelerinin birçoğunda işsizlerin sayılması işsizlik yardımcıları açısından önemli olarak değerlendirilmektedir. Ancak işsizlik yardımlına hak kazanan kişilerin işsiz sayısını vermesi doğru bir hesaplama yöntemi oluşturmamaktadır. Çünkü bu sayının içinde iş arayan ama yardım talep etmeyen

kişilerin olması ve aktif iş aramayıp işsizlik yardımını talep eden kişiler de bulunmaktadır. İşsiz sayısının hesaplanması bir diğer yöntem ise Uluslararası Çalışma Örgütü ve Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütünün (ILO ve OECD) anket uygulayarak, “çalışmaya hazır olan, ücretli bir işe sahip olmayan ve son dört hafta boyunca iş arayan ya da işe başlamayı bekleyen kişiler” işsiz olarak sayılmaktadır. Ancak işsiz sayısı bize işsizlik probleminin göreli ağırlığı konusunda yol göstermemektedir. Çünkü nüfus büyülüğüne göre işsiz sayısı da büyüyecektir. Bu yüzden zaman içinde ve ülkeler arasında karşılaştırmaları kolaylaştırmak amacıyla işsiz sayısının toplam işgücüne veya toplam nüfusa oranlayarak bir işsizlik oranı oluşturulmuştur (Elliott, 1997:468). Kısaca çalışmayan iş gücünün yüzdesine işsizlik denir ve işsiz birey sayısının iş gücündeki birey sayısına bölümü ile hesaplanmaktadır (Boyes ve Melvin, 2016:226).

İşsizlik oranı, işsizlerin sayısının işgücüne bölünüp yüzdesinin alınmasıyla (3.2)'deki gibi hesaplanabilmektedir:

$$\text{İşsizlik Oranı } (u) = \frac{\text{İşsizler } (U)}{\text{İşgücü } (L)} \times 100 \quad (3.2)$$

İşgücü, kurumsal olmayan sivil nüfus içindeki çalışanlar ile işsizlerin toplamı işgücünü oluşturuğu için (3.2) numaralı denklem (3.3) gibi tanımlanabilmektedir.

$$\text{İşsizlik Oranı } (u) = \frac{\text{İşsizler } (U)}{\text{Çalışanlar}(E) + \text{İşsizler}(U)} \times 100 \quad (3.3)$$

İşsizlik oranından farklı olarak işgücü katılım oranı da, iş gücünün kurumsal olmayan sivil nüfusa bölünüp yüzdesinin alınmasıyla bulunabilmektedir (Ünsal, 2009:89). İşsizlik oranı arttıkça işgücü piyasasının sıkışıklığı azalır. Daha yüksek bir işsizlik oranında işçilerin iş bulmasında daha fazla zorluk yaşadığını gösterir. Ayrıca işsizlik oranı, ekonomik refahın dolaylı bir ölçüsü olarak kullanılabilir. Kişi başına düşen GSYH, bir ulus için toplam ekonomik refahın makul bir ölçüsü olsa da işsizlik oranı gelirin nüfus içerisindeki dağılımı hakkında bilgi vermektedir (Williamson, 2018:62).

3.1.1. İstihdam ve İşsizlik Türleri

İstihdam kavramının tam istihdam, eksik istihdam, yetersiz istihdam, kayıt dışı istihdam gibi istihdam türleri bulunmaktadır. Cari ücret seviyesinde, çalışma arzusunda olan tüm bireylerin iş bulabildiği istihdam düzeyi tam istihdam olarak tanımlanmakta olup iş arayanlardan daha fazla iş olması halinde gerçekleşmektedir (İşığıçok, 2018:44). Tam istihdam bir ekonomide toplam işgücü miktarı ile istihdam seviyesi birbirine eşit ise tam istihdam durumu gerçekleşmiş demektir (Tekeli vd., 2012:10).

ILO'nun 1984 yılındaki eksik istihdam tanımına göre ise bir bireyin sahip olduğu kabiliyet ve eğitim seviyesinde bir işte çalışmaması durumu eksik istihdam olarak sayılmaktadır (Tekeli vd., 2012:10). Eksik istihdam tanımlanırken ILO'nun tanımı gibi eğitim ve kabiliyet gibi kriterlerin dikkate alınmasının yanında ücretin baz alındığı ve gelir kaybının eksik istihdamdaki en önemli unsur sayıldığı da ifade edilmektedir (İşığıçok, 2018:46). Eksik istihdam durumunda işçiler üretken kapasitelerinin tamamını kullanamadıkları işlerde çalıştırılmış veya tam zamanlı çalışma arzusunda ve yarı zamanlı çalıştırılmış olup gizli işsizliğe bir neden oluşturmaktadırlar (Boyes ve Melvin, 2016:227).

1992 yılında Uluslararası Çalışma İstatistikçileri Konferansında eksik istihdam kavramı görülebilir eksik istihdam ve görülemeyen eksik istihdam olarak iki bölüme ayrılmış olup 2009 yılına kadar ülkemizde bu tanım geçerli olmuştur. TÜİK 2009 yılından itibaren eksik istihdam kavramını yetersiz istihdam ve zamana bağlı eksik istihdam olarak iki bölüme ayırmış, ayrıca yetersiz istihdam kavramını niteliğe, gelire ve aşırı çalışmaya dayalı yetersiz istihdam olarak üç farklı durumda incelemiştir (İşığıçok, 2018:51). Ekonomiler için yetersiz istihdam büyük bir problem olmasa da 2007 krizi sonrasında ortaya çıkan ve doğal işsizlik oranını aşan yüksek işsizlik oranları gözlemlenmiştir (Ağpak, 2018:72).

İssizlik bireyler için acı verici olsa da modern ekonomilerde gerekli bir kötülük olup iyi işleyen bir ekonomide her zaman işsizlik olacaktır. İşsizlik, istihdam edilmeyen ve aktif olarak iş arayan kişilerin sayısı olarak ölçülmektedir. İşsiz insanların iş aramak için harcadıkları zaman genel olarak sosyal açıdan kötü gözükse de işçilerin yetenekleri açısından uygun işte çalışmaları daha fazla önem kazanmaktadır. Ancak işsiz bir kişinin iş arama süresi normalden daha uzun sürdüğünde devlet müdahalesi gerekli olabilmektedir (Williamson, 2018:14).

İşsizlik etki alanına göre “kısmi ve yaygın işsizlik” ile “geçici ve sürekli işsizlik” olarak iki bölüme ayrılabilir. Psikolojik yönüne göre ise “iradi işsizlik” ve “gayri iradi işsizlik” olarak iki bölüme ayrılabilir. İşsizlik türleri ile ilgili olarak yapılan bir başka ayırım ise “gizli işsizlik” ve “açık işsizlik” tir (Tekeli vd., 2012:49). Boyes ve Melvin (2016) ise dört temel işsizlik olduğunu, bunların mevsimsel, friksiyonel, yapısal ve çevrimsel işsizlik olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada ise işsizlik gizli ve açık işsizlik olarak ikiye ayrılmıştır.

İşgünün istihdam edilmesine rağmen işçinin verimliliği düşük veya sıfır olduğu durumlarda gizli işsizlik ortaya çıkmaktadır. Daha çok tarım, hizmet ve kamu sektörlerinde görülen bu işsizlik türünde belirli bir miktar iş gücü üretimden çekilmesi durumunda üretim miktarı düşmeyecektir. Gizli işsizlik miktarını, aynı çıktı miktarında, bir işletme veya ekonomik bir sektörü terk eden işçilerin sayısı vermektedir. Gizli işsizlik, toplam talep yetersizliğine bağlı, piyasa aksaklılarına bağlı veya yapısal gizli işsiz olabilir (Tekeli vd., 2012:52).

Açık işsizlik, iş imkanlarının mevcut olmaması sebebiyle işgünün iradesi dışında boşta kaldığı, çalışma arzusunda ve gücünde olduğu halde aktif iş arayıp cari ücret seviyesinde iş bulamayanların toplam sayısını ifade etmektedir (Işığçok, 2018:114). Açık işsizliğin türleri olarak geçici, yapısal, teknolojik, konjonktürel ve mevsimsel işsizlik sayılabilmektedir. Emek piyasasının iyi işlememesi dolayısıyla ortaya çıkan kısa süreli, sıfıra indirilemeyen ve son derece yaygın olan arıcı işsizlik durumuna geçici işsizlik denilmektedir. Bu işsizlik; işverenin de iş arayanın da piyasa hakkında tam bilgiye sahip olamaması, işçilerin çalışma şartlarından habersiz oluşu veya yer değiştirmenin masraflı oluşundan dolayı ortaya çıkmakta ve friksiyonel işsizlik olarak da isimlendirilmektedir (Tekeli vd., 2012:54). İşçiler açısından friksiyonel işsizlik kısa dönemli olup, işçiler bir işten diğerine geçerek gelirlerini artırmak ve çalışma koşullarını iyileştirmek istemektedirler (Boyes ve Melvin, 2016:228). Bu işsizlik türü, işçilerin işten çıkarılması veya işten ayrılması ya da emeklilerin işten ayrılma süreci sonrasında mevcut işlerin yerinin eşanlı biçimde dolmaması sonucu ortaya çıkan kısa süreli bir işsizlik türü olup işgünün yaklaşık yüzde bir ile iki arası olması beklenmektedir (Mitchell vd., 2019:72).

Yapısal işsizlik ekonomideki yapısal değişimelerin ya da teknolojik gelişmelerin sonucunda ortaya çıkan bir işsizlik türü olduğu için gayri iradi işsizlik olarak da sayılmaktadır ve teknolojik işsizlik olarak isimlendirilmektedir (Tekeli vd., 2012:55). Yapısal işsizlik uzun dönemli bir işsizlik olup teknolojik değişiklikten veya

bir ürün grubuna olan talepteki düşüş nedeniyle işten çıkarılan kesimi ifade etmektedir (Boyes ve Melvin, 2016:228).

Devrevi işsizlik ya da devresel işsizlik adı verilen konjonktürel işsizlik, ekonominin daralma dönemlerinde artmakta, genişleme dönemlerinde azalmakta, geçici işsizlikten daha uzun ve yapısal işsizlikten daha kısa sürmektedir (Işığıcıok, 2018:126). Bu işsizlik türü aynı zamanda kitlesel işsizlik olarak da bilinmekte olup makroekonomik sistem mevcut işgücünün taleplerini karşılayacak kadar iş üretemediginde ortaya çıkmaktadır (Mitchell vd., 2019:73). Konjonktürel işsizlik piyasada yeterli sayıda açık iş ve talep yetersizliği nedeniyle ortaya çıkan, piyasadaki dalgalanmalara göre kendiliğinden ortaya çıkan ve ortadan kalkan, fiili reel gayri safi yurt içi hasılanın, potansiyel gayri safi yurt içi hasıldan küçük olma durumlarında görülen bir işsizlik türüdür. Talep dalgalanlarının sebep olduğu mevsimlik işsizlik en çok tarım ve inşaat sektöründe görülmekte, mevsim koşullarına ve çevre koşullarına bağlı olup bayram, yılbaşı ve yaz dönemi gibi talep artışına bağlı olarak değişmektedir (Tekeli vd., 2012:60).

3.1.2. İstihdam Teorileri

İktisadi düşüncenin gelişimi ilk çağlardan başlayarak 17.yüzyıla kadar çok düzenli incelemeler ile geniş kapsamlı eserler ile olmamıştır. Adam Smith ile başlayan klasik iktisat ekolü ekonomik koşulları bilimsel kurallara bağlamaya çalışarak incelemiş ancak bu dönemde fiyat mekanizmasının dengeyi otomatik sağlayacağı, dolayısıyla eksik istihdamın kısa süreli görülebileceği ve tam istihdamın da otomatik olarak sağlanacağı kabul edilerek özel bir istihdam teorisi üzerinde çalışmamıştır (Tekeli vd., 2012:23). Adam Smith, “iş bölümü” olarak adlandırdığı kavramı örnek olarak üretimin bir iğne fabrikasında nasıl düzenlendiği üzerinden anlatarak bir iğne yapmayı yaklaşık on sekiz farklı operasyona bölgerek uzmanlaşmanın verimlilikte nasıl artışı yol açtığını ifade etmiştir (Williamson, 2018:131). Klasik teoride ekonomik faaliyet hacminin istihdam düzeyini belirlemediği ve bu düzeyin işgücü piyasasının kendi dinamikleri içinde belirlenmişidir (Ağpak, 2018:73).

Klasik düşünceyi eleştiren John Maynard Keynes 1936 yılında “İstihdam, Faiz ve Paranın Genel Teorisi” isimli kitabında istihdam teorisini ortaya koymuştur. Keynes, klasiklerin tasarruf ve yatırımların faize karşı esnekliğinin az olduğu ve ücretlerin esnekliği varsayıminin geçerli olmadığını, istihdamın arttırılması için reel ücretin düşürülmesi gerektiğini, bunun için de parasal ücret sabit kalırken toplam talebi

artırarak fiyatlar genel seviyesinin artırılması gerektiğini ifade etmiştir (Tekeli vd., 2012:28). Toplam talep artışının ise kamu harcamalarının ve hükümetlerin yatırımlarını artırmaları ve parasal araçlar aracılığı ile ekonomiye müdahale etmeleri sonucu iç piyasada yüksek talep, yüksek istihdam ve yüksek satın alma gücü oluşturulmuş ve 1973 petrol krizine kadar Keynesyen yaklaşım geçerli olmuştur (İşığıçok, 2018:101). Bu tarihten sonra ekonomideki ana anlaşmazlıklar, monetaristler ile Keynesyenler arasında olup, monetaristler para politikasının maliye politikasından daha etkili bir istikrar aracı olduğunu, Keynesyen politikanın etkili olabileceği kısa vadedin gerçekten çok kısa olduğunu ifade etmişler, Keynesyenler ise para politikasının maliye politikasına göre önemsiz olduğunu ve hükümet politikasının ekonomiyi yönlendirmede aktif bir rol alması gerektiğini ifade etmişlerdir (Williamson, 2018:479).

Monetarist yaklaşımı göre işsizliğin gönüllü olduğu, çalışmak isteyen herkese iş olduğu ve emek piyasasının dengede olduğu varsayılmış, konjonktürel işsizliğin olmadığı, işsizliğin geçici olduğu bir doğal işsizlik oranı olduğu kabul edilmiştir. Friedman, bu oranı “*reel ücretler üzerinde değişme baskısı yaratmayan işsizlik seviyesi*” olarak ifade etmiştir. Doğal işsizlik oranı zaman içinde ve ülkeden ülkeye değişen 1960'larda %2,5 ile %3 aralığında iken, 1990'larda %5 ile %6 aralığında varsayılmıştır. Bu oran ayrıca Phillips Eğrisi kavramı yerine kullanılmakta olup istikrarlı bir enflasyon oranı sağlayan işsizlik oranı anlamına gelmektedir (Tekeli vd., 2012:32). Phillips eğrisine göre enflasyon oranı ile işsizlik oranı arasında bir ilişki bulunmaktadır. Phillips eğrisi çerçevesinde işsizlik oranı indirgenemez bir asgari seviyenin üzerine çıktıığında, ekonomik faaliyet azalmakta ve ücret baskıları azalmakta olup işsizlik oranı asgari düzeye doğru ilerledikçe, ekonomi tam kapasite kullanımına yaklaşmakta ve tam istihdam baskısı artmaktadır (Mitchell vd., 2019:269).

Neoklasik istihdam teorisinde ise reel ücretlerin esnek olması nedeniyle çalışmak isteyen herkes iş bulabilmekte, işsizlik gönüllü bir durum olmaktadır. Eksik istihdamın ise ücretlerin yüksekliği ya da emeğin mobilitesinin eksikliği nedeniyle olduğu ifade edilmiştir (Tekeli vd., 2012:29). Neoklasik yaklaşımda tam rekabet varsayımlı, çalışanların birbirinin yerine tam ikame edildiği, ücretlerin esnek olduğu ve sabit toplam talep düzeyi varsayımları ile emek arz ve talebinin emek piyasasında bir denge ücret seviyesi oluşturarak geçici işsizlik dışında bir işsizlik durumu oluşturmayacağı belirtilmiştir (İşığıçok, 2018:98).

Yeni Klasik düşüncede Ortodoks klasik iktisattan farklı olarak bir işgücü piyasasında bir dengesizlik ortaya konulmuş olup, bu dengesizlik reel ücret ile beklenen reel ücret arasındaki farktan kaynaklanmaktadır. Rasyonel beklentileri içeren genel dengenin oluşumu incelenirken bireylerin sübjektif beklentileri ile objektif beklentilerin aynı olacağı veya tahmin etrafında olacağı vurgulanmaktadır. Yeni Keynesyenler, eksik istihdamın fiyat ve ücretlerin katılımı ve asimetrik bilgi gibi nedenlerle oluşacağını, genişletici kamu politikalarının istihdam ve reel hasıla üzerinde etkili olabileceğini ifade ederek, “îçeridekiler-dışarıda kiler”, “etkin ücret” ve “histeriz modelleri” gibi modelleri önermişlerdir (Tekeli vd., 2012:33).

Son dönemde ekonomistler tarafından kullanılan Yeni Keynesyen modeller, Merkez Bankasının nominal faiz oranı hedefinin zaman içinde nasıl geliştiğini açıklayan bir para politikası kuralı içermektedir. Bu para politikası kuralı Stanford Üniversitesi'nde John Taylor'ın adını taşıyan Taylor kuralına göre açıklanmakta olup enflasyon oranı, tüketim harcamaları deflatörü ve işsizlik oranı ile “doğal işsizlik oranı” arasındaki farkı kullanarak; enflasyon oranının yüzde bir puan artması durumunda Merkez Bankasının hedef nominal faiz oranını yüzde 1,2 puan artırarak sıklaştırması gerektiğini, işsizlik oranı doğal işsizlik oranına göre yüzde bir puan artması durumunda, Merkez Bankası hedef nominal faiz oranını yüzde 1,5 puan düşürerek hafifletilmesi gerektiğini söyleyen bir dinamik bir kuraldır. Taylor kuralının 1988-2007 için verilere uygun olduğu tahmin edilmiş ve daha sonra 2008'den 2016'ya kadar olan dönem için tahmin edilen değerleri sağlamak için kullanılmıştır (Williamson, 2018:524).

3.1.3. İstihdam Yaratma Kavramı

İstihdam yaratma kavramı, sadece istihdam yaratma olarak değil, istihdam yaratılmasına yönelik tüm politikaları tarif etmek için kullanılan bir tanım olup eğitim ve yetiştirmeye önlemleri ile istihdam edilebilirliği iyileştirme, iş ve işçi bulma programları ile işe yerleştirme gibi iş gücü piyasası politikalarını içermektedir (Biagi, 2003:49).

Herhangi bir sektörün mal ve hizmetlerine yönelik artan talepten kaynaklanan üç istihdam yaratma kategorisi vardır:

1-) Doğrudan etki (Direct Effect): Söz konusu sektörün istihdam ettiği tam zamanlı personel ve harcamaların oluşturduğu yerdeki etkilerdir. Örneğin bir yenilenebilir

enerji santrali kurulmasında, müteahhitlerin ve tesisin kurulması için kiralanan mürettebatın istihdamını ve tesis için kullanılan parçaların üretim tesislerindeki istihdamını içermektedir.

2-) Dolaylı etki (Indirect Effect): Söz konusu sektörde mal ve hizmet tedarik eden sektörlerde oluşan istihdam ve bir yüklenici, satıcı veya üretici mal veya hizmet için ödeme aldığında ortaya çıkan ve sırayla işini destekleyen diğer kişilere ödeme yapabildiği zaman meydana gelen ekonomik faaliyetteki artışı ifade etmektedir (Goldberg vd., 2004:3).

3-) Uyarılmış etki (Induced Effect): Söz konusu sektördeki çalışanlar kazançlarını harcadıkça, mal ve hizmetlere yönelik talep yaratırlar ve bu da “teşvik” yaratır. Bu teşvik edilen etki, sadece ekonominin genelindeki bir harcama artısından ziyade, belirli bir sektörde hedeflenen harcamalardaki artışın yarattığı tüketim çarpanını belirlemenin bir yoludur. Yani uyarılmış etki, proje tarafından doğrudan ve dolaylı olarak istihdam edilen kişilerin harcamalarının neden olduğu servet ve gelirdeki değişimi ifade etmektedir. Bir endüstrinin genişlemesinden kaynaklanan genel istihdam etkilerini tahmin etmek için, doğrudan, dolaylı ve uyarılmış etkilerin ölçülmesi gerekmektedir (Garrett- Peltier, 2010:9).

Yenilenebilir enerji üretimi ve depolama teknolojilerinin istihdam yaratma potansiyeli tahmini dikkate alınırken kurulu kapasite birimi başına imalat, inşaat, kurulum, işletme ve bakım için oluşan istihdam sayısından oluşan istihdam faktörleri, teknolojilerin üretimi olgunlaşıkça istihdam yaratmanın zamanla azalması önem taşımaktadır (Ram vd., 2020:10). Ayrıca istihdam yaratma kavramı incelenirken hem nicel hem de nitel etkiler göz önünde bulundurulmalıdır. Bir yenilenebilir enerji projesinde yaratılan iş sayısı sürekliliği kadar önemlilik arz etmektedir. Sürdürülebilir kalkınma bağlamında sürekliliğin yanı sıra gençler, kadınlar ve uzun süre işsiz olanların istihdam edilmesi, işçilerin tarım sektöründen yenilenebilir enerji sektörüne aktarılmasına neden olup olmaması ve istihdam çeşitliliğinin artmasına katkı sağlamaşı da önem taşımaktadır (Del Rio ve Burguillo, 2009:1317).

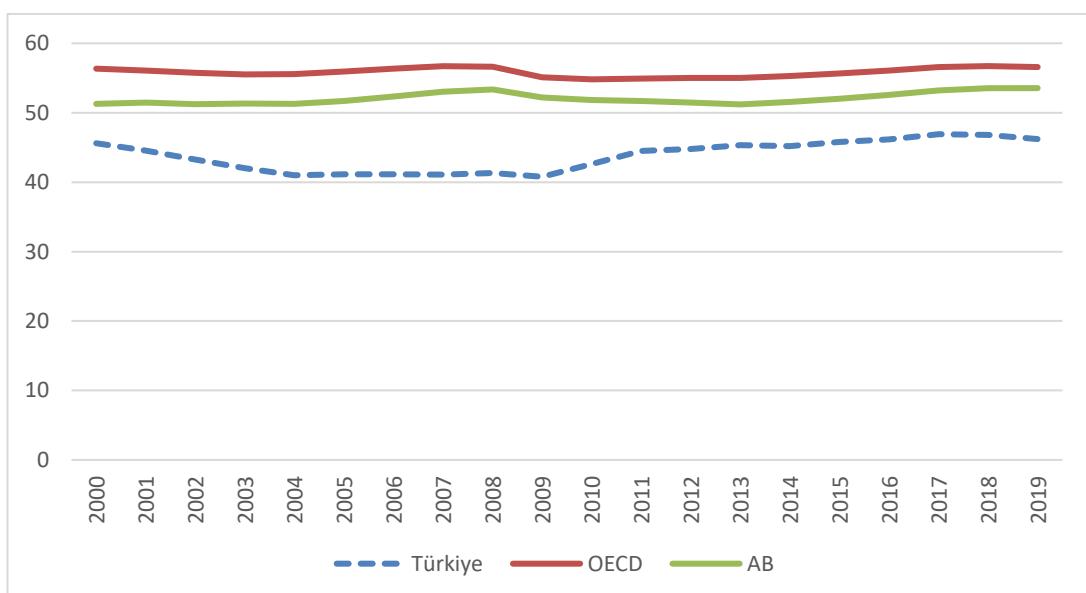
İşsizliğin ve istihdamın dünya ölçüğünde ve Türkiye özelinde ayrı ayrı incelenmesi, OECD ülkeleri ve Avrupa Birliği ülkeleri ile karşılaştırma yapılması sorunun çözümü için önem taşımaktadır. Tezin bundan sonraki iki bölümünde yapılan karşılaştırmaların yanı sıra Türkiye’de işsizliğin ve istihdamın gelişimi, yapısı, tarih

boyunca izlediği seyri, güncel işsizlik ve istihdam istatistikleri bulunmakta olup ayrıca Türkiye'de işsizlik ile mücadele yöntemleri ve uygulanan istihdam politikalarına yer verilmiştir.

3.1.4. Dünyada ve Türkiye'de İstihdam

Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO)'nun 2018 tahminlerine göre dünya işgücünün 3,4 milyar olduğu ve işgücüne katılımın %61,8 olduğu ve 2019 yılında %61,6 olacağı tahmin edilmektedir (İşığıçok, 2018:101). Dünya işgücünün yanı sıra OECD ve Avrupa Birliğinde istihdam oranlarının gelişimi de önem taşımaktadır. Şekil 3.1'de OECD, AB ve Türkiye'deki istihdam oranlarının 2000-2019 dönemi karşılaştırılması verilmiştir.

Şekil 3.1. OECD-AB ve Türkiye İstihdam Oranları Karşılaştırılması (2000-2019)



Kaynak: Worldbank (Dünya Bankası Veritabanı). Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

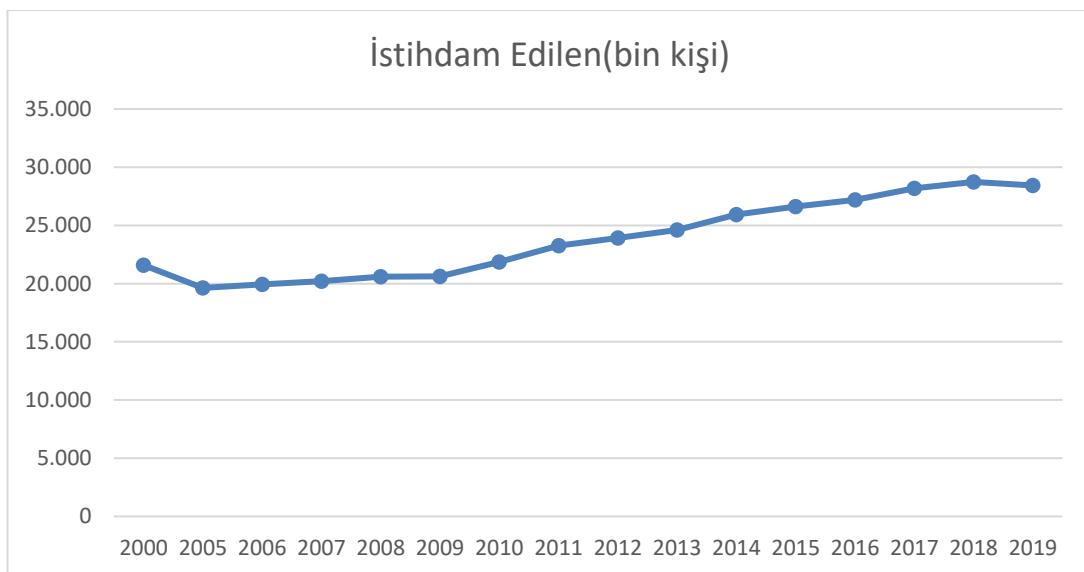
Şekil 3.1'e göre Türkiye'nin istihdam oranı 2000 yılında %45,6 oranında iken azalarak 2009 yılında %40,78 seviyesine kadar gerilemiştir. 2019 yılına gelindiğinde ise %46,1 işsizlik oranına kadar tekrar gelmiş olsa da 2000-2019 döneminde sürekli AB ve OECD ortalamalarının altında kalmış olduğu görülmektedir.

ILO raporuna göre erkeklerin işgücüne katılım oranı %75 seviyelerinde ancak kadınlarda işgücüne katılım oranı %48 seviyesinde olup kadınlar erkeklerle göre daha düşük ücret düzeylerinde çalışmaktadır. Ayrıca 2019 yılında istihdam oranını en çok

artıran ülkeler arasında Türkiye, Macaristan'dan sonra ikinci ülke olmuştur (İŞKUR, 2019:4)

Türkiye'de TÜİK tarafından Hanehalkı İşgücü anketleri ile 2005 yılından itibaren üç aylık dönem hareketli veriler baz alınarak aylık yayınlanan İşgücü İstatistiklerine göre 2019 yılının Eylül döneminde istihdam edilenlerin sayısı 28 milyon 440 bin kişi olarak, %46,1 olarak hesaplanmıştır. Bu sayı bir önceki yılın aynı dönemine göre 623 bin kişi, puan olarak ise 1,7 puan azaldığını göstermektedir. Türkiye'de istihdam edilen kişi sayısının gelişimi Şekil 3.2'de verilmiştir.

Şekil 3.2. Türkiye'deki İstihdam Edilen Kişi Sayısının Gelişimi (2000-2019)



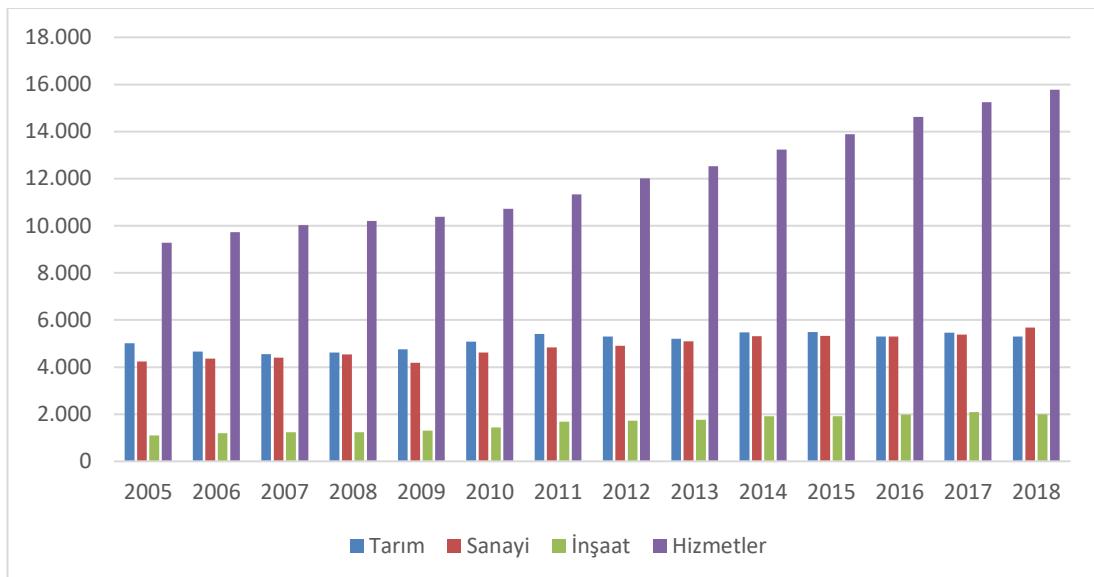
Kaynak: TÜİK (Erişim Tarihi: 16.12.2019). Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Türkiye'de 2000 yılında 21 milyon 581 bin kişi istihdam edilirken, 2019 yılında 28 milyon 440 bin kişi istihdam edilmektedir. 2000 yılında istihdam oranı %46,1 iken, 2009 yılında %39,8'e düşmüş, 2019 yılında %46,1 olarak hesaplanmıştır.

Ekonomik kalkınmanın ilk zamanlarında istihdamda tarım sektörü daha ağırlıklı bir yere sahip iken zamanla sanayi sektörü ve hizmetler sektörü istihdamda daha büyük pay almaya başlamıştır. Cumhuriyetin ilk yıllarda Türkiye'de işgücüne tamamına yakın kısmı tarım sektöründe çalışmakta olup 1930'lu yıllarda itibaren tarımda alet kullanımının artışı, verimlilik artışı ve yeni sanayi kuruluşlarının kurulması ile 1960'lara gelindiğinde, tarımın istihdamındaki payı düşerken, sanayi sektörünün payını %4'lardan %11'lere ve hizmetler sektörünün payı ise %5'larden %13'lere yükselmiştir (Bicerli, 2004:244). TÜİK temel işgücü göstergelerine göre Türkiye'de 2019 yılının Eylül döneminde istihdam edilen kişilerin %19,3'ü tarım sektöründe, %19,5'i sanayi sektöründe, %5,5'i inşaat ve %55,7'si ise hizmet

sektöründe yer almıştır. Türkiye'de istihdamın sektörel dağılımı Şekil 3.3'te verilmiştir.

Şekil 3.3. Türkiye'deki İstihdamın Sektörel Dağılımı (2005-2018)



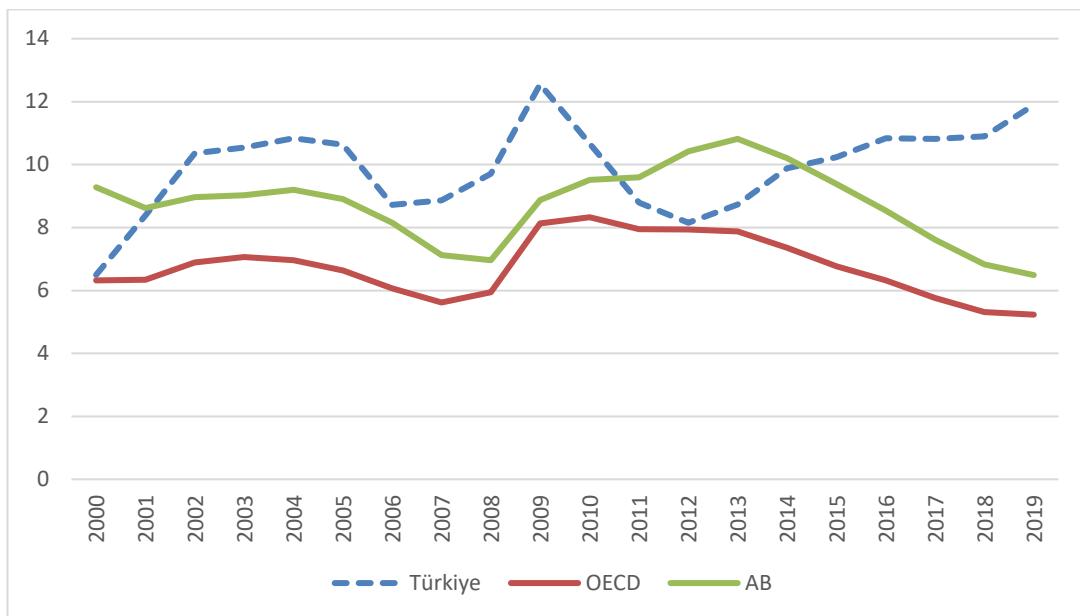
Kaynak: TÜİK (Erişim Tarihi: 16.12.2019). Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Türkiye'de 2005-2018 döneminde toplam istihdamın içindeki en büyük pay hizmetler sektörüne aittir. Hizmet sektörünün payı 2005 yılında %47,3 iken, 2018 Eylül ayına göre hizmet sektörünün payı 1,4 puan artarak 2019 yılında %55,7 olmuştur. Tarım sektörünün payı 2005 yılında %25,5 iken, 2018 Eylül ayına göre tarım sektörünün payı 0,1 puan azalarak 2019 yılında %19,3 olmuştur. İnşaat sektörünün payı 2005 yılında %5,6 iken, 2018 Eylül ayına göre inşaat sektörünün payı 1,4 puan azalarak 2019 yılında %5,5 olmuştur. Sanayi sektörünün payı 2005 yılında %21,6 iken, 2018 Eylül ayına göre sanayi sektörünün payı 0,1 puan azalarak 2019 yılında %19,5 olmuştur.

3.1.5. Dünyada ve Türkiye'de İşsizlik

Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (ILO) "Dünyada İstihdam ve Sosyal Görünüm: Eğilimler 2019" raporuna göre dünya genelinde işsiz sayısının 170 milyonu geçtiği ve bu sayısının 2020 yılında 174 milyona ulaşacağı, işsiz sayısının yanı sıra iş aramayan çalışabilecek kişi veya iş arayan istihdam edilmeyecek durumda olan 140 milyon kişi olduğu ifade edilmektedir (İŞKUR, 2019:4). Dünyada işsizliğin yanı sıra OECD ve Avrupa Birliğinde işsizliğin seyri de önem taşımaktadır. Şekil 3.4'te OECD, AB ve Türkiye'deki işsizliğin 2000-2019 dönemi karşılaştırmalı grafiği verilmiştir.

Şekil 3.4. OECD-AB ve Türkiye İşsizlik Oranları Karşılaştırılması (2000-2019)

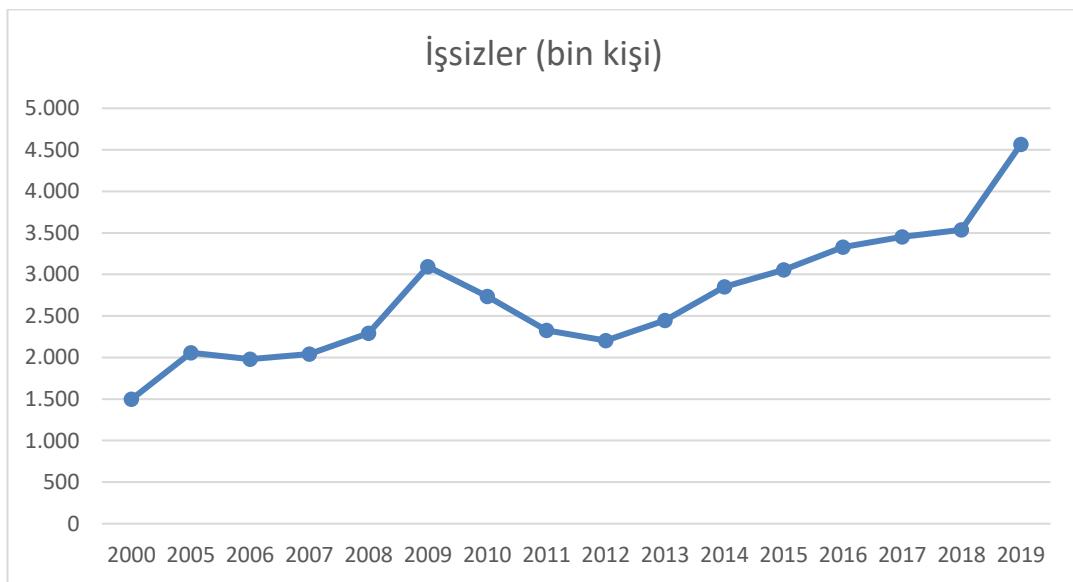


Kaynak: Worldbank (Dünya Bankası Veritabanı). Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 3.4'e göre 2000 yılında Türkiye ile OECD işsizlik oranları AB işsizlik oranından düşük seviyede olmasına rağmen 2009 yılında 12,55 işsizlik oranı ile en üst seviyeye çıkmıştır. 2019 yılına geldiğinde işsizlik oranı AB ve OECD ülkelerinden daha yüksek seviyede olduğu görülmektedir.

Türkiye'de işsizliğin gelişimi, istatistiklerin hazırlanışı açısından 1988 öncesinde ve sonrasında olmak üzere iki bölümde incelenmektedir. 1988 yılından sonraki işgücü istatistikleri ILO standartlarına daha uygun bulunmaktadır. Cumhuriyet'in ilk yıllarından 1960'lı yıllara kadar işsizlik sorun olarak görülmemiş ve o dönemde %2 ile %4 arasında olan işsizlik oranları 1978 yılına kadar %10,1 seviyesine kadar yükselmiştir. 1980'lerde istikrar tedbirleri ile 1-2 puan düşürülse de %7 seviyelerinde kalmaya devam etmiştir (Bicherli, 2004:256). TÜİK temel işgücü göstergelerine göre 2019 yılı Eylül döneminde, Türkiye'de 15 ve daha fazla yaşıta olan kişilerde işsiz sayısı, 2018 yılı Eylül dönemine göre 817 bin kişi artmış ve 4 milyon 566 bin kişi olarak hesaplanmıştır. İşsizlik oranı ise bir önceki yılın aynı dönemine göre 2,4 puan artmış ve %13,8 olarak hesaplanmıştır. Tarım dışı işsizlik %16,4, 15-24 yaş arası genç nüfusta işsizlik %26,1, 15-64 yaş grubunda ise %14,1 olarak hesaplanmıştır. Türkiye'de işsiz sayısının yıllara göre gelişimi Şekil 3.5'te verilmiştir.

Şekil 3.5. Türkiye'deki İşsiz Sayısının Gelişimi (2000-2019)



Kaynak: TÜİK (Erişim Tarihi: 16.12.2019). Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Türkiye'de 2000 yılında %6,5 işsizlik oranı ile 1 milyon 497 bin kişi olarak ölçülmüş ve 2019 yılının Eylül ayında %13,8 işsizlik oranı ile işsiz sayısı 4 milyon 566 bin kişiye ulaşmıştır.

Türkiye'de işsizlik, TÜİK İşgücü İstatistiklerinde, eğitim durumuna göre, cinsiyete göre, yaş gruplarına göre, kır-kent yaşamına göre, bölgelere ve şehirlere göre incelenmiş bulunmaktadır. TÜİK 2019 işsizlik verilerine göre kadınların erkeklerle göre dezavantajlı bir konumda oldukları, genç nüfus olarak adlandırılan 15-24 yaş grubunda işsizlik oranlarının en yüksek seviyelerde olmalarının yanı sıra eğitim durumuna göre işsizlik oranı farklılaşmaktadır. Tablo 3.1'de işsizlik oranının eğitim durumuna göre değişimleri verilmiştir.

Tablo 3.1. Türkiye'de Eğitim Durumuna Göre İşsizlik Oranları (Yüzde)

Yıllar	Okur Yazar Olmayanlar	Lise Altı Eğitimliler	Lise	Mesleki Eğitim	Yükseköğretim
2016	4,3	9,8	12,6	10,5	13,3
2017	4,9	9,2	12,8	11	14,0
2018	4,3	9,2	12,7	10,4	12,0
2019	6,8	13,2	16,6	15,3	14,2

Kaynak: (İŞKUR, 2019:20)

Türkiye'de eğitim durumuna göre işsizlik oranlarına bakıldığında, 2019 yılında okur yazar olmayanların işsizlik oranları %6,8, lise altı eğitimlilerde %13,2, lise eğitimlilerde %16,6, mesleki eğitimde %15,3 ve yükseköğretim mezunları arasında işsizlik oranı %14,2 olarak gerçekleşmiştir.

Türkiye'de işsizliğin en önemli özelliği yapısal olması ve faktör dengesizliği ile hızlı nüfus artışından kaynaklanmasıdır. Emek talebinin emek arzının gerisinde kalması ve işgücüün sürekli artması ile dış borç yükü, sermaye yetersizliği, yüksek enflasyon gibi sorunların mevcut olması istihdam politikalarının uygulanmamasına sebebiyet vermiştir. Literatürde Türkiye'nin işsizlik serüveni 1980 öncesi ve sonrası olarak iki bölümde ele alınmaktadır. Cumhuriyet'in ilanından 1940'lı yıllara kadar tarım ağırlıklı yapı sürdürmiş, sanayileşme çabaları, kırsal bölgelerden kentlere göç ile 1952 yılında %2 seviyesindeki işsizlik 1978 yılında %10,1 seviyesine yükselmiştir. 24 Ocak kararları ile 1980 sonrası dönem başlamış ve ithal ikameci, ihracata dönük sanayi politikalarına geçilmiştir. Sonraki dönemlerde istikrar tedbirleri ile işsizlik oranı birkaç puan indirilmiş ve 2000-2001 krizleri ile tekrar %10'ların üzerine çıkmıştır (İşığıcıok, 2018:192). Türkiye'de işsizliğin nedenlerinden bir tanesi de istihdam yaratmayan büyümeye kavramıdır. 2001 ekonomik krizinin ardından ücretlerin düşmesi ile dış ticaret açığının artması ve yüksek büyümeyen istihdam üzerindeki pozitif etkisinin azaldığı görülmektedir (Sema, 2012:335).

İssiz kalmak insan yaşamı ve psikolojisi üzerinde önemli etkiler yaratmakta olup bu sorun sadece işsiz kalan bireyi değil ailelerini de etkileyen bir durumdur. Bu yüzden işsizlikle mücadelede nüfus politikaları, bilgi ve beceri kazandırma programları, tarım politikaları, iş bulma hizmetleri, işsizlik sigortaları, çalışma hayatında esneklik gibi bazı sosyal koruma araçları geliştirilip ulusal düzeyde işsizliği önlemeye yönelik ücret ve istihdam sübvansiyonları, kendi işini kuracaklara yardım programları ve doğrudan kamu istihdamı sağlanması gerekmektedir (İşığıcıok, 2018:229). İşsizlikle mücadele yöntemlerinden birisi de eğitim olup, mesleki eğitim aracılığı ile çalışanların becerilerini artırmak, niteliklerini yükseltip, beşerî sermayelerini geliştirerek istihdam edilebilirliklerini artırmaktır. Eğer işsizlere böyle bir eğitim verilmez ise bu durumda düşük nitelik-kötü iş tuzağına düşülverek, işsiz her iş aramasında niteliksiz iş aramaya yönlendirecek, iş verenleri ise niteliksiz iş açmaya mecbur bırakacaktır (Bicerli, 2004:141).

Türkiye'de 1946 yılında İş ve İşçi Bulma Kurumu (İİBK) kurularak işçi bulma aracı yapan bürolar aracılığı ile işsizlikle mücadele edilmeye başlanmıştır. 1963-

1967 yıllarını kapsayan Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı ile tarımda artan işgücünün şehirlere göçünün kontrolünün sağlanması, işgücü fazlasının işgücü talebindeki ülkelere gönderilmesi ve nüfus artışını yavaşlatma gibi tedbirler alınmıştır. Daha sonraki yıllarda beş yıllık kalkınma planları ile işsizlik ile mücadeleye devam edilmiştir. 2014-2018 dönemini kapsayan Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planında istihdam teşvikleri, mesleki ve rehberlik ve danışmanlık hizmetleri, yaşam boyu eğitim faaliyetleri gibi işgücünün eğitim düzeyini artırarak istihdam edilebilirliğinin artırılması hedeflenmiştir (İşığıçok, 2018:258).

İstihdam politikaları yapılrken öncelikle amaç, beseri kaynakların geliştirilmesi, ekonomik büyumenin teşvik edilmesi ve işgücünün yapısal değişikliklere adapte olmasının kolaylaştırılmasıdır. Bununla birlikte dezavantajlı grupların istihdam edilmesi ve sosyal eşitlige katkı sunulması da hedeflenmektedir. OECD'nin istihdam politikaları, kamuda işe yerleştirme ve aracılık edilmesi, mesleki eğitim, gençlere yönelik istihdam politikaları, ücret ve istihdam sübvansiyonları, engellilere yönelik politikalar, işsizlik sigortası ve emeklilik politikalarından oluşmaktadır (Biçerli, 2004:45).

Türkiye'de işsizlik sigortası, ücret garanti fonu, kısa çalışma ödeneği, yarım çalışma ödeneği, kıdem tazminatı, ihbar tazminatı ve iş kaybı tazminatı gibi pasif emek piyasası politikaları uygulanmaktadır. Ayrıca iş gücü yetiştirme kursları, iş ve meslek danışmanlıkları, yatırım ve istihdamı artırmaya yönelik teşvikler gibi aktif emek piyasası politikaları uygulanmaktadır (İşığıçok, 2018:268). Avrupa Birliği'nde uygulanan aktif istihdam programları sayesinde işsizlik kalıcı biçimde azaltılmış, yaşam standartı yükseltilerek yoksulluk azaltılmış, genç ve toplam işsizlik oranlarının düşürülmesi başarılmıştır (Sema, 2012:331).

3.2. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ VE İSTİHDAM

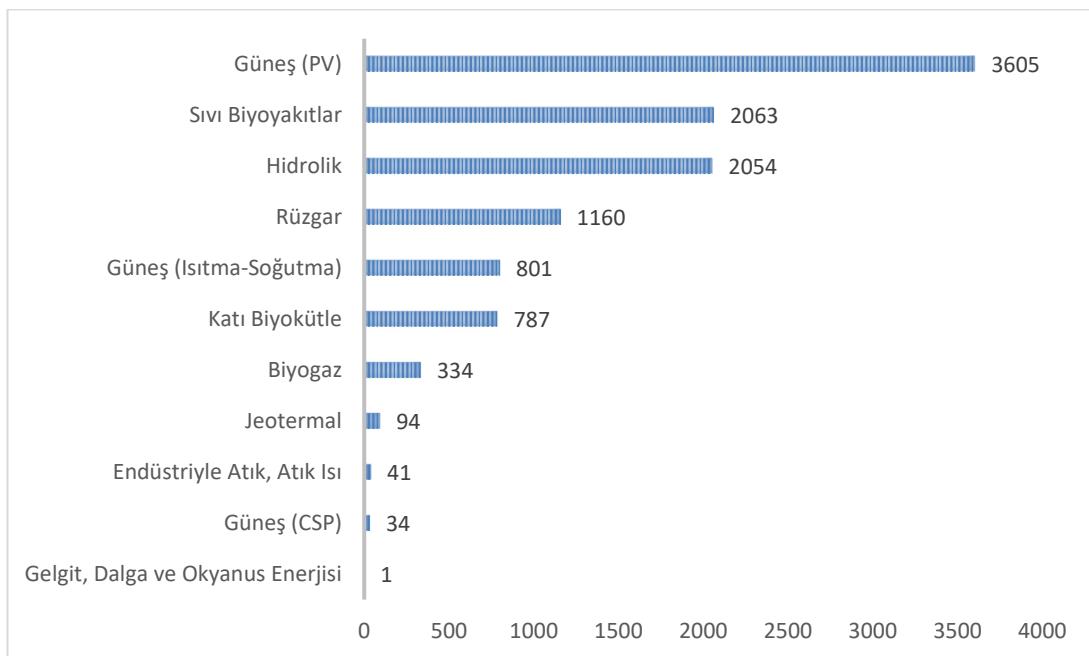
Yenilenebilir enerji kaynaklarının, enerji arzının çeşitlendirilmesi, bölgesel ve kırsal kalkınma fırsatlarının oluşturulması, bölgelerin sürdürülebilir kalkınmasına katkıda bulunma konusunda büyük bir potansiyele sahip olma gibi çeşitli sosyoekonomik faydaları ve bu faydalalarının yanı sıra azalan maliyetleri ve sürekli gelişen teknolojileri sayesinde sayısız istihdam olağlığı yaratmaktadır (Del Rio ve Burguillo, 2009:1315). Bunun yanı sıra yenilenebilir enerjinin alternatif enerjilerin ikamesi olarak kullanımı ek bir maliyet getirmekte ve fiyat-maliyet etkisi nedeniyle, maliyetleri artan ve ücretleri yapışkan özellikte olan işgücü piyasalarında üretimin

kısılmasına ve istihdamın azalmasına yol açabilmektedir. Ek maliyetin tüketicilere yansıtılması durumunda tüketicilerin kullanılabilir gelirinin azalmasına, kamu tarafından karşılanması durumunda başka yatırımların dışlanması sebep olacaktır. Dolayısıyla yenilenebilir enerji istihdam üzerinde negatif bir etkiye sahip olabileceği de ifade edilmiştir (Ağpak, 2018:77). Son yıllarda dünya çapında ülkelerde fosil temelli endüstrilerin yerine yenilenebilir enerji tercih edilmeye başlanmıştır. Yenilenebilir enerji endüstrisi şu an dünya çapında en az 11 milyon kişiyi istihdam etmekte ve bu sayı her geçen yıl daha fazla artmaktadır (IRENA, 2019). Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı ilk kez 2012 yılında yenilenebilir enerji ile istihdam ilişkisini raporlamış ve 2012 yılından 2019 yılına kadar yenilenebilir enerji istihdamı artmaya devam etmiştir.

3.2.1. Dünyada Yenilenebilir Enerjide İstihdam

Yenilenebilir enerjinin istihdam yaratımı açısından yurt içi kurulumu ve ekipmanların yerli üretimi büyük önem taşımaktadır. Diğer taraftan yenilenebilir enerji malzemeleri ihracat ile temin edilse bile yurt dışı üretim merkezlerinde belli miktarda bir istihdam yaratacak olup dünya yenilenebilir enerji istihdamının artışına sebep olacaktır. Yenilenebilir enerji endüstrileri zamanla daha olgunlaşıkça, öğrenme eğrileri yükselp, makineleşme ve otomasyonu arttıkça belirli bir görev için daha az kişiye ihtiyaç duyulacaktır. Ayrıca ülkelerin ticaret profilleri yenilenebilir enerji türüne göre değişmektedir. Örneğin, Çin güneş enerjisi alanındaki en büyük ihracatçı iken, Çin'in rüzgâr enerjisi firmaları çoğunlukla kendi iç pazarlarına hizmet vermektedir. ABD küçük bir rüzgâr ekipmanı ihracatçısı iken Hindistan ve Türkiye büyük bir güneş enerjisi ithalatçısı konumundadır. Bazı ülkeler ise yerli üretime özel teşvikler sağlamaktadırlar (IRENA, 2019). Dünyada yenilenebilir enerji türlerine göre yaratılan istihdam Şekil 3.6'da verilmiştir.

Şekil 3.6. Dünyada Yenilenebilir Enerji Türlerinin İstihdam Sayıları (Bin kişi)



Kaynak: IRENA (2019). Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Dünyada yenilenebilir enerjinin istihdamında 3 milyon 605 bin istihdam ile güneş fotovoltaik (PV) birinci sırada yer almaktadır. Daha sonra sıvı biyoyakıtlar 2 milyon 63 bin kişi istihdam etmekte ve sırasıyla hidrolik ile rüzgâr enerjileri takip etmektedir. Son sırada olan okyanus, gelgit ve dalga enerjisinde çok daha az bilgi mevcut olup çok daha az kişi istihdam etmektedir.

3.2.2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerjide İstihdam

Dünyada yenilenebilir enerjinin istihdamının artmasıyla Türkiye'de de yenilenebilir enerjide istihdam artmıştır. Ancak Türkiye ile ilgili 2016 yılına kadar herhangi bir resmi raporda yenilenebilir enerjinin istihdamı ile ilgili bir veri bulunmamaktaydı. IRENA (2016) raporunda ilk kez Türkiye'nin hidrolik enerji üretiminde ve güneş enerjisi ısıtması üretiminde önde gelen ülkelerden olduğu ifade edilmiş ve doğrudan ve dolaylı olarak toplam 20.000 istihdam yaratıldığı ifade edilmiştir. IRENA (2017)'de ise Türkiye'nin güneş enerjisi ısıtma ve soğutmada 16.600 kişi, fotovoltaik (PV)'de 12.700 kişi, rüzgâr enerjisinde 53.000 kişi olmak üzere yaklaşık 94.400 kişi yenilenebilir enerjide istihdam edildiği, 2016 yılı aralık ayından itibaren %50 yerli panel üretim şartı getirileceği, Türkiye'nin güneş ve rüzgâr üretim merkezleri kurmayı planladığı raporlanmıştır. IRENA (2018b)'de ise fotovoltaik (PV)'de 33.400 kişi, güneş ısıtma ve soğutma sektöründe 16.600 kişi,

rüzgâr enerjisinde 14.200 kişi ve küçük hidrolik, jeotermal enerji ile biyogaz sektörlerinde 18.000 kişilik istihdamla toplamda yenilenebilir enerjide çalışan kişi sayısı yaklaşık 84.000 kişi olmuştur. IRENA (2019)'da ise güneş ısıtma ve soğutma sektöründe 16.600 kişilik istihdamın 8.660'ya düşüğünü, farklı ekonomik dinamiklerin ve proje finansmanını sağlamadaki zorluklar sebebiyle yenilenebilir enerjideki istihdamın 62.000 kişiye gerilediği ifade edilmiştir.

Türkiye'de yenilenebilir enerjinin istihdam boyutunun tam olarak ortaya konulamamasının önündeki engel; standart, düzenli ve güncel verilerin olmamasıdır (Baykan, 2009). Bu konu ile ilgili Reyhan ve Duygu (2015) Türkiye'de yeşil yakalıların istihdamının araştırılmasında standartlaşmış güncel veri eksikliği ve tanımlamadaki eksiklikler sebebiyle zorluklar yaşandığına degenmiştir. Ayrıca yeşil yakalı mesleklerin tanımını ve yeşil ekonomiye katkılarını inceleyen Ercoskun (2010), Türkiye'de yeşil yakalı sayılabilenek meslekleri inceleyerek bu sektörlerde çalışan sayılarını ve kamu kuruluşlarındaki yeşil yakalı istihdam durumunu analiz ederek istatistiksel verilerin yetersiz olduğunu ifade etmiştir. Yılmaz (2014) yeşil işlerin potansiyelini analiz etmiş ve Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırımı yapan firmaların rekabet koşullarından dolayı kurumsal verilerini paylaşmak istemediğini, yeşil faaliyetlerin tanımlanmadığını ve veri setleri oluşturulmadığından dolayı mevcut durumun net bir şekilde ortaya konulmadığını ifade etmiştir. Günaydın (2015)'de diğer çalışmalar ile paralel biçimde Türkiye'de yeşil istihdam konusunda yeterli bir veri tabanının olmadığı ve sektörlerin istihdam konusunda yeterli çalışma olmadığı sonucuna varmıştır.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü'nden 23.10.2018 tarih ve 72842 sayılı dilekçe ile temin edilen bilgilere göre NACE Rev.2'ye göre sektör kodu 35.11 olan "Elektrik Enerjisi Üretimi" kategorisinde 2017 yılında 897 işletmenin cetvel verdiği ve 28.275 kişinin istihdam edildiği; sektör kodu 35 olan "Elektrik, Gaz, Buhar ve Havalandırma Sistemi Üretim ve Dağıtımları" kategorisinde 971 işletmenin cetvel verdiği ve 29.494 kişinin istihdam edildiği verilerine ulaşılmıştır (Ek-3). Ayrıca 2014 ve 2017 yıllarında Sanayi Sicil kanununda değişiklik yapılarak af uygulaması getirilmesi nedeniyle ilgili kayıt sayılarında artış olmuştur. Bununla birlikte bu istihdam sayıları yenilenebilir enerjideki istihdamı ayırt etmediği için analizde kullanılabilecek bir veri olarak görülmemiştir.

3.2.3. Çevresel İstihdam

Çevrenin korunması ile istihdam arasındaki ilişkide, çevreyi kirletme potansiyeli yüksek endüstrilerin çevreyi koruma amacıyla kapanmasının ya da bu endüstrilerin projelerinin iptal edilmesinin ülke genelinde işsizliği artıracağı düşüncesi bulunmaktadır. Bununla birlikte çevre politikasının istihdam yaratıcı ekonomik sonuçları olabileceği görüşleri de paylaşılmaktadır (Dağdemir, 2015:271). Ekonomik büyümeye ile sınırsız ilerlemenin, teknolojinin ve kaynakların kullanımın artması, beraberinde ekolojik dengeleri bozma ve ekosistemdeki çeşitliliğin azalması gibi sorunları beraberinde getirmiştir. Bu ise büyümeyen ekonomik yönyle birlikte beşeri, çevresel ve sosyal açılarından ele alınması gerektiğini ortaya koymuştur. Bu yeni ele alınma ile yeni istihdam alanları ortaya çıkması beklenmektedir. Örneğin düşük emisyonlu araçların üretimindeki artışın yaklaşık 3,8 milyon kişilik istihdam sağlanması beklenmektedir. Bununla birlikte sürdürülebilir tarım, temiz içme suyu, enerji verimliliği, binalarda enerjinin etkin kullanılması, organik ürün yetiştirciliği gibi çevre kirliliği yüksek olan mesleklerle alternatif olarak yeşil işler (green jobs) adı olarak adlandırılan bir meslek grubu ortaya çıkmıştır (Özçağ ve Hotunluoğlu, 2015:306).

Uluslararası İşçi Örgütü (ILO) tarafından yeşil işlerin, sürdürülebilir kalkınmanın merkezinde yer alması ve toplumsal katılım sağlanarak çevre koruma, düşük karbon salınımı büyümeye ve kalkınmayı içermesi gerekiği ifade edilmiştir (Reyhan ve Duygu, 2016:28). Yeşil işler kavramsal olarak ekolojik dengeye zarar vermeyen ve sürdürülebilir kalkınma anlayışında olan işleri kapsamakta olup, tarım ve doğal kaynakları koruma, enerji ve kaynak verimliliği, batarya teknolojileri, elektrikli araç teknolojileri, yeşil mimari ve yapı hizmetleri, su tasarruflu ürünler, sera gazı azaltılması, hava ve su temizleme teknolojileri, karbon depolama, geri dönüşüm arıtma ve atık yönetimi, yenilenebilir enerji ve alternatif yakıtlar, kirlilik azaltma ve temizliği gibi alanlardaki istihdamı tanımlamaktadır (Günaydin, 2015:508).

Kamuda istihdam edilen yeşil işler, atık su ve atık yönetimi, yeraltı ve üstü suların iyileştirilip korunması, gürültünün azaltılması, radyasyondan korunma, biyolojik çeşitlilik ve peyzaj, enerji araştırma ve geliştirme ile diğer çevre faaliyetlerinde istihdam edilmiş olup, ağaçlandırma, çevre düzenlemesi ve erozyon kontrolü konularında da çevresel istihdamın artırılması hedeflenmektedir (Baykan, 2009:2). Kamuda çevrenin korunması amacıyla yapılan çevresel harcamalar hem çevreyi iyileştirmeye yardımcı olmakta hem de çarpan etkisiyle yeni iş olanakları

sağlayarak istihdamın artmasına yardımcı olmaktadır. Ancak çevre projelerinin uzun sürmesi, konjonktürel işsizlikle mücadeledeki etkinliğini azaltması ve yatırımların verimliliğini düşürüp ekonomiyi stagflasyon sorununa sürükleyebilmesi yönlerinden düşündürücü olmaktadır (Dağdemir, 2015:281).

Türkiye'de çevresel istihdam konusunda bir politika olmadığı gibi sektörde ilişkin verilerin netliği ve çelişkileri konusunda sıkıntılar olduğunu ifade eden Topal ve Özer (2014), TÜİK'in çevresel istihdam verilerinin yöntem ve tanım olarak yeşil istihdam kavramını yansıtmadığını ifade etmiştir. Türkiye'de yeşil ekonomi ve yenilenebilir enerji istihdamı için işgütünün eğitilmesini inceleyen Karakul (2016) ise Türkiye'nin kamu sektöründe yeşil yakalı personel istihdamını artırmaya çalışan bir politikaya sahip olmadığını, bu sektörde çalışanların da taşeron firmalar aracılığıyla sözleşmeli personel olarak istihdam edildiğini belirtmiştir.

3.3. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ İLE İSTİHDAM İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Yenilenebilir enerjinin istihdam boyutu ile ilgili gerek Türkiye'de gerek yurtdışı kaynaklarda 2016 yılına kadar herhangi bir veri bulunmamakta olup Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA)'nın 2016 istihdam raporunda ilk defa Türkiye için yenilenebilir enerjinin toplam 20.000 istihdam sağladığı verisi yer almıştır. Daha sonra IRENA (2018b)'de güneş ile rüzgâr istihdamı ayrılarak yer almış, küçük hidroelektrik, jeotermal ve biyoenerji istihdamı ayrılmamış ve istihdamın doğrudan, dolaylı veya uyarılmış istihdam olup olmadığı hakkında bilgi verilmemiştir. Literatürdeki yenilenebilir enerjinin istihdamı hakkındaki tek veri de bu haliyle tezde kullanılmaya elverişli değildir. Öte yandan literatürde yenilenebilir enerjinin istihdam etkisini Hesaplanabilir Genel Denge yöntemi (HGD) ve Girdi-Çıktı (Input Output, IO) yöntemi ile inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Bu yöntemlerden Hesaplanabilir Genel Denge yönteminde, Sosyal Hesaplar Matrisi (SHM) kullanılması gerekmektedir (Erten, 2009:34). Girdi-Çıktı modelleri iktisadi faaliyet biçimini olarak üretim ile tüketim arasındaki karşılıklı ilişkiyi çok sektörlü ve nicel olarak inceleyen, basit matematiksel yapıya sahip genel denge modelidir. Model, Leontief'in Walras'ın modelinde bulunan fonksiyonları basitleştirip, denklemlerinin sayısını eksiltmesiyle hesaplanabilen bir düzeye indirgenmiştir (Aydoğan, 2015:3). Girdi-Çıktı yönteminde bir sektörde sanayi sektörlerinin birbirine bağımlılığını göz önünde bulundurarak, mal

ve hizmet talebinin sistem genelinde ekonomik etkilerini analiz etmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu model, mal ve hizmetlere yönelik nihai talepteği değişikliklerin ekonomideki sanayi sektörlerinin çıktılarını nasıl etkileyebileceğini incelemek için güçlü bir modeldir. Bu yöntemde hükümetlerin yayınladığı resmi Girdi-Çıktı tablolarının kullanılması gerekmektedir (Hondo ve Moriizumi, 2017:130). Türkiye özelinde bu iki yöntem için de ana veri TÜİK'in 2012 yılı Girdi-Çıktı tablosudur. TÜİK tarafından hazırlanan Girdi-Çıktı ve arz kullanım tablolarında 1968 tablosu 50 sektörlü, 2002 tablosu ise 60 sektörlü olarak yayımlanmıştır (Aydoğuş, 2015:22). Bu tabloda yer alan sektörlerde sadece “elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme” sektörü olduğu ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektriği ayırmadığı için Hesaplanabilir Genel Denge yöntemi ve Girdi-Çıktı yöntemi Türkiye için kullanılamamıştır.

3.3.1. Yenilenebilir Enerji ile İstihdam İlişkisinin Literatür İncelemesi

Yenilenebilir enerji politikalarının istihdam etkilerini inceleyen literatür; Hesaplanabilir Genel Denge yöntemini kullanan çalışmalar, Girdi-Çıktı yöntemini kullanan çalışmalar ve bunlardan farklı yöntemleri kullanan çalışmalar olarak üç ana grupta ele alınabilmektedir.

Hesaplanabilir Genel Denge modellerinin (Computable General Equilibrium Method, CGE) temelinde Walras genel denge teorisi yatmaktadır, bir ekonomideki üretim, bölüşüm ve birikim faktörlerini aynı anda çözümleyen sistemlerdir. HGD modellerinde veri olarak belirli bir yıla ilişkin Sosyal Hesaplar Matrisi (SHM) kullanılmaktadır (Erten, 2009:33). Net istihdam etkisini ölçmeye yarayan bu yöntemlerde yeterince ayrıstırılmış; güneş ve rüzgâr enerjisi gibi alt ayrımlarına kadar inilmemiş veri olmaması ve güncel Girdi-Çıktı tablosu olmaması nedeniyle çok fazla araştırmada uygulanamamıştır (Ağpak, 2018:82). Literatürde HGD modelini kullanarak yenilenebilir enerji ile istihdam ilişkisini inceleyen çalışmalar Mu vd. (2018), Srisamran (2014), Rivers (2013), Hannum (2014)'dır.

Literatürde Girdi-Çıktı modelini kullanarak yenilenebilir enerji ile istihdam ilişkisini inceleyen çalışmalar Oliveira vd. (2014), Breitschopf vd. (2013), Garrett-Peltier (2010), Komendantova ve Patt (2014), Guenther-Lübbers vd. (2016), Garrett-Peltier (2017), Cai vd. (2011), Henriques vd. (2016), Neuwahl vd. (2008), Wyadra

(2011), Lehr vd. (2012), Belegri-Roboli vd. (2010), Kulišić vd. (2007) olarak sıralanmaktadır.

Yenilenebilir enerji ile istihdam arasındaki ilişkiyi HGD ve IO yöntemlerinin dışında birçok yöntemle inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Topgül (2015) ve Bayramoğlu (2018) bölgesel düzeyde incelemiş, Kim ve Jeong (2016), Hartley vd. (2015) ve Hong (2013) panel yöntemi kullanmış, Wei vd. (2010) ve Zhang vd. (2017) ise elektronik tablo tabanlı analitik bir model kullanmıştır. Bulavskaya ve Reynès (2018), Castro-Alvarez (2016), Alabbas (2017), Komarek (2012), Sawle vd. (2018), Antal (2014), Rodríguez-Huerta vd. (2017), Djanibekov ve Gaur (2018), Blanco ve Rodrigues (2009), Fanning vd. (2014), Dvorak vd. (2017), Zhao ve Luo (2017), Böhringer vd (2013), Thornley vd. (2008), Simas ve Pacca (2014), Van der Zwaan vd. (2013), Caldes vd. (2009), Fankhauser vd. (2008), Louie ve Pearce (2016), Silalertruksa vd. (2012), Hondo ve Moriizumi (2017) ve Glicoës (2013) ise konuyu Hesaplanabilir Genel Denge yöntemi, Girdi-Çıktı yöntemi ve analitik modellerden farklı metodolojiler ile ele almışlardır.

Türkiye için yapılan yerli literatürde Ağpak (2018) yenilenebilir enerji ile genel istihdam ve genç istihdam arasındaki ilişkiyi ele almış; istihdam ile yenilenebilir enerji arasında negatif ilişki olduğunu gözlemlemiştir. Çetin ve Eğriçan (2011), Yılmaz (2014) ve Sungur (2010) ise yayınlanan bazı raporlardaki verileri baz alarak hesaplama yapmıştır. Bölgesel olarak yapılan çalışmalarдан Topgül (2015) yenilenebilir enerji santrallerinden bilgi alarak bölgesel bir çalışma yapmış ve Erdal (2012) rüzgar enerjisi ve jeotermal kaynaklardan elektrik enerjisi üreten üç üretim tesisi seçerek analizini yapmıştır. Karaca vd. (2017) Amerika'da daha önceden yapılan yenilenebilir enerji yatırım projelerinde elde edilen istihdam verilerini veren JEDI modelini kullanmış, Topal ve Özer (2014) çevresel istihdam konusunda sektörde ilişkin verilerin net olmadığını ve çelişkilerini ifade etmiştir. Baykan (2009), Erçoşkun (2010) ve Reyhan ve Duygu (2015) konu ile ilgili güncel veri eksikliği olduğunu ifade etmiş, Günaydin (2015) ise konu ile ilgili yeterli bir veri tabanının olmadığı ve yenilenebilir enerji sektörlerinin istihdamı konusunda yeterli çalışma olmadığını ifade etmiştir. Türkiye ile ilgili yukarıda yer alan çalışmalara bakıldığından literatürde farklı kaynakları baz alarak hesaplama yapıldığı veya bölgesel çalışma yapıldığı ya da verilerin yetersiz olduğu ifade edilmiştir.

Yenilenebilir enerji ile istihdam arasındaki ilişkiyi inceleyen yerli ve yabancı literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarında dikkat çeken kısım

yöntem çeşitliliğinin olmasıdır. Yukarıda toplulaştırılmış biçimde verilen, yenilenebilir enerji ile istihdam arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar ve bulguları detaylı olarak verilmiştir.

Birleşik Krallık'ta elektrik üretiminin yenilenebilir enerji teknolojilerindeki istihdam etkilerini Girdi-Çıktı yöntemiyle araştıran Oliveira vd. (2014), yayınlanan Girdi-Çıktı tablolarının sadece tek bir elektrik sektörünü tanımlaması ve farklı enerji kaynaklarından üretilen elektriği ayırt etmediğinden dolayı yenilenebilir enerji teknolojilerini alt bileşenlerine ayırtarak analizini gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonucuna göre, Birleşik Krallık'ta 2020 yılında yenilenebilir enerjinin kurulu kapasitesindeki artışa bağlı olarak, 65.323 doğrudan ve 30.676 dolaylı olmak üzere toplam 95.999 istihdam yaratılacağını tahmin edilmiştir. Ayrıca 95.999 istihdamın, hükümet tarafından beklenen 400.000 istihdamdan daha az istihdam olanağına sahip olduğu da ifade edilmiştir.

Breitschopf vd. (2013), Girdi-Çıktı yöntemini kullanarak, Kanada, Danimarka, Fransa, Almanya, İrlanda, Japonya, Hollanda, Norveç ve Birleşik Krallık'ta istihdam etkisini incelemiştir. Bu ülkeler içinde en yüksek doğrudan ve dolaylı istihdamın Almanya ve Danimarka'da olduğu ifade edilmiştir. ABD'de yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği yatırımlarının istihdam etkisini Girdi-Çıktı modeli kullanarak araştıran Garrett- Peltier (2010), karbon bazlı bir enerji sisteminden daha sürdürülebilir ve düşük karbonlu enerji kaynaklarına geçiş yapıldığında, fosil yakıt sektöründe kaybedilen her istihdam için yenilenebilir enerji sektörlerinde yaklaşık üç istihdam yaratılacağı sonucuna varmıştır.

Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi teknolojisinin (CSP) Kuzey Afrika ülkelerinde istihdam etkisini Girdi-Çıktı modeli kullanarak araştıran Komendantova ve Patt (2014), yatay teknoloji transferi durumunda, yani tüm bileşenler yerel olarak üretildiği zaman, yıllık 122.600 doğrudan istihdam ve 900.000'den fazla uyarılmış istihdam yaratacağı; dikey teknoloji transferi durumunda, yani tüm bileşenler yurtdışında üretildiğinde, 40.000 doğrudan istihdam ve 300.000'den az uyarılmış istihdam sağlayacağini ifade etmiştir.

Biyogaz üretiminin kırsal bölgelerdeki istihdam üzerindeki etkilerini Almanyaörneğinde üç farklı senaryo ve altı bölge için Girdi-Çıktı modeline dayanarak tahmin eden Guenther-Lübbbers vd. (2016), her bir senaryonun istihdam seviyesiyle ilgili önemli değişikliklerin meydana getirdiğini, ancak bazı senaryolarda istihdamın arttığı, bazlarında ise azaldığı sonucuna varmıştır. Girdi-Çıktı modelini kullanarak ABD'de

yenilenebilir enerji ile istihdam arasındaki ilişkiyi inceleyen Garrett-Peltier (2017), yenilenebilir enerjinin, 1 milyon dolarlık harcama başına 7,49 (4,50 doğrudan, 2,99 dolaylı) tam zamanlı istihdam yarattığını; enerji verimliliğinin 1 milyon dolar harcama başına 7,72 (4,59 doğrudan, 3,13 dolaylı) istihdam yarattığını ve fosil yakıtların 1 milyon dolar harcama başına 2,65 (0,94 doğrudan, 1,71 dolaylı) istihdam yarattığını ifade etmiştir.

Çin'de yeşil ekonomi ve yeşil işler arasındaki ilişkiyi hem analitik hem de Girdi-Çıktı yöntemiyle inceleyen Cai vd. (2011), 2006 ile 2009 yılları arasında Çin'in elektrik üretim sektöründeki hafifletme politikaları ile 44.000 kişilik istihdam kaybına neden olmasına karşın dolaylı istihdam etkileri bulunan yenilenebilir enerjinin aynı sürede 472.000 net istihdam kazancına sebep olduğu sonucuna varmışlardır. Yenilenebilir enerjinin oluşturduğu istihdamın toplumsal cinsiyet ve personel yapısı üzerinde inceleyen çalışmasında Cai vd. (2014), Çin'de 2011-2020 yılları arasında yenilenebilir enerji gelişmesinin 7 milyon istihdam kazancı getireceği, ancak bu istihdamın toplumsal cinsiyet eşitsizlik problemini ağırlaştıracığı ve yapısal işsizlik sorunlarına neden olacağı bulgularına ulaşmışlardır.

Henriques vd. (2016), Portekiz için 2008-2020 yılları için elektrik üretimi için yenilenebilir enerji hedeflerinin istihdam üzerindeki etkisinin Girdi-Çıktı yaklaşımı ile incelemiştir ve 2020 yılına kadar Portekiz'de 70.000 istihdam yaratacağı bulgusunu elde etmişlerdir. Avrupa Birliğinin biyokütle politikasının istihdam etkilerini Girdi-Çıktı modelini kullanarak inceleyen Neuwahl vd. (2008), 2020 Yenilenebilir Enerji Yol Haritası tarafından belirlenen hedefleri baz alarak yaptıkları simülasyonda, biyoyakıtların %10-15 düzeyinde olumsuz istihdam etkileri olmadan sağlanabileceğini göstermişlerdir. Biyoteknolojinin Almanya için ekonomik etkilerini analiz eden Wyadra (2011), Girdi-Çıktı modeli kullanarak yaptığı çalışmada dolaylı istihdam etkilerinin oldukça yüksek olduğunu ve doğrudan istihdam etkilerini aştığını ifade etmiştir.

Lehr vd. (2012) Almanya'da artan yenilenebilir enerji yatırımlarının Alman ekonomisine olumlu ya da olumsuz etkilerini incelemiştir. Çalışmada oluşturulan tüm senaryoların hepsinde yenilenebilir enerji yatırımlarının net istihdam yaratacağı ve 2030'da yaklaşık 150 bin istihdama ulaşabileceğinin sonucuna ulaşılmıştır. Lehr vd. (2016) Tunus'da yenilenebilir enerji ve istihdam ilişkisi üzerinde yaptığı çalışmada 100 milyon Dinar'lık bir yatırımda en çok binalardaki enerji verimliliğinin istihdam

sağladığını, bunu güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisindeki istihdamların takip ettiğini ifade etmiştir.

Yunan ekonomisinde çevresel yatırımların istihdam üzerindeki etkilerini Girdi-Çıktı ve anket yöntemi ile inceleyen Belegri-Roboli vd. (2010), "yeşil yatırımlar"ın her yıl 74.300 tam zamanlı çalışana eşit bir istihdam yarattığını vurgulamıştır. Biyodizel üretiminin Hırvat ekonomisi üzerindeki etkilerini Girdi-Çıktı yöntemiyle inceleyen Kulišić vd. (2007), petrol ve biyodizel sektörlerinde mevcut istihdam düzeyinde bir kişilik artış, ekonomi genelinde sırasıyla 3,7 ve 3,3 kişilik istihdamı artıracağı ancak biyodizel kullanımındaki yoğunluktan dolayı belli sayıda kişinin gelirin ve üretimin normal petrol sektöründen kaymasından dolayı olumsuz etkilere maruz kalacağı bulgularına ulaşmışlardır. Çin'de yenilenebilir enerji politikalarının istihdam etkilerini hesaplanabilir genel denge (CGE) modeli kullanarak inceleyen Mu vd. (2018), yenilenebilir enerjinin istidam etkisinin enerji türüne ve sübvansiyonlar için finansman mekanizmalarına bağlı olduğunu, ayrıca güneş enerjisinin 45.100, rüzgâr enerjisinin 15.800 doğrudan ve dolaylı istihdam yaratacağını ifade etmişlerdir.

Tayland için Hesaplanabilir Genel Denge modeli kullanarak bir elektrik planlaması yapan Srisamran (2014) Tayland ekonomisine üç elektrik politikasının makroekonomik performans, gelir dağılımı ve işsizlik oranı üzerindeki potansiyel etkilerini incelemiştir. Modelde 2006 yılının Sosyal Hesaplar Matrisi verileri kullanıldığını, daha detaylı ve güncel verilerin olması durumunda analizin daha başarılı olacağını ifade etmiştir. Çalışmanın simülasyon sonuçlarına göre hidroenerjinin teşvik edilmesinin en ekonomik çözüm olacağı bulgusuna varılmıştır.

Yenilenebilir enerji ve işsizlik konusunu ABD verilerini temel alarak ve genel denge modeli kullanarak inceleyen Rivers (2013), yenilenebilir üretiminin emek yoğunluğu geleneksel üretmeye göre yüksek olduğunda, yenilenebilir politikalarının işsizlik oranını azaltabileceği sonucuna varmıştır. Bununla birlikte yenilenebilir enerji politikalarının benimsenmesinden kaynaklanan istihdam ve işsizlik oranlarındaki genel değişiklikler çok küçük olduğunu ifade etmiştir.

ABD'nin Colorado eyaleti üzerinde gayrimenkul, enerji ve demografik değişkenler üzerinde Genel Denge Analizi yapan Hannum (2014), yenilenebilir enerjinin, özellikle rüzgâr ve güneşten elektrik üretiminin aşırı sermaye yoğunluğu nedeniyle bir istihdam yaratıcısı olmadığı sonucuna varmıştır. 2000 yılında yaşanan Kaliforniya elektrik krizi sonrası ABD'de elektrikteki yeniden yapılanmanın

istihdama katkısını 48 eyaleti kapsayan panel veri analizi ili inceleyen Kim ve Jeong (2016), yeniden yapılanmanın genel istihdam üzerinde olumlu bir etkisi olduğu sonucuna varmışlardır. Rüzgâr enerjisi ve Kaya gazının yerel istihdam üzerindeki etkisini Teksas eyaleti için, panel ekonometrik model kullanarak inceleyen Hartley vd. (2015), 2011 yılında Kaya gazı için açılan 5482 adet yeni kuyu ile 25.000-125.000 arasında net iş yaratıldığını, bununla birlikte rüzgâr endüstrisinde yerel istihdam veya ücretlerde çok büyük bir etki oluşturulmadığı sonucuna varmışlardır.

OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji arzı ile istihdam arasındaki ilişkiyi 1995-2010 yılları için panel verileri kullanarak sabit etki modeli ile analiz eden Hong (2013), yenilenebilir enerji arzının istihdam ile pozitif bir ilişkisi olduğu, yaratılan istihdamın çoğunun sanayi sektöründe olduğu ve yenilenebilir enerji ile istihdam arasındaki ilişkinin, yeni OECD üyesi ülkelerde eski OECD üyesi ülkelerden daha fazla olduğu sonuçlarına varmıştır.

Wei vd. (2010) ABD'de kömür ve doğal gaza ek olarak yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, karbon yakalama ve depolama ile nükleer enerjiyi kapsayan için Excel tabanlı bir analitik model kullanarak yaptığı çalışmada yenilenebilir enerji ve düşük karbonlu sektörler, fosil yakıt bazlı sektörlerle göre daha fazla istihdam yarattığı, yenilenebilir enerji arasında Fotovoltaik (PV) sektörünün birim elektrik çıkışı başına en fazla istihdamı oluşturduğu sonuçlarına ulaşmışlardır. Çin'in güneş (PV) endüstrisinin istihdam üzerindeki nicel etkilerini ve yapısal etkilerini elektronik tablo tabanlı bir analitik model ile inceleyen Zhang vd. (2017), elektrik üretimi için yenilenebilir enerjinin geleneksel enerjiden daha fazla istihdam yarattığı ancak istihdam/MW oranı ile istihdamdaki çarpıklığın azaldığı bulgularını elde etmişlerdir.

Yenilenebilir enerji endüstrisinin istihdam yaratma potansiyeli hakkındaki son çalışmaların kapsamını inceleyen Kammen vd. (2004), çevre korumasının finansal bir maliyete yol açtığı, bununla birlikte yenilenebilir enerji sistemlerinin daha fazla kullanılması, inovasyon yatırımları ve yeni istihdam yaratımı yoluyla ekonomik faydalara sağlayacağını, fosil yakıt temelli ekonomiden yenilenebilir enerjiye geçişin eğitim programlarıyla desteklendiğinde, yenilenebilir enerji, ekonomik büyümeyi teşvik edeceğini ve önemli ölçüde istihdam sağlayacağını ifade etmişlerdir.

Rüzgâr ve güneş enerjisi teknolojileri için istihdam faktörleri üzerine literatür incelemesi yapan Cameron ve Van Der Zwaan (2015), literatürde az sayıda orijinal çalışmanın olduğunu, bulguların özgünlüğünün bulunmadığını ve istihdam yaratma konusunda yayınlar arasında belirsizlikler olduğunu ifade etmiştir. Bir diğer literatür

incelemesi yapan Ge ve Zhi (2016), yeşil ekonominin gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde istihdam üzerinde olumlu etkileri olduğunu ancak İspanya örneğindeki gibi, her bir yeşil MW'ın ortalama 5,28 kişilik istihdam kaybına yol açtığı gibi istisnaların olduğunu gözlemlemiştir.

Lutzeyer (2013), Kuzey Carolina'da açık deniz (offshore) rüzgâr enerjisi için istihdam yaratma ve kıyı turizmi ile ilgili iki anket üzerinden yaptığı çalışmada, katılımcıların yaklaşık %55'inin rüzgâr çiftlikleri inşaatının olduğu bölgede artık kalmayacaklarını, %24'ünün kalma fiyatlarında önemli indirimler olursa kalmaya devam edeceklerini, görsel etkilerin dezavantajının da elektrik fiyatlarındaki düşüşler ile ya da kalıcı istihdam ya da karbon azaltımı ile dengelenebileceğini söylemişlerdir.

Alman ekonomisinin son zamanlardaki yüksek işsizlik sorununu ele alan Lehr vd. (2008) Almanya'da yenilenebilir enerjinin istihdam ile ilişkisini ölçmek amacıyla kapsamlı bir anket ve binden fazla mülakatın sonucunda yenilenebilir enerji sektörü için bir Girdi-Çıktı vektörü geliştirerek iki farklı politika senaryosunun 2030 yılına kadar etkisini hesaplamışlardır. Yenilenebilir enerji sektörüne yapılan yatırımların ve ihracatın endüstride olumlu etkisi olsa da bu sektörde yapılan ilave harcamalar, diğer sektörlerde yönelik harcamaları azaltıp o sektörlerde daha az istihdama da sebep olacağını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte dünya piyasaları ve ihracatın gelişimine bağlı olarak, Almanya'nın yenilenebilir enerji sektöründe öncü rolü devam ederse, 2030 yılında sektördeki istihdamın 400.000'i aşabileceği ve net istihdam etkilerinin pozitif olacağı sonucuna varmışlardır.

ABD tüketicilerinin güneş enerjisi konusunda tutumlarını anket yöntemiyle ölçen Lu (2016), düşük gelir grubunun güneş enerjisi endüstrisinin yarattığı yeni istihdam fırsatlarının güneş enerjisi tercihlerini değiştirmeyeceğini, yüksek gelir grubunun ise iklim değişikliği farkındalığı için üretim teşviklerini desteklemek ve güneş enerjisi endüstrisi tarafından yeni istihdam fırsatları yaratmak için daha fazla ücret ödemeye razı olacakları bulgularına ulaşmıştır.

Hollanda'da yenilenebilir enerjinin istihdam yaratımını inceleyen Bulavskaya ve Reynès (2018), neo-Keynesyen CGEM (Hesaplanabilir Genel Denge Modeli) ThreeME (Çevre ve enerji politikasının değerlendirilmesi için çok sektörlü Makroekonomik Model) kullanmışlardır. ThreeME modelinin hem Girdi-Çıktı hem de hesaplanabilir genel denge modelini çalıştırabildiğini ifade ederek yenilenebilir enerjiye geçişin, Hollanda ekonomisi üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu, 2030'a kadar yaklaşık 50.000 yeni istihdam yaratacağını ifade etmişlerdir.

Meksika'da enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesinin artıları ve eksilerini araştıran Castro-Alvarez (2016), yenilenebilir enerji sektörünün fosil yakıtlara göre istihdam yaratma potansiyelinin daha yüksek olduğunu, yenilenebilir enerji projeleri tarafından sağlanan gelir akışının, o toplumda yaşayan insanların yaşam kalitesinde önemli bir etkisi olacağını ve bunun da o ülkenin genel ekonomisinde olumlu bir etkiye sahip olacağını ifade etmiştir. Ayrıca güneş istihdamının son dört yılda %86 oranında büyüdüğünü ve genel ekonomideki istihdam artışından yaklaşık 20 kat daha yüksek bir oranda istihdam yarattığını, rüzgâr endüstrisinin ise ABD'de, 73 eyalette 500'den fazla fabrikadan oluşan bir üretim tedarik zinciri ile 73.000'den fazla kişiyi istihdam ettiğine dikkat çekmiştir.

Suudi Arabistan için elektrik üretimi ve talepleri için entegre bir kaynak stratejisi planlama modeli analiz eden Alabbas (2017), çeşitli yenilenebilir sektörlerin yıllık GWh başına oluşan doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdam verilerini, verileri mevcut olan yayınların verilerinin ortalamalarını alarak çalışmasında kullanmıştır. ABD'de Michigan eyaletinde etanol üretim tesislerinin yerel işgücü piyasası üzerindeki etkisini farklılık farkları (difference-in-difference) stratejisini kullanarak araştıran Komarek (2012), yerel istihdam çarpanının etanol üretiminin ilk birkaç yılı boyunca büyüdüğünü ve üretim tesisi başına yaklaşık 275 yerel istihdamın uzun vadeli etki yarattığını ifade etmiştir.

Yenilenebilir enerji üretiminin çeşitli konfigürasyonlarını içeren en uygun hibrid güç sistemi tasarımını optimizasyon teknikleri kullanarak, istihdam yaratma ve insanı gelişim açısından inceleyen Sawle vd. (2018), Hindistan'ın Barwani kırsal bölgesinin elektriklendirilmesi için en uygun çözümü, Hindistan'ın mevcut yenilenebilir enerjilerinin istihdam yaratma bilgilerini (GWh/yıl) kullanarak hesaplamışlardır. Ekonomik büyümeye, çevresel etkiler ve işsizlik arasındaki ilişkileri inceleyen Antal (2014) çalışmasında, ekonomik büyümeyenin çevresel etkilerle güçlü bir şekilde ilişkili olduğu ve düşük ya da negatif büyümeyenin çoğu piyasa ekonomisinde artan işsizlik ile yüksek oranda ilişkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Rodríguez-Huerta vd. (2017), Çok Değişkenli Toplumsal ve Ekosistem Metabolizması Analizi kullanarak Katalonya'da enerji ve iklim değişikliği planının 2020 yılına kadar uygulanmasıyla 8.000 ila 23.000 yeni istihdama neden olacağı sonucuna varmışlardır.

Avrupa Birliği ülkelerinde doğrudan rüzgâr enerjisi istihdam tahminlerini araştıran Blanco ve Rodrigues (2009) rüzgâr enerjisi şirketlerinin raporlarına dayanarak yaptığı analizde 2008 yılında 104.000'in üzerinde istihdam sağlandığını,

üretilen MW ile istihdam sayısı arasında bir ilişki olduğunu ancak bu ilişkinin ihracat/ithalat kapasitelerindeki farklılıklar sebebiyle farklılaştığını ifade etmişlerdir. Çalışmada son iki üç yılda rüzgâr enerji şirketlerinin belirli alanlarda hem yetenekli, donanımlı hem de vasıfsız işçi bulma sıkıntısı çektilerini, Avrupa'nın bazı bölgelerinde işgünün geleneksel enerji sektörlerinden rüzgâr enerjisine transfer edildiği ifade edilmiştir.

Hindistan'ın Uttar Pradesh kentindeki kırsal haneler arasındaki enerji kullanımı, tarımsal üretim, gelir ve istihdam konularını inceleyen Djanibekov ve Gaur (2018), hanelerin güneş panelleri kullanarak enerji kullanım modellerini geliştirdiğini ancak bu teknolojinin gelişmesinin devlet sübvansiyonlarına bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Güneş enerjisi sübvansiyonu politikası ile hem erkeklerin hem de kadınların tarımsal çalışmalardaki artan katılımı nedeniyle çocuk işçiliğine bağımlılığının azaltılabileceği sonucuna varmışlardır.

Dalga ve gel-git enerjisinin Galler bölgesindeki bölgesel istihdama katkısını inceleyen Fanning vd. (2014), istihdam açısından ekonomik katkının inşaat ve bakım-onarım sürecinde daha çok gerçekleşeceğini ifade etmiştir. Çek Cumhuriyeti'ndeki yenilenebilir enerji yatırımlarının istihdam üzerindekini etkisini inceleyen Dvorak vd. (2017), Çek Cumhuriyeti'nde 2010'da yenilenebilir enerjinin 20.000'den fazla istihdam yarattığı ve istihdam yaratmanın mali teşviklerin devamı üzerine güçlü bir bağımlılığının olduğu sonucuna varmışlardır. Yenilenebilir enerjinin istihdam yaratacağı sonucu veren çalışmalara karşın Zhao ve Luo (2017) Çin için yaptığı çalışmada yenilenebilir enerji üretiminin bir istihdam yaratıcısı olmadığı sonucuna varmıştır.

Böhringer vd. (2013), Almanya'daki yenilenebilir enerji sübvansiyonlarını incelediği çalışmada, sübvansiyon oranının ve finansman mekanizmasına bağlı olduğunu ifade etmiştir. Sübvansiyonlar işgücü vergileri tarafından finanse edilirse, refah ve istihdam etkilerinin negatif olacağını, elektrik vergisi kullanılarak finanse edilmesi durumunda, küçük yararlar yaratacağını, belli bir sübvansiyon oranı eşik değerini aşından sonra hızlı bir şekilde önemli kayıplara dönüşeceğini, sert kömür sübvansiyonlarının kaldırılmasının pozitif istihdam ve refah etkileri yaratabileceğini öne sürmüştür. Yenilenebilir enerji kullanımının istihdam etkisini ölçmek amacıyla 1991-2014 döneminde ve 59 ülkeden oluşan bir panel analizi gerçekleştiren Ağpak ve Özçiek (2018), yenilenebilir enerjinin pozitif istihdam etkisinin garanti olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Kırsal ekonominin istihdam yaratma ve ekonomik kalkınma potansiyelini biyokütle bağlamında inceleyen Thornley vd. (2008), biyoenerji sistemlerinde üretilen bitkilerin büyümesi için tarımsal emek, hammaddenin taşınması, işlenmesi ve dönüşüm tesislerinde her GWh enerji karşılığında 1,27 kişilik istihdam yaratılacağı sonucuna varmıştır. Brezilya'da rüzgâr enerjisinin istihdam potansiyelini araştıran Simas ve Pacca (2014), rüzgâr türbinleri imalatı ve rüzgâr santrali yapımı girdileriyle birlikte tüm imalat, inşaat ve işletme süreçlerinde dolaylı veya direk istihdamı hesaplamak amacıyla bir indeks oluşturmuştur. Bu indekse göre rüzgâr santrali kurulduğu ilk yıllarda her MW için yıllık 13,5 kişilik istihdam oluşturacağı ve diğer yıllarda yıllık 24,5 kişilik istihdam oluşturacağı sonucuna varmışlardır.

Van der Zwaan vd. (2013), Ortadoğu'da yenilenebilir enerji yayılım senaryosuna uygun olarak, 2050 yılında güneş enerjisinden ve rüzgâr enerjisinden %60'lık bir yenilenebilir elektrik paylaşımı elde edileceğini, 155.000 doğrudan ve 115.000 dolaylı istihdam yaratılacağını tahmin etmişlerdir. İspanya'da güneş enerjisinden elde edilen elektriğin dağıtımının ekonomik etkisini araştıran Caldes vd. (2009), İspanya'da 500 MW güneş enerjili termik santrallerin inşası ve işletmesinin 1 yıllık sürede 63.485 doğrudan istihdam ve 45.508 dolaylı istihdam yarattığı sonucuna varmışlardır. Fankhauser vd. (2008) iklim politikasının istihdam üzerindeki etkisini kısa, orta ve uzun vadede incelemiştir. Kısa vadede istihdamın yüksek karbonlu faaliyetlerden düşük karbonlu faaliyetlere geçme sürecinde yeni istihdam yaratılacak olduğunu, orta vadede üretim kalıpları ayarlandığı için etkinin tüm ekonomide hissedilecek olduğunu ve uzun vadede yenilik odaklı yapısal değişimin tahrif edeceğinden daha fazla istihdam yaratma potansiyeline sahip olduğunu ifade etmektedir.

Louie ve Pearce (2016), ABD'de fosil kaynaklı sektörlerde çalışan işçilerin güneş fotovoltaik endüstrisinde çalışabilmelerini analiz ettiği çalışmasında eğitimin önemini vurgulayarak, kömürden güneş enerjisi ile ilgili istihdama yumuşak bir şekilde geçiş yapılabileceğini, mevcut kömür işçilerinin yeniden eğitim masraflarını analiz ederek ifade etmiştir. Çalışma sonuçları yeniden eğitimle kömür endüstrisinin tamamen ortadan kalması durumunda bile işçilerin büyük çoğunluğunun güneş enerjisi sektörlerinde çalışabileceğini göstermiştir. Biyoyakıtların istihdam etkilerini Tayland örneğinde analitik yaklaşımın (mikro seviye) ve Girdi-Çıktı modelinin (makro seviye) bir kombinasyonu olan hibrit bir model kullanarak inceleyen Silalertruksa vd. (2012), etanol ve biyodizelin üretilmesinin benzinden 17-20 kat, dizelden 10 kat fazla işçi

gerektirdiğini, 2022 yılında etanol üretiminin yıllık 238.700-382.400 kişi istihdam yaratılabileceğini ifade etmiştir.

Hondo ve Moriizumi (2017), yaşam döngüsü modeli de denilen ve literatürde yenilenebilir enerji üretimi teknolojileri ve politikalarının çevresel ve sosyo-ekonomik etkilerini analiz etmek için geliştirdiği yenilenebilir enerji odaklı Girdi-Çıktı modelini kullanarak yenilenebilir enerji üretim teknolojilerinin istihdam yaratma potansiyelini incelemiştir. Japonya'da incelenen dokuz yenilenebilir teknolojinin yaşam döngüsü boyunca yaratılan toplam istihdamı, teknoloji türüne bağlı olarak GWh başına 1,04 ile 5,04 kişi/yıl arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Yenilenebilir enerjinin net istihdam etkilerini ABD örneğinde Maddala iki aşamalı etki modelini ve regresyon analizini kullanarak inceleyen Glicoes (2013), yenilenebilir enerjinin toplam bölgesel istihdamda yaklaşık %2'lük istihdam kazanımına katkıda bulunduğu, yenilenebilir enerji kapasitesinde ortaya çıkan genişlemenin, bölgesel düzeyde istatistiksel olarak önemli ölçüde işgücü piyasası etkilerine sahip olduğu bulgularına ulaşmıştır. Ayrıca yazar, devlet düzeyinde, yenilenebilir enerji (kurulum ve üretim dahil) istihdamında artış, devlet içindeki genel istihdam üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki yaratmamış olduğunu ancak bölgesel düzeyde yenilenebilir enerji politikalarının yararlarının çok daha fazla olduğunu ifade etmiştir. Gana'da yenilenebilir enerji politikalarının sürdürülebilirliği ve istihdam yaratmasını 2030 yılına kadar olan farklı senaryolar bağlamında inceleyen Zame (2016), yenilenebilir enerji devrimi senaryosunun 2015 ve 2035 arasında 126.178 istihdam yaratacağını, bu oranın fosil yakıtların hâkim olduğu her zamanki durum senaryosuna kıyasla yaklaşık %26,9 daha fazla istihdam anlamına geldiğini ifade etmiştir.

Türkiye'de güneş enerjisinin istihdam etkilerini araştıran Çetin ve Eğriçan (2011), güneş enerjisinde kurulum aşamasında MW başına 346 istihdam, işletme ve bakım için MW başına 2,7 istihdam verilerini baz alarak, 2020 yılında 4800 MWp kurulu gücü hedefine ulaşıldığında yaklaşık 200.000 istihdam yaratılabileceği sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca çalışmada güneş enerjisinin çarpan etkisi teorik olarak 2 olarak kabul edilerek, güneş enerjisinin toplam istihdam etkisinin 350.000–450.000 kişi olacağını ifade etmişlerdir.

Günaydin (2015) çalışmasında yeşil işlerin sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesi ile işgücü piyasalarına etkilerini ortaya koymaktadır. Yeşil işlerin istihdamı doğrudan veya dolaylı olarak etkilediği, yeşil sektörde çalışan işgücüünün

yanı sıra yeşil sektörün tedarikçisi olan sektörlerde de dolaylı istihdama katkıda bulunacağı, bunun yanı sıra yenilenebilir enerjiye olan artışın fosil yakıt kullanan sektörlerle talebi azaltarak o sektörde istihdam kaybına neden olacağı ifade etmiştir. Ekonomik büyümeye ve kalkınma kavramlarına yeni bir anlam kazandıran çalışmasında yeşil ekonomi düzenine yer veren Özçağ ve Hotunluoğlu (2015), yenilenebilir kaynakların verimli kullanımı sonucunda dünya genelinde bir gelir artışı ve “yeşil işler” ile de istihdam artışı elde edebileceğini ifade etmişlerdir.

Reyhan ve Duygu (2015) bazı ülkelerin deneyimlerine yer verdiği çalışmasında; İspanya'nın Navarre bölgesinde 2002-2006 yılları arasında toplam enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payının %65'e yükseldiği ve %183 oranında yenilenebilir enerji istihdamı sağlandığı, Bangladeş'de kırsal alanlarda yeşil işlerin yaygınlaştırılması amacıyla güneş enerjisi teknisyenlerinin yetiştirilmesiyle hem işsizliğe bir çözüm, hem de enerji enerji açığını kapatma yolunda yeşil bir adım attıklarını ifade etmişlerdir.

Yenilenebilir enerji yatırımlarının istihdam oluşturma potansiyelini ölçmek amacıyla Dalton ve Lewis (2011)'in kullandığı “Doğrudan istihdam / Bir yıl içinde inşa edilmiş kurulu kapasite MW” oranından yararlanan Erdal (2012), tahmin yöntemiyle 2007 yılındaki üretilen MW enerji başına yaratılan istihdamı hesaplayarak 2020 yılındaki istihdamı tahmin etmeye çalışmıştır. Yıllık bazda yapılan MW gücünün kurulum aşaması, bakım-onarım aşaması ve işletme sürecinde doğrudan istihdam katkısı sağladığını ifade eden Erdal (2012) bölgesinde üretim kapasitesi yüksek olan rüzgâr enerjisi ve jeotermal kaynaklardan elektrik enerjisi üreten üç üretim tesisi seçmiştir. Bu şirketlerin yaptıkları enerji yatırımı, yenilenebilir enerji üretme kapasitesi ve sağladıkları istihdam sayıları verilmiş ve yenilenebilir enerji alanında kamu ve özel sektörün iş birliği yaparak yaptıkları yatırımların uzun vadede istihdamı artırabileceği sonucuna varmıştır.

Türkiye'de güneş enerjisinin istihdam boyutunu inceleyen Eğriçan ve Çetin (2010), yaptıkları çalışmada, kurulum, sistemlerin imalatı, bakım ve servis işleri için yaklaşık 200.000 doğrudan istihdamın yaratılabileceğini analiz etmişlerdir. Baykan (2009) araştırma notunda, yeşil yakalıların sadece enerji sektöründe değil, organik tarım, ekolojik pazarlar gibi alanlarda da çalışıklarını, Çevre Mühendisleri Odası'ndan aldığı bilgilere göre Türkiye'de 8.500'ü kamuda olmak üzere 50.000 yeşil yakalının çalıştığını ifade etmiştir.

Türkiye'de yeşil yakalı mesleklerin gelişimini konu alan çalışmasında Sungur (2010), AB ile başlayan çevre müzakereleri ile Türkiye'de yeşil yakalı mesleklerin artış gösterdiğini, Avrupa Birliği'nde yeni kurulacak her 1 MW'luk güç için 15 kişi istihdam edilebildiğine dikkat çekerek, Türkiye'nin rüzgâr potansiyelinin 48.000 MW olduğunu, 2020 yılına kadar 20.000 MW'a çıkması durumunda tahmini 300.000 kişilik bir istihdam sağlanabileceğini ifade etmiştir.

Sarı ve Akkaya (2016), çalışmalarında fosil yakıtların çevresel zararlarının yenilenebilir enerji kaynakları ile giderileceğini, çalışmada sağlanan örnekler dayanarak yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede istihdamla sonuçlandığını ifade etmişlerdir. Buna karşın Topal ve Özer (2014) yayınlanan istatistiklere göre yaptıkları analizde kamuda çevresel istihdam sayısının yıllara göre azalan bir seyir izlediği sonucuna varmışlardır. Yılmaz (2014), çalışmasında Rutovitz ve Harris (2012) tarafından uygulanan yöntemle Türkiye'de 2013-2030 yılları arasındaki yeşil işlerin potansiyelini hesap etmiş ve bu yıllar arasında toplam 1,6 milyon ile 2,5 milyon aralığında istihdam yaratacağı, yenilenebilir enerji sistemlerinde kullanılan malzemelerin yerli üretim olmasına da ek istihdam oluşturabileceği ifade edilmiştir.

Türkiye için iklim değişikliği ve yeşil istihdam ekonomisini genel denge modeli kullanarak analiz eden Kolsuz ve Yeldan (2017), modelinde CO₂ emisyonları ve karbon vergilendirmesini ele almış, vergi gelirlerini, "yeşil işler" olarak isimlendirilen bir çevresel azaltım sektörü yaratmak amacıyla bir ücret fonu olarak kullanarak 2015-2030 yılları arasında bir simülasyon yapmışlardır. Simülasyon sonucuna göre yeşil istihdamın %9,2 oranında büyüterek 804.000 kişiye ulaşacağı, GSYİH başına toplam CO₂ emisyonunun yılında 0,46 kg 'ye düşeceği sonuçlarına ulaşmışlardır. Türkiye için mevcut ve gelecek elektrik seçeneklerinin sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesini yaşam döngüsü değerlendirme (life cycle assessment) yöntemi ile 2050 yılı farklı senaryolar için çok kriterli karar analizi yapan Atılgan (2016), en iyi istihdam seçeneğinin yıllık 337 istihdam/TWh veya yıllık 287.000 istihdam ile yenilenebilir enerjinin yüksek katkısı olan seçenek olduğu sonucuna varmıştır.

Karaca vd. (2017), yenilenebilir enerji yatırımlarıyla elde edilecek istihdam miktarını ABD Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarının (NREL) geliştirdiği JEDI modelini kullanarak araştırmışlardır. JEDI modeli, daha önceden yapılan yenilenebilir enerji yatırım projelerinde sağladığı istihdam verilerini kullanarak tahmin sonuçlarının

gerçeğe daha yakın çıktılığını ifade eden yazarlar analiz öncesi COPRAS yöntemini kullanarak yenilenebilir kaynakların güç kapasitelerini belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre Türkiye'de elektrik üretiminde fosil yakıtlar yerine tamamen yenilenebilir enerjiye geçilmesi durumunda 576.664 doğrudan, 322.852 dolaylı ve 233.030 uyarılmış istihdam olmak üzere 1.132.545 toplam ilave istihdam sağlanabilecektir.

Türkiye'nin çevre vergilerinin istihdam üzerine etkisini çifte yarar hipotezi bağlamında araştıran Günaydın (1999), Türkiye'de çevre vergileri ile ilgili mali bir reform yapılması gerektiğine işaret etmiştir. Ancak yazar çevre vergilerinin amacının çevreyi koruma amaçlı kullanılması gerektiğini ve çevre vergilerinin Türkiye'nin işsizlik sorununa uzun dönemli yapısal bir çözüm oluşturmayıcağını ifade etmiştir. Tokat ilinde yenilenebilir enerji santrallerinin sağladığı istihdam sayısını araştıran Topgül (2015), yenilenebilir enerjinin istihdamı özellikle dış göç veren küçük şehirler açısından önemli bir istihdam kaynağı olabileceğiğini ifade etmiştir. Çalışmada MW başına yaratılan istihdam yöntemi kullanılarak rüzgâr için kurulu kapasite MW başına 4 istihdam, hidroelektrik için 1-2 istihdam olmak üzere toplamda 500 kişilik istihdam yaratılmıştır.

Bu tezde yenilenebilir enerji sektörünün her alt sektörü için (Jeotermal, Rüzgâr, Biyokütle, Hidrolik ve Güneş) istihdamın nicel etkileri JEDI modeli kullanılarak tespit edilmiştir. Ayrıca tezde yenilenebilir enerjinin her bir alt sektörü için MW başına istihdam ölçümlenmesiyle hangi sektörün istihdam açısından daha verimli olduğu karşılaştırılacaktır. JEDI modelinin tarihi, metodolojisi ve veri kaynakları bir sonraki bölümde verilmiştir.

3.4.2. JEDI Modeli

Yenilenebilir enerji projelerinin ekonomik etkilerini hesaplamak amacıyla ABD Enerji Bakanlığı ve Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (NREL, National Renewable Energy Laboratory) tarafından ilk önce rüzgâr için, istihdam, girdi ve çıktıların ekonomik çarpanlarını içeren elektronik tablo tabanlı bir model geliştirmiştirlerdir. İstihdam ve Ekonomik Kalkınma Etkisi (JEDI, Jobs and Economic Development Impact) ismini verdikleri bu modelde Girdi-Çıktı ve çarpan analizi kullanılmakta olup, her eyalet, ilçe veya bölgedeki projenin inşaat yılı, tesis büyütüğü, proje maliyeti, alt harcamaları ve istihdam bilgileri ile projenin devlete veya bölgeye olan ekonomik etkileri hesaplanmaktadır (Goldberg vd., 2004:1). JEDI

modelinde kullanılabılırlığı kanıtlanmış teknikler ile yenilenebilir enerji kaynaklarının inşa edilmesi ve işletmesinin maliyetlerini, yatırımların genel ekonomik etkilerini ve ne kadar istihdam oluşturduğunun analizi sunulmaktadır. Model, ABD'nin birçok bölgesinde yenilenebilir enerjiye yatırımların sonucunda gerçek istihdam verileri ve hesaplanması zor olan istihdam tahmini verilerini içeren bir model olup sadece yenilenebilir enerji yatırımlarının ekonomi üzerindeki maddi etkileri ve oluşturulacak istihdam sayıları hesaplanabilmektedir (Karaca ve Eşgünoğlu, 2016:15).

Girdi-Çıktı analizi, bir harcama tarafından oluşturulan bir dizi etkinin etkilerini değerlendiren ve toplayan bir yöntemdir. Girdi-Çıktı tabloları arz kullanım tabloları aracılığı ile elde edilmiş olup endüstriler arası akım modelin hareket noktasını oluşturmaktadır (Aydoğmuş, 2015:21). 2003 yılında ABD Ulusal Denetleme Ofisi (GAO), 5 farklı eyaletteki 11 şehirde, 150 MW'luk bir tesis, 40 MW'luk bir tesis ve 20 tane de 2 MW'luk tesisin analizi ve rüzgâr projelerin ekonomik etki analizlerini yapmaya başlamıştır. Tesislerin her birinin kurulum inşaatı ve yıllık işletme maliyetleri gibi benzer bir harcama düzene sahip olsa da harcamaların payı, projenin konumuna, işçi ve yerel işletmelerin proje ihtiyaçları, nasıl finanse edildiği ve arazi sahiplerine ödenen arsa kirası veya arsanın mülkiyet durumlarına bağlı olarak değişmektedir (Goldberg vd., 2004:4). İki kuzey Arizona eyaleti için rüzgâr enerjisi projesi inşa etmenin ve işletmenin ekonomik faydalarını değerlendirmek için Monte Carlo simülasyonu ve JEDI Modeli ile birlikte ekonomik bir Girdi-Çıktı analizi kullanan Williams vd. (2008), simülasyon sonucunda inşaat aşamasında 59-149, işletme aşamasında ise 26-42 istihdam yaratacağı sonucuna ulaşmışlardır.

JEDI modelinde yenilenebilir enerji enerjisi santralleri inşa etmenin ve işletmesinin ekonomik etkilerini analiz etmek için büyük miktarda projeye özgü veri, duruma özel Girdi-Çıktı çarpanları ve kişisel harcama düzenleri ve fiyat belirleyicileri gerekmektedir. JEDI modelinde kullanılan çarpanlar, IMPLAN (Impact Analysis for Planning) Girdi-Çıktı tablolarına dayanarak ve yenilenebilir enerji sektörleri tarafından yapılan sektörler arası alımları yansıtacak şekilde hesaplanmaktadır (Bae ve Dall'Erba, 2016:65). Projeye özgü veriler arasında malzeme ve işçilik gibi inşaat maliyetleri; türbinler, rotorlar, kuleler, vb. gibi ekipman maliyetleri; hizmet içi bağlantı, mühendislik, arazi ihaleleri, izin vb. gibi diğer maliyetler; personel, malzeme ve hizmetler gibi yıllık işletme ve bakım maliyetleri; finansal, borç ve hisse senedi, vergiler ve arazi kiralaması gibi diğer parametreler bulunmaktadır. Bu verilerin

birçoğu özel veri olarak değerlendirilmekte olup projeye özgü farklılıklar maliyetleri önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Sonuç olarak, tüm projelere uygun tek bir fiyat tespit etmenin imkansızlığı ile model, yukarıda belirtilen girdilerin her biri ve analiz için gerekli olanların tümü için çok sayıda rapor ve çalışmalarda yer alan projelerden elde edilen harcama modelleri, halen faaliyette olan birçok yenilenebilir enerji kaynağı tesisinin verilerini baz alarak ortalama bir maliyet ve değerler sağlamaktadır (Goldberg vd., 2004:9).

JEDI modelini kullanan ilk çalışmalarдан Costanti (2004), rüzgâr enerjisinin ekonomik etkilerini Montana'daki altı İlçe üzerinde incelemiştir ve ilk kez konu ile ilgili hesaplamalar yapılarak niceliksel rakamlara sahip olmuştur. JEDI, özellikle rüzgâr enerji projesinin oluşturulmasından ve işletilmesinden elde edilen ekonomik faydaları tahmin etmek amacıyla, NREL için özel olarak tasarlanmış bir elektronik tablo Girdi-Çıktı modelidir. JEDI, bir rüzgâr enerjisi projesini inşaat aşaması ve işletme-bakım aşaması olacak şekilde iki farklı aşamaya ayırmaktadır. İnşaat aşaması rüzgâr enerjisi için yaklaşık bir yıl, işletme-bakım aşaması ise projenin çevrimiçi hale getirildiği andaki hizmetten alınana kadar yaklaşık 20-30 yıl arası alınmaktadır. JEDI modeli, inşaat ve bakım-isletme aşamalarındaki istihdam, ücretler ve çıktılar gibi altı aşamada doğrudan, dolaylı ve uyarılmış ekonomik etkiyi tahmin etmektedir. Buna ek olarak JEDI projenin toplam maliyetini, harcama miktarını, yıllık kira ödemelerini ve emlak vergilerini vermektedir bu sonuçlar IMPLAN modeliyle ve gerçek rüzgâr enerjisi projeleriyle karşılaştırılarak doğrulanmıştır (Williams vd., 2008:401). IMPLAN, planlama için etki analizi (Impact Analysis for Planning) anlamına gelmekte olup, 1977'den beri ABD'de Girdi-Çıktı analizi için en yaygın kullanılan araçlardan biridir. Yıllık olarak güncellenen bir veri seti ile IMPLAN, sektörler arası ticaret bağlantılarını ve bölgesel satın alma katsayılarını tahmin eden ve 440 sanayi sektörünü kapsayan IMPLAN sürümü 3.0 en güncel versiyonudur (Bae ve Dall'Erba, 2016:63).

JEDI modeli, Microsoft Excel'de programlanmıştır ve projenin açıklayıcı verileri 8 parametreden, projenin maliyet verileri 16 parametreden, yıllık santral işletme ve bakım maliyetleri 11 parametreden ve diğer parametreler ise 17 parametreden olacak şekilde dört ana girdi kümesi gerektirmekte olup istihdam, çıktı, kazançlar, yerel harcamalar gibi sonuçlar vermektedir (Mongha vd., 2006:17). JEDI, istihdam yaratma aşamasını inşaat aşaması ve yıllık tam zamanlı eşdeğeri olarak iki aşamada incelemektedir. İnşaat aşamasında yaratılan istihdam yıllık aşamadan daha yüksek miktarda emek gerekmektedir. Bu durum kurulum (ruzgâr türbini bileşenleri,

iletim bağlantısı, uzaktan izleme sistemi kurulumu, vb.) ile tesis harcamaları dengesi (saha hazırlama, izleme) ile ilişkilendirilebilir. Yüzdesel olarak inşaat, ekipman ve montaj maliyetleri yaklaşık %80, tesis maliyetleri ise %20 olarak değerlendirilmektedir. Çoğu durumda, ekipman ve kurulum harcamaları yüksek düzeyde özel emek gerektirirken, tesis maliyetleri dengesinin çoğunu gerektirmez (Costanti, 2004:12-13).

Birçok ekonomik tahmin araçlarında olduğu gibi, JEDI modelinde de bazı varsayımları ve sınırlamalar bulunmaktadır. Örneğin JEDI modelinin kesin bir tahmin aracı olması amaçlanmamış olup bir yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımın ekonomiyi nasıl etkileyebileceğine dair bilgi verilmektedir. Ek olarak, JEDI modeli mevcut elektrik üretim tesislerinin değiştirilmesi ile ilişkili net etkileri hesaba katmayıp brüt bir analiz sunmaktadır. Ayrıca modelde projelerle ilgili tüm borç veya ödemeleri ile yıllık işletme ve bakım maliyetlerini karşılamak için yeterli gelirin bulunduğu varsayılmıştır (Mongha vd., 2006:24). Dolayısıyla JEDI modeli, yenilenebilir enerjide kazanılan istihdamı hesaplamakta, kömür, petrol ve gaz sektörlerindeki net istihdam kayıplarını açıklamamaktadır. Ancak Ram vd. (2020) çalışmasında yenilenebilir enerji teknolojilerinin konvansiyonel enerji teknolojilerinden daha fazla istihdam yarattığı ve dolayısıyla daha büyük sosyoekonomik faydalar sağladığını önermesini doğrulamaktadır.

JEDI modelinin ABD dışında ülkeler için rüzgâr, güneş, biyoenerji ve jeotermal enerji kategorilerinde, Düşük Emisyon Geliştirme Stratejileri için Kapasitenin Arttırılması programı kapsamında modelin uluslararası versiyonu olan I-JEDI geliştirilmiştir. 2016 yılında pilot çalışma Zambiya ile başlamış, daha sonra Kolombiya, Meksika, Filipinler ve Güney Afrika için veriler OECD veri tabanından elde edilerek, doğrusal ve orantılı olarak ülkelerin istihdam ve ekonomik etkileri tahmin edilmektedir (Keyser vd., 2016:5).

3.3.2.1. JEDI Jeotermal Modeli

Yer kabuğunda ortaya çıkan jeolojik değişimler sonucu ortaya çıkan jeotermal enerjiden elektrik üretimi için 150°C'den yüksek sıcak alanlar gerekmekte olup buhar turbinlerinde ya da binary santrallerde elektrik üretimi gerçekleşmektedir. Jeotermal enerjinin mevsimsel ve iklimsel değişikliklerden etkilenmemesi ve rüzgâr ile güneş gibi kesikli bir yapıya sahip olmamasından dolayı enerji arzı konusunda güvenli görülmektedir (Ağpak, 2018:23). Jeotermal elektrik santralleri, kuru buhar santralleri,

flaş buhar santralleri ve Binary Cycle (Çift Çevrim) santralleri olarak üçe ayrılmaktadır. Mekanik enerjinin kinetik enerjiye dönüştürülmesinde türbin, jeneratör, eşanjör, soğutma kulesi, vana, pompa, boru hatları, trafo, sensör gibi farklı ekipmanlar kullanılmaktadır (Arslantaş, 2019:49-55).

JEDI jeotermal modeli, flaş veya binary enerji santrali kullanan bir jeotermal projesinde tesisin kurulu güç büyüklüğü gibi temel bilgileri göz önüne alarak proje sermayesi, işletme gider ve gelirleri ile yaratılacak istihdam hesaplaması sunmaktadır. İstihdam ve ekonomik etkileri değerlendirmek için çarpan analizi olarak da adlandırılan Girdi-Çıktı analizi kullanılmıştır. Girdi-Çıktı modelleri, ekonomideki tedarik bağlantılarını izlemek için geliştirilmiş olup jeotermal tesisin ekipman alımlarının sadece ekipman üreticilerine değil, aynı zamanda bu üreticilere girdi sağlayan metal endüstrilerine ve diğer işletmelere nasıl fayda sağladığını göstermektedir. Jeotermal sistemler için yapılan harcamaların sağladığı faydalar, bu harcamaların yerel olarak ne kadar harcandığına ve yerel ekonominin yapısına bağlıdır. JEDI modeli, bir jeotermal projenin geliştirilmesinin toplam etkisini belirlemek için, her harcama için doğrudan, dolaylı ve uyarılmış etkileri ayrı ayrı incelemektedir. Genellikle bu etkiler doğrudan, dolaylı ve uyarılmış etkiler olarak adlandırılır. Modelde, inşaat aşaması ile işletme aşaması iki ayrı bölüme ayrılmış olup istihdam süreleri yıllık tam zamanlı istihdam (full-time equivalent, FTE) olarak hesaplanmış olup bir tam zamanlı iş, yıllık 2.080 çalışma saatine karşılık gelmektedir (Johnson vd., 2012:13-14).

ABD Enerji Bakanlığı jeotermal enerjiden elektrik üretim maliyetini ve genel bir değerlendirmesi için Jeotermal Elektrik Teknolojisi Değerlendirme Modeli (Geothermal Electricity Technology Evaluation Model, GETEM) geliştirmiştir. Modelde jeotermal elektrik santralinin kurulum ve işletme ömrü boyunca görev yapacak yıllık tam zamanlı istihdam hesaplanmıştır. Buna göre bir jeotermal tesisin işletme ve bakımı için kurulu kapasiteye göre istihdamın hesaplaması Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Bir Jeotermal Tesisin İşletme ve Bakımı için İstihdam Hesaplaması

Meslek Grubu	Kurulu Kapasiteye Göre İstihdam Formülü
Elektrikçi	$0,25x(Kurulu Kapasite)^{0,525}$
Bakım tamircisi	$0,25x(Kurulu Kapasite)^{0,525}$
Operatörler	$0,25x(Kurulu Kapasite)^{0,525}$
Genel bakım iş gücü	$0,25x(Kurulu Kapasite)^{0,525}$
Tesis yöneticisi / Fabrika mühendisi	$0,075x(Kurulu Kapasite)^{0,65}$
Operasyon yöneticisi	$0,075x(Kurulu Kapasite)^{0,65}$
Büro personeli	$0,075x(Kurulu Kapasite)^{0,65}$

Kaynak: GETEM (2009)

Kurulacak bir jeotermal tesisin işletme ve bakımı için çeşitli kurulu kapasitelerine göre yaratılacak istihdam sayıları aşağıdaki Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.3. Bir Jeotermal Tesisin İşletme ve Bakımı için MW Başına İstihdam Sayıları

İstihdam Türü	<5 MW	<10 MW	<20 MW	<30 MW	<40 MW	>40 MW
İşletme	0,23	1	1	1,5	1,5	2
Bakım	0,125	0,5	0,9	1,3	1,3	1,5
Büro	0,2	0,33	0,67	1	1	1

Kaynak: GETEM (2009)

Bir jeotermal tesis için proje kurulumunda inşaat aşamasında, sondaj öncesi aramasında ve işletme aşamasında jeolog, jeofizikçi, çamur mühendisi, sondaj mühendisi, inşaat işçileri, saha ekibi, yönetim, operatör, bakım tamircisi, elektrikçi, tesis müdürü, mühendisler, operasyon sorumluları, bilgisayarcılar ve büro elemanları olmak üzere birçok eleman istihdam edilmektedir (Johnson vd., 2012:34). Türkiye'de jeotermal kurulu kapasite 2018 yılının Aralık ayına göre 1.282,5 MW olarak gerçekleşmiştir (TEİAŞ). JEDI modeline göre Türkiye'de kurulu jeotermal enerji santrallerinde 100 MW kurulu güç başına toplam istihdam ve mevcut kurulu kapasite olan 1.282,5 MW kurulu güçte istihdam edilecek sayı kurulum ve işletme süreçlerine ayrılarak Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4. Türkiye'de Kurulu Jeotermal Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı

Jeotermal Enerji Santrallerinde İstihdam Edilecek Çalışan Sayıları				
Süreçler	İstihdam Türü	100 MW Kurulu Güç	1.282,50 MW Kurulu Güç	Toplam
Malzeme Üretimi ve İnşaat/Kurulum Süreci	Doğrudan	590	7.567	14.236
	Dolaylı	362	4.643	
	Uyarılmış	158	2.026	
Tesisin İşletilmesi Süreci (Yıllık)	Doğrudan	38	487	872
	Dolaylı	16	205	
	Uyarılmış	14	180	

Not: 100 MW ve Kurulu Güçteki istihdam sayıları JEDI modeli temel alınarak Türkiye için hesaplanmıştır.

Türkiye'de jeotermal santrallerin kurulum sürecinde 7.567 doğrudan, 4.643 dolaylı ve 2.026 uyarılmış istihdam olmak üzere toplam 14.236 istihdam yaratılmıştır. Jeotermal tesislerin işletilmesi sürecinde ise 487 doğrudan, 205 dolaylı ve 180 uyarılmış olmak üzere 872 istihdam yaratılmıştır. Dolayısıyla Türkiye'de jeotermal santrallerin kurulumu sırasında ve işletme sürecinde 15.108 tam zamanlı istihdam sağlanmıştır.

Yenilenebilir enerji yatırımlarının istihdam oluşturma potansiyelini ölçmek amacıyla literatürde “İstihdam/MW” göstergesi kullanılmıştır. Ancak bu kullanım istihdamın doğrudan ya da dolaylı olması, MW’ın bir yıllık veya toplam alınması sebebiyle tam bir tutarlılık arz etmemektedir. Bu tutarsızlık aynı zamanda yenilenebilir enerjideki doğrudan ve dolaylı istihdamın tanımındaki belirsizlikten kaynaklanmaktadır. Doğrudan istihdam sadece üretime atıfta bulunurken bazen montajı da içerebilmektedir (Dalton ve Lewis, 2011:2132). Bu çalışmada Dalton ve Lewis (2011)'in de kullandığı aşağıdaki üç metrik kullanılacaktır.

(Malzeme Üretimi ve İnşaat Kurulumu Sürecindeki İstihdam) / (Toplam Kurulu Güç)

Tesisin kurulumu esnasındaki yaratılan istihdam geçici bir istihdam olup kurulum esnasındaki istihdam sayısı işletme sürecine göre çok daha fazladır. Bu metriğin kullanılma amacı, yenilenebilir enerji türlerinden kurulum esnasında istihdam yaratımının en çok olanları tespit etmek olup kurulum esnasındaki istihdamın toplam kurulu gücü bölünmesiyle 1 MW başına istihdam elde edilmektedir.

(Tesisin İşletme Sürecindeki İstihdam) / (Toplam Kurulu Güç)

Tesisin işletme sürecinde kullanılan istihdam kurulumu göre daha az olmaktadır. Ancak süreç içinde daimî istihdam sağlanan kısım olduğu için işletme sürecinde yaratılan istihdam önem taşımaktadır. Bu metriğin kullanım amacı, yenilenebilir enerji türlerinden işletme esnasında istihdam yaratımının en çok olduğu türleri tespit etmek olup işletme esnasındaki istihdamın toplam kurulu güce bölünmesiyle 1 MW başına istihdam elde edilmektedir.

(Üretim ve İşletme Sürecindeki Doğrudan İstihdam) / (Toplam Kurulu Güç)

Yukarıdaki iki metrikte doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdamın hepsi alınmış olup işletme ve kurulum olarak ayrıt edilmiştir. Bu metrikte Dalton ve Lewis (2011)'in de kullandığı, doğrudan istihdamın toplam istihdama bölünmesiyle elde edilen metrik kullanılmış olup 1 MW başına düşen doğrudan istihdam hesaplanmıştır. Bu sayede yenilenebilir enerji türlerinden doğrudan istihdam yaratımının en çok olduğu türler tespit edilip, karşılaştırılabilecektir. Aşağıdaki Tablo 3.5'te Türkiye'de kurulu jeotermal tesislerdeki 1 MW kurulu gücü başına düşen istihdam sayıları verilmiştir.

Tablo 3.5. Türkiye'de Kurulu Jeotermal Enerjisinin 1 MW Başına İstihdamı

Süreçler	Toplam	1 MW Başına İstihdam
Malzeme Üretimi, İnşaat ve Kurulum Süreci	14.236	11,10
Tesisin İşletilmesi Süreci	872	0,68
Üretim, Kurulum ve İşletme Doğrudan İstihdamı	8.054	6,28

Not: İlgili istihdam sayılarının toplam kurulu güce bölünerek 1 MW başına istihdam sayıları hesaplanmıştır.

Türkiye'de kurulu jeotermal santrallerin malzemelerinin üretim, inşaat ve kurulum süresince 1 MW başına 11,10 doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdam yaratılmış olup, jeotermal tesislerin işletme süresince 1 MW başına 0,68 doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdam yaratılmıştır. Kurulum ve işletme süreçlerindeki doğrudan istihdam ayrıca incelendiğinde 1 MW başına 6,28 doğrudan istihdam yaratılmıştır.

3.3.2.2. JEDI Rüzgâr Modeli

Yenilenebilir enerji türlerinden rüzgâr enerjisi; rotor kanatları, yapısal çelik kuleler, şanzımanlar, jeneratörler ve çeşitli elektronik kontrolleri içeren bileşenlerin

üretimi, taşınması, türbinin kurulumu, tesisin işletilmesi, bakımı ve bu faaliyetlerden dolayı olarak etkilenen çeşitli alanlarda istihdam yaratacaktır (Algaso ve Rusche, 2004:25). Rüzgâr enerjisinin gelişmekte olan ekonomisi inşaat aşamasında ve işletme aşamasında ekonomideki diğer endüstriler tarafından üretilen veya satılan mal ve hizmetler için dolaylı bir talep oluşturup, bu sektörlerde istihdamın ve gelirin artmasına katkıda bulunmaktadır. Ekonomik yararlarının yanı sıra rüzgâr enerjisinin geleneksel fosil yakıtlar (yani kömür veya doğal gaz) yerine kullanıldığında net karbon azaltma gibi küresel, bölgesel ve yerel olarak çevresel faydaları da bulunmaktadır. Bununla birlikte istihdam açısından da rüzgâr enerjisinin geliştirilmesi ve ekipman üretimi konusunda avantajlar bulunmaktadır (Brown vd., 2012:1745).

Rüzgâr enerjisi genellikle çevre için bir “kazan-kazan” olarak lanse edilen bir enerji türü olup, neredeyse emisyon içermeyen elektrik üretip ekonomik fırsatlar yaratmaktadır. Bununla birlikte, rüzgâr enerjisi ile elektrik üretiminin geliştirmenin fizibilitesi, yeterli rüzgâr kaynakları, iletim erişimi, kuş sorunları, estetik ve yerel topluluk desteği de dahil olmak üzere birçok konuya bağlıdır. Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (NREL) tarafından geliştirilen ve Girdi-Çıktı ekonomik modelini kullanarak rüzgâr gelişiminin olası ekonomik etkisini ölçerek İstihdam ve Ekonomik Kalkınma Etki Modeli olarak bilinen JEDI modelinde bir rüzgâr projesinin tesis büyülüğu gibi bilgiler ve çarpanlar gibi temel bilgiler kullanarak proje maliyeti, istihdam sayısı, gelir, ücretler ve maaşlar tespit edilmektedir (Mongha vd., 2006:1). Modelde bir rüzgâr santrali geliştirmenin toplam etkisini belirlemek için, her harcama için doğrudan etki, dolaylı etki ve uyarılmış etki olacak şekilde üç etki incelenmiştir. Ekonomideki tedarik bağlantılarını takip etmek için rüzgâr türbin alımlarının sadece türbin üreticilerine değil, aynı zamanda metal endüstrilerine ve bu üreticilere girdi sağlayan diğer işletmelere nasıl fayda sağladığını göstermektedir. Sonuçta rüzgâr santralleri için yapılan harcamalardan elde edilen faydalar, bu harcamaların yerel olarak ne kadar harcadığına ve yerel ekonominin yapısına bağlı olup bölgeye özgü olarak belirli bir istihdam, gelir ve çıktı düzeyi sonucunu ortaya çıkarmaktadır (Goldberg vd., 2004:2).

Türkiye’de rüzgâr enerjisi kurulu kapasitesi 2018 yılının Aralık ayına göre 6.949,1 MW olarak gerçekleşmiştir (TEİAŞ). JEDI modeline göre Türkiye’de kurulu rüzgâr enerji santrallerinde 100 MW kurulu güç başına toplam istihdam ve mevcut

kurulu kapasite olan 6.949,1 MW kurulu güçte istihdam edilecek sayı kurulum ve işletme süreçlerine ayrılarak Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6. Türkiye'de Kurulu Rüzgâr Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı

Rüzgâr Enerji Santrallerinde İstihdam Edilecek Çalışan Sayıları				
Süreçler	İstihdam Türü	100 MW Kurulu Güç	6.949,10 MW Kurulu Güç	Toplam
Malzeme Üretimi ve İnşaat/Kurulum Süreci	Doğrudan	554	38.498	141.206
	Dolaylı	936	65.044	
	Uyarılmış	542	37.664	
Tesisin İşletilmesi Süreci (Yıllık)	Doğrudan	6	417	2.780
	Dolaylı	24	1.668	
	Uyarılmış	10	695	

Not: 100 MW ve Kurulu Güçteki istihdam sayıları JEDI modeli temel alınarak Türkiye için hesaplanmıştır.

Türkiye'de rüzgâr santrallerin kurulum sürecinde 38.498 doğrudan, 65.044 dolaylı ve 37.664 uyarılmış istihdam olmak üzere toplam 141.206 istihdam yaratılmıştır. Rüzgâr enerji tesislerinin işletilmesi sürecinde ise 417 doğrudan, 1.668 dolaylı ve 695 uyarılmış olmak üzere 2.780 istihdam yaratılmıştır. Dolayısıyla Türkiye'de rüzgâr santrallerin kurulumu sırasında ve işletme sürecinde 143.986 tam zamanlı istihdam sağlanmıştır.

Bugüne kadar rüzgâr enerjisinin ekonomik kalkınma etkilerine ilişkin neredeyse tüm çalışmalar iki yönteme dayanmaktadır. Bunlardan birincisi gerçek rüzgâr santrallerinin brüt etkilerine ilişkin proje düzeyinde vaka çalışmaları ve işletmelerinin istihdam, maliyet ve gelir verilerine dayalı doğrudan etkilerinin bir değerlendirmesi, ikincisi ise bir rüzgâr santralinin potansiyel olarak doğrudan, dolaylı ve uyarılmış etkilerinin Girdi-Çıktı modeli tahminleridir (Brown vd., 2012:1744).

Bu çalışmada rüzgâr santrallerinin kurulum aşamasında ve işletme sürecinde 1 MW başına düşen istihdam sayıları ile Dalton ve Lewis (2011)'in de kullandığı 1MW başına düşen doğrudan istihdam metrikleri kullanılacaktır. Bu sayede yenilenebilir enerji türlerinden istihdam yaratımının en çok olduğu türler tespit edilip, karşılaştırılabilecektir. Aşağıdaki Tablo 3.7'de Türkiye'de kurulu rüzgâr enerji tesislerindeki 1 MW kurulu güç başına düşen istihdam sayıları verilmiştir.

Tablo 3.7. Türkiye'de Kurulu Rüzgâr Enerjisinin 1 MW Başına İstihdamı

Süreçler	Toplam	1 MW Başına İstihdam
Malzeme Üretimi, İnşaat ve Kurulum Süreci	141.206	20,32
Tesisin İşletilmesi Süreci	2.780	0,40
Üretim, Kurulum ve İşletme Doğrudan İstihdamı	38.915	5,6

Not: İlgili istihdam sayılarının toplam kurulu gücü bölünerek 1 MW başına istihdam sayıları hesaplanmıştır.

Türkiye'de kurulu rüzgâr enerji santrallerin malzemelerinin üretim, inşaat ve kurulum süresince 1 MW başına 20,32 doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdam yaratılmış olup, işletme süresince 1 MW başına 0,40 doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdam yaratılmıştır. Kurulum ve işletme süreçlerindeki doğrudan istihdam ayrıca incelendiğinde 1 MW başına 5,6 doğrudan istihdam yaratılmıştır. Brown vd. (2012) çalışmasında rüzgâr enerjisinin %0,4'lük istihdam artışı yarattığı ve inşaat süresince 1 MW kurulu güç başına yaklaşık 0,1 ile 2,6 arasında istihdam yaratıldığı, işletme süresince ise 0,1 ile 0,6 arasında istihdam yaratıldığı tahmin etmiş olup sonuçlar Türkiye rüzgâr enerjisi sonuçları ile işletme süresi için uyumludur. Blanco ve Rodrigues (2009), rüzgâr enerjisinin 1 MW başına Danimarka'da 6,97, Belçika'da 5,44 Almanya'da 1,71 Avusturya'da 0,76 istihdam yarattığı sonuçlarına ulaşmışlardır.

3.3.2.3. JEDI Biyokütle Modeli

JEDI biyokütle modeli, hızlı piroliz teknolojisi ile benzin harmanlama ve dizel harmanlama gibi altyapıya uyumlu nakliye yakıtları, mısırдан etanol üreten, biyokimyasal veya termokimyasal teknoloji kullanan selülozik etanol biyorafinerileri ve geleneksel üretim yapan petrol rafinerileri ile genel biyokütleler için bir biyolojik rafineri geliştirilmesi ve işletilmesiyle ilişkili ekonomik etkileri göstermek için tasarlanmış bir modeldir. Modelde üretim kapasitesi, hammadde türleri, yerel bulunabilirlik, teslim edilen hammadde fiyatları gibi girdiler, sektörler arası ilişkiler, harcama modelleri ve ekonomik çarpanlar kullanılarak, yaratılan istihdam ile toplam ekonomik faaliyetten elde edilen çıktılar tahmin edilmektedir. Biyorafineri projesi ile artan biyokütle üretimi, geleneksel yakıtlara olan talebi azaltabilmekte ve geleneksel yakıt endüstrilerindeki istihdamda azalma olabilmektedir. Tahmin edilen istihdam bu tarz değişiklikleri dikkate almadan, sadece biyorafinerinin kurulumunda yaratılan istihdam sayısı olduğu dikkate alınmalıdır (Zhang ve Goldberg, 2015:14).

Türkiye'de biyokütle enerjisi kurulu kapasitesi 2018 yılının aralık ayına göre 724,5 MW olarak gerçekleşmiştir (TEİAŞ). JEDI modeline göre Türkiye'de kurulu biyokütle enerji santrallerinde 100 MW kurulu güç başına toplam istihdam ve mevcut kurulu kapasite olan 724,5 MW kurulu güçte istihdam edilecek sayı kurulum ve işletme süreçlerine ayrılarak Tablo 3.8'de verilmiştir.

Tablo 3.8. Türkiye'de Kurulu Biyokütle Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı

Biyokütle Enerji Santrallerinde İstihdam Edilecek Çalışan Sayıları				
Süreçler	İstihdam Türü	100 MW Kurulu Güç	724,50 MW Kurulu Güç	Toplam
Malzeme Üretimi ve İnşaat/Kurulum Süreci	Doğrudan	320	2.318	3.854
	Dolaylı	106	768	
	Uyarılmış	106	768	
Tesisin İşletilmesi Süreci (Yıllık)	Doğrudan	50	362	2.217
	Dolaylı	186	1.348	
	Uyarılmış	70	507	

Not: 100 MW ve kurulu Güçteki istihdam sayıları JEDI modeli temel alınarak Türkiye için hesaplanmıştır.

Türkiye'de biyokütle enerji santrallerin kurulum sürecinde 2.318 doğrudan, 768 dolaylı ve 768 uyarılmış istihdam olmak üzere toplam 3.854 istihdam yaratılmıştır. Biyokütle enerji tesislerinin işletilmesi sürecinde ise 362 doğrudan, 1.348 dolaylı ve 507 uyarılmış olmak üzere 2.217 istihdam yaratılmıştır. Dolayısıyla Türkiye'de biyokütle santrallerin kurulumu sırasında ve işletme sürecinde 6.071 tam zamanlı istihdam sağlanmıştır.

Bu çalışmada biyokütle santrallerinin kurulum aşamasında ve işletme sürecinde 1 MW başına düşen istihdam sayıları ile Dalton ve Lewis (2011)'in de kullandığı 1 MW başına düşen doğrudan istihdam metrikleri kullanılacaktır. Bu sayede yenilenebilir enerji türlerinden istihdam yaratımının en çok olduğu türler tespit edilmiş, karşılaştırılabilecektir. Aşağıdaki Tablo 3.9'da Türkiye'de kurulu biyokütle enerji tesislerindeki 1 MW kurulu güç başına düşen istihdam sayıları verilmiştir.

Tablo 3.9. Türkiye'de Kurulu Biyokütle Enerjisinin 1 MW Başına İstihdamı

Süreçler	Toplam	1 MW Başına İstihdam
Malzeme Üretimi, İnşaat ve Kurulum Süreci	3.854	5,32
Tesisin İşletilmesi Süreci	2.217	3,06
Üretim, Kurulum ve İşletme Doğrudan İstihdamı	2.681	3,7

Not: İlgili istihdam sayılarının toplam kurulu gücüne bölünerek 1 MW başına istihdam sayıları hesaplanmıştır.

Türkiye'de kurulu biyokütle enerji santrallerin malzemelerinin üretimi ile inşaat ve kurulum süresince 1 MW başına 5,32 doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdam yaratılmış olup, işletme süresince 1 MW başına 3,06 doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdam yaratılmıştır. Kurulum ve işletme süreçlerindeki doğrudan istihdam ayrıca incelendiğinde 1 MW başına 3,7 doğrudan istihdam yaratılmıştır.

3.3.2.4. JEDI Hidrolik Modeli

Türkiye'nin en büyük yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektrik enerji, aynı zamanda en eski elektrik üretimi kaynaklarındandır. Zamanla hidrolik teknolojisinin gelişmesi ile barajların geliştirilmesi, pompa ve depolama gibi konularda uzmanlaşmış mevcut işgücünden daha yetenekli profesyonel işgücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Hidroelektrik çalışanlarının %35'i sahada bulunmaktadır veya doğrudan hidroelektrik tesislerinin işletilmesinde ve bakımında yer almaktadır. Birçok hidroelektrik işçi imalat sektöründe daha sonra ise santral operatörleri, bakım personeli, mühendisler ve diğer profesyonelleri içeren hizmetler sektöründe görev almaktadır (Keyser ve Tegenne, 2019:4).

Türkiye'de hidrolik enerjisi kurulu kapasitesi 2018 yılının aralık ayına göre 28.245,7 MW olarak gerçekleşmiştir (TEİAŞ). JEDI modeline göre Türkiye'de kurulu hidrolik enerji santrallerinde 100 MW kurulu güç başına toplam istihdam ve mevcut kurulu kapasite olan 28.245,7 MW kurulu güçte istihdam edilecek sayı kurulum ve işletme süreçlerine ayrılarak Tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10. Türkiye'de Kurulu Hidrolik Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı

Hidrolik Enerji Santrallerinde İstihdam Edilecek Çalışan Sayıları				
Süreçler	İstihdam Türü	100 MW Kurulu Güç	28.245,70 MW Kurulu Güç	Toplam
Malzeme Üretimi ve İnşaat/Kurulum Süreci	Doğrudan	1.756	495.994	664.904
	Dolaylı	274	77.393	
	Uyarılmış	324	91.516	
Tesisin İşletilmesi Süreci (Yıllık)	Doğrudan	14	3.954	10.168
	Dolaylı	18	5.084	
	Uyarılmış	4	1.130	

Not: 100 MW ve Kurulu Güçteki istihdam sayıları JEDI modeli temel alınarak Türkiye için hesaplanmıştır.

Türkiye'de hidrolik enerji santrallerin kurulum sürecinde 495.994 doğrudan, 77.393 dolaylı ve 91.516 uyarılmış istihdam olmak üzere toplam 664.904 istihdam

yaratılmıştır. Hidrolik enerji tesislerinin işletilmesi sürecinde ise 3.954 doğrudan, 5.084 dolaylı ve 1.130 uyarılmış olmak üzere 10.168 istihdam yaratılmıştır. Dolayısıyla Türkiye'de hidrolik santrallerin kurulumu sırasında ve işletme sürecinde 675.072 tam zamanlı istihdam sağlanmıştır.

Bu çalışmada hidrolik santrallerinin kurulum aşamasında ve işletme sürecinde 1 MW başına düşen istihdam sayıları ile Dalton ve Lewis (2011)'in de kullandığı 1MW başına düşen doğrudan istihdam metrikleri kullanılacaktır. Bu sayede yenilenebilir enerji türlerinden istihdam yaratımının en çok olduğu türler tespit edilip, karşılaşırılabilecektir. Aşağıdaki Tablo 3.11'de Türkiye'de kurulu hidrolik enerji tesislerindeki 1 MW kurulu güç başına düşen istihdam sayıları verilmiştir.

Tablo 3.11. Türkiye'de Kurulu Hidrolik Enerjisinin 1 MW Başına İstihdamı

Süreçler	Toplam	1 MW Başına İstihdam
Malzeme Üretimi, İnşaat ve Kurulum Süreci	664.904	23,54
Tesisin İşletilmesi Süreci	10.168	0,36
Üretim, Kurulum ve İşletme Doğrudan İstihdamı	499.949	17,7

Not: İlgili istihdam sayılarının toplam kurulu gücü bölünerek 1 MW başına istihdam sayıları hesaplanmıştır.

Türkiye'de kurulu hidrolik enerji santrallerin malzemelerinin üretimi ile inşaat ve kurulum süresince 1 MW başına 23,54 doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdam yaratılmış olup, işletme süresince 1 MW başına 0,36 doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdam yaratılmıştır. Kurulum ve işletme süreçlerindeki doğrudan istihdam ayrıca incelendiğinde 1 MW başına 17,7 doğrudan istihdam yaratılmıştır. Yılmaz (2014)'de 2013-2030 yılları arasında en çok istihdamın akarsu hidroelektrik enerjisinde sağlanacağını ifade ederek %100 yerli üretim sağlanması 220 binden fazla ek istihdam sağlanacağını ifade etmiştir.

3.3.2.5. JEDI Güneş Modeli

Güneş enerjisi giderek artan bir şekilde karbon emisyonunun azaltılması için bir önemli bir kaynak olarak görülmekte ve bu artan başarısının bir kısmı fotovoltaik modüllerin ortalama fiyatının önemli ölçüde düşmesine izin veren teknolojik ilerlemedir. Güneş enerjisinin çevresel faydalaların yanında, yeni güneş enerjisi santrallerinin inşası ve işletmesinin de yerel ekonomiyi canlandıracak olup, petrol,

doğal gaz ve kömürle çalışan enerji santrallerinden beklenen istihdam yaratımından daha fazla istihdam yaratacaktır (Bae ve Dall'Erba, 2016:62).

Güneş enerjisinden elektrik üretmek için birincil teknoloji olan Fotovoltaik hücreler (PV) temiz ve yenilenebilir olmasının yanı sıra kullanıldığı yerlerde elektrik üretme potansiyeli yüksektir. Bu teknoloji ile hemen hemen her evin, mağazanın veya binanın çatısı bir elektrik kaynağı haline gelebilmekte ve bir çatı üstü PV sistemi, binanın tüm elektriğini sağlamasa bile, tüketicinin parasını koruyabilmekte, hatta sistemin 20-30 yıllık ömrü boyunca kendi parasını amortı edebilmektedir. Ancak bireysel tüketiciler hala ilk yatırım engelinin yükünü ve tüm finansal faydaları sağlayamadıkları için güneş enerjisi maliyetini karşılayamamaktadır. Finansmanın önündeki engelleri aşmak için yapılacak Ar-Ge çalışmaları ve ölçek ekonomileri ile teknolojinin maliyetini düşürülmesi için çaba harcanmaktadır (Algaso ve Rusche, 2004:18). JEDI güneş enerjisi modelinde güneş enerjisi ile ilgili 22 sanayi sektörü çok ayrıntılı incelenmiş olduğunu ifade eden Bae ve Dall'Erba (2016), JEDI modelinin güneş enerjisi için Girdi-Çıktı ile ekonomik etki analizi oluşturmada çok verimli olduğunu belirtmiştir.

Türkiye'de güneş enerjisi kurulu kapasitesi 2018 yılının Aralık ayına göre 5.002,5 MW olarak gerçekleşmiştir (TEİAŞ). JEDI modeline göre Türkiye'de kurulu güneş enerji santrallerinde 100 MW kurulu güç başına toplam istihdam ve mevcut kurulu kapasite olan 5.002,5 MW kurulu güçte istihdam edilecek sayı kurulum ve işletme süreçlerine ayrılarak Tablo 3.12'de verilmiştir.

Tablo 3.12. Türkiye'de Kurulu Güneş Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı

Güneş Enerji Santrallerinde İstihdam Edilecek Çalışan Sayıları				
Süreçler	İstihdam Türü	100 MW Kurulu Güç	5.002,50 MW Kurulu Güç	Toplam
Malzeme Üretimi ve İnşaat/Kurulum Süreci	Doğrudan	1.092	54.627	127.464
	Dolaylı	892	44.622	
	Uyarılmış	564	28.214	
Tesisin İşletilmesi Süreci (Yıllık)	Doğrudan	64	3.202	6.403
	Dolaylı	44	2.201	
	Uyarılmış	20	1.001	

Not: 100 MW ve Kurulu Güçteki istihdam sayıları JEDI modeli temel alınarak Türkiye için hesaplanmıştır.

Türkiye'de güneş enerji santrallerin kurulum sürecinde 54.627 doğrudan, 44.622 dolaylı ve 28.214 uyarılmış istihdam olmak üzere toplam 127.464 istihdam

yaratılmıştır. Güneş enerji tesislerinin işletilmesi sürecinde ise 3.202 doğrudan, 2.201 dolaylı ve 1.001 uyarılmış olmak üzere 6.403 istihdam yaratılmıştır. Dolayısıyla Türkiye'de hidrolik santrallerin kurulumu sırasında ve işletme sürecinde 133.867 tam zamanlı istihdam sağlanmıştır.

Bu çalışmada güneş enerji santrallerinin kurulum aşamasında ve işletme sürecinde 1 MW başına düşen istihdam sayıları ile Dalton ve Lewis (2011)'in de kullandığı 1MW başına düşen doğrudan istihdam metrikleri kullanılacaktır. Bu sayede yenilenebilir enerji türlerinden istihdam yaratımının en çok olduğu türler tespit edilip, karşılaşırılabilecektir. Aşağıdaki Tablo 3.13'te Türkiye'de kurulu güneş enerji tesislerindeki 1 MW kurulu güç başına düşen istihdam sayıları verilmiştir.

Tablo 3.13. Türkiye'de Kurulu Güneş Enerjisinin 1 MW Başına İstihdamı

Süreçler	Toplam	1 MW Başına İstihdam
Malzeme Üretimi, İnşaat ve Kurulum Süreci	127.464	25,48
Tesisin İşletilmesi Süreci	6.403	1,28
Üretim, Kurulum ve İşletme Doğrudan İstihdamı	57.829	11,56

Not: İlgili istihdam sayılarının toplam kurulu gücü bölünerek 1 MW başına istihdam sayıları hesaplanmıştır.

Türkiye'de kurulu güneş enerji santrallerin malzemelerinin üretimi ile inşaat ve kurulum süresince 1 MW başına 25,48 doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdam yaratılmış olup, işletme süresince 1 MW başına 1,28 doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdam yaratılmıştır. Kurulum ve işletme süreçlerindeki doğrudan istihdam ayrıca incelendiğinde 1 MW başına 11,56 doğrudan istihdam yaratılmıştır. Algaso ve Rusche (2004) güneş enerjisinin istihdam yaratması sonucuna göre imalat sürecinde 1 MW başına 5,79 istihdam; kurulum, işletme ve bakım için 1 MW başına 4,09 istihdam oluşturacağı sonucuna varmışlardır. Zhang vd. (2017), malzemelerinin üretim, inşaat, kurulum ve işletme süresince 1 MW başına toplam 28,52 istihdam yarattığı bulgusuna ulaşmışlardır.

3.4. SONUÇ

Türkiye'de kurulu yenilenebilir enerji türlerinin JEDI modeline göre yaratabilecek istihdam sayıları birleştirilmiş bir tablo halinde Tablo 3.14'de sunulmuştur.

Tablo 3.14. Türkiye'de Kurulu Yenilenebilir Enerji Türlerinin JEDI Modeline Göre İstihdamı

Süreçler	İstihdam Türü	Jeotermal	Rüzgâr	Biyokütle	Hidrolik	Güneş
Malzeme Üretimi ve İnşaat/Kurulum Süreci	Doğrudan	7.567	38.498	2.318	495.994	54.627
	Dolaylı	4.643	65.044	768	77.393	44.622
	Uyarılmış	2.026	37.664	768	91.516	28.214
Tesisin İşletilmesi Süreci (Yıllık)	Doğrudan	487	417	362	3.954	3.202
	Dolaylı	205	1.668	1.348	5.084	2.201
	Uyarılmış	180	695	507	1130	1.001
Toplam		15.108	143.986	6.071	675.071	133.867

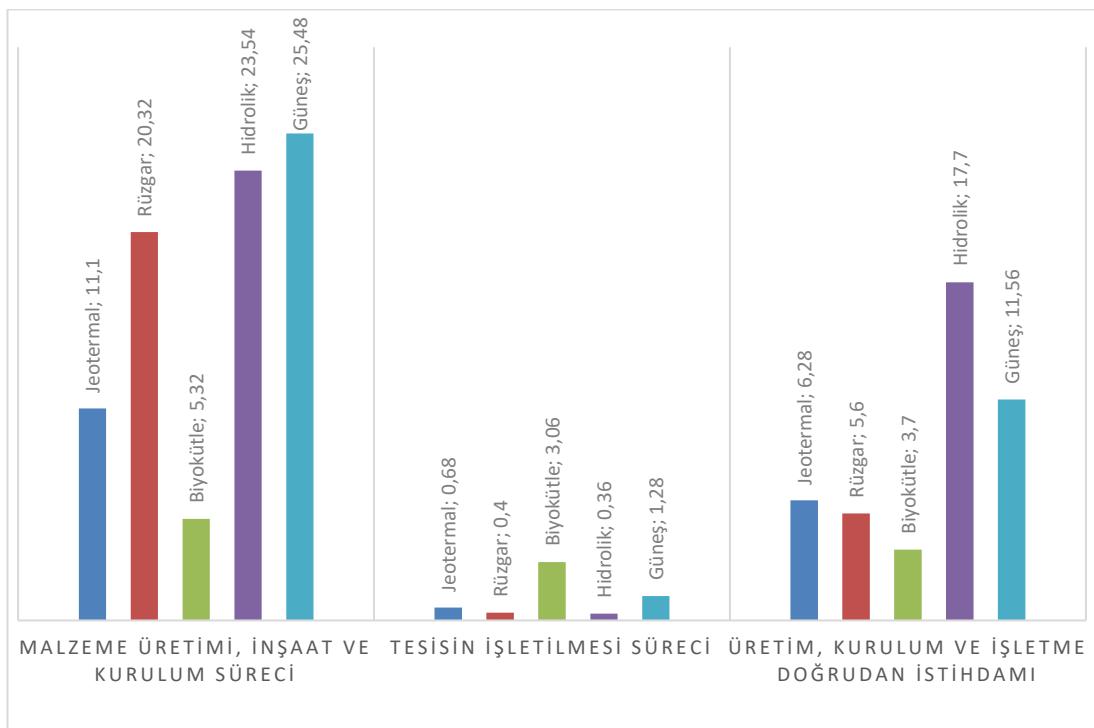
Türkiye'de yenilenebilir enerji santralleri içinde en çok istihdam yaratan enerji türü 675.071 kişilik istihdam ile Hidrolik enerji olmuştur. İkinci sırada 143.986 istihdam ile rüzgâr enerjisi, üçüncü sırada ise 133.867 istihdam ile güneş enerjisi gelmektedir. En az istihdam yaratan enerji türlerinden jeotermal enerji 15.108 istihdam ve biyokütle enerjisi 6.071 istihdam yaratmış olup hidrolik dahil tüm yenilenebilir enerji toplamda 974.103 istihdam yaratmaktadır. Türkiye'de Kurulu Yenilenebilir Enerji Santrallerinde 1 MW Başına İstihdam Sayıları ise Tablo 3.15'te verilmiştir.

Tablo 3.15. Türkiye'de Kurulu Yenilenebilir Enerji Türlerinin 1 MW Başına İstihdamı

Süreçler	Jeotermal	Rüzgâr	Biyokütle	Hidrolik	Güneş
Malzeme Üretimi, İnşaat ve Kurulum Süreci	11,10	20,32	5,32	23,54	25,48
Tesisin İşletilmesi Süreci	0,68	0,40	3,06	0,36	1,28
Üretim, Kurulum ve İşletme Doğrudan İstihdamı	6,28	5,6	3,7	17,7	11,56

Türkiye'de kurulu yenilenebilir enerji türlerinin malzeme üretimi, inşaat ve kurulum sürecinde 1 MW kurulu güç başına yarattığı istihdama göre en çok istihdamın güneş enerjisi, hidrolik enerji ve rüzgâr enerjisinin yarattığı tespit edilmiştir. İşletme sürecinde ise 1 MW kurulu güç başına en çok istihdamı biyokütle enerjisinin yarattığı hesaplanmıştır. Bu iki hesaplanan istihdam türünde doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdamın ortalaması hesaplanmıştır.

Şekil 3.7. Türkiye'de Süreclere Göre 1 MW Başına İstihdam Sayıları



Not: Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Türkiye'de kurulu yenilenebilir enerjinin üretim, kurulum ve işletme süreçlerinde yarattığı doğrudan istihdam incelendiğinde en çok istihdamın 1 MW kurulu güç başına 17,7 istihdam ile hidrolik enerji ve 1 MW kurulu güç başına 11,56 istihdam ile güneş enerjisi tarafından yaratıldığı; en az istihdamın ise 1 MW kurulu güç başına 3,7 istihdam ile biyokütle olduğu hesaplanmıştır. Buna göre sadece istihdam hedeflemesi ile yenilenebilir enerji kurulacak olursa hidrolik ve güneş enerjisinin en çok istihdam yaratacağı tespit edilmiştir. Literatürde de Günaydın (2015), yenilenebilir enerjide en çok istihdam yaratma potansiyelinin hidroelektrik enerjisi üretiminde olduğu, en az yeşil istihdamın yaratıldığı sektörün ise jeotermal enerji olduğu sonucuna varmıştır. Bu sonuç hidroelektrik analiz sonucu ile tam uyumlu olup, jeotermal sonucu ile tam uyum içinde bulunmamaktadır. Ayrıca Yılmaz (2014) ve Atılgan (2016) bu çalışmanın sonundaki gibi hidroelektrik enerjide en yüksek toplam istihdama sahip olduğu sonucuna varmış ve Atılgan (2016), bazı yenilenebilir enerji seçeneklerinin, birim elektrik başına yüksek doğrudan istihdama sahip olmasının nedeninin düşük kapasite faktörlerinden kaynaklandığını ifade etmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlara göre daha fazla istihdam yarattığı, daha büyük sosyoekonomik faydalalar sağladığı ve daha çevre dostu olmaları

gibi nedenlerle son yıllarda gittikçe artan bir şekilde tercih edilmektedirler. Tezin bu bölümünde yenilenebilir enerji türlerinin istihdama katkısı araştırılmış, jeotermal, rüzgâr ve biyokütle enerjisinin istihdama katkıda bulunduğu, ancak en çok katkısı olan türün hidrolik ve güneş enerjisi olduğu bulunmuştur. Sanayi toplumundan Endüstri 4.0'a geçen bu dönemde yenilenebilir enerjinin yaygınlaşması ve gelecek nesillere kullanılması için toplumsal bir destek oluşturulmalı, okullarda yenilenebilir enerji ile ilgili eğitimler verilmeli, meslek edindirme kurslarında sertifika programları düzenlenmelidir. Şu an hali hazırda okulda eğitim görmekte olan öğrencilerin bir sonraki kuşağın iş gücünü oluşturacağı düşünülerek şimdiden iş gücünü eğitmek ve gelecek nesillere daha temiz bir dünya bırakmak amacıyla okullarda genel yenilenebilir enerji bilgisi verilmeli ve mesleki ve teknik liselerde yenilenebilir enerji bölümleri açılmalıdır.

4.BÖLÜM

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ VE İSTİHDAMIN 2030 TAHMİNİ

4.1. TÜRKİYE'NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ VE İSTİHDAMININ TAHMİNİ

Yenilenebilir enerjinin geleceği ve gelecekte ne kadar istihdam yarataceği konusu son yıllarda literatürde sıklıkla yer alan bir konu haline gelmiştir. Dünyada enerjiye talebin sürekli artması, fosil kaynakların rezervlerinin azalması ve yeni enerji kaynaklarına talebin sürekli artması, yenilenebilir enerji maliyetlerinin teknolojideki gelişmeler ile konvansiyonel enerji maliyeti ile rekabet edecek hale gelmesi ve önemli bir istihdam kaynağı olması gibi sebepler yenilenebilir enerjinin önemini artırmaktadır. Türkiye için yenilenebilir enerjinin geleceği ve 2030 yılında ne kadar istihdam yarataceği konusu tezin bu bölümünün konusunu oluşturmaktadır. Mevcut durumda Türkiye'nin elektrik piyasasında 2020 yılı ocak ayında 84.998 MW'lık lisanslı kurulu gücü ve 6.344 MW lisanssız kurulu gücü olmak üzere toplamda 91.342 MW'lık kurulu gücü bulunmaktadır (EPDK, 2019). Toplam kurulu gücün kaynaklara göre dağılımı ve bir önceki yılın aynı ayı ile karşılaştırılması Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Türkiye'nin 2020 Yılı Ocak Ayı Sonu İtibarıyle Kurulu Güçün Kaynaklara Göre Dağılımı ve 2019 Yılı Ocak Ayı Değeriyle Karşılaştırılması

KAYNAK TÜRÜ	2019 OCAK		2020 OCAK		DEĞİŞİM (%)
	KURULU GÜC (MW)	ORAN (%)	KURULU GÜC (MW)	ORAN (%)	
BARAJLI HİDROLİK	20.537,99	24,62	20.645,69	24,29	0,52
AKARSU	7.813,13	9,37	7.853,72	9,24	0,52
HİDROLİK (LİSANSSIZ)	-	-	8,65	-	-
RÜZGÂR	6.946,81	8,33	7.538,51	8,87	8,52
RÜZGÂR (LİSANSSIZ)	-	-	70,83	-	-
JEOTERMAL	1.302,52	1,56	1.514,69	1,78	16,29
BİYOKÜTLE	592,23	0,71	729,42	0,86	23,17
BİYOKÜTLE(LİSANSSIZ)	-	-	75,67	-	-
GÜNEŞ	81,66	0,10	174,72	0,21	113,96
GÜNEŞ(LİSANSSIZ)	-	-	5.857,35	-	-
DOĞAL GAZ	25.694,57	30,81	26.828,67	31,56	4,41
DOĞAL GAZ (LİSANSSIZ)	331,18	-	-	-	-

LİNYİT	9.787,03	11,73	9.935,03	11,69	1,51
İTHAL KÖMÜR	8.938,85	10,72	8.821,85	10,38	-1,31
ASFALTİT	405,00	0,49	405,00	0,48	0,00
TAŞ KÖMÜRÜ	810,77	0,97	377,50	0,44	-53,44
FUEL OİL	487,17	0,58	165,49	0,19	-66,03
NAFTA	4,74	0,01	4,74	0,01	0,00
LNG	1,95	0,00	1,95	0,00	0,00
MOTORİN	1,04	0,00	1,04	0,00	0,00

Kaynak: EPDK(2019)'dan yazar tarafından derlenmiştir.

Tablo 4.1'e göre Ocak 2020 itibariyle Türkiye kurulu güç içinde hidrolik enerji toplamı 28.508,06 MW, rüzgâr enerjisi 7.609,34 MW, jeotermal enerji 1.514,69 MW, biyokütle enerjisi 805,09 MW ve güneş enerjisi 6.032,07 MW olmak üzere toplam yenilenebilir enerjinin 44.469,25 MW kurulu gücü sahip olduğu görülmektedir. Bu tezde de burada verilen kurulu güçlerin ayrı ayrı hidrolik, rüzgâr, jeotermal, biyokütle ve güneş enerjisinin 2030 yılındaki değerleri tahmin edilmektedir.

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) tarafından Dünya Bankası (World Bank) ve Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) gibi kuruluşlarla birlikte hazırlanan IRENA (2014) REmap 2030 raporuna göre daha fazla yenilenebilir enerji kullanıldıkça, geleneksel enerji tüketimi azalacağı; fosil ve nükleer endüstrilerde istihdam azalsa da yenilenebilir enerji endüstrilerinde yaratılan istihdamın fosil yakıt ve nükleer sektörlerde kaybedilen istihdamı aşıp olumlu bir net etkiye sahip olacağı öne sürülmüştür. Raporda ayrıca Türkiye içinümüzdeki yirmi yıl içinde bina stokunun önemli bir kısmının yenileneceğini, bunun da yenilenebilir enerjilerin entegrasyonu için büyük bir potansiyel yaratacağını; güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal ve hidroelektrik kapasitesini artırmayı ve yenilenebilir enerji kullanımını artırmak için yeni yenilenebilir enerji politikaların uygulamasının planlandığını ifade etmektedir (IRENA, 2014:136). Gelecek yıllarda yenilenebilir enerjinin ne seviyede olacağı sorusunu inceleyen çalışmalar ve raporlardan bir kısmı üretim, yani kurulu güç yönüyle, diğer kısmı ise tüketim boyutu ile konuyu ele almışlardır.

4.1.1. Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim Kapasite Projeksiyonu

Türkiye elektrik enerjisinin üretim kapasitesi projeksiyonunun hazırlama görevi piyasa katılımcılarına yol göstermek amacıyla ve 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile Şebeke Yönetmeliği çerçevesinde Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

(TEİAŞ) tarafından gerçekleştirilmektedir. “Türkiye Elektrik Enerjisi 5 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu” başlıklı TEİAŞ (2018) raporunda 2018-2022 dönemini kapsayacak şekilde ve iyimser durum (Senaryo 1) ile kötümser durum (Senaryo 2) olarak iki durum ele alınmakta olup, 2017 yılı sonu itibarıyle üretime girecek Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA) projeleri de dikkate alınarak hazırlanmıştır. Türkiye’de yatırımı devam eden projelerle birlikte Senaryo 1’e göre Türkiye toplam kurulu gücün yıllar itibarıyle gelişimi ve 2018-2022 projeksiyonu Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Türkiye Toplam Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Gelişimi ve 2018-2022 Projeksiyonu (MW)

YILLAR	JEOTERMAL	BİYOKÜTLE	HİDROLİK	RÜZGÂR	GÜNEŞ
2010	94,2	107,2	15.831,2	1.320,2	-
2011	114,2	115,3	17.137,1	1.728,7	-
2012	162,1	158,5	19.609,6	2.260,4	-
2013	311,0	237,0	22.289,0	2.760,0	-
2014	405,0	288,0	23.664,0	3.612,0	40,0
2015	623,9	362,4	25.867,8	4.503,2	248,8
2016	820,9	488,7	26.681,1	5.751,3	832,5
2017	1.063,7	634,2	27.273,1	6.516,2	3.420,7
2018	1.212,7	674,7	28.881,6	6.744,4	5.920,7
2019	1.233,0	715,0	30.317,1	7.624,0	6.920,7
2020	1.236,0	735,0	31.787,5	9.883,2	7.920,7
2021	1.236,0	755,0	32.318,5	10.418,2	8.420,7
2022	1.236,0	775,0	32.323,8	10.448,2	8.920,7

Kaynak: TEİAŞ (2018) raporundan derlenerek yazar tarafından hazırlanmıştır.

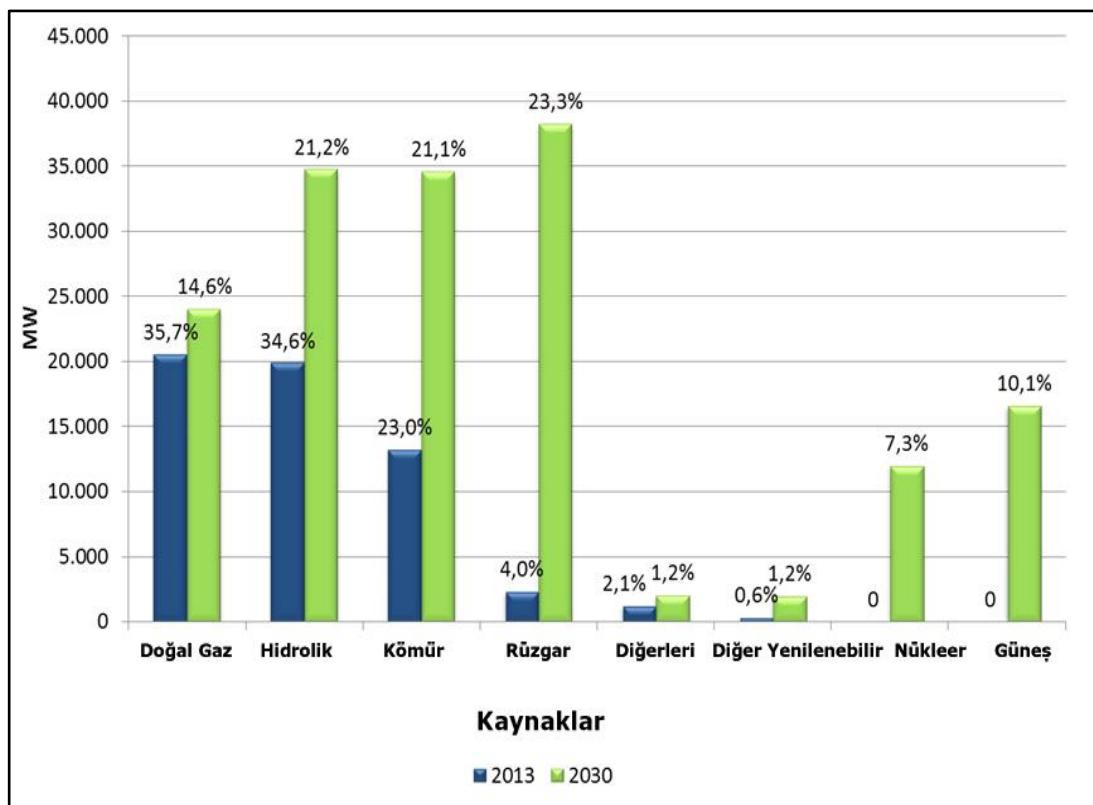
Tablo 4.2’ye göre 2022 yılında jeotermal enerji kurulu gücünün 1.236 MW, biyokütle enerjisi kurulu gücün 775 MW, hidrolik enerjisi kurulu gücünün 32.323,8 MW, rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 10.448,2 MW ve güneş enerjisi kurulu gücünün 8.920,7 MW olacağı öngörmektedir. Bununla birlikte kurulu gücün tamamı ile istenildiği anda enerji üretilmesinin mümkün olmaması, arıza ve periyodik bakım durumları, hidrolik enerji için yağış rejiminin durumu, rüzgâr enerjisi için rüzgâr durumu, güneş enerjisi için güneşlenme durumunun değişkenlik göstermesi sebepleriyle emreamade kapasite hesabının ileriki yıllar için doğru sonuçtan sapabileceği ifade edilmiştir (TEİAŞ, 2018).

Türkiye'nin 2030 yılındaki enerji geleceğini muhafazakar ve proaktif senaryo olacak şekilde iki senaryo olarak inceleyen TENVA (2015)'e göre Türkiye'nin enerji talebinin 2030 yılında iki katına çıkacağı ve fosil yakıtların payının azalarak yenilenebilir ve nükleer enerjinin artacağı tahmin edilmiştir. Enerji talebinin iki katına çıkacağı öngörüsü ile bu talebi karşılamak için yaklaşık mevcut miktar kadar yeni elektrik üretim kapasitesinin gerektiği ifade edilen TENVA (2015)'e göre hidroelektrik enerjinin toplam kurulu gücünün 36.000 MW olacağı, rüzgâr enerjisinin 12.000 MW olacağı, güneş enerjisinin 3.500 MW olacağı ve jeotermal enerjinin 900 MW olacağı öngörlürken yenilenebilir enerjinin mevcut kurulu gücünün muazzam bir artış göstereceği ifade edilmiştir.

Türkiye'nin ekonomik büyümesine paralel olarak artan güç talebini karşılamasını hem çevresel sürdürülebilirliğin hem de daha temiz bir enerji karışımı ile sağlanıp sağlanamayacağını araştıran dünyanın en eski ve en onde gelen bağımsız doğa koruma organizasyonlarından olan Dünya Çapında Doğa Fonu (World Wide Fund for Nature), Bloomberg Yeni Enerji Finansmanı ve Avrupa İklim Vakfı ile yaptığı analizde 2030'a kadar Türkiye, enerji talebinin yaklaşık %50'sini çoğunuğu güneş, rüzgâr ve hidroelektrik olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılayabileceği öngörüsünde bulunmuştur. Raporla göre 5.000 MW yeni hidroelektrik kapasitesinin 2022'den önce gerçekleşeceği ve gelecek on yılın geri kalanında hiçbir ekleme yapılmayacağı, dört nükleer reaktörden 2025 yılına kadar 4,8 GW kapasiteli bir tesisin devreye alınacağı, 2030 yılına kadar her yıl 800 MW rüzgâr ve 650 MW güneş enerji kapasitesi ekleyeceği öngörlülmüştür (WWF Turkey, 2014:65).

Türkiye'nin 2030 yılındaki enerji karışımını Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı adına Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği (EWEA)'da sunan Demircan (2013) kurulu kapasitenin 2013-2030 arası gelişimini Şekil 4.1'de özetlemiştir.

Şekil 4.1. Kaynaklara göre Türkiye'de Kurulu Kapasitenin 2013-2030 Karşılaştırılması



Kaynak: Demircan (2013)

Şekil 4.1'e göre Türkiye'nin 2030larındaki yenilenebilir enerji türlerinden hidrolik enerjinin %21,2; güneş enerjisinin yüzde 10,1; rüzgâr enerjisinin %23,3 ve diğer yenilenebilir enerjinin payı %1,2 olarak tahmin edilmiştir.

Sürdürülebilir enerji arz güvenliği, enerji verimliliğini artırma gibi 7 amaç ve 31 hedef belirleyerek T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının hazırlamış olduğu 2019-2023 Stratejik Planına göre %59 seviyesinde bulunan yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu elektrik güç kapasitesinin, 2023 yılında %65 seviyesine kadar arttırılması hedeflenmiş olup alt hedefleri Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3. 2019-2023 Strateji Planında Türkiye Toplam Kurulu Gücü Hedefleri (MW)

YILLAR	Plan Başlangıç Değeri	2019	2020	2021	2022	2023
Güneş Enerjisi Kurulu Gücü	5.063	5.750	7.000	7.750	8.500	10.000
Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücü	7.005	7.633	8.883	9.633	10.633	11.883
Hidrolik Enerjisi Kurulu Gücü	28.291	29.748	31.148	31.688	31.688	32.037
Jeotermal ve Biyokütle Enerjisi Kurulu Gücü	2.094	2.319	2.469	2.704	2.799	2.884
Yerli Kömøre Dayalı Kurulu Gücü	10.204	10.664	10.664	10.664	11.464	14.664

Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2019), “2019-2023 Stratejik Planı”

Tablo 4.3'e göre 2023 yılına gelindiğinde güneş enerjisi kurulu gücünün 10.000 MW, rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 11.883 MW, hidrolik enerjisi kurulu gücünün 32.037 MW ve jeotermal ile biyokütle enerjisi toplam kurulu gücünün 2.884 MW seviyesinde olacağı hedeflenmiştir. TEİAŞ (2019a) raporuna göre yük eğrisi karakteristiğinin değişmeyeceğinin kabulü ile TEİAŞ tarafından Türkiye puanı yük serileri hesaplanıp belirli bir anda talep edilen en yüksek elektrik enerjisi talebinin (puanı talep) tahmini Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Türkiye Puant 2019-2028 Dönemi Tahmini (MW)

YILLAR	DÜŞÜK	ARTIŞ (%)	BAZ	ARTIŞ (%)	YÜKSEK	ARTIŞ (%)
2019	49.758	4,6	49.972	5,0	50.181	5,5
2020	51.891	4,3	52.258	4,6	52.647	4,9
2021	53.988	4,0	54.605	4,5	55.280	5,0
2022	56.000	3,7	57.013	4,4	58.090	5,1
2023	58.150	3,8	59.586	4,5	61.069	5,1
2024	60.312	3,7	62.168	4,3	64.099	5,0
2025	62.248	3,2	64.520	3,8	66.956	4,5
2026	64.153	3,1	66.869	3,6	69.865	4,3
2027	66.055	3,0	69.228	3,5	72.761	4,1
2028	67.984	2,9	71.621	3,5	75.716	4,1

Kaynak: TEİAŞ (2019a).

Tablo 4.4'e göre 2028 yılında puanı talep öngörüsü; düşük senaryoya göre 67.984 MW, baz (referans) senaryoya göre 71.621 MW ve yüksek senaryoya göre 75.716 MW olarak gerçekleşmiştir.

6446 sayılı elektrik piyasa kanununun 23. Maddesine göre şebeke gelişimi ve altyapısı ile iletim şebekesinin arz talep dengeleri dikkate alınarak TEİAŞ tarafından her sene iletim sistemi için beş ve on yıllık bölgesel bağlanabilir kapasiteyi açıklayan TEİAŞ (2019b)'nin "5 ve 10 Yıllık (2024-2029) Bölgesel Bağlanabilir Kapasite Raporu"na göre 2024 yılı için Türkiye'nin elektrik üretim kapasitesi kurulu gücü tahmini 111.710 MW ve 2029 yılı için ise 127.754 MW olarak hesaplanmıştır.

4.1.2. Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketim Projeksiyonu

Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi (TEİAŞ), 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun 9. ve 20. Maddeleri bağlamında 07.05.2016 tarihli ve 29705 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Elektrik Piyasası Talep Tahminleri Yönetmeliğine uygun olacak biçimde, dağıtım şirketlerinden topladıkları raporlara göre her yıl Haziran ayının sonuna kadar 10 yıllık elektrik enerjisi talep tahminlerini Enerji Piyasası Düzenleme Kurumuna (EPDK) sunarak 2019-2028 dönemi için; düşük, baz ve yüksek tüketim senaryolarına uygun rapor hazırlamaktadır. TEİAŞ (2019a) raporuna göre 2019-2028 yılları arasındaki brüt tüketim tahmininin gelişimi TEİAŞ tarafından hesaplanmış olup Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Türkiye Brüt Elektrik Tüketiminin 2019-2028 Dönemi Tahmini (GWh)

YILLAR	DÜŞÜK	ARTIŞ (%)	BAZ	ARTIŞ (%)	YÜKSEK	ARTIŞ (%)
2019	313.832	4,6	315.182	5,0	316.503	5,5
2020	327.285	4,3	329.603	4,6	332.057	4,9
2021	340.511	4,0	344.407	4,5	348.662	5,0
2022	353.200	3,7	359.593	4,4	366.385	5,1
2023	366.767	3,8	375.821	4,5	385.177	5,1
2024	380.401	3,7	392.105	4,3	404.287	5,0
2025	392.610	3,2	406.939	3,8	422.303	4,5
2026	404.628	3,1	421.754	3,6	440.654	4,3
2027	416.619	3,0	436.632	3,5	458.917	4,1
2028	428.791	2,9	451.729	3,5	477.553	4,1

Kaynak: TEİAŞ (2019a).

Tablo 4.5'e göre 2028 yılı brüt elektrik tüketim beklentileri düşük senaryoya göre 428.971 GWh, baz (referans) senaryoya göre 451.729 GWh ve yüksek senaryoya göre 477.553 GWh olarak gerçekleşmiştir.

“Gelecek yirmi yılı kapsayan Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu, her iki yılda bir Kalkınma Bakanlığı ve Kurum görüşleri alınmak suretiyle Bakanlık tarafından hazırlanır ve yayımlanır” hükmüne dayanılarak hazırlanan rapor ekonomik büyümeye oranı, nüfus, hane halkı sayısı, ulaştırma sektörünün elektrik tüketimine katkısı, iç tüketim ve şebeke kayıpları, verimlilik ve enerji verileri kullanılarak hazırlanmıştır. Rapor hazırlanırken ekonometrik model, ARIMA modeli, karşılaştırma modeli, regresyon modeli ve esneklik modeli kullanılmış; düşük senaryo, referans senaryo ve yüksek senaryo ile toplamda 15 farklı talep serisi üzerinde çalışılmıştır. ETKB (2019) raporuna göre 2019-2039 döneminde Türkiye elektrik enerjisi talep projeksiyonu sonuçlarının yıllık bazda talep ve değişim oranları Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Türkiye Elektrik Enerjisi Yıllık Talep Projeksiyonu 2019-2039

YILLAR	Senaryo 1 (TWh)	Senaryo 2 (TWh)	Senaryo 3 (TWh)	Senaryo 1 Değişim	Senaryo 2 Değişim	Senaryo 3 Değişim
2019	313,8	315,2	316,5	-	-	-
2020	327,3	329,6	332,1	%4,3	%4,6	%4,9
2021	340,5	344,4	348,7	%4,0	%4,5	%5,0
2022	353,2	359,6	366,4	%3,7	%4,4	%5,1
2023	366,8	375,8	385,2	%3,8	%4,5	%5,1
2024	380,4	392,1	404,3	%3,7	%4,3	%5,0
2025	392,6	406,9	422,3	%3,2	%3,8	%4,5
2026	404,6	421,8	440,7	%3,1	%3,6	%4,3
2027	416,6	436,6	458,9	%3,0	%3,5	%4,1
2028	428,8	451,7	477,6	%2,9	%3,5	%4,1
2029	441,0	466,8	496,6	%2,9	%3,3	%4,0
2030	453,0	481,7	515,4	%2,7	%3,2	%3,8
2031	464,6	496,7	534,0	%2,6	%3,1	%3,6
2032	476,3	511,6	552,9	%2,5	%3,0	%3,5
2033	487,8	526,4	571,6	%2,4	%2,9	%3,4
2034	499,3	541,0	590,2	%2,3	%2,8	%3,3
2035	510,8	555,7	608,5	%2,3	%2,7	%3,1
2036	522,7	570,8	627,0	%2,3	%2,7	%3,1
2037	534,0	585,3	644,9	%2,2	%2,5	%2,9
2038	545,1	599,4	662,5	%2,1	%2,4	%2,7
2039	556,3	613,4	679,9	%2,1	%2,3	%2,6

Kaynak: ETKB (2019).

Tablo 4.6'ya göre 2030 yılında Türkiye'nin elektrik enerjisi talebi Senaryo 1'e göre 453 TWh, Senaryo 2'ye göre 481,7 TWh ve Senaryo 3'e göre 515,4 TWh olarak projeksiyonu gerçekleştirilmiştir. 2039 yılı için ise Türkiye elektrik enerjisi talebi Senaryo 1'e göre 556,3 TWh, Senaryo 2'ye 613,4 TWh ve Senaryo 3'e göre 679,9 TWh olarak projeksiyonu gerçekleştirilmiştir.

4.2. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Sürdürülebilir kalkınma kavramı ile yenilenebilir enerji arasında; kaynakların etkin ve verimli kullanılması, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını kendi kendine sağlaması ve enerji üretim teknolojisinin kolay erişilebilirliği, bulunabilirliği ile sera gazı emisyonu azaltımı gibi avantajları olması yönünden sıkı bir ilişki bulunmaktadır (Onat, 2018:1). Fosil yakıtların tüketimi ile iklim değişikliği ve enerji tüketimi de birbiriyle yakından ilişkili kavumlardır. 2013 yılında fosil yakıt bazlı termik enerji, küresel elektrik üretiminin %67,1'ini oluşturmuş ve böylece küresel sera gazı emisyonlarının artmasına sebep olmuştur (Melikoglu, 2016:8). Dolayısıyla iklim değişikliği gibi küresel bir çevre sorununu ulusal ve küresel düzeyde ele almanın en etkili yolu, çevresel açıdan sürdürülebilir teknolojilere geçerek, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji, orman ekosistemlerinin korunması, gıda üretimi ve su tasarrufu gibi konularda sürdürülebilir kalkınmaya öncelik vermek olacaktır.

4.2.1. Birleşmiş Milletler 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri

Gelecek kuşakların ihtiyaçlarından taviz vermeden günümüzün kuşaklarının ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde oluşturulan bir kalkınma modeli olan “**2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri**” 25-27 Eylül 2015 tarihinde Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesinde 193 ülkenin imzası ile kabul edilmiştir. 17 sürdürülebilir kalkınma hedefi ve 169 alt başlığı olan kalkınma hedeflerinin arasında yoksulluğun ve açlığın bitirilmesi, gıda güvenliği ve sürdürülebilir tarımın sağlanması, sağlığa, eğitime, adalete, enerjiye erişimi artırmak, istihdamı, sanayileşmeyi ve yenilikçiliği geliştirmek, sürdürülebilir üretim ve tüketimi desteklemek ve iklim değişikliği ile mücadele etmek gibi hedefler bulunmaktadır (UNDP Türkiye). Bu hedefler Şekil 4.2'de özetlenmiştir.

Şekil 4.2. Birleşmiş Milletler 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri



Kaynak: UNDP Türkiye

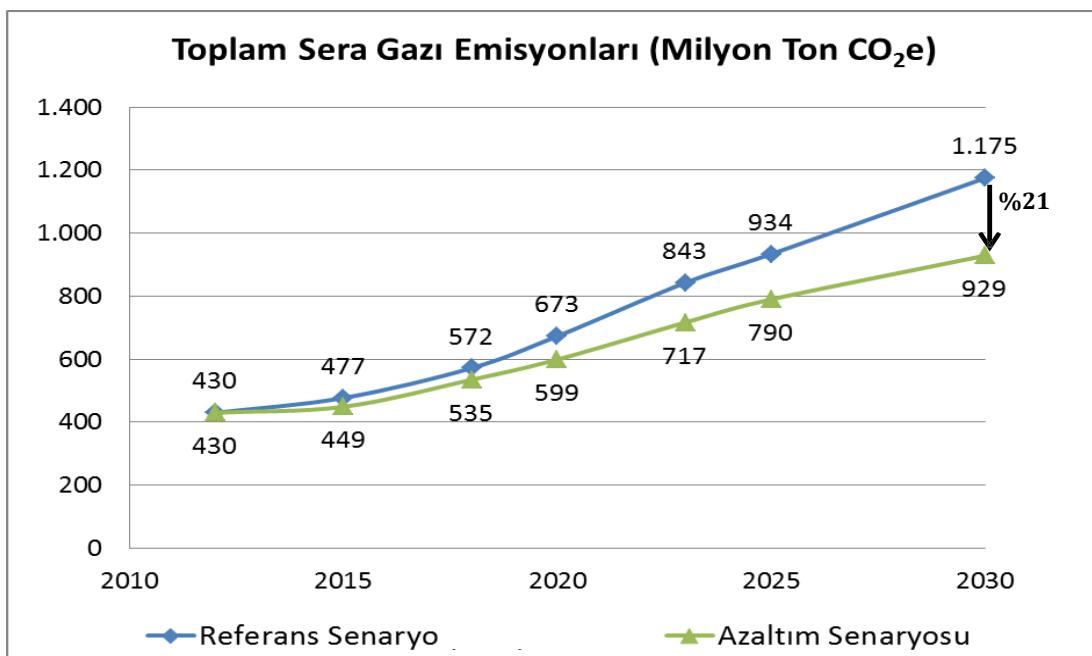
Birleşmiş Milletler sürdürülebilir kalkınma hedeflerinde önemli hedeflerden bir tanesi 7 numaralı hedef olan “**Erişilebilir ve Temiz Enerji**” hedefidir. Hedefin alt başlığında ise enerji verimliliği, enerjiye ulaşım ve yenilenebilir enerji bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji, iklim hedeflerine ulaşmak ve hava kalitesinin artırılması, özellikle kırsal ve uzak bölgelerde enerjiye erişimi olmayanların off-grid enerjiye ulaşabilmeleri, enerjide suya bağımlılığı ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmak gibi yönlerden çok önemlidir. Ayrıca yenilenebilir enerji teknolojileri ve tedarik sistemlerine yapılan yatırımlar yeni istihdamlar ve yeni ekonomik fırsatlar yaratmaktadır. 2014 yılında, yenilenebilir enerji kaynaklarından dünya çapında doğrudan ve dolaylı olarak 7,7 milyon istihdam yarattığı ve 2030 yılına kadar potansiyel olarak 24 milyon istihdama ulaşabileceği tahmin edilmektedir. Sonuç olarak 7 numaralı hedef olan erişilebilir ve temiz enerji hedefi, hedeflere ulaşmak için ve sürdürülebilir enerjinin sürdürülebilir kalkınma sağlayacağından dolayı kritik öneme sahiptir (UNDP, 2016).

4.2.2. Türkiye'nin Küresel İklim Değişikliği ile Mücadele 2030 Yol Haritası

Atmosferdeki sera gazının iklim üzerindeki insan kaynaklı tehlikeli etkilerini önlemek amacıyla 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim

Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) imzalanmış ve tarafların azaltım yükümlülükleri tanımlanmıştır. Türkiye ise sözleşme imzalandığında EK-I ve EK-II listelerinde olmasına rağmen 5386 Sayılı Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Yönerek Kyoto Protokolüne Katılmamızın Uygun Bulunduğuna Dair Kanun ve 13 Mayıs 2009 tarih ve 2009/14979 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile 26 Ağustos 2009 tarihinde Kyoto Protokolü'ne Taraf olmuş ve azaltım yükümlülüklerinin tanımlandığı Protokol EK-B listesine girmeyerek 2008-2012 dönemi ve 2012-2020 döneminde herhangi bir sınırlama ve azaltım yükümlüğü bulunmamaktadır. 2020 yılında Kyoto Protokolü'nün sona ereceğinden dolayı Fransa'nın Paris kentinde COP21 toplantısı gerçekleşmiş ve 2020'den sonra geçerli olacak Paris Anlaşması kabul edilmiştir. Türkiye, Paris Anlaşmasına taraf olmamıştır ancak Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanını 30 Eylül 2015 tarihinde sunarak 2021-2030 döneminde referans senaryoya göre sera gazı emisyonlarını %21 oranında azaltacağını, güneş enerjisinden elektrik üretiminin 2030 yılında 10 GW kapasiteye ulaşacağını, rüzgâr enerjisinden elektrik üretiminin 2030 yılında 16 GW kapasiteye ulaşacağını, hidrolik kapasitesinin tamamının kullanılacağını ve 2030 yılına kadar 1 adet nükleer santralin devreye gireceğini beyan etmiştir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı). Şekil 4.3'te sera gazı emisyonlarında referans senaryoya göre yapılacak %21'lik azaltım hedefi gösterilmektedir.

Şekil 4.3. Sera Gazı Emisyonlarında 2030 Yılı Azaltım Senaryosu



Kaynak: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

Türkiye'nin gelecek projeksiyonlarının yanı sıra enerji verimliliği amacıyla T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 2018 yılı mart ayında "Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023" (UEVEP 2017-2023) çalışması yayımlanmıştır. Eylem planına göre kamu ve özel sektörde enerji verimliliği bilincinin geliştirilmesi, sanayi ulaşım ve tarım sektörlerinde enerji verimliliğinin arttırılması, bölgesel ısitmanın ve çevre dostu yapıların yaygınlaştırılması, mevcut yapıların daha verimli hale getirilmesi ve alternatif kaynak ve yakıtların kullanımının çoğaltılması çalışmalarının yürütülmesi planlanmaktadır. Bu bağlamda İklim Değişikliği Eylem Planı 2011-2023 kapsamında enerji verimliliğinin, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin payının artırılması, sürdürülebilir çevre dostu ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanan binaların yaygınlaştırılması, elektrik dağıtım kayıplarının 2023 yılına kadar %8'e indirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının tarım uygulamalarında kullanımının artırılması ve biyokütle için tarım yan ürün ve atık kullanımının teşvik edilmesine yönelik hedefler konulmuştur (UEVEP, 2018).

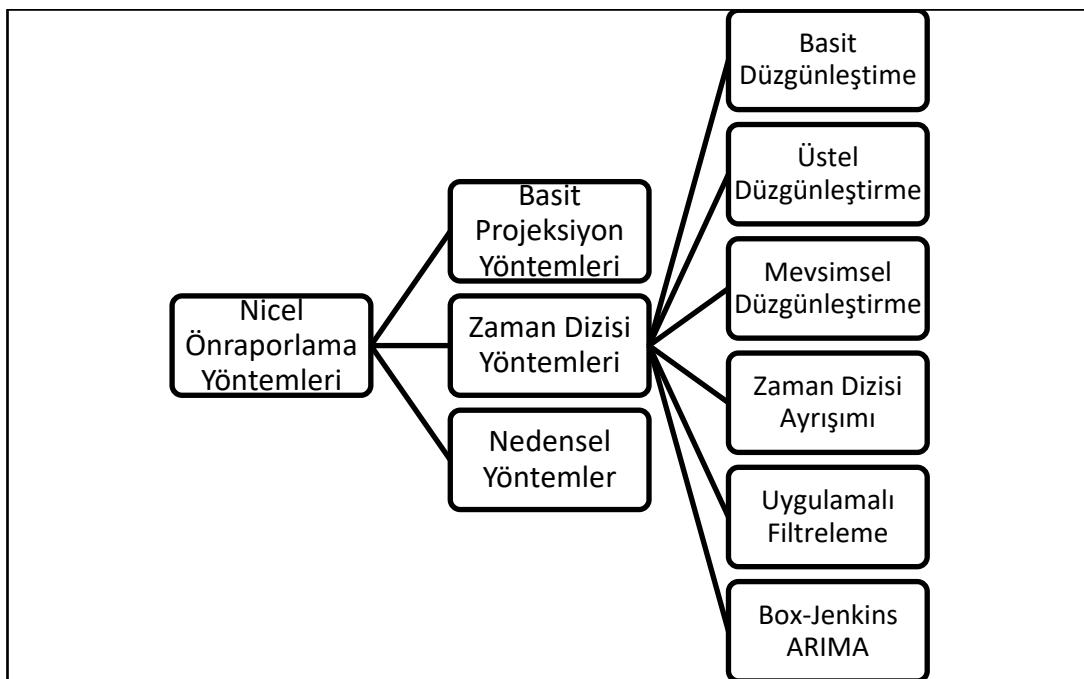
Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin 9/CP.16 kararı ve 2/CP.17 ile tekrar teyit edilmesi ile ulusal koşulların, sera gazı emisyonu ve yutak envanterinin ve genel iklim değişikliği ile ilgili politika ve önlemlerin yer aldığı Ulusal Bildirimlerin birincisi 2007 yılında hazırlanmış ve yedincisi 2018 yılında Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanmıştır. 7. Ulusal Bildiriminde sera gazını azaltmada yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi hedeflerine daha fazla yer verilmiş olup Türkiye'nin Enerji Politikasının ithalat bağımlılığını azaltıcı, arz güvenliğini iyileştirici, Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanlarına İlişkin Yönetmelik (YEKA) ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destek Mekanizması (YEKDEM) ile yenilenebilir enerji kaynakları yatırımların hızlanması ve yenilenebilir enerjiden azami ölçüde yararlanması yönüne dikkat çekilmiştir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018:20).

4.3. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ VE İSTİHDAMIN TAHMİNİ

Geçmişte olan deneyim ve gerçekleştirmeleri dayanak alarak geçmişin gerçekleştirmelerinin gelecekte de süreceği varsayımdan hareketle geleceği görmeye veya tahmin etmeye önraporlama (forecasting) adı verilir. Önraporlama nicel ve nitel yöntemler olarak iki bölüme ayrılabilmekte olup nicel yöntemler ise basit projeksiyon, zaman serisi yöntemler ve nedensel yöntemler olarak ele alınabilmektedir

(Sevktekin, 2017:6). Bu yöntemlerden zaman serisi analizlerinde kullanılan yöntemler Şekil 4.4'teki gibi özetlenmiştir.

Şekil 4.4. Zaman Serisi Önraporlama Yöntemleri



Kaynak: Sevktekin (2017)'den yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 4.4'ten de görüldüğü gibi zaman serisi yöntemlerinde basit düzgünleştirme, üstel düzgünleştirme, mevsimsel düzgünleştirme, zaman dizisi ayırımı, uygulamalı filtreleme ve Box-Jenkins ARIMA yöntemleri bulunmaktadır. Bu tezde de Box-Jenkins ARIMA metodolojisi kullanılmıştır.

4.3.1. Yenilenebilir Enerji ve İstihdam Tahmininin Literatür İncelemesi

Literatürde gelecek tahmini için Box-Jenkins metodolojisi de dahil olmak üzere pek çok yöntem kullanılmıştır. ARIMA modellemesi kullanılarak yapılan çalışmalardan Jamil (2020)'nin çalışmasında Pakistan'ın 53 yıllık geçmiş verileri ile 2030 yılına kadar hidroelektrik tüketimini tahmin edilmiş ve hidroelektrik tüketiminin yıllık ortalama %1,65 artış ile 2030 yılına kadar %23,4 kümülatif artış göstereceğini öngörmüştür.

Malezya'nın 1973'ten 2013'e kadar 40 yıllık geçmiş verileri ile ARIMA yaklaşımını kullanarak 2053 yılına kadar toplam elektrik üretimini öngörü çalışması yapan Haiges vd. (2017), kurulu veri kapasitesi, talep ve elektrik üretimi için yıllık büyümeye oranını %8,78 olarak tespit etmiştir. Finlandiya'da hane halkları için elektrik

enerjisi tüketimini 2018-2030 dönemi için ARIMA modeli ile tahmin eden Räisänen vd. (2019), sonuçları analiz ederken dikkate alınması gereken birçok belirsizlik kaynağı bulunduğu, bununla birlikte 2030 yılında elektrik enerjisi tüketiminin de azalacağını tahmin etmiştir.

Dünyanın en büyük net petrol ithalatçısı olan Çin'in ithal petrol bağımlılığını; 2017 ile 2030 dönemi için doğrusal olmayan metabolik gri model ve ARIMA modelini birleştirerek NMGM-ARIMA modeli ile uygulayan Wang vd. (2018), Çin'in yabancı petrol bağımlılığı seviyesinin 2030'da %80'in üzerine çıkacağı sonucuna ulaşmıştır. Hindistan'da 2030 yılına kadar kömür tüketimini 1995-2017 dönemi verileri ile, MGM-ARIMA (Metabolik Gri Model-ARIMA) ve BP-ARIMA (Geri Yayılma Ağ-ARIMA) modelleri ile tahmin eden Li vd. (2019), Hindistan'ın kömür tüketiminin yıllık ortalama %2,5 oranında büyümeye devam edeceği bulgusuna ulaşmışlardır. Vietnam'ın sanayi ve inşaat sektörlerinin elektrik tüketimini 2030 yılı için Cobb Douglas üretim fonksiyonu ile tahmin eden Vo (2019), Vietnam'ın sanayi ve inşaat sektörlerinin elektrik tüketiminin 2020'ye kıyasla iki katına ve 2016 tüketimine kıyasla üç katına çıkacağı sonucuna varmıştır.

Literatürdeki çalışmalar bazları ise ARIMA model ile başka bir modeli birlikte kullanarak tahmin yapmışlardır. Bu çalışmalar rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisinin Romanya'da Mart 2018 döneminde bir aylık üretimini tahmin etmek için iki farklı model kullanan Dumitru ve Gligor (2019), elektrik enerjisi üretimi dışında rüzgâr hızı ve hava durumu gibi hiçbir değişken dikkate alınmadan ARIMA modelini ve İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağını (FFANN) kullanarak tahminlerini gerçekleştirmiştir.

Almanya'da yenilenebilir enerjinin ekonomik etkilerini 2030 yılına kadar Sektörel Enerji-Ekonominik Ekonometrik Modeli (SEEEM) ile analiz eden Blazejczak vd (2014), Almanya'da yenilenebilir enerji genişlemesinin ekonomik büyümeye üzerinde olumlu bir net etkisi olacağını ve net istihdam etkilerinin olumlu olacağını ortaya koymaktadır.

Kanada, Fransa, İtalya, Japonya, Brezilya, Meksika ve Türkiye için aylık toplam elektrik enerjisi tüketimi (GWh) verilerine ARIMA ve üstel yumuşatma yöntemleri uygulayarak tahmin eden Oliveira ve Oliveira (2018), toplam tüketimin endüstriyel, ticari, konut ve diğer sektörler gibi her bir alt sistemi için torbalama yöntemlerinin uygulanması ve daha sonra sonuçların tek bir çıktıda toplanmasının

toplam elektrik enerjisi tüketimi için tahminlerin doğruluğunu daha da artırabileceğini ifade etmişlerdir.

Chen vd. (2019), ABD'nin 1983 ile 2017 döneminde güneş enerjisi tüketim verileri üzerinde Tekrarlayan Sinir Ağları (RNN) türü olan Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM) ile ARIMA modelini karşılaştırmıştır. Güneş enerjisi tüketimindeki değişiklikleri etkileyen dört faktör olan enerji yapısı etkisi, enerji yoğunluğu etkisi, ekonomik faaliyet etkisi ve nüfus etkisini veri olarak kullanan Chen vd. (2019), sonuçların Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama (ARIMA) yöntemi ile karşılaşıldığında LSTM yaklaşımının daha iyi fizibiliteye sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

ARIMA ile Yapay Sinir Ağları (ANN) modellerini birleştiren hibrit bir metodolojinin uygulanabileceğini ifade eden Zhang (2003), iki modelinde her tahmin durumunda ayrılmadan kullanılabilecek evrensel en iyi model olmadığını, doğrusal ARIMA modeli ile doğrusal olmayan ANN modelinin birleşimi olan hibrit modelin hem doğrusal hem de doğrusal olmayan korelasyon yapılarına sahip karmaşık problemler için tahmin performansını iyileştireceğini ifade etmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Meksika'daki 53 kasaba ve şehir üzerinde 2050 yılına kadar tüm enerji sektörlerinde %100 rüzgâr, su ve güneş ışığına geçiş yol haritası geliştiren Jacobson vd. (2018), tüm elektrik ve ısının rüzgâr, su ve güneş ile elde edilmesi durumunda hava kirliliği dolayısıyla ölüm oranının azalacağını, küresel iklim maliyetlerinin azalacağını, kaybedilen istihdamdan daha fazla istihdam yaratılacağı sonuçlarına ulaşmışlardır. Ayrıca bu çalışmada net istihdam hesaplanması JEDI modeli kullanılarak MW başına düşen istihdam hesaplanmıştır.

Literatürde Türkiye'yi konu alan ve özellikle elektrik, enerji ve yenilenebilir enerji konularında tahmin yapan çalışmalar da bulunmaktadır. Türkiye'nin 2020 yılına kadar sektörler bazında net elektrik enerjisi tüketiminin tahmini Yapay Sinir Ağları (YSA) ile gerçekleştiren Hamzaçebi (2007), 2020 yılına kadar yıllık ortalama net elektrik tüketimi artışı sanayi sektörü için %45,67; konut sektörü için %49,90; tarım sektörü için %3,65 ve ulaştırma sektörü için %0,755 olarak hesaplamış ve YSA ile yapılan projeksiyonun resmi olarak Türkiye elektrik enerjisi tüketimi için yapılan projeksiyonlardan daha iyi sonuçlar verdiği belirtmiştir.

Türkiye'deki enerji talebini 1979-2005 dönemi arasındaki verilerin yardımıyla, 2006-2025 dönemindeki enerji talebini Karınca Kolonisi Optimizasyonu (ACO) ile tahmin eden Toksarı (2007), nüfus, GSYİH, ithalat ve ihracat verileri kullanarak

hesaplamalarını yaptığı modelin tahmin hatalarının düşük düzeyde olduğu sonucuna ulaşmıştır. Türkiye'nin 2006-2015 dönemi için elektrik talebini Yuvarlanma Mekanizmalı Gri Tahmin (GPRM) metodu ile toplam ve sanayi sektörü için gelecek projeksiyonları gerçekleştiren Akay ve Atak (2007), GPRM model sonuçlarının ETKB'nın resmi sonuçlarından daha iyi sonuç verdiği ve gelecekteki elektrik projeksiyonları için güvenle kullanılabileceği sonucuna varmıştır.

Demografik ve sosyoekonomik ve değişkenleri kullanarak Türkiye'nin enerji tüketimini Yapay Sinir Ağı (YSA) ile modelleyen Kankal vd. (2011), Türkiye'nin 2008-2014 dönemini tahmin ederek enerji tüketiminin 2014 yılında 117,0 ile 175,4 Mtoe arasında değişeceği bulgusuna ulaşmıştır. Türkiye'nin hidrolik dahil yenilenebilir enerji potansiyelini ayrı ayrı alt kategorilerine göre hesaplayan ve Türkiye'nin ihtiyaç duyduğu enerjiyi kendi kaynakları ile elde edilip edilemeyeceği sorusuna yanıt arayan Kurucu (2017), yenilenebilir enerji potansiyelini 4307 TWh/Yıl olarak hesaplamış olup bu rakam Türkiye'nin enerji tüketimi olan 930 TWh elektrik enerjisinin yaklaşık 5 katına karşılık gelmektedir.

Türkiye'nin hidrolik enerji üretimini, Yapay Sinir Ağı (YSA) modelini Yapay Arı Kolonisi (ABC) algoritması ile uygulayarak tahmin eden Uzlu vd. (2014), Türkiye'nin 2021'deki hidroelektrik üretiminin 69,1 ila 76,5 TWh arasında olacağını ve toplam yıllık elektrik talebinin hidroelektrik oranlarının %14,8 ile %18,0 arasında değişeceğini, Vizyon 2023 hedeflerine ulaşmak için hidroelektrik yatırımlarının yeniden gözden geçirilmesi ve arttırılması gerektiğini ifade etmiştir. Türkiye'de Vizyon 2023 enerji hedeflerine dayalı olarak yenilenebilir enerji yatırımlarının maliyetini 61 milyar dolar olarak hesaplayan Melikoglu (2016), Türkiye'nin enerji yatırımlarının yaklaşık yarısının Vizyon 2023 hedeflerine ulaşmak için harcanması gerektiğini ifade etmiştir. Ayrıca toplam kurulu gücü yaklaşık 10.000 MW olan iki nükleer santrale yaklaşık 50 milyar dolar harcanacağı tahmin edilmiş ve Vizyon 2023 enerji hedeflerinde hafif bir gecikme beklenebileceğini ifade etmiştir.

Elektrik üretiminden kaynaklı sera gazı emisyonlarını Türkiye özelinde yakıt türlerine göre tahminini TEİAŞ'ın 2013-2017 dönemi 5 yıllık elektrik üretim kapasitesi projeksiyonu yardımıyla gerçekleştiren Ozcan (2016), elektrik üretiminden kaynaklanan emisyonların 2013-2017 dönemi için artan bir eğilim içinde olması bekleniği öngörüsünde bulunmuştur. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin mevcut durumunu ve gelecek bekłentilerini uluslararası kuruluşların resmi raporları ve verilerinin karşılaştırmalı analizlerini gerçekleştiren

Onat (2018), yenilenebilir enerji kurulu gücünün dünya ortalamasının altında olduğunu ifade etmiştir. Türkiye'nin yenilenebilir enerjideki kurulu gücü, potansiyeli ve geleceğini bazı istatistik ve oranlar yardımı ile inceleyen Yılmaz ve Öziç (2018), Türkiye'nin 2023 yılına kadar hedef olarak %1'lik yenilenebilir enerji artış oranının düşük olduğunu ve yenilenebilir enerjinin daha fazla yaygınlaştırılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Türkiye'nin 1970-2000 dönemi elektrik enerjisi talebi verileri ile En Küçük Kareler (EKK) ve hata düzeltme yöntemi kullanılarak talep esneklikleri ile ilgili 2001-2005 dönemi projeksiyonu yapan Akan ve Tak (2003), ekonomik büyümeye ve üretim artışı ile ilgili dönemde elektriğe olan talebin yüksek oranlarda artacağı sonucunu elde etmişlerdir.

Türkiye'nin 2007-2016 yılları arasındaki biyoetanol üretim, tüketim ve kayıp verileri kullanılarak 2017-2030 yılları arasındaki buğday, mısır, pirinç ve patates üretimi ve tüketim tahminlerini doğrusal olarak ve yarı deneysel modelleme metodolojilerine dayanarak elde eden Melikoglu ve Turkmen (2019), 2030 yılında Türkiye'nin buğday, mısır, pirinç ve patates üretim ve tüketim kayıplarından ne kadar biyoetanol üretilebileceğini tahmin etmişlerdir. Türkiye'nin 2015-2023 dönemi için yıllık brüt elektrik tüketimini Box-Jenkins Otoregresif Hareketli Ortalama (ARMA) modeli ile tahmin yapan Mahmutoğlu ve Öztürk (2015), herhangi bir ekonomik kriz olmayacağı varsayımlı altında 2023 yılında elektrik tüketim öngörüsünün 486.471 GWh olacağını tahmin etmişlerdir.

Türkiye'deki hidroelektrik enerjisinin üretim tahminini bir hidroelektrik tesis üzerinde, 2007-2014 döneminde ortalama aylık yağış, nem ve debi verilerini Yapay Sinir Ağları (YSA) ile 12 aylık olarak gerçekleştiren Makas ve Karaathlı (2016), çalışmanın diğer tüm hidroelektrik santrallere yüksek doğrulukla uygulanabileceğini göstermiştir. Türkiye'de uzun vadeli elektrik enerjisi talebini öğretme-öğrenme tabanlı optimizasyon (TLBO) ile Sinir Ağrı Yaklaşımını (YSA) kullanarak modelleyen ve tahmin eden Kankal ve Uzlu (2017) Türkiye'deki elektrik enerjisi talebini 2018 yılında 268,37 TWh ve 287,77 TWh arasında değişecekini, aynı dönem için resmi tahminlerin 352,01 TWh ve 376,35 TWh olacağını, analiz edilen tüm senaryoların resmi tahminlerden daha düşük elektrik enerjisi talebi tahminleri verdiğini belirlemiştir.

Türkiye'nin aylık elektrik talebini 2015-2018 dönemi için dört farklı Yapay Sinir Ağları (YSA) ile öngörüsünü gerçekleştiren ve modelini mevsimsel ARIMA (SARIMA) ile karşılaştıran Hamzaçebi vd. (2017) en yüksek elektrik talebinin 2018

yılının temmuz ayında 24.684 GWh, en düşük elektrik enerjisi talebinin ise 2018 yılının Nisan ayında 20.550 GWh olarak gerçekleşeceği bulgularına ulaşmıştır. Türkiye'nin 2005 ile 2020 döneminde birincil enerji talebini tahmin etmek için ARIMA ve mevsimsel ARIMA (SARIMA) yöntemlerini kullanan Ediger ve Akar (2007), enerji talebindeki azalmanın ekonomik büyümeyi yavaşlatacağı, fosil yakıtlar içinde petrolün yerini doğal gazın %41,2 oran ile alacağı sonuçlarına ulaşmışlardır.

Türkiye'nin 1970-2015 dönemi kömür, petrol, doğal gaz, yenilenebilir ve toplam enerji tüketimi verileri ile 2016-2040 yılları arasındaki tüketimini Otoresgesif Entegre Hareketli Ortalama (ARIMA) modeli kullanarak tahmin eden Ozturk ve Ozturk (2018), Türkiye'nin kömür, petrol, doğal gaz, yenilenebilir enerji ihtiyacının sürekli arttığını tespit etmiştir. Ayrıca yenilenebilir enerjinin %4,39 ortalama ile ve toplam enerji tüketiminin %4,20 ortalama ile arttığını; 2015'ten 2040'a yenilenebilir enerjinin %51, toplam enerji tüketiminin %180 oranında artacağı tahmin edilmiştir.

4.3.2. Veri ve Metodoloji

Tezin bu bölümünde kullanılan hidrolik, jeotermal, rüzgâr, biyokütle ve güneş enerjilerinin kurulu güç verileri 4982 sayılı Bilgi Edinme Hakkı Kanunu uygulaması ile TEİAŞ'ın Türkiye Aylık Kaynak Bazlı Toplam Kurulu Güç Değerleri tablosundan 2011 Ocak ayı ile 2020 Ocak ayı arasındaki 109 gözlemden oluşmakta olup, 2030 Ocak ayına kadar tahmin analizleri Eviews 9.0 programı ile gerçekleştirılmıştır. Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma hedeflerinin 2030 yılı için belirlenmesi ve Türkiye'nin 30 Eylül 2015 tarihinde Paris Anlaşmasına sunduğu ve 2021-2030 dönemini içeren Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanında sera gazı azaltım, güneş, rüzgâr ve hidrolik gibi yenilenebilir enerjiden elde edilecek elektrik üretimleri hedefleri olduğu için 2030 yılı kritik bir yıl olarak görülmüş ve tezde tahmin yılı olarak 2030 yılı seçilmiştir.

Tezin bu bölümünde yenilenebilir enerjilerin ayrı ayrı kurulu güçlerinin 2030 yılı tahmini, Jacobson vd. (2018)'in çalışmasında olduğu gibi hem gelecek tahminlemesi hem de JEDI modeli kullanılarak istihdam hesaplanması şeklinde gerçekleştirılmıştır. Kurulu güç tahmini, Box-Jenkins ARIMA metodolojisi kullanılarak yapılmış olup 2030 yılı istihdam tahmini ise elektronik tablo tabanlı bir model olan JEDI modeli (İstihdam ve Ekonomik Kalkınma Etkisi) ile gerçekleştirilmiştir.

4.3.2.1. Box-Jenkins Metodolojisi

Zaman serisi verilerinin gelecek öngörüsü yapılmasında tek denklemli regresyon modelleri, çok denklemli regresyon modelleri, vektör otoregresif (VAR) modelleri ve entegre olmuş otoregresif hareketli ortalama ARIMA modelleri kullanılmakta olup ARIMA modeli aynı zamanda Box-Jenkins öngörü modelleri olarak da isimlendirilmektedir (Dikmen, 2009:313). Bu yöntem trend ve mevsimsel faktörler için iteratif bir süreç olan otoregresif bütünsel hareketli ortalama modeli olup George E. Box ve Gwilym M. Jenkins tarafından geliştirilmiştir (Sevktekin, 2017:32). Box ve Jenkins'in "Time Series Analysis: Forecasting and Control" kitabının yayımı ile BJ metodolojisi ya da teknik adıyla ARIMA yöntemi yaygınlaşmış ve denklem modellerinin kurulması ile değil de "bırakın da veriler konuşsun" felsefesiyle zaman serilerinin olasılık çözümlemeleri vurgulanmıştır. ARIMA modellerinde zaman serisi kendi gecikmeli değerleri ve olasılıklı hata terimleriyle açıklanabilmekte olduğu için kuramsız modeller olarak da ifade edilmektedir (Gujarati ve Porter, 2018:774).

4.3.2.2. Otoregresif Modeller (AR)

Zaman serilerinin modellenmesi sürecinde bir ekonomik değişkenin gelecek değerlerinin önraporlanması yapılırken geçmiş değerlerindeki bilgi çok büyük önem taşımaktadır. Bu tarz bir ilişkiyi gösteren istatistiksel model otoregresif (Autoregressive) bir süreç olarak tanımlanabilmekte olup ortalama, varyans ve kovaryans hesaplanması analizin önemli adımlarındandır (Sevktekin ve Çınar, 2017:148). Otoregresif yani ardışık bağlanımlı süreçte p 'inci dereceden sahip bir y_t serisi, p dönem geriye giden y_t değerlerinin ağırlıklı ortalaması ile bozucu terimin toplamına eşit olup (4.1) numaralı denklemdeki gibi yazılabılır.

$$y_t = m + \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \dots + \alpha_p y_{t-p} + u_t \quad (4.1)$$

(4.1) numaralı denklemde m , stokastik sürecin ortalaması ile ilgili bir sabit olup otoregresif süreç durağan ise ortalama zamandan bağımsız olarak sabit olur. Ortalama μ ile gösterilirse,

$$\left\{ \begin{array}{l} E(y_t) = E(y_{t-1}) = E(y_{t-2}) = \dots = \mu \\ \mu = \alpha_1 \mu + \alpha_2 \mu + \dots + \alpha_n \mu + m \end{array} \right. \quad (4.2)$$

(4.2)'deki denklemler yazılırsa, (4.3) numaralı denklem elde edilir.

$$\mu = \frac{m}{1-\alpha_1-\alpha_2-\cdots-\alpha_p} \quad (4.3)$$

AR sürecinin durağan olabilmesi için ortalama sonlu olması gerekmektedir. Eğer durağan değilse seri başlangıç noktasından gittikçe artan bir trendle uzaklaşmış olur. Durağan olması için zorunlu ancak yeterli olmayan koşul $1 - \alpha_1 - \alpha_2 - \cdots - \alpha_p$ ifadesinin 1'den küçük olmasıdır (Kutlar, 2005:259). Herhangi bir AR(p) sürecinde PACF (Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu)'de büyük çıkışlar ile ACF (Otokorelasyon Fonksiyonu)'de geometrik bir azalma varsa, AR modelinin gecikme seviyesi olarak p gecikmede istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenebilmektedir (Bozkurt, 2013:54).

4.3.2.3. Hareketli Ortalama Modeller (MA)

Hareketli Ortalama (Moving Average) sürece q mertebesinde sahip olan modelde her gözlenen y_t , q değerine kadar gecikmesi olan hata terimlerinin ağırlıklı ortalamasından oluşmaktadır.

$$y_t = \mu + u_t - \theta_1 u_{t-1} - \theta_2 u_{t-2} - \cdots - \theta_q u_{t-q} \quad (4.4)$$

(4.4) numaralı denklemde parametreler negatif veya pozitif olabilecek ve zaman serisi boyunca hata terimleri beyaz gürültü sürecini oluşturabileceklerdir. Yani hata terimlerinin kovaryansları sıfır olup normal dağılım, sıfır ortalama ve sabit varyans özelliklerine sahiptirler. Hareketli ortalamanın varyansı γ_0 ile ifade edilirse (4.5) numaralı denklemdeki sonuca ulaşılır.

$$\left\{ \begin{array}{l} Var(y_t) = \gamma_0 = E(y_t - \mu)^2 \\ = E(u_1^2 + \theta_1^2 u_{t-1}^2 + \cdots + \theta_q^2 u_{t-q}^2 - 2\theta_1 u_t u_{t-1} - \cdots) \\ = \sigma_u^2 + \theta_1^2 \sigma_u^2 + \cdots \theta_q^2 \sigma_u^2 \\ = \sigma_u^2 (1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \cdots \theta_q^2) \end{array} \right. \quad (4.5)$$

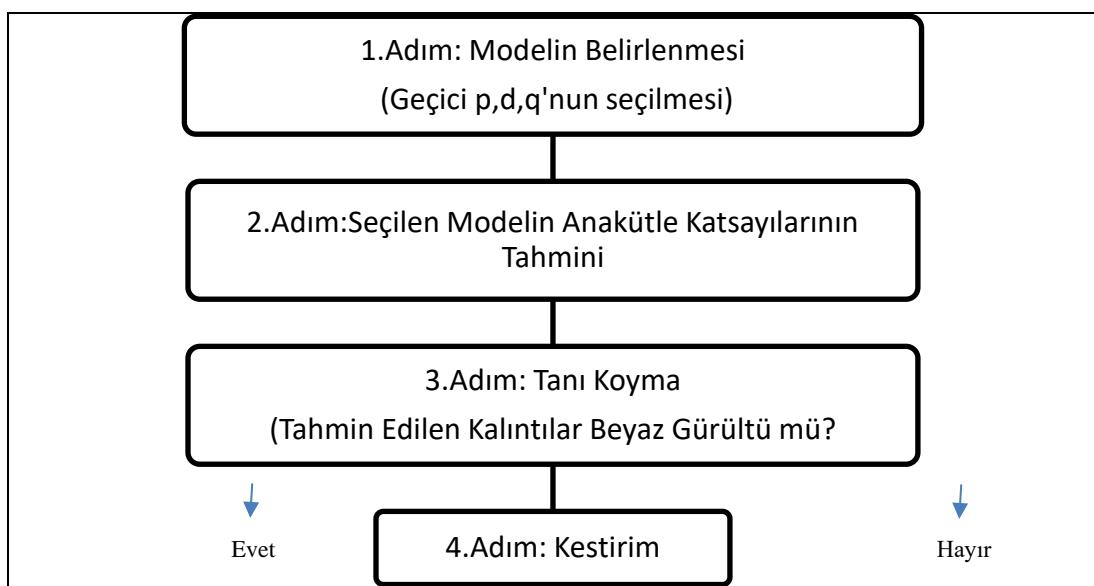
(4.5) numaralı denklemde hata terimlerin kovaryansları sıfır olduğu için kesişen terimler de sıfır olmuştur. Ayrıca herhangi bir t döneminden stokastik sürecin başlangıç noktasından sapmaması için y_t 'nin varyansı sonlu olduğu kabul edilmiştir.

y_t serisi durağan olduğu durum için $\theta_1^2 + \theta_2^2 + \dots + \theta_q^2 < \infty$ olması gerekmektedir. Çünkü sonlu θ_i değerlerinin kareler toplamı da sonlu olacaktır (Kutlar, 2005:262). MA sürecinde PACF'de geometrik azalma ile ACF'de anlamlı çıkışların gözlemlenmesiyle gecikme sayısı belirlenebilmektedir (Bozkurt, 2013:55).

4.3.2.4. Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama Modeli (ARIMA)

Literatürde sıkça zaman serisi analizinde tahmin yapma amacıyla kullanılan Box Jenkins metodolojisinde Otoregresif (AR), Hareketli Ortalamalar (MA) ve bu iki durumun birleşmesi ile oluşan ARMA sürecinden oluşan üç durum bulunmaktadır. Eğer seri durağan değilse ve fark almak gerekirse o zaman; I, bütünlleşme derecesini göstermek üzere, ARMA süreci ARIMA sürecine dönüşmüştür. Farkı alınmış ve durağanlaştırılmış otoregresif hareketli ortalama süreci ARIMA olarak tanımlanmaktadır (Bozkurt, 2013:53). Seri d.mertebeden durağanlaştırılması sonucunda serinin AR(p), I(d) ve MA(q) öğeleri bir araya getirilerek ARIMA(p,d,q) modeli oluşturulmaktadır. p, d ve q değerlerinin seçiminde tutumluluk (cimrilik) prensibine dayanan Box-Jenkins yöntemi uygulanmaktadır (Dikmen, 2009:315). Box-Jenkins yönteminde genel olarak modelin belirlenmesi, uygun modelin tahmin edilmesi, bulunan modelin yeterliliğinin sınanması ve gelecek tahmininin yapılması adımları takip edilmektedir. Box-Jenkins yönteminin algoritması Şekil 4.5'te verilmiştir.

Şekil 4.5. Box-Jenkins Yöntemi Algoritması



Kaynak: Gujarati ve Porter (2018:778)

Şekil 4.5'e göre uygun p,d,q değerlerinin bulunması ustalık gerektirmekle birlikte bilimden çok sanat olup, yöntemde sürekli sınama ve kalıntıların beyaz gürültü olup olmadığına bakma, uyuşma yoksa başa dönmemeyi gerektiren yinelemeli bir süreçtir (Gujarati ve Porter, 2018:777).

ARIMA modelinde d'yi belirlemek için öncelikle serinin durağan olup olmadığı incelenir. Durağan değilse farkı alınıp durağan oluncaya kadar d kez tekrarlanır. d belirlendikten sonra p ile q değerlerinin belirlenmesi için ACF ve PACF değerleri hesaplanır. AR(p) sürecinde p gecikme sonrasında anlamlı kısmi otokorelasyon bulunmayıp ACF'nin kesilme noktası için $\pm 2/\sqrt{T}$ değeri ile karşılaşılması gerekmektedir. MA(q) sürecinde q gecikme sonrasında anlamlı otokorelasyon bulunmayıp PACF'nin kesilme noktası için $\pm 2/\sqrt{T}$ değeri ile karşılaşılması gerekmektedir (Sevktekin ve Çınar, 2017:510).

Durağan olmayan zaman serisinin d sayısı kadar farkı alınıp p ve q değerlerinin tespit edilmesinin ardından AR süreci için durağanlık şartı olan ve MA süreci için çevrilebilirlik şartı olan köklerin sınanması ve birim çember dışına düşüp düşmediğinin incelenmesi gerekmektedir. AR(p) sürecinde p tane kök olacağı ve bu köklerin toplamlarının bire eşitliği veya en az birinin mutlak değerce bire eşit olması durağanlık koşulunun zarar görmesi anlamına gelmekte olacağı için sağılıklı bir tahmin için çevrilebilirlik koşulları incelenmelidir (Bozkurt, 2013:58).

ARIMA modeli belirlemenin en önemli araçları otokorelasyon (ACF) ve kısmi otokorelasyon (PACF) fonksiyonlarıdır. ACF'nin tipik örüntüleri üstel azalma veya azalan sinüs şeklinde, q gecikmeleri boyunca sivrilikler veya üstel azalma şeklinde olurken PACF'nin tipik örüntüleri sırasıyla p gecikmesi boyunca sivrilikler veya üstel azalma şeklinde gerçekleşmektedir. Tahmin edilen serinin ACF ve PACF değerleri teorik karşılıklarına tam olarak uymasa da yakın değerlerde bulunması ve doğru yolu göstermesi açısından önem taşımaktadır. Bu aşamalardan farklı olarak ARIMA modelinde mevsimsel davranış gösteren veriler varsa mevsimsel etki giderildikten sonra hangi ARIMA modeli kullanılacağına karar verilmelidir (Gujarati ve Porter, 2018:781).

Tahmin değerlerinin gerçek değerleri ne derece iyi yakaladığının karşılaşılması için kullanılan önemli kriterlerden birisi Theil Eşitsizlik Katsayısı (Theil Inequality Coefficient)'dir. P_i ile tahmin değerini, A_i ile gerçek değerini ve N gözlem sayısını göstermek üzere U Theil Katsayısı (4.6) ile gösterilmektedir.

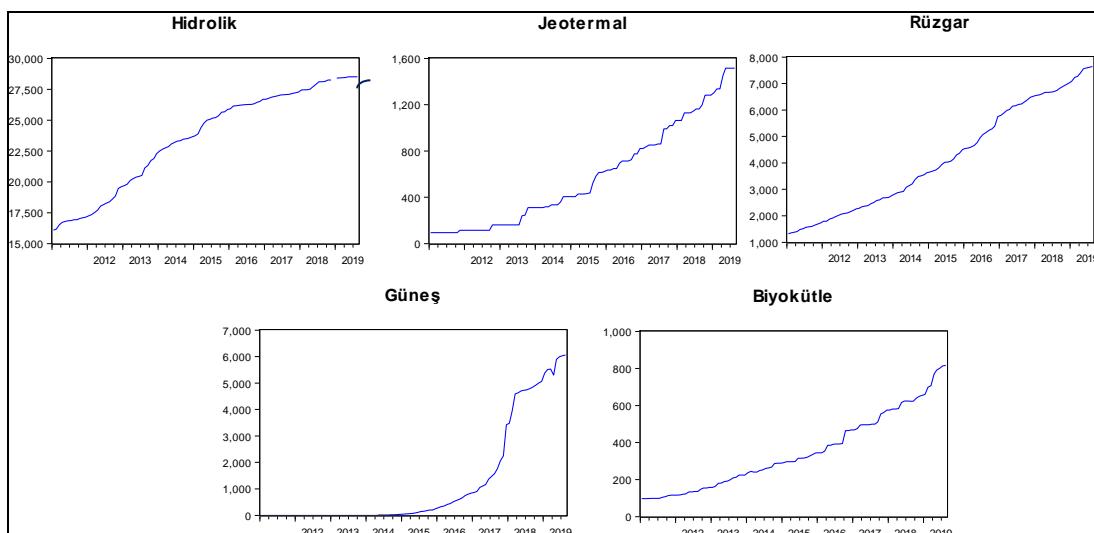
$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - A_i)^2}}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i)^2} + \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (A_i)^2}} \quad (4.6)$$

U Theil katsayısının değeri 0 ile 1 arası değer almaktadır eğer U değeri 0'a yakın ise gerçek değer ile tahmin değerleri arasında yüksek bir uyum olduğu, U değeri 1'e yakın ise modelin tahmin başarısının iyi olmadığı sonucuna varılmaktadır (Altan ve Ediz, 2009:86). Bu kısma kadar teorik çerçevesi çizilen ARIMA modeli ile yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu güç ve istihdam verilerinin 2030 yılı tahmini gerçekleştirilmiş ve hesaplamaları yapılmıştır

4.3.3. Tahmin Sonuçları

Tezin bu bölümünde yenilenebilir enerji kaynaklarının MW cinsinden aylık kurulu gücü verileri ayrı ayrı; hidrolik, jeotermal, rüzgâr ve biyokütle enerjisinin 2011M01-2020M01 arasındaki 109 gözlemi ve güneş enerjisinin 2014M06-2020M01 arasındaki 44 gözlemden yararlanılarak 2020M01-2030M01 dönemindeki kurulu gücü ARIMA modeli ile tahmin edilmiştir. Hidrolik, jeotermal, rüzgâr, biyokütle ve güneş enerjilerinin 2011M01-2019M08 döneminin kurulu güçlerine ait düzey grafikleri Şekil 4.6'da verilmiştir.

Şekil 4.6. Kurulu Güç Değişkenlerine Ait Düzey Grafikleri (MW)



Şekil 4.6'ya göre 2011 yılında hidroelektrik enerjinin kurulu gücünün 16.000 MW seviyesinde iken 2020 yılında 28.500 MW seviyesine çıktıgı, 2011 yılında jeotermal enerjinin kurulu gücünün 94 MW seviyesinde iken 2020 yılında 1.510 MW

seviyesine çıktıgı, 2011 yılında rüzgâr enerjinin kurulu gücünün 1.320 MW seviyesinde iken 2020 yılında 7.600 MW seviyesine çıktıgı ve 2011 yılında biyokütle enerjinin kurulu gücünün 97 MW seviyesinde iken 2020 yılında 810 MW seviyesine çıktıgı görülmektedir. Güneş enerjisi kurulu gücü ilk kez 2014 yılında başlamış ve büyük bir artış ile 2020 yılına gelindiğinde 6030 MW seviyesine kadar çıkmıştır. Serilerde zaman içerisinde genel bir artış eğilimi ve stokastik bir trendin olduğu ve durağan olmayan bir yapıda olduğu gözlemlendiği için serilerin farkı alınmıştır.

ARIMA tahmin sürecinde ilgili zaman serilerinin durağan olup olmadığı, seri durağan değilse durağan oluncaya kadar d kez farkının alınıp d sayısının tespit edilmesi ve Box-Jenkins metodolojisindeki durağanlık koşulunun sağlatılması gerekmektedir. Dolayısı ile serilerin durağan olup olmadıklarının tespit edilmesi amacıyla serilere Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Phillips ve Perron (PP) birim kök testleri düzeyde ve birinci farklarında uygulanmış, düzeyde durağan ise I(0), düzeyde durağan değil ve birinci farklarında durağan ise I(1) olarak sonuç yazılmıştır.

Tablo 4.7. Kurulu Güç Değişkenleri için ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	ADF Birim Kök Testi Sonuçları				PP Birim Kök Testi Sonuçları				Sonuç	
	Düzey		Birinci Farklar		Düzey		Birinci Farklar			
	t-ist.	Olasılık	t-ist.	Olasılık	t-ist.	Olasılık	t-ist.	Olasılık		
Hidrolik	0.506	0.996	-6.950	0,000	0.020	0.995	-6.923	0,000	I(1)	
Jeotermal	2.093	0.999	-9.909	0,000	-1.988	0.606	-11.180	0,000	I(1)	
Rüzgâr	-1.349	0,868	-8.422	0,000	-1.358	0,866	-8.411	0,000	I(1)	
Güneş	-0.098	0.992	-9.358	0,000	3.675	0.999	-6.823	0,000	I(1)	
Biyokütle	-1.488	0.825	-9.424	0,000	-1.038	0.932	-13.043	0,000	I(1)	

Not: ADF testi için parantez içindeki gecikme uzunlukları Schwarz Bilgi Kriterine göre belirlenmiş olup, kritik değerler MacKinnon'dan (1996) alınmıştır. Maksimum gecikme uzunluğu 12 olarak alınmıştır.

Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Phillips Perron (PP) birim kök testlerine göre, hidrolik, jeotermal, rüzgâr, güneş ve biyokütle kurulu güç verilerinin hiç birisi düzeyde durağan olmayıp birinci farkları alındığında durağanlaşmıştır. Bu nedenle ARIMA modelde durağanlık seviyelerinin tüm değişkenler için $d=1$ olduğu ve ARIMA(p,1q) şeklinde olduğu görülmüştür. Bundan sonraki aşamada her bir seri için ayrı ayrı Box-Jenkins metodolojisi takip edilmiş olup her bir yenilenebilir enerji türü için sırasıyla jeotermal, rüzgâr, biyokütle, hidrolik ve güneş enerjilerine ait ARIMA modelleri belirlenmiş ve tahminleri gerçekleştirilmiştir.

4.3.3.1. Jeotermal Modeli Tahmin Sonuçları

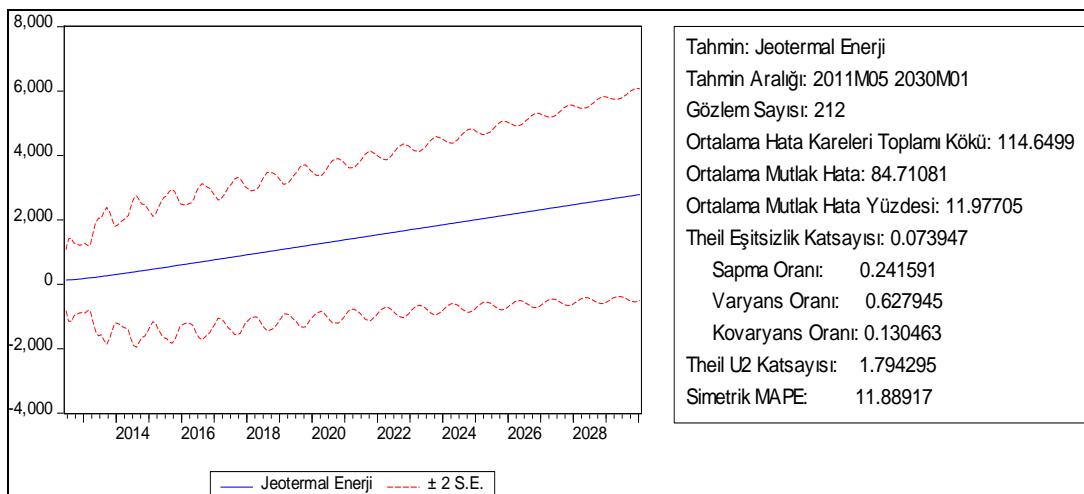
Jeotermal enerji yoğun tektonik hareketleriyle Türkiye için önemli bir yerli enerji kaynağı olup teorik olarak %12'si elektrik üretimine uygun 31.500 MWt jeotermal potansiyeline sahiptir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018:34). Mevcut jeotermal enerjiden elektrik üretiminin 2030 yılına kadarki dönemin tahmini için model seçimi bilgi kriterlerine bakılarak tespit edilmiştir. Bilgi kriterlerine göre en iyi 20 model arasından ilk 5 model Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.8. Jeotermal için Bilgi Kriterleri Yardımıyla ARIMA Model Tespit

Model	LogL	Akaike Bilgi Kriteri (AIC)	Bayes Bilgi Kriteri (BIC)	Hannan-Quinn Kriteri (HQ)
(3,3)(0,0)	-471.463651	4.261899	4.383360	4.310921
(0,0)(0,0)	-477.624014	4.263325	4.293690	4.275580
(4,3)(0,0)	-471.436498	4.270547	4.407191	4.325697
(1,0)(0,0)	-477.613769	4.272122	4.317670	4.290506
(0,1)(0,0)	-477.615465	4.272137	4.317685	4.290521

Tablo 8'e göre 20 model içinden en küçük Akaike bilgi kriteri, Bayes bilgi kriteri ve Hannan-Quinn kriterlerine göre 1.farklarında AR(3) MA(3) modeli, yani en uygun ARIMA modeli ARIMA(3,1,3) olarak tespit edilmiştir. Kurulan ARIMA modeline göre tahmin sonuçlarının katsayıları, standart sapma ve olasılık değerlerinin anlamlı olduğu ve hata terimlerinin beyaz gürültü özelliği göstermesi nedeniyle modelin uygun olduğu tespit edilmiş ve tahmin etme işlemeye geçilmiştir. Jeotermal enerjinin kurulu gücünün 2030 yılı tahmini Şekil 4.7'de verilmiştir.

Şekil 4.7. Jeotermal Enerjinin 2030 Kurulu Güç Tahmini (MW)



Şekil 4.7'ye göre jeotermal enerjinin kurulu güç kapasitesinin tahminine göre 2030 Ocak ayında 3.055 MW kurulu gücü ulaşacağı tahmin edilmiştir. Ayrıca modelin tahmini ile gerçekleşen durum arasındaki fark için Theil Eşitsizlik Katsayısına bakılıp değerin 0'a yakın olması durumunda modelin tahmini ile gerçekleşen arasında güçlü ve yakın bir ilişki olduğu sonucu çıkarılmaktadır. Modelin tahmin sonucunda Theil Eşitsizlik Katsayı 0,073947 çıktıgı için gerçekleşen değer ile ARIMA(3,1,3) modelinin tahmini arasında güçlü bir ilişki bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Türkiye'de jeotermal kurulu güç kapasitesi ARIMA (3,1,3) modeli ile 2030 yılının Ocak ayında 3.055 MW olarak tahmin edilmiş ve JEDI modeline göre Türkiye'de kurulu jeotermal enerji santrallerinde 2030larındaki kurulu gücü istihdam edilecek sayı, kurulum ve işletme süreçlerine ayrılarak Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Türkiye'de 2030 Yılı Jeotermal Enerjinin JEDI Modeline Göre İstihdamı

Jeotermal Enerji Santrallerinde İstihdam Edilecek Çalışan Sayıları			
Süreçler	İstihdam Türü	2030 Yılı 3.055 MW Kurulu Güç	Toplam
Malzeme Üretimi ve İnşaat/Kurulum Süreci	Doğrudan	18.025	33.911
	Dolaylı	11.059	
	Uyarılmış	4.827	
Tesisin İşletilmesi Süreci (Yıllık)	Doğrudan	1.161	2.078
	Dolaylı	489	
	Uyarılmış	428	

Not: Kurulu güçteki istihdam sayıları JEDI modeli temel alınarak, Türkiye için ve 2030 yılı kurulu güç değerleri baz alınarak hesaplanmıştır.

Türkiye'de 2030 yılında jeotermal santrallerin kurulum sürecinde 18.025 doğrudan, 11.059 dolaylı ve 4.827 uyarılmış istihdam olmak üzere toplam 33.911 istihdam yaratılacağı tahmin edilmiştir. Jeotermal tesislerin işletilmesi sürecinde ise 1.161 doğrudan, 489 dolaylı ve 428 uyarılmış olmak üzere 2.078 istihdam yaratılacağı öngörlülmüştür. Dolayısıyla Türkiye'de 2030 yılında jeotermal santrallerin kurulumu sırasında ve işletme sürecinde 35.989 tam zamanlı istihdam sağlanacağı tahmin edilmiştir.

4.3.3.2. Rüzgâr Modeli Tahmin Sonuçları

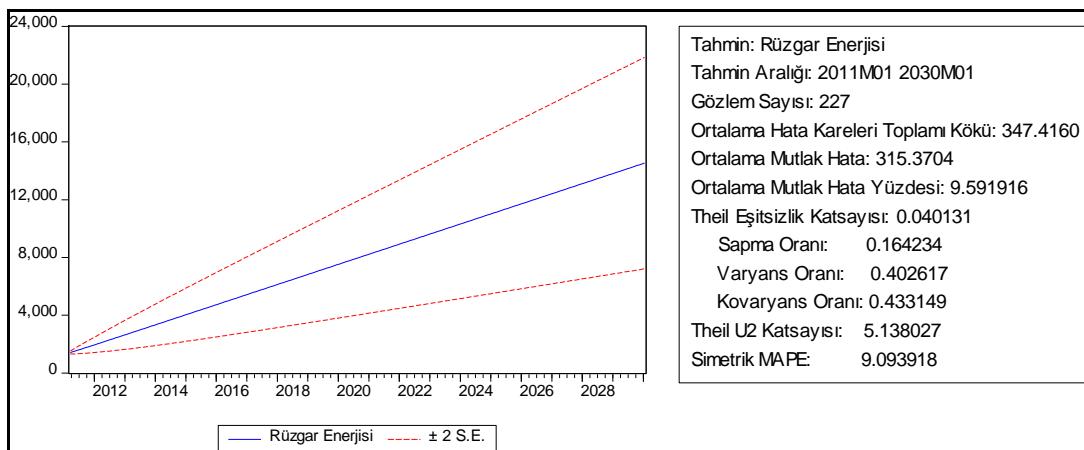
Yenilenebilir, çevre dostu, enerji üretiminde herhangi bir gaz salımı olmayan ve sınırsız bir enerji kaynağı olan rüzgâr enerjisinin Avrupa Birliğindeki kapasite senaryolarını her iki yılda bir 2030'a güncelleyerek raporlayan ve bu sayede en son pazar ve politika gelişmelerini yansitan WindEurope (2017) raporuna göre Avrupa Birliğinde 2030 yılında 323 GW toplam rüzgâr enerjisi kapasitesi ile AB'nin güç talebinin %30'una eşdeğer 888 TWh elektrik üreteceği ve 569.000 kişiye istihdam sağlayacağı öngörülümüştür. Ayrıca Türkiye'nin 2030larındaki rüzgâr enerjisi kurulu gücünün düşük senaryoya göre 16.000 MW olacağı, orta senaryoya göre 24.000 MW olacağı ve yüksek senaryoya göre 28.000 MW olacağı bulgularına ulaşmışlardır. Tezin bu bölümünde Türkiye'de rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi kurulu gücünün 2030 yılına kadarki dönemin tahmini için model seçimi, bilgi kriterlerine bakılarak tespit edilmiştir. Bilgi kriterlerine göre en iyi 20 model arasından ilk 5 model Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10. Rüzgâr için Bilgi Kriterleri Yardımıyla ARIMA Model Tespiti

Model	LogL	Akaike Bilgi Kriteri (AIC)	Bayes Bilgi Kriteri (BIC)	Hannan-Quinn Kriteri (HQ)
(1,1)(0,0)	279.275146	-2.404150	-2.344172	-2.379953
(0,0)(0,0)	276.527103	-2.397617	-2.367628	-2.385518
(1,2)(0,0)	279.329352	-2.395890	-2.320917	-2.365644
(2,1)(0,0)	279.328201	-2.395879	-2.320907	-2.365634
(2,2)(0,0)	280.313869	-2.395754	-2.305788	-2.359460

Tablo 4.10'a göre 20 model içinden en küçük Akaike bilgi kriteri, Bayes bilgi kriteri ve Hannan-Quinn kriterlerine göre 1.farklarında AR(1) MA(1) modeli, yani en uygun ARIMA modeli ARIMA(1,1,1) olarak tespit edilmiştir. Kurulan ARIMA modeline göre tahmin sonuçlarının katsayıları, standart sapma ve olasılık değerlerinin anlamlı olduğu ve hata terimlerinin beyaz gürültü özelliği göstermesi nedeniyle modelin uygun olduğu tespit edilmiş ve tahmin etme işlemine geçilmiştir. Rüzgâr enerjisinin kurulu gücünün 2030 yılı tahmini Şekil 4.8'de verilmiştir.

Şekil 4.8. Rüzgâr Enerjisinin 2030 Kurulu Güç Tahmini (MW)



Şekil 4.8'e göre rüzgâr enerjinin kurulu güç kapasitesinin tahminine göre 2030 Ocak ayında 14.531 MW kurulu gücü ulaşacağı tahmin edilmiştir. Ayrıca modelin tahmini ile gerçekleşen durum arasındaki fark için Theil Eşitsizlik Katsayısına bakılıp değerin 0'a yakın olması durumunda modelin tahmini ile gerçekleşen arasında güçlü ve yakın bir ilişki olduğu sonucu çıkarılmaktadır. Modelin tahmin sonucunda Theil Eşitsizlik Katsayı 0,040131 çıktıgı için gerçekleşen değer ile ARIMA (1,1,1) modelinin tahmini arasında güçlü bir ilişki bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Türkiye'de rüzgâr enerjisi kurulu güç kapasitesi ARIMA (1,1,1) modeli ile 2030 yılının Ocak ayında 14.531 MW olarak tahmin edilmiş ve JEDI modeline göre Türkiye'de kurulu rüzgâr enerji santrallerinde 2030 yılındaki kurulu güçte istihdam edilecek sayı kurulum ve işletme süreçlerine ayrılarak Tablo 4.11'de verilmiştir.

Tablo 4.11. Türkiye'de 2030 Yılı Rüzgâr Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı

Rüzgâr Enerji Santrallerinde İstihdam Edilecek Çalışan Sayıları			
Süreçler	İstihdam Türü	2030 Yılı 14.531 MW Kurulu Güç	Toplam
Malzeme Üretimi ve İnşaat/Kurulum Süreci	Doğrudan	80.502	295.270
	Dolaylı	136.010	
	Uyarılmış	78.758	
Tesisin İşletilmesi Süreci (Yıllık)	Doğrudan	872	5.812
	Dolaylı	3.487	
	Uyarılmış	1.453	

Not: Kurulu güçteki istihdam sayıları JEDI modeli temel alınarak, Türkiye için ve 2030 yılı kurulu güç değerleri baz alınarak hesaplanmıştır.

Türkiye'de 2030 yılında rüzgâr santrallerinin kurulum sürecinde 80.502 doğrudan, 136.010 dolaylı ve 78.758 uyarılmış istihdam olmak üzere toplam 295.270 istihdam yaratılacağı tahmin edilmiştir. Rüzgâr tesislerin işletilmesi sürecinde ise 872 doğrudan, 3.487 dolaylı ve 1.453 uyarılmış olmak üzere 5.812 istihdam yaratılacağı öngörlülmüştür. Dolayısıyla Türkiye'de 2030 yılında rüzgâr santrallerin kurulumu sırasında ve işletme sürecinde 301.082 tam zamanlı istihdam sağlanacağı tahmin edilmiştir.

4.3.3.3. Biyokütle Modeli Tahmin Sonuçları

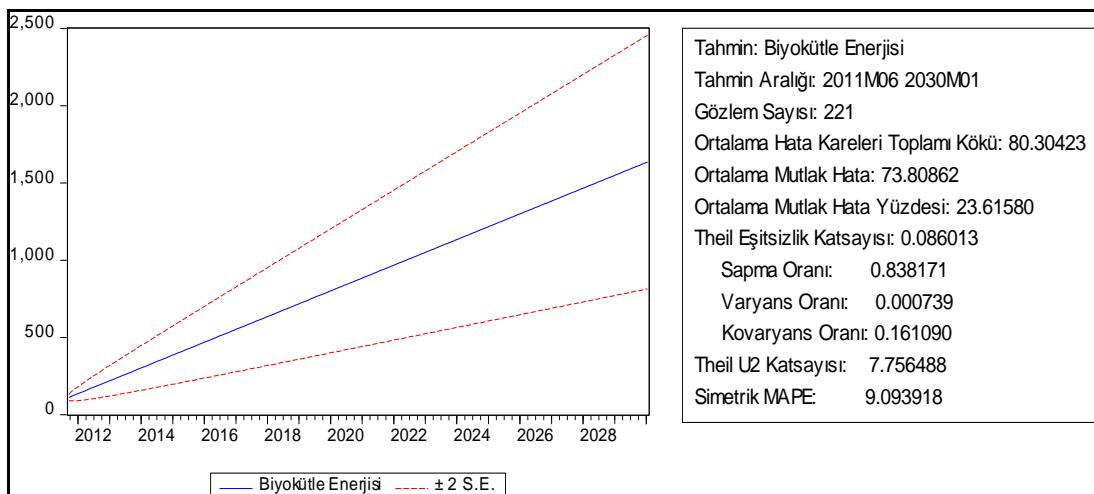
Çevre kirliliğine sebep olmayan, sera etkisi oluşturmayan, yerel üretimi artıran, sürekli ve depolanabilir bir enerji kaynağı olan biyokütle enerjisinden elektrik üretiminin 2030 yılına kadarki dönemin tahmini için uygun bir ARIMA model tespit edilmesi tahminin ilk adımıdır. Model seçimi Akaike, Bayes gibi bilgi kriterlerine bakılarak tespit edilmektedir. Bilgi kriterlerine göre en iyi 20 model arasından ilk 5 model Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.12. Biyokütle için Bilgi Kriterleri Yardımıyla ARIMA Model Tespiti

Model	LogL	Akaike Bilgi Kriteri (AIC)	Bayes Bilgi Kriteri (BIC)	Hannan-Quinn Kriteri (HQ)
(2,2)(0,0)	232.698658	-2.024095	-1.932712	-1.987208
(0,0)(0,0)	227.841359	-2.016441	-1.985980	-2.004145
(3,2)(0,0)	232.778055	-2.015875	-1.909262	-1.972841
(2,3)(0,0)	232.772522	-2.015826	-1.909212	-1.972792
(0,2)(0,0)	229.110584	-2.009916	-1.948994	-1.985325

Tablo 4.12'ye göre 20 model içinden en küçük Akaike bilgi kriteri, Bayes bilgi kriteri ve Hannan-Quinn kriterlerine göre 1.farklarında AR(2) MA(2) modeli, yani en uygun ARIMA modeli ARIMA(2,1,2) olarak tespit edilmiştir. Kurulan ARIMA modeline göre tahmin sonuçlarının katsayıları, standart sapma ve olasılık değerlerinin anlamlı olduğu ve hata terimlerinin beyaz gürültü özelliği göstermesi nedeniyle modelin uygun olduğu tespit edilmiş ve tahmin etme işlemine geçilmiştir. Biyokütle enerjisinin kurulu gücünün 2030 yılı tahmini Şekil 4.9'da verilmiştir.

Şekil 4.9. Biyokütle Enerjisinin 2030 Kurulu Güç Tahmini (MW)



Şekil 4.9'a göre biyokütle enerjisinin kurulu güç kapasitesinin tahminine göre 2030 Ocak ayında 1.635 MW kurulu gücü ulaşacağı tahmin edilmiştir. Ayrıca modelin tahmini ile gerçekleşen durum arasındaki fark için Theil Eşitsizlik Katsayısına bakılıp değerin 0'a yakın olması durumunda modelin tahmini ile gerçekleşen arasında güçlü ve yakın bir ilişki olduğu sonucu çıkarılmaktadır. Modelin tahmin sonucunda Theil Eşitsizlik Katsayı 0,086013 çıktıgı için gerçekleşen değer ile ARIMA (2,1,2) modelinin tahmini arasında güçlü bir ilişki bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Türkiye'de biyokütle enerjisi kurulu güç kapasitesi ARIMA (2,1,2) modeli ile 2030 yılının Ocak ayında 1.635 MW olarak tahmin edilmiş ve JEDI modeline göre Türkiye'de kurulu biyokütle enerji santrallerinde 2030 yılındaki kurulu güçte istihdam edilecek sayı kurulum ve işletme süreçlerine ayrılarak Tablo 4.13'te verilmiştir.

Tablo 4.13. Türkiye'de 2030 Yılı Biyokütle Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı

Biyokütle Enerji Santrallerinde İstihdam Edilecek Çalışan Sayıları			
Süreçler	İstihdam Türü	2030 Yılı 1.635 MW Kurulu Güç	Toplam
Malzeme Üretimi ve İnşaat/Kurulum Süreci	Doğrudan	5.232	8.698
	Dolaylı	1.733	
	Uyarılmış	1.733	
Tesisin İşletilmesi Süreci (Yıllık)	Doğrudan	818	5.004
	Dolaylı	3.041	
	Uyarılmış	1.145	

Not: Kurulu güçteki istihdam sayıları JEDI modeli temel alınarak, Türkiye için ve 2030 yılı kurulu güç değerleri baz alınarak hesaplanmıştır.

Türkiye'de 2030 yılında biyokütle santrallerin kurulum sürecinde 5.232 doğrudan, 1.733 dolaylı ve 1.737 uyarılmış istihdam olmak üzere toplam 8.698 istihdam yaratılacağı tahmin edilmiştir. Biyokütle tesislerin işletilmesi sürecinde ise 818 doğrudan, 3.041 dolaylı ve 1.145 uyarılmış olmak üzere 5.004 istihdam yaratılacağı öngörülmüştür. Dolayısıyla Türkiye'de 2030 yılında jeotermal santrallerin kurulumu sırasında ve işletme sürecinde 13.072 tam zamanlı istihdam sağlanacağı tahmin edilmiştir.

4.3.3.4. Hidrolik Modeli Tahmin Sonuçları

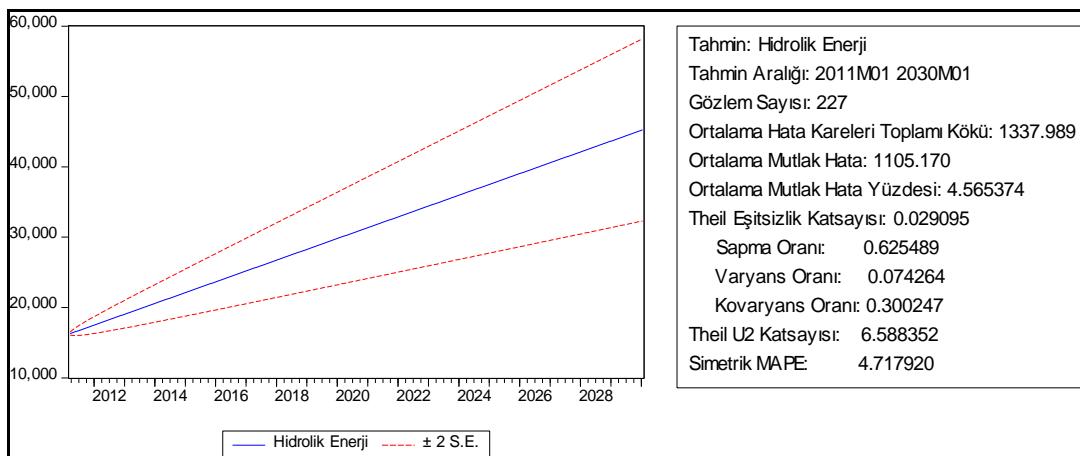
Su gücünden enerji elde edilmesini sağlayan hidrolik enerjisinden elektrik üretiminin 2030 yılına kadarki döneminin tahmin edilmesi için bilgi kriterlerine bakılarak model seçimi yapılmıştır. Bilgi kriterlerine göre en iyi 20 model arasından ilk 5 model Tablo 4.14'te verilmiştir.

Tablo 4.14. Hidrolik için Bilgi Kriterleri Yardımıyla ARIMA Model Tespiti

Model	LogL	Akaike Bilgi Kriteri (AIC)	Bayes Bilgi Kriteri (BIC)	Hannan-Quinn Kriteri (HQ)
(1,2)(0,0)	-1515.909854	13.283055	13.358028	13.313301
(0,2)(0,0)	-1516.970104	13.283582	13.343559	13.307778
(3,2)(0,0)	-1514.108715	13.284792	13.389753	13.327136
(0,3)(0,0)	-1516.470419	13.287951	13.362923	13.318197
(4,2)(0,0)	-1513.637265	13.289408	13.409364	13.337801

Tablo 4.14'e göre 20 model içinden en küçük Akaike bilgi kriteri, Bayes bilgi kriteri ve Hannan-Quinn kriterlerine göre 1.farklarında AR(1) MA(2) modeli, yani en uygun ARIMA modeli ARIMA(1,1,2) olarak tespit edilmiştir. Kurulan ARIMA modeline göre tahmin sonuçlarının katsayıları, standart sapma ve olasılık değerlerinin anlamlı olduğu ve hata terimlerinin beyaz gürültü özelliği göstermesi nedeniyle modelin uygun olduğu tespit edilmiş ve tahmin etme işlemine geçilmiştir. Hidrolik enerjinin kurulu gücünün 2030 yılı tahmini Şekil 4.10'da verilmiştir.

Şekil 4.10. Hidrolik Enerjinin 2030 Kurulu Güç Tahmini (MW)



Şekil 4.10'a göre hidrolik enerjinin kurulu güç kapasitesinin tahminine göre 2030 Ocak ayında 45.250 MW kurulu gücü ulaşacağı tahmin edilmiştir. Ayrıca modelin tahmini ile gerçekleşen durum arasındaki fark için Theil Eşitsizlik Katsayısına bakılıp değerin 0'a yakın olması durumunda modelin tahmini ile gerçekleşen arasında güçlü ve yakın bir ilişki olduğu sonucu çıkarılmaktadır. Modelin tahmin sonucunda Theil Eşitsizlik Katsayı 0,029095 çıktıgı için gerçekleşen değer ile ARIMA (1,1,2) modelinin tahmini arasında güçlü bir ilişki bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Türkiye'de hidrolik enerjisi kurulu güç kapasitesi ARIMA (1,1,2) modeli ile 2030 yılının Ocak ayında 45.250 MW olarak tahmin edilmiş ve JEDI modeline göre Türkiye'de kurulu hidrolik enerji santrallerinde 2030 yılındaki kurulu güçte istihdam edilecek sayı kurulum ve işletme süreçlerine ayrılarak Tablo 4.15'te verilmiştir.

Tablo 4.15. Türkiye'de 2030 Yılı Hidrolik Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı

Hidrolik Enerji Santrallerinde İstihdam Edilecek Çalışan Sayıları			
Süreçler	İstihdam Türü	2030 Yılı 45.250 MW Kurulu Güç	Toplam
Malzeme Üretimi ve İnşaat/Kurulum Süreci	Doğrudan	794.590	1.065.185
	Dolaylı	123.985	
	Uyarılmış	146.610	
Tesisin İşletilmesi Süreci (Yıllık)	Doğrudan	6.335	16.290
	Dolaylı	8.145	
	Uyarılmış	1.810	

Not: Kurulu güçteki istihdam sayıları JEDI modeli temel alınarak, Türkiye için ve 2030 yılı kurulu güç değerleri baz alınarak hesaplanmıştır.

Türkiye'de 2030 yılında hidrolik santrallerin kurulum sürecinde 794.590 doğrudan, 123.985 dolaylı ve 146.610 uyarılmış istihdam olmak üzere toplam 1.065.185 istihdam yaratılacağı tahmin edilmiştir. Hidrolik tesislerin işletilmesi sürecinde ise 6.335 doğrudan, 8.145 dolaylı ve 1.810 uyarılmış olmak üzere 16.290 istihdam yaratılacağı öngörlülmüştür. Dolayısıyla Türkiye'de 2030 yılında jeotermal santrallerin kurulumu sırasında ve işletme sürecinde 1.081.475 tam zamanlı istihdam sağlanacağı tahmin edilmiştir.

4.3.3.5. Güneş Modeli Tahmin Sonuçları

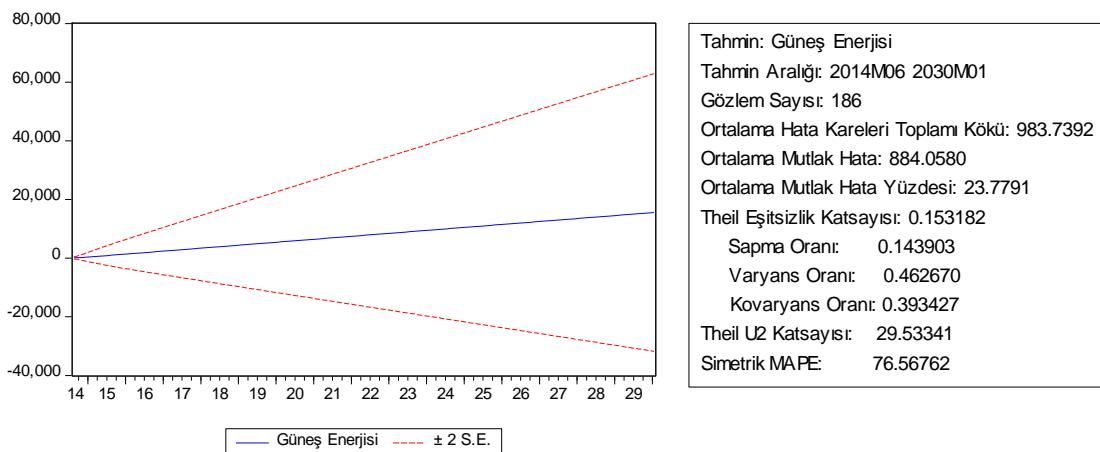
Güneş enerjisinden elektrik üretiminin 2030 yılına kadarki döneminin tahmin edilmesi amacıyla bilgi kriterlerine bakılarak model seçimi gerçekleştirilmiştir. Bilgi kriterlerine göre en iyi 20 model arasından ilk 5 model Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16. Güneş için Bilgi Kriterleri Yardımıyla ARIMA Model Tespiti

Model	LogL	Akaike Bilgi Kriteri (AIC)	Bayes Bilgi Kriteri (BIC)	Hannan-Quinn Kriteri (HQ)
(1,0)(0,0)	54.677495	-0.539122	-0.470262	-0.511223
(0,3)(0,0)	55.604615	-0.538347	-0.452271	-0.503472
(0,1)(0,0)	53.524225	-0.537492	-0.485846	-0.516567
(0,2)(0,0)	54.412436	-0.536303	-0.467442	-0.508403
(3,1)(0,0)	56.281160	-0.534906	-0.431615	-0.493056

Tablo 4.16'ya göre 20 model içinden en küçük Akaike bilgi kriteri, Bayes bilgi kriteri ve Hannan-Quinn kriterlerine göre 1.farklarında AR(1) MA(0) modeli, yani en uygun ARIMA modeli ARIMA(1,1,0) olarak tespit edilmiştir. Kurulan ARIMA modeline göre modelde MA parametresi olmadığı görülmüş olup, tahmin sonuçlarının katsayıları, standart sapma ve olasılık değerlerinin anlamlı olduğu ve hata terimlerinin beyaz gürültü özelliği göstermesi nedeniyle modelin uygun olduğu tespit edilmiş ve tahmin etme işlemine geçilmiştir. Güneş enerjinin kurulu gücünün 2030 yılı tahmini Şekil 4.11'de verilmiştir.

Şekil 4.11. Güneş Enerjisinin 2030 Kurulu Güç Tahmini (MW)



Şekil 4.11'e göre güneş enerjisinin kurulu güç kapasitesinin tahminine göre 2030 Ocak ayında 15.559 MW kurulu gücü ulaşacağı tahmin edilmiştir. Ayrıca modelin tahmini ile gerçekleşen durum arasındaki fark için Theil Eşitsizlik Katsayısına bakılıp değerin 0'a yakın olması durumunda modelin tahmini ile gerçekleşen arasında güclü ve yakın bir ilişki olduğu sonucu çıkarılmaktadır. Modelin tahmin sonucunda Theil Eşitsizlik Katsayı 0,153182 çıktıgı için gerçekleşen değer ile ARIMA (1,1,0) modelinin tahmini arasında yakın bir ilişki bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Türkiye'de güneş enerjisi kurulu güç kapasitesi ARIMA (1,1,0) modeli ile 2030 yılının Ocak ayında 15.559 MW olarak tahmin edilmiş ve JEDI modeline göre Türkiye'de kurulu güneş enerji santrallerinde 2030larındaki kurulu güçte istihdam edilecek sayı kurulum ve işletme süreçlerine ayrılarak Tablo 4.17'te verilmiştir.

Tablo 4.17. Türkiye'de 2030 Yılı Güneş Enerjisinin JEDI Modeline Göre İstihdamı

Güneş Enerji Santrallerinde İstihdam Edilecek Çalışan Sayıları			
Süreçler	İstihdam Türü	2030 Yılı 15.559 MW Kurulu Güç	Toplam
Malzeme Üretimi ve İnşaat/Kurulum Süreci	Doğrudan	169.904	401.422
	Dolaylı	138.786	
	Uyarılmış	92.732	
Tesisin İşletilmesi Süreci (Yıllık)	Doğrudan	9.957	19.915
	Dolaylı	6.846	
	Uyarılmış	3.112	

Not: Kurulu güçteki istihdam sayıları JEDI modeli temel alınarak, Türkiye için ve 2030 yılı kurulu güç değerleri baz alınarak hesaplanmıştır.

Türkiye'de 2030 yılında güneş enerjisi santrallerinin kurulum sürecinde 169.904 doğrudan, 138.786 dolaylı ve 92.732 uyarılmış istihdam olmak üzere toplam 401.422 istihdam yaratılacağı tahmin edilmiştir. Tesislerin işletilmesi sürecinde 9.957 doğrudan, 6.846 dolaylı ve 3.112 uyarılmış olmak üzere 19.915 istihdam yaratılacağı öngörlülmüştür. Dolayısıyla Türkiye'de 2030 yılında jeotermal santrallerin kurulumu ve işletme sürecinde 421.337 tam zamanlı istihdam sağlanacağı tahmin edilmiştir.

4.4. SONUÇ

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarından jeotermal, hidrolik, biyokütle, rüzgâr ve güneş enerjisinin 2011-2020 dönemi arasındaki aylık kurulu güç verilerinden yararlanılarak 2030 yılındaki kurulu güç değerleri her bir yenilenebilir enerji türü için ayrı bir ARIMA modeli kullanılarak tahmin edilmiştir. Analiz yenilenebilir enerjinin kurulu gücüne etki edecek negatif şokların olmaması varsayımlıyla gerçekleştirilmiş olup tahmin sonuçları Tablo 4.18'deki gibidir.

Tablo 4.18. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kurulu Güç Değerlerinin 2020-2030 Yılları Arası Tahmini (MW)

YILLAR	JEOTERMAL Kurulu Güç	BİYOKÜTLE Kurulu Güç	HİDROLİK Kurulu Güç	RÜZGÂR Kurulu Güç	GÜNEŞ Kurulu Güç
2020 Ocak Ayı Gerçekleşen*	1.514,69	805,09	28.508,06	7.609,34	6.032,07
2021 Ocak Tahmin**	1.609,85	887,60	31.406,30	8.248,12	6.465,87
2022 Ocak Tahmin	1.770,23	970,66	32.944,53	8.946,25	7.476,23
2023 Ocak Tahmin	1.930,72	1.053,72	34.482,76	9.644,39	8.486,59
2024 Ocak Tahmin	2.091,28	1.136,77	36.021,00	10.342,52	9.496,95
2025 Ocak Tahmin	2.251,90	1.219,82	37.559,23	11.040,65	10.507,31
2026 Ocak Tahmin	2.412,54	1.302,88	39.097,46	11.738,79	11.517,67
2027 Ocak Tahmin	2.573,21	1.385,94	40.635,70	12.436,92	12.528,03
2028 Ocak Tahmin	2.733,87	1.469,00	42.173,93	13.135,06	13.538,39
2029 Ocak Tahmin	2.894,52	1.552,07	43.712,16	13.833,19	14.548,75
2030 Ocak Tahmin	3.055,15	1.635,15	45.250,40	14.531,32	15.559,10

* 2020 Ocak ayı gerçekleşen verileri EPDK'nın 2020 Yılı Elektrik Piyasası Ocak Ayı Sektör Raporu'ndan lisanslı ve lisanssız toplam kurulu güç verilerinden oluşmaktadır.

** Tahminler aylık olarak gerçekleştirilmiş olup tabloda her yılın ocak ayı tahminlerine yer verilmiştir.

Tablo 4.18'e göre Türkiye'de 2030 yılı Ocak ayında jeotermal enerjinin 3.055,15 MW, biyokütle enerjisinin 1.635,15 MW, hidrolik enerjisinin 45.250,4 MW, rüzgâr enerjisinin 14.531,32 MW ve güneş enerjisinin ise 15.559,10 MW kurulu kapasiteye sahip olacağı tahmin edilmiştir. Ayrıca 2020 yılında rüzgâr enerjisi kurulu gücü güneş enerjisi kurulu gücünden fazla olmasına rağmen 2030 yılına gelindiğinde güneş enerjisi kurulu gücünün rüzgâr enerjisini geçtiği görülmektedir. Bunun yanı sıra tüm yenilenebilir enerji türlerinin kurulu güçlerinin Ozturk ve Ozturk (2018)'in bulgularına paralel olacak şekilde zamanla artış gösterdiği gözlemlenmiştir.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji ile ilgili kaynaklar bazında yapılan tahmin sonuçları literatürde konu ile ilgili olan çalışmalar ve resmi projeksiyonlar ile karşılaştırılmıştır. TEİAŞ (2018) raporuna göre 2022 yılında jeotermal enerjisi kurulu gücü 1.236 MW olarak tahmin edilirken bu tezde 1.770 MW olarak, biyokütle enerjisi kurulu gücü 775 MW olarak tahmin edilirken bu tezde 970,6 MW olarak, hidrolik enerjisi kurulu gücü 32.323,8 MW olarak tahmin edilirken bu tezde 32.944,53 MW olarak, rüzgâr enerjisi kurulu gücü 10.448,2 MW olarak tahmin edilirken bu tezde 8.946,25 MW olarak ve son olarak güneş enerjisi kurulu gücü 8.920,7 MW olarak tahmin edilirken bu tezde 7.476,23 MW olarak tahmin edilmiştir.

2030 yılında hidroelektrik enerjinin toplam kurulu gücünün 36.000 MW olacağını tahmin eden TENVA (2015)'e karşın bu tezde 45.250,4 MW olacağı, rüzgâr enerjisinin 12.000 MW olacağı tahminine karşın bu tezde 14.531,2 MW olacağı, güneş enerjisinin 3500 MW olacağı tahminine karşın 15.559,10 MW olacağı ve jeotermal enerjinin 900 MW olacağı tahminine karşın bu tezde 3.055,15 MW olacağı öngörülmüştür.

Türkiye'nin kurulu güç kapasitesinde 2030 yılına kadar her yıl rüzgâr enerjisi için 800 MW ve güneş enerjisi için 650 MW kapasitesi ekleyeceği öngörüsünde bulunan WWF Turkey (2014)'nin öngörüsüne yakın olacak şekilde bu tezde rüzgâr enerjisi için ortalama 700 MW ve güneş enerjisi için 1000 MW kapasite eklemesi sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca aynı WWF Turkey (2014) raporuna göre 2030 yılına kadar Türkiye'nin gücünün %47'sini yenilenebilir kaynaklardan üretebileceğini ve kurulu güneş enerjisini 24.000 MW, rüzgâr enerjisinin 27.000 MW seviyesine çıkacağı öngörülmüştür. Bu tezde 2030 yılında toplam yenilenebilir enerji kurulu gücü 80.031,12 MW olacağı ve TEİAŞ (2019b)'in aynı dönem için kurulu gücün 127.754 MW olarak gerçekleşeceği tahmininden hareketle Türkiye'nin kurulu gücünün %62,64'ünün yenilenebilir kaynaklardan üretebileceği tahmin edilmiştir. Ayrıca 2030

yılında rüzgâr enerjisinin 14.531,32 MW ve güneş enerjisinin ise 15.559,10 MW kurulu kapasiteye sahip olacağı öngörüsünde bulunulmuştur.

2030 yılındaki Türkiye'nin rüzgâr enerjisi kurulu gücü tahminini gerçekleştiren WindEurope (2017) raporuna göre rüzgâr enerjisi kurulu gücü düşük senaryoya göre 16.000 MW, orta senaryoya göre 24.000 MW ve yüksek senaryoya göre 28.000 MW olacağı öngörülerinde bulunulmuştur. Bu tezde ise 2030 yılında rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 14.531,32 MW olacağı tahmin edilirken rapordaki düşük senaryoya yakın değerini gerçekleştigi görülmektedir.

Türkiye'nin 2030 yılındaki enerji karışımında yenilenebilir enerji kaynaklarının yüzdesel olarak karşılığını; hidrolik %21,2, güneş % 10,1, rüzgâr %23,3 ve diğer yenilenebilir enerjiyi %1,2 olarak tahmin eden Demircan (2013)'ın tahminine karşılık gelen kapasite miktarları, TEİAŞ (2019b)'in aynı dönem için 127.754 MW olarak gerçekleşeceği tahmininden hareketle, hidrolik 27.083 MW, güneş enerjisi 12.903 MW, rüzgâr enerjisi 29.766 MW ve diğer yenilenebilir enerji 1533 MW olarak gerçekleşmiştir. Bu tezde ise hidrolik 45.250,40 MW, güneş enerjisi 15.559,10 MW, rüzgâr enerjisi 14.531,32 MW ve diğer yenilenebilir enerji (jeotermal + biyokütle) 4690,30 MW olarak tahmin edilmiştir.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 2019-2023 Stratejik Planına göre 2023 yılında güneş enerjisi kurulu gücünün 10.000 MW, rüzgâr enerjisinin 11.883 MW, hidrolik enerjisinin 32.037 MW ve jeotermal ile biyokütle enerjisi toplam kurulu gücünün 2.884 MW seviyesinde olacağı hedeflenmiştir. Bu tezde ise aynı dönemde güneş enerjisi kurulu gücünün 8.486,59 MW, rüzgâr enerjisinin 9.644,39 MW, hidrolik enerjisinin 34.482,76 MW ve jeotermal ile biyokütle enerjisi toplam kurulu gücünün 2.984,44 MW seviyesinde olacağı tahmin edilerek hedefler ile tahmin sonuçları arasında paralellik olduğu görülmüştür.

Kyoto Protokolü'nün 2020 yılında sona ermesinin ardından toplanan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Taraflar Konferansı (COP21)'de Paris Anlaşmasına Türkiye taraf olmamakla birlikte Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanını sunmuştur. Bu beyanda 2021-2030 döneminde sera gazı emisyonlarını %21 oranında azaltacağı gibi beyanların yanı sıra yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının teşvik edecek kredi, vergi azaltımı gibi kanalların geliştirilmesi, hidrolik enerji kapasitesinin tamamının kullanılması, 2030 yılında güneş enerjisinden elektrik üretiminin 10.000 MW kapasiteye ve rüzgâr enerjisinden elektrik üretiminin 16.000 MW kapasiteye çıkacağı beyanları bulunmaktadır. Bu tezde 2030 yılında hidrolik enerjisinin 45.250,4

MW kapasiteye, rüzgâr enerjisinin 14.531,32 MW kapasiteye ve güneş enerjisinin ise 15.559,10 MW kurulu kapasiteye sahip olacağı tahmin edildiğinden dolayı Türkiye'nin Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanında hidrolik enerji ve güneş enerjisi hedefine ulaşacağı ve rüzgâr enerjisi hedefine de çok yaklaşılacağı tespit edilmiş olup hedefe ulaşılabilmesi için rüzgâr enerjisi yatırımlarının biraz daha artırılması gerektiği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Türkiye'de 2030 yılında kurulu güç kapasiteleri tahmin edilen yenilenebilir enerji türlerinin JEDI modeline göre yaratabilecekleri istihdam sayıları Tablo 4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.19. Türkiye'de 2030 Yılında Yenilenebilir Enerji Türlerinin JEDI Modeline Göre İstihdamının Özeti Gösterimi

Süreçler	İstihdam Türü	Jeotermal	Rüzgâr	Biyokütle	Hidrolik	Güneş
Malzeme Üretimi ve İnşaat/Kurulum Süreci	Doğrudan	18.025	80.502	5.232	794.590	169.904
	Dolaylı	11.059	136.010	1.733	123.985	138.786
	Uyarılmış	4.827	78.758	1.733	146.610	92.732
Tesisin İşletilmesi Süreci (Yıllık)	Doğrudan	1.161	872	818	6.335	9.957
	Dolaylı	489	3.487	3.041	8.145	6.846
	Uyarılmış	428	1.453	1.145	1.810	3.112
Toplam		35.989	301.082	13.072	1.081.475	421.337

Türkiye'de 2030 yılında yenilenebilir enerji santralleri içinde en çok istihdam yaratacağı tahmin edilen enerji türü 1.081.475 kişilik istihdam ile Hidrolik enerji olmuştur. İkinci sırada 421.337 istihdam ile güneş enerjisi, üçüncü sırada ise 301.082 istihdam ile rüzgâr enerjisi gelmektedir. En az istihdam yaratacağı tahmin edilen enerji türlerinden jeotermal enerji 35.989 istihdam ve biyokütle enerjisi 13.072 istihdam yaratmışlardır. Dolayısı ile 2030 yılında Türkiye'de hidrolik dahil yenilenebilir enerjinin 1.852.955 istihdam yaratacağı, hidrolik hariç 771.480 istihdam yaratacağı tahmin edilmiştir. Tezin 3. Bölümünde, Tablo 3.4'te Türkiye'de 2018 Aralık ayına göre yenilenebilir enerji türleri hesaplanmış ve jeotermal enerjinin 15.108, rüzgâr enerjisinin 143.986, biyokütle enerjisinin 6.071, hidrolik enerjinin 675.071 ve güneş enerjisinin 133.867 olmak üzere toplamda 974.103 kişilik istihdam yaratılacağı hesaplanmıştır. 2030 yılına gelindiğinde Türkiye'de yenilenebilir enerjinin 1.852.955

kişilik istihdam yaratılacağı hesaplanmıştır. Dolayısıyla 2018 ile 2030 arasında hidrolik dahil yenilenebilir enerjinin 878.852 kişilik net istihdam sağlayacağı tahmin edilmiştir.

SONUÇ

Dünyada ve Türkiye'de yenilenebilir enerjinin yaygınlaşmasıyla yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeye ve istihdam boyutu daha önemli hale gelmiştir. Türkiye'de yenilenebilir enerji artışının istihdam ve ekonomik büyümeye üzerinde etkisi olup olmadığı, varsa bu etkinin hangi yönde olduğu sorusu tezin problemini oluşturmuştur. Tezde hidrolik, güneş, rüzgâr, biyokütle ve jeotermalden oluşan yenilenebilir enerji kaynaklarının ayrı ayrı ekonomik büyümeye ile ilişkileri ve istihdam yaratma potansiyelleri ele alınmış ve bu kaynakların ekonomik büyümeye ve istihdama katkıları karşılaştırılarak ortaya konulmuştur.

Yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeye ile ilişkisi; hidrolik, jeotermal, biyokütle, rüzgâr, güneş enerjisi ve toplam yenilenebilir enerji için birim kök testleri, ARDL Sınır testi, nedensellik analizleri, etki tepki fonksiyonları ve varyans ayrıştırması kullanılarak incelenmiş olup yenilenebilir enerji türlerinin her birinin ayrı ayrı üretiminde meydana gelen %1'lük artış, sanayi üretimini; hidroelektrik enerji için %0,14 oranında artıldığı, jeotermal enerji için %0,08 oranında artıldığı, biyokütle enerjisi için %0,0012 oranında artıldığı, rüzgâr enerjisi için %0,03 oranında artıldığı, güneş enerjisi için %0,15 oranında azalttığı ve toplam yenilenebilir enerji için %0,106 oranında artıldığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Nedensellik yönleri incelendiğinde hidrolik enerji, güneş enerjisi ve toplam yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu “Büyüme Hipotezi”nin geçerli olduğu; jeotermal enerji ile ekonomik büyümeye arasında çift yönlü nedenselliğin olduğu “Geri Besleme Hipotezi”nin geçerli olduğu, biyokütle ve rüzgâr enerjisi ile ekonomik büyümeye arasında ise nedenselliğin olmadığı “Tarafsızlık Hipotezi” nin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar dikkate alındığında yenilenebilir enerjiyi artırmayı enerji politikalarına ağırlık verilirken büyümeyi de göz önüne alan bir enerji politikası için hidrolik enerji ile jeotermal enerjiye daha fazla ağırlık verilmesi gerekmektedir. Ekonomik büyümeye etkilerine bakıldığından biyokütle enerjisi ile rüzgâr enerjisinin ise büyümeye üzerinde diğer yenilenebilir enerji türlerine nazaran daha küçük bir etkisi bulunduğu sonucuna varılmıştır. Yeni gelişen bir enerji türü olan güneş enerjisinin ise başlangıç üretim ve yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve kapasite artırımı için yüksek sübvansiyonlar verilmesi durumunda daha üretken olan sektörlerle sermaye yetersizliği oluşması gibi sebeplerden dolayı büyümeyi azaltıcı bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Dünyada ve Türkiye'de güneş enerjisi kurulu gücünün kısa bir

sürede çok büyük bir artış göstermesi ve teknolojisinin gelişmesi sayesinde maliyetlerinin hızla düşüyor olması, güneş enerjisinin ekonomik büyümeye katkısını büyümeye azaltıcı konumdan büyümeyi destekleyici konuma getirecektir.

Türkiye'de yenilenebilir enerji santralleri içinde en çok istihdam yaratan enerji türü 675.071 kişilik istihdam ile hidrolik enerji olmuştur. İkinci sırada 143.986 istihdam ile rüzgâr enerjisi, üçüncü sırada ise 133.867 istihdam ile güneş enerjisi gelmektedir. En az istihdam yaratan enerji türlerinden jeotermal enerji 15.108 istihdam ve biyokütle enerjisi 6.071 istihdam yaratmış olup hidrolik dahil tüm yenilenebilir enerji toplamda 974.103 istihdam yaratmaktadır. Türkiye'de kurulu yenilenebilir enerji türlerinin malzeme üretimi, inşaat ve kurulum sürecinde 1 MW kurulu güç başına yarattığı istihdama göre en çok istihdamın güneş enerjisi, hidrolik enerji ve rüzgâr enerjisinin yarattığı tespit edilmiştir. İşletme sürecinde ise 1 MW kurulu güç başına en çok istihdamı biyokütle enerjisinin yarattığı hesaplanmıştır. Türkiye'de kurulu yenilenebilir enerjinin üretim, kurulum ve işletme süreçlerinde yarattığı doğrudan istihdam incelendiğinde en çok istihdamın 1 MW kurulu güç başına 17,7 istihdam ile hidrolik enerji ve 1 MW kurulu güç başına 11,56 istihdam ile güneş enerjisi tarafından yaratıldığı, en az istihdamın ise 1 MW kurulu güç başına 3,7 istihdam ile biyokütle olduğu hesaplanmıştır. Bu hesaplamlara göre istihdam hedeflemesi ile yenilenebilir enerji planlaması yapılması durumunda hidrolik ve güneş enerjisinin en çok istihdam yaratacağı sonucuna varılmıştır.

Türkiye'de 2030 yılı Ocak ayında jeotermal enerjinin 3.055,15 MW, biyokütle enerjisinin 1.635,15 MW, hidrolik enerjisinin 45.250,4 MW, rüzgâr enerjisinin 14.531,32 MW ve güneş enerjisinin ise 15.559,10 MW kurulu kapasiteye sahip olacağı tahmin edilmiştir. Ayrıca 2030 yılında Türkiye'de hidrolik dahil yenilenebilir enerjinin 1.852.955 istihdam yaratacağı, hidrolik hariç 771.480 istihdam yaratacağı tahmin edilmiştir. 2030 yılına gelindiğinde Türkiye'de yenilenebilir enerjinin 1.852.955 kişilik istihdam yaratılacağı hesaplanmıştır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Taraflar Konferansı (COP21)'de Paris Anlaşmasına Türkiye taraf olmamakla birlikte Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanını sunmuştur. Bu beyanda 2021-2030 döneminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının teşvik edecek kredi, vergi azaltımı gibi kanalların geliştirilmesi, hidrolik enerji kapasitesinin tamamının kullanılması, 2030 yılında güneş enerjisinden elektrik üretiminin 10.000 MW kapasiteye ve rüzgâr enerjisinden elektrik üretiminin 16.000 MW kapasiteye çıkacağı beyanları bulunmaktadır. Bu tezde tahmin edilen 2030 yılında kurulu kapasite

değerlerine göre, Türkiye'nin Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanında hidrolik enerji ve güneş enerjisi hedefine ulaşacağı ve rüzgâr enerjisi hedefine de çok yaklaşılacağı tespit edilmekte olup hedefe ulaşılabilmesi için rüzgâr enerjisi yatırımlarının biraz daha artırılması gerekmektedir.

Birçok araştırmada sınırlamalar, genellemeler ve varsayımlar bulunmaktadır. Tezde verilere erişmedeki zorluklar, veri talep edilen kurum ve kuruluşların ticari sıra nedeniyle verileri verme konusundaki gönülsüzlüğü, gelişmiş ve yerleşmiş bir veri seti ile istatistiğin olmaması, temel sınırlılıklardan birisini teşkil etmiştir. Ayrıca dalga enerjisi, okyanus enerjisi ve hidrojen enerjisi gibi daha fazla alt kategorisi olan yenilenebilir enerji alt kategorilerinden sadece hidrolik, jeotermal, biyokütle, rüzgâr ve güneş enerjisi seçilmiştir. Bununla birlikte gelecekte bu konu ile ilgili yapılacak çalışmalarda fosil kaynaklı yakıtların azalması sonucu kaybolan istihdamın incelenmesi de net istihdam kazancının ortaya konulmasında etkili olacaktır. Bununla birlikte tezde yapılan projeksiyon, yenilenebilir enerjinin 2030 yılına kadar mevcut şartlarla devam edeceği ve büyük negatif şokların olmayacağı varsayımlı altında gerçekleştirılmıştır.

Tezde çıkan sonuçlara bakıldığından aşağıdaki önerilerin dikkate alınması yarar sağlayacaktır. Toplam yenilenebilir enerjinin büyümeyi pozitif olarak etkilemesi ve sanayi üretimini artırdığı bulgusu, yenilenebilir enerjiye yapılacak yatırımların boş gitmeyecek bir yatırım olacağı ve ekonomik büyümeyi artıracağı sonucunu desteklemektedir. Bu sebeple yenilenebilir enerjinin farklı mekanizmalar aracılığı ile desteklenmesi gerekmektedir. Bu mekanizmalar arasında; sabit fiyatla satın alma garantisи, tedarikçilere belirli miktarda yenilenebilir enerji kotası zorunluluğu, üreticilerin üretikleri enerjiyi şebekeye vererek mahsuplaşma, kamu finansmanları, vergi indirimi veya KDV muafiyeti gibi indirimler, kredi, hibe gibi ilk yatırım maliyetini karşılayacak mali teşvikler sayılabilir. Ayrıca yenilenebilir enerji aksamlarının yerli imkanlarla üretilmesinin teşvik edilmesi de yenilenebilir enerji santrallerinde yerli olarak imal edilen türbinler ve diğer ekipmanlarının kullanılması da ekonomik büyümeyi hızlandırıcı bir faktör olacaktır. Yenilenebilir enerjinin araştırılmasındaki güçlüklerin başında istatistiki verilerin yetersiz oluşu, tanımlamadaki eksikliklerin oluşu ve kısa bir geçmişi olusundan dolayı veri tabanın yetersiz oluşu gelmektedir. Bu sorunların üstesinden gelmek için resmî kurumlarla iş birliği yapılarak en detaylı ve en geniş verilerin elde edilmesine çalışılmıştır. Zaman içinde verilerin daha fazla olacak olması, analizlerin gerçeğe daha yakın

gerçekleşmesine olanak sağlayacak olup ilerleyen yıllarda yapılacak çalışmalar için kolaylık oluşturacaktır. Aynı zamanda tüm dünyada konu ile ilgili istatistikî verilerin artması ile diğer ülkeler ile karşılaştırma zemini oluşacaktır.

KAYNAKÇA

- Acaravcı, N. ve Erdoğa, S. (2018). “Yenilenebilir Enerji, Çevre ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Seçilmiş Ülkeler için Ampirik Bir Analiz”, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, C:13, No:1, ss. 53-64.
- Afonso, T. L., Marques, A. C. ve Fuinhas, J. A. (2017). “Strategies to Make Renewable Energy Sources Compatible with Economic Growth”, *Energy Strategy Reviews*, C:18, ss. 121-126.
- Ağpak, F. (2018). “Yenilenebilir Enerjinin Eğitim ve İstihdam ile İlişkisi”, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi.
- Ağpak, F. ve Özçiçek, Ö. (2018). “Bir İstihdam Politikası Aracı Olarak Yenilenebilir Enerji”, *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C:11, No:2, ss. 112-128.
- Akan, Y. ve Tak, S. (2003). “Türkiye Elektrik Enerjisi Ekonometrik Talep Analizi”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, C:17, No:1-2, ss. 21-49.
- Akay Çağlayan E, Abdieva, R. ve Oskonbaeva, Z. (2015). “Yenilenebilir Enerji Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Karbondioksit Emisyonu Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Orta Doğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri Örneği”, *International Conference on Eurasian Economies*, (Çeviriimiçi) <https://www.avekon.org/papers/1284.pdf>, 1 Mart 2016.
- Akay, D. ve Atak, M. (2007). “Grey Prediction with Rolling Mechanism for Electricity Demand Forecasting of Turkey”, *Energy*, C:32, No:9, ss. 1670-1675.
- Akçiçek, Ö. (2015). “Ekonomik Büyüme ve Yenilenebilir Enerji Tüketimi-Üretimi İlişkisi; Türkiye Örneği”, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Akyıldız, F. (2017). *Göstergeler Ne Anlatır? Türkiye için İktisadi Göstergeler Rehberi*, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Akyüz, Y. (2009). *Sermaye Bölüşüm Büyüme*, Efil Yayınevi, Ankara

Alabbas, N. H. (2017). "Identifying Pathways Toward Sustainable Electricity Supply and Demand Using an Integrated Resource Strategic Planning Model For Saudi Arabia", University of Delaware, Basılmamış Doktora Tezi.

Alege, P., Jolaade, A. ve Adu, O. (2018). "Is there Cointegration between Renewable Energy and Economic Growth in Selected Sub-saharan African Countries?", *International Journal of Energy Economics and Policy*, C:8, No:4, ss. 219-226.

Algaso, D. ve Rusche, E. (2004). "Renewables Work: Job Growth from Renewable Energy Development in the Mid-Atlantic", *Oil, Gas & Energy Law Journal*, C:2, No:2, ss. 1.

Alper, A. ve Oguz, O. (2016). "The Role of Renewable Energy Consumption in Economic Growth: Evidence From Asymmetric Causality", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:60, ss. 953-959.

Altan, Ş. ve Ediz, A. (2009). "Girdi Katsayılarının Güncellenmesi için RAS ve Hedef Programlama Modellerinin Kullanımı", *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C:11, No:3, ss. 79-92.

Antal, M. (2014). "Green Goals and Full Employment: Are They Compatible?", *Ecological Economics*, C:107, ss. 276-286.

Antonakakis, N., Chatziantoniou, I. ve Filis, G. (2017). "Energy Consumption, CO₂ Emissions and Economic Growth: An Ethical Dilemma", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:68, ss. 808-824.

Apergis, N. ve Danuletiu, D. C. (2014). "Renewable Energy And Economic Growth: Evidence From The Sign of Panel Long-Run Causality", *International Journal of Energy Economics and Policy*, C:4, No:4, ss. 578-587.

Apergis, N. ve Payne, J. E. (2010). "Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence From a Panel of OECD Countries", *Energy Policy*, C:38, No:1, ss. 656-660.

Apergis, N. ve Payne, J. E. (2011). "The Renewable Energy Consumption–Growth Nexus in Central America", *Applied Energy*, C:88, No:1, ss. 343-347.

- Apergis, N., Payne, J. E., Menyah, K. ve Wolde-Rufael, Y. (2010). "On the Causal Dynamics Between Emissions, Nuclear Energy, Renewable Energy and Economic Growth", *Ecological Economics*, C:69, No:11, ss. 2255-2260.
- Ardıç, A. (2015). "Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri: Bir Koentegrasyon Yaklaşımı", Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Aren, S. (2005). *İstihdam, Para ve İktisadi Politika*, Genişletilmiş 12. Baskı, Savaş Yayınevi, Ankara.
- Arslantaş, M. E. (2019). "Türkiye'de Jeotermal Enerji Santrallerinin Ekonomi Açısından Fırsat Maliyetlerinin İncelenmesi", Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Aruoba, Ç. ve Alpar, C. (1992). *Türkiye Ekonomisi Sektörel Gelişmeler*, Özyurt Matbaacılık, Ankara.
- Aslan, N. ve Kanbur A. N. (2007). "Türkiye'de 1980 Sonrası Satın Alma Gücü Paritesi Yaklaşımı", *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, C:23, No:2, ss. 9-43.
- Atay, G. (2016). "G-7 ve G-20 Ülkelerinde Rüzgâr Enerjisi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Panel Eşbüütünleşme Yaklaşımı ile Analizi", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Atay, G., Acaroglu, H. ve Baykul, M. C. (2017). "G-7 Ülkelerinde Rüzgâr Enerjisi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Panel Eşbüütünleşme Yaklaşımı ile Analizi", *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C:17, No:4, ss. 15-30.
- Atems, B. ve Hotaling, C. (2018). "The Effect of Renewable and Nonrenewable Electricity Generation on Economic Growth", *Energy Policy*, C:112, ss. 111-118.
- Atılgan, B. (2016). "Assessing the Sustainability of Current and Future Electricity Options for Turkey", University of Manchester, Basılmamış Doktora Tezi.
- Aydın, L. (2018). *Enerji Ekonomisine Giriş*, Seçkin Akademik ve Mesleki Yayınlar, Ankara.

Aydoğuş, O. (2015). *Girdi-Çıktı Modellerine Giriş*, Gözden Geçirilmiş 3.Baskı, Efil Yayınevi, Ankara.

Azad, A. K., Rasul, M. G., Khan, M. M. K., Omri, A., Bhuiya, M. M. K. ve Hazrat, M. A. (2014). “Modelling of Renewable Energy Economy in Australia”, *Energy Procedia*, C:61, ss. 1902-1906.

Bae, J. ve Dall'Erba, S. (2016). “The Economic Impact of a New Solar Power Plant in Arizona: Comparing The Input-Output Results Generated by JEDI vs. IMPLAN”, *Regional Science Policy & Practice*, C:8, No:1-2, ss. 61-73.

Bakırtaş, İ. ve Çetin, M. A. (2016). “Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: G-20 Ülkeleri”, *Sosyoekonomi*, C:24, No:28, ss. 131-146.

Balcilar, M., Ozdemir, Z. A., Ozdemir, H. ve Shahbaz, M. (2018). “The Renewable Energy Consumption and Growth in the G-7 Countries: Evidence From Historical Decomposition Method”, *Renewable Energy*, C:126, ss.594-604.

Baykan, B. G. (2009). “Dünyada ve Türkiye'de Yeşil Yakalılar”, *Bahçeşehir Üniversitesi Ekonomik ve Toplumsal Araştırmalar Merkezi*, Araştırma Notu, C:9, No:37, ss. 1-4.

Bayraç, H. N. ve Çıldır, M. (2017). “AB Yenilenebilir Enerji Politikalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi”, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, C:13, No:5, ss. 201-212.

Bayraç, H. N. ve Özarslan, B. (2018). “Biyokütle Enerjisi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ampirik Bir Analizi: Türkiye Örneği”, *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, C:8, No:17, ss. 1-17.

Bayramoğlu, T. (2018). “Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Etkileri: Bayburt Örneği”, *İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, C:1, No:1, ss. 1-16.

Bekmez, S. ve Nakipoğlu, F. (2012). “Çevre Vergisi - Ekonomik Büyüme İkilemi”, *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, C:11, No:3, ss. 641-658.

Belegri-Roboli, A., Markaki, M., ve Michaelides, P. G. (2010). “The Effects of Environmental Investments on Employment in The Greek Economy: An Input-Output

Approach (2010-2020)”, *31st Annual Conference of the International Working Party on Labour Market Segmentation*, 14-17 Temmuz 2010, Valencia, Spain.

Bento, J. P. C. ve Moutinho, V. (2016). “CO2 Emissions, Non-renewable and Renewable Electricity Production, Economic Growth and International Trade in Italy”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:55, ss. 142-155.

Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I. ve Bhattacharya, S. (2016). “The Effect of Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Evidence From top 38 Countries”, *Applied Energy*, C:162, ss. 733-741.

Biagi, M. (2003). *İş Yaratma ve İş Hukuku: Korumadan Öngörüülü Eyleme*, Çev. Z. Dicleli ve A. Kardam, Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası, İstanbul.

Biçerli, M. K. (2004). *İşsizlikle Mücadelede Aktif İstihdam Politikaları*, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Yayın No:1563, Eskişehir.

Bildirici, M. ve Ozaksoy, F. (2017). “The Relationship Between Woody Biomass Consumption and Economic Growth: Nonlinear ARDL and Causality”, *Journal of Forest Economics*, C:27, ss. 60-69.

Blanco, M. I. ve Rodrigues, G. (2009). “Direct Employment in The Wind Energy Sector: An EU Study”, *Energy policy*, C:37, No:8, ss. 2847-2857.

Blazejczak, J., Braun, F. G., Edler, D. ve Schill, W. P. (2014). “Economic Effects of Renewable Energy Expansion: A Model-Based Analysis for Germany”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:40, ss. 1070-1080.

Breitschopf, B., Nathani, C. ve Resch, G. (2013). “Employment Impact Assessment Studies– Is there a Best Approach to Assess Employment Impacts of RET Deployment?”, *Renewable Energy Law and Policy Review*, C:4, No:2, ss. 93-104.

Boyes, W. ve Melvin, M. (2016). *Ekonominin Temelleri*, Çev. E. Telatar, 5.Basımdan Çeviri, Nobel Yayıncılık, Ankara.

Bozkurt, H. Y. (2013). *Zaman Serileri Analizi*, Genişletilmiş 2. Baskı, Ekin Basım Yayın Dağıtım, Bursa.

Böhringer, C., Keller, A. ve Van der Werf, E. (2013). "Are Green Hopes Too Rosy? Employment and Welfare Impacts of Renewable Energy Promotion", *Energy Economics*, C:36, ss. 277-285.

Breitschopf, B., Nathani, C. ve Resch, G. (2013). "Employment Impact Assessment Studies–Is There a Best Approach to Assess Employment Impacts of RET Deployment?", *Renewable Energy Law and Policy Review*, C:4, No:2, ss. 93-104.

Brown, J. P., Pender, J., Wiser, R., Lantz, E. ve Hoen, B. (2012). "Ex Post Analysis of Economic Impacts From Wind Power Development in US Counties.", *Energy Economics*, C:34, No:6, ss. 1743-1754.

Bulavskaya, T. ve Reynès, F. (2018). "Job Creation and Economic Impact of Renewable Energy in the Netherlands", *Renewable Energy*, C:119, ss. 528-538.

Bulligan, G., Golinelli, R. ve Parigi, G. (2010). "Forecasting Monthly Industrial Production in Real-time: From Single Equations to Factor-Based Models", *Empirical Economics*, C:39, No:2, ss. 303-336.

Bulut, U. ve Muratoglu, G. (2018). "Renewable Energy in Turkey: Great Potential, Low But Increasing Utilization and an Empirical Analysis on Renewable Energy-Growth Nexus", *Energy Policy*, C:123, ss. 240-250.

Büberkökü, Ö. (2018). "Küresel Finans Krizinin Mevduat Bankalarının Sistematik Risk Düzeyi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi: AR (p)-DCC-FIGARCH (p, d, q) ve Asimetrik AR (p)-DBEKK-GARCH (p, q) Modellerine Dayalı Bir Analiz", *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C:33, No:1, ss. 39-73.

Büyükyılmaz, A., ve Mert, M. (2015). "CO₂ Emisyonu, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin MS-VAR Yaklaşımı ile Modellemesi: Türkiye Örneği." *Zeitschrift für die Welt der Türken/Journal of World of Turks*, C:7, No:3, ss. 103-117.

Cai, W., Wang, C., Chen, J. ve Wang, S. (2011). "Green Economy and Green Jobs: Myth or Reality? The Case of China's Power Generation Sector", *Energy*, C:36, No:10, ss. 5994-6003.

- Cai, W., Mu, Y., Wang, C. ve Chen, J. (2014). "Distributional Employment Impacts of Renewable and New Energy–A Case Study of China", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:39, ss.1155-1163.
- Caldés, N., Varela, M., Santamaría, M. ve Sáez, R. (2009). "Economic Impact of Solar Thermal Electricity Deployment in Spain", *Energy Policy*, C:37, No:5, ss. 1628-1636.
- Cameron, L. ve Van Der Zwaan, B. (2015). "Employment Factors for Wind and Solar Energy Technologies: A Literature Review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:45, ss. 160-172.
- Can, H. (2017). "Yenilenebilir Enerjinin Makroekonomik Etkileri: Türkiye Örneği", Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Can, H. ve Korkmaz, Ö. (2018). "The Relationship Between Renewable Energy Consumption and Economic Growth: The Case of Bulgaria", *International Journal of Energy Sector Management*, C:13, No:3, ss. 573-589.
- Caragliu, A. ve Nijkamp, P. (2014). "Cognitive Capital and Islands of Innovation: The Lucas Growth Model From a Regional Perspective", *Regional Studies*, C:48, No:4, ss. 624-645.
- Castro-Alvarez, F.S. (2016). "Diversification of Energy Sources in Mexico: Closing the Gap Between Objectives and Results in the Electricity Sector", University of California, Basılmamış Doktora Tezi.
- Chen, J., Yu, J., Song, M. ve Valdmanis, V. (2019). "Factor Decomposition and Prediction of Solar Energy Consumption in the United States", *Journal of Cleaner Production*, C:234, ss. 1210-1220.
- Costanti, M. (2004). "Quantifying the Economic Development Impacts of Wind Power in Six Rural Montana Counties Using NREL's JEDI Model", *National Renewable Energy Laboratory*, Report No. NREL/SR-500-36414.
- Çağlar, A. E. ve Demir, Ç. (2018). "Yenilenebilir Kaynaklı Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Avrupa Birliğine Ait Yeni Bulgular", *Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, C:14, No:28, ss. 7-30.

Çetin, M. ve Eğriçan, N. (2011). “Employment Impacts of Solar Energy in Turkey”, *Energy Policy*, C:39, No:11, ss. 7184-7190.

Çetin, M. ve Sezen, S. (2018). “Türkiye'de Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Karbondioksit Salınımı Arasındaki İlişki: Bir SVAR (Yapısal Var) Analizi”, *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, C:16, No:1, ss. 136-157.

Çınar, M. ve Öz, R. (2017). “Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisine Yenilenebilir Enerji Bağlamında Bir Öneri”, *International Journal of Academic Value Studies*, C:3, No:13, ss. 40-54.

Çınar, S. ve Yılmazer, M. (2015). “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C:30, No:1, ss. 55-78.

Dağdemir, Ö. (2015). *Çevre Sorunlarına Ekonomik Yaklaşımlar ve Optimal Politika Arayışları*, Gazi Kitabevi, Ankara.

Dalton G.J. ve Lewis T. (2011). “Metrics for Measuring Job Creation by Renewable Energy Technologies, Using Ireland as a Case Study”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:15, ss. 2123–2133.

Demas, W. G. (1965). *The Economics of Development in Small Countries: With Special Reference to the Caribbean*, McGill-Queen's Press, Montreal.

Demircan, Z. (2013). “What Energy Mix For Turkey in 2030”. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, (Çeviriimiçi) <http://events.ewea.org/events/workshops/wp-content/uploads/2013/03/EWEA-TUREB-Workshop-27-3-2013-Zafer-Demircan.pdf>, 26 Mart 2013.

Del Rio, P. ve Burguillo, M. (2009). “An Empirical Analysis of the Impact of Renewable Energy Deployment on Local Sustainability”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:13, No:6-7, ss. 1314-1325.

Dertli, G. ve Yinaç, P. (2018). “Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu, Enerji İthalatı ve Ekonomik Büyüme: Türkiye Örneği”, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C:15, No:2, ss. 583-606.

- Depuru, S.S.S.R., Wang, L. ve Devabhaktuni, V. (2011). "Electricity Theft: Overview, Issues, Prevention and a Smart Meter Based Approach to Control Theft", *Energy Policy*, C:39, No:2, ss. 1007–1015.
- Dikmen, N. (2009). *Ekonometri Temel Kavramlar ve Uygulamalar*, 1.baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Dilişen, S. G. (2015). "Yenilenebilir Kaynaklara Dayalı Elektrik Üretiminde Kaydedilen Büyümenin Panel Veri ile Analizi", İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Djanibekov, U. ve Gaur, V. (2018). "Nexus of Energy Use, Agricultural Production, Employment and Incomes Among Rural Households in Uttar Pradesh, India", *Energy Policy*, C:113, ss. 439-453.
- Doğan, B. (2010). "Türkiye Enerji Tüketimi-Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği (1980-2008)", Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Dogan, E. (2015). "The Relationship Between Economic Growth and Electricity Consumption from Renewable and Non-renewable Sources: A Study of Turkey", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:52, ss. 534-546.
- Du Pisani, J. A. (2006). "Sustainable Development Historical Roots of the Concept", *Environmental Sciences*, C:3, No:2, ss. 83-96.
- Dumitru, C. D. ve Gligor, A. (2019). "Wind Energy Forecasting: A Comparative Study Between a Stochastic Model (ARIMA) and a Model Based on Neural Network (FFANN)", *Procedia Manufacturing*, C:32, ss. 410-417.
- Durğun, B. ve Durğun, F. (2018). "Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasında Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği", *International Review of Economics and Management*, C:6, No:1, ss. 1-27.
- Dvořák, P., Martinát, S., Van der Horst, D., Frantál, B. ve Turečková, K. (2017). "Renewable Energy Investment and Job Creation; A Cross-Sectoral Assessment for the Czech Republic With Reference to EU Benchmarks", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:69, ss. 360-368.

Ediger, V. S. ve Akar, S. (2007). "ARIMA Forecasting of Primary Energy Demand by Fuel in Turkey", *Energy Policy*, C:35, No:3, ss. 1701-1708.

Eğriçan, N. ve Çetin, M. (2010). *Güneş Enerjisi: Ekonomiye ve İstihdama Katkısı*, Solar Future 2010, İstanbul.

EİÇG. Elektrik İstatistikleri Çalışma Grubu, (Çevirimiçi) <http://direnc.blog/elektrik-istatistikleri-mart-2019>, 11 Mart 2019.

Elliott, R. F. (1997). *Karşılaştırmalı Çalışma Ekonomisi*, Ankara Üniversitesi Rektörlüğü Yayımları, Yayın No:210, Ankara

Engle, R. F. ve Granger, C. W. (1987). "Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, C:55, No:2, ss. 251-276.

EPDK (2019). "Elektrik Piyasası Sektör Raporu, Ocak 2020", *T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu*, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Ercoskun, Ö. Y. (2010). "Yeşil Yakalı Kavramı ve Türkiye'deki Yeşil Yakalılar", *Çağdaş Yerel Yönetimler*, C:19, No:3, ss. 25-48.

Erdal, L. (2012). "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Yatırımları ve İstihdam Yaratma Potansiyeli", *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, C:4, No:1, ss. 171-181.

Erdoğan, S., Dücan, E., Şentürk, M. ve Şentürk, A. (2018). "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Üretimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Üzerine Ampirik Bulgular", *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C:11, No:2, ss. 233-246.

Erten, H. (2009). "Türkiye için Sektörel Sosyal Hesaplar Matrisi Üretme Yöntemi ve İstihdam Üzerine Bir Hesaplanabilir Genel Denge Modeli Uygulaması", Devlet Planlama Teşkilatı, Uzmanlık Tezi, ss. 1-232.

ETKB (2019). "Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu", T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (Çevirimiçi) https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FE%C4%B0G_M%20Ana%20Rapor%2FT%C3%BCrkiye%20Elektrik%20Enerjisi%20Talep%20Projeksiyonu%20Raporu.pdf, 19 Mayıs 2020.

- Fahimifard, S. M., Mohaddes, S. A., Mohammadi, H. ve Keshtkar, R. (2012). “Application of NNARX to Agriculture Sector Value Added Forecasting: A Case of Irans Agriculture Sector”, *African Journal of Agricultural Research*, C:7, No:27, ss. 3918-3924.
- Fankhauser, S., Sehlleier, F. ve Stern, N. (2008). “Climate Change, Innovation and Jobs”, *Climate policy*, C:8, No:4, ss. 421-429.
- Fanning, T., Jones, C. ve Munday, M. (2014). “The Regional Employment Returns From Wave and Tidal Energy: A Welsh Analysis,” *Energy*, C:76, ss. 958-966.
- Garrett-Peltier, H. (2010). “The Employment Impacts of Economy Wide Investments in Renewable Energy and Energy Efficiency”, University of Massachusetts, Basılmamış Doktora Tezi.
- Garrett-Peltier, H. (2017). “Green Versus Brown: Comparing the Employment Impacts of Energy Efficiency, Renewable Energy, and Fossil Fuels Using an Input-Output Model”, *Economic Modelling*, C:61, ss. 439-447.
- Ge, Y. ve Zhi, Q. (2016). “Literature Review: The Green Economy, Clean Energy Policy and Employment”, *Energy Procedia*, C:88, ss. 257-264.
- GETEM (2009). “Geothermal Electricity Technology Evaluation Model”, U.S. Department of Energy, (Çeviriçi) https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/02/f7/geothermal_electricity_technology_evaluation_model_may_2011.pdf, 11 Mayıs 2020.
- Glico, J. (2013). “Renewable Portfolio Standards: An Analysis of Net Job Impacts”, Georgetown University, Basılmamış Doktora Tezi.
- Goldberg, M., Sinclair, K. ve Milligan, M. (2004). “Job and Economic Development Impact (JEDI) Model: A User-Friendly Tool to Calculate Economic Impacts from Wind Projects”, *National Renewable Energy Laboratory*, 2004 Global WINDPOWER Conference, Chicago, Illinois.
- Gould, J. D. (2013). *Economic Growth in History: Survey and Analysis*, Routledge, London.

- Göktaş, P., Pekmezci, A. ve Bozkurt, K. (2018). *Ekonometrik Serilerde Uzun Dönem Eşbüütünleşme ve Kısa Dönem Nedensellik İlişkileri*, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Granger, C. W. J. (1969). "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross Spectral Methods", *Econometrica*, C:37, ss. 424-438.
- Granger, C. W. J. (1988). "Causality, Cointegration, and Control", *Journal of Economic Dynamics and Control*, C:12, No:2, ss. 551-559.
- Groth, C. ve Wendner, R. (2014). "Embodied Learning by Investing and Speed of Convergence", *Journal of Macroeconomics*, C:40, ss. 245-269.
- Guenther-Lübbbers, W., Bergmann, H. ve Theuvsen, L. (2016). "Potential Analysis of The Biogas Production—As Measured by Effects of Added Value and Employment", *Journal of Cleaner Production*, C:129, ss. 556-564.
- Gujarati, D. N. ve Porter, D. C. (2018). *Temel Ekonometri*, 5.Basımdan Çeviri, Çev. Ümit Şenesen, Gülay Günlük Şenesen, Literatür, İstanbul.
- Güllü, M. ve Bayraç, H. N. (2017). "Biyokütle Üretimi, Karbon Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Amerika, Brezilya ve Almanya Örnekleri", *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, C:64, ss. 18-34.
- Günaydin, D. (2015). "Yeşil İşler ve İşgücü Piyasasına Etkileri", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, C:13, No:3, ss. 503-525.
- Günaydin, İ. (1999). "Çevre Vergilerinin İstihdam Üzerine Etkisi", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C:4, No:4, ss. 277-292.
- Haiges, R., Wang, Y. D., Ghoshray, A. ve Roskilly, A. P. (2017). "Forecasting Electricity Generation Capacity in Malaysia: An Auto Regressive Integrated Moving Average Approach", *Energy Procedia*, C:105, ss. 3471-3478.
- Hamzaçebi, C. (2007). "Forecasting of Turkey's Net Electricity Energy Consumption on Sectoral Bases", *Energy policy*, C:35, No:3, ss. 2009-2016.
- Hamzaçebi, C., Es, H. A. ve Çakmak, R. (2017). "Forecasting of Turkey's Monthly Electricity Demand by Seasonal Artificial Neural Network", *Neural Computing and Applications*, C:31, ss. 2217-2231.

Hannum, C. M. (2014). "Three Applications of Regional CGE Models", Colorado State University, Basılmamış Doktora Tezi.

Hartley, P. R., Medlock, K. B., Temzelides, T. ve Zhang, X. (2015). "Local Employment Impact from Competing Energy Sources: Shale Gas Versus Wind Generation in Texas", *Energy Economics*, C:49, ss. 610-619.

Henriques, C. O., Coelho, D. H. ve Cassidy, N. L. (2016). "Employment Impact Assessment of Renewable Energy Targets for Electricity Generation by 2020-An IO LCA Approach", *Sustainable Cities and Society*, C:26, ss. 519-530.

Hondo, H. ve Moriizumi, Y. (2017). "Employment Creation Potential of Renewable Power Generation Technologies: A Life Cycle Approach", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:79, ss. 128-136.

Hong, L. (2013). "Does Renewable Energy Really Create Jobs in OECD Countries?", Georgetown University, Basılmamış Doktora Tezi.

IRENA (2014). *REmap 2030: A Renewable Energy Roadmap*, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

IRENA (2016). *Renewable Energy and Jobs Annual Review 2016*, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

IRENA (2017). *Renewable Energy and Jobs Annual Review 2017*, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

IRENA (2018a). *Renewable Energy Statistics 2018*, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

IRENA (2018b). *Renewable Energy and Jobs Annual Review 2018*, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

IRENA (2019). *Renewable Energy and Jobs Annual Review 2019*, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

Isik, C., Dogru, T. ve Turk, E. S. (2018). "A Nexus of Linear and Non-Linear Relationships Between Tourism Demand, Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Theory and Evidence", *International Journal of Tourism Research*, C:20, No:1, ss. 38-49.

Islam, M. R., Roy, N. K. ve Rahman, S. (2018). *Renewable Energy and the Environment*, Springer, Singapore.

İşığıçok, Ö. (2018). *İstihdam ve İşsizlik*, Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş 4.Baskı, Dora Yayıncılık, Bursa.

İŞKUR (2019). *Türkiye İş Kurumu Genel Kurulu 10. Çalışma Raporu*, T.C. Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, Ankara.

Jacobson, M. Z., Cameron, M. A., Hennessy, E. M., Petkov, I., Meyer, C. B., Gambhir, T. K., Maki, A. T., Pfleeger, K., Clonts, H., McEvoy, A. L., Miccioli, M. L., Krauland, A.K.v., Fang, R.W. ve Delucchi, M. A. (2018). “100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight (WWS) All-Sector Energy Roadmaps for 53 Towns and Cities in North America”, *Sustainable Cities and Society*, C:42, ss. 22-37.

Jamil, R. (2020). “Hydroelectricity Consumption Forecast for Pakistan Using ARIMA Modeling and Supply-Demand Analysis for the Year 2030”, *Renewable Energy*, C:154, ss. 1-10.

Jaraite, J., Karimu, A., Kažukauskas, A. ve Kazukauskas, P. (2015). “Renewable Energy Policy, Economic Growth and Employment in EU Countries: Gain Without Pain?”, Centre for Environmental and Resource Economics (CERE), Working Paper, 2015:7, ss.1-30.

Johansen, S. (1991). “Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models”, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, C:59, No:6, ss. 1551-1580.

Johnson, C., Augustine, C. ve Goldberg, M. (2012). “Jobs and Economic Development Impact (JEDI) Model Geothermal User Reference Guide”, *National Renewable Energy Laboratory*, Technical Report, ss. 1-34.

Kahia, M., Aïssa, M. S. B. ve Lanouar, C. (2017). “Renewable and Non-renewable Energy Use-Economic Growth Nexus: The Case of MENA Net Oil Importing Countries”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:71, ss. 127-140.

Kammen, D., Kapadia, K. ve Fripp, M. (2004). *Putting Renewables to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate?* Rael Report, University of California, Berkeley.

- Kankal, M., Akpinar, A., Kömürcü, M. İ. ve Özşahin, T. Ş. (2011). "Modeling and Forecasting of Turkey's Energy Consumption Using Socio-economic and Demographic Variables", *Applied Energy*, C:88, No:5, ss. 1927-1939.
- Kankal, M. ve Uzlu, E. (2017). "Neural Network Approach with Teaching–Learning-Based Optimization for Modeling and Forecasting Long-term Electric Energy Demand in Turkey", *Neural Computing and Applications*, C:28, No:1, ss. 737-747.
- Karaca, C. ve Eşgünoğlu, M. (2016). "Türkiye'nin 2023 Yılı Yenilenebilir Enerji Yatırım Hedeflerinin İşsizliğe Etkisi", *International Congress of Management Economy and Policy, Proceedings Book*, 26-27 Ekim 2016, İstanbul.
- Karaca, C., Ulutaş, A. ve Eşgünoğlu, M. (2017). "Türkiye'de Optimal Yenilenebilir Enerji Kaynağının COPRAS Yöntemiyle Tespiti ve Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının İstihdam Artırıcı Etkisi", *Maliye Dergisi*, C:172, ss. 111-132.
- Karakul, A. K. (2016). "Educating Labour Force for a Green Economy and Renewable Energy Jobs in Turkey: A Quantitative Approach", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:63, ss. 568-578.
- Kasabalı, C. (2004). "Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımlarının Ekonomik Büyümeye Etkisi: Toda Yamamoto Yaklaşımı", Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Karagöl, E., Erbaykal, E. ve Ertuğrul, H. M. (2011). "Türkiye'de Ekonomik Büyüme ile Elektrik Tüketimi İlişkisi: Sınır Testi Yaklaşımı", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, C:8, No:1, ss. 72-80.
- KarakAŞ, E. ve İzgi, B. B. (2018). "Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ampirik Analizi: OECD Örneği", *Kent Akademisi*, C:11, No:1, ss. 99-107.
- Kaynak, M. (2015). *Büyüme Teorileri Giriş*, 3.Baskı, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Kazar, G. ve Kazar, A. (2014). "The Renewable Energy Production-Economic Development Nexus", *International Journal of Energy Economics and Policy*, C:4, No:2, ss. 312-319.

- Keyser, D., Flores-Espino, F., Uriarte, C. ve Cox, S. (2016). "User Guide for the International Jobs and Economic Development Impacts Model", *National Renewable Energy Laboratory*, Technical Report No. NREL/TP-6A20-67036, ss. 1-18.
- Keyser, D. ve Tegenne, S. (2019). "Workforce Development for U.S. Hydropower: Key Trends And Findings", *National Renewable Energy Laboratory*, Technical Report No. NREL/TP-6A20-74313, ss. 1-24.
- Khobai, H. (2018). "The Causal Linkages Between Renewable Electricity Generation and Economic Growth in South Africa", *MPRA Paper*, No. 86485, University Library of Munich, ss. 1-21,
- Khobai, H. ve Le Roux, P. (2018). "Does Renewable Energy Consumption Drive Economic Growth: Evidence from Granger-Causality Technique", *International Journal of Energy Economics and Policy*, C:8, No:2, ss. 205-212.
- Kızılbay, S. (2017). "Ekonomik Büyüme Perspektifinden; Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Sürdürülebilir Kalkınma Arasındaki İlişki", Gebze Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Kibritçioğlu, A. (1996). "Friedrich List's Infant Industry Argument-Friedrich List'in Bebek Endüstriler Tezi", *MPRA Munich Personal RePEc Archive*, No. 2549, ss. 49-81.
- Kilinc Ata, N. (2015). "An Exploration of Renewable Energy Policies with an Econometric Approach", University of Stirling, Basılmamış Doktora Tezi.
- Kim, D. ve Jeong, J. (2016). "Electricity Restructuring, Greenhouse Gas Emissions Efficiency and Employment Reallocation", *Energy Policy*, C:92, ss. 468-476.
- Kolsuz, G. ve Yeldan, A. E. (2017). "Economics of Climate Change and Green Employment: A General Equilibrium Investigation for Turkey", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:70, ss. 1240-1250.
- Komarek, T. M. (2012). "Three Essays in Regional Economic Development: Forecasting, Firm Sizes and Ethanol Plants", Michigan State University, Basılmamış Doktora Tezi.

- Komendantova, N. ve Patt, A. (2014). "Employment Under Vertical and Horizontal Transfer of Concentrated Solar Power Technology to North African Countries", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:40, ss. 1192-1201.
- Kulionis, V. (2013). "The Relationship Between Renewable Energy Consumption, CO₂ Emissions and Economic Growth in Denmark", Lund University, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Kulišić, B., Loizou, E., Rozakis, S. ve Šegon, V. (2007). "Impacts of Biodiesel Production on Croatian Economy", *Energy Policy*, C:35, No:12, ss. 6036-6045.
- Kurucu, A. A. (2017). "Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Hesaplanması", *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C:8, No:1, ss. 1-22.
- Kurz, H. D. ve Salvadori, N. (2003). *Theories of Economic Growth: Old and New. The Theory of Economic Growth: A 'Classical' Perspective*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Kutlar, A. (2005). *Uygulamalı Ekonometri*, 2. Basım, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Lehr, U., Nitsch, J., Kratzat, M., Lutz, C. ve Edler, D. (2008). "Renewable Energy and Employment in Germany", *Energy Policy*, C:36, No:1, ss. 108-117.
- Lehr, U., Lutz, C. ve Edler, D. (2012). "Green jobs? Economic Impacts of Renewable Energy in Germany", *Energy Policy*, C:47, ss. 358-364.
- Lehr, U., Mönnig, A., Missaoui, R., Marrouki, S. ve Salem, G. B. (2016). "Employment from Renewable Energy and Energy Efficiency in Tunisia-New Insights, New Results", *Energy Procedia*, C:93, ss. 223-228.
- Li, S., Yang, X. ve Li, R. (2019). "Forecasting Coal Consumption in India by 2030: Using Linear Modified Linear (MGM-ARIMA) and Linear Modified Nonlinear (BP-ARIMA) Combined Models", *Sustainability*, C:11, No:695, ss. 1-19.
- Louie, E. P. ve Pearce, J. M. (2016). "Retraining Investment for US Transition From Coal to Solar Photovoltaic Employment", *Energy Economics*, C:57, ss. 295-302.
- Lu, C. L. (2016). "The Determinant of US Consumers Attitudes Toward Solar Energy", University of Florida, Basılmamış Doktora Tezi.

Lutzeyer, S. (2013). "Essays in Offshore Wind Energy Development", North Carolina State University, Basılmamış Doktora Tezi.

Magazzino, C. (2017). "Renewable Energy Consumption-Economic Growth Nexus in Italy", *Int. J. Energy Econ. Policy*, C:7, ss. 119–127.

Mahmutoğlu, M. ve Öztürk, F. (2015). "Türkiye Elektrik Tüketimi Öngörüsü ve bu Kapsamda Geliştirilebilecek Politika Önerileri", *EYC International Congress on Economics*, 5-6 Kasım 2015, Ankara.

Maji, K.İ. ve Bello, U. A. (2017). "Nonlinear Relationship between Renewable Energy and Economic Growth in Nigeria", *Dutse Journal of Economics and Development Studies*, C:2, ss. 181-190.

Makas, Y. ve Karaatlı, M. (2016). "Yapay Sinir Ağlarıyla Hidroelektrik Enerji Üretiminin Çok Dönemli Tahmini", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C:21, No:3, ss. 757-772.

Malik, I. A., Abdullah, A. B., Alam, A., Zaman, K., Kyophilavong, P., Shahbaz, M. ve Shams, T. (2014). "Turn on the Lights: Macroeconomic Factors Affecting Renewable Energy in Pakistan", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:38, ss. 277-284.

Marinas, M. C., Dinu, M., Socol, A. G. ve Socol, C. (2018). "Renewable Energy Consumption and Economic Growth. Causality Relationship in Central and Eastern European countries", *PloS one*, C:13, No:10, ss. 1-29.

Mbarek, M. B., Khairallah, R. ve Feki, R. (2015). "Causality Relationships Between Renewable Energy, Nuclear Energy and Economic Growth in France", *Environment Systems and Decisions*, C:35, No:1, ss. 133-142.

Meade, J. E. (1961). "A Neo-Classical Theory of Economic Growth", *The American Economic Review*, C:51, No:3, ss. 360-369.

Melikoglu, M. (2016). "The Role of Renewables and Nuclear Energy in Turkey's Vision 2023 Energy Targets: Economic and Technical Scrutiny", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:62, ss.1-12.

Melikoglu, M. ve Turkmen, B. (2019). "Food Waste to Energy: Forecasting Turkey's Bioethanol Generation Potential from Wasted Crops and Cereals till 2030", *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, C:36, ss. 1-9.

Menyah, K. ve Wolde-Rufael, Y. (2010). "CO₂ Emissions, Nuclear Energy, Renewable Energy and Economic Growth in the US", *Energy Policy*, C:38, No:6, ss. 2911-2915.

Mermertaş, Ş. (2018). *Sanayi Üretimi Raporu*, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası, Ekonomik Araştırmalar Müdürlüğü, İstanbul.

Mitchell, J., Smith, R. J., Weale, M. R., Wright, S. ve Salazar, E. L. (2005). "An Indicator of Monthly GDP and an Early Estimate of Quarterly GDP growth", *The Economic Journal*, C:115, No:501, ss. 108-129.

Mitchell, W., Wray, L. R. ve Watts, M. (2019). *Macroeconomics*, Red Globe Press, London.

Mongha, N., Stafford, E. R. ve Hartman, C. L. (2006). "An Analysis of the Economic Impact on Utah County, Utah from the Development of Wind Power Plants", *Renewable Energy for Rural Economic Development College of Business Utah State University*, No:DOE/GO-102006-2316, ss. 1-24.

Mu, Y., Cai, W., Evans, S., Wang, C. ve Roland-Holst, D. (2018). "Employment Impacts of Renewable Energy Policies in China: A Decomposition Analysis Based on a CGE Modeling Framework", *Applied Energy*, C:210, ss. 256-267.

Neuhaus, L. (2016). "Examining the Renewable Energy Consumption-Economic Growth Nexus in Sub-Saharan African Countries", University of Northern Iowa, Honors Program Theses.

Neuwahl, F., Löschel, A., Mongelli, I. ve Delgado, L. (2008). "Employment Impacts of EU Biofuels Policy: Combining Bottom-up Technology Information and Sectoral Market Simulations in an Input–Output Framework", *Ecological Economics*, C:68, No:1-2, ss.447-460.

Ntanos, S., Skordoulis, M., Kyriakopoulos, G., Arabatzis, G., Chalikias, M., Galatsidas, S. ve Katsarou, A. (2018). "Renewable Energy and Economic Growth: Evidence From European Countries", *Sustainability*, C:10, No:8, ss.1-13.

Ocal, O. ve Aslan, A. (2013). "Renewable Energy Consumption–Economic Growth Nexus in Turkey", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:28, ss. 494-499.

Oliveira, C., Cassidy, N. ve Coelho, D. (2014). "Employment Effects of Electricity Generation from Renewable Energy Technologies in the UK", International Input-Output Conference, Lisbon.

Oliveira, E. M. D. ve Oliveira, F. L. C. (2018). "Forecasting Mid-long Term Electric Energy Consumption Through Bagging ARIMA and Exponential Smoothing Methods", *Energy*, C:144, ss. 776-788.

Olsson, O. (2013). *Essentials of Advanced Macroeconomic Theory*, Routledge, Torquay.

Onat, N. (2018). "Türkiye'de Yenilenebilir Kaynaklardan Elektrik Enerjisi Üretimi: Mevcut Durum ve Gelecek Beklentileri", *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, C:1, No:1, ss. 8-15.

Ozcan, M. (2016). "Estimation of Turkey's GHG Emissions from Electricity Generation by Fuel Types", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:53, ss. 832-840.

Ozturk, S. ve Ozturk, F. (2018). "Forecasting Energy Consumption of Turkey by ARIMA Model", *Journal of Asian Scientific Research*, C:8, No:2, ss. 52-60.

Özarslan, B. ve Bayraç, H. N. (2018). "Türkiye'de Rüzgâr Enerjisinin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı", *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, C:10, No:19, ss. 381-395.

Özçağ, M. ve Hotunluoğlu, H. (2015). "Kalkınma Anlayışında Yeni Bir Boyut: Yeşil Ekonomi", *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C:13, No:2, ss. 303-324.

Özçelik, Ö. ve Barut A. (2017). "Uluslararası Çevre Hukukunun Gelişimi ve Türkiye'deki Atık Yönetimi Düzenlemeleri ve Türkiye'nin Avrupa Birliği Mevzuatına Uyum Süreci", *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, C:2, No:4, ss.1-32.

Özsoy, C. (2009). "Türkiye'de Eğitim ve İktisadi Büyüme Arasındaki İlişkinin VAR Modeli ile Analizi", *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, C:4, No:1, ss. 71-83.

Özşahin, Ş., Mucuk, M. ve Gerçeker, M. (2016). “Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi”, *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, C:4, No:4, ss. 111-130.

Pao, H. T. ve Fu, H. C. (2013). “Renewable Energy, Non-renewable Energy and Economic Growth in Brazil”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:25, ss. 381-392.

Paramati, S. R., Apergis, N. ve Ummalla, M. (2018). “Dynamics of Renewable Energy Consumption and Economic Activities Across the Agriculture, Industry and Service Sectors: Evidence in the Perspective of Sustainable Development”, *Environmental Science and Pollution Research*, C:25, No:2, ss. 1375-1387.

Pata, U. K. (2016). “Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ile Büyüme İlişkisi (1972-2011)”, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.

Payne J. E. (2009). “On the Dynamics of Energy Consumption and Output in The US”, *Applied Energy*, C:86, No:4, ss. 575-587.

Peñaflor, J.A. (2017). “Economic Growth and Pollution Mitigation Through the Use of Renewable Energy in Electricity Production in Asian Developing Countries”, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.

Pesaran, M. H. ve Shin, Y. (1998). “An Autoregressive Distributed-lag Modelling Approach to Cointegration Analysis”, *Econometric Society Monographs*, C:31, ss. 371-413.

Pesaran, M. H., Shin, Y. ve Smith, R. J. (2001). “Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships”, *Journal of Applied Econometrics*, C:16, No:3, ss. 289-326.

Phillips, P. ve Perron, P. (1988). “Testing for a Unit Root in Time Series Regression”, *Biometrika*, C:75, ss. 335–346.

Räisänen, O., Haakana, J., Haapaniemi, J., Lassila, J. ve Partanen, J. (2019). “Electricity Demand Forecasting 2030 by Decomposition Analysis of Open Data”, 25th International Conference on Electricity Distribution, 3-6 June 2019, 1756, 1-5.

- Ram, M., Aghahosseini, A. ve Breyer, C. (2020). "Job Creation During the Global Energy Transition Towards 100% Renewable Power System by 2050", *Technological Forecasting and Social Change*, C:151, ss. 1-40.
- Reyhan, S. A. ve Duygu, E. (2015). "Çevre Politikalarında Yeni Bir Yaklaşım: Yeşil İşler ve Yeşil İstihdam", *Memleket Siyaset Yönetim*, C:10, No:23, ss. 21-39.
- Rivers, N. (2013). "Renewable Energy and Unemployment: A General Equilibrium Analysis", *Resource and Energy Economics*, C:35, No:4, ss. 467-485.
- Rodríguez-Huerta, E., Rosas-Casals, M. ve Sorman, A. H. (2017). "A Societal Metabolism Approach to Job Creation and Renewable Energy Transitions in Catalonia", *Energy Policy*, C:108, ss. 551-564.
- Rutovitz, J. Harris, S. (2012). "Calculating Global Energy Sector Jobs: 2012 Methodology", *Institute for Sustainable Futures*, Ultimo, Australia.
- Saad, W. ve Taleb, A. (2018). "The Causal Relationship Between Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from Europe", *Clean Technologies and Environmental Policy*, C:20, No:1, ss. 127-136.
- Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption and income in emerging economies. *Energy policy*, C:37, No:10, ss. 4021-4028.
- Salim, R.A, Hassan, K. ve Shafiei, S. (2014). "Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerji Tüketimi ve Ekonomik Faaliyetler: OECD Ülkelerinden Başka Kanıtlar", *Enerji Ekonomisi*, C:44, ss. 350-360.
- Santos, J. (2013). "The Role of Energy in Economic Growth: A Two-Sector Model with Useful Work", University of Lisbon, Basılmamış Doktora Tezi.
- Sarı, A. ve Akkaya, M. (2016). "Contribution of Renewable Energy Potential to Sustainable Employment", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, C:229, ss. 316-325.
- Sarı R, Ewing B.T. ve Soytas U. (2008). "The Relationship Between Disaggregate Energy Consumption and Industrial Production in The United States: An ARDL Approach", *Energy Economics*, C:30, No:5, ss. 2302–2313.

Sawle, Y., Gupta, S. C. ve Bohre, A. K. (2018). “Socio-techno-economic Design of Hybrid Renewable Energy System Using Optimization Techniques”, *Renewable Energy*, C:119, ss. 459-472.

Schleicher-Tappeser, R. (2012). “How Renewables will Change Electricity Markets in the Next Five Years”, *Energy Policy*, C:48, ss. 64-75.

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*, C:39, ss. 14-23.

Sema, A. Y. (2012). “Türkiye’de İşsizliğin Nedenleri: İstihdam Politikaları Üzerine bir Değerlendirme”, *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C:19, No:2, ss. 321-341.

SETA (2018). *2018'de Türkiye*. SETA, Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı, 1.Baskı, Ankara.

Sever, E. ve İğdeli, A. (2018). “Asgari Ücret, İstihdam ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: BRICS-T Örneğinde Bir İnceleme”, *Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, C:2, No:3, ss. 1-14.

Sevktekin, M. (2017). *Önraporlama Geçmişe Bak Geleceği Öngör*, 1.Baskı, Dora Basım Yayın, Bursa.

Sevktekin, M. ve Çınar, M. (2017). *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi*, Eviews Uygulamalı, 5.Baskı, Dora Yayınevi, Bursa.

Seydioğulları, H. S. (2013). “Sürdürülebilir Kalkınma için Yenilenebilir Enerji”, *Planlama*, C:23, No:1, ss. 19-25.

Shahbaz, M., Loganathan, N., Zeshan, M. ve Zaman, K. (2015). “Does Renewable Energy Consumption Add in Economic Growth? An Application of Auto-regressive Distributed Lag Model in Pakistan”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:44, ss. 576-585.

Silalertruksa, T., Gheewala, S. H., Hünecke, K. ve Fritsche, U. R. (2012). "Biofuels and Employment Effects: Implications for Socio-economic Development in Thailand", *Biomass and Bioenergy*, C:46, ss. 409-418.

Silva, S., Soares, I. ve Pinho, C. (2012). "The Impact of Renewable Energy Sources on Economic Growth and CO₂ Emissions-A SVAR Approach", *European Research Studies*, C:15, ss. 1-23.

Simas, M. ve Pacca, S. (2014). "Assessing Employment in Renewable Energy Technologies: A Case Study for Wind Power in Brazil", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:31, ss. 83-90.

Šimelytė, A. ve Dudzevičiūtė, G. (2017). "Consumption of Renewable Energy and Economic Growth." *5th International Scientific Conference*, 11-12 Mayıs 2017, Vilnius.

Soava, G., Mehedintu, A., Sterpu, M. ve Raduteanu, M. (2018). "Impact of Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Evidence from European Union Countries", *Technological and Economic Development of Economy*, C:24, No:3, ss. 914-932.

Srisamran, S. (2014). "A Study of Electricity Planning in Thailand: An Integrated Top-down and Bottom-up Computable General Equilibrium (CGE) Modeling Analysis", Cornell University, Basılmamış Doktora Tezi.

Stern, D. I. (2004). "Economic Growth and Energy", *Encyclopedia of Energy*, C:2, No:147, ss. 35-51.

Sungur, Z. (2010). "Yeşil Yakalı Meslekler", *12. Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Kongresi*, 7-10 Ekim 2010, Antalya.

Şen, A. (2010). "Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: İspanya Örneği", İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi.

Şen, A. ve Bingöl, N. (2018). "Sağlık Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği", *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, C:9, No:1, 89-106.

Şenel, M. C. ve Koç, E. (2015). “Dünyada ve Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Durumu-Genel Değerlendirme,” *Mühendis ve Makina*, C:56, No:663, ss. 46-56.

Şengelen, H. (2016). “Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Panel Veri Analizi ile İncelenmesi”, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.

Şentürk, A. (2018). “Sürdürülebilir Ekonomik Büyüme Bağlamında Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Avrupa Birliği (AB) ve Türkiye Örneği Üzerine Bir Değerlendirme”, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.

Şentürk, İ. (2012). “Kaynaklarına Göre Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyümeye Etkileri”, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi.

Şimşek, T. ve Yiğit, E. (2017). “BRICK Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Petrol Fiyatları, CO₂ Emisyonu, Kentleşme ve Ekonomik Büyüme Üzerine Nedensellik Analizi”, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, C:12, No:3, ss. 117-136.

Şoltan, T. (2009). “Enerji Tüketimi ile Gayri Safi Yurt İçi Hâsila Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Granger, Toda Yamamoto ve ARDL Testleri ile İncelenmesi”, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.

Taghvaee, V. M., Shirazi, J. K., Boutabba, M. A. ve Aloo, A. S. (2017). “Economic Growth and Renewable Energy in Iran”, *Iran Economic Review*, C:21, No:4, ss. 789-808.

Tatlı, H. ve Lebe, F. (2017). “Türkiye’de Doğalgaz Tüketimi, Sermaye ve İstihdamın Ekonomik Büyümeye İlişkisi: Eşbüütünleşme ve Nedensellik Analizi”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C:32, No:1, ss. 1-28.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (Çevirimiçi) <https://iklim.csb.gov.tr/birlesmis-milletler-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-i-4362>, 30 Nisan 2020.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2018). “Türkiye’nin Yedinci Ulusal Bildirimi”, (Çevirimiçi) <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/yed-nc--ulusal-b-ld-r-m-20190909092640.pdf>, 31 Nisan 2020.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2019). “2019-2023 Stratejik Planı”, (Çevirimiçi)

http://www.sp.gov.tr/upload/xSPStratejikPlan/files/lbigi+enerji_ve_tabii_kaynaklar_bakanligi_2019-2023_stratejik_planı.pdf, 05 Mayıs 2020.

T.C. ETKB (2014). “Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı”, Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara.

T.C. ETKB (2017). “Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü”, Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara.

TEİAŞ, Türkiye Elektrik İletim A.Ş., Türkiye Elektrik Üretim-İletim İstatistikleri, (Çevirimiçi) <https://www.teias.gov.tr/tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>, 10 Şubat 2020.

TEİAŞ (2018). “Türkiye Elektrik Enerjisi 5 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2018-2022)”, *Türkiye Elektrik İletişim A.Ş. Genel Müdürlüğü*, Planlama ve Yatırım Yönetimi Dairesi Başkanlığı, ss. 1-98.

TEİAŞ (2019a). “10 Yıllık Talep Tahminleri Raporu 2019-2028”, *Türkiye Elektrik İletişim A.Ş. Genel Müdürlüğü*, Planlama ve Yatırım Yönetimi Dairesi Başkanlığı, Temmuz 2019.

TEİAŞ (2019b). “5 ve 10 Yıllık (2024-2029) Bölgesel Bağlanabilir Kapasite Raporu”, *Türkiye Elektrik İletişim A.Ş. Genel Müdürlüğü*, Planlama ve Yatırım Yönetimi Dairesi Başkanlığı, Şubat 2019, ss. 1-58.

Tekeli, S., Özgüler, V.C., Özdemir, M.Ç. ve Biçerli, M.K. (2012). *İstihdam ve İşsizlik*, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 2678, Eskişehir.

Telatar, O. M. ve Terzi, H. (2009). “Türkiye’de Ekonomik Büyüme ve Cari İşlemler Dengesi İlişkisi”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, C:23, No:2, ss. 119-134.

TENVA (2015). “2030'lara Doğru Türkiye'nin Enerji Görünümü”. Türkiye Enerji Vakfı, (Çevirimiçi) <http://www.tenva.org/2030lara-dogruturkiyenin-enerji-gorunumu/>, 26 Nisan 2020.

- Thornley, P., Rogers, J. ve Huang, Y. (2008). "Quantification of Employment From Biomass Power Plants", *Renewable Energy*, C:33, No:8, ss. 1922-1927.
- Tıraşoğlu, B.Y. (2014). "Yapısal Kırımlı Birim Kök Testleri ile OECD Ülkelerinde Satın Alma Gücü Paritesi Geçerliliğinin Testi", *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, C:20, ss. 68-87.
- Timmons D, Harris J. M. ve Roach B. (2014). *The Economics of Renewable Energy, GDAE Teaching Module*. Tuffs University, Medford.
- Tintner, G., Deutsch, E., Rieder, R. ve Rosner, P. (1977). "A Production Function for Austria Emphasizing Energy", *De Economist*, C:125, No:1, ss. 75-94.
- Tiwari, A. K. (2011). "A Structural VAR Analysis of Renewable Energy Consumption, Real GDP and CO₂ Emissions: Evidence from India", *Economics Bulletin*, C:31, No:2, ss. 1793-1806.
- Toda, H. Y. ve Yamamoto, T. (1995). "Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes", *Journal of Econometrics*, C:66, No:1-2, ss. 225-250.
- Toksarı, M. D. (2007). "Ant Colony Optimization Approach to Estimate Energy Demand of Turkey", *Energy Policy*, C:35, No:8, ss. 3984-3990.
- Topal, M. H. ve Özer, U. (2014). "Ekoloji Odaklı Bir İş Yaratma Stratejisi: Yeşil İstihdam", *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, C:5, No:11, ss. 257-274.
- Topgül, S. (2015). "A Solution for Unemployment: Green jobs and Green Employment Tokat Example", *Journal of Human Sciences*, C:12, No:2, ss. 1334-1348.
- Tugcu, C. T., Ozturk, I. ve Aslan, A. (2012). "Renewable and Non-renewable Energy Consumption and Economic Growth Relationship Revisited: Evidence From G7 Countries", *Energy Economics*, C:34, No:6, ss. 1942-1950.
- Tugcu, C. T. ve Topcu, M. (2018). "Total, Renewable and Non-renewable Energy Consumption and Economic Growth: Revisiting the Issue with an Asymmetric Point of View", *Energy*, C:152, ss. 64-74.

Tutulmaz, O. (2011). “Ekonomi-Çevre İlişkisi ve Sürdürülebilir Kalkınma: Ampirik Bir Değerlendirme”, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi.

TÜİK (2017). *Resmi İstatistik Programı (2017- 2021)*, Türkiye İstatistik Kurumu, Ocak 2017, Ankara.

TÜİK (2019). Türkiye İstatistik Kurumu Web Sitesi, (Çevirişi) <http://tuik.gov.tr/>, 13 Ocak 2019.

TÜREB (2019). *Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu*, Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği, Ankara.

Uçak, S. (2010). “Sürdürülebilir Kalkınma Bağlamında Alternatif Enerji ve Enerji Üretimi-Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi”, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi.

UEVEP (2018). “Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023”, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (Çevirişi) <https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fSayfalar%2fUlu%2fEnerji+Verimlili%2f+Eylem+Plan%2fB1.pdf>, 20 Nisan 2020.

Ulusoy, A. ve Erdem, H.F. (2014). “İç Borçlanma ve Enflasyon Etkileşimi: Türkiye Örneği”, *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, C:22, ss. 122-135.

UNDP (2016). *UNDP Support to the Implementation of the Sustainable Development Goals*, United Nations Development Programme, New York.

UNDP (2017). “Goal 7 Targets: UNDP support to the implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development”, (Çevirişi) http://www.undp.org/content/undp/en/home/_sustainable-development-goals/goal-7-affordable-and-clean-energy/targets/ 12 Ağustos 2018.

UNDP Türkiye, (Çevirişi) https://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/_sustainable-development-goals.html, 1 Mayıs 2020.

Usupbeyli, A. ve Uçak, S. (2018). “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji-Büyüme İlişkisi”, *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C:16, No:4, ss. 223-238.

Uzlu, E., Akpinar, A., Özturk, H. T., Nacar, S. ve Kankal, M. (2014). "Estimates of Hydroelectric Generation Using Neural Networks with the Artificial Bee Colony Algorithm for Turkey", *Energy*, C:69, ss. 638-647.

Ünsal, E. (2016). *İktisadi Büyüme*, Genişletilmiş 2.Baskı, BB101 Yayınları, Ankara.

Ünsal, E. M. (2009). *Makro İktisat*, 8.Baskı, İmaj Yayıncılık, Ankara.

Van der Zwaan, B., Cameron, L. ve Kober, T. (2013). "Potential for Renewable Energy Jobs in the Middle East", *Energy Policy*, C:60, ss. 296-304.

Vo, V. C. (2019). "Forecast on Electricity Demand for Industry and Construction Sectors in Vietnam by 2030", *International Conference on System Science and Engineering*, 19-21 Temmuz 2019, Dong Hoi City.

Wang, Q., Li, S. ve Li, R. (2018). "China's Dependency on Foreign Oil will Exceed 80% by 2030: Developing a Novel NMGM-ARIMA to Forecast China's Foreign Oil Dependence from Two Dimensions", *Energy*, C:163, ss. 151-167.

Wei, M., Patadia, S. ve Kammen, D. M. (2010). "Putting Renewables and Energy Efficiency to Work: How Many Jobs can the Clean Energy Industry Generate in the US?", *Energy policy*, C:38, No:2, ss. 919-931.

Williams, S.K., Acker, T., Goldberg, M. ve Greve, M. (2008). "Estimating the Economic Benefits of Wind Energy Projects Using Monte Carlo Simulation with Economic Input/Output Analysis", *Wind Energy*, C:11, ss. 397-414.

Williamson, S. D. (2018). *Macroeconomics*, Pearson Education, New York.

WindEurope (2017). *Wind Energy in Europe: Scenarios for 2030*, Wind Europe, Brussels.

Wydra, S. (2011). "Production and Employment Impacts of Biotechnology- Input-Output Analysis for Germany", *Technological Forecasting and Social Change*, C:78, No:7, ss. 1200-1209.

WWF Turkey (2014). Turkey's Renewable Power: Alternative Power Supply Scenarios for Turkey. (Çeviriimiçi)
http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/wwf_turkey_bnef_turkey_s_renewable_power_alternative_power_supply_scenarios_until_.pdf, 19 Nisan 2020.

Yazdi, S. K. ve Khanalizadeh, B. (2014). "Relation Between Renewable Energy, Energy Consumption and Economic Growth in Iran", *Advances in Environmental Biology*, C:8, No:21, ss. 125-132.

YEGM. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Web Sitesi, (Çeviriimiçi) http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/y_mevzuat.aspx, 7 Mart 2019.

Yeldan, E. (2011). *İktisadi Büyüme ve Bölüşüm Teorileri*, 2.Baskı, Efil Yayınevi, Ankara.

Yılmaz, E. A. ve Özciç, H. C. (2018). "Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Gelecek Hedefleri", *ODÜ Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, C:8, No:3, ss. 525-535.

Yılmaz, S. A. (2014). *Yeşil İşler ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Alanındaki Potansiyeli*, Kalkınma Bakanlığı, Uzmanlık Tezi, Yayın No: 2827, Ankara.

Yıldırım, E., Saraç, Ş. ve Aslan, A. (2012). "Energy Consumption and Economic Growth in the USA: Evidence from Renewable Energy", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:16, No:9, ss. 6770-6774.

Yücel F. B. (1994). *Enerji Ekonomisi*, Akay Ofset Matbaacılık, Ankara.

Zafar, M. W., Shahbaz, M., Hou, F. ve Sinha, A. (2018). "From Nonrenewable to Renewable Energy and Its Impact on Economic Growth: The Role of Research & Development Expenditures in Asia-Pacific Economic Cooperation Countries", *Journal of Cleaner Production*, C:212, ss. 1166-1178.

Zame, K. K. (2016). "Renewable Energy Deployment in Ghana: Sustainability Benefits and Policy Implications", University of Delaware, Basılmamış Doktora Tezi.

Zhang, S., Chen, Y., Liu, X., Yang, M. Ve Xu, L. (2017). "Employment Effects of Solar PV Industry in China: A Spreadsheet-Based Analytical Model", *Energy Policy*, C:109, ss. 59-65.

Zhang, Y. ve Goldberg, M. (2015). "Jobs and Economic Development Impact (JEDI) User Reference Guide: Fast Pyrolysis Biorefinery Model", *National Renewable Energy Labarotory*, Technical Report No. NREL/TP-6A20-62548, ss. 1-30.

Zhao, X. ve Luo, D. (2017). "Driving Force of Rising Renewable Energy in China: Environment, Regulation and Employment", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, C:68, ss. 48-56.

Zivot, E. ve Andrews, D. W. K. (1992). "Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis", *Journal of Business & Economic Statistics*, C:10, No:3, ss. 251-270.

Zhang, G. P. (2003). "Time Series Forecasting Using a Hybrid ARIMA and Neural Network Model", *Neurocomputing*, C:50, ss. 159-175.

EKLER

Ek-1: 1802360986 Sayılı TEİAŞ 2006-2010 ve 2011-2018 Yılları Arası Türkiye Aylık Kaynak Bazlı Toplam Kurulu Güç Değerleri Bilgi ve Belge Talebi

PDF.js viewer

<https://belgenet.teias.gov.tr/edys-web/pdfjs19/web/viewer.xhtml?fil...>



TÜRKİYE ELEKTRİK İLETİM A.Ş. GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Yük Tezvi Dairesi Başkanlığı
İşletme Koordinasyon Müdürlüğü

Sermaye: 5 Milyar ₺
Vergi D. Hıfzı
Vergi No: 879 030 4314
ASO: 5887 ATO:165458

ÇOK İVEDİ
19.12.2018

Sayı : 65851913-622.03-E.522263
Konu : Bilgi ve Belge Talepleri

DAĞITIM YERLERİNE

İlgili : 29.11.2018 tarih ve 1802360986 sayılı yazınız.

İlgili yazınız gereği Bilgi Edinme Hakkı Kanunu kapsamında Mustafa GÜLLÜ'nün CİMER yoluyla Teşekkürümüze yapmış olduğu başvuru dilekçesi Başkanlığımıza incelenmiş olup söz konusu dilekçede talep edilen bilgiler, 10.11.2005 tarih 5429 sayılı Türkiye İstatistik Kanunu usul ve esasları çerçevesinde gönderilmektedir.

Gereğini arz/rica ederiz.

e-imzalıdır
Alp ALBOSTAN
Müdürlük(G.)

e-imzalıdır
Zafer KAMİLOĞLU
Daire Başkanı

Ek : Excel Tablosu

Dağıtım:

Gereği:

Sayın Mustafa GÜLLÜ
EYMİR MAH KÖYCEĞİZ GÖLÜ CAD C2-79
BLOK NO:7E İÇKAPİ NO:14 GÖLBAŞI /
ANKARA

Bilgi:

KURUMSAL İLETİŞİM MÜDÜRLÜĞÜNE

Not: 5070 sayılı elektronik imza kanunu gereği bu belge elektronik imza ile imzalanmıştır.

Nasuh Akar mah. Türkocağı cad. no:12 (06520) Balgat/Çankaya/ANKARA

Bilgi için:Ayşe ARSLAN
Mühendis
Telefon No:(312) 203 81 37

Ek-2: 1802504464 Sayılı TEİAŞ 2014-2018 Yılları Arası Türkiye Yenilenebilir Enerji Üretimi Bilgi ve Belge Talebi

PDF.js viewer

<https://belgenet.teias.gov.tr/edys-web/pdfjs19/web/viewer.xhtml?fil...>



TÜRKİYE ELEKTRİK İLETİM A.Ş. GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Yük Tevzi Dairesi Başkanlığı
İşletme Koordinasyon Müdürlüğü

Satmeye: 5 Milyar ₺
Vergi D. İhrit
Vergi No: 879 030 4314
ASO: 5887 ATO:165458

Sayı : 65851913-622.03-E.2953
Konu : Bilgi ve Belge Talepleri

ÇOK İVEDİ
03.01.2019

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : 14.12.2018 tarih ve 1802504464 sayılı yazınız.

İlgi yazınız gereği Bilgi Edinme Hakkı Kanunu kapsamında Mustafa GÜLLÜ'nün CİMER yoluyla Teşekkürlümüze yapmış olduğu başvuru dilekçesi Başkanlığımızca incelenmiş olup söz konusu dilekçede talep edilen bilgiler, 10.11.2005 tarih 5429 sayılı Türkiye İstatistik Kanunu usul ve esasları çerçevesinde yazımız ekinde gönderilmektedir.

Gereğini arz/rica ederiz.

e-imzalıdır
Alp ALBOSTAN
Müdür(G.)

e-imzalıdır
Zafer KAMİLOĞLU
Daire Başkanı

Ek : Excel Tabloları

Dağıtım:

Gereği:

Sayın Mustafa GÜLLÜ
EYMİR MAH KÖYCEĞİZ GÖLÜ CAD C2-79
BLOK NO:7E İÇKAPI NO:14 GÖLBAŞI /
ANKARA

Bilgi:

KURUMSAL İLETİŞİM MÜDÜRLÜĞÜNE

Not: 5070 sayılı elektronik imza kanunu gereği bu belge elektronik imza ile imzalanmıştır.

Nasuh Akar mah. Türkocağı cad. no:12 (06520) Balgat/Çankaya/ANKARA

Bilgi için:Ayşe ARSLAN
Mithendis
Telefon No:(312) 203 81 37

Ek-3: 72842 Sayılı Dilekçe ile NACE Rev. 2'de 35 kodlu sektörde üretim yaptığını beyan eden ve cetvel veren işletmelerin sayısı ve istihdam bilgileri

Sayın Mustafa Güllü,

23 Ekim 2018 tarihli ve 72842 sayılı dilekçeniz incelenmiştir.

6948 sayılı Sanayi Sicil Kanunu gereği Bakanlığımızca sanayi işletmelerinin kayıtları tutulmaktadır. Her yıl toplanan yıllık işletme cetvelleri ile işletmelerin fiili durumları takip edilmektedir.

Bu kapsamda 2013-2017 yılları içinde Yıllık İşletme Cetveli veren ve ana faaliyeti **NACE Rev. 2'de 35 kodlu sektörde üretim yaptığını beyan eden ve cetvel veren işletmelerin sayısı ve istihdam bilgileri** sayıları aşağıdaki tabloda gönderilmektedir.

Sektör kodu (NACE Rev.2)		2013	2014	2015	2016	2017
35.11	Cetvel-Veren işletme Sayısı	367	435	530	642	897
	İstihdam	13641	17560	22925	24788	28275
35.30	Cetvel Veren işletme Sayısı	50	55	60	68	69
	İstihdam	775	876	1100	1187	1190
<i>Genel Toplam (35 Sektörü)</i>	<i>Cetvel Veren işletme</i>	<i>417</i>	<i>490</i>	<i>590</i>	<i>712</i>	<i>971</i>
	<i>İstihdam</i>	<i>14416</i>	<i>18436</i>	<i>24025</i>	<i>25981</i>	<i>29494</i>

Kaynak: Sanayi Sicil Bilgi Sistemi (SSBS)

Not: 35.12, 35.13 ve 35.21 sektörlerinde işletme sayısı az olması nedeniyle ayrıca belirtilmemiş ancak Genel toplam içerisine dahil edilmiştir. Bunun yanında 2014 ve 2017 yıllarında Sanayi Sicil kanununda değişiklik yapılarak af uygulaması getirilmesi nedeniyle kayıt sayılarında artış olmuştur. Bunun analizde dikkate alınması uygun olacaktır.

İyi çalışmalar.



Volkan ŞİMŞEK
Sanayi ve Teknoloji Uzman Yardımcısı
Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü
Genel Sanayi Hizmetleri Dairesi Başkanlığı
Sanayi Sicil Koordinasyon Şubesi
Tel: (0312) 201 55 44

