T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANA BİLİM DALI

YENİLENEBİLİR ENERJİNİN EĞİTİM ve İSTİHDAM İLE İLİŞKİSİ

DOKTORA TEZİ

FATMA AĞPAK

GAZİANTEP
MAYIS 2018

FATMA AĞPAK DOKTORA TEZİ GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ İKTİSAT ABD 2018

T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANA BİLİM DALI

YENİLENEBİLİR ENERJİNİN EĞİTİM ve İSTİHDAM İLE İLİŞKİSİ

DOKTORA TEZİ

FATMA AĞPAK

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ömer Özçiçek

GAZİANTEP
MAYIS 2018

T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANA BİLİM DALI

Yenilenebilir Enerjinin Eğitim ve İstihdam ile İlişkisi

FATMA AĞPAK

Tez Savunma Tarihi: 28/05/2018

Sosyal Bilimler Enstitüsü Onayı

Doç. Dr. Zekiye ANTAKYALIOĞLU
SBE Müdürü

Bu tezin Doktora tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Prof.Dr.İbrahim ARSLAN
İktisat Bölüm Başkanı
Prof. Dr. İbrahim ARSLAN
Enstitü ABD Başkanı

Bu tez tarafımca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ömer ÖZÇİÇEK
Tez Danışmanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:

Prof. Dr. Ömer Özçiçek
Prof. Dr. Selahattin Güriş
Doç. Dr. Kenan Lopcu
Doç. Dr. Tuba Direkci
Doç. Dr. Eren Özçelik

İTHAF

Aileme

ÖZET

YENİLENEBİLİR ENERJİNİN EĞİTİM ve İSTİHDAM İLE İLİŞKİSİ

Fatma AĞPAK
Doktora Tezi, İktisat Ana Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ömer Özçiçek
Mayıs 2018, 192 sayfa

Bu çalışmada toplumsal bilgi stokunun yenilenebilir enerji kullanımına olan etkisi ve yenilenebilir enerji tüketiminin genel istihdam ile genç istihdam düzeyi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla beş farklı ekonometrik modelden yararlanılmıştır. Eğitim yoluyla edinildiği kabul edilen toplumsal bilgi stokunun yenilenebilir enerji kullanımı ile olan ilişkisini ele alan panel veri modelleri sırasıyla sabit etkili sahte Poisson en çok olabilirlik, sabit etkiler ve sabit etkili panel eşik yöntemleri ile analiz edilmiştir. Modellerde toplumsal bilgi stokunun göstergeleri olarak kamu eğitim harcamaları, ar-ge harcamaları, orta ve yükseköğretim okullaşma oranları seçilmiştir. Elde edilen sonuçlar ele alınan örneklem kapsamında ar-ge harcamalarının, ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeyi fark etmeksizin yenilenebilir enerji kullanımı ile pozitif ilişki olduğunu göstermiştir. Kamu eğitim harcamalarının pozitif etkisi ise ancak eğitim harcamalarının milli gelire oranının % 7,48'i aşması durumunda gözlenebilmiştir. Okullaşma oranlarına dair elde edilen bulgular da artan okullaşma oranlarının yenilenebilir enerji kullanımı ile pozitif ilişkili olduğunu ifade etmektedir. Özellikle yüksek eğitim düzeyinde ilişkinin kuvvetlendiği söylenebilir. Yenilenebilir enerji kullanımının istihdam etkisini ölçmeye yönelik modeller ise ortak ilişkili etkiler ortalama grup tahmincisi ile tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçları yenilenebilir enerji kullanımı ile istihdam arasında negatif ilişki bulunduğunu göstermektedir. Fakat yenilenebilir enerji kullanımına geçiş sürecinden genç istihdamının, genel istihdama oranla daha olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Genel İstihdam, Genç İstihdamı, Toplumsal Bilgi Stoku, Eğitim, Panel Veri

ABSTRACT

THE RELATIONSHIP OF RENEWABLE ENERGY TO EDUCATION and EMPLOYMENT

Fatma AĞPAK
PhD. Thesis, Department of Economics
Supervisor: Prof. Dr. Ömer Özçicek
May 2018, 192 page

In this study, the effect of knowledge stock on the use of renewable energy and the effect of renewable energy consumption on general employment and youth employment rate are investigated. For this purpose, five different econometric models are utilized. The models, which are addressing the relationship between knowledge stock and renewable energy use, are analyzed by panel pseudo Poisson maximum likelihood, fixed effects panel regression and fixed effects panel threshold methods, respectively. Research and development spending, public education expenditures, secondary and tertiary school enrollment ratios are chosen as the indicators of social knowledge stock. The results show that the research&development spending is positively correlated with the use of renewable energy regardless of the economic development of the countries. On the other hand, public education expenditure has a threshold effect at 7.48 %. The findings also suggests that increased enrollment ratios are positively related to renewable energy participation. Furthermore, the positive impact of education is found to be stronger at higher education levels. On the other hand, the model to estimate the employment effect of renewable energy use is analysed by common correlated mean group effects approach. Estimation results revealed the negative relationship between employment of renewable energy and employment. However, it can be said that transition to renewable energy is more adversely affects youth employment compared to the general employment of the economy.

Key Words: Renewable Energy, Employment Rate, Youth Employment Rate, Social Knowledge Stock, Education, Panel Data

ÖN SÖZ

Doktora eğitimim boyunca ve bu tezin her aşamasında bilimsel birikimi ve eğitim tecrübesiyle her konuda desteğini ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Ömer ÖZÇİÇEK'e ve sayın jüri üyelerime teşekkürlerimi sunarım. Bu tezin TÜBİTAK 2211-A projesi kapsamında desteklenmiş olması nedeniyle TÜBİTAK'a da söz konusu destek için teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak, sabır gerektiren bu zorlu süreçte bana her anlamda destek olan eşime, çocuklarım Hanzade ve Ali Osman'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET..... i

ABSTRACT.....ii

ÖN SÖZ..... iii

İÇİNDEKİLER..... iv

TABLOLARIN LİSTESİ.....vii

ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....viii

KISALTMALAR..... ix

GİRİŞ..... 1

BİRİNCİ BÖLÜM
YENİLENEBİLİR ENERJİ ve EĞİTİM - ENERJİ- ÇEVRE İLİŞKİSİ.....5
1.1. Enerji Kavramı ve Enerjinin İktisadi Önemi.....6
1.2. Fosil Yakıt Tabanlı Ekonomi ve Çevre İlişkisi.....9
1.3. Yenilenebilir Enerji ve Çevre.....13
1.4. Yenilenebilir Enerjinin Sektörel Gelişimi ve Yenilenebilir Enerji Türleri.....14
1.4.1. Hidroelektrik enerjisi.....16
1.4.2. Rüzgar enerjisi.....19
1.4.3. Jeotermal enerji.....22
1.4.4. Güneş enerjisi.....24
1.4.5. Biyoenerji.....26
1.4.6. Okyanus Enerjisi.....28
1.5. Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Belirleyicileri.....30
1.5.1. Politik faktörler.....30
1.5.1.1. Uluslararası zirve/ kurum/ kuruluş/ antlaşmalar.....31
1.5.1.2. Enerji arz güvenliği.....32
1.5.1.3. Kamu yenilenebilir enerji politikaları.....35
1.5.2. Sosyoekonomik faktörler.....37
1.5.2.1. Karbondioksit salınımı.....37
1.5.2.2 Büyüme ve iktisadi gelişmişlik.....39
1.5.2.3. Enerji fiyatları.....42
1.5.2.4. Enerji arz karması.....43
1.5.2.5. Ekonomideki enerji ihtiyacı.....44
1.5.2.6. Finansal gelişmişlik.....44

Sayfa No

1.5.2.7. Ticari açıklık ve doğrudan yabancı yatırımları..... 45
1.5.2.8. Demografik yapı.....45
1.5.3. Ülkelere özgü etkenler.....46
1.5.3.1. Sürekli adanmışlık.....46
1.5.3.2. Ülkenin yenilenebilir enerji potansiyeli..... 47
1.6. Yenilenebilir Enerji ve Eğitim İlişkisi..... 48
1.6.1. Eğitimin tanımı, işlevleri ve ekonomi ile ilişkisi.....48
1.6.2. Eğitimin yenilenebilir enerji kullanımı üzerindeki etkisi..... 52
1.7. Literatür Özeti.....56

İKİNCİ BÖLÜM
YENİLENEBİLİR ENERJİ ve İSTİHDAM İLİŞKİSİ.....72
2.1. İşgücü Piyasası ve İşsizlik Sorunu..... 72
2.2. Yenilenebilir Enerjinin İstihdama Etki Etme Mekanizmaları.....74
2.3. Yenilenebilir Enerjiye Geçişin İşgücü Piyasasında Oluşturduğu Yapısal Değişimler..... 80
2.4. Yenilenebilir Enerjinin İstihdam Etkisini Ölçmede Kullanılan Yöntemler..... 81
2.5. Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinin İstihdam Faktörleri..... 84
2.6. Literatür Özeti..... 86

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
MODEL, MATERYAL, YÖNTEM.....94
3.1. Yenilenebilir Enerji Kullanımı ve Eğitim Düzeyi Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Analizi.....94
3.1.1. Model I ve II.....94
3.1.2.Model III.....98
3.1.3. Model I ve II için materyal.....99
3.1.4. Model III için materyal.....102
3.1.5. Model I ve Model II'nin analizinde kullanılan yöntemler..... 103
3.1.5.1 İki parçalı model tahmincisi.....105
3.1.5.2. Poisson sahte maksimum olabilirlik tahmincisi.....106
3.1.6. Model III'ün analizinde kullanılan ekonometrik yöntemler.....109
3.1.6.1. Sabit etkili Driscoll-Kraay tahmincisi..... 109
3.1.6.2. Statik panel eşik modeli tahmincisi..... 111
3.2. Yenilenebilir Enerji Kullanımı ve İstihdam Düzeyi Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Analizi.....113
3.2.1. Model IV ve V için materyal.....114
3.2.2. Model IV ve V için uygulanan ekonometrik yöntem.....115
3.2.2.1. Uygulanan ön testler.....115
3.2.2.2. Ortak ilişkili etkiler ortalama grup tahmincisi (CCEMG)... 122

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
BULGULAR VE TARTIŞMA.....124
4.1. Yenilenebilir Enerji ve Eğitim Düzeyi İlişkisini Ele Alan Modeller İçin Analiz Sonuçları.....124
4.1.1. Model I ile II için analiz sonuçları.....124
4.1.1.1. Model I ve II'yi oluşturan değişkenler için betimleyici istatistikler..... 124

Sayfa No

4.1.1.2. Model I ve II için elde edilen bulgular.....130
4.1.2. Model III için analiz sonuçları.....145
4.1.2.1. Model III için elde edilen betimleyici istatistikler..... 145
4.1.2.2. Model III için sabit etkiler modelinden elde edilen bulgular149
4.1.2.3. Model III için eşik modelinden elde edilen bulgular..... 152
4.2. Yenilenebilir Enerji ve İstihdam İlişkisini Ele Alan Modeller İçin Analiz Sonuçları.....155
4.2.1. Model IV ile V'i oluşturan değişkenler için betimleyici istatistikler..... 155
4.2.1. Model IV ile V'in analizinden elde edilen bulgular.....157

SONUÇ ve ÖNERİLER..... 164

KAYNAKLAR..... 168

EKLER.....185

ÖZGEÇMİŞ.....192

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Küresel yenilenebilir enerji kurulu kapasitesi ve enerji karmasındaki payı 16
Tablo 1.2. Yenilenebilir enerji ve eğitim düzeyi/bilgi stoku ilişkisini ekonometrik olarak ele alan çalışmaların özeti..... 71
Tablo 2.1. OECD Ülkeleri İçin İstihdam Faktörleri 85
Tablo 2.2. Solar Termal, PV ve Rüzgar Enerjisi İçin Minimum, Medyan, Maksimum İstihdam Faktörleri 86
Tablo 3.1. Model I ve II'nin örnekleminde yer alan ülkeler 101
Tablo 3.2. Model III'ün örnekleminde yer alan ülkeler 103
Tablo 3.3. Model I ve II'de kullanılan değişkenlere göre eksik gözlem dağılımı 104
Tablo 4.1. Model I ve II'de kullanılan değişkenlere ait özet istatistikler 125
Tablo 4.2. Ana Panel için Model I ve II'nin tahmininden elde edilen sonuçlar 132
Tablo 4.3. Model I'in ülke gruplarına göre TPM yöntemiyle elde edilen tahmin sonuçları 137
Tablo 4.4. Model II'nin ülke gruplarına göre TPM yöntemiyle elde edilen tahmin sonuçları 139
Tablo 4.5. Model I ve II'nin ülke gruplarına göre PPML ile elde edilen tahmin sonuçları 141
Tablo 4.6. Model III'de kullanılan değişkenlere ait özet istatistikler 146
Tablo 4.7. Model III'de kullanılan değişkenlere ait korelasyon matrisi 146
Tablo 4.8. Ön tanımlama testleri 149
Tablo 4.9. Sabit etkili Driscoll-Kraay tahmincisiyle elde edilen sonuçlar 150
Tablo 4.10. Eşik Parametrelerinin Anlamlılığı Test Sonuçları 153
Tablo 4.11. Statik panel eşik yöntemiyle elde edilen tahmin sonuçları 153
Tablo 4.12. Model IV ve V'de kullanılan değişkenlere ait özet istatistikler 155
Tablo 4.13. Değişkenlere Ait Korelasyon Matrisi 156
Tablo 4.14. Yatay Kesit Bağımsızlığı Test Sonuçları 157
Tablo 4.15. Yatay Kesit Bağımlılığı Göstermeyen Değişkenler İçin Birinci Nesil Birim Kök Test Sonuçları 158
Tablo 4.16. Yatay Kesit Bağımlılığı Tespit Edilen Değişkenler İçin İkinci Nesil Birim Kök Test Sonuçları 159
Tablo 4.17. Yapısal kırılmalı birim kök test sonuçları 160
Tablo 4.18. Eğim Katsayılarının Homojenliği Test Sonuçları 161
Tablo 4.19. CCEMG Tahmin Sonuçları 162

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Dünya birincil enerji tüketimi, mtoe (BP, 2016) 7
Şekil 1.2. Coğrafi bölgelere göre birincil enerji tüketimi, mtoe (BP, 2016) 7
Şekil 1.3. Kaynaklarına göre dünya birincil enerji tüketimi, mtoe (BP, 2016 ve IEA 2006'dan yararlanılarak hazırlanmıştır.) 8
Şekil 1.4. Dünya geneli sektörlere göre karbondioksit salınım oranları, 2013 (World Bank , 2016) 13
Şekil 1.5. Yenilenebilir enerji kullanımının beklenen faydaları (Ellabban vd., 2014:758'den faydalanılarak hazırlanmıştır.) 15
Şekil 1.6. Yıllara göre dünya hidroelektrik tüketimi, mtoe (BP, 2016) 18
Şekil 1.7. Bölgelere göre hidroelektrik enerjisi tüketimi, mtoe (BP, 2016) 19
Şekil 1.8. Yıllara göre küresel rüzgar enerjisi sektörü gelişimi, kurulu kapasite MW (BP, 2016) 21
Şekil 1.9. Coğrafi bölgelere göre rüzgar enerjisi tüketimi, mtoe (BP, 2016) 21
Şekil 1.10. Yıllara göre küresel jeotermal enerjisi sektörü gelişimi, kurulu kapasite MW (BP, 2016) 23
Şekil 1.11. Yıllara göre küresel güneş enerjisi sektörü gelişimi, kurulu kapasite MW (BP, 2016) 25
Şekil 1.12. Coğrafi bölgelere göre güneş enerjisi tüketimi, mtoe (BP, 2016) ... 25
Şekil 1.13. Dünya biyoyakıt üretiminin yıllara göre seyri, ttoe (BP, 2016) 27
Şekil 1.14. Coğrafi bölgelere göre biyoyakıt üretimi, ttoe (BP, 2016) 28
Şekil 1.15. Okyanus enerjileri teknolojik hazırlık seviyeleri (WEC, 2016:41) .29
Şekil 2.1. Yenilenebilir enerji kullanımının net istihdam etkisi (European Commission (2014)'den uyarlanmıştır.) 76
Şekil 3.1. Yenilenebilir enerjinin payının histogramı (hidroelektrik harici) ... 104
Şekil 4.1. Yıllara göre ortalama (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranları 125
Şekil 4.2. Ülke gruplarına göre ortalama (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranları 126
Şekil 4.3. Orta öğretim okullaşma oranı ve (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranının serpme diyagramı 127
Şekil 4.4. Yükseköğretim okullaşma oranı ve (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranının serpme diyagramı 127
Şekil 4.5. Yıllara göre ortalama orta öğretim okullaşma oranı, brüt 129
Şekil 4.6. Yıllara göre ortalama yüksek öğretim okullaşma oranı, brüt 130
Şekil 4.8. Kamu eğitim harcamaları ve (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranı değişkenlerine ilişkin serpme diyagramı 147
Şekil 4.9. Ar-Ge harcamaları ve (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranı değişkenlerine ilişkin serpme diyagramı 148
Şekil 4.10. Yıllara göre panel ortalama istihdam oranlarının seyri 157

KISALTMALAR

BMA	**:** Bayes Ağırlıklı Ortalama Yöntemi
BP	**:** British Petroleum
BRICS	**:** Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, G. Afrika ülkeler grubu
CADF	**:**Yatay Kesitlere Göre Genişletilmiş Dickey Fuller Birim Kök Testi
CCEMG	**:** Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup Tahmincisi
CIPS	**:** Yatay Kesitlere Göre Genişletilmiş Im, Pesaran,Shin Birim Kök Testi
CSP	**:** Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi
ECO	**:** Ekonomik İşbirliği Örgütü
EKK	**:** En Küçük Kareler Yöntemi
IEA	**:** Uluslararası Enerji Ajansı
ILO	**:** Uluslararası Çalışma Örgütü
MSCI	**:** Morgan Stanley Uluslararası Sermaye Endeksi
OECD	**:** Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
PANIC	**:** Bai, Ng Birim Kök Testi
PPML	**:** Sahte Poisson En Çok Olabilirlik Tahmincisi
PV	**:** Fotovoltaik
TPM	**:** İki Parçalı Model Yöntemi
TSM	**:** İki Aşamalı Seçim Yöntemi
UNEP	**:** Birleşmiş Milletler Çevre Programı
WALS	**:** Ağırlıklı Ortalama En Küçük Kareler Yöntemi
WB	**:** Dünya Bankası
mtoe	**:** Milyon ton petrol eşdeğeri

GİRİŞ

Küresel nüfus artışı, teknolojik ilerleme ve kentleşme gibi olgular nedeniyle sanayi devriminden günümüze toplumların ihtiyaçları eskiye oranla büyük bir artış göstermiştir. Artan ihtiyaçları karşılayabilmek için daha fazla miktarlarda ve daha çeşitli üretim yapılması gerekliliği doğmuştur. Bu süreçte üretimden tüketime, ekonomik faaliyetlerin her aşamasında ihtiyaç duyulan bir meta konumunda olan enerjinin talebi de yükselen bir trend izlemiştir. Enerji kullanılmadan yapılabilen bir üretim ya da tüketimin söz konusu olmaması nedeniyle enerji sürdürülebilir büyüme ve refahın temel bileşenlerinden biri haline gelmiş ve ekonomiler için stratejik bir kaynağa dönüşmüştür.

Enerji arzının, herhangi bir enerji darboğazına düşmeden makul maliyetle, kesintisiz olarak sürdürülebilmesi ekonomiler açısından hayati önem taşımaktadır. Enerji arzının hangi kaynaklardan ne oranda sağlandığı, enerjide dışa bağımlılık derecesi gibi etkenler ekonominin iç dinamikleri üzerinde olduğu kadar; ülkelerin uluslararası ticaretteki rekabet düzeyini ve jeopolitik risklere açıklık düzeyini de etkileyebilmektedir. Ayrıca 80'ler sonrası artan şekilde dikkatleri üzerine çeken küresel ısınma da enerji tüketimi ile yakından ilişkilendirilmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği tehdidinin oluşmasında başrol oynayan zararlı sera gazlarının yaklaşık dörtte üçünün enerji üretim ve tüketim sürecinde ortaya çıktığı değerlendirilmektedir. Bu sebeple küresel ölçekte düşük karbon ekonomisine doğru bir dönüşüm başlatmıştır. Bu dönüşümde enerji verimliliği ve enerji tasarrufu, karbondioksit tutma ve yakalama teknolojilerinin yaygınlaşması gibi çevreci çözümlerin arasında en umut vadeden seçeneklerden biri olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ön plana çıkmıştır.

Yenilenebilir enerjiye geçiş sürecinin teknolojik gelişmeler ve hükümetlerce uygulanan çeşitli teşvikler sayesinde özellikle 90'lardan sonra daha dinamik bir yapıya büründüğü görülmektedir. Rüzgar ve güneş gibi yeni nesil

yenilenebilir enerji türlerinin ise bu dinamizmin odağında yer aldığı bilinmektedir. Sürdürülebilirliği hakkında soru işaretleri içerdiği değerlendirilen ve yeni nesil yenilenebilir enerji kaynaklarına zıt olarak küresel kapasitesinin büyük bölümü kullanımda olan hidroelektrik enerjisi sektörü ise büyüme oranları açısından yeni nesil yenilenebilir enerji türlerini biraz daha geriden takip etmektedir. Yeni nesil yenilenebilir enerji kaynakları doğaları ve maliyet yapıları açısından küresel enerji arzında baskın konumda olan fosil yakıtlardan farklılık arz etmektedirler. Uzun süredir düşüş trendinde olan yenilenebilir enerji teknoloji maliyetlerinin uygun ölçek ve iklime sahip bazı santrallerde rekabetçi düzeye inmeyi başardığı bilinmektedir. Fakat bu durum sektörün genel durumunu yansıtmamaktadır. Genel olarak teknolojileri henüz olgunluk aşamasına ulaşmamış olan yenilenebilir enerji kaynaklarının birim enerji maliyetleri tam olarak rekabetçi olarak kabul edilebilen seviyeye düşmediği belirtilmektedir. Ayrıca kesikli enerji üretim yapısına sahip olmaları nedeniyle sistem dengeleme ve ek depolama ihtiyacı gibi yükler oluşturmaktadırlar. Bu durum yaşanan yeşil dönüşümün etkisinin sadece doğal çevre ile sınırlı kalmasını engellemekte, ekonomiler üzerinde makro ve mikro boyutta pek çok etki gözlenmesine sebep olabilmektedir. Dolayısıyla düşük karbon ekonomisine sağlıklı bir geçiş için bir yandan yenilenebilir enerji kullanımının ardındaki dinamiklerin, diğer yandan yenilenebilir enerji kullanımının makroekonomik etkilerinin araştırılması faydalı olacaktır. Bu sebeple bu çalışmada yeni nesil yenilenebilir enerji kullanımının (genel ve genç) istihdam düzeyi üzerindeki net etkisi ve toplumsal bilgi stokunun yenilenebilir enerji kullanımı üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Yetersiz istihdam problemi ekonomiler için yeni bir sorun olmamakla birlikte özellikle 2007 küresel finansal krizi sonrası gözlenen yaygın yüksek işsizlik oranları, ilgiyi yeniden bu soruna yöneltmiş görünmektedir. İstatistikler, küresel krizin üstünden geçen on yıla rağmen (Fransa, İrlanda, İtalya, Finlandiya, İspanya, İsveç, Kanada, Yunanistan gibi) bazı gelişmiş ülkelerde dahi doğal oranın üstünde işsizliğe işaret etmektedir. İşgücü piyasasına genç istihdamı açısından bakıldığında ise genel istihdama oranla çok daha yüksek işsizlik oranlarının varlığı görülmektedir. Fakat uzun süre doğal oranın üzerinde seyreden işsizlik durumunda insan sermayesinin hızla azalması ve uzun süreli toplumsal patolojilerin ortaya çıkma riski bulunmaktadır. Bu nedenle yetersiz istihdam sorununun kontrol altında tutulması, aynı küresel ısınma ile savaş yahut enerji arz güvenliği gibi öncelikli konular

arasında yerini almaktadır. Dolayısıyla bu süreçte -çevresel sorunlar ve istihdam probleminin baskısı altında- yenilenebilir enerji sektörünün desteklenmesi bir nevi istihdam politikası aracı olarak gösterilmeye başlanmıştır. Bu görüşün temelinde geleneksel rakiplerine karşın daha emek yoğun olan yenilenebilir enerji sektörünün yüksek doğrudan istihdam potansiyeli yatmaktadır. Fakat yeni nesil yenilenebilir enerji türlerinin göreli yüksek maliyetleri ve diğer sektörlerde oluşturduğu dışlama etkisi dikkate alınınca sadece doğrudan istihdamın dikkate alınmasının yetersiz ve yanlış yönlendirici olabileceği görülmektedir. Kısacası belirleyici olan yenilenebilir enerjinin net istihdam etkisidir. İlgili yazın incelendiğinde çok sayıdaki teorik çalışmaya karşın daha az sayıda ampirik uygulama bulunduğu görülmektedir. Özellikle net istihdamı dikkate alan ekonometrik analizlerin yetersizliği dikkat çekicidir. Ayrıca ilgili yazında yenilenebilir enerji ve genç istihdamı arasındaki ilişkiyi ele alan başka bir çalışma bilindiği kadarıyla bulunmamaktadır. Bu çalışma ile yetersizliği belirtilen bu alanlara katkı verilmesi ve uzun vadeli politik çıkarımlarda bulunulması hedeflenmektedir. Bu çalışmanın iki odağından birini bu amaç oluşturmaktadır.

Çalışmanın diğer odağında yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicileri ve eğitim kavramı yer almaktadır. Bir ülkedeki yenilenebilir enerji talebinin politik, sosyoekonomik ve ülkeye özgü diğer bazı karakteristik özelliklere bağlı olarak belirlendiği düşünülmektedir. Tüm bu faktörlerle iç içe olan toplumun eğitim seviyesinin de bu anlamda yenilenebilir enerji talebi üzerinde etkili olması beklenmektedir. Temel bir insani hak olan eğitim, ekonomik gelişme ile doğrudan ilişkili bir kavram olarak değerlendirilmektedir. Bireylerin iyi bir eğitim almasının, beşeri sermaye düzeylerinin yükselmesine, dolayısıyla gelecekteki üretim ve tüketim kapasitelerini artırmalarına imkan verebileceği belirtilmektedir. Nitelikli bir işgücüne sahip ekonominin katma değeri daha yüksek, yüksek teknoloji ürünler üretmesi, ihracatta daha geniş pazarlara hitap etmesi beklenmektedir. Dolayısıyla iyi şartlarda çalışan, daha kabul edilebilir seviyede işsizlik problemine muhatap işgücünün, gelirindeki artışa bağlı olarak tüketim portföyünü de değiştirmesi; boş zaman, temiz çevre gibi lüks tüketime yönelmesi beklenmektedir. Yüksek maliyetli fakat çevreci bir enerji türü olan yenilenebilir enerji talebindeki artış sağlanması da bu kapsamda değerlendirilmektedir. Ayrıca yüksek teknoloji ürünü olan yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmekte olan ülkelere yayılması açısından da eğitim düzeyi önem arz etmektedir. Beşeri sermaye birikimin yetersiz kaldığı

ekonomilerde bu durum yenilenebilir enerji sektörü için bir insan kaynakları problemine dönüşebilmekte ve o ülkede yenilenebilir enerji kullanımının önündeki temel engellerden biri haline gelebilmektedir. Literatürde eğitimin yenilenebilir enerji kullanımı üzerindeki etkisini ele alan ve ampirik olarak test eden çalışma sayısının oldukça az olduğu görülmektedir. Dolayısıyla eğitim düzeyinin yenilenebilir enerji kullanımı üzerindeki etkisi hakkındaki bilimsel bilgi birikiminin derinleştirilmesi ve ampirik olarak test edilmesi yenilenebilir enerji sektörünün gelişimi adına faydalı olacaktır.

Özgün olarak hazırlanan bu tez çalışmasının temel amacı eğitim düzeyinin yenilenebilir enerji kullanımı üzerindeki etkisini ve yenilenebilir enerji tüketiminin genel istihdam ile genç istihdamı üzerindeki net etkisinin araştırılmasıdır. Bu çift yönlü analiz sonucunda enerjideki yeşil dönüşümden maksimum fayda sağlanabilmesi için yol gösterici ve tutarlı çıkarımlara ulaşılması hedeflenmektedir.

Bu temel amaca ulaşmada kullanılacak spesifik amaçlar ise aşağıdaki gibidir:

I. Yenilenebilir enerji türlerinin tarihsel gelişiminin, yapısal özelliklerinin ve belirleyicilerinin incelenmesi.

II. Eğitimin dolayısıyla toplumsal bilgi stokunun yenilenebilir enerji üzerindeki etkisinin teorik olarak ele alınması, ilgili literatür özetinin verilmesi.

III. Yenilenebilir enerjinin istihdam etkisinin teorik alt yapısının araştırılması ve ilgili literatür özetinin verilmesi.

V. Farklı gelişmişlik seviyesinde yer alan ülkelerde eğitim düzeyinin, yenilenebilir enerji kullanımı üzerindeki etkisinin ampirik olarak test edilmesi.

VI. Yenilenebilir enerji kullanımının genel istihdam ve genç istihdamı üzerindeki net etkisinin ampirik olarak test edilmesi.

VII. Tahmin edilen ekonometrik modellerden elde edilen bulguları irdelemek, uygun çıkarımlarda ve politika önerilerinde bulunmak.

Bu doğrultuda çalışma beş ana bölüm halinde oluşturulmuştur. Birinci bölümde yenilenebilir enerji kullanımının belirleyicileri ve eğitimin dolayısıyla toplumsal bilgi stokunun yenilenebilir enerjiye etkisi ele alınmıştır. İkinci bölümde yenilenebilir enerji ile istihdam ilişkisi üzerinde durulmuştur. Üçüncü bölümde kurulan modeller, kullanılan materyal ve yöntemler hakkında bilgiler verilmiştir. Dördüncü bölümde analizlerden elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Son bölümde ise elde edilen bulgular eşliğinde çeşitli politika önerilerinde bulunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM
YENİLENEBİLİR ENERJİ ve EĞİTİM - ENERJİ- ÇEVRE İLİŞKİSİ

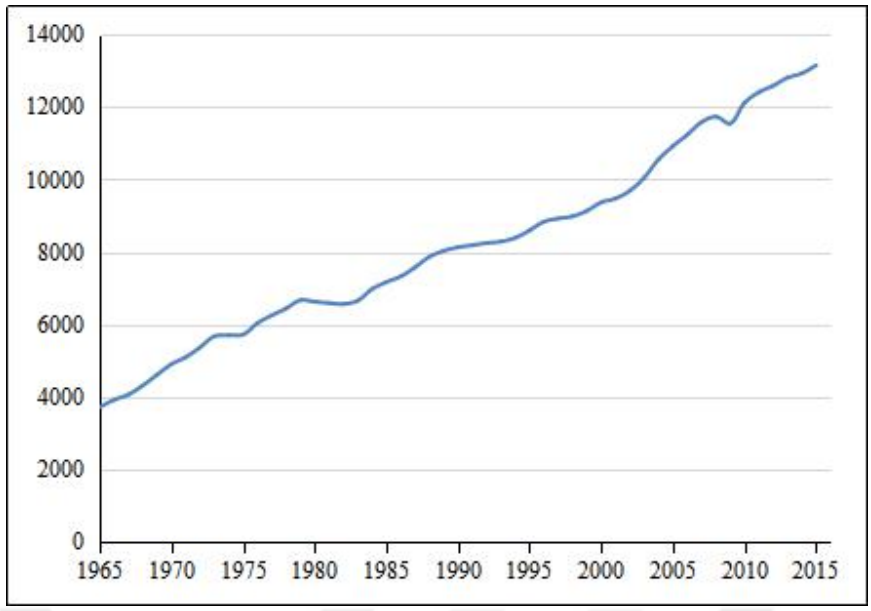
Bu bölümde öncelikle enerji kavramı üzerinde durulmuş ve küresel enerji ihtiyacının yıllar itibariyle gelişimi hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra mevcut fosil yakıt tabanlı ekonomik yapı ile çevre arasındaki karşılıklı, karmaşık ilişki yumağı incelenmiştir. Bu ilişki içerisinde insanoğlunun aşırı ve bilinçsiz doğal kaynak kullanımı neticesinde ortaya çıktığı iddia edilen küresel ısınma ve iklim değişikliği tehlikesi ele alınmıştır. Devamında küresel ısınma ve iklim değişikliğine karşı verilen uluslararası mücadeleye ve bu mücadelede ön plana çıkan seçeneklere yer verilmiştir. Tamamlayıcılık ilişkisi taşıyan bu seçenekler arasında en fazla umut bağlanılan ve hızla yaygınlaşan yenilenebilir enerji kullanımı üzerinde detaylıca durulmuştur. Bu kapsamda yenilenebilir olarak sınıflandırılan enerji türlerinin yapısal özelliklerine, maliyetlerine, sektörel gelişimlerine yer verilmiştir. Ayrıca yenilenebilir kaynakların toplam enerji arzına katkısı açısından ekonomiler bazında yapılan karşılaştırmalara ve gözlenen asimetrik trendlere değinilmiştir. Bahsedilen asimetrik trend ve küresel enerji arzında sınırlı kalan yenilenebilir enerji katkısının, yenilenebilir enerji kullanımının önündeki engeller ve arkasındaki dinamikler hakkında soru işaretleri uyandırdığı ve aktif bir araştırma alanı ortaya çıkardığı vurgulanmıştır. Bu noktadaki soru işaretlerinin giderilebilmesi ve gelecek kuşaklara yaşanabilir temiz bir çevre bırakma hedefi için yenilenebilir enerji kullanımının belirleyicileri araştırılmış; belirleyicileri hakkında teorik bir çerçeve oluşturulmaya çalışılmıştır. Ardından toplumların bilgi stokunun ana kaynağı olan eğitim faktörünün yenilenebilir enerji ile ilişkisi ele alınmıştır ve yenilenebilir kaynakların tüketiminde fark yaratan bir unsur olup olmadığı araştırılmıştır. Bu bölümde son olarak ilgili yazındaki çalışmaların bulgularına ve çıkarımlarına değinilmiştir.

1.1. Enerji Kavramı ve Enerjinin İktisadi Önemi

Enerji kelimesi yunanca kökenli bir kelime olup, basitçe iş yapabilme ya da diğer bir ifadeyle etki meydana getirebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Sweeney, 2000:1). Dolayısıyla her türlü insan faaliyetinin altında, üretim ve tüketim süreçlerinde, bir girdi olarak enerjinin yattığını söylemek yanlış olmayacaktır. Ekonomiler açısından bakıldığında ise enerji, ekonomik büyüme, istikrar, sanayileşme, kentleşmenin ve ulusal bağımsızlığın temel taşı; iktisadi gelişmişliğin en önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu sebeple uluslararası arenada enerji kaynaklarına ulaşma, sahip olma ve üzerlerinde kontrol kurma alanında sıkı bir rekabetin yaşandığı gözlenmektedir.

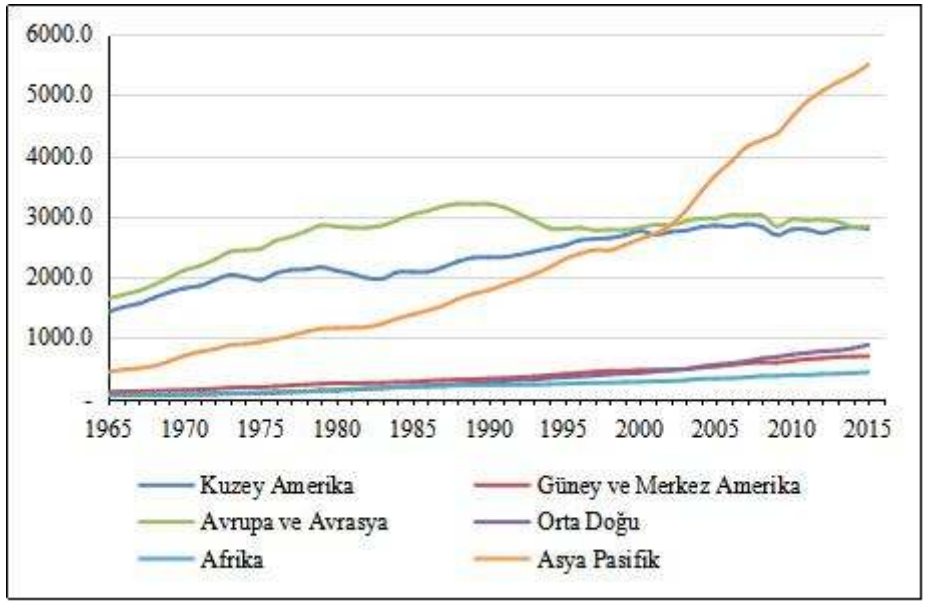
Ekonomiler için zorunlu bir girdi durumunda bulunan enerji, kaynaklarının kıt olması ve dolayısıyla da rasyonel seçme süreçlerine tabi olması bakımından doğal olarak iktisatın çalışma sahasına girmektedir. Bu nedenle modern iktisat literatüründe enerjiye dair pek çok iktisadi çalışma görülebilmektedir. Çünkü içeriği ne olursa olsun tüm enerji politikalarının makro ve/veya mikro iktisadi etkileri bulunmaktadır ve bu etkiler ciddiyetle analiz edilmektedirler. Gelinen aşama itibariyle modern enerji politikalarının temel amacı enerji arz güvenliği ile sürdürülebilirliğinin ülkeye özgü olarak belirlenen çevresel ve diğer kısıtlar altında mümkün olan en düşük maliyetle sağlanması olarak tanımlanabilir. Öncelikler değişse bile orta ve uzun vadede enerji politikaları bu amaç etrafında oluşturulmakta ve bu amaca yönelik olarak analizlere konu olmaktadır.

18. yüzyılın sonunda yaşanan sanayi devrimi ile kitlesel üretime geçilmiş olmasının enerji ihtiyacını ve ekonomilerin enerji kaynaklarına bağımlılıklarını önemli ölçüde artırdığı görülmektedir. Bu süreçte yaşanan ilerleme yaşam standartlarına da yansımış, ortalama ömür süreleri uzamış, bebek ölümleri azalmış, bir diğer anlatımla nüfus artış hızı yükselmiştir. Bunlara ilaveten günlük hayatta daha enerji yoğun bir yaşam tarzının benimsendiği gözlenmiştir. Böylece ekonomilerin enerji gereksinimi daha da artmıştır ve artan enerji ihtiyacının makul maliyetle, kesintisiz olarak karşılanması ve ekonominin enerji darboğazına sokulmaması politika yapıcılar için öncelikli konu haline gelmiştir. Şekil 1.1.'de 1900-2015 dönemi dünya birincil enerji tüketiminin izlediği seyir verilmiştir.



Şekil 1.1. Dünya birincil enerji tüketimi, mtoe (BP, 2016)

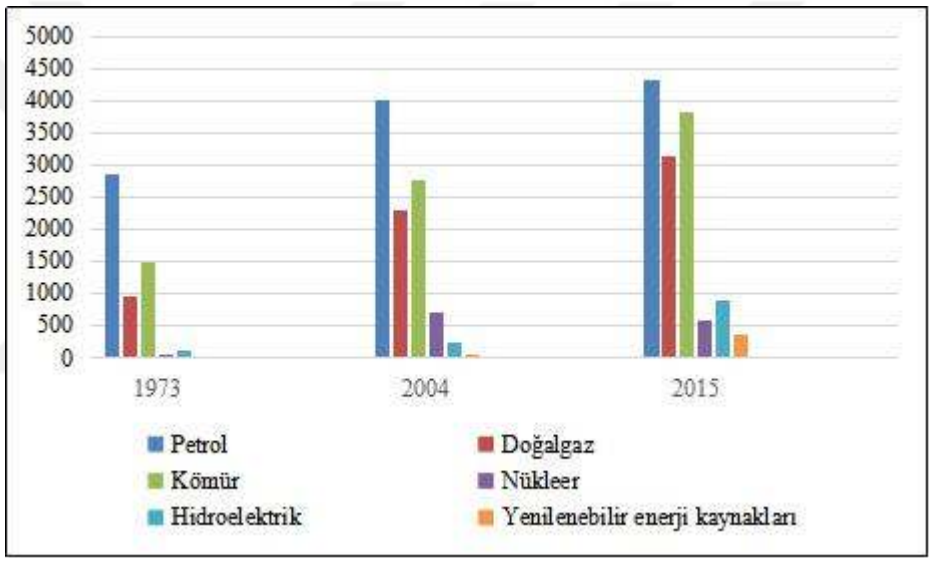
Tüketim verilerine bölgesel olarak bakıldığında iktisadi olarak yüksek düzeyde sanayileşmiş ekonomilerin bulunduğu coğrafi bölgelerde enerji ihtiyacının, gelişmemiş bölgelere oranla daha yüksek seyrettiği görülmektedir. Bu anlamda hızlı gelişme gösteren, yüksek nüfuslu Çin, Hindistan gibi ülkeleri içinde barındıran Asya-Pasifik bölgesinin enerji ihtiyacının da zamanla yükseldiği izlenmektedir. Şekil 1.2. de coğrafi bölgelerin birincil enerji tüketimi ve yıllar itibariyle gelişimi verilmiştir.



Şekil 1.2. Coğrafi bölgelere göre birincil enerji tüketimi, mtoe (BP, 2016)

Bölgesel tüketim verilerine oransal olarak bakıldığında 1990 yılında birincil enerji tüketiminde en büyük pay %39.4 ile Avrupa ve Avrasya bölgesi iken, bu oranın 2015'e gelindiğinde % 21.55 düzeyine gerilediği görülmektedir. Buna karşın aynı dönemde Asya-Pasifik bölgesi toplam birincil enerji tüketimindeki payını %21.9'den %41.81'e çıkarmıştır. Kuzey Amerika kıtasının birincil enerji tüketimine katkısının 1990'da % 28.6 iken 2015'te % 21.26 olarak gerçekleştiği gözlenmektedir (BP, 2016).

Dünya geneli birincil enerji arzının bileşimi ele alındığında fosil yakıtların yadsınamaz üstünlüğü dikkate çarpmaktadır. Şekil 1.3'de dünya birincil enerji tüketiminin kaynaklarına göre bileşimi verilmiştir.



Şekil 1.3. Kaynaklarına göre dünya birincil enerji tüketimi, mtoe (BP, 2016 ve IEA 2006'dan yararlanılarak hazırlanmıştır.)

Şekil 1.3.'de miktarsal olarak sunulan verilere oransal olarak bakıldığında 1973'te yılında fosil yakıtların toplam enerji arzındaki payının yaklaşık % 97, nükleer enerjinin payının % 1, hidroelektrik enerjinin payının yaklaşık % 2 olduğu görülmektedir. Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının katkısı ise % 0.1 civarında gerçekleşmiştir. 2004'e gelindiğinde fosil yakıtlar paylarını % 90'a düşürmüş; Nükleer enerji ve hidroelektrik enerjileriyse katkılarını % 7 ve % 5 düzeylerine çıkarmışlardır. Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının payı ise kısıtlı kalmaya devam etmiş, % 0.6 olarak tespit edilmiştir. 2015'e gelindiğinde bu oranların sırasıyla % 86, % 4.5, % 7 ve % 3 şeklinde gerçekleştiği görülmektedir. Dolayısıyla aradan geçen yaklaşık yarım yüzyılda fosil yakıtların baskınlığını sürdürdüğü, yeni

nesil olarak tabir edilen güneş, rüzgar, dalga, biyoenerji ve jeotermal enerjilerinin ancak yeni yeni gözle görünür bir katkı yapmaya başladığı gözlenmektedir (BP, 2016; IEA, 2006).

Enerji ekonomilerin üretim fonksiyonunun bir girdisi olarak ele alınmaktadır. Bu nedenle ekonomiler için enerji arz karmasının bileşimi önemlidir. Toplam çıktının enerji girdisinin bileşiminden, fonksiyonun enerji yoğunluğundan, enerjinin diğer üretim faktörüyle arasındaki ikame esnekliğinden etkilendiğini söylemek yanlış olmayacaktır (Stern ve Cleveland, 2004:18). Yapılan çalışmalar enerji ile diğer üretim faktörlerinin kısa dönemde tamamlayıcı fakat uzun dönemde ikame olduklarını göstermektedir (Ebohon, 1996:448; Apostolakis, 1990:48). Bu durumda uzun vadede ikame esnekliği katsayısının değeri önem kazanmaktadır. Enerji ile diğer üretim faktörleri arasında ikame esnekliğinin yüksek olması durumunda ekonomiler enerji açıklarına ve enerji fiyatlarındaki oynaklıklara karşı daha korunaklı olabilecektir. Buna karşın enerjinin, sermaye yahut işgücü ile ikame edilememesi halinde ekonomiler enerjiye karşı kırılgan bir yapı sergileyebilecektir. Ayrıca enerji yoğun sektörlerde, diğer sektörlere oranla ikame esnekliğinin düşük seyredeceği iddia edilmektedir (Huang vd., 2006:2). Özetle, sürdürülebilir ekonomik büyüme için enerji geri plana atılamayacak kadar önemlidir demek mümkündür.

Fosil yakıt tabanlı bir ekonomik yapı sürdürülmesine karşın dünya üzerinde fosil yakıt rezervlerinin dengeli olarak dağılmadıkları görülmektedir. Petrol rezervlerinin büyük bir bölümünün orta doğuda, doğal gaz rezervlerinin yine büyük bölümünün Rusya, İran, Amerika gibi ülkelerin tekelinde olduğu görülmektedir. Fosil yakıt fakiri olan ülkeler ise büyük çoğunluğu oluşturmaktadır. Bu durum enerji arz güvenliği sorunları doğurabilmektedir. Ayrıca hidrokarbon içerikli fosil yakıtlar bir süredir gündemde olan küresel ısınma tehdidinin baş sorumlusu olarak gösterilmektedir. Bu sebeplerle küresel enerji sisteminde bir dönüşümün varlığı gözlenmektedir. Sonraki bölümlerde bu yeşil dönüşüm ayrıntılarıyla irdelenecektir.

1.2. Fosil Yakıt Tabanlı Ekonomi ve Çevre İlişkisi

Çevre en basit tanımıyla insan ile diğer tüm canlı ve cansız varlıkların karşılıklı etkileşim içerisinde beraberce bulunduğu ortamdır. İçinde bulunulan çevrede meydana gelen herhangi bir sıkıntı, sorun, aksaklık kapsamına ve şiddetine göre insan refahını olumsuz etkileyebilmektedir. Buna karşın insanların doğayla uyumsuz üretim ve tüketim faaliyetlerinin de doğa üzerinde olumsuz yansımaları

söz konusu olabilmektedir. Bu karmaşık ilişki yumağının erken dönemlerinde insanoğlu doğaya uyum sağlayarak hayatta kalmaya çalışmıştır. Doğa ise etken faktör olarak karşımıza çıkmıştır. Sonrasında insanın yerleşik hayata geçmesiyle insan etken, çevre ise edilgen faktör haline gelmiştir (Gökdayı, 1997:110). Etkin faktör haline gelen insanoğlunun zaman içerisinde doğal kaynakları artan miktarda kullanmaya başladığı; bunun sonucunda çevresel değerlerde tahribat, iklimsel sorunlar ve doğal kaynak/tür çeşitliliğinde sınırlamaların ortaya çıkmaya başladığı ifade edilmektedir. Bahsedilen tahribat sürecinin sanayi devrimiyle hızlandığına dikkat çekilen ilgili yazında, sanayileşmenin ekonomik ve endüstriyel faaliyet hacmini, nüfus artış hızını, (yanlış yönetilen) kentleşme sürecini ve enerji yoğun yaşam tarzlarının benimsenme oranını artırdığına vurgu yapılmaktadır. Sanayileşme ile güçlenen bu etkenler, geçmişe oranla çok daha fazla doğal kaynağın tüketilmesinden, doğa üzerinde taşıma kapasitesini aşacak oranda baskı kurulmasından, doğal biyolojik süreçte çözünemeyen ve yeniden değerlendirilemeyen atıkların bilinçsizce doğaya salınmasından sorumlu tutulmaktadır (Sencar, 2007:10-11). 90'lar itibariyle ise küresel ısınma ve iklim değişikliğinin artan biçimde küresel bir tehdit olarak kabul edilir hale geldiği ve dünya gündemini meşgul etmeye başladığı görülmektedir.

Bir takım negatif çevresel dışsallıklar oluşturduğu bilinmesine rağmen sürdürülen yüksek karbon ekonomisinin altında yatan temel iktisadi gerekçe bireylerin iktisadi rasyonel insan olmasıdır. Ekonomik ajanlar, ekonomik rasyonellik gereği serbest mal olarak gördükleri doğal kaynakları/çevreyi tahrip etme pahasına da olsa kendi üretim ve tüketim süreçlerinde kar-maliyet optimizasyonu yapmaktadırlar. Dışsallıkların fiyatlandırılmadığı ekonomik şartlarda doğal kaynakların genel anlamda serbest mal olduğu varsayımı ve çok uzun vadede tükenmeyecekleri inancı da uzun bir dönem sorgulanmamıştır. Oysa ekosistemlerin, dolayısıyla doğal kaynakların, kendini yeniden üretebilmesi ancak oldukça uzun bir zaman dilimi içerisinde gerçekleşmektedir. Bilinçsizce aşırı kullanılan doğal kaynakların hızlı biçimde yıpranması sonucu geriye dönüşü zor sorunlar ortaya çıkabilmektedir (Chopra ve Dasgupta, 2008:377-378).

Ekonomik yapı ve doğa arasındaki dengeyi göz etmeyen sadece ekonomik büyüme hedefi gözeten bu yaklaşıma ilk eleştirel tepki bir grup entelektüel tarafınca Roma Klubü için 1972'de hazırlanan "Büyümenin Sınırları" başlıklı raporla gelmiştir. Bu raporda ekonomi ile doğanın karşılıklı bağımlılığına, çevresel yıkımın

aynı hızda devam etmesi durumunda eninde sonunda büyümenin sınırlarına gelineceğine ve uluslararası uzlaşının gerekliliğine dikkat çekilmiştir. Bu raporla büyümenin sınırları ve sürdürülebilirliği tartışılmaya başlanmış ve yine 1972'de Birleşmiş Milletler'ce düzenlenen Çevre ve İnsan Konferansının yayınlanan bildirgesinde doğal kaynakların kullanımın gelecek kuşakların haklarının gözetilmesi, çevrenin taşıma kapasitesinin aşılmaması gibi noktalara dikkat çekilmiştir (Kaypak, 2011:24).

80'ler insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkileri hakkındaki endişelerin arttığı, çevresel değerlerdeki bozulmaların ekonomik ve sosyal maliyetlerinin zamanla artacağı beklentilerinin güçlendiği bir dönem olmuştur. Çözüm arayışları sonucu sürdürülebilir kalkınma kavramı iktisadi literatüre girmiştir. Sürdürülebilir kalkınmanın pek çok farklı tanımını inceleyen Ciegis vd. (2009:30-34) tek bir tanımın çok boyutlu sürdürülebilir kalkınma kavramını tam anlamıyla kapsamasının mümkün olamayacağını fakat ideale en yakın tanımın bu kavramın ilk defa ortaya atıldığı Brundtland raporunda yer alan tanım olduğunu ifade etmektedirler. Bu tanıma göre çevresel ve sosyal üç boyuta sahip olan sürdürülebilir kalkınma, sahip olunan doğal kaynakların miktar ve kalitesinde bir azalma yahut bozulma söz konusu olmadan hem bugünün hem de gelecek nesillerin gereksinimlerinin karşılanabildiği gelişim sürecidir (World Commission on Environment and Development, 1987). Sürdürülebilir kalkınma ile hedeflenen temel olgular, 2002'de yayınlanan Johannesburg Bildirgesine göre ekosistemin ve biyolojik çeşitliliğin korunması, biyolojik çeşitlilikte meydana gelen azalmanın eşik düzeye düşürülmesi, doğal kaynak kullanımında taşıma kapasitesinin aşılmaması, yaşam kalitesinin küresel düzeyde artırılması, gelir adaletsizliğinin ve aşırı yoksulluğun önlenmesi, üretim ve tüketim süreçlerinde zararlı salınımların atmosfere salınımın önlenmesi, enerjide kaynak çeşitliliğinin artırılması, enerjiye ulaşım ve tüketimde küresel adaletin sağlanması olarak sıralanmaktadır (Kaypak, 2011:25). Tüm bu sürdürülebilir kalkınmaya yönelik yapıcı fakat sonuca ulaşmada yetersiz kaldığı ifade edilen adımların atıldığı süreçte fosil yakıtlara dayalı, yüksek karbon ekonomisi varlığı sürdürmüştür. Dolayısıyla toprak, su, hava gibi doğal kaynaklar kirletilmeye devam etmiştir ve buzullarda erime, deniz seviyesinde yükselme, seller, kuraklık, kasırgalar ve benzeri mevsimsel anomaliler artan biçimde gözlenmeye başlamıştır (Marquart-Pyatt vd., 2014:246).

Artan küresel ısınma tehdidi karşısında somut ve ölçülebilir adımlar atılması gerekliliği doğmuş ve bu doğrultuda uluslararası iklim zirveleri gerçekleştirilmeye devam etmiştir. Taraf olan gelişmiş ülkelerin sera gazı salınımlarını 1990'daki düzeyine çekmesini gerekli kılan ve 1997'de imzalanan fakat ancak 2005'de yürürlüğe girebilen Kyoto protokolünün bu anlamda etkin bir rol oynadığı görülmektedir. Kyoto protokolü etkisiyle 2004'ten 2015'e yenilenebilir enerji politikası uygulayan ülke sayısı 48'den 146'ya yükselmiştir (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2014:8; Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2016:107). Fakat dünyanın en fazla karbon salan ekonomileri olan Amerika ve Çin'in bir sorumluluk almaması ile Rusya, Japonya ve Kanada'nın sonradan geri çekilmesinin sözleşmenin etkinliğini önemli ölçüde kısıtladığı ifade edilmektedir (Rosen, 2015:31-32; Karakaya, 2016:3-4).

Başarısız olarak nitelenen 2009 tarihli Kopenhag zirvesi sonrası kritik değer atfedilen ve 2015'de gerçekleştirilen Paris İklim zirvesi, Çin ve Amerika'nın da dahil olduğu 187 ülkenin gönüllü olarak sorumluluk almayı kabul etmesi ile olumlu sonuçlanmıştır. Küresel ısınmayı içinde bulunduğumuz yüzyıl sonu itibariyle +2 derece ile sınırlandıracak şekilde zararlı sera gazı salınımlarının azaltılması öncelikli hedefinin yinelendiği zirvede, dünyanın en büyük sera gazı salınımı yapan ülkeleri konumunda olan ekonomilerin sera gazı azaltma hedefleri şu şekilde taahhüt edilmiştir: Avrupa Birliği (AB) 2030'a kadar 1990'a göre % 40'lık salınım azalımı (birlik ülkelerinden Almanya bu hedefi 2020 olarak kendine uyarlamıştır), Amerika 2020'ye kadar 2005'e oranla % 28 salınım azalımı, Hindistan 2030' a kadar 2005'e göre % 35 salınım azalımı, Rusya 2030'a kadar 1990'na göre % 70-75 salınım azalımı. Çin ise bir oran belirlememiş olmakla birlikte 2030 sonrasında sera gazı salınımının azaltılmasında aktif rol alacağını duyurmuştur (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2015).

Son olarak, bilim dünyasının büyük bir çoğunluğunda yukarıda bahsedildiği gibi küresel ısınma ve iklim değişikliği tehdidinin varlığı ve önemi hakkında bir uzlaşı bulunduğundan bahsedilebilir. Fakat küçük bir azınlığı teşkil eden; Seitz, Nierenberg ve Jastrow'un başını çektiği bir grup bilim insanının ise daha şüpheci bir yaklaşım sergilediği görülmektedirler (Lahsen, 2008:206). Bu görüşe sahip araştırmacılar küresel ısınmanın kaynağının bizatihi doğanın kendisi olduğunu ve küresel ısınmada insan faaliyetlerinin payının önemsiz olduğunu savunmaktadırlar. Dolayısıyla herhangi bir önleyici değişikliğe gitmenin gereksiz olduğunu ifade

etmektedirler (Singer, 2008). Bu fikirdeki bilim insanları özünde bilimsel olan bir konuyu politik zemine çekmekle ve çeşitli lobilerin etkisiyle subjektif değerlendirmede bulunmakla ağır biçimde eleştirilmektedir (Hamilton, 2011:231-232; Jacques vd., 2008; Marquart-Pyatt vd., 2014:246; Shwom vd., 2010:473; Lahsen, 2008; Mccright ve Dunlap, 2011:1163-1164).

1.3. Yenilenebilir Enerji ve Çevre

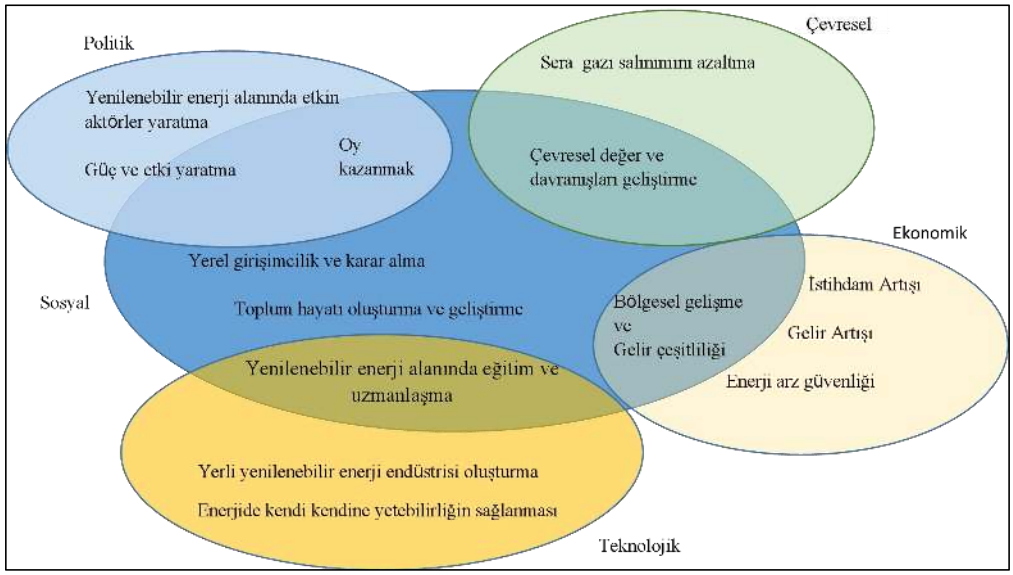
Küresel ısınma tehdidine karşı mücadele kapsamında önceki bölümde sunulan hedeflere ulaşabilmek için atmosferdeki zararlı sera gazı yoğunluğunun baş müsebbibi olan enerji sektörüne gözler çevrilmiştir. Çünkü sera etkisi yaparak yerkürenin aşırı ısınmasına sebep olan zararlı sera gazlarının büyük oranda fosil yakıtların baskın olarak kullanıldığı enerji üretim, transfer ve tüketim süreçleri sonucu açığa çıktığı bilinmektedir. Şekil 1.4'te görüldüğü üzere 2013 yılında atmosfere salınan karbondioksit gazının % 49.36'sı enerji sektörü ve % 20.14'ü ulaştırma sektöründen salınmaktadır. Yani toplamda % 69.50'si fosil yakıt kaynaklıdır (World Bank, 2016).

Şekil 1.4. Dünya geneli sektörlere göre karbondioksit salınım oranları, 2013 (World Bank, 2016)

Enerji sektörü kaynaklı sera gazı salınım miktarının sınırlandırılması ve düşük karbon ekonomisine geçiş amacıyla çeşitli seçenekler gündeme getirilmiştir: yenilenebilir enerji kullanımı, enerji tasarrufu ve enerji verimliliği ilkelerinin hayata geçirilmesi, karbon tutma ve saklama teknolojilerinin uygulanması gibi. Bu çözümler birbirinin ikamesi olmaktan ziyade tamamlayıcı olarak işlev görmektedir ve bu şekilde uygulanmaktadırlar. Fakat en ön plana çıkan ve sonuca gitme noktasında en fazla umut vadeden seçenek dünya genelinde artan enerji talebinin, artan oranlarda yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması olmaktadır (Panwar vd., 2011; Kumar vd., 2015:1438-1439).

1.4. Yenilenebilir Enerjinin Sektörel Gelişimi ve Yenilenebilir Enerji Türleri

Dünyanın sanayi devrimi öncesine göre +1 santigrat derece ısınmış durumda olduğu ve küresel ısınmayla etkin mücadele için hızlı, etkili adımlar atılmasının önemli olduğu yönünde geniş katılımlı bir fikir birliğinden bir önceki bölümde bahsedilmiştir. Bu uzlaşı çerçevesinde çevresel tahribat, bugünkü ve gelecek kuşakların refahını, sağlığını ve ekonomik büyümeyi sınırlandıracak şekilde geri dönüşü olmayan bir boyuta ulaşmadan ilerleme kaydedilmeye çalışılmaktadır. Bu aşamada, temiz bir çevre için en umut verici araç olarak yenilenebilir enerji teknolojilerine dikkat çekilmektedir (Popp vd., 2011:649). Yenilenebilir enerji, tüketildikten sonra makul bir süre içinde doğal ekosistemde kendini yenileyebilen enerji türlerine verilen genel isimdir. Güneş, rüzgar, hidroenerji, hidrojen enerjisi, dalga ve gel git enerjileri, biyoenerji bu sınıfta yer alan enerji türleridir. Bahsedilen çerçevede yenilenebilir enerji kullanımı dünya genelinde artmaktadır. Diğer taraftan çevresel sorunlar ve bu konuda oluşan hassasiyet, yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın sadece tek bir yönünü temsil etmektedir. Artan yenilenebilir enerji kullanımının altında yatan diğer ekonomik, politik, sosyal ve teknolojik motivasyon kaynakları Şekil 1.5.'te verilmiştir.



Şekil 1.5. Yenilenebilir enerji kullanımının beklenen faydaları (Ellabban vd., 2014:758'den faydalanılarak hazırlanmıştır.)

Sektördeki büyümenin özellikle (hidroelektrik harici) yeni nesil yenilenebilir enerji çeşitlerinden (rüzgar, güneş, jeotermal, dalga ve biyokütle) sağlandığı görülmektedir. Tablo 1.1.'den görüldüğü üzere, geleneksel bir yenilenebilir enerji türü olan hidroenerji ile diğer modern yenilenebilir türleri beraberce ele alındığında sektörün kurulu kapasite açısından 10 yıl içerisinde yaklaşık iki kat büyüdüğü görülmektedir. Sürdürülebilirliği tartışma konusu olan ve farklı bir gelişim süreci geçiren hidroenerji dikkate alınmadığında diğer yenilenebilir enerji teknolojilerinin kurulu kapasitesinin 2005'den 2015'e sekiz kata yakın büyüdüğü görülmektedir. Buna karşın dünya birincil enerji tüketiminde ve elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının katkısının aynı hızda büyüdüğü söylenememektedir. Sonuç olarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının net yatırım açısından 2010'dan itibaren üst üste altı yıldır fosil yakıt yatırımlarını aşıyor olmasına rağmen küresel düzeyde artan enerji ihtiyacının büyük oranda yenilenemeyen- hidrokarbon içerikli fosil yakıtlarla- karşılanmaya devam edildiği söylenebilir (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2016:17).

Tablo 1.1. Küresel yenilenebilir enerji kurulu kapasitesi ve enerji karmasındaki payı

	2005	2015
Dünya Geneli Toplam Yenilenebilir Enerji Kurulu Kapasitesi	880 GW	1849 GW
Dünya Geneli Yenilenebilir Enerji Kurulu Kapasitesi ((hidroelektrik harici))	100 GW	785 GW
Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Dünya Birincil Enerji Tüketimindeki Payı ((hidroelektrik harici))	% 0,8	% 2,8
Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Dünya Elektrik Üretimindeki Payı ((hidroelektrik harici))	% 4,6	% 6,7

BP (2016)'dan yararlanılarak oluşturulmuştur.

152 GW'lık yeni yatırımın yapıldığı 2015 yılında yenilenebilir enerji sektörünün % 8.3 büyüme oranı ile rekor kırdığı gözlenmektedir. Yaşanan rekor büyümenin aynı yıl içerisindeki düşük petrol ve doğal gaz fiyatlarına, Avrupa pazarındaki kriz ortamına ve güçlü dolar paritesine rağmen elde edilmesi yenilenebilir enerji kaynakları adına önemli bir gelişme olarak ele alınmaktadır (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2016:17). Çeşitli uluslararası kurumlarca yapılan öngörüler, yenilenebilir enerji teknolojilerinin verimliliğinde artış ve maliyetlerindeki düşüş beklentileri paralelinde sektörün hızlı büyümeye devam edeceği yönündedir. Uluslararası enerji Kurumu 2040 yılına kadar kara tipi rüzgar enerjisi maliyetlerinde % 10-25 düşüş ile fotovoltaik güneş enerjisi maliyetlerinde % 40 ila % 70 arası düşüş beklemektedir. Bu gelişmelere bağlı olarak da 2040'a kadar yapılması öngörülen enerji yatırımlarının % 60'nın yenilenebilir kaynaklardan geleceği beklentisi hakimdir (IEA, 2016a). Dolayısıyla tüm bu veriler ve öngörüler beraberce ele alındığında yenilenebilir enerji kullanımının ve doğal olarak ekonomiler üzerindeki çok yönlü etkilerinin önümüzdeki yıllarda kuvvetlenerek artması beklenebilir.

Bir alt bölümde detaylarıyla yenilenebilir enerji türleri, maliyet trendleri ve endüstriyel gelişimleri hakkında bilgi verilecektir.

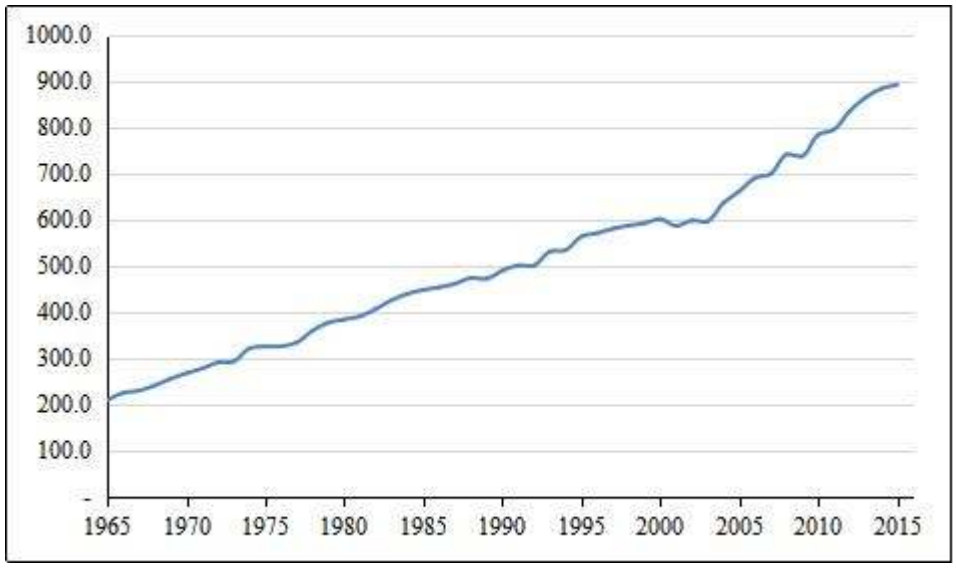
1.4.1. Hidroelektrik enerjisi

Hidrolik enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları arasında en olgun teknolojiye sahip olan enerji türüdür. Tarihin erken dönemlerinden beri kullanıldığı bilinmektedir. İlk kullanım alanları su değirmenleri ile sal, kayık vs. gibi ulaşım araçları olmuştur. Özellikle su değirmenlerinin iktisadi olarak 19. yüzyıla kadar

önemini koruduğu görülmektedir. Fakat sudan elde edilen enerjinin depolanamaması ve o dönemdeki enerji iletim kısıtları sebebiyle enerjinin üretildiği yerde tüketilmesi zorunluluğu bulunmaktaydı. Bu durum 19. yy sonrasında hidroelektrik enerjisinin dünyada artan enerji ihtiyacına yeterince cevap verememesiyle sonuçlanmıştır. Ortaya çıkan enerji açığı fosil yakıtlarca doldurulmaya başlanmıştır.

Hidrolik enerjinin modern kullanım alanı tarımdan, turizme, sportif faaliyetlere kadar geniş bir yelpazede yer almaktadır. Fakat en önemlisi elektrik enerjisi üretimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Modern hidroelektrik teknolojisi, su türbinleri vasıtasıyla su içerisindeki potansiyel enerjiyi kinetik enerjiye ve nihai olarak da elektrik enerjisine çevirmektedir. Dünyadaki ilk örneğinin 1882'de Amerika'da görüldüğü hidroelektrik santralleri büyük ölçekli (10 MW ve üstü) ve küçük ölçekli (10 MW'dan düşük) olarak ikiye ayrılmaktadır. Akış tipi hidroelektrik santralleri ve pompaj depolamalı hidroelektrik santralleri de genellikle bu ikinci sınıfta yer almaktadır. 2016 itibariyle dünya üzerindeki en büyük santraller Çin'deki 22400 MW kapasiteli Three Gorges ve Brezilya'daki 14000 MW kapasiteli İtaipu santralleridir (Ellabban vd., 2014: 751).

Küresel hidroelektrik sektörü, 2015 yılsonu itibariyle toplam 1064 GW kurulu kapasite ile en yüksek kurulu kapasiteye sahip yenilenebilir enerji sektörüdür. Kümülatif kurulu kapasite verilerine göre hidroelektrik enerjisi sektörü 2015 yılında bir önceki yıla göre % 0.85 büyümüştür. Böylece sektörün 2015'de faaliyete geçen yeni yatırımlarla dünya elektrik üretimindeki payını % 16.4 olarak güncellediği görülmektedir. Şekil 1.6.'da yıllara göre dünya hidroelektrik enerjisi tüketiminin seyri verilmiştir (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2015-2016).

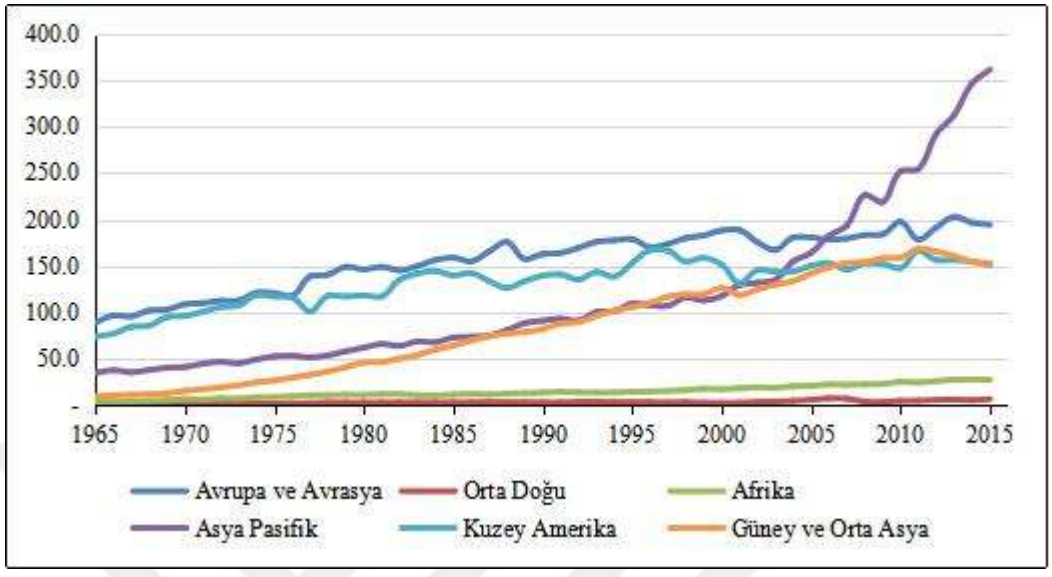


Şekil 1.6. Yıllara göre dünya hidroelektrik tüketimi, mtoe (BP, 2016)

Mevcut hidroelektrik teknolojisi, baraj yahut su toplama havzalarında su depolama ve gerektiğinde kullanma özelliğine sahiptir. Bu nedenle hidroelektrik enerjisi mevsimsel değişmelerden etkilenmekle birlikte rüzgar, güneş gibi yeni nesil yenilenebilir enerji teknolojilerinin muhatap olduğu kesikli üretim sorununa tabi değildir. Dolayısıyla sistem dengeleme ve tahmin problemi de oluşturmaz. Ayrıca sistemde acil enerji ihtiyacı oluştuğunda hızlı biçimde devreye girebilme imkanı vardır. Enerji arzında değişken yenilenebilir enerji kaynaklarının payı arttıkça hidroenerjinin bahsedilen olumlu özelliklerinin bir çeşit tamamlayıcı faktör olarak daha da ön plana çıktığı görülmektedir (World Energy Council, 2016:4; Ellabban vd., 2014:752).

Rekabetçi fiyatları ve yukarıda sayılan avantajları sayesinde gelişmiş ülkelerdeki hidroelektrik enerjisi potansiyelinin önemli bölümünün kullanımda olduğu görülmektedir. Global hidroelektrik enerjisi potansiyelinin 15.6 milyon GWh/yıl civarında olduğu tahmin edilmektedir. Avrupa'daki hidro potansiyelinin % 75'inin, Kuzey Amerika'daki potansiyelin % 69'unun kullanımda olduğu bilinmektedir. Bu verilerin ışığında gelişmiş ülkelerde özellikle büyük hidro anlamında büyüme potansiyelinin düşük olduğu ifade edilebilir. Bu bölgelerdeki yeni yatırımların akış tipi santrallerden geleceği tahmin edilmektedir. Buna karşın gelişmekte olan ülkelerde genişleme yönünde çok daha büyük bir potansiyel bulunduğundan bahsedilmektedir. Latin Amerika'da mevcut potansiyelin % 33'üçü, Asya'da % 22'si, Afrika'da % 7'si kullanılmaktadır (World Energy Council,

2013:31). Coğrafi bölgelere göre hidroelektrik enerjisi tüketimi Şekil 1.7.'de verilmiştir.



Şekil 1.7. Bölgelere göre hidroelektrik enerjisi tüketimi, mtoe (BP, 2016)

Hidroelektrik enerjisi inşa ve kurulum aşamasında bir miktar zararlı sera gazı salınımı yapmakla birlikte, işletim aşamasında herhangi bir zararlı gaz yahut katı atık üretmemektedir. Yine de bir takım çevresel sıkıntılar oluşturduğu gözlenmektedir ve sürdürülebilirliği tartışılmaktadır. Santrallerin kurulacağı alandaki doğal çevrenin ve bu karasal alandaki doğal yaşamın tahribinin yanı sıra akarsu içerisindeki balıklara da zarar verdiği öne sürülmektedir. Ayrıca, özellikle büyük ölçekli, barajlarda tutulan suyun bulunduğu çevrenin iklimi ve doğal su döngüsü üzerinde olumsuz etkide bulunduğu ve uzun dönemde hidroenerjinin yenilenebilirlik özelliğini tehdit ettiği savunulmaktadır. Sürdürülebilirlik tartışmaları nedeniyle alan yazındaki kimi çalışmalarda hidroelektrik enerjisinin yenilenebilir enerji kaynakları ile beraber ele alınmadığı görülmektedir.

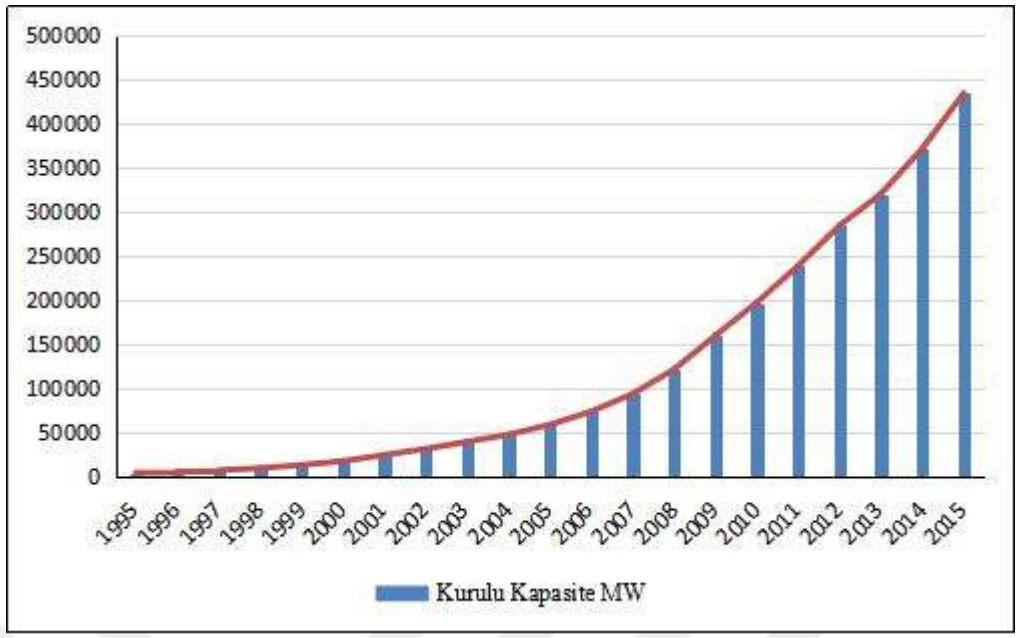
1.4.2. Rüzgar enerjisi

Rüzgar enerjisi, dünya genelinde kurulu kapasite açısından yenilenebilir enerji kaynakları arasında hidroelektrik enerjisinden sonra ikinci sırada gelmektedir. Rüzgar enerjisinin temel kaynağı güneş ve güneşin yeryüzünde oluşturduğu ısı farkları nedeniyle ortaya çıkan basınç farklarıdır. Basınç farklarına bağlı olarak ortaya çıkan hava akımlarının içerdiği enerji, rüzgar türbinleri vasıtasıyla önce

mekanik sonra elektrik enerjisine çevrilmektedir. Böylece modern anlamda bilinen rüzgar enerjisi elde edilmektedir. Rüzgar enerjisinin tarihteki ilk kullanımının yelkenli gemilerin hareket ettirilmesi ve yel değirmenleri şeklinde olduğu görülmektedir. Rüzgar enerjisinin elektrik üretimi için ilk kullanımı ise 1890'a rastlamaktadır. Bu tarihten sonra 1930'lu yıllara kadar sayıları özellikle kırsal kesimlerde artan rüzgar türbinleri bir müddet önemini korumuştur. Fakat fosil yakıtlara ulaşılabilirliğin artmasından sonra cazibesini yitirmiştir. 90'lı yıllardaki teknolojik gelişmeler ve küresel ısınma tehdidi ile enerji güvenliğinin sağlanması gibi konular sayesinde yeniden ön plana çıktığı gözlenmektedir (Kaldellis ve Zafirakis, 2011:1887).

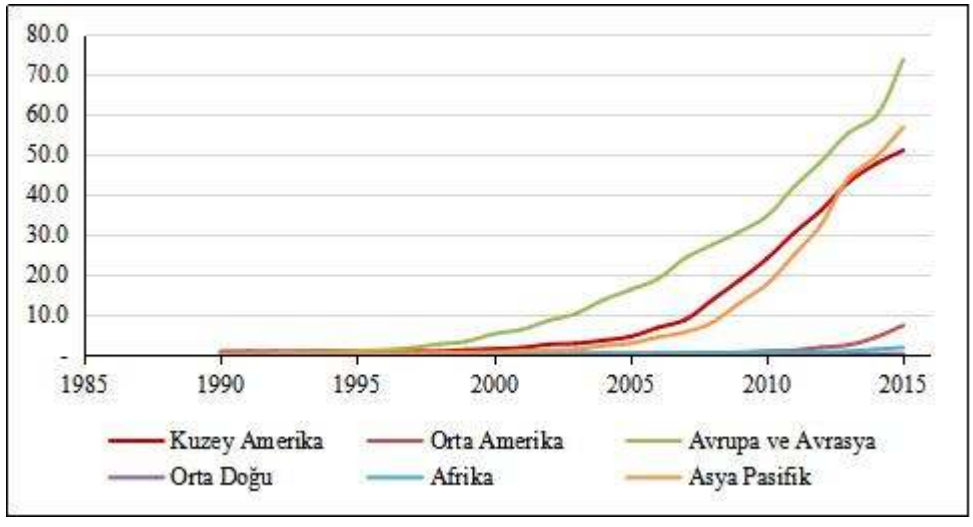
Rüzgar enerjisi santralleri konumlandırıldıkları yere göre kara tipi ve deniz tipi olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Kara tipi rüzgar enerjisi teknolojisi olgun denilebilecek bir gelişmişlik seviyesine ulaşmış ve maliyetleri pek çok santralde rekabetçi düzeydedir. Denize konumlandırılan rüzgar enerjisi santrallerinin ise daha verimli olduğu fakat daha yüksek yatırım gerektirdiği ve teknolojisinin gelişme aşamasında olduğu belirtilmektedir (Ellabban vd., 2014:754). Bu sebeple sektördeki kurulu kapasitenin oldukça büyük bir bölümünün kara tipi rüzgar santrallerinden oluştuğu görülmektedir. İlerleyen dönemlerde ise genişlemenin önemli bir kısmının deniz tipi santrallerden gelmesi beklenmektedir (World Energy Council, 2016:1-6).

2015 verilerine göre dünya genelinde kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi 433 GW'dır (420 GW kara tipi, 13 GW deniz tipi). Bu yatırımların yarısından fazlasının son 5 yıl içerisinde gerçekleştirildiği bilinmektedir. Şekil 1.8.'de yıllara göre rüzgar enerjisi sektörü gelişimi verilmiştir. Bu veriler 2015 yılında 2014'e oranla % 22 büyüme gösteren sektöre 63 GW'lık yeni yatırım yapıldığını göstermektedir. Yeni yatırımlarla küresel ölçekte toplam 67 ülkenin ticari anlamda rüzgar enerjisinden yararlanmakta olduğunu, bunlardan 26'sının ise 1 GW üstü kurulu kapasiteye sahip olduğu belirtilmektedir (BP, 2016). Kurulu kapasite açısından ilk beşte yer alan ülkeler Çin, ABD, Almanya, Hindistan ve İspanya'dır. Kişi başı rüzgar enerjisi kullanımı açısından ilk beşteki ülkeler ise Danimarka, İsveç, Almanya, İrlanda ve İspanya olarak sıralanmaktadır (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2016: 19, 75-77).



Şekil 1.8. Yıllara göre küresel rüzgar enerjisi sektörü gelişimi, kurulu kapasite MW (BP, 2016)

Rüzgar enerjisinin dünya genelindeki potansiyelinin 26000 TWh/yıl olduğu tahmin edilmektedir. Ekonomik ve teknik kısıtlar sonrası ticari olarak kullanılabilir potansiyelinin ise 9000 TWh/yıl civarında olduğu belirtilmektedir (Panwar vd., 2011:1517). 2015 yılı itibariyle bu potansiyelin 841.2 TWh'lik bölümünün kullanıldığı görülmektedir. Kısacası sektörün büyümesinin önünde potansiyel bakımından bir sorun görülmemektedir.



Şekil 1.9. Coğrafi bölgelere göre rüzgar enerjisi tüketimi, milyon ton petrol eşdeğeri (BP, 2016)

Rüzgar enerjisi tüketimine bölgesel olarak bakıldığında en yüksek tüketimin 2015 yılı itibariyle 73.7 mtoe ile Avrupa-Avrasya bölgesinden ve 56.7 mtoe ile Asya-Pasifik bölgesinden geldiği görülmektedir. Özellikle Çin ve Hindistan'ın 2008 sonrası hızlı bir gelişim gösterdiği görülmektedir. Şekil 1.9.'da coğrafi bölgelere göre yıllar itibariyle rüzgar enerjisi tüketiminin seyri verilmiştir. Bilinen pek çok çevresel ve bölgesel faydasının yanı sıra rüzgar enerjisi santrallerine ses ve gürültü kirliliği oluşturduğu, inşaa edildiği alanda erozyona sebebiyet verdiği, kuşların doğal yaşamını olumsuz etkilediği şeklinde bir takım eleştirilerin getirildiği de bilinmektedir (Ellabban vd., 2014: 757).

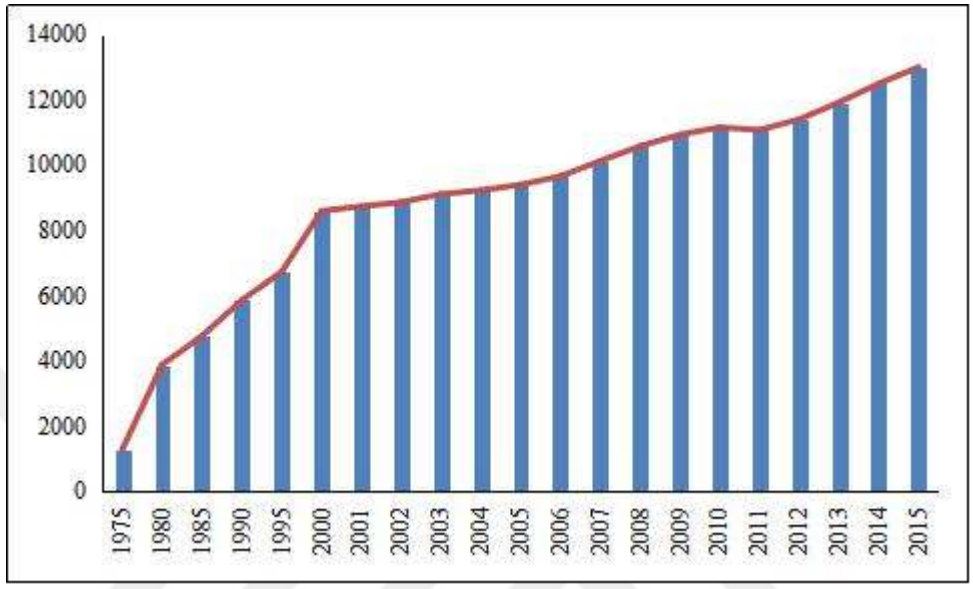
1.4.3. Jeotermal enerji

Jeotermal enerji doğal yolla enerji elde etmek için bilinen etkin ve güçlü bir seçenek olarak kabul edilmektedir. Yerkabuğunun ince olduğu yerlerden yeryüzüne çıkan sıcak su, gayzerler ve yerkabuğunun altında kalan ısıl kayaçlar jeotermal enerjinin temel kaynakları olarak bilinmektedir. Basit bir sondaj düzeneğiyle konut ısıtma amacıyla yerkabuğunun derinliklerindeki jeotermal enerjinin yeryüzüne çıkarılabilmesi de, elektrik enerjisi üretebilmek için büyük ölçekli gelişmiş santraller kurulması da mümkündür.

Jeotermal enerjinin tarihteki ilk kullanımlarının yaklaşık 2000 yıl öncesine dayandığı bilinmektedir. Dünyanın pek çok bölgesinde banyo, ısınma, çamaşır yıkama gibi pratik hedeflere yönelik kullanıldığı tespit edilmiştir. Modern kullanım alanları ise kaplıcalar, konutların ısıtılması ve en önemlisi yüksek sıcaklığa sahip jeotermal kaynaklardan elektrik üretilmesi olarak karşımıza çıkmaktadır (Fridleifsson, 2001:301).

Jeotermal enerji kaynakları hidrotermaller, geçirgen sistemler ve derin bölgesel akiferler olarak üçe ayrılmaktadır. Şu an için elektrik üretiminde ticari olarak kullanılabilen tür ise hidrotermallerdir (Ellabban vd., 2014:751). 2015 verilerine göre dünya genelinde kurulu jeotermal kapasitesi 13.2 GW'dır. Şekil 1.10.'da yıllara göre jeotermal enerji sektörü kümülatif kurulu kapasite gelişimi verilmiştir. 2015 yılında 2014'e oranla % 4 büyüme gösteren sektöre 132 MW'lık yeni yatırım yapıldığı görülmektedir. 2015'deki yeni yatırımların yarısının 10 yeni santral inşaası ile Türkiye'den geldiği gözlenmektedir. Kurulu kapasite açısından ilk beşte yer alan ülkeler ise Amerika (3,6 GW), Filipinler (1,9 GW), Endonezya (1,4 GW), Meksika (1,1 GW) ve Yeni Zelanda (1.0 GW) olarak sıralanmaktadır. Son

yatırımlarla 2015 sonunda toplam 24 ülkenin jeotermal enerjiden elektrik üretiminde yararlandığı gözlenmektedir. Isıtma ve kaplıca gibi uygulamalar da dikkate alındığında bu sayının 71'e ulaştığı tahmin edilmektedir (BP, 2016; Cansın ve Sohtaoğlu, 2009:34).



Şekil 1.10. Yıllara göre küresel jeotermal enerjisi sektörü gelişimi, kurulu kapasite MW (BP, 2016)

Yerkabuğunun altında çok yüksek bir jeotermal enerji birikimi olduğu tahmin edilmekle birlikte, değeri hakkında sayısal bir değerlendirmede bulunulmamaktadır. Daha çok önümüzdeki en az 50 yıl içerisinde bir kaynak kısıtı ile karşılaşılmayacağı ifade edilmektedir. 2015 verilerine göre jeotermal enerjinin dünya elektrik üretimindeki payı 75 TWh ile % 1'in altındadır. Çeşitli çalışmalar bu üretimin 10 ila 100 katı arasında bir kullanılmamış potansiyelden bahsetmektedirler (World Energy Council, 2016:12; Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2016:51).

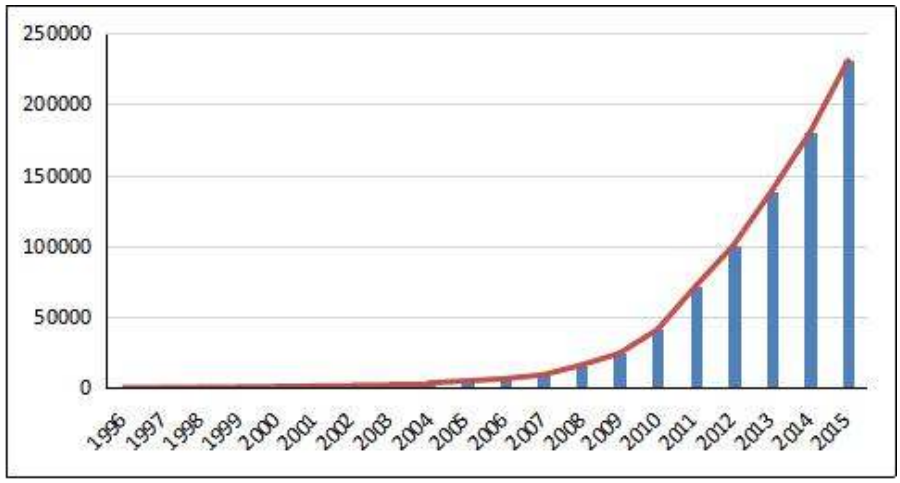
Jeotermal enerjinin önemli bir özelliği kesikli bir yapıya sahip olmamasıdır. Bu nedenle hem çevreci hem de rüzgar ve güneş gibi değişken yenilenebilir enerji türlerinin enerji sisteminde oluşturduğu oynaklıklara karşı istikrar sağlayıcı bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2016:53). Ayrıca mevsimsel ve iklimsel değişikliklerden etkilenmiyor olması da enerji arzında jeotermal enerji kaynaklarının güvenilirliğini artıran önemli bir kazanç olarak lanse edilmektedir.

1.4.4. Güneş enerjisi

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde gözlenen füzyon süreciyle ortaya çıkmaktadır ve güneş ışınları ile dünyaya ulaşmaktadır. Güneş ışınlarındaki enerjinin tarihin erken dönemlerinden beri su ısıtma, ısınma, gıda maddelerinin kurutulması gibi amaçlarla kullanıldığı bilinmektedir. Modern kullanımları ise düşük, orta ve yüksek sıcaklık uygulamaları olarak üçe ayrılmaktadır. Düşük sıcaklık uygulamaları binaların ısıtılması, su ısıtma, seracılık faaliyetleri ve tarım ürünlerinin kurutulmasıdır. Orta sıcaklık uygulamaları iklimlendirme ve su pompalama faaliyetleridir. Güneş enerjisinin en önemli uygulama alanı olan elektrik üretimi ise yüksek sıcaklık gerektiren bir uygulama olarak sınıflandırılmaktadır.

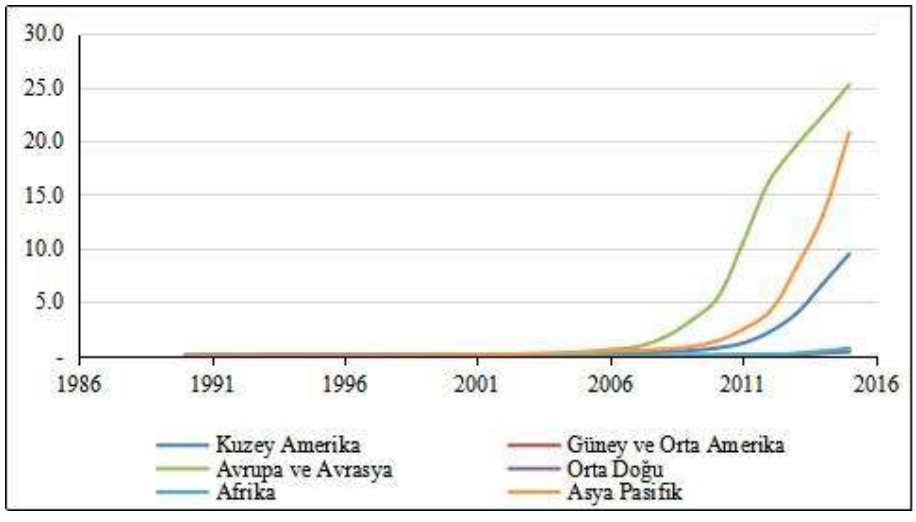
Yüksek sıcaklık gerektiren güneşten elektrik üretiminde ışın toplayıcı panellere ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla güneş santralleri, bir başka deyişle güneş çiftlikleri, geniş bir alan üzerine kurulabilmektedir. Bu durum verimli tarım arazilerinin güneş çiftliklerine tahsis edilmesi halinde eleştirilere sebebiyet vermektedir. Bunun dışında büyük güneş çiftliklerinin büyük hidroelektrik santralleri benzeri istenmeyen iklimsel etkiler gösterip göstermediği de tartışılmaktadır.

Güneş enerjisinden elektrik üretiminde faydalanılan temelde iki çeşit teknoloji bulunduğu görülmektedir: solar fotovoltaik teknolojisi (PV) ve yoğunlaştırılmış güneş termal teknolojisi (CSP). PV teknolojisinin, yoğunlaştırılmış güneş enerjisine karşı iki avantajından bahsedilmektedir. Bunlardan ilki ölçek ekonomisi sağlayabilecek şekilde panel üretimi yapılabilmesidir. Diğer avantaj, PV teknolojisinde gökyüzü tam olarak açık olmadığında bile enerji üretiminin mümkün olmasıdır (Ellabhan vd., 2014:752-753). Sayılan avantajlar sebebiyle sektördeki kurulu kapasitenin büyük bölümünün PV teknolojisine yapılan yatırımlardan oluştuğu görülmektedir. 2015 itibariyle PV kurulu kapasitesi 227 GW'a, CSP kurulu kapasitesi ise 4,8 GW'a ulaşmıştır. Bu verilere göre sektör 2015'te PV teknolojisi açısından % 28'in üstünde, CSP açısından % 12'ye yakın büyüme göstermiştir. Şekil 1.11.'de yıllara göre PV güneş enerjisi sektörü kurulu kapasite verileri sunulmuştur. PV kurulu kapasite açısından ilk beşte yer alan ülkeler Çin, Almanya, Japonya, Amerika ve İtalya'dır. CSP kurulu kapasite açısından ilk beşte yer alan ülkeler ise İspanya, Amerika, Hindistan, Fas ve Güney Amerika olarak sıralanmaktadır (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2016:21).



Şekil 1.11. Yıllara göre küresel güneş enerjisi sektörü gelişimi, kurulu kapasite MW (BP, 2016)

2015 itibariyle dünya genelinde elektrik üretimi amacıyla sadece 35 ülkede kullanıldığı gözlenmektedir. 2015 de bir önceki yıla göre güneş enerjisi tüketimi en fazla artan bölge % 122 ile Güney ve Orta Amerika ile % 58.9 ile Asya Pasifik bölgeleridir. Yıllık güneş enerjisi tüketimi sadece 0,7 mtoe olan Güney ve Orta Amerika'da gözlenen yüksek genişleme yeni yatırım yapan ülkeler kaynaklıdır. Bununla beraber Avrupa kıtası ayrı tutulursa, daha önceden güneş enerjisine önemli yatırımları olan hemen her ülkede de tüketimin ciddi oranlarda arttığı görülmektedir. Örneğin 2015'de Amerika'da % 41.8, Japonya'da % 58.6, Çin'de % 69.7 oranında tüketim artışı gözlenmiştir. Bölgelere göre güneş enerjisi tüketimi verileri Şekil 1.12.'de verilmiştir. (BP, 2016).



Şekil 1.12. Coğrafi bölgelere göre güneş enerjisi tüketimi, milyon ton petrol eşdeğeri (BP, 2016)

1.4.5. Biyoenerji

Bilinen ilk enerji kaynaklarından olan biyoenerji ateşin keşfedilmesinden itibaren insanoğlunun en önemli enerji kaynaklarından biri halini almıştır. Kökeni güneş ışınları yardımıyla yapılan fotosenteze dayanan biyoenerji, kaynak çeşitliliği bakımından oldukça zengindir. Doğal ormanlar, tarım bitkileri, bunlardan elde edilen atıklar ve türevleri başlıca biyokütle kaynakları olarak kabul edilmektedir. Ayrıca endüstri ve şehir yaşamı kaynaklı atıklar da biyoenerji elde edilmesi açısından önemli yer tutmaktadır.

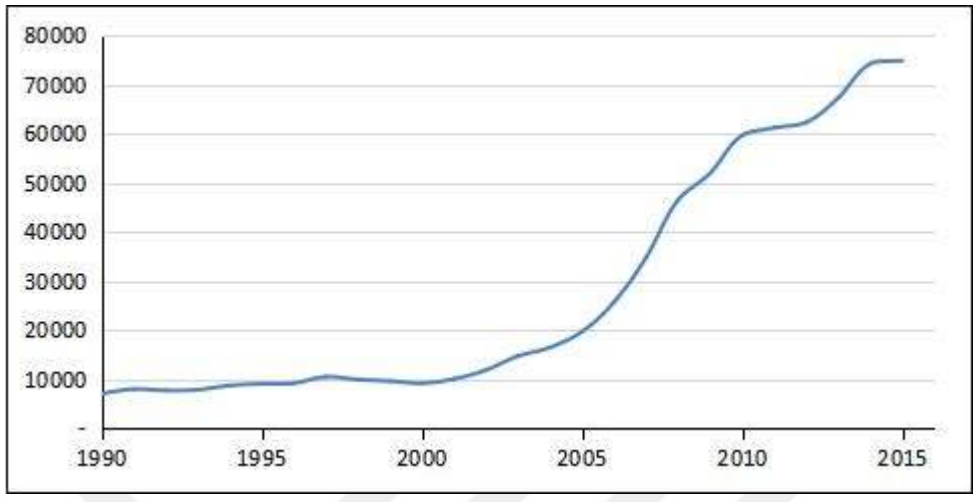
Biyoenerjinin geleneksel kullanımını odun, hayvan ve bitki artıklarının ısınma amaçlı yakılması oluşturmaktadır. Gelişmekte olan ekonomilerde, özellikle kırsal kesimlerde, biyoenerji geleneksel şekilde önemli oranda kullanılmaya devam edilmektedir. 2014 itibariyle geleneksel biyoenerjinin toplam enerji tüketimindeki payının % 8.9 olarak gerçekleştiği, modern biyoenerji kaynaklarının payının ise % 5.1 olarak gerçekleştiği görülmektedir (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2016:439).

Biyoenerji gaz, sıvı yahut katı formda elde edilebilmektedir. Bu üstünlüğü sayesinde fosil yakıtlara göre tasarlanmış pek çok teknoloji ile uyumlu olarak kullanılabilmektedir. Böylece ulaşım sektöründe fosil yakıtlara rakip olabilmektedir. Elektrikli araçların çok yaygın olmadığı mevcut ulaşım sektörü yapısı düşünüldüğünde, biyoenerjinin fosil yakıtlara tam anlamıyla rakip olma özelliğine sahip yegane yenilenebilir enerji kaynağı olduğu iddia edilmektedir (Cansın ve Sohtaoğlu, 2009:34).

Elektrik, ulaşım ve ısıtma-soğutma sektörlerinin her üçünde de kullanılabilen biyoenerjinin, ısıtma-soğutma alanına diğer sektörlere nazaran daha fazla katkı verdiği görülmektedir. Elektrik sektöründe tüketilen nihai enerjinin % 2'sinin, ulaşım sektöründekinin % 2.8'inin, endüstriyel ısıtma sektöründekinin % 7.2'sinin modern biyoenerji kaynakları ile sağlandığı raporlara yansımaktadır. Konut ısıtma sektöründe tüketilen nihai enerjinin ise %4.3'ünün modern, %25.3'ünün geleneksel biyoenerji kaynaklarının kullanımı ile elde edildiği görülmektedir.

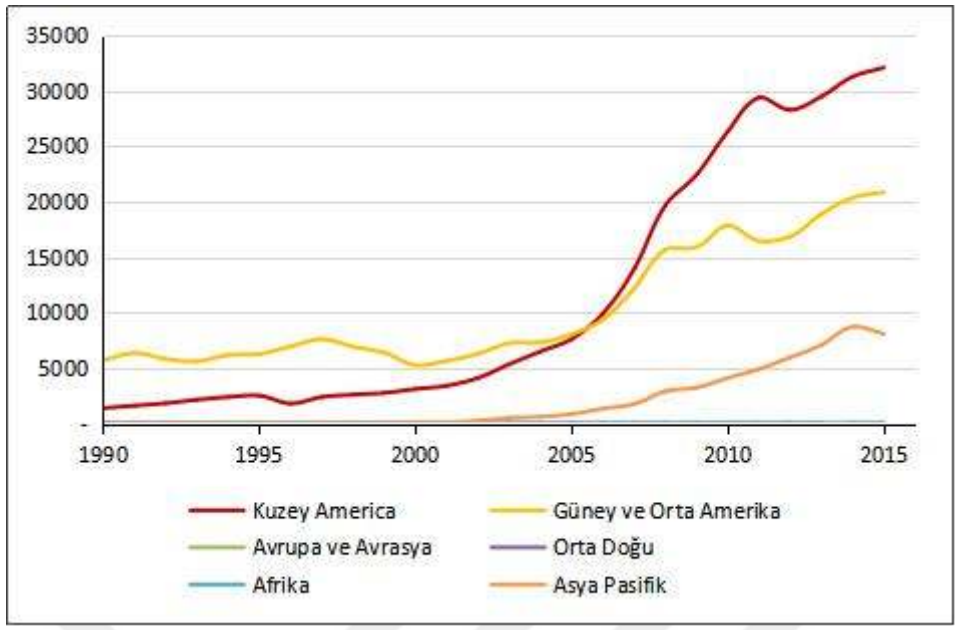
Biyoyakıt üretimi bin ton petrol eşdeğeri olarak ele alındığında 1990 yılında 7097 ttoe olarak gerçekleşen biyoyakıt üretiminin 2000'de 9178 ttoe'ye, 2015 sonu itibariyle ise 74847 ttoe'ye ulaştığı görülmektedir, Şekil 1.13.'ten sektördeki üretim artışının 2007 yılı sonrasında yavaşlamaya başladığı ve 2014'ten

2015'e sektörel büyümenin % 0,9 olarak gerçekleştiği görülmektedir. Dolayısıyla biyoyakıt alanında yavaşlayan bir sektörel büyümeden bahsedilebilir.



Şekil 1.13. Dünya biyoyakıt üretiminin yıllara göre seyri, bin ton petrol eşdeğeri (BP, 2016)

Biyoyakıt üretimine bölgesel olarak bakıldığında Kuzey Amerika kıtasının 32095 ttoe üretimle birinci sırada yer aldığı görülmektedir. Kuzey Amerika kıtasını, Brezilya'nın büyük katkısıyla Güney ve Orta Amerika kıtasının izlediği görülmektedir. Güney ve Orta Amerika bölgesinde yapılan 20867 ttoe üretimin 17000 ttoe'dan fazlasını tek başına Brezilya'nın sağladığı görülmektedir. Şekil 1.14.'de bölgesel biyoyakıt üretiminin yıllara göre seyri verilmiştir. Biyoyakıt üretiminde ilk beşi Amerika, Brezilya, Almanya, Hollanda ve Fransa'nın oluşturduğu görülmektedir (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2016:142).



Şekil 1.14. Coğrafi bölgelere göre biyoyakıt üretimi, bin ton petrol eşdeğeri (BP, 2016)

Biyoenerjinin elektrik üretimindeki yerine bakıldığında ise 2015 yılında biyoenerjiden toplamda 106 GW'lık elektrik üretimi gerçekleştirildiği görülmektedir. Biyoenerjiden elektrik üretiminde ilk beşte yer alan ülkeler Çin, Amerika, Almanya, Japonya ve Hindistan olarak sıralanmaktadır (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2016:141).

Son yıllarda biyoenerji üretimi için enerji tarımı olarak adlandırılan yeni bir tarım endüstrisinin doğduğu görülmektedir. Enerji tarımında, genel olarak hızlı yetişen, enerji içeriği yüksek bitki ve ağaçların tercih edildiği görülmektedir. Enerjiye yönelik tarım kırsal kalkınma, doğrudan istihdam ve gelir çeşitliliği gibi faydalar sağlamasına karşın bir takım soru işaretleri de doğurmaktadır. Enerji üretme amacıyla yapılan tarımda artan biçimde yeni alanlar açıldığı, verimli toprakların artan biçimde zehirli kimyasallara maruz kaldığı, kimi zaman gıda tarımına ayrılan arazilerin enerji tarımına tahsis edildiği ve gıda fiyatları üzerinde bir baskı oluşturduğu iddia edilmektedir (Horuz vd., 2015:79). Kısacası gıda güvenliği ve biyoenerjinin sürdürülebilirliği sorgulanmaktadır.

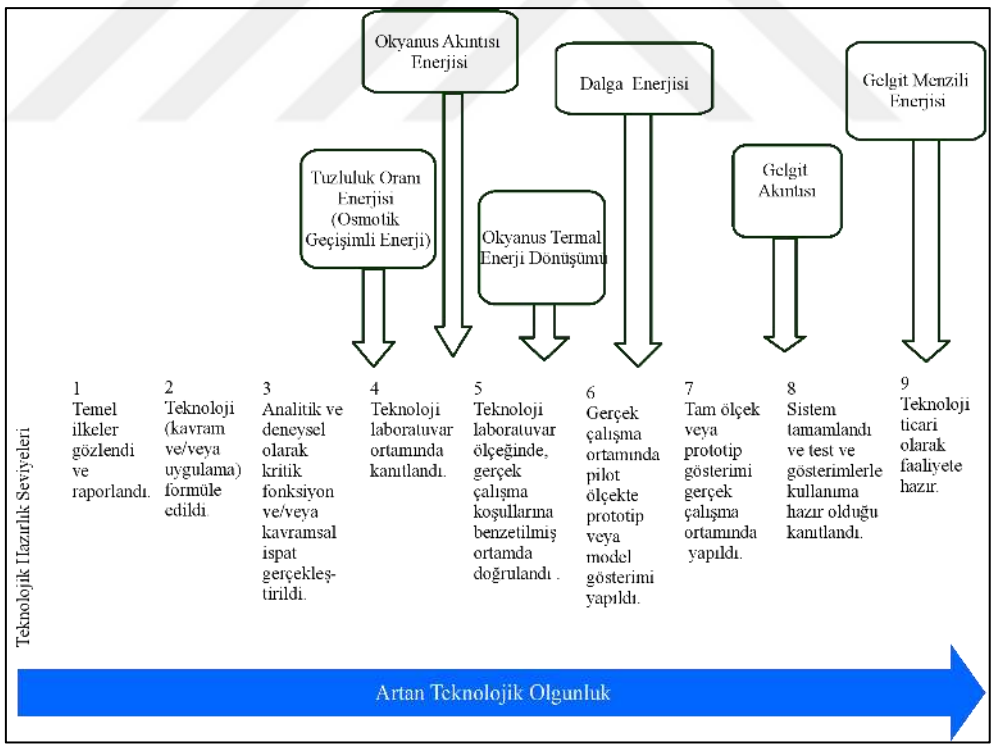
1.4.6. Okyanus Enerjisi

Artan enerji ihtiyacına cevap verebilmek için geliştirilen bir diğer yenilenebilir enerji çeşiti okyanus enerjisidir. Okyanus enerjisi tüm deniz kökenli enerji kaynaklarına verilen genel isim olarak kullanılmaktadır. Okyanus enerjisi

dalga, gelgit menzili, okyanus akıntısı, gelgit akıntısı, sıcaklık ve tuzluluk farkına bağlı enerjiler gibi farklı alt türlere ayrılmaktadır.

Okyanus enerjisi teknolojileri henüz gelişmelerinin çok erken dönemlerinde oldukları için ticari bir okyanus enerjisi sektöründen bahsedilememektedir. 2015 yılı sonu itibariyle sektörün küresel kurulu kapasitesi sadece 530 MW'a ulaşmıştır. Kurulu kapasitenin 494 MW'lık bölümünün gelgitten enerji üretebilmek için kurulan iki baraj projesinden oluştuğu görülmektedir.

Hükümetler Arası İklim Paneli (IPCC) için gerçekleştirdiği bir çalışmasında Mørk vd. (2010) deniz kökenli enerjilerin teorik potansiyelinin 32 PWh/y olduğunu tahmin etmiştir. Fakat teknolojisi çoğunlukla prototip aşamasında olması nedeniyle teknik ve ekonomik potansiyeli hakkında henüz değerlendirme yapılamadığı göze çarpmaktadır. Çeşitli okyanus enerjisi türlerinin teknolojik gelişim seviyeleri Şekil 1.15.'de verilmiştir. Teknolojik gelişmeler paralelinde okyanus enerjisinin küresel enerji arzında kendine daha fazla yer bulması beklenmektedir.



Şekil 1.15. Okyanus enerjileri teknolojik hazırlık seviyeleri (WEC, 2016:41)

1.5. Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Belirleyicileri

Yenilenebilir enerji tüketimi ele alındığında, 90'lı yıllarda ağırlıklı olarak gelişmiş ülkelerce talep edilen yenilenebilir enerji kaynaklarına 2000'ler itibariyle gelişmekte olan ekonomilerden de önemli miktarda talep gelmeye başladığı görülmektedir. Özellikle Çin, Hindistan ve Brezilya gibi yükselen ekonomilerin bu alanda çok büyük atılımlar yaptığı görülmektedir.

Ekonomilerin enerji arz karmasındaki payına bakıldığında gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında olduğu kadar, farklı coğrafi bölgelerde yer alan ekonomiler arasında ve bu iki ölçüt açısından benzeşen ekonomiler arasında bile yenilenebilir enerjinin toplam enerji arzına katkısı açısından benzeşmeyen bir trendin mevcut olduğu gözlenmektedir (Aguirre ve Ibikunle, 2014:374).

Bu noktada bilimsel dikkat yenilenebilir enerji tüketiminin arkasında hangi dinamiklerin bulunduğu ve bu dinamiklerin tüketim üzerinde ne oranda etkili olduğu sorularına yönelmektedir. Bu sorulara mümkün olduğunca tutarlı ve açık cevaplar verilebilmesinin bilimsel bilgi birikiminin derinleşmesi, çevre ve makroekonomik açıdan etkin yenilenebilir enerji politikalarının uygulanabilmesi için önemli olduğu düşünülmektedir.

Yenilenebilir enerji gelişiminin ardındaki itici güçler, bir başka ifadeyle yenilenebilir enerji kullanımının belirleyicileri araştırılırken birden fazla disiplinden yararlanmak gerekmektedir. Bu amaçla çevre ekonomisi, enerji ekonomisi, enerji mühendisliği, büyüme ekonomisi, sosyoloji gibi farklı alanlara odaklanan yazın incelenmiş ve yenilenebilir enerji dinamiklerinin genel olarak 3 grupta sınıflandırılabileceği görülmüştür: politik faktörler, sosyoekonomik faktörler ve ülkelere özgü diğer faktörler (Marques vd., 2010:6878-6880; Aguirre ve Ibikunle, 2014:375, Mehrara vd., 2015:98). Bu üçlü çatı altında sınıflandırılan yenilenebilir enerji belirleyicileri bir sonraki alt grupta sırasıyla ele alınmıştır.

1.5.1. Politik faktörler

Politik faktörler bir şekilde ekonomilerin karşı karşıya olduğu jeopolitik riskleri, hükümetlerin vizyonunu, yürürlüğe koyulan ulusal enerji politikalarını, taraf olunan uluslararası antlaşma/birlik/kuruluşları ve bunlara karşı taahhüt edilen sorumlulukları yansıtmaktadır. Küresel ısınma tehdidine karşı verilen savaş ve enerji arz güvenliği gibi siyasi yanı oldukça güçlü faktörleri bünyesinde bulundurmasından ötürü bu grup belirleyici en kritik faktör grubu olarak nitelendirilmektedir. Bu

nitelendirmenin altında yatan bir diğer sebep ise bilindiği üzere kara tipi rüzgar enerjisi haricinde yenilenebilir enerji birim fiyatları henüz tam olarak rekabetçi düzeye inmiş değildir. Çoğu yenilenebilir enerji projesi yüksek yatırım maliyeti gerektirmekte, yatırımın başa baş noktasına ulaşması da uzun gecikmeler sonrasında olabilmektedir (Zhao vd., 2013:887; Viardot, 2013:759). Bu nedenle yenilenebilir enerji sektörü bir takım devlet desteklerine ihtiyaç duymakta ve bu desteklerin var olmadığı çoğu durumda yenilenebilir enerji yatırımları cazibesini kaybedebilmektedir (Würzburg vd., 2013:159; Popp vd., 2011:649-650). Dolayısıyla hükümetlerin yenilenebilir enerjiye bakış açısı ve bu alanda getirdikleri düzenlemeler sektörün gelişimi açısından kritik önemde olmaktadır (Mehrara vd. 2015:98; Omri ve Nguyen, 2014:554).

Politik faktörler, uluslararası kurum/ kuruluş/ antlaşmalar, enerji arz güvenliği, kamu enerji politikaları alt gruplarından oluşmaktadır. Aşağıda bu gruplar ve yenilenebilir enerji üzerindeki beklenen etkileri sırasıyla incelenmiştir.

1.5.1.1. Uluslararası zirve/ kurum/ kuruluş/ antlaşmalar

Çevre sorunlarını ele alan uluslararası zirvelerin ve bu zirvelerde atılan adımların küresel yenilenebilir enerji sektörünün gelişiminde etkin bir faktör oldukları ifade edilmektedir. Kyoto sözleşmesi örneğinden yola çıkılırsa sözleşmeye taraf olan ülkelerin verdikleri taahhütlere uyabilme adına daha organize, daha tutarlı düşük karbondioksit stratejileri oluşturdukları, toplumsal bilinçlenmeyi destekledikleri görülmektedir. Dolayısıyla verilen taahhütlerin bağlayıcı olmasa bile güdüleyici bir etken olarak ortaya çıktığı ve yenilenebilir enerji adaptasyonunu pozitif şekilde beslediği ifade edilmektedir (Aguirrre ve Ibikunle, 2014:375; Popp vd., 2011:649). Uluslararası baskının varlığı aynı zamanda çevre sorunlarının duyulurluğunu, tartışılırlığını artırmakta ve toplumların konu hakkındaki duyarlılığının yükselmesine sebep olabilmektedir.

Bu tip uluslararası oluşumların özellikle gelişmekte olan ekonomilerdeki yenilenebilir enerji sektörü gelişimi için önemli bir faydasından daha söz edilmektedir. Bahsedilen fayda, uluslararası antlaşma/kurum/kuruluşların katılımcılar/taraflar arasında yeni teknoloji ve teknik bilgi birikiminin transferini kolaylaştırmasıdır. Böylece gelişmiş ülkelerce geliştirilen yenilenebilir enerji teknolojilerinin dünya geneline yayılımını sağlanmaktadır (Aguirre ve Ibikunle, 2014:380; Popp, 2011:141-142; Pfeiffer ve Mulder, 2013:286). Bu faktörün

yenilenebilir enerji sektörü üzerindeki dolaylı bir etkisinden daha söz edilebilir. Uluslararası antlaşmalarda oluşturulan çevre standartları, açık ekonomi şartlarında ve küreselleşme olgusu altında karşılaştırmalı üstünlükleri ve dolayısıyla uluslararası ticaret yapısını değiştirebilmektedir. Değişen ticari ortamdan uluslararası sözleşmelere taraf olmayan ülkeler bile etkilenebilmekte ve kuralları değişen oyuna uyum sağlayabilmek adına bir şekilde yenilenebilir enerji kullanımına yönelebilmektedirler (Zhao, 2013: 889).

Özetle, literatürdeki genel beklenti uluslararası zirve/ kurum/ kuruluş/ antlaşmalara taraf olunması durumunda yenilenebilir enerji tüketiminin ve toplam enerji tüketimi içindeki yenilenebilir payının artmasıdır.

1.5.1.2. Enerji arz güvenliği

Enerji arz güvenliğinin sağlanması hemen hemen tüm ekonomiler için çok amaçlı ulusal enerji politikasının ana bileşenlerinden biridir. Enerji arz güvenliği problemi ilk olarak 1974 ve 1979'da art arda yaşanan petrol krizleri sonrası gündeme gelmiştir. Yaşanan krizler enerji kaynaklarına sahip olan ülkelerin arz miktarlarını ve dolayısıyla enerji fiyatlarını önemli ölçüde kontrol edebildiklerini göstermiştir. Bu durum pek çok ülke için enerji güvenliği ve sürdürülebilirliği sorunu anlamına gelmekteydi. Krizler esnasında enerji talebinin makul fiyatlarla ve istenilen düzeyde karşılanamamış olması pek çok ekonomiye o güne dek görülmemiş ciddiyetteki bir arz şoku şeklinde yansımış, o dönemki hakim iktisadi paradigma olan Keynesyen iktisatı yetersiz hale düşürmüştür. Kısacası petrol krizi ucuz fosil yakıt opsiyonunun garanti olmadığını, dolayısıyla da enerji güvenliği ve sürdürülebilirliğinin ülkeler için tehlikede olduğunu ortaya koymuş, çözüm arayışlarına vesile olmuştur. O dönemde hidro dışındaki yenilenebilir enerji kaynaklarının teknolojileri henüz rekabetçi düzeye ulaşmadığı için daha çok fosil yakıt arz kaynaklarının çeşitlendirilmesi, uygun rotaların belirlenmesi, fosil yakıt zengini ülkeler üzerinde politik hatta askeri baskı kurulması, nükleer santrallerin ağırlığının artırılması, enerji verimliliğinin iyileştirilmesi gibi politikalar daha çok ön plana çıkmıştı. Enerji arz güvenliği problemi daha sonra 2000'li yıllarda doğalgaz arzında Rusya- Avrupa arasında aralıklarla yaşanan sıkıntılar ile ve yine son on yılda hızlanan Çin ve Amerika'nın örtük küresel enerji kaynakları savaşıyla kendini göstermiştir. Dolayısıyla enerji arz güvenliği konusunun ülkelerin gündeminde 70'lerden beri yerini koruduğu söylenebilir.

Ulaşılabilirlik, üretilebilirlik, sürdürülebilirlik ve elde edilebilirlik ilkeleri üzerine oturan enerji arz güvenliği, basitçe enerjinin sürekli olarak güvenilir, temiz ve çeşitli kaynaklardan uygun miktarlarda, uygun fiyatlarla sağlanması ve yüksek verimlilikle tüketilmesi olarak tanımlanabiliyor olsa da literatürde genel kabul kabul görmüş geniş, net bir tanımı bulunmamaktadır (Selvakkumaran ve Limmeechokchai, 2013:492; Winzer, 2012: 36-37; Kruyt vd. 2009:2166-2167; Sevim, 2009:93-105; Cherp ve Jewell, 2014: 416; Kanchana ve Unesaki, 2015:1270; Mansson vd., 2014:2). Tanımlamada yaşanılan sıkıntılar genel anlamda enerji arzıyla ilişkilendirilen risklerin ve risk kaynaklarının ne olduğu ve bunların hangilerinin tanıma ne oranda dahil edileceği gibi kavramsal bakış açısı farklarından kaynaklanmaktadır. 36 farklı enerji arz güvenliği tanımını inceleyen Winzer (2012:37-39), enerji arz güvenliği tanımlarının aşağıdaki sekiz boyut etrafında farklılık gösterdiğini savunmaktadır: (i). Risk kaynakları (teknik alt yapı, insan, doğa gibi risk kaynakları) (ii). Enerji arz güvenliğinin ölçüm yöntemi (iii). Risklerin etkisinin ortaya çıkışında zaman boyutu (iv). Risklerin etkisinin büyüklüğü (v). Risklerin etkisinin kalıcılığı (vi). Risklerin etkisinin şiddeti (vii). Risklerin tekrarlama frekansı (viii). Riskler hakkındaki belirsizlik.

Cherp ve Jewell (2014), Winzer (2012)'den farklı bir yaklaşım sergilemekte ve enerji arz güvenliğinin 4 temel ilkesinin (ulaşılabilirlik, üretilebilirlik, sürdürülebilirlik ve elde edilebilirlik) yetersizliğine dikkat çekmektedir. Bu dört ilkenin ötesine geçmenin gerekliliğini savunan Cherp ve Jewell (2014:416-419) enerji arz güvenliğine dair yapılan tanımların en azından şu üç soruya cevap vermesi gerektiğini iddia etmektedir: "Kimin için güvenlik?", "Hangi değerler için güvenlik?", "Hangi tehditlere karşı güvenlik?". Kısacası ekonomik, politik, coğrafik vb. açılardan benzeşmeyen ekonomiler için ortak bir enerji arz güvenliği kavramı ve ölçütünün tanımlanması zordur. Ama enerji alanında güvenlik riski oluşturan anahtar faktörler ve enerji arz güvenliğinin sağlanması hedefine giden yoldaki ara hedefler aşağı yukarı belirlidir. Gnansounou (2008)'in ortaya koyduğu şekliyle enerji alanında güvenlik riskinin oluşmasındaki anahtar faktörler hidrokarbon içerikli yakıtlarda yüksek dış bağımlılık oranı ve düşük tedarikçi çeşitliliğidir. Ara hedefler ise stratejik enerji kaynağı stoklarının korunması, birincil enerji yoğunluğunun düşürülmesi, enerji arz kaynaklarının çeşitlendirilmesi, (stratejik olmayan) yerli kaynakların devreye alınması, enerji ithalatı yapılan tedarikçilerin çeşitlendirilmesi, enerji depolama imkanlarının artırılması olarak

sıralanabilmektedir (Valentine, 2011:4575-4576; Sevim, 2012:4386; Gnansounou, 2008:3737-3739; Erdal ve Karakaya, 2012:115; Mansson vd., 2014:5).

Bu ara hedeflere ulaşabilme noktasında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının önemli rol oynadığı kabul edilmektedir (Valentine, 2011:4577; Dong, 2012:476). Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzına dahil edilmesi bir yandan kaynak çeşitliliğini artırarak kaynak bağımlılığını azaltacak; diğer yandan yerli kaynak olmaları bakımından da enerjide dış bağımlılığının azaltılmasını sağlayacaktır (McCollum vd., 2013:488). Bu temel faydaların yanı sıra yenilenebilir enerji santralleri kırsalda şebekeye bağımlı olmadan faaliyet gösterebildikleri için de enerji arz güvenliğinin ön şartlarından olan ulaşılabilirliğe katkı sağlamaktadır. Enerji arz güvenliğinin ölçümünde kullanılan çok sayıda gösterge mevcuttur. Bu göstergelerden bir kısmı endeks şeklinde olup birden fazla göstergenin birleşiminden oluşmaktadır. Gupta (2008) tarafından geliştirilen "petrol kırılganlık endeksi", Scheepers vd. (2007)'nin önerdiği "arz-talep endeksi", Jansen vd. (2004) 'ün geliştirdiği "Shannon indeksine dayalı gösterge", Bollen (2008)'in geliştirdiği "ödemeye isteklilik endeksi", Uluslararası Enerji Kurumu'nun kullandığı enerji kaynaklarının fiziki bulunabilirliği ve fiyat risklerini içeren endeksi en bilinen enerji arz güvenliği endeksleridir (Kruyt vd., 2009:2070-2171). Bu endeksler yazarların yoğun çabaları sonucu ortaya konulmuş, bir çok ekonomi için bulunulabilirliği mümkün olmayan göstergelerdir. Diğer grup gösterge ise tekil göstergeler grubudur. Tekil, basit göstergeler şöyle sıralanabilir: enerjide ithalat bağımlılığı, imalatta enerji yoğunluğu, kişi başı petrol tüketimi, incelenen ülkenin sahip olduğu fosil yakıt rezervleri, politik istikrar, fosil yakıt rezervlerinin üretime oranı, kaynak ve tedarikçi çeşitliliği indisleri, market akışkanlığı, toplam birincil enerji arzında yenilenebilir enerjinin payı, sektörel enerji tüketimi, kişi başı enerji tüketimi, kişi başı birincil enerji arzı (Kruyt vd., 2009:2068-2170; Kanchana ve Unesaki, 2015:1271-1272; Mansson vd., 2014:3-8; Winzer, 2012:44-47). Yenilenebilir enerjinin belirleyicilerini araştıran çalışmalarda daha ziyade tekil göstergelerden yararlanıldığı görülmektedir. Bunun olası nedenlerinden ilki, endeks göstergelerin bulunabilirliğinde yaşanılan sıkıntılardır. İkinci olası neden literatürde en fazla bilinen ve yukarıda bahsedilen endeks göstergelerin enerji arz güvenliğinin dört temel taşından olan ulaşılabilirlik ve üretilebilirliğe hitap ederken, yenilenebilir enerji ile doğrudan ilişkili olan sürdürülebilirlik ilkesine hitap edememesidir.

Toparlamak gerekirse literatürde enerji arz güvenliği kaygıları yüksek olan ülkelerde yenilenebilir enerjiye yönelme olacağı ve dolayısıyla yenilenebilir enerji tüketiminin artacağı şeklinde genel bir beklenti bulunmaktadır (Marques vd., 2010; Gan vd., 2007; Zhao vd., 2008; Aguirre ve Ibikunle, 2014; Dong, 2012). Ancak bu durum kesin olarak bir ikame etkisinin oluşacağı manasına gelmemektedir. Örneğin enerji açığıyla karşı karşıya kalan bir ülkenin artan enerji talebinin bir kısmını yeni yenilenebilir enerji yatırımları ile karşılanması, kalan kısmının yenilenebilir enerji yerine ucuz fosil yakıt ithalatı yaparak karşılanması mümkündür. Bu durumda yenilenebilir enerji tüketimi artması beklenebilir fakat enerji karması içinde ki payı hakkında net bir hükümde bulunmak mümkün değildir (Chien ve Hu, 2008:3048). Bu nedenle yenilenebilir enerji dinamiklerini araştıran ampirik çalışmalar incelenirken bağımlı değişkenin nasıl tanımlandığı ve hangi enerji arz güvenliği göstergesinin seçildiğine göre çıkarımda bulunmak daha uygun olacaktır.

1.5.1.3. Yenilenebilir enerjiye yönelik kamu politikaları

Daha önce ifade edildiği üzere yenilenebilir enerji birim fiyatları henüz tamamıyla rekabetçi olarak nitelendirilememektedir. Çoğu yenilenebilir enerji projesi yüksek yatırım maliyeti gerektirmekte, yatırımın başa baş noktasına ulaşması da uzun gecikmeler sonrasında olabilmektedir (Zhao vd., 2013:887; Viardot, 2013:759). Bu durum yenilenebilir enerji projelerinin hükümetlerce çeşitli mekanizmalar ile desteklenmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Çünkü yenilenebilir enerji yatırımlarıyla sağlanan çevrenin korunması, enerji arz güvenliğinin sağlanması gibi faydalar yatırımcılar için dışsal kalmakta ve karına yansımamakta, bilakis maliyetlerini yükseltmektedir (Popp vd., 2011:649). Kamu müdahalesini savunan araştırmacıların temel dayanaklarından biri mevcut yapıda yenilenebilir enerji aleyhine şekillenen maliyet tablosunun gerçekleri yansıtmadığıdır. Bu argümana göre halihazırda işleyen ekonomi sisteminde ne fosil yakıtların negatif ne de yenilenebilir enerji kaynaklarının pozitif dışsallıkları içselleştirilmiş değildir. Eğer mevcut dışsallıkların içselleştirilebilmesi mümkün olmuş olsa idi, yenilenebilir enerji kaynaklarının devlet destekleri olmadan da kendiliğinden rekabetçi seviyeye gelmesinin mümkün olabileceği iddia edilmektedir. Dolayısıyla bir piyasa aksaklığı söz konusudur ve bu sebeple kamu müdahalesi meşrudur (Marques ve Fuinhas, 2011:1602; Aguirre ve Ibikunle, 2014:375; Ibikunle ve Okereke, 2014:144-147; Aguirre ve Ibikunle, 2014:375). Sonuç olarak bu ve

benzeri sebeplerle yenilenebilir enerji kullanımının çeşitli mekanizmalarca teşvik edilmesi dünya genelinde kabul gören yaygın bir uygulamadır.

Her ülke kendi içinde bulunduğu doğal, sosyal ve kurumsal çevreye bağlı olarak farklı teşvik mekanizmaları dizayn etmekte ve bu araçları farklı yoğunluklarda uygulamaktadır (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2016:106-117; Zhao vd., 2013:889). Yaygın olarak uygulanan teşvik mekanizmaları tarife destekleri, alım garantileri, yatırım teşvikleri, kamu alt yapı yatırımları, pazarda serbestleşme, arazi tahsisi ve üretim teşviği, ucuz yatırım kredisi imkanı, düşük vergi uygulaması, finansal vergi teşvikleri, gümrük vergisi kolaylıkları, ihracat kredisi yardımları, kalite sertifikasyonu ve araştırma-geliştirme desteği, iletim hatlarına bağlanmada kolaylık, yerli imalat zorunluluğu olarak sıralanabilir (Oskay, 2014:88). Gelişmekte olan ülkelerde örneklerine daha az rastlanıyor olsa da teknik bilgi ve eğitim teşvikleri ile gönüllülüğe dayalı teşvik mekanizmaları da görülebilmektedir (Pfeiffer ve Mulder, 2013:288). Kimi yazarlarca teknik bilgi ve eğitim teşvikleri ile araştırma ve geliştirme teşvik mekanizmalarının kamu destek portföyün de etkin olmaması halinde sektörde rekabetçiliğin zarar göreceği, yenilikçiliğin düşeceği eleştirisi getirilmektedir (Frondel vd., 2010:4054-4055; Marques ve Fuinhas, 2011:1603).

Her ülkenin kendine özgü şartları nedeniyle geniş bir yelpazeye yayılan teşvik mekanizmalarının başarılı olması da yine ülke şartlarına ne derece uyumlu tasarlandığıyla birinci dereceden bağlantılı olarak değerlendirilmektedir. Tüm tasarım farklılıklarına rağmen bir teşvik mekanizmasının başarılı olabilmesi için en azından şu özelliklere sahip olması gerektiği söylenebilir: üretim ve yönetim maliyetlerini azaltması, gelişmiş yatırım kredisi imkanları sağlaması, toplumsal bilinci artırması, dışsallıkları ortadan kaldırması, eğitim olanaklarını genişletmesi ve enerji pazarında kolaylaştırıcı düzenlemeler getirmesi (Şimşek ve Şimsek, 2013:523). Diğer yandan Uluslararası Enerji Kurumu'nun ilgili arşivinden görülebildiği üzere dünya genelinde ülkelerin doğal olarak aynı anda birden fazla yenilenebilir enerji politikası uyguladığı görülmektedir (IEA, 2016b). Bu durumda uygulanan politikalarının bir dereceye kadar birbiriyle etkileşime girmesi, çakışması normal görülmektedir. Önemli olan politika portföyünün birbiriyle çelişmeyen, iyi koordine edilmiş, birbirini tamamlayan politikalardan oluşmasıdır. Aksi takdirde her yeni destek mekanizmasının sektöre ek fayda yerine sorun getirmesi daha olası olarak görülmektedir (Zhao vd., 2013:892). Toparlamak gerekirse en azından

yukarıda sıralanan özelliklere sahip, birbiriyle çelişmeyen bir destek politikası setinin yenilenebilir enerji sektörü için iyi bir sinyal olacağı ve yenilenebilir enerji tüketimini artıracağı genel kabul gören beklentidir. Bu beklentinin ampirik çalışmalarla da büyük oranda desteklendiği görülmektedir.

Yenilenebilir enerji destek politikalarına ek olarak Türkiye, Lübnan, Amerika ve Çin gibi pek çok ülkede halen uygulanmakta olan fosil yakıt desteklerinin de aşamalı olarak kaldırılması yahut yenilenebilir enerji sektörüne aktarılması faydalı olacaktır denilmektedir (Kinab ve Elkhoury, 2012:4430; Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2017:108). Kardooni vd. (2015:1358)'de benzer şekilde fosil yakıtlar desteklenmeye devam ettikçe ve fiyatları çevresel dışsallıkları yansıtmadığı sürece yenilenebilir enerji kaynaklarının ticari olarak rekabetçi pozisyona geçmesinin zor olduğuna dikkat çekmektedir. Bununla beraber 2014 sonrasında yenilenebilir enerjinin rekabetçi düzeye geldiği pazarlarda devlet desteklerinde kesintiye gidilmeye başlandığı görülmektedir. Fakat bu durumu genele yaymak şimdilik mümkün görünmemektedir.

1.5.2. Sosyoekonomik faktörler

Sosyoekonomi, ekonomik faaliyetlerin toplumsal gelişimi nasıl etkilediğini ve toplumsal değişimlerden nasıl etkilendiğini inceleyen bilim dalıdır. Dolayısıyla sosyoekonomik faktörlerin enerji tercihleri üzerinde etkili olduğu tahmin edilmektedir. Bu etkileri inceleyebilmek için potansiyel olarak en etkin olduğu kabul edilen sosyoekonomik faktörler aşağıda ele alınmıştır.

1.5.2.1. Karbondioksit salınımı

Küresel ısınmada baş rol oynayan, olumsuz etkileri bilimsel olarak ortaya konmuş başlıca sera gazları karbondioksit (CO2), metan (CH4), diazot monoksit (N2O), hidroflorokarbondioksitlar, peraflorokarbondioksitlar ve kükürt heksaflorür (SF6)'dır. Bu gazlar atmosferde ısı tutma yetisine sahip bileşik gazlardır. IPCC'nin 2014 yılı raporuna göre atmosferdeki toplam sera gazlarının % 76'sı karbondioksitten oluşmaktadır. Bu miktarında % 65'i enerji üretimi ve imalat sektöründen, geri kalan kısmı ormansızlaşma ve arazilerinin yanlış kullanımından kaynaklanmaktadır. Atmosferdeki sera gazları içerisinde en tehlikesi olmamakla birlikte, atmosferdeki yüksek yoğunluğu sebebiyle en ivedi önlem gerektiren salınım karbondioksit salınım olarak kabul edilmektedir (Panwar vd., 2011:1515).

Dolayısıyla uluslararası katılımlı müzakerelerde CO2 salınımları hem bir çıpa hem de nihai bir hedef olarak kullanılagelmektedir. Bu durumu takiben akademik çalışmalarda sera gazı yoğunluğu-yenilenebilir enerji ilişkisi karbondioksit yoğunluğu üzerinden incelenmektedir.

2015 sonunda Fransa'da gerçekleştirilen COP21 zirvesine kadar, Kyoto sürecinde atmosferdeki sera gazlarına ilişkin konulan hedefler tümdengelimci bir yöntem izlenerek belirlenmiştir. Fakat sera gazı azaltma süreci teknolojik dönüşüm ve yüksek maliyetli yatırımlar gerektirdiği için bu tümdengelimci, yani müzakerelerde belirlenen ve dışarıdan dikte edilen hedeflerin tarafları yeterince harekete geçiremediği söylenebilir. Özellikle sanayileşmesini tamamlamamış ülkelere sorumluluk atfedilmemesi tartışmalara neden olmuş ve ABD'nin sözleşmeyi imzalamamasına, Rusya, Kanada ve Japonya'nın sonradan çekilmesine neden olmuştur. Bu olumsuzluklar atmosferdeki sera gazı yoğunluğunda büyük iyileşmelerin önüne geçmiştir. Bu başarısızlık sonrasında hedeflerin tümevarımcı yaklaşımla, ülkelerin kendi dinamiklerini, kendi imkanları gözeterek hangi zaman diliminde ne kadar sera gazı salınımına gideceklerini belirlemeleri şeklinde bir yaklaşım benimsenmiştir (Karakaya ve Sofuoğlu, 2015; Meltzler, 2014:47-48; Karakaya, 2016:4). COP21 zirvesinden çıkan sonuçlara bakıldığında bu yaklaşımın şimdilik meyve vermiş olduğu gözlenmektedir. Toplam sera gazı salınımlarının % 96'sından sorumlu olan 187 ülkenin gönüllülüğe dayalı niyet beyanlarını bildirmesiyle gerçekleştirilen zirve çevre bilimcileri gönülden ikna edememiş olsa da ABD, Çin, Hindistan gibi ülkelerinde sorumluluk alıyor olması bile anlaşmanın tarihi olarak nitelendirilmesine yetmiştir.

Dolayısıyla ele alınan bu kısa müzakereler tarihi, karbondioksit salınımları yüksek ve yükselmekte olan ekonomiler üzerinde uluslararası bir baskının varlığını işaret etmektedir. Bir diğer örnek olarak dünyanın en fazla sera gazı salınımı yapan ülkesi olan Çin, yoğun karbondioksit salınımı nedeniyle maruz kaldığı uluslararası baskı sonucunda 2006-2010 dönemini ilgilendiren 11. beş yıllık kalkınma planına % 10 yenilenebilir enerji ve % 10 salınım azaltma hedefi koyduğu görülmektedir (Lin vd., 2016:688). Özetle, karbondioksit yoğunluğu artışının uluslararası baskıları artıracağı, toplumdaki çevresel hassasiyetleri tetikleyeceği ve dolayısıyla yenilenebilir enerji kullanımını artıracağı beklentisinden söz edilebilir (Kinab ve Elkhoury, 2012:4430; Marques vd., 2010:6879; Aguirre ve Ibikunle, 2014:376; Omri ve Nguyen, 2014:556; Omri vd., 2015:2914; Sadorsky, 2009:457). Fakat yine

de karbondioksit salınımı ile yenilenebilir enerji kullanımı arasındaki ilişkinin yönü hakkında net bir hüküm verilebildiği söylenemez. Örneğin yenilenebilir enerjiye karşı sosyal kabulün yüksek olmadığı toplumlarda, oluşan bir enerji açığı durumunda bu açığın şimdilik daha ucuz olan fosil yakıtlarla karşılanma ihtimali daha yüksek görülmektedir. Bu durumda atmosferdeki karbondioksit salınımı artmış olacaktır ama yenilenebilir enerji kullanımında artış gerçekleşmeyecektir (Zhao vd., 2013:889; Marques ve Fuinhas, 2011:1603; Kinab ve Elkhoury, 2012:4429; Kardooni vd., 2015:1359). Ayrıca Whitmarsh (2009)'un ortaya koyduğu üzere İngiltere gibi gelişmiş ve çevresel hassasiyetin göreli olarak yüksek olduğu bir toplumda dahi insanların sahip oldukları yaşam standartlarından çevreyi koruma adına vazgeçme eğilimi göstermedikleri görülebilmektedir. Whitmarsh (2009) küresel ısınmaya karşı alınan tavırlarda bir asimetri gözlendiğini ifade etmektedir. Toplumun yoğun karbondioksit salınımına neden olan ulaşım ile ilgili alışkanlıklarını değiştirme veya diğer alanlardaki enerji tasarrufuna gitmeye gönüllü olmadığını fakat geri dönüşüm gibi yaşam standardını etkilemeyen faaliyetleri istekle gerçekleştirmeye gönüllü olduklarını belirlemiştir.

1.5.2.2 Büyüme ve iktisadi gelişmişlik

Türev bir talep olan enerji talebi bir ülkedeki ekonomik faaliyet hacmine doğrudan bağımlıdır. Bu nedenle, enerji talebini yahut tüketimini açıklamaya çalışan matematiksel modellerde girdi yahut kısıt olarak toplam çıktıda gözlenen değişimlerin kullanılması standart bir yaklaşım halini almıştır (Bhattacharyya ve Timilsina, 2009:21-44). Çünkü enerji tüketimi ve toplam çıktı arasındaki ilişkinin niteliği, ekonominin ne kadar enerji yoğun olduğuna ve uygulanan enerji verimliliği politikalarının etkinliğine bağlı olarak değişmektedir. Fakat genel olarak milli gelirin arttığı ekonomik genişleme dönemlerinde tüketilen enerji miktarının artmakta, daralma dönemlerinde ise azalmaktadır denilebilir. Dolayısıyla enerji tüketimindeki iniş ve çıkışların önemli bir bölümü milli gelirdeki değişmelere bağlı olarak açıklanabilmektedir.

Buradan hareketle toplam çıktıdaki değişmeler yenilenebilir enerji tüketiminin de ana belirleyicilerinden biri olarak kabul edilmekte ve çalışmalarda ampirik olarak test edilmektedir. Bu aşamada iki ayrı yaklaşımın varlığından söz edilebilir: (i) doğrudan ekonominin mutlak büyüklük ölçütü olan reel gayri safi milli hasılanın (GSMH) yenilenebilir enerji kullanımı üzerindeki etkisinin araştırılması.

(ii) bir ekonomik gelişmişlik göstergesi olarak kişi başı reel milli gelirin yenilenebilir enerji kullanımı üzerindeki etkisinin araştırılması (Marques vd., 2010:6879).

İlk yaklaşımda, ekonomik büyüme gerçekleşip gelir attığında yenilenebilir enerjinin teşvik edilebilmesi ve küresel ısınma karşıtı çevresel düzenlemelerin uygulamaya geçirilebilmesi için gerekli finansal imkanların oluşacağı savunulmaktadır. Böylece ortaya çıkan ek enerji talebinin bir kısmının yenilenebilir enerjiden sağlanacağı iddia edilmektedir. (Marques ve Fuinhas, 2011:1604-1605; Omri vd., 2015:2915; Marques vd., 2010:6879, Omri ve Nguyen, 2014:556). Nedensellik literatürü ise politik çıkarımlarda bulunabilmek bu ilişkiye dair dört ayrı hipotezi test etmektedir: (i) Büyüme hipotezi. Bu hipotez ile yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme için hayati önemde olduğu, tüketiminde yapılacak tasarrufların büyümeyi olumsuz etkileyeceği ifade edilmektedir. (ii) Tasarruf Hipotezi. Bu hipotez yenilenebilir enerji tüketiminde belirleyici olanın ekonomik büyüme olduğunu, dolayısıyla yenilenebilir enerji tüketiminde tasarrufa gidilmenin büyümeyi olumsuz etkilemeyeceği görüşünü test etmektedir. (iii) Geri besleme hipotezi. Bu hipotez ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında karşılıklı, çift yönlü ilişkinin varlığını test etmektedir. Doğrulanması durumunda yenilenebilir enerji teşvik politikalarının büyüme performansı üzerinde olumlu etkisinin ve ekonomik genişlemenin de yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde olumlu yansımalarının olacağı belirtilmektedir. (iv) İlişkisizlik hipotezi. Ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında herhangi bir ilişki bulunmadığı durumlarda bu hipotez doğrulanabilmektedir. Bu durumda yenilenebilir enerjinin teşvik edilmesinin yahut kısıtlanmasının ekonomik büyüme üzerinde negatif ya da pozitif bir etkisinin gözlenmeyecektir. Aynı şekilde konjonktürün genişleme yahut daralma döneminde bulunulması da yenilenebilir enerji tüketimini etkilemeyecektir (Menegaki, 2011:262; Mehrara vd., 2015:101).

İkinci yaklaşım Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC: Environmental Kuznets Curve) hipotezinden ilham almaktadır. Bu yaklaşımda kişi başı milli gelirin yenilenebilir enerji tüketimi için daha iyi bir açıklayıcı olduğu görüşü hakimdir. İlk defa Panayotou (1993) tarafından adı konulan EKC hipotezine göre ekonomik gelişmişlik ile çevre temizliği arasında ters U şeklinde bir ilişki vardır. Yani ekonomik büyüme ile birlikte belirli bir gelir düzeyine kadar çevre kirliliği artmakta, ekonomik gelişmişlikte belirli bir eşik aşıldıktan sonra ise çevre kirliliği

azalmaktadır. EKC hipotezi çerçevesinde ele alındığında iktisadi ilerleme, çevre üzerinde üç farklı mekanizma aracılığıyla etkili olmaktadır. Bunlardan ilki ölçek etkisi olarak isimlendirilmektedir. Ölçek etkisi, ekonomik faaliyetlerdeki artışın daha fazla doğal kaynak kullanımı gerektirmesi ve aynı zamanda daha fazla çevreye zararlı atığı ortaya çıkarması olarak açıklanmaktadır. İkinci etki olan teknoloji etkisi ise ekonomik gelişmişliğin ilerleyen safhalarında teknolojik gelişmeyi sağlayacak her türlü alt yapı ve beşeri sermaye oluşumu sağlanmasıyla kendini göstermektedir. Bu aşamada enerji verimliliği yüksek ürünler ile çevreye zararlı olmayan yeşil teknolojilerin geliştirilmesi, rekabetçi hale getirilmesi, yayılması mümkün hale gelmektedir. Üçüncü mekanizma ise bileşim/kompozisyon etkisidir. Bu etki iktisadi gelişme artarken ekonominin üretim portfoyündeki değişmelerin çevresel etkilerini yansıtmaktadır. Tarımdan sanayi yoğun bir topluma geçişte bu geçişten çevrenin zarar gördüğünü fakat sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçişte çevresel bozulmanın azaldığı ifade edilmektedir (Grosman ve Krueger, 1991:3-4).

Bu bağlamda iktisadi gelişmişlik ile doğrudan yenilenebilir enerji arasındaki ilişki ele alındığında EKC hipotezi çerçevesinde savunulanlara çok yakın argümanların öne sürüldüğü görülmektedir. Kişi başı gelirde basamak atlayan gelişmekte olan ekonomilerde geleneksel enerji türlerinden modern enerji kaynaklarının tüketimine geçilmeye başlandığı ifade edilmektedir (Bhattacharyya ve Timilsina, 2009:11; Ackah, 2015:16,18). Bu noktada hangi modern enerji türlerine geçiş olacağı sorusunun cevabı yine iktisadi gelişmişlik seviyesinde yatmaktadır. Düşük gelişmişlik seviyelerinde ekonomiler yenilenebilir enerji yatırımlarının ve diğer çevresel kontrollerin yükünü kaldırabilecek dirence sahip olmadıkları gibi toplumda çevre duyarlılığı düşük kalabilmekte ve çevresel sorunlara karşı sosyal kabullenme sorunları görülebilmektedir.

Yenilenebilir enerjinin yaygınlaşmasında sosyal kabulün rolü uzun bir süre ihmal edilmiş olmakla birlikte literatürde artan şekilde en önemli potansiyel engellerden biri olarak kabul görmeye başlamış bulunmaktadır. Çünkü toplumsal duyarlılık eksik olduğunda yenilenebilir enerji tüketim talebi ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin pazarlanma imkanı oluşmamaktadır. Bu ortamda kamunun yanı sıra özel sektör de herhangi bir sorumluluk almaktan kaçınmaktadır (Kardooni vd., 2015:1357,1359). Çevre duyarlılığının oluşmadığı, toplumsal kabul sorunlarının bulunduğu ekonomilerde ortaya çıkan bir enerji açığının büyük oranda fosil yakıtlar ile ortadan kaldırıldığı ve çevresel tahribata neden olunduğu gözlenmektedir. İleri

gelir seviyelerindeki ekonomilerde ise bireylerde gelecek kuşakları da kapsayan temiz bir çevre isteği uyandığı, yenilenebilir enerji teknolojilerine karşı sosyal kabul oluştuğu belirtilmektedir. Dolayısıyla çevre kalitesinin sağlanması adına gelirlerini bu yönde harcamaya gönüllü olmaktadırlar. Ayrıca bu ekonomilerde yenilenebilir enerji teknolojileri için araştırma-geliştirme ve yönetim faaliyetlerini yürütebilecek insani ve finansal kaynak sıkıntısı bulunmadığı için yenilenebilir enerji penetrasyonu daha hızlı yükselebilmektedir.

Son olarak, yenilenebilir enerji kullanımının önündeki önemli sıkıntılardan biri olarak gösterilen şebeke kapasite ve bağlantı sorunlarıyla da ekonomik gelişmişlik arttıkça daha kolay baş edilmesinin mümkün olduğu ifade edilmektedir (Eleftheriadis ve Anagnostopoulou, 2015:160; Gabriel vd., 2016:60). Kısacası, literatürde iktisadi gelişmişlik ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında pozitif yönlü ilişki bulunduğu beklentisi hakimdir.

1.5.2.3. Enerji fiyatları

Bir mala olan talebin, malın fiyatının bir fonksiyonu olması nedeniyle yenilenebilir enerji fiyatlarının tüketimin bir belirleyicisi olup olmadığı test edilmesi gerekli görülmektedir (Sadorsky, 2009:457). Fakat Sadorksy (2009)'un ifadesiyle yenilenebilir enerji için güvenilir (elde edilebilir ve karşılaştırılabilir) bir fiyat verisi bulunmadığı için bu noktada sıkıntı yaşanmaktadır. Kimi çalışmalarda ise böyle bir verinin içsellik sorunu yaratacağı için regresyon analizlerinde kullanılmamasının daha uygun olacağı ifade edilmektedir (Popp vd., 2011:650; Pfeiffer ve Mulder, 2013:287-288). Ama enerji arz karmasında yer alan ve yenilenebilir enerjiye rakip diğer enerji kaynaklarının maliyetlerinin yenilenebilir enerji üzerindeki etkisinin test edilmesi gerektiği konusunda bir uzlaşı söz konusudur. Özellikle hidrokarbon içerikli yakıtlarla yenilenebilir enerji kaynaklarının ikame mi yoksa tamamlayıcı mı oldukları sorusuna cevap bulunmaya çalışılmaktadır. Temel arz-talep yasasına göre petrol vb. fosil yakıtların fiyatlarında bir artış gözlenmesi halinde tüketimlerinin kısılması, daha enerji verimliliği yüksek teknolojilere geçilmesi, alternatif enerji kaynaklarına yönelinmesi; kısacası (esnekliğe bağlı olarak) talepte düşme beklenmektedir. Bu teorik yaklaşımdan hareketle yenilenebilir enerji ile yenilenemeyen enerji kaynaklarının birbirinin ikamesi olduğu kabul edilmektedir (Sadorsky, 2009:457; Omri ve Nguyen, 2014:556; Marques ve Fuinhas, 2011:1604; Popp vd., 2011: 650). Fakat bu ilişkinin hangi fiyat seviyelerinin üstünde, ne

kadarlık artışlarda, hangi sektörlerde ve ne kadar süreye yayılan bir zaman diliminde gözlenebileceği net değildir. İkame edilebilirlik derecesine bağlı olarak değişmesi söz konusudur (Marques vd., 2010:6878; Kumar vd., 2015: 1438).

Ampirik çalışmalarda ikame etkisinin ölçülebilmesi için sıklıkla kullanılan değişkenler petrol/doğalgaz/kömür fiyatları ve kişi başı kömür/doğalgaz üretimi olarak göze çarpmaktadır (Pfeiffer ve Mulder, 2013; Omri vd., 2015; Popp vd., 2011; Marques vd., 2010; Aguirre ve Ibikunle, 2014, Mehrara vd., 2015).

1.5.2.4. Enerji arz karması

Bir ekonomideki enerji arzının bileşimi, hangi enerji kaynağının arzın ne kadarından sorumlu olduğu, iki açıdan önemlidir. Bunlardan ilki, bir önceki bölümün konusu olan enerji arz karmasının ortalama enerji maliyetini, dolayısıyla enerji kaynakları arasındaki rekabeti yansıtmaktadır. İkincisi ise, bir ekonomi fosil yakıtlara ne derece bağımlı ise o ekonomide bu kaynaklara yatırım yapan sanayicilerin politikacılar üzerindeki etkinliğinin o derece güçlü olduğu gözlenmektedir. Lobi etkisi olarak adlandırılan bu duruma Cragg vd. (2013) şu örneği vermektedir: Amerika Temsilciler Meclisin'de karbon salınımının azaltılması ile ilgili oylamalar yapılırken en az desteğin fosil yakıtlara en fazla bağımlı bölge temsilcilerinden geldiği belirlenmiştir. Kısacası, bir ülkede enerji arzı ne kadar yüksek oranda fosil yakıta bağımlı ise o ülkede fosil yakıt lobisinin o derece güçlü olması beklenmektedir. Bu durumda bu lobinin politikacılar üstünde hakimiyet kurması ve enerji politikalarının fosil yakıtlar lehine, yenilenebilir enerji aleyhine şekillenmesine sebep olacağı düşünülmektedir (Lin vd., 2016:691; Aguirre ve Ibikunle, 2014:376; Marques vd., 2010: 6879; Popp vd., 2011: 650).

Lobilerin etkinliği yeni teknolojilerin yaygınlaşması aşamasında oldukça önemli olan sosyal kabul üzerinde de kendini gösterebilmektedir. Fosil yakıt lobisinin siyaset üzerinde etkin olduğu toplumlarda, özünde bilimsel bir konu olan küresel ısınma konusunun ekseninden kaydırılarak, siyasallaştırıldığı iddia edilmektedir (Hamilton, 2011:231). Bu durumun gözlendiği Amerika'da cumhuriyetçiler ve demokratlar arasındaki siyasi kutuplaşmanın küresel ısınmanın varlığı, şiddet derecesi ve dolayısıyla yenilenebilir enerji teknolojilerinin gerekliliği konularına olumsuz yansımaları olmaktadır denilmektedir (Jacques vd., 2008).

Konunun bir diğer boyutu enerji arzında nükleer enerjinin bulunup bulunmadığı ve eğer bulunuyorsa etkinlik derecesidir. Nükleer enerji santrallerine

sahip ekonomilerde yine yenilenebilir enerji aleyhine gelişebilecek sürece sebep olabilecek güçlü bir lobi etkisinin görülmesi mümkündür. Ayrıca nükleer enerji sera gazı salınımı yapmayan; bu anlamda temiz bir enerji türüdür. Dolayısıyla bu enerji türüne sahip ekonomilerde yenilebilir enerjinin güçlü bir rakibi bulunmaktadır denilebilir (Aguirre ve Ibikunle, 2014:376). Bu nedenle uygulamalı çalışmalarda elektrik üretimindeki nükleer payının yenilenebilir enerji üzerindeki etkisinin test edilmesi yaygın bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.5.2.5. Ekonomideki enerji ihtiyacı

Ekonomik faaliyet hacminin bir belirleyici olarak test edilmediği çalışmalarda ekonominin enerji ihtiyacını yansıtacak bir başka belirleyici grubu üzerinde durulduğu görülmektedir: nüfus artışı, kişi başı elektrik tüketimi, toplam enerji kullanımı gibi. Bu değişkenler yardımıyla ekonomide ortaya çıkan enerji açığının yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmaktadır.

Bir ekonomide herhangi bir nedenle enerji açığı oluşması durumunda bu açık birden fazla şekilde kapatılabilmektedir. Fosil yakıtlardan, yenilenebilir enerji kaynaklarından, nükleer enerjiden veya tüm bunların bir birleşiminden gerekli enerji ihtiyacı karşılanması mümkündür. Dolayısıyla bir ekonomideki enerji ihtiyacı artışı ile yenilenebilir enerji kullanımı arasında bir ilişkinin bulunduğu varsayılabilir fakat bu ilişkinin mahiyeti hakkında önceden bir öngörüde bulunmak mümkün değildir (Aguirre ve Ibikunle, 2014:376).

1.5.2.6. Finansal gelişmişlik

Yenilenebilir enerji yatırımları daha önce bahsedildiği üzere yüksek yatırım maliyeti gerektiren bir yatırım türüdür. Bu sebeple böyle bir yatırımından altından kalkılabilmesi için sağlıklı bir finansal alt yapıya sahip olunması bir avantaj olarak görülmektedir (Huang, 2009; Zhao vd., 2013:889, Eleftheriadis vd., 2015:160). İyi işleyen, etkin bir finans piyasasının varlığı yerli yenilenebilir enerji sanayisi kurulması, iç talebin canlı tutulması ve sektörde döviz kazandırıcı teknolojik yenilikte bulunabilme adına da önemlidir. Bu amaçla literatürde finansal gelişmişliğin etkisinin test edildiği görülmektedir. Sıklıkla kullanılan değişkenler özel sektöre sağlanan yerli kredilerin gayri safi milli hasılaya oranı (Lin vd., 2016; Zhao vd., 2013) ve mevduat bankalarının varlıklarının merkez bankası varlıklarına oranı (Pfeiffer ve Mulder, 2013) olarak göze çarpmaktadır. Literatürde ayrıca yine

finansmana ulaşılabilirliğin etkisini ölçmek adına kalkınma yardımlarının (ODA: Official Development Aids) da test edildiği görülmektedir.

1.5.2.7. Ticari açıklık ve doğrudan yabancı yatırımları

Ülkeler arasında ticarete konu olan mal ve hizmet hareketliliğinin artması ticari bağları kuvvetlendirerek ticari açıklığı arttırmaktadır. Ticari açıklık arttıkça yüksek teknoloji ürünlerin ithalatı, şirket birleşmeleri, doğrudan yatırımlar, uluslararası rekabet artmakta ve teknik bilgi transferi kolaylaşmaktadır. Artan rekabet ortamı ülkeleri karşılaştırmalı üstünlüğe sahip oldukları alanlara ve var olan kaynaklarını en verimli şekilde kullanmaya itmektedir. Bu durumda ülkelerin üretim ve tüketim portföylerinin değişip, genişlemesi beklenmektedir. Değişim gözlenen alanlardan birinin ise enerji arz portföyü olması beklenmektedir (Ben Jebli ve Ben Youssef, 2015:799-800). Özellikle teknoloji transferinin artması ile gelişmiş ülke kaynaklı yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmekte olan ülkelere aktarımının kolaylaşması beklenmektedir. Bu aktarımın ne derece etkin olabileceği ise fiziki ve beşeri sermaye donanımı, sermaye-işgücü tamamlayıcılığı, çevresel kararlılık ve ticari ortaktan fiziki ve kültürel uzaklık gibi yerel etmenlere ve doğrudan yatırımlardan elde edilen dışsallıklara bağlıdır. Yenilenebilir enerji kullanımını artırması beklenen ve teknoloji hipotezi olarak adlandırabileceğimiz bu hipotezi test etmek için ampirik çalışmalarda ticari açıklık göstergesi olarak ihracat ve ithalat toplamının gayri safi milli hasılaya oranın verisinin, doğrudan yabancı yatırımlar göstergesi olarak ise gelen yatırımlar verisinin kullanıldığı görülmektedir (Lin vd., 2016; Omri ve Nguyen, 2014; Zhao vd., 2013; Omri vd., 2015; Aguirre ve Ibikunle, 2014; Mehrara vd., 2015).

1.5.2.8. Demografik yapı

Demografik yapının çeşitli açılardan yenilenebilir enerji üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir. Örneğin kadın nüfus yoğunluğunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde olumlu etkisinin olduğu düşünülmektedir. Vona vd. (2011), Torgler vd. (2008) gibi çalışmalarda kadınların fıtri yapıları gereği doğaya ve içindeki canlılara karşı daha fazla hassas oldukları; bu nedenle yenilenebilir enerji taleplerinin erkeklere oranla daha yüksek olduğu savunulmaktadır. Kısacası yenilenebilir enerji tüketiminin enerji faturaları getirdiği ek yüklere karşın kadınlarda ödemeye gönüllülük seviyesinin erkeklere oranla daha yüksek olduğu

ifade edilmektedir. Yine de bu etkinin gelişmişlik seviyesi düşük, temiz çevre bilinci oluşmamış toplumlarda görülme olasılığının az olduğu söylenebilir. Bir diğer önemli demografik gösterge çalışma yaşındaki nüfusun toplam nüfus içindeki payıdır. Genel olarak emeklilik dönemindeki bireylerde temiz çevre talebinin daha baskın olduğu ve daha az enerji gerektiren bir yaşam stili benimsedikleri gözlenmektedir. Oysa çalışan nüfus daha enerji yoğun yaşamaktadır ve genel olarak giderilmesi gereken daha geniş bir ihtiyaç portföyüne sahiptir. Dolayısıyla çalışma yaşındaki nüfusun artması, artan enerji talebi anlamına gelmektedir ki bu talebin hangi enerji türüyle karşılanacağı belirsizdir. Bu nedenle bu gösterge ile ilgili olarak literatürde bir beklenti oluşturulmuş değildir (Zhao vd., 2013).

Son olarak, demografik göstergelerle ilgili yukarıdaki beklentiler oluşturulmuş, ana eğilimler belirlenmiş olmakla birlikte ampirik çalışmalarda bu değişkenlere ait sonuçlar yorumlanırken ülkedeki eğitim seviyesi ve gelişmişlik düzeyinin de dikkate alınarak çıkarımlarda bulunulması daha tutarlı olacaktır.

1.5.3. Ülkelere özgü etkenler

Bu son grupta yer alan faktörler coğrafi konumu, yenilenebilir enerji potansiyeli, ve kültürel zenginlikleri gibi kendine özgü, diğer iki gruba dahil edilemeyecek ama yenilenebilir enerji kullanımı üzerinde etkisi olduğu düşünülen faktörlerdir. Sürekli adanmışlık, ülkelerin sahip olduğu yenilenebilir enerji potansiyeli gibi etmenler bu grupta kendine yer bulmaktadır.

1.5.3.1. Sürekli adanmışlık

Sürekli adanmışlık kavramıyla temelde bir ülkenin yenilenebilir enerji kullanmakta ısrarlı olup olmadığı, bu niyetle tutarlı kalıcı enerji politikaları uygulamakta olup olmadığı sorgulanmaktadır. İki ayrı yaklaşımdan söz edilebilir. Bu yaklaşımlardan ilki enerji yatırımlarının aylık ya da bir yıllık kısa süreli kararlar olmadığı, daha uzun süreleri kapsamasının üzerinde durmaktadır. Dolayısıyla yenilenebilir enerji tüketiminin geçmiş tüketim düzeyinden etkilendiğini ve modellerde açıklayıcı değişken olarak gecikmeli değerlerden yararlanmak gerektiğini belirtmektedir (Marques ve Fuinhas, 2011:1603).

İkinci yaklaşım ise ölçek ekonomilerine ve pozitif dışsallıklara vurgu yapmaktadır. Diğer sektörler gibi yenilenebilir enerji sektöründe de belirli bir düzeyde alt yapı ve santral yatırımında bulunulduktan sonra ölçek etkilerinin ortaya

çıkmasını beklemek olasıdır. Bilindiği üzere ölçek etkisi artan üretim ölçeğine karşın birim maliyetlerde düşüş olarak tanımlanmaktadır. Yazında yenilenebilir enerjinin enerji arzına katkısı belirli bir eşik değeri aştıktan sonra ölçek ekonomisinin kendini göstermeye başlayacağı görüşü hakimdir. Bu eşik değeri Marques vd. (2010)'a % 10 iken, Aguirrre ve Ibikunle (2014)'e göre % 20'dir. Hakim görüşe göre belirlenen eşik seviyeleri aşıldıktan sonra yenilenebilir enerji sektörünün geri besleme ile kendini geliştirmeye devam etmesi daha kolay olacaktır (Marques vd., 2010:6879; Aguirre ve Ibikunle, 2014:377).

1.5.3.2. Ülkenin yenilenebilir enerji potansiyeli

Bir ülkenin ne kadar fazla yenilenebilir enerji potansiyeli varsa o kadar çok bu potansiyelden yararlanma eğiliminde olacağı ifade edilmektedir (Mondal vd., 2016:1117). Özellikle enerjide dışa bağımlı ekonomilerde bu eğilimin daha güçlü olması beklenmektedir. Bu nedenle var olan yenilenebilir enerji potansiyelinin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki açıklayıcı gücünden yararlanılmaya çalışılmaktadır. Fakat yenilenebilir enerjinin gerçek, ekonomik olarak kullanılabilir potansiyelinin belirlenmesi konusunda bir takım pürüzler mevcuttur.

Global yahut ülke düzeyinde yenilenebilir enerji potansiyelini tahmin etmeye çalışan erken dönem çalışmalarda genellikle global enerji tüketiminin bir kaç katını rahatlıkla karşılayabilecek yüksek rakamlar görülmektedir. Fakat bu tahminlerin gerçeklikten uzak ve aşırı iyimser olduğunu iddia eden, sayıları giderek artan itirazlar yükselmektedir (de Castro vd., 2013; Makarieva, 2008; Trainer, 2013; Searle ve Malins, 2014). Temel itiraz, potansiyel belirlenirken sadece dünyadaki enerji akımlarının dikkate alındığını, bir çok coğrafi ve teknik kısıtın ise ihmal edildiği şeklindedir. Örneğin güneş enerji potansiyeli olan her arazinin güneş panelleri yerleştirmek için uygun olamayacağı veya iyi rüzgar alan her tepenin kuşların göç yolu üzerinde bulunduğu için santral kurulumuna tahsis edilemeyeceği gibi. Ayrıca sosyal kabulün de kullanılabilir net potansiyel üzerinde bir derece etkisi bulunduğundan söz edilmektedir. OECD ülkelerinde, özellikle Avrupa'da rüzgar enerji santrallerine karşı gündeme getirilen görüntü kirliliği eleştirileri bu kapsamda değerlendirilmektedir (Byrnes vd., 2013:719).

Düşük ısılı jeotermal enerjinin kaynağından en fazla 8 km uzak bölgelere transferi ekonomik olarak kabul edilmektedir ve bu teknik kısıt kullanımını sınırlandırmaktadır. Yine jeotermal ve güneş enerjisi santrallerinde çeşitli amaçlarla

kullanılması zorunlu olan temiz su ihtiyacı ve atık su sorunu bir başka teknik kısıt olarak gösterilebilir. Bu kısıtları bir şekilde dikkate alarak tahmin yapmaya çalışan çalışmalardan elde edilen sonuçların ise geniş bir değer aralığında yer aldığı, dolayısıyla kullanılabilir potansiyel için baz bir değer kümesi belirlenemediği görülmektedir (Moriarty ve Honnery, 2016:4).

Bu belirsizlik ortamında yenilenebilir enerji talebinin belirleyicilerini araştıran çalışmalarda ya çeşitli uluslararası kuruluşlarca yapılan potansiyel tahminlerinin ya da basitçe ele alınan ülkenin kapladığı coğrafi alanın yüzölçümü verisinin kullanıldığı görülmektedir. Her iki seçimde kendi içinde yukarıda bahsedilenler uyarınca bir takım eksiklikler barındırmakta olup yenilenebilir enerji tüketimi ile aralarında pozitif fakat zayıf bir ilişki beklendiği söylenebilir (Aguirre ve Ibikunle, 2014:376; Marques vd., 2010:6879; Mehrara vd., 2015:101).

1.6. Yenilenebilir Enerji ve Eğitim İlişkisi

Bir sosyoekonomik faktör olarak sınıflandırılabilecek eğitimin 20. yüzyıldan itibaren artan sıklıkla ekonomik büyüme, istihdam düzeyi, adaletsiz gelir dağılımının düzeltilmesi, yoksulluğun azaltılması, gelir seviyesi gibi konularla pozitif anlamda ilişkilendirildiği görülmektedir. Eğitim seviyesinin yenilenebilir enerji kullanımı ile ilişkilendirilmesi ve bu ilişkinin niteliğinin araştırılması ise kısmen daha yakın bir geçmişe, 21. yüzyılın başına işaret etmektedir. İlgili literatür tarandığında eğitimin yenilenebilir enerjinin hem arzı hem de talebi üzerinde bir kısıt oluşturduğu; dolayısıyla gelişimini birden fazla kanaldan etkilediği görülmektedir.

Alt bölümlerde sırasıyla eğitim kavramının çeşitli tanımları irdelenecek, ardından ekonomi ile olan ilişkisi üzerinde durulup, son aşamada da yukarıda bahsedilen yenilenebilir enerji kullanımını etkileme kanalları üzerindeki durulacaktır.

1.6.1. Eğitimin tanımı, işlevleri ve ekonomi ile ilişkisi

İnsanoğlu, uygarlık seviyesindeki ilerlemeyi kuşaklar boyu ürettiği bilgi ve değerleri aktararak derinleştirmek suretiyle sağlamaktadır. Bu durumda insanlık sahip olduğu imkanları ve hayatta kalabilmesini bir bakıma eğitime borçludur denilebilir. Pek çok tanıma sahip olan eğitim kavramını "bireyin davranışlarında kendi tecrübesi yoluyla istenilen değişmeyi meydana getirme süreci" olarak

tanımlamak mümkündür (Taş ve Yenilmez, 2008:158). Akyüz ise eğitimi, "bireylerin bilgi hazinelerinde, düşünme ve davranış kalıplarında, becerilerinde arzulanan yönde değişimlerin sağlanması süreci" olarak tanımlamaktadır (Akyüz, 2001:75). Bir başka tanımda, "bireylerin içinde yaşadıkları toplumda pratik karşılığı olan tavır, bilgi, beceri, yönelim ve diğer davranış kalıplarını edindiği bir süreç" olarak ifade edilmiştir (Çalışkan, 2007:237). Tanımlardan görüldüğü üzere eğitim olgusu, bireylere bilgiyi elde etme, anlama, yorumlama ve dönüştürme kabiliyeti kazandıran bir öğrenme sürecine işaret etmektedir. Öğrenme yoluyla bireylerin kişisel, sosyal, ekonomik hayattaki yerini oluşturma amacı taşıyan eğitim, bireylerin gelecekteki üretim ve tüketim olanaklarının temel belirleyicisi olarak nitelendirilmektedir. Bu açıdan eğitime yapılan harcamalar faydası salt bireyi değil tüm toplumu kapsayan bir yatırım harcaması niteliği kazanmaktadır. Eğitim harcamaları sayesinde değişen ekonomik şartlara ayak uydurmayı başarabilen, yaratıcı düşünebilen, yeni fikirlere adapte olabilen ve sosyal uyum kabiliyeti yüksek nesillerin oluşması beklenmektedir. Böylece işgücü verimliliğinde artış, gelir dağılımında adalet, sağlık ve beslenme imkanlarında gelişme, nüfus artış hızında gerileme diğer beklentiler olarak sıralanabilir (Tansel, 2009:25).

Eğitimin amaçlarına hiyerarşik bir yapıda bakmak da mümkündür (Hoşgörür ve Gezgin, 2005:2; Taş ve Yenilmez, 2008:158-159).

Yakın amaçlar: Fikren ve vicdanen hür, analitik düşünme gücüne sahip, farkındalığı yüksek, kültürel değerlerini koruyan, teknolojik ve fikri gelişmeleri takip edip uyum gösteren bireyler yetiştirmek.

Uzak amaçlar: Sürdürülebilir kalkınma ve kişi başı gelir artışı sağlanarak refah devleti konumuna yükselmek.

Uzak amaçların kökeninde iktisat biliminin kurucusu sayılan A. Smith'in saygın eseri "Ulusların Zenginliği" içinde yer alan görüşleri yatmaktadır. Bu görüşler özetle, emeğin öğrenme sürecinde yapılan harcamalar sonucunda nitelikli emeğin ortaya çıktığı ve nitelikli emeğin uzun vadede toplumların zenginliğinin (servetinin) kaynağı olduğudur (Smith, 1997:37-38, 67). Smith'e göre üretken nitelikleriyle insan belirli bir maliyete katlanmak karşılığında kar getiren bir makine olarak düşünebilir ve insanların aldıkları eğitim bir harcama gerektirmektedir (Yaylalı ve Lebe, 2011:28). Beşeri sermaye teorilerinin kaynağında da bu iktisadi mantığın yattığı görülmektedir.

Bilindiği üzere üretim fonksiyonun temel bileşenlerinden biri emek, bir başka ifadeyle insan faktörüdür. Fiziki sermayede olduğu gibi emek faktörünün de niceliği ve niteliği üretim fonksiyonundan elde edilen çıktıyı etkilemektedir. Bundan ötürü emek faktörü aynen fiziki sermaye gibi bir sermaye çeşidi olarak kabul görmekte ve beşeri sermaye olarak adlandırılmaktadır. İlgili yazında beşeri sermayenin çeşitli şekillerde tanımlandığı görülmektedir. Di Bartola, beşeri sermayeyi bireyin gelir üretebilme yeteneği olarak tanımlamaktadır (Di Bartola, 1999:56). Schultz'un tanımıyla beşeri sermaye, kaynağına bakılmaksızın bir toplumun sahip olduğu tüm faydalı bilgi ve becerilerin bütünüdür (Schultz, 1968:277). OECD ise beşeri sermayeyi insanların sahip oldukları bilgi, beceri ve diğer üretken niteliklerin toplamı olarak tanımlamaktadırlar (Yumuşak ve Tuna, 2002:4).

Birbirine benzer pek çok beşeri sermaye tanımının bulunduğu iktisadi literatürde beşeri sermayenin temel kaynağının eğitim olduğu kabul edilmektedir. Diğer bileşenler ise sağlık, göç ve sosyal sermaye olarak sıralanmaktadır. Eğitimin toplumun yaratıcılığını, esnekliğini, yeniliklerden faydalanabilme kapasitesini, kadınların işgücüne katılımını, yeni endüstri dallarının ortaya çıkışını artırdığı bilinmektedir. Dolayısıyla eğitim düzeyi yükselen toplumlarda bireylerin işsiz kalma riskinin düştüğü ve ekonomide doğal işsizlik oranına yaklaşıldığı, ömür boyu gelirin kalıcı biçimde yükseldiği, gelir dağılımında düzelmelerin gözlendiği, genel sağlık ve beslenme imkanlarının geliştiği, demokratik davranış biçimleri ile sanatsal aktivitelerin teşvik edildiği ve çevre bilincinin yükseldiği görülmektedir (Çankaya ve Karataş, 2010:40; Tiryakioğlu, 2008:322; Şimşek ve Kadılar, 2010:119; Çalışkan vd., 2013:32-33). Alan yazında beşeri sermayenin doğal olarak en fazla iktisadi büyüme ile ilişkilendirildiği görülmektedir. Yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonominin genel işleyişi ve gelişmişliği arasındaki çok yönlü ilişki göz önüne alındığında, eğitimin yenilenebilir enerji üzerindeki etkisinin analizine geçmeden önce beşeri sermaye ile iktisadi büyüme üzerinde durulmasında fayda olduğu söylenebilir.

Smith, Ricardo, Fisher, von Thünen gibi klasik iktisadın en ünlü temsilcilerinin beşeri sermaye yani emek hakkında çeşitli söylemlerde bulundukları görülmekle birlikte; beşeri sermaye kavramını bir teori içerisine yerleştirmedikleri de söylenebilir (Schultz, 1961:2-3; Yaylalı ve Lebe, 2011:28-30; Tiryakioğlu, 2008:321-322). Neo-klasik okula mensup iktisatçıların da yine beşeri sermayeyi

modelleyen bir teori arayışında olmadıkları görülmektedir. Bu okuldan Marshall'ın görüşlerine başvurulduğunda, nitelikli emeğin önemine ve eğitim harcamalarının uzun vadede hem doğrudan hem de dolaylı olarak ekonomiye fayda sağlayacağı olgusuna vurgu yaptığı görülmektedir (Tiryakioğlu, 2008:322). Marshall ayrıca soyut analizlerde insan faktörünün bir sermaye olarak ele alınmasının mümkün olabileceğini fakat pratiğe dönük analizlerde bunu yapmanın insana bir meta muamelesi yapılması anlamına geleceğini ve bundan itina ile sakınılması gerektiğini savunmuştur (Yaylalı ve Lebe, 2011:30). Özetle, bu görüşlerin de etkisiyle 1960'lara kadar beşeri sermayenin ve bilgi, eğitim gibi ana bileşenlerinin ekonomi ve iktisadi büyüme ile ilişkisi hakkında bir teori ortaya atılmadığı görülmektedir (Schultz, 1961:3).

1960'lı yıllardan itibaren literatürde iktisadi büyüme ile beşeri sermayeyi, dolayısıyla eğitimi ilişkilendiren büyüme teorilerinin ortaya çıkmaya başladığı görülmektedir. Schultz (1961) bu teorilerden ilki olarak göze çarpmaktadır. Schultz beşeri sermaye kavramını geliştirmenin ve matematiksel modellerde kullanılmasının insanı bir meta hüviyetine düşürmeyeceğini savunmuş; bu anlamda Marshall'a karşı çıkmıştır. Schultz'a göre gelişmiş ülkelerde beşeri sermaye fiziki sermayeden daha hızlı büyümekte ve gelişmiş ülkelerdeki iktisadi gelişmişliğin en temel belirleyicisi, gelişmekte olan ülkelere karşı fark yaratan unsur beşeri sermayeye yapılan yatırımları olmaktadır (Schultz, 1961:3-7).

Becker (1962) ise insanın gerçekleştirdiği eylemlerin bir kısmının güçlü etkisini içinde bulunulan zaman diliminde, diğer bir kısmının ise gelecekte kendini gösterdiğinden yola çıkmıştır. Buradan hareketle, gelecekteki gelir beklentisini artıran ve insanın kendinde barındırdığı yetenekleri geliştirmesiyle sonuçlanan eylemlerin neler olduğunu belirlemeye çalışmıştır. Bu eylemleri beşeri sermaye yatırımları olarak tanımlayan Becker, okullaşma, işbaşı eğitimleri, ekonominin işleyişi hakkında bilgi sahibi olmayı ve sağlığı koruma amaçlı vitamin kullanımı gibi aktiviteleri beşeri sermaye yatırımı kapsamına almıştır (Becker, 1962:9). Becker bu görüşlerini Becker (1964)'te ampirik olarak test etmiş ve bireylerin eğitim düzeyi arttıkça gelirlerinin de arttığını Amerikan vatandaşları için doğrulamıştır.

1980'lerden itibaren dünyada bilgi ağırlıklı ekonomik yapının ortaya çıkmasını takiben beşeri sermaye kavramının içsel büyüme modellerine bir üretim faktörü olarak dahil edilmeye başlandığı görülmektedir (Koç, 2013:244). Rebelo (1991), Lucas (1988), Romer (1986), Mankiw vd. (1992), Barro (1998) konuyla

ilgili olarak alan yazındaki başlıca eserler olarak dikkat çekmektedir. Romer, uzun dönemde büyümenin motorunun bilgi olduğu ve bilgi birikimin araştırma geliştirme çalışmalarına yapılan yatırımların sonucu olduğunu ortaya koymuştur. Bilginin artan marjinal verimliliğini de savunmuştur (Romer, 1986:1002). Ayrıca Romer'in yaparak öğrenmenin önemine ve bilginin pozitif dışsallıkları olan kamusal bir mal olduğuna da dikkat çektiği görülmektedir (Romer, 1986:1005). Romer sonrasında Lucas (1988) büyümenin motorunun fiziki sermaye olduğu kadar beşeri sermaye de olduğu hususunu vurgulamış; eğitim, beşeri sermaye ve teknoloji arasındaki ilişkiyi yeniden tanımlamıştır. Eğitimde yeterli seviye yakalanamadığı takdirde teknoloji değişkeninin iktisadi büyümede kendinden beklenen rolü yerine getiremeyeceğini belirtmiştir (Yurtkuran ve Terzi, 2015:20). Mankiw vd. (1992) ise beşeri sermayenin ekonomiye etkisinin en iyi genişletilmiş Solow modeli çerçevesinden bakıldığında anlaşılabileceğini iddia etmişlerdir. Ayrıca beşeri sermayenin de fiziki sermaye ile aynı oranda yıprandığının Lucas tipi modellerde ihmal edildiğine dikkat çekmişlerdir.

Sonuç olarak, nüans farklarıyla birlikte tüm beşeri sermaye yazını eğitime yapılan yatırımların toplumun, bilhassa işgücünün, niteliğini artıracağını ve bu nitelik artışının ekonomik gelişmişlik, yüksek yaşam standartları kanalıyla hem işgücünün üretim olanaklarına hem de toplumun tüketim portföyüne yansıyacağını iddia etmektedir.

1.6.2. Eğitimin yenilenebilir enerji kullanımı üzerindeki etkisi

Bir önceki bölümde bahsedildiği üzere eğitim temelde bireylerin bilgiyi elde etme, anlama, işleme, biriktirme yeteneğini ve risk algılama becerisini geliştiren bir araçlar topluluğu olarak tanımlanabilmektedir. Dolasıyla bu yetenekleri gelişmiş bir bireyin riskleri daha önceden algılayıp uygun stratejiler geliştirmesi ve herhangi bir tehdit realize olduğunda çözüm geliştirme olasılığı daha yüksek olması beklenmektedir. Buradan hareketle eğitimin küresel ısınma ve iklim değişikliği risklerini algılama, var olan zafiyetleri giderme ve gerçekleşmiş değişikliklere adapte olma hususunda bir çeşit ön şart olduğu ifade edilmektedir (Lutz vd., 2014:1061). UNESCO gibi kuruluşların da aynı düşünceyle genç nüfusa yönelik iklim okuryazarlığını artırma amacıyla eğitime yönelik programlar geliştirdikleri görülmektedir.

Temel bir insani hak olan eğitim bireylerin, beşeri sermaye düzeylerinin yükselmesine; bu vasıtayla, gelecekteki üretim ve tüketim kapasitelerini artırıp, çeşitlendirmelerine imkan vermektedir. Nitelikli bir işgücüne sahip ekonominin katma değeri daha yüksek, yüksek teknoloji ürünler üretmesi, ihracatta daha geniş pazarlara hitap etmesi söz konusudur. Dolayısıyla iyi şartlarda çalışan, daha kabul edilebilir seviyede işsizlik problemine muhatap işgücünün gelirindeki artışa bağlı olarak tüketim porföyünü de değiştirebildiği; boş zaman, temiz çevre gibi lüks tüketime yöneldiği gözlenmektedir. Genel olarak yüksek maliyetli bir enerji türü olan yenilenebilir enerji talebi de bu kapsamda değerlendirilmektedir.

Hsu (2016) da küresel ısınma karşıtı çevre politikalarında eğitimin etkisinin küçümsendiğini, oysa ulusal ve uluslararası politikaların temel taşlarından biri haline gelmesi gerektiğini ifade etmektedir. Gerekçelerini beşeri sermaye kavramı üzerinden açıklayan yazar, yanlış bir tür beşeri sermaye olarak tanımladığı üretim ve tüketimde fosil yakıt bağımlısı eğitimsiz toplumların bir çeşit lobi gibi faaliyet göstereceğini ve yeşil enerji karşıtı bir politik ekonomi oluşmasına neden olacağını iddia etmektedir. Yazarın doğru tür olarak tanımladığı nitelikli bir beşeri sermayeye sahip toplumlarda ise çevresel hassasiyetin yüksek olacağını ve dolayısıyla temiz enerji türlerine talebin artacağı bir politik ekonominin gözleneceği belirtmektedir. Eğitimle birlikte bilinçlenen toplumlarda oluşan temiz çevre talebinin kamu enerji politikalarına yön vereceği görüşüne bir çok farklı çalışmada vurgu yapıldığını görmek mümkündür (Furchtgott-Roth, 2012; Pfeiffer ve Mulder, 2013; Aguirrre ve Ibikunle, 2014; Marques vd., 2010).

Ayrıca, eğitim ile bilinç düzeyi ve nitelikleri artan beşeri sermayenin, kamunun başı çektiği oluşumların yanı sıra gönüllü olarak yenilenebilir enerji sektöründe faaliyet göstermesi; sivil toplum kuruluşları, kooperatifler kurması ve sektörü geliştirmesi gözlenen diğer faydalar olarak dikkate sunulmaktadır (Viardot, 2013) .

Hsu (2016) tarafından ortaya atılan, eğitimin önemine dikkat çeken ikinci ve son gerekçe, ancak doğru niteliklere haiz, iyi eğitimli bir beşeri sermayenin ekonomideki yeşil dönüşümün gerektirdiği teknolojik değişime ayak uydurabilecek, icat ve yenilik yapabilecek kapasiteye sahip olabileceğidir. Bir önceki bölümde üzerinde durulduğu üzere bir ülkenin üretken yaş dilimindeki insan kaynağının miktarı, demografik yapısı, sağlık durumu, eğitim, bilgi ve becerilerinin toplamı beşeri sermaye kavramı altında toplanmaktadır. Beşeri sermaye kavramına

yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması çerçevesinden bakıldığında beşeri sermayenin tanımı, belirli bir ülkede yenilenebilir enerji projeleri geliştirebilecek ve yönetebilecek, ülkeye en uygun teknolojileri belirleyecek ve seçilen teknolojilerin sorunsuz faaliyet göstermesini sağlayacak, gerekli inovasyonları ortaya koyabilecek insan kaynağı olarak ifade edilmektedir. Beşeri sermayenin bu becerileri kazanabilmesinin yolunun da iyi bir eğitim sürecinden geçip geçmemesine doğrudan bağlı olduğu değerlendirilmektedir (Mondal vd., 2016:1122-1123).

Yenilik (inovasyon) yapabilme kabiliyeti, bir diğer deyişle yenilikçilik yenilenebilir enerji sektörü için oldukça önemlidir. Geniş bir bakış açısıyla yenilik, günümüzün modern, enerji yoğun yaşam tarzının sürdürülebilirliğinin sigortasıdır. Çünkü atmosfere salınan zararlı sera gazlarının büyük oranda enerji sektörü kaynaklı olması global enerji sisteminde daha çevreci bir dönüşüme itmekte ve bu dönüşümün yolu da yeni icat ve yeniliklerden geçmektedir (Newell, 2011). Konuyla ilgili teorik yazın, bir ülkede eğer küresel ısınmayı yavaşlatabilecek inovasyonların ortaya çıkması arzulanıyorsa, bu hedefe ulaşabilmek için eğitim düzeyinin hızla yükseltilmesini ve gerektiğinde eğitimsel ve çevresel dışsallıkları hedef alan müdahaleci enerji politikalarının yürürlüğe konulmasını savunmaktadır (Fischer ve Newell, 2008; Acemoğlu vd., 2012; Johnstone vd., 2010).

Eğitim ve yenilenebilir enerjinin ilişkilendirildiği bir diğer etkileşim eğitimin teknolojik yayılma sürecine etkisidir. Bu süreç özellikle gelişmekte olan ekonomiler için hayati önemdedir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin, Çin ve Hindistan gibi istisnalar olmakla birlikte neredeyse tamamen gelişmiş ülkeler kaynaklı olduğu görülmektedir(Dechezlepretre vd. 2011:109,115). Çünkü gelişmiş ekonomiler yeni teknolojilerin araştırılma ve geliştirilme sürecinde ihtiyaç olan nitelikli işgücüne ve finansmana sahip ülkelerdir. Fakat yenilenebilir enerji teknolojisi geliştiricisi ve dolayısıyla ihracatçısı ülke sayısı oldukça az olduğu için yenilenebilir enerji arzının küresel büyümesinde teknolojik yayılma sürecinin etkinliği yüksek olarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla teknolojik yayılım ve eğitim ilişkisinin detaylandırılması faydalı olacaktır. Bilindiği üzere yeni geliştirilen teknolojiler tamamen rekabetçi bile olsalar (ki yenilenebilir enerji teknolojilerinin çıkış sürecinde bu durum söz konusu değildir) mevcut eski teknolojinin yerini hızlıca alamamaktadır. Yeni teknolojiler ilk etapta tamamlayıcı olarak kabul edilirlerken ancak zamanla ikame halini alabilmektedirler (Pfeiffer ve Mulder, 2013; Gruebler vd., 1999). Bu sürecin erken dönemlerinde gelişmekte olan ülkeler

çoğunlukla teknolojide dışa bağımlı kalmakta ve bir takım finansal sorunlarla baş etmeye çalışmaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojilerinde uzmanlığın düşük olduğu bu erken zaman diliminde, sermayenin verimliliği de düşük olmakta, karlılık düşmekte, yenilenebilir enerji yatırımları cazibesini yitirebilmektedir. Oysa yaparak-öğrenme süreci ne kadar hızlı gerçekleşirse verimlilik artışı o denli hızlı gözlenmekte ve yeni yatırımlara kapı aralamaktadır (Arrow, 1962; Parente, 1994; Pfeiffer ve Mulder, 2013). Özetle, yenilenebilir enerji sektörünün küresel gelişimi teknolojik yayılımın sağlanmasına, teknolojik yayılma sürecinin sağlığı da eğitimli işgücünün varlığına bağlıdır denilebilir.

Bunun beraberinde sektörün insan kaynakları probleminin yetersiz uzmanlaşma ve teknolojik adaptasyonun ilk evrelerine indirgenemeyecek boyutta olduğu ifade edilmektedir. Çünkü halihazırda kurulu yenilenebilir enerji tesislerinde operasyonların ve bakım-onarım faaliyetlerinin yürütülmesinden sorumlu teknik personel ile endüstriye liderlik edebilecek nitelikte üst düzey yönetici açığı problemi sektörün tüm dünyada karşı karşıya bulunduğu en önemli engellerden biri olarak kabul edilmektedir (Hassett ve Borgerson, 2009; Seetharamana vd., 2016:1371; Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2017:108). Ayrıca bakım-onarım konularında yetkin personel açığı olması nedeniyle bu açıdan teknoloji tedarikçisi yabancı firmaya bağımlılığın sürmesi sadece sektörün ilerlemesini değil aynı zamanda yenilenebilir enerji tüketiminin ulusal ekonomiye döviz kazandırıcı etkisini de törpülemesi ve kaynak israfına neden olmasıdır.

Konunun bir diğer boyutunu ekonomilerin rekabetçiliği teşkil etmektedir. Yenilenebilir enerji sektörünün bilgi yoğun olması, alandaki lider ülkelere nispeten daha uzun bir süre ilk giren avantajı sağlamaktadır. Çünkü çok zaman yeterli bilgi donanıma sahip olmadan ucuz işçilik ile sektörde rekabetçiliğin sağlanması mümkün olamamaktadır (Markandya vd., 2016:8). Dolayısıyla tam bir enerji arz güvenliğinden ve döviz tasarrufundan bahsedebilmenin yolu rekabetçiliği ele geçirecek seviyede bilgi donanımına sahip olmaktan geçmektedir denilebilir.

Özetle, toplumların eğitim seviyesinin ekonomilerdeki yenilenebilir enerji talebi üzerinde ve yenilenebilir enerji arzı üzerinde etkin olduğu iddia edilmektedir. Arz üzerindeki etkinin daha çok beşeri sermayenin nitelikleriyle açıklandığı görülmektedir. Yüksek teknoloji ürünü olan yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilebildiği ve/ veya etkin şekilde yayılabildiği ekonomilerde arz üzerinde bir kısıtın oluşmayacağı; yerli yenilenebilir endüstrisinin kurulabileceği, ölçek

ekonomilerinin ve kendini besleyen iç talebin ortaya çıkabileceği belirtilmektedir. Eğitimin yenilenebilir enerji talebi üzerindeki doğrudan etkisinin ise çevre duyarlılığının ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dair sosyal kabulün artması, böylece eğitimle artması beklenen kişisel gelirlerin bir kısmının göreceli olarak daha maliyetli olan yenilenebilir enerji kaynaklarına aktarılmasında gönüllü olunması şeklinde ortaya çıkması beklenmektedir. Dolayısıyla toplumlarda eğitim seviyesi yükseldikçe yenilenebilir enerji talebinin de artması alan yazındaki genel beklentidir. Fakat bu hipotezi ampirik olarak test eden çalışmaların sayısının yetersizliği dikkati çekmektedir. İlgili literatürün zenginleşme aşamasındadır.

1.7. Literatür Özeti

Enerji tüketiminin makroekonomik değişkenlerle olan ilişkisinin modellenmesini ele alan akademik literatür, alandaki ilk çalışma olan Kraft ve Kraft (1978)'i takiben oldukça aktif bir alan olagelmiştir. Narayan ve Smyth (2009), Squalli (2007), Wolde- Rufael (2009) bu aktif alandaki çalışmalardan sadece birkaçı olarak örnek olarak verilebilir. Fakat doğrudan yenilenebilir enerji tüketimini ve belirleyicilerini konu alan yazının ancak 2000'li yılların başından itibaren zenginleşmeye başlayan bir alan olduğu görülmektedir.

Sadorsky (2009) bu alandaki ilk çalışma olarak göze çarpmaktadır. Sadorksy'nin tutarlı sonuçlara ulaşabilmek adına iki farklı tahminciden (FMOLS: Fully Modified Ordinary Least Squares ve DOLS: Dynamic Ordinary Least Squares) yararlandığı çalışmada; G7 ülkelerinde kişi başı reel gelir, kişi başı karbondioksit yoğunluğu ve petrol fiyatlarının kişi başı yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkileri test edilmiştir. Sonuçlar G7 ülkeleri panelinde kişi başı reel milli gelir ve kişi başı karbondioksit yoğunluğunun yenilenebilir enerjinin yaygınlaşmasının arkasındaki temel itici güçler olduğunu belirlemiştir. Petrol fiyat artışının ise kişi başı yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde zayıf negatif etkisi gözlenmiştir. Teorik literatürdeki beklentilere uygun sonuçların elde edildiği bu çalışmada kısa dönemde ortaya çıkan şoklara rağmen 1.3 ila 7.3 yıllık süre içinde uzun dönem dengesine geri dönüldüğü tespit edilmiştir.

Alandaki ilk çalışmalardan bir diğeri olan Marques vd. (2010), 1990-2006 aralığında Avrupa Birliği üyesi olan 15 ülke ve o dönem için henüz adaylık sürecinde olan 9 ülkede yenilenebilir enerji kullanımında hangi faktörlerin belirleyici olduğunu tespit etmeye çalışmıştır. Standart panel veri yöntemlerinin yanı

sıra değeri zaman içinde sabit kalan ya da çok az değişen değişkenleri de dikkate alabilmek için sabit etkiler vektör ayrıştırma yöntemi de kullanılmıştır. Tahmin sonuçları karbondioksit yoğunluğunun ve fosil yakıt lobilerinin yenilenebilir enerjinin toplam enerji arzına katkısı üzerinde negatif etkide bulunduğunu göstermiştir. Bu sonucun ekonomik faaliyet hacmine bağlı olarak artan enerji açığı karşılanırken fosil yakıt lobilerinin güçlü etkisi neticesinde çevresel hassasiyetlerin göz ardı edildiğine işaret ettiği ifade edilmiştir. Buna karşın enerji arz güvenliği kaygılarının etkisiyle enerji ithalatının yenilenebilir enerji arzı üzerinde zayıf fakat pozitif bir etkisinin varlığı gözlenmiştir. Ekonomik gelişmişlik göstergesi olarak modele eklenen kişi başı gelir değişkenin AB üyesi ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımı ile pozitif, henüz AB adayı olan ülkelerde ise yenilenebilir enerji kullanımı ile negatif ilişkili olduğu görülmüştür. EKC ile hipotezi ile uyumlu olduğu gözlenen bu sonuç yazarlarca, belirli bir gelir eşiğini aşmış, analize konu AB üyesi ülkelerde temiz enerji teknolojilerinin geliştirilmesi ve finansmanı için gerekli her türlü fırsatın oluştuğunu ve değerlendirildiğini; buna karşın henüz sanayileşmesini tamamlayamamış gelişmekte olan aday ülkelerde tercihin ucuz fosil yakıtlardan yana kullanılmaya devam ettiği şeklinde yorumlanmıştır. Bu bulgunun paralelinde sürekli adanmışlık değişkeninin (enerji tüketiminde %10 ve üzeri yenilenebilir enerji katkısı) katsayısı AB üyesi ülkelerde artı, aday ülkelerde eksi işaretli olarak tahmin edilmiştir. Son olarak petrol, kömür ve doğalgaz fiyatlarının yenilenebilir enerjinin toplam enerji arzındaki payına etkisi tahmin edilmiştir. Diğer bulgularla uyumlu olarak elde edilen sonuçlar AB üyesi ülkelerde gaz ve kömürün yenilenebilir enerji ile ikame oldukları, AB adayı ülkelerde ise tamamlayıcı olduklarını göstermiştir. Petrol fiyatları değişkeninin katsayısı ise AB adayı ülkelerde istatistiki olarak anlamsız, AB üyesi ülkelerde artı işaretli olarak tahmin edilmiştir.

Yenilenebilir enerjinin dinamikleri hakkında bilimsel bilginin derinleşmesi amacıyla Marques ve Fuinhas (2011), Marques vd. (2010)'da ele alınan ülke grubu ve zaman periyodunda daha geniş bir açıklayıcı değişken setiyle çalışmışlardır. Sürekli adanmışlık, kişi başı karbondioksit salınımları, kişi başı enerji tüketimi, fosil yakıtların elektrik üretimindeki payı, nükleer enerjinin elektrik üretimindeki payı, enerjide dışa bağımlılık oranı, reel milli gelir ve fosil yakıt fiyatları değişkenlerinin yenilenebilir enerjinin birincil enerji arzındaki payı üzerindeki etkilerini analiz etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar fosil yakıt (petrol, gaz ve kömür) fiyatlarının yenilenebilir enerji üzerinde istatistiki olarak anlamlı olmadığını ortaya koymuştur.

Genel beklentiye ters olarak elde ettikleri bu sonucu analiz döneminin bu etkileri tespit edemeyecek kadar kısa olmasına ya da aralarındaki etkileşim mekanizmasının basit ikame ilişkisinden daha karmaşık olmasına bağlamışlardır. Örneğin fosil yakıt fiyatlamasında iktisadi veriler haricinde jeopolitik faktörlerin de etkin olması gibi. Beklentilere ters elde ettikleri bir diğer sonuç ise reel milli gelirdeki değişmelerin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde istatistiki olarak anlamlı olmadığı sonucudur. Buna karşın yenilenebilir enerjinin geçmiş değerlerinden ve kişi başı enerji tüketiminden olumlu etkilendiğini ortaya koymuşlardır. Marques vd. (2010) ile uyumlu olarak yine karbondioksit yoğunluğunun, enerjide dışa bağımlılık oranının ve fosil yakıtların elektrik üretimindeki payının yenilenebilir enerjinin toplam enerji arzına katkısı üzerinde negatif etkide bulunduğunu göstermişlerdir. Elde edilen bu sonuçlar büyük oranda fosil yakıt lobilerinin siyasiler üzerindeki etkisine ve siyasilerin yeniden seçilme odaklı, fırsatçı, miyopik bakış açısına bağlanmıştır. Yenilenebilir enerji sistemlerinin kesikli doğasının da bir miktar kesiksiz enerji üretebilecek fosil yakıt ithalatına neden olabileceği eklenmiştir. Ayrıca beklentilere uygun olarak enerji arzında nükleer enerji payının etkisi negatif olarak tahmin edilmiştir. Zararlı sera gazı salınımı olmayan bir enerji türü olması nedeniyle nükleer enerji payı arttıkça yenilenebilir enerji yatırımına yönelik motivasyonun azaldığına dikkat çekilmiştir.

Popp vd. (2011), bir toplumdaki bilgi stokunun ve bu bilgi stoku kullanılarak gerçekleştirilen teknolojik yeniliklerin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisini sayısal olarak ortaya koymayı amaçlamıştır. 26 OECD ülkesini ve 1990-2004 dönemini kapsayan çalışmada yenilenebilir enerji yatırımları toplam değer olarak değil; güneş, rüzgar, jeotermal ve atık ile biokütle enerji teknolojilerine yapılan yatırımlar olarak dörde ayrılarak ayrı ayrı test edilmiştir. Çalışmanın amacı doğrultusunda önce dört farklı patent sayımı geliştirilmiş, daha sonra patentlerin değerini yitirme ve nüfuz etme hızları dikkate alınarak toplulaştırılmış bir bilgi stok değişkeni elde edilmiştir. Açıklayıcı değişken olarak geniş bir veri setinin kullanıldığı görülmektedir. Kullanılan değişkenler kişi başı milli gelir, hidro enerji ve nükleer enerjiden elde edilen elektriğin toplam elektrik üretimindeki payı, enerji ithalat oranı, elektrik tüketimi büyüme oranı, kişi başı yerli fosil yakıt üretim miktarı, Kyoto sözleşmesine taraf olunması, tarife desteği uygulanmasının bulunması, yenilenebilir enerji sertifikası uygulamasının varlığı ve diğer herhangi bir çeşit yenilenebilir enerji politikasının bulunması değişkenleridir. Elde edilen sonuçlar

beklentilerle uygun olarak bilgi stokundaki artışların rüzgar ve biokütle/atık enerjilerine yapılan yatırımları zayıf da olsa pozitif etkilediğini göstermiştir. Fakat beklentilerin tersine güneş ve jeotermal yatırımları üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisi olmadığını göstermiştir. Yazarlar bu sonuçların politika değişkenlerin gözlenen pozitif güçlü etkisi ile beraber incelendiğinde anlam kazandığını ifade etmektedir. Çünkü literatürde en baskın belirleyici grubunun uygulanan yenilenebilir enerji teşviklerinin olduğu şeklinde genel bir kabul vardır ve bu olgu doğal olarak diğer etkenlerin zayıf kalmasına sebep olmaktadır. Fakat bu çalışma kapsamında güneş ve jeotermal enerji yatırımlarının belirleyicilerini açıklayabilmek amacıyla oluşturulan alternatif modellerin tahmin edilen katsayılarının hemen hemen tümünün anlamsız elde edildiği görülmektedir. Ayrıca ancak 2000ler sonrasında yaygınlaşan bir enerji türü olan güneş enerjisinin, çalışmanın kapsadığı 1990-2004 yıllarında örneklemdeki oldukça az sayıda ülke tarafından kullanıldığı, bu nedenle 0 değeri alan bağımlı değişken sayısının kimi ülke serilerinde % 75'e ulaştığı da bir gerçektir. Dolayısıyla ekonomik çıkarsamalar yerine, bu çalışma kapsamında kurulan modellerin ve dikkate alınan zaman diliminin güneş ve jeotermal enerji yatırımlarını açıklama noktasında yetersiz kalmış olabileceğini söylemek de mümkündür. Yine beklentilere uygun olarak enerji arzında nükleer ve hidro enerji payını artıran ülkelerde yenilenebilir enerji yatırımlarının azaldığı tespit edilmiştir. Enerji ithalatındaki ve elektrik ihtiyacındaki artışların da yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde bir etkisi tespit edilememiştir. Bu sonuçlar ele alınan örneklemde, enerji arz güvenliğinin de enerji yatırımları üzerinde belirleyici olmadığını göstermiştir.

Daha önce de ifade edildiği üzere 1990 sonrası gelişmiş ülkeler yoğun bir şekilde yenilenebilir enerji yatırımı yaparken gelişmekte olan ülkeler bu trendi bir müddet geriden gelerek takip etmeye başlamışlardır. Bununla beraber ülkelerin içinde bulundukları özel şartlara bağlı olarak gözlenen trendler birbiri ile her bakımdan uyuşmamakta, gelişmekte olan ülkeler gelişmiş ekonomilerden bir kaç istisna dışında geride kalmaya devam etmektedir. Kinab ve Elkhoury (2012) bariz şekilde bu durumdaki ülkelerden biri olan ve enerjide % 98 oranında dışa bağımlı olan Lübnan'da yenilenebilir enerji sektörünün önündeki bariyerleri tespit etmeye ve çözümler sunmaya çalışmıştır. Çalışmada jeotermal dışında kalan yenilenebilir enerji türleri ele alınmıştır. Çalışmada belirlenen yenilenebilir enerji sektörünün gelişimini yavaşlatan ana bariyerler şu şekilde belirlenmiştir: (i) Ülkenin rüzgar, güneş ve su potansiyeline dair güvenilir veri bulunmaması (ii) Sektörle ilgili

kurumsal altyapının ve ajandanın belirsizliği ile devlet desteklerinden yoksunluk (iii) Yenilenebilir enerji kaynaklarının yüksek enerji maliyeti (iv) Eğitimli insan kaynağı açığı ve yerli yenilenebilir enerji sektörünün bulunmayışı (v) toplumsal çevre bilincinin oluşmamış olması.

Pfeiffer ve Mulder (2013), Popp vd. (2011)'den farklı olarak yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmekte olan ülkelere yayılımının hangi faktörlerden etkilendiğini konu almıştır. Bu amaçla 1980-2010 aralığını ve 108 gelişmekte olan ülkeyi kapsayan geniş bir veri seti kullanmışlardır. Hem yenilenebilir enerji yatırımı yapma kararının hem de yenilenebilir enerji tüketim miktarının belirleyicilerini modelleyen çalışmada iki parçalı model ve iki aşamalı seçme modeli uygulanmıştır. Açıklayıcı değişkenler olarak orta öğretimde okullaşma oranı, hidroenerjinin toplam elektrik arzındaki payı, kişi başı kömür ve doğalgaz üretimi, yenilenebilir enerji politikası değişkenleri, kamuoyu desteği, Kyoto sözleşmesine taraf olmak, kişi başı milli gelir, elektrik tüketimi büyüme oranı, ticari açıklık, yabancı doğrudan yatırımlar, kalkınma yardımları, demokrasi skalası ve finansal varlıklar kullanılmıştır. Tahminler sonucunda okullaşma oranının, kişi başı gayri safi milli hasılanın, Kyoto sözleşmesine taraf olmanın, ekonomik ve düzenleyici araçların ve demokratikleşme oranının yenilenebilir enerji teknolojilerinin yayılımı ile pozitif ilişki içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan beklentilerin tersine ticari açıklığın, kalkınma yardımlarının, elektrik ihtiyacında artışın ve yenilenebilir enerji politikası uyguluyor olmanın yenilenebilir enerji teknolojilerinin yayılımı ile negatif ilişki içerisinde olduğu görülmüştür. Ayrıca enerji yüksek kişi başı gaz yahut kömür üretimine sahip olmanın da yenilenebilir enerji teknolojilerinin yayılımını geciktirdiği gözlenmiştir. Yenilenebilir enerji teşvikleriyle bağımlı değişkenler arasında elde edilen negatif ilişki gelişmekte olan ülkelerin bu politikaları ülke şartlarına uygun tasarlama ve sonrasında tutarlı biçimde uygulama açısından yetersiz kurumsal ve beşeri sermaye altyapısına, yetersiz demokratik kontrol mekanizmalarına ve ilgili kurumlar arası koordinasyon ve amaç birliği eksikliğine bağlanmıştır. Dolayısıyla böylesi ortamlarda sağlıklı politikaların üretilip, yürütülmesinin pek mümkün olmadığına vurgu yapılmıştır. Son olarak okullaşma oranı değişkeninin pozitif ve anlamlı katsayısı hakkında eğitim seviyesi yükselen bireylerin öğrenme ve uzmanlaşma hızının artacağı ve yenilikçi girişimlerde bulunacağı belirtilerek, eğitimin yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaygınlaşmasını kolaylaştıracağı çıkarımında bulunulmuştur.

Zhao vd. (2013), 122 ülke ve 1980-2010 dönemini kapsayan oldukça geniş bir örneklem üzerinde uygulanan yenilenebilir enerji politikalarının (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini Poisson sahte maksimum olabilirlik ve standart en küçük kareler yöntemiyle analiz etmişlerdir. Politikaların etkinliğini doğru biçimde tahmin edebilmek için geniş bir kontrol değişken listesi (kişi başı milli gelir, kişi başı karbondioksit yoğunluğu, enerji ithalat bağımlılık oranı, finansal gelişmişlik, orta öğretim okullaşma oranı, net doğrudan yatırımların milli gelire oranı, demografik yapı- çalışma çağındaki nüfusun ve kadın nüfusunun oranı) kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre beşeri sermaye, enerji ithalatı bağımlılık oranı, finansal gelişmişlik değişkenlerinin katsayıları uygulanan her senaryoda anlamlı ve pozitif çıkmıştır. Marques vd. (2010) ve Mehrara vd. (2015) gibi, bu çalışmada da kişi başı karbondioksit yoğunluğu değişkeninin yenilenebilir enerji tüketimi ile negatif ilişkili olduğu bulunmuştur. Dolayısıyla ele alınan örneklemde çevre duyarlılığının yenilenebilir enerji için belirleyici olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca çalışma çağındaki 15-64 yaş arası nüfus değişkeninin katsayısı da negatif olarak elde edilmiştir. Bu sonuç çevre duyarlılığının baskın olmadığı bir ortamda artan enerji ihtiyacının konvansiyonel yakıtlarla karşılanmaya devam ettiği şeklinde yorumlanmıştır. Uygulanan yenilenebilir enerji politikalarının etkisi ise beklentilere uygun olarak pozitif elde edilmiştir. Politikaların etkisinin 1980-1995 döneminde, 1996-2010 dönemine oranla daha güçlü olduğu da analize yansımıştır. Bu farklılaşma ilk periyotta yenilenebilir enerji penetrasyonun çok daha düşük olması nedeniyle politikaların marjinal etkisinin büyük olmasına veya ilk dönemde yenilenebilir enerji politikalarının büyük oranda sadece kurumsal olarak hazır olan ekonomik olarak gelişmiş ülkeler tarafından uygulandığına bağlanmıştır. Ayrıca ne kadar çok yenilenebilir enerji politikası o kadar iyi şeklindeki bir yaklaşımın yanlış olduğu, politika sayısının çoğalması halinde amaçlar arasında ikilem oluşacağı ve politika kalabalıklığının negatif etkisinin ortaya çıkacağı vurgulanmıştır. Dolayısıyla politika tasarımının önemine dikkat çekilmiştir. Son olarak kullanılan iki tahminciden kişi başı milli ve doğrudan yatırımların etkisine dair birbiriyle tutarlı sonuçlar elde edilememiştir. Kadın nüfusun beklenen pozitif etkisini ise sadece Poisson en çok olabilirlik tahmincisi doğrulayabilmiştir.

Viardot (2013), milenyum itibariyle Kanada, Almanya, Danimarka, Amerika ve İngiltere'de dikkat çekici biçimde yaygınlaşan yenilenebilir enerji kullanımını teşvik edici kooperatifleri ve bu kooperatiflerin yenilenebilir enerji

gelişiminin önündeki bariyerlerin nasıl üstesinden geldiğini konu almaktadır. Yazar bu amaçla 10 tanesi Kuzey Amerika kıtasından, 10 tanesi Avrupa'dan olmak üzere 20 kooperatifle iletişime geçmiş, bunlardan sadece 7 Kanadalı, 1 Danimarkalı ve 1'de İngiliz kooperatif araştırmaya katılmayı kabul etmişlerdir. Araştırmada ele alınan ülkelerdeki yenilenebilir enerji gelişiminin önündeki ana engeller şu şekilde belirlenmiştir: bedavacılık sorunu, yenilenebilir enerjinin yüksek maliyeti ve yenilenebilir kaynaktan enerji üretmek için uygun lokasyona sahip olunmaması. Elde edilen sonuçlar sosyal pazarlama girişimleri sayesinde kooperatiflerin yenilenebilir enerji kullanımına katkıda bulunduklarını göstermiştir. Bu başarının genel olarak güvenilir yatırım ortamı yaratılması ve potansiyel yatırımcıların kafasındaki soru işaretlerini azaltılması, kullanıcıların evlerinde ve yaşam tarzlarında değişiklik yapmalarını kolaylaştırmak suretiyle elde edildiği tespit edilmiştir. Tüm bu süreçler için de ağırlıklı olarak eğitimsel iletişimden yararlanıldığı görülmüştür. Dolayısıyla bu çalışmanın, eğitim ile yenilenebilir enerji arasındaki pozitif ilişkiyi doğrulayan bir başka çalışma olarak literatürdeki yerini aldığı söylenebilir.

Aguirre ve Ibikunle (2014) yenilenebilir enerjinin belirleyicilerini araştırırken ilgili literatüre bir kaç yönden katkı sağlamıştır. İlk olarak önceki çalışmalardan daha geniş ve daha heterojen -Avrupa, BRICS ve bunların dışında kalan OECD ülkelerini içeren- bir örneklem ve daha uzun bir zaman dilimi üzerinde çalışmışlardır. İkinci olarak sabit etkiler vektör ayrıştırma yönteminin yanı sıra standart hataları düzeltilmiş panel tahmin modeli de kullanılarak tutarlı tahminlere ulaşılmaya çalışılmıştır. Üçüncü olarak mümkün olduğunca ayrıştırılmış veri kullanılmaya çalışılmış, bu amaçla Marques vd. (2010)'dan farklı olarak ülkelerin toplam yüzölçümü verisi yerine her bir kaynağın kendi potansiyeline ait veriye modelde yer verilmiştir. Kullanılan her iki tahminciye göre de katsayısı istatistiki olarak anlamlı elde edilen değişkenler karbondioksit salınım miktarı, Kyoto sözleşmesine taraf olmak, elektrik üretiminde kömür, gaz, nükleer ve petrolün payı, kişi başı enerji kullanımı, güneş-rüzgar-biokütle potansiyelleri, sanayi elektrik fiyatı, mali ve finansal içerikli yenilenebilir enerji destek politikaları, gönüllülüğe dayalı yenilenebilir enerji destek politikaları ve sürekli adanmışlık olmuştur. Bu değişkenlerden karbondioksit salınımı, Kyoto sözleşmesi, biokütle ve güneş potansiyeli değişkenlerinin yenilenebilir enerjiyle pozitif yönde ilişki içinde olduğu; diğerlerinin negatif ilişki içinde olduğu görülmüştür. Enerji ithalatı, kişi başı gelir düzeyi, fosil yakıt fiyatlarındaki değişimler ve modele eklenen eğitime yönelik

devlet destekleri dahil olmak üzere diğer dokuz politika değişkenine ait katsayı istatistiki olarak anlamsız elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar çevre duyarlılığının yenilenebilir enerji gelişiminin arkasındaki ana dinamik olduğunu, buna karşın enerji arz güvenliği kaygılarının ise yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde belirleyici olmadığını göstermektedir. Ayrıca gerek iktisadi gerekçelerle gerekse güçlü fosil yakıt lobilerinin baskılarıyla ekonomide artan enerji ihtiyacı doğduğunda bu ihtiyacın yenilenebilir enerji yerine fosil yakıtlarla karşılanmaya devam edildiği belirlenmiştir. Yine bu kapsamda sera gazı salınımı yapmayan nükleer enerjinin de bir alternatif olarak görüldüğü ortaya konulmuştur. Politika değişkenleriyle ilgili elde ettikleri alan yazındaki genel beklentilere ters sonuçları ise yatırımcıların yürürlükteki enerji politikalarının uzun dönemde sürdürülmesi noktasında güvensizliklerine ve yanlış politika tasarımlarına bağlamışlardır. Belirsizlik ortamının ortadan kaldırılmasının gerekliliğine işaret etmişlerdir.

Omri ve Nguyen (2014), 1990-2011 döneminde toplam 64 ülkeyi düşük-orta-yüksek gelirli ülkeler ayrımında ele almaktadır. Literatürdeki ticari açıklığa dair var olan, ticari açıklığın (finansman imkanlarını ve teknolojik difüzyonu artırması nedeniyle) yenilenebilir enerji yatırımlarını pozitif destekleyeceği şeklindeki hipotezi test eden ilk çalışma olarak göze çarpan Omri ve Nguyen (2014)'de kullanılan diğer açıklayıcı değişkenler kişi başı karbondioksit salınım miktarı, kişi başı milli gelir, petrol varil fiyatıdır. Çalışmada görülen yöntemsel yenilikler ise ticari açıklık dışında diğer değişkenlerin büyüme formunda kullanılması ve içsellikle baş edebilmek için sistem-GMM ve fark-GMM tahmincileriyle sonuca gidilmesidir. Yüksek gelirli ülkeler panelinde kişi başı gelir ve karbondioksit salınımının ana belirleyiciler olduğu; buna karşın ticari açıklık ve petrol fiyatlarının etkisiz olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar yüksek gelirli ülkelerin ticari açıklığın yenilenebilir enerji sektörüne potansiyel faydalarına ihtiyaç duymayacak kadar gelişmiş olduğu ve alternatifleri çok olduğu için petrol fiyatındaki değişmelerden korunabildikleri şeklinde yorumlanmıştır. Orta gelirli ülkeler panelinde karbondioksit salınım miktarı, kişi başı milli gelir ve ticari açıklığın yenilenebilir enerji tüketiminin ana belirleyicileri olduğu tespit edilmiştir. Bu panelde Sadorsky (2009) ile uyumlu olarak petrol fiyatının yenilenebilir enerji tüketimi ile negatif ilişkili olduğu, dolayısıyla literatürde beklenenin aksine ikame ilişkisinin oluşmadığı gözlenmiştir. Düşük gelirli ülkeler panelinde karbondioksit salınım miktarı ve ticari açıklığın yenilenebilir enerji tüketimi ile pozitif ilişki içinde

olduğu belirlenmiştir. Diğer değişkenlerin ise etkisiz olduğu görülmüştür. Yenilenebilir enerji teknolojilerine ulaşabilme konusunda teknolojik ve finansal sorunlar yaşayan düşük gelirli ülkelerde ekonomik büyümenin ucuz fosil yakıt tüketimini artırdığını, yenilenebilir tüketimini etkilemediğini göstermektedir. Teknolojik yayılımı kolaylaştıran ticari açıklığın pozitif ilişkili olarak tespit edilmiş olması bu savı destekler niteliktedir.

Omri vd. (2015), Omri ve Nguyen (2014)'i ekonometrik yönden zenginleştiren ve o çalışmada kullanılan dinamik panel veri tahmincilerinin en uygun tahminci olup olmadığı test eden bir çalışma olarak göze çarpmaktadır. Standart en küçük kareler, rassal etkiler ve sabit etkiler statik panel veri tahmincilerinden elde edilen sonuçlar, sistem-GMM ve fark-GMM dinamik panel veri tahmincilerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Statik tahminciler arasında sabit etkiler tahmincisinin en uygun, genelde ise bir dinamik tahminci olan sistem-GMM tahmincisinin en uygun olduğunu tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar önceki çalışma ile uyumlu olarak karbondioksit yoğunluğunun ve ticari açıklığın güçlü, petrol fiyatlarının ise zayıf açıklayıcı olduğunu göstermiştir.

Ackah (2015) yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicileri arasında eğitim düzeyi, toplam faktör verimliği, enerji fiyatları ve ekonomik büyüme olup olmadığını test etmiştir. Gana, Güney Afrika, Cezayir ve Nijerya'nın ele alındığında çalışmada eğitim düzeyi yükseldikçe geleneksel yenilenebilir enerji kullanımının azaldığı tespit edilmiştir. Bu durumun sonucu olarak eğitim seviyesi yükseldikçe güneş paneli kullanmanın statü göstergesi sayıldığı G. Afrika ve Nijerya'da yeni nesil yenilenebilir enerji tüketiminin arttığını, buna karşılık Ghana ve Cezayir'de eğitim seviyesi yükseldikçe azalan geleneksel yenilebilir enerji tüketiminin fosil ve hidro kaynaklarla ikame edildiği savunulmaktadır. Enerji fiyatları değişkeninin katsayısı ise çalışmaya konu olan tüm ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimi ile negatif ilişkili olarak elde edilmiştir. Negatif ilişki, yenilenebilir enerji kaynaklarının rekabetçi olmayan maliyetli yapısının yansıması olarak yorumlanmıştır. Yine beklendiği üzere milli gelir değişkeninin katsayısı tüm ülkelerde pozitif ve anlamlı olarak tahmin edilmiştir.

Ackah ve Kizys (2015), petrol üreticisi 16 Afrika ülkesinde yenilenebilir enerji talebini 1985-2010 aralığında ele almaktadır. Çalışmaya konu olan ülkeler son 20 yıldır artan nüfus ve ekonomik kalkınma sonucu enerji ihtiyacı artan Afrika ülkeleri olup, bu ülkelerde yenilenebilir enerji, iklim değişikliğiyle mücadelenin

yanı sıra aşırı hidroenerji bağımlılığı kaynaklı enerji arz güvenliği ve kırsal kesimlere enerji ulaşımının sağlanması sorunlarının çözümünde de ön plana çıkmaktadır. Yazarlar, ekonomik büyümenin, fiziki ve beşeri sermaye birikiminin, enerji fiyatlarının, karbondioksit yoğunluğunun, mevcut yenilenemeyen enerji kaynaklarındaki tükenmenin yenilenebilir enerji talebi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Elde edilen tahmin sonuçları beşeri sermayenin katsayısının beklendiği üzere pozitif fakat istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermiştir. karbondioksit salınım yoğunluğu, enerji fiyatları ve ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında ise pozitif ilişki belirlenmiş olup, fiziki sermaye birikimi değişkeni için tutarlı sonuç elde edilememiştir.

Mehrara vd. (2015), Ekonomik İşbirliği Örgütü (ECO) üyesi gelişmekte olan ülkeleri ele almış ve bu ülkelerde yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicilerinin neler olabileceğini ağırlıklandırılmış ortalama en küçük kareler ve bayesçi model ortalaması yöntemlerini kullanarak belirlemeye çalışmıştır. Bu yöntemler kullanılarak yenilenebilir enerji tüketimini etkileyen ve önceki çalışmalarda kullanılan pek çok farklı açıklayıcı değişkenden en etkin olanların belirlenmesine çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre beşeri sermaye (kullanılan değişken, yüksek okullaşma oranı), politik istikrar, şehirleşme oranı, bürokratik etkinlik, nüfus artışı ECO ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketiminin en önemli belirleyicileridir. İkincil etkenler yolsuzluk karşıtı kontroller, karbondioksit yoğunluğu, yenilenebilir enerji potansiyeli (kullanılan değişken, ülkenin yüz ölçümü), petrol ihracatçısı olunması (kukla değişken) olarak belirlenmiştir. Çalışmada karbondioksit yoğunluğu ve yolsuzluk kontrolleri haricinde genel olarak beklentilere uygun sonuçlar elde edilmiştir. Karbondioksit yoğunluğu ile yenilenebilir enerji arasında geçmiş literatüre ters olarak negatif yönlü ilişki tespit edilmiş ve bu sonuç ele alınan ülkelerin henüz gelişmelerinin erken dönemlerinde olmaları nedeniyle, çevresel hassasiyetlerden ziyade kalkınma ve büyümeye önem vermeleri ile ilişkilendirilmiştir. Yolsuzluk kontrollerinin ise yatırımcıların rant arayışlarını azalttığı iddia edilmektedir.

Kinab ve Elkhoury (2012)'nin gerçekleştirdiği analizin bir benzerini Kardooni vd. (2015)'in yine gelişmekte olan bir ekonomi olan Malezya'da gerçekleştirdiği görülmektedir. 2000 yılından beri yenilenebilir enerjiye yönelik teşvikler uygulanan Malezya'da, yapılan 800 milyon USD yatırıma rağmen 2014 yıl sonu itibariyle 2005 için öngörülen % 5 yenilenebilir enerji hedefine halen

ulaşılamadığı belirtilen çalışmada; uygulanan yenilenebilir enerji politikalarını başarısızlığa uğratan nedenlerin tespitinin zaruri olduğu ifade edilmiştir. Bu düşünceyle 55 uzmanla görüşmeler gerçekleştirildiği görülmektedir. Değerlendirmeler Trudgil (1990) tarafından önerilen ve AKTESP (agreement, knowledge, technological, economic, social, political) olarak isimlendirilen teorik çerçeveye uygun olarak yapılmıştır. Bu çerçevede yapılan görüşmelerde sırasıyla en çok politik, ekonomik, teknolojik, uzlaşı, bilgisel ve sosyolojik bariyerlerin ön plana çıkarıldığı görülmüştür. Uzlaşı, fikir birliğiyle ilgili olarak enerji alanında karar alıcı konumda olan hükümet üyeleri arasında fikir birliği ve uzlaşı eksikliğinin olduğu, sonrasında kararları uygulayıcı kurumlar arasında da uyum eksikliğinin bulunduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla literatürde sıklıkla vurgulanan politikalar arası tutarlılık ve yenilenebilir enerji konusunda sürekli adanmışlık ilkeleri Malezya'da da doğrulanmaktadır. Bilgi eksikliği kriteri ile ilgili olarak uzmanlar üç farklı odağa dikkatleri çekmişlerdir. Yapılan değerlendirmelere göre çevre ve ekosistemin doğal işleyişi hakkında yeterince bilinçlenmemiş Malezya toplumunda yenilenebilir enerji tüketimi için iç talep oluşmamakta, bu ortamda kar fırsatı göremeyen özel sektör de yenilenebilir enerjiye ilgisiz kalmaktadır. Diğer yandan enerji stratejilerinin federal yönetim tarafından oluşturulması ve asıl uygulayıcı olan yerel ve merkezi yönetim kademelerinin bu stratejiler konusunda eğitimsiz olmaları eleştirilmiştir. Eğitimli işgücü sıkıntısı bu kriter kapsamında belirlenen üçüncü bariyerdir. Teknolojik bariyer olarak yenilenebilir enerji teknolojilerinde ağır biçimde gelişmiş ülkelere bağımlı olmaları belirlenmiştir. Tespit edilen ekonomik bariyerler olarak genel olarak fosil yakıtlara verilen sübvansiyonlar, finansman kısıtları, maliyet ve fiyatlandırma sorunları olmuştur. Zengin bir kültürel yapıya sahip Malezya toplumundaki iklim değişikliği ve küresel ısınma konusundaki bilgi eksikliğine bağlı sosyal kabullenme sorunu ise sosyolojik bir bariyer olarak görülmüştür. Son olarak yapılan çalışmada yenilenebilir enerji politikalarının başarısız olmalarının nedenlerinden birinin bizatihi bu politikaların kendilerinin zayıf planlara ve gerçekçi olmayan hedeflere dayandırılması olduğu görülmüştür. Bu durumun literatürde politika tasarım hatası olarak da geçen bir politik bariyer oluşturduğu öne sürülmüştür.

Eleftheriadis ve Anagnostopoulou (2015), rüzgar ve güneş enerjilerinin Yunanistan'da yaygınlaşmasının önüne geçen sorunlarının neler olduğunu ele almışlardır. Çalışmada teknolojik yenilik sistemleri yaklaşımı kullanılmıştır. Bu

kapsamda rüzgar ve güneş enerjisi teknolojileri yenilik sistemlerinin fonksiyonlarını -kaynakların harekete geçirilmesi, yasallaşma, pazar oluşumu ve rehberlik- aksatan sebepler analiz edilmiştir. Pazar oluşumu ve rehberlik fonksiyonu ile ilgili olarak Yunanistan'da tespit edilen en büyük eksiklik istikrarlı ve uzun dönemli enerji planlamasının yokluğu olmuştur. Yenilenebilir enerji sektörüyle ilgili yasal çerçevenin sürekli olarak değişikliğe uğramasının belirsizlik oluşturduğu ve sektör üzerinde negatif etkide bulunduğu ifade edilmiştir. İstikrar sorunlarının yanı sıra yanlış politika tasarımı da yatırımları olumsuz etkilediği bildirilmiştir. Bu duruma örnek olarak; bir yenilenebilir enerji yatırımı için yerel bir bankadan kredi kullanabilmesi ve tarife desteklerinden faydalanılabilmesi için projenin iki yıl içerisinde faaliyete geçmesi gerekmesi durumu verilmiştir. Oysa projenin büyüklüğüne ve uzayan bürokratik sürece bağlı olarak kimi zaman bunun mümkün olamadığı belirtilmiştir. Bu tip önşartların belirsizliği artıran politik sıkıntılar olarak göze çarptığı ifade edilmiştir. Yasallaşma fonksiyonu ilgili olarak kamuoyunda çevreci duyarlılık oluşturulamaması bir sorun olarak öne sürülmüştür. Özellikle rüzgar enerjisi hakkında toplumdaki bilgi eksikliği, yanlış anlamaların mevcut olduğu gözlenmiştir. Rüzgar enerjisine karşı var olan toplumsal muhalefeti rüzgar enerjisi santrallerinin turizme, arsa fiyatlarına, hayvan ve insan sağlığına zararlı olacağı algısına bağlayan yazarlar, bu algının bilgi eksikliğinin giderilmesi ile aşılacağına inanmaktadır. Çünkü kurulu rüzgar enerjisi santrallerinin bulunduğu lokasyonlardaki yerel halktan bu tip şikayetlerin gelmediğini savunmaktadırlar. Bu nedenle çalışmada, yerel gruplar arası iletişim eksikliği ortadan kaldırılırsa sosyal kabullenme sorununun da aşılması mümkün görünmektedir denilmektedir. Ayrıca Yunanistan'da güneş enerjisi açısından sosyal kabullenmenin daha yüksek olduğu da gözlenmiştir. Bu durum arz ve talep uyumuna, güneş enerjisi için elverişli olan yaz aylarında klima, turizm vb. sebeplerle enerji talebinin de yüksek seyretmesine, bağlanmıştır. Güneş enerjisine verilen tarife desteklerinin rüzgar enerjisine verilenlerden daha yüksek olması da sosyal olarak kabullenilmesini hızlandıran bir diğer sebep olarak sunulmuştur. Kaynakların harekete geçirilmesi fonksiyonu ile ilgili olarak belirlenen sorunlar şu şekildedir: finansal kısıtlar, ruhsat alınmasın sürecindeki gecikmeler, bütünleşik mekânsal planlamanın eksikliği, şebeke bağlantı ve kapasite problemleri. Şebeke ve finansman ile ilgili problemlerin yine rüzgar enerjisi sektöründe yoğunlaştığı görülmüştür. Finans sektörünün ancak uzun vadede geri ödeme imkanı sunan yenilenebilir enerji projeleri yerine kısa vadeli türev

ürünlere yönelmekte olduğu Yunanistan'da finansal kısıtlar son ekonomik kriz sonrası ağırlaştığı da çalışmada vurgulanan bulgulardan biri olmaktadır. Son olarak, çok sayıda adaya sahip bir ülke olan Yunanistan'da kamu malı hüviyeti taşıyan ve yüksek yatırım maliyeti gerektiren şebeke kapasite artırım yatırımları ise özellikle politik belirsizliklerin olduğu ortamda özel sektörün başta rüzgar olmak üzere yenilenebilir enerji sektöründen uzak durmasına yol açan bir diğer etken olarak gösterilmiştir.

Lin vd. (2016), yenilenebilir enerji tüketiminde lider konumda olan Çin'i analiz etmiştir. Lin vd. (2016), 1980-2011 aralığını kapsayan zaman serisi analiziyle Çin'in yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde etkili olan faktörleri çok ülkeli panel veri analizlerinden daha iyi yakalamayı hedeflemiştir. Bağımlı değişken yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektriğin toplam elektrik üretimindeki payı olarak belirlenmiştir. Açıklayıcı değişken kümesi ise kişi başı milli gelir, ticari açıklık, doğrudan yabancı yatırımları, finansal gelişmişlik, fosil yakıtların enerji arzındaki payından oluşmaktadır. Log-log formunda kurulan model vektör hata düzeltmesi modeliyle tahmin edilmiş olup; kişi başı milli gelir ve finansal gelişmişliğin yenilenebilir enerji ile pozitif, diğer iki değişkenin ise negatif ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Ticari açıklık ve doğrudan yabancı yatırımlar için elde edilen sonuçlar genel beklentilerle uyuşmasa da Pfeiffer ve Mulder (2013)'ün yine gelişmekte olan ülkeler için elde ettiği sonuçlarla uyuşmaktadır. Elde edilen sonuçlar Çin'in artan ticari açıklık ve doğrudan yabancı yatırımlar sonrası doğan ek enerji talebini fosil yakıtlarla karşıladığını göstermektedir. Modeldeki bir diğer değişken olan fosil yakıt payı değişkeninin katsayısı fosil yakıt lobilerinin güçlü etkisini ortadan koymakta ve yukarıdaki tespiti doğrulamaktadır. Çalışmada ayrıca değişkenlerde meydana gelen şokların bağımlı değişken üzerindeki etkilerinin zamanla ortadan kalktığını, buna karşın sadece fosil yakıt lobilerinin etkisinin kalıcı ve üssel şekilde arttığı da ortaya konulmuştur.

28 gelişmekte olan ülkeden 42 girişimci ile yapılan anket çalışmasının sonuçlarına dayanan Gabriel vd. (2016), yenilenebilir enerji sektörünün gelişmekte olan ülkelerde karşısına çıkan temel engelleri girişimciler gözünden tespit etmeye çalışmaktadır. Bu amaçla teorik literatürde en sık öne sürülen 7 kısıtın girişimcilerce nasıl değerlendirildiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu kısıtlardan ilki eğitim eksikliğine dayanan kalifiye işgücü eksikliği olup, diğer kısıtlar sırasıyla yetersiz ya da yanlış tasarlanmış destek mekanizmaları, yüksek yenilenebilir enerji maliyetleri,

finansal kaynak yetersizlikleri, yetersiz altyapı yatırımları ve lojistik sorunları, fosil yakıt lobileri ve yetersiz iç taleptir. Her bir kritere dair girişimcilerden gelen değerlendirmelerin literatürdeki genel beklentilerle uyuştuğu ve en ön plana çıkarılan olumsuz faktörlerin iç talep yetersizlikleri ile sektöre uygulanan yetersiz/yanlış tasarlanmış devlet müdahaleleri olduğu görülmektedir. Yapılan değerlendirmeler girişimcilerin gelişmekte olan ülkelerde görülen eğitim eksikliğine dayanan kalifiye işgücü eksikliğini zorunlu olarak kurum içi eğitimlerle aşmaya çalıştıklarını göstermektedir. Diğer taraftan toplumun genel eğitim seviyesinin de tüm girişimciler tarafından risk ve fırsat algılarını etkileyen talep yönlü bir market kısıtı olarak dile getirildiği görülmüştür.

Farklı bir yöntem izleyen Seetharamana vd. (2016), yenilenebilir enerji sektörünün büyümesini etkileyen iç ve dış faktörleri karşılaştırmalı olarak ele aldıkları çalışmalarında iç faktörleri yapılandırılmamış iş süreçleri, nitelikli personel açığı, istikrarsız performans olarak, dış faktörleri küresel ısınma ile savaş, toplumsal çevre hassasiyeti ve teknoloji yayılımında eksiklikler olarak tanımlamışlardır. Uyguladıkları tedarik zinciri operasyonları kaynak modeli sonucunda sektörün gelişiminde dış faktörlerden ziyade iç faktörlerin belirleyici olduğunu ortaya koymuşlardır.

Ydersbond ve Korsnes (2016), rüzgar enerjisinin AB ve Çin pazarındaki gelişiminin temel dinamiklerini en farklı sistemler tasarımı (most-different systems design) yöntemiyle analiz etmişlerdir. Çalışmada rüzgar enerjisi tüketiminin hızla arttığı ülkelerin karbondioksit salınımı yoğunluğu yüksek (ve enerji sektöründe kömürün payının yüksek olduğu) ve enerjide dışa bağımlı ülkeler olduklarının ve yenilenebilir enerji atılımlarının itici gücü buradan aldıklarının altı çizilmiştir. Bunların yanı sıra Çin ve Avrupa'da gelecek odaklı sürdürülebilir istihdam sağlayan yerel rüzgar enerjisi sanayisi kurulmasının en önde gelen motivasyon kaynağı olduğunu belirlemişlerdir.

Görüldüğü üzere yenilenebilir enerji kullanımının dinamiklerinin belirlenmesi oldukça aktif bir araştırma alanıdır. En fazla ilgiyi ise uygulanan enerji politikalarının etkinliği hususunun çektiği ve yenilenebilir enerjinin politik dinamikleri hakkında genel kabul gören görüşlerin oluşmaya başlandığı gözlenmektedir. Fakat aynı durum sosyoekonomik belirleyicileri için geçerli değildir. Özellikle yenilenebilir enerji tüketimini birden fazla kanaldan etkileyen eğitim düzeyinin etkisini ölçen ekonometrik çalışmaların sayısının yetersizliği

dikkat çekicidir. Detaylarıyla daha önce ele alınan bu çalışmaların bir özeti Tablo 1.2.'de verilmiştir. Bu çalışmanın nihai amaçlarından birini bu alana katkıda bulunmak teşkil etmektedir.

Tablo 1.2. Yenilenebilir enerji ve eğitim düzeyi/bilgi stoku ilişkisini ekonometrik olarak ele alan çalışmaların özeti

Çalışma	Periyot	Ele Alınan Ülke Grubu	Eğitim Düzeyini/Bilgi Stokunu Temsilen Kullanılan Değişken	Yöntem	Bulgular
Popp vd. (2011)	1991-2004	26 OECD ülkesi	Patent sayısı	Rassal Etkiler Modeli	Patent sayısı ile yenilenebilir enerji arasında pozitif fakat zayıf bir ilişki belirlenmiştir. Yenilenebilir enerjinin alt dalları için ise çelişen sonuçlar elde edilmiştir.
Mehrara vd. (2015)	1992-2011	9 ECO ülkesi	Yüksek öğretim okullaşma oranı	BMA ve WALS	Yüksek öğretim okullaşma oranın yenilenebilir enerji tüketiminin ana belirleyicilerinden biri olduğu belirlenmiştir.
Pfeiffer ve Mulder (2013)	1980-2010	108 Gelişmekte olan ekonomi	Orta öğretim okullaşma oranı	TSP	Orta öğretim okullaşma oranı ile yenilenebilir enerji payı arasında anlamlı pozitif ilişki tespit edilmiştir.
Zhao vd. (2013)	1980-2010	122 gelişmiş ve gelişmekte olan ülke	Orta öğretim okullaşma oranı	PPML	Orta öğretim okullaşma oranı ile yenilenebilir enerji payı arasında anlamlı pozitif ilişki tespit edilmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM
YENİLENEBİLİR ENERJİ ve İSTİHDAM İLİŞKİSİ

Bu bölümde yenilenebilir enerjinin istihdam ile olan ilişkisi araştırılmıştır. Bu amaçla ilk olarak işsizliğin neden çözümü öncelikli sorunlar arasında yer aldığı, istihdamın dinamiklerinin neler olduğu ve konuyla ilişkili teoriler ele alınmıştır. Ardından yenilenebilir enerjinin hangi mekanizmalar çerçevesinde istihdam üzerinde etkili olduğu, farklı yenilenebilir kaynakların işgücü faktörlerinin ne olduğu ve yenilenebilir enerji kullanımıyla ortaya çıkan dolaylı-doğrudan ve net istihdam etkilerinin ortaya çıkış şekilleri ele alınmıştır.

2.1. İşgücü Piyasası ve İşsizlik Sorunu

Yetersiz istihdam problemi ekonomiler için yeni bir sorun olmamakla birlikte özellikle 2007 küresel finansal krizi sonrası pek çok ekonomide gözlenen yaygın yüksek işsizlik oranları, ilgiyi yeniden bu soruna yöneltmiş görünmektedir. İstatistikler küresel krizin üstünden geçen on yıla rağmen (Fransa, İrlanda, İtalya, Finlandiya, İspanya, İsveç, Kanada, Yunanistan gibi) bazı gelişmiş ülkelerde dahi doğal işsizlik oranını aşan işsizliğe işaret etmektedir. İklim değişikliği ile mücadele gibi yüksek işsizlik ile mücadele de ekonomilerin geleceği için hayati önem arz eden konulardan biri olarak kabul edilmektedir. Uzun süre doğal oranın üzerinde seyreden işsizlik durumunda insan sermayesinin hızla azalması ve uzun süreli toplumsal patolojilerin ortaya çıkma riski bulunmaktadır. Bu nedenle hükümetlerin işgücü piyasasındaki yapısal sorunları tespit ederek, uygun önlemleri almaları kısa ve uzun dönemde önemlidir.

İktisat literatüründe yetersiz istidamı konu alan çok sayıda yaklaşım bulunmaktadır. Bu yaklaşımlardan Klasik işsizlik teorisi ve Keynezyen işsizlik teorisi ana akım teoriler olarak kabul görmektedir: Sağlam matematiksel temellere dayanan bu teorilerin zaman içinde ortaya çıkan gelişmeleri kapsayacak şekilde

genişletildiği görülmektedir. Özetle Klasik işsizlik teorisi, istihdam düzeyinin tamamen işgücü piyasasının kendi dinamikleri çerçevesinde belirlendiğini, ekonomik faaliyet hacminin belirleyici olmadığını iddia etmektedir. Keynezyen işsizlik teorisi ise işgücü talebi ile efektif işgücü talebi ayrımına gitmektedir ve histeri etkisine yer vermektedir (Stockhammer vd., 2014). Diğer bir anlatımla Klasik işsizlik teorisi işsizliğin kökenini mikroekonomik sebeplerde ararken, Keynezyen işsizlik teorisi makroekonomik sebepleri ön plana çıkarmaktadır.

Bu iki temel teoriye göre işgücü piyasasıyla ilişkin kurumlar ve düzenlemeler, sermaye birikimi, toplam efektif talep, uluslararası ticaret miktarı ve ticari açıklık oranı, verimlik artışı, uygulanan para politikaları potansiyel olarak işsizliğe sebep olabilecek değişkenlerdir (Mouhammed, 2011; Iacovoiu, 2012; Nickell vd., 2005; Djankov ve Ramalho, 2009). Freund ve Rijkers (2014) işsizliğin azalma eğilimine girdiği dönemlerin genellikle ekonomik büyüme, artan sabit sermaye yatırımları ve uluslararası ticaret, daha etkin düzenlemeler ve düşük kamu harcamaları gözlenen dönemler ile çakıştığını savunmaktadır. Fakat bu örtüşme kesin bir sebep-sonuç ilişkisi olarak algılanmamaktadır. Çünkü istihdam artışı her zaman eşanlı ve aynı oranda ekonomik büyümeyi takip edememektedir. Yine Stockhammer ve Klär (2011) ile Stockhammer vd. (2014)'ün de aralarında bulunduğu çok sayıdaki yazar işsizlik probleminden yetersiz sabit sermaye oluşumunu sorumlu tutmaktadır. Aynı doğrultuda, Arestis vd. (2007) ve Karanassou vd. (2008) işgücü-sermaye esnekliğinin 1'den küçük olduğunu ve dolayısıyla faiz oranları ve yetersiz yatırımların işsizliğin sebebi olduğunu belirtmektedirler. Bassani ve Duval (2006) ise literatürdeki genel beklentinin aksine işgücünü koruma amaçlı düzenlemelerin ve işgücü sendikalarının işsizlik üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığını savunmaktadır. Ayrıca yazarlar çevrimsel işsizliği makroekonomik şoklara bağlamaktadırlar. Cheng vd. (2012) finansal krizlerin işsizlik üzerindeki etkisini 51 Amerikan eyaleti özelinde araştırmıştır. 2007'deki finansal kriz dikkate alınmadığında Klasik doğal işsizlik oranı hipotezinin geçerli olduğunu, finansal kriz dönemi göz önüne alındığında ise histeri etkisinin gözlendiğini tespit etmişlerdir. Farmer (2010), kendi kendini gerçekleştiren beklentileri işsizliğin ana sebeplerinden biri olarak göstermektedir. Nunziata (2002) ve Nickell (1998) işsiz kalınan sürenin uzamasının ve işsizlik maaşı gibi imkanların işsizliği artıcı faktörler olduğunu ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde yüksek işgücü sigortalarının da yetersiz istihdama neden olan temel faktörler arasında yer aldığını

vurgulayan çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Belot ve van Ours, 2004; Nickell, 1997).

Alan yazında yetersiz istihdam konusunun görüldüğü üzere pek çok farklı faktörle ilişkilendirilmesi söz konusudur. Yukarıda belirtilenler dışında, enerji tüketiminin işsizliğin temel belirleyicilerinden biri olarak sınıflandırdığı görülmektedir. Enerji ekonomiler için hem tüm sektörlerde ana bir girdi hem de bazı sektörlerin çıktısı konumundadır. Sanayi kesimi için olduğu kadar hane halkları ve kamu kesimi için de büyük öneme sahiptir. Bu kesimler içinde makul maliyetle, kesintisiz elde edilmesi gereken nihai tüketim mallarından biridir. Bu çok yönlü ilişkiler çerçevesinde enerji kavramının, ekonomik büyüme, istihdam-işsizlik, enerji fiyatları, üretim maliyetleri, enflasyon, cari açık, ticaret hadleri ve hisse senedi piyasası ile anlamlı olarak ilişkili olduğu kabul edilmektedir (Sarı vd., 2008; Fowowe, 2012; Mercan ve Karakaya, 2015; Khatun ve Ahamad, 2015; Sharma, 2010; Carley vd., 2011; Payne, 2010; Stânilâ vd., 2013).

2.2. Yenilenebilir Enerjinin İstihdama Etki Etme Mekanizmaları

Düşük karbon ekonomisine geçiş sürecinde 2008 yılında UNEP tarafından ortaya atılan yeşil ekonomi kavramı beraberinde yeşil işler kavramını da getirmiştir. Yeşil ekonomi, zararlı sera gazı salınımı yapmayan, atık ve kirletici üretmeyen; su, enerji ve diğer kaynak kullanımında üst seviyede etkin olan ekonomik yapı olarak tanımlanmaktadır (UNEP vd., 2008:35). Yeşil işler kavramı da bu çerçevede önemli bir unsur olarak ortaya çıkmıştır. Fakat yeşil işlerin nasıl tanımlanacağı, hangi işlerin tam olarak bu kategoriye dahil edileceği belirsizlik taşımaktadır (Meyer ve Sommer, 2016:221). UNEP ise "insanlığın karşı karşıya olduğu çevresel tehditleri azaltmayı hedefleyen işler" olarak tanımlamaktadır (UNEP vd., 2008:35). OECD'nin tanımına göre ise "genel olarak çevrenin korunmasına hizmet eden, insan faaliyetlerinin zararlı etkilerini azaltan ve iklim değişikliği ile mücadeleye yardımcı olan işler" yeşil işlerdir (OECD, 2010: 21). ABD İşgücü İstatistikleri Bürosu'na göre ise yeşil işler "çevrenin yararına olan veya doğal kaynakların korunmasını sağlayan mal ve hizmetleri üreten girişimlerdeki işler ile firma hedefleri arasında üretim süreçlerini daha çevre dostu haline getirme veya daha etkin doğal kaynak kullanımı içeren işler"dir (BLS, 2017). Güney Kore resmi kurumları ise düşük karbonlu büyüme sürecinde yüksek enerji verimliliği sağlayan ve ekosistemin korunması için piyasaya

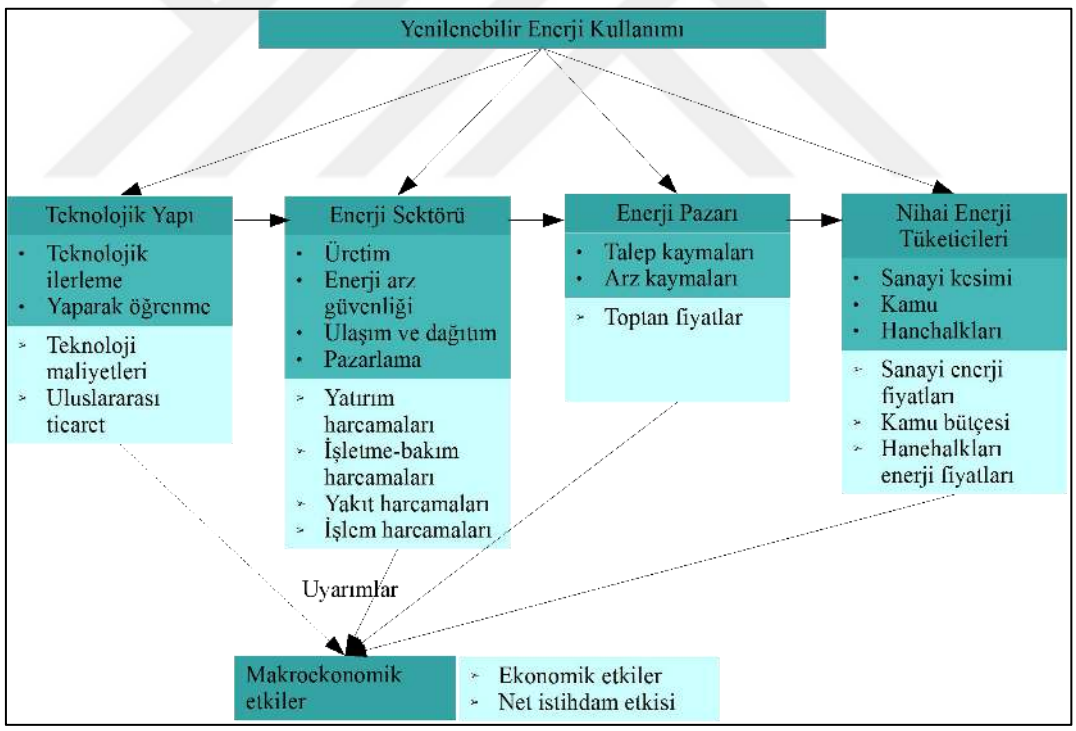
sürülen ürün-hizmetlerin ortaya çıkışını sağlayan işler" olarak tanım yapmaktadır (Arlı Yılmaz, 2014:14).

Görüldüğü üzere yeşil işler için yapılan tanımlar geniş kapsamlı olup, tam olarak hangi kategorilerde yer alan işlerin yeşil işler olduğu konusunda netlik ve uzlaşı içermemektedirler. Ayrıca çeşitli kurumların yeşil işleri algılayış biçimlerinin de farklı olduğu yapılan tanımlardan yola çıkılarak söylenebilir. Hakkında uzlaşı olan tek yeşil iş tipi ise yenilenebilir enerji sektörünün doğrudan yarattığı istihdam olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yenilenebilir enerji kullanımı ile ilişkilendirilen istihdam 3 ayrı sınıfta incelenmektedir: a) doğrudan istihdam b) dolaylı istihdam c) uyarılmış istihdam (Meyer ve Sommer, 2014:7; Wei vd., 2010:924; Breitschopf vd., 2011:27). Doğrudan istihdam, bizatihi yenilenebilir enerji sektörünün kendisinin oluşturduğu istihdamı ifade etmektedir. Doğrudan istihdam yenilenebilir enerji teknolojilerinin ARGE, üretim, kurulum-inşa, işletme-bakım gibi yaşam çevrimlerindeki tüm aşamaları kapsamaktadır. Dolaylı istihdam, yenilenebilir enerji sektörüne girdi/hizmet sağlayan yani tedarik zincirinde yer alan sektörlerde ortaya çıkan istihdamı kapsamaktadır. Örneğin yenilenebilir enerji sektörüne çelik tedarik eden yahut yemek hizmeti sağlayan firmalarda meydana gelen istihdam dolaylı istihdam kapsamında değerlendirilmektedir. Uyarılmış istihdam ise yenilenebilir enerji sektörü ile organik bir bağı bulunmamasına rağmen bu sektörde yaşanan gelişmelere bağlı olarak diğer sektörlerde meydana gelen istihdamı içermektedir. Örneğin yerli bir enerji kaynağı olan yenilenebilir enerji kaynaklarının artan kullanımı enerjide dışa bağımlı ülkelerde döviz tasarrufu sağlayabilecektir. Bu durumda tasarruf edilen dövizin ülke içinde yatırıma dönüşmesi halinde yeni istihdam yaratılmasına olanak verebilecektir. Ayrıca yenilenebilir enerji sektöründeki işler genel olarak daha insani koşullar ve yüksek gelir ile ilişkilendirilmektedir (Furchtgott-Roth, 2012; Günaydın, 2015:509). Dolayısıyla sektörde elde edilen yüksek gelirin bireylerin tüketim alışkanlıkları üzerinde etkili olması ve portföylerini değiştirmesi beklenmektedir. Pozitif bütçe etkisi olarak da adlandırabileceğimiz bu değişimlerin yayılma etkisi ile farklı sektörlerde- örneğin hizmet sektöründe- oluşturduğu istihdam da uyarılmış istihdam kapsamına girmektedir. Fakat söz konusu olan yenilenebilir enerji kaynakların olunca negatif bütçe etkisinde de bahsetmek gerekmektedir. Çünkü her ne kadar her sene yenilenebilir enerji maliyetlerinde keskin düşüşler yaşanıyor olsa bile yenilenelebilir enerji kullanımının küresel ölçekte rekabetçi pozisyona geldiği

söylenememektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarının göreli yüksek maliyetlerinin bireylerin enerji faturalarına yansıması halinde kullanılabilir gelirin azalmasının etkileri de negatif uyarılmış istihdama neden olabilmektedir (Raitona vd., 2017:117; ILO, 2013:26). Bu örnekler dışında, uyarılmış istihdamı ortaya çıkaran mekanizmalara ilerleyen paragraflarda detaylı olarak değinilecektir. Toparlamak gerekirse yenilenebilir enerji kullanımının işgücü piyasasına etkisi doğrudan, dolaylı ve uyarımlar şeklinde gerçekleşmektedir ve bahsedilen bu etkinin toplamı yenilenebilir enerjinin net istihdam etkisini ortaya koymaktadır.

Doğrudan ve dolaylı istihdam etkilerinin algılanması, hesaplanması ve iletişimi nispeten kolay olmakla birlikte uyarılmış etkilerin devreye girmesiyle oluşan net istihdam etkisi için aynısını söylemek zordur. Ekonominin bütününe dair çok sayıda değişkenin farklı mekanizmalar çerçevesinde ortaya çıkardığı net istihdam etkisini daha iyi anlayabilmek için bahsedilen karmaşık unsurların basitleştirilmiş bir modeli Şekil 2.1.'de sunulmuştur.



Şekil 2.1. Yenilenebilir enerji kullanımının net istihdam etkisi (European Commission (2014)'den uyarlanmıştır.)

Şekil 2.1.'den görüldüğü üzere yenilenebilir enerji sektörünün gelişimi öncelikle ülkenin teknolojik alt yapısını, enerji sektörünü ve toptan/nihai enerji fiyatlarını etkilemektedir. Sonrasında her aşamada ortaya çıkan değişiklikler

ekonominin geri kalanı ile etkileşime girerek istihdam, milli gelir, gelir dağılımı gibi makroekonomik değişkenler üzerinde etki göstermektedir.

Şekil 2.1.'de özetlenen yenilenebilir enerji kullanımının net istihdam etkisini meydana getiren mekanizmalar şu şekilde listelenebilir (European Commission, 2009:10) :

- Fiyat ve maliyet etkisi
- Yapısal talep etkisi
- Çarpan ve hızlandıran etkisi
- Yenilik ve verimlilik etkisi

Fiyat ve maliyet etkisi, yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik etkileri belirlenirken dikkate alınan en önemli tetikleyicilerden biridir. Yenilenebilir enerji türleri maliyet yapısı açısından geleneksel rakiplerinden farklılık göstermektedir (Hondo ve Moriizumi, 2017:129). Daha açık bir anlatımla rakiplerinin ikamesi olarak yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji kullanımı işletmelere ve hane halklarına ek bir maliyet yükü anlamına gelmektedir. Enerjinin tüm sektörlerde ana girdilerden biri olması da yenilenebilir enerjinin maliyet etkisinin dikkate alınmasını ihmal edilemez hale getirmektedir. İşletmeler açısından fiyat-maliyet etkisi birden fazla arz yönlü değişime neden olabilmektedir. Örneğin maliyetleri artan bir endüstride üretimin kısılmasına veya enerjinin diğer üretim faktörlerinden biri ile ikame edilmesine neden olabilecektir. Bu durum (eğer işgücü piyasasında ücretlerde yapışkanlık söz konusu ise) istihdamın azalmasıyla sonuçlanabilecektir. Diğer yandan artan maliyetler ülkeyi uluslararası pazarlarda rekabetçilik hususunda zor durumda bırakabilecek ve ticaret hadleri ülke aleyhine bozulabilecektir. En çok enerji yoğun sektörlerin, en az tekel konumunda olan işletmelerin etkileneceği söylenebilir. Elbette ki bu etkiler artan maliyet yükünü firmalar kesiminin taşıması varsayımı altında geçerlidir. Maliyet yükünün tüketicilere yansıtılması halinde, hane halklarının tüketim miktarlarını azaltması ve/veya ikame yoluna gitmeleri muhtemeldir. Buradaki etkinin büyüklüğü ise tüketim mallarının ikame esnekliğine bağlıdır. Maliyet yükünün kamu kesimine yansıtılması ise daha farklı mekanizmaları harekete geçirecektir. Örneğin diğer kamu harcamalarında kesintiye gidilmesi yahut çeşitli alanlarda ek vergi uygulaması söz konusu olabilecektir. Vergi uygulanması halinde tüketicilerin kullanılabilir geliri azalacak ve bir dizi yapısal talep etkisine neden olabilecektir. Kamu harcamalarında kesintiye gidilmesi halinde ise bir takım verimli yatırımın dışlanmasına sebep olabilecektir. Özetle, fiyat/maliyet etkisinin

istihdam üzerinde negatif etkisinin bulunduğu; etkinin büyüklüğünün ise ekonomideki esnekliklere bağlı olduğu ifade edilmektedir (European Commission, 2009:13-22; 2014:3-14; Breitschopf vd., 2011:47).

Yapısal talep etkisi, yenilenebilir enerji sektörünün ekonomi üzerindeki direkt etkileri ile daha yakından ilişkilidir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının artması, geleneksel enerji kaynaklarına yapılan yatırımların dışlanmasına, ticarette fosil yakıt kaynaklarının payının azalmasına neden olacaktır. Dolayısıyla bu sektörlerdeki istihdamın azalmasına ve bu sektörlerdeki rekabetin düşmesi nedeniyle işgücünün reel gelirinde azalmaya neden olacaktır. Buna karşın yenilenebilir enerji sektörünün tedarik zincirinde yer alan sektör ve firmaların genişlemesine; bu sektörlerdeki ücretlerin artmasına neden olabilecektir. Artan (azalan) kişisel gelirle neticesinde ekonomide tüketim mallarına olan talepte kaymalar görülebilecektir (European Commission, 2009:13-22; 2014:3-14; Breitschopf vd., 2011:46).

Yapısal talep etkisi, yapısal yatırım uyarımlarını da içinde barındırmaktadır. Yenilenebilir enerji yatırımları arttıkça bu alanda danışmanlık hizmeti veren firmalara, finansal aracı kurumlara, alana ilişkin eğitim hizmeti veren kuruluşlara, ilişkili yan sanayiye vb. alanlara yapılan yatırımların da artması beklenmektedir. Buraya kadar pozitif istihdam etkisinden söz etmek doğru olacaktır. Fakat bu alanlarda yapılan yatırımlar geleneksel yakıtlara ilişkin sektörlerde yatırımların dışlanmasına ve negatif istihdam etkisinin gözlenmesine neden olabilecektir. Kısacası enerji sektörü yenilenebilir enerjiye doğru kaydıkça ekonomideki yatırım yapısı da değişecektir ve negatif ya da pozitif istihdam etkileri ortaya çıkabilecektir (European Commission, 2009:13-22; 2014:3-14; Günaydın, 2015:512).

Benzer şekilde yapısal işletme-bakım uyarımlarında da söz edilebilir. Yenilenebilir enerji yatırımları hayata geçtikten sonra tesislerin işletim ve bakımından sorumlu personel ihtiyacı pozitif istihdam etkisi doğuracaktır. Ayrıca bu safha ile geriye ve ileriye dönük olarak ilişkili sektörlerde de istihdam artışı yaşanabilecektir. Bu aşamada yaparak öğrenme ile verimlilik ve bilgi stoku artışları da gözlenebilecek uzun dönemde ekonomide pozitif etkiler oluşturabilecektir. Fosil yakıt endüstrisi ve ilişkili sektörlerin istihdamında ise düşüşe sebep olabilecektir (European Commission, 2009:13-22; 2014:3-14; Breitschopf vd., 2011:46).

Ekonomideki ticaret yapısı da artan yenilenebilir enerji kullanımıyla dönüşerek, istihdamı pozitif veya negatif olarak uyarabilecektir. Bir ekonomide yenilenebilir enerji kullanımının artması halinde öncelikle fosil yakıt ve ilişkili

teknolojilerin, ara malların ithalatının düşmesi beklenmektedir. Bu durumda enerji ihracatçısı ticaret partnerlerinin gelirinde azalma ve ithalatlarında düşme gözlenmesi talep esnekliğinin izin verdiği ölçüde mümkündür. Dolayısıyla fosil yakıt ihracatçısı ülkelerin çeşitli malları tedarik ettikleri ekonomilerde bir miktar istihdam kaybı söz konusu olabilecektir. Buna karşın enerjide dışa bağımlılığın azaldığı, yenilenebilir enerjiye geçiş yapan ülkelerde döviz tasarrufu ve tasarruf edilen dövizin verimli alanlara yönlendirilmesi durumunda istihdam artışı gözlenebilecektir. Yapısal ticaret etkisi ile alakadar bir diğer önemli nokta ekonominin yenilenebilir enerji teknolojileri konusunda dışa bağımlı olup olmadığıdır. Ülke eğer ihracatçı ülke konumunda ise istihdam adına büyük avantaj kazanacağı söylenebilir (European Commission, 2009:13-22; 2014:3-14). Simas ve Pacca (2014) İspanya özelinde yaptıkları çalışmalarında yerli üretim yerine ithalata yönelinmesi halinde istihdamda %40 oranında kayıp yaşanacağı tespit etmişlerdir (Simas ve Pacca, 2014:88). Oran muhtemelen farklılık gösterecek olmakla birlikte benzer durumu diğer ülkelere genellemek yanlış olmayacaktır.

Çarpan-hızlandıran etkisi, istihdama Keynezyen bakış açısını doğrudan yansıtan bir mekanizma olarak değerlendirilebilir. Keynezyen teoriden yola çıkıldığında eğer yenilenebilir enerji sektöründeki büyüme efektif talebi artıyor ise istihdama pozitif etki yapması beklenmektedir. Efektif talebin düşmesi halinde istihdamın da düşmesi söz konusu olacaktır. Dolayısıyla bu mekanizma yukarıda bahsedilen gelir ve yatırım etkilerinin bir sonraki basamağı olarak ele alınmaktadır. Yenilenebilir enerjiye geçiş sürecinde hane halklarının harcanabilir geliri, dolayısıyla tüketimi artıyor ise çarpan etkisi ile tüketim harcamalarının kendinden daha büyük bir milli gelir artışına neden olması yenilenebilir enerjinin çarpan etkisi olarak açıklanmaktadır. Hızlandıran etkisi ise sanayi kesimindeki yatırımlara bağlı oluşan talebin milli gelire yaptığı ilave artışları yansıtmaktadır (European Commission, 2009:13-22; 2014:3-14; Breitschopf vd., 2011:52-53).

Yenilik ve verimlilik etkisi ise tartışmalı bir mekanizma olup, istihdam üzerindeki etkisi ekonomideki yerli yenilenebilir enerji teknolojisi sanayiine, hangi yenilenebilir enerji teknolojilerinin söz konusu olduğuna, işgücünün niteliklerine ve belki de en önemlisi yenilenebilir enerji yatırımlarının verimlilik etkisi güçlü yatırımları dışlayıp dışlamadığına bağlıdır (European Commission, 2009:13-22; 2014: 3-14). Bu mekanizmanın istihdam etkisi pozitif yahut negatif olarak ortaya çıkabilmektedir. Karmaşık ve çok boyutlu içeriklere sahip dört temel mekanizmanın

işlemesiyle bazı sektörlerde istihdam azalırken, diğerlerinde artış gözlenmektedir. Toplamda elde edilen sonuç ise yenilenebilir enerjinin net istihdam etkisini ortaya koymaktadır. Bu durumda asıl belirleyici olan ve araştırılması gerekenin de net istihdam etkisi olduğunu söylemek doğru olacaktır (Hondo ve Moriizumi, 2017:135).

2.3. Yenilenebilir Enerjiye Geçişin İşgücü Piyasasında Oluşturduğu Yapısal Değişimler

Yenilenebilir enerjinin yarattığı istihdam kadar işgücü piyasasında meydana getirdiği yapısal değişikler de tartışılan bir diğer konudur. Bu konu yenilenebilir enerjinin istihdam etkisi kadar ilgi çeken bir konu olmamakla birlikte içeriğinde uzun vadede ekonomiler için önemli olabilecek dağılımsal özellikler bulundurmaktadır (Cai vd., 2014:1156). Yenilenebilir enerjiye geçiş sürecinin işgücü piyasasında yarattığı en önemli değişikliğin düşük eğitimli işgücü talebini azaltıp, yüksek eğitimli işgücü talebini artırması olarak kabul edilmektedir. Bunun altında yenilenebilir enerji dönüşümünün "yetenek-sapmalı teknolojik dönüşüm" olması yatmaktadır (Rennings vd., 2004:385; Raitano vd., 2017:118). Yetenek-sapmalı teknolojik dönüşüm olarak nitelendirilen teknolojiler daha eğitimli, daha yetkin, daha deneyimli işgücü ihtiyacını ortaya çıkaran teknolojiler olarak tanımlanmaktadır (Acemoğlu, 2002: 9).

Yenilenebilir enerjinin artan kullanımının işgücü piyasası üzerindeki tek etkisi talep yapısını değiştirmesi değildir. Yenilenebilir enerjiye geçişle yetenek-sapmalı teknolojik dönüşümlerin bir başka özelliğinin daha gözlendiği savunulmaktadır. Düşük eğitimli işgücüne talebi azaltırken, aynı zamanda bu grupta yer alan işgücünün gelirinin de azalmasına sebep olabilmektedir. Tam tersi yüksek eğitimli işgücü için gözlenmektedir. Eğitimli işgücünün talebiyle beraber geliri de artmaktadır. Dolayısıyla yenilenebilir enerjiye geçişin zaten var olan gelir eşitsizliğini artırabileceği iddia edilmektedir (Raitano vd., 2017:118).

Cai vd. (2014:1156) yenilenebilir enerji kullanımının işgücü piyasasında oluşturduğu yapısal etkileri yenilenebilir enerjinin dağılımsal istihdam etkileri başlığı altında toplamaktadır. Bu başlık altında yukarıda değinilenler dışında işgücü talebinin cinsiyete göre, süreye göre (kalıcı işler-geçici işler), sınıflamaya göre (ortadan kalkan işler-yeni işler), yerli-yabancı oluşuna göre, hangi aşamada ortaya çıktığına göre maruz kaldığı değişikliklere yer vermektedir. Yazarlar dağılımsal etkilerin belirlenmesinin en az net istihdam etkisinin ortaya konulması kadar önemli

olduğunu ifade etmektedir. Diğer türlü öngörülen pozitif net istihdam etkilerinin gerçekçi olup olmadığı, işgücü piyasası tarafından uyum sağlanıp sağlanamayacağının bir soru işareti olarak kalacağı belirtilmektedir. Örneğin çeşitli modellerce tahmin edilen pozitif istihdam etkisinin gerektirdiği eğitimli işgücü piyasada yer almıyorsa veya bu tip bir işgücüne eğitim yoluyla sahip olmak uzun yıllar gerektiriyorsa potansiyel pozitif net istihdam etkisi ortaya çıkamayacaktır. Bu durumda sektörün gelişimi kısıtlandığı gibi ekonomik yapısal bozukluklara da sebebiyet verebilecektir. Cinsiyet eşitsizliklerinin hüküm sürdüğü iş dallarında yenilenebilir enerji kullanımı durumu kötüleştirecekse, dağılımsal etkilerin erken tespiti halinde daha önceden gerekli önlemlerin alınması mümkün olabilecektir. Benzer şekilde yenilenebilir enerji sektörü büyüdükçe ekonomi yurtdışından tedarik edilen işler açısından daha yoğun hale geliyor ise bu durumun işgücü piyasasına işsizlik olarak yansıma olasılığı vardır. İlgili sektörlerde ARGE çalışmalarına hız verilmesi, rekabetçiliğin artırılması gibi önlemlerin alınması gerekebilmektedir.

Yenilenebilir enerji sektörünün dağılımsal istihdam etkilerinin belirlenmesi önemli olduğu kadar da zor bir süreçtir. Seçenekler arasında yer alan anket uygulamalarının güvenilirliği hakkında soru işaretleri bulunmaktadır. Anket katılımcılarından bir tanesi için tecrübe gerektiren bir iş olarak tanımlanan bir işin, bir diğer katılımcı için tecrübe gerektirmiyor olarak tanımlanması söz konusu olabilmektedir. Veya bir işverenin bir işi erkeklere uygun diye tanımlaması, diğerinin unisex olarak tanımlaması mümkündür. Kasıtlı/kasıtsız eksik bilgi verilmesi ya da tekrara düşülmesi gibi durumlar da olasıdır. Diğer bir seçenek olan girdi-çıktı tablolarında istenilen düzeyde ayrıştırılmış veri bulunması mümkün olmamaktadır. (Cai vd., 2014:1156). Sorunların detaylı tutulan ve sık aralıklarla güncellen ulusal işgücü piyasası ve nüfus istatistikleri ile azaltılması mümkün görünmektedir.

2.4. Yenilenebilir Enerjinin İstihdam Etkisini Ölçmede Kullanılan Yöntemler

Yenilenebilir enerjinin istihdam etkisini ortaya koymayı amaçlayan çalışmaların en sıklıkla başvurduğu temel yöntemler şunlardır: a) Girdi-çıktı tablosu veya hesaplanabilir genel denge modeli gibi makroekonomik modeller kullanılan yöntemler b) Analitik yöntemler (Ortega vd., 2015:941). Bu yöntemleri çok az sayıda olmalarına karşın ekonometrik yöntemler takip etmektedir.

İlk grupta yer alan yöntemler yenilenebilir enerji sektörünün ekonominin geri kalanı ile ilişkisini dikkate alabilen dolayısıyla doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdamı hesaplayabilen yöntemlerdir. Kısacası net istihdam etkisini ölçmeye yönelik yöntemlerdir. Bu açıdan avantajlı olmalarına rağmen uygulanabilmeleri için oldukça fazla sayıda ve (sektörel ve teknolojik bazda) yeterince ayrıştırılmış veri bulunması her zaman mümkün olamayabilmektedir. Örneğin sadece güneş enerjisinin net istihdam etkisinin araştırılması tablolarda modifikasyon yapılmaksızın mümkün olamamaktadır. Ayrıca girdi-çıktı tabloları sık aralılarla yenilenen veriler olmadığı için girdi-çıktı tablolarını kullanan yöntemlerin literatürde az sayıda ekonomi için uygulanabildiği görülmektedir (Tourkoliasa ve Mirasgedis, 2011; Lehr vd., 2008; Pollin vd., 2009; Matumoto ve Hondo, 2011, Ciorba vd., 2004). Yöntemin bir diğer dezavantajı yöntemin kullanıldığı çalışmalarda son girdi-çıktı matrislerinin ve başlangıç verisinin raporlanmaması halinde elde edilen sonuçların sorgulanması çok mümkün olamaması olarak belirtilmektedir. Ayrıca modellerde sonucu yönlendirici varsayımların da bulunması söz konusu olabilmektedir (Cameron ve van der Zwaan, 2015:161, 164). Girdi-çıktı modelleri hakkında daha fazla bilgi için bkz. Miller ve Blair (2009).

Makroekonomik modellerin kullanıldığı yöntemler ise mümkün olduğunca ekonominin genel resmini ortaya koymaya çalışmaktadır. Yenilenebilir enerji sektörü ile hane halkları, firmalar, finans kesimlerinin, hükümet bütçesinin, ticaret yapısının etkileşimini dikkate almaya çalışır. Özetle fiyat, gelir ve ikame etkilerini kapsar. Çok fazla veri ve emek gerektiren, çoğu zaman disiplinler arası ortak çalışma içeren bu yöntemler çeşitli politika uygulamalarının etkilerini gözlemeye imkan vermektedir. Senaryo karşılaştırmalarının yapıldığı görülmektedir. Girdi-çıktı tabloları yöntemi gibi yapılan varsayımlara karşı sonuçlar oldukça duyarlıdır. Net istihdam etkisini ölçmeye yöneliktirler (Breitschoph vd., 2011:70).

Analitik yöntemler kolay anlaşılabilen, kolay hesaplanan doğrudan istihdam etkisini ölçmeyi amaçlayan yöntemlerdir. Yöntemin temel girdisi anketlerden, önceki çalışmalardan ya da çeşitli kurum raporlarından elde edilen istihdam faktörleridir (iş/ MW ya da iş yıl/MW). Dolayısıyla çalışmadan elde sonuçların güvenilirliği kullanılan istihdam faktörlerinin teknolojik ve bölgesel geçerliliğine bağlıdır (Ortega vd., 2015:941). Bununla beraber bu yöntemin uygulanması, sonuçların yorumlanması gibi aşamalarının nispeten daha kolay ve daha az iş yükü gerektirmesi nedeniyle sıklıkla tercih edildiği görülmektedir

(Cameron ve van der Zwaan, 2015:161). Bu sınıfta yer alan çalışmaların yenilenebilir enerji teknolojilerinin genel olarak daha istihdam yoğun olması nedeniyle yüksek pozitif istihdam etkisinin görüleceğini savunduğu görülmektedir (Lambert ve Silva (2012), Wei vd. (2010), Blanco ve Rodrigues (2009), Rutovitz ve Atherton (2009), Arlı Yılmaz (2014).

Kendilerine özgü üstün ve eksik yönleriyle beraber yukarıda tanıtılan yöntemlerin ortak bir takım özelliklerinden bahsedilebilir. Bu yöntemler tek bir ülke verisi baz alınarak yapılan yöntemlerdir. Farklı ülkeler arasında sektörel verilerin ayrıştırılma düzeyi, ölçüm birimi, güncellenme zamanı gibi parametreler farklılık gösterebilmektedir. Dolayısıyla bu yöntemler, ülkeler ve bölgeler arası sağlıklı karşılaştırma yapmaya tam olarak uygun değillerdir. Karşılaştırma yapmakta çoğunlukla kullanılanamadıkları gibi belirli bir grup ülke için ortak politika çıkarımı yapılmasında da kullanılamamaktadırlar. Oysa giderek artan küreselleşme ekonomilerin birbirine bağımlılığını artırmaktadır. Bu etkileşimin dikkate alınması politika tasarımı açısından gerekli görülmektedir. Ayrıca bu yöntemler yapılan varsayımlardan, model yahut anketlerin yapısından yüksek derecede etkilenmektedir (Lambert ve Silva, 2012:4672). Örneğin yenilenebilir enerjinin istihdam etkisini belirlemeye yönelik olarak Birleşik Krallık için yapılan eş zamanlı iki çalışmadan biri yapılan varsayımlara bağlı olarak 16 bin yeni istihdam sonucuna, diğeri 110 bin yeni istihdam sonucuna ulaşabilmektedir (Oliveira vd., 2014:4). Bu yöntemlerin yenilenebilir enerji kullanımı ve istihdam düzeyi arasındaki nedensellik ilişkisi hakkında bilgi verememesi de bir diğer eksiklik olarak not edilmektedir. Temelde bu sebeplerle literatürde yeni yeni yenilenebilir enerjinin istihdam etkisinin panel veri gibi ekonometrik yöntemler ile irdelenmeye başladığı görülmektedir. İstisna konumunda olan bu çalışmalara örnek olarak Apergis ve Salim (2015), Jaraitė vd. (2015), Hartley vd. (2015) verilebilir. Bu çalışmalar dışında nedensellik literatüründe de istihdam ile yenilenebilir enerji hakkında bulgulara rastlanabilmektedir. Apergis ve Payne (2010a, 2010b, 2011), Ben Jebli ve Ben Youssef (2015), Ohler ve Fetters (2014), Salim vd. (2014), Menegaki (2011)'de yenilenebilir enerji kullanımı ile istihdam arasındaki nedenselliğe değinildiği görülmektedir. Dolayısıyla ekonometrik literatürün henüz zenginleşme aşamasında söylenebilir. Bu tez çalışması ile literatüre katkıda bulunulması hedeflenen alanlardan birini bu alan teşkil etmektedir.

2.5. Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinin İstihdam Faktörleri

İstihdam faktörleri üretilen MW ve MWh enerji başına gereken tam zamanlı iş şeklinde hesaplanmaktadır. Faktörler belirlenirken yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaşam çevrimlerinin üretim, yapılandırma, kurulum, işletme-bakım gibi her bir aşaması ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Üretim aşamasında ortaya çıkan istihdam diğer sanayi dallarında ortaya çıkan istihdam yapısıyla aynı özellikleri taşımaktadır. İnşaa-kurulum aşamasında oluşan işler ise proje tabanlı olup geçici istihdam özelliği taşımaktadırlar. Gelecek projeksiyonlarında bu geçici statüde işlerin titizlikle ele alınmaması gerekmektedir. Aksi takdirde ulaşılan sonuçların yanlış yönlendirici olacağı belirtilmektedir (Oliveira vd., 2014:16; Simas ve Pacca, 2014:89) İşletme-bakım aşamasında ise kalıcı istihdamın ortaya çıktığı değerlendirilmektedir. Bu aşamalarda yaratılan istihdam ülkeler hatta aynı ülkede yer alan tesisler arasında sabit bir değer almamaktadır. Örneğin üretim sürecinin teknoloji yoğun bir ülkede gerçekleşmesi ile emek yoğun bir ekonomide gerçekleşmesi arasında istihdam yoğunluğu açısından fark bulunması kaçınılmaz olarak nitelendirilmektedir. Yahut teknolojik açıdan büyük oranda dışa bağımlı ülkelerde üretim aşamasındaki istihdam ülke içinde gerçekleşen üretimin yapısına bağlı çok düşük değer alabilmektedir. Dolayısıyla istihdam faktörlerinin her ülkenin endüstri yapısına ve şartlarına özgü olarak hesaplanması gerekmektedir (Meyer ve Sommer, 2016:225).

Alan yazında kullanılan istihdam faktörlerinin büyük oranda özgün araştırmalara dayanmadığı, genellikle bir başka çalışmanın elde ettiği istihdam faktörü bulguları aynen geçerliymiş varsayımıyla hareket edildiği görülmektedir. Cameron ve van der Zwaan (2015) ele aldığı 70 çalışmadan sadece 14 tanesinin özgün değerler hesaplayıp, bu değerlere bağlı çıkarımlarda bulunduğunu tespit etmiştir. Yenilenebilir enerjinin istihdam etkisini analitik yöntemle tespit etmeye çalışan literatür incelendiğinde çalışmaların büyük kısmında Rutovitz ve Harris (2012)'nin Greenpeace için hazırlığı çalışmasında OECD ülkeleri için ortaya koyduğu istihdam faktörlerinin kullanıldığı görülmektedir (bkz. Tablo 2.1.). Tablo 2.1.'de verilen istihdam faktörleri incelendiğinde yenilenebilir enerji teknolojilerinin ekonomik ömrü boyunca oluşturduğu istihdamı temsil eden işletme-bakım safhasında ortaya çıkan istihdamın fosil yakıtlara oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Özellikle biyokütle enerjisi ve solar termal enerjisinin bu aşamada yüksek istihdam fırsatı sunduğu söylenebilir. Ekosisteme zararlı olduğu gerekçesi ile

yoğun şekilde eleştirilen ve baraj-tipine göre teknolojisi nispeten olgunlaşmamış olan akarsu tipi (küçük) hidroenerjinin ise bakım onarımda en fazla istihdam gerektiren enerji türü olduğu görülmektedir. Üretim aşamasında oluşan istihdam incelendiğinde hidroelektrik harici yenilenebilir enerji kaynaklarının açık ara önde olduğu gözlenmektedir. Okyanus enerjisinin bu anlamda bir istisna olduğu söylenebilir. Özellikle yerli rüzgar ve güneş enerjisi endüstrisine sahip ekonomilerin doğrudan istihdam anlamında büyük bir avantaj yakaladıkları söylenebilir. İnşaa/kurulum aşamasında ise nükleerin diğerlerine oranla büyük farkla önde yer aldığı, nükleeri ise kömür kullanılan santrallerin takip ettiği görülmektedir. Doğalgaz ve petrolle karşılaştırıldığında ise (hidroelekterik harici) yenilenebilir enerji kaynaklarının çok daha istihdam yoğun olduğu gözlenmektedir.

Tablo 2.1. OECD Ülkeleri İçin İstihdam Faktörleri

Teknoloji	İnşa/Kurulum Süresi	İnşa/Kurulum	Üretim	İşletme-bakım	Yakıt Temini
	Yıl	İş yıl / MW		İş / MW	
Biyokütle	2	14	2,9	1,5	32 iş / PJ
Kara-tipi Rüzgar	2	2,5	6,1	0,2	
Deniz-tipi Rüzgar	4	7,1	11	0,2	
Solar PV	1	11	6,9	0,3	
Solar CSP	2	8,9	4	0,5	
Jeotermal	7,4 iş/ MW inşa ve üretim aşamasında				
Okyanus	2	9	1	0,32	
Büyük-hidro	2	6	1,5	0,3	
Küçük-hidro	2	15	5,5	2,4	
Nükleer	10	14	1,3	0,3	0,001 iş/GWh
Kömür	5	7,7	3,5	0,1	Bölgesel
Gaz, petrol	2	1,7	1	0,008	22 iş /PJ

Kaynak: Rutovitz ve Harris (2012)

Yukarıda bahsedildiği üzere istihdam faktörleri ülkeden ülkeye, aynı ülke içinde farklı lokasyonda yer alan tesisler arasında ve hatta proje ölçeğine göre bile değişkenlik gösterebilmektedir. Bu farklılıları görebilmek adına Cameron ve van der Zwaan (2015), özgün istihdam faktörü değerleri belirlendiğini saptadıkları çalışmaların sonuçlarına dayalı olarak (teknolojilere göre) maksimum, medyan ve minimum istihdam faktörlerini elde etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar Tablo 2.2.'de verilmiştir. Tablodaki değerler açık biçimde her bir teknolojiye ait istihdam

faktörlerinin minimum ve maksimum değerleri arasında büyük fark bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca bu tablodaki değerler literatürde genelde baz alınan Rutovitz ve Harris (2012)'in belirlediği faktörlerden de ayrışmaktadır. Tablodan yapılabilecek bir diğer çıkarım güneş enerjisi çeşitlerinin rüzgar enerjisine göre üretim ve kurulum aşamasında istihdam yoğunluğu açısından üstün bulunduğu; işletme-bakım aşamasında ise benzeştikleridir.

Tablo 2.2. Solar Termal, PV ve Rüzgar Enerjisi İçin Minimum, Medyan, Maksimum İstihdam Faktörleri

Teknoloji		İnşa/Kurulum	Üretim	İşletme-bakım
		İş yıl / MW		İş / MW
Rüzgar	min	2,7	0,5	0,1
	medyan	4	2	0,3
	max	12,5	6,7	0,7
PV	min	6	6,4	0,1
	medyan	18,8	11,2	0,3
	max	34,8	33	1,65
Solar Termal	min	4	6	0,2
	medyan	12,8	10,2	0,5
	max	21,6	14,4	1

Kaynak: Cameron ve van der Zwaan (2015)

Sonuç olarak, yenilenebilir enerjiye geçişin aynı zamanda bir çeşit istihdam politikası gibi değerlendirildiği çalışmalardaki temel argüman olan yoğun istihdam faktörleri pek çok açıdan belirsizlikler taşımaktadır. Sadece doğrudan istihdamı dikkate almak yetersiz olduğu gibi doğru istihdam faktörlerini belirleyebilmek de zorluklar barındırmaktadır. Ayrıca (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji teknolojilerinin olgunlaşmadığı hesaba katılınca zamanla yaparak-öğrenme ve otomasyona geçilmesi gibi etkenler sayesinde daha az istihdam yoğun hale gelmelerinin muhtemel olduğu düşünülmektedir. 2014 itibariyle solar, rüzgar ve biyoenerji sektörlerinde bu etkilerin görülmeye başlandığı raporlanmaktadır (IRENA, 2016:5).

2.6. Literatür Taraması

Apergis ve Payne (2010a), 1985-2005 arasını kapsayan zaman diliminde 20 OECD ülkesi verisiyle yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu çalışmada odak noktası yenilenebilir enerjinin

istihdam etkisi değildir, fakat modelde istihdam bir kontrol değişkeni olarak yerini almıştır. Analizde çok değişkenli hata düzeltme modeliyle Granger nedenselliği de araştırılmıştır. Nedensellik testi istihdam ile yenilenebilir enerji kullanımı arasında nedensellik ilişkisinin bulunmadığını, ekonomik faaliyet hacmi ile yenilenebilir enerji kullanımı arasında ise çift yönlü nedensellik bulunduğunu tespit etmiştir.

Apergis ve Payne (2010b), Avrasya kıtasında yer alan 13 ülkeyi ve 1992-2007 dönemini ele almaktadır. Çalışmada panelde yer alan ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Kullanılan kontrol değişkenlerinden biri istihdam olarak seçilmiştir. Yapılan Granger nedensellik testi yenilenebilir enerji tüketimi ile istihdam arasında tarafsızlık (nötürlük) hipotezinin geçerli olduğunu göstermiştir. Ekonomik büyüme ile ise çift yönlü nedensellik tespit edilmiştir.

Cai vd. (2014), son yıllardaki performansı ile yenilenebilir enerji alanında lider ülkeler arasına giren Çin'de artan yenilenebilir enerji kullanımının net istihdam etkisini ve işgücü piyasasının yapısı üzerindeki etkilerini ele almıştır. Çalışmada 2011'den 2020'ye kadar olan zaman dilimi dikkate alınmıştır. Kısıtlayıcı varsayım olarak ekonomik anlamda hızlı dönüşüm geçiren ülkede 2011'den 2020'ye sektörlerin birbiriyle olan ilişkilerinin aynı biçimde devam edeceği kabul edilmiştir. 2011 yılı girdi-çıktı tablosu ve yine 2011 yılı ulusal nüfus istatistiklerine dayalı olarak analiz gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çin'de yenilenebilir enerji dönüşümünün 7.16 milyon yeni istihdam sağlama potansiyeli olduğunu göstermiştir. Fakat işgücü piyasasındaki uyumsuzluklar nedeniyle potansiyel yeni istihdamın sadece % 81.8'nin gerçek istihdama dönüşebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bu noktada işgücünün nitelikleri sınırlayıcı olarak görülmektedir. Yenilenebilir enerji dönüşümü neticesinde okuma yazması olmayan, ilkokul ve ortaokul mezunu işgücüne olan talebin düşeceği; buna karşın lise, üniversite ve lisans üstü mezunu işgücü talebinin artacağı tespit edilmiştir. Rakamlarla ifade edilecek olursa okuma yazması olmayan, ilkokul ve ortaokul mezunu işgücünün payı % 76,1'den % 57.8'e düşecektir. Lise üstü eğitimli işgücünün payı ise % 10.1'den % 19.1'e yükselecektir. Fakat mevcut eğitim sistemi ve nüfus yapısı ile Çin işgücü piyasasının bu gereklilikleri karşılamasının mümkün olmadığı savunulmuştur. Çalışmada ayrıca yenilenebilir enerji dönüşümünün işgücü piyasasındaki cinsiyet eşitsizliğini artırdığı da görülmüştür. 2011'de toplam istihdam içindeki payı % 44.7 olan kadınların

payının 2020'de % 41.4'e gerileyeceği öngörülmüştür. Bu durumun Çin'de toplumsal sorunları artıracağı uyarısında bulunulmuştur.

Oliveira vd. (2014), 2020 projeksiyonları ışığında Birleşik Krallık için girdi-çıktı tablosu metoduyla yenilenebilir enerji kullanımının istihdam etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda İngiliz hükümetinin öngörülerinin (400 bin) oldukça altında bir istihdam tahmini (96 bin) yapılmıştır. 27 bin yeni toplam istihdam ile PV sektörünün başı çektiği görülmektedir. İşletme safhası dikkate alındığında ise biyokütle enerjisinin en yüksek istihdam potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Aşırı iyimser resmi istihdam tahminleri sebebiyle ülkede yaşanan yenilenebilir enerji dönüşümünden işgücünün olumsuz etkilenmesinin söz konusu olabileceği ifade edilmiştir. Önleyici politikaların uygulanmadığı tartışılmıştır.

Arlı Yılmaz (2014), istihdam faktörlerine dayalı analitik bir yöntem ile Türkiye'de yenilenebilir enerji sektörü alt dallarının doğrudan istihdam etkisini araştırmıştır. Yazar sağlıklı sonuçlara ulaşıldığından emin olmak için Rutovitz ve Harris (2012)'nin önerdiği istihdam faktörlerini, kendi uyguladığı alt sektör anketinden elde ettiği faktörle karşılaştırmıştır. Faktörlerin yakınsaması nedeniyle Rutovitz ve Harris (2012)'nin önerdiği istihdam faktörlerini kullanmanın uygun olacağına karar vermiştir. Çalışmada trend, sabit oran ve 2023 hedefleri yaklaşımları altında yerli üretim kısıtı ve mevcut üretim yapısı kısıtlarının değerlendirildiği toplam 6 senaryo oluşturulmuştur. Sonuçlar Türkiye'de en fazla istihdam potansiyeli taşıyan yenilenebilir enerji sektörünün akarsu-tipi hidroelektrik enerjisi sektörü olduğu göstermiştir. Senaryolar arasında yüksek oynaklık gösteren sektör istihdamı 36 bin ile 100 bin arasında değişmektedir. İkinci sırayı güneş enerjisi sektörü almaktadır. Güneş enerjisi sektörü için birincil istihdam aşaması inşa-kurulum aşaması olarak göze çarpmaktadır. Üçüncü sırada yer alan rüzgar enerjisi için ise üretim aşaması en istihdam yoğun aşama olarak değerlendirilmiştir. Sektörlerin oluşturduğu toplam istihdamın ortalama % 23'ünün üretim, % 32'sinin inşa-kurulum aşamasında ortaya çıktığı belirtilmektedir. Çalışma sonucunda ülkenin yenilenebilir enerji sektörünün potansiyel istihdam fırsatından yararlanılabilmesi için yerli üretimin geliştirilmesinin uygun olacağı görüşü ortaya atılmıştır.

Ohler ve Fetters (2014), yenilenebilir enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini 20 OECD ülkesi kapsamında ele almışlardır. Çalışma zaman boyutu olarak 1990-2008 dönemini içermektedir. Kullanılan kontrol değişkenlerinden birini istihdam teşkil etmektedir. Panel hata düzeltme yöntemiyle

yapılan nedensellik testi yenilenebilir enerji ile istihdam arasında çift yönlü nedensellik tespit etmiştir.

Ben Jebli ve Ben Youssef (2015), 1980-2010 döneminde 69 ülkeyi kapsayan ve (yenilenebilir ve yenilenemeyen) enerji tüketimi, milli gelir ve uluslararası ticaret arasındaki ilişkiyi araştıran bir analiz gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada odak noktası olmamakla birlikte kullanılan açıklayıcı değişkenlerden bir tanesi istihdam değişkenidir. Granger nedensellik testi sonucunda istihdam ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında nedensellik ilişkisinin bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Apergis ve Salim (2015), 1990-2013 dönemini ve 80 ülkeyi kapsayan bir analiz gerçekleştirmiştir. Doğrusal olmayan panel veri yöntemleri ile yenilenebilir enerji tüketiminin işsizlik üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada tarihsel gelişimi ve maliyet yapısı farklı olan hidroelektrik enerjisi ile yeni nesil yenilenebilir enerji kaynakları ayrımına gidilmemiştir. 80 ülkeli ana panelde yenilenebilir enerji tüketimi ile işsizlik oranı arasında pozitif ilişki bulunduğuna dair bulgulara ulaşılmıştır. Fakat coğrafi bölgelere göre ayrıştırılmış panellerde çelişen bulgular elde edilmiştir. Avrupa Birliği ülkelerinde ve Afrika'da pozitif ilişki tespit edilirken, Asya ve Latin Amerika'da negatif ilişki tespit edilmiştir. Rejime bağlı nedensellik testi, ana panelde sadece 93-sonrası, 97-sonrası, 2008-öncesi ve 2008- sonrası rejimlerde istatistiki olarak anlamlı sonuca ulaşabilmiştir. Bu rejimlerde yenilenebilir enerjiden işsizliğe doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Nedensellik testi katsayıları kısa dönemde pozitif, uzun dönemde negatif işaret almıştır. Afrika bölgesi haricinde diğer bölgelerde de benzer sonuçlar elde edilirken, Afrika'da tarafsızlık hipotezi doğrulanmıştır.

Jaraitė vd. (2015), AB üyesi 15 ülkede 1990-2012 aralığında uygulanan yenilenebilir enerji politikalarının istihdam ve büyüme üzerindeki etkisini panel eşbütünleşme yöntemi ve Granger nedenselllik testi ile incelemiştir. Çalışmada iki ayrı hipotezin test edildiği görülmektedir: 1) Yenilenebilir enerji teşvik politikaları teknolojik gelişmelere ve dolayısıyla uzun dönemde ekonomik büyüme neden olur. 2) Yenilenebilir enerji teşvik politikaları kısa dönemde toplam çıktıyı ve istihdamı artırır. Yenilenebilir enerji teşvik politikalarının göstergeleri olarak rüzgar ve güneş enerjilerinin kurulu kapasiteleri seçilmiştir. Elde edilen sonuçlar rüzgar enerjisi sektöründeki büyümenin kısa dönemde genel istihdamı artırdığı göstermiştir. Üretim ve makine endüstrilerindeki istihdam üzerinde ise istatistiki olarak anlamlı bir

değişikliğe sebep olmamıştır. Güneş enerjisi sektörünün pozitif istihdam etkisi ise sadece makine endüstrisinde ortaya çıkmıştır. Genel istihdam ve sanayi üretimi istihdamı üzerinde güneş enerjisi sektörünün anlamlı bir etkisi gözlenmemiştir. Birinci hipotezin testinden elde edilen sonuçlara bakıldığında her iki teknoloji için de bu hipotezi doğrulayacak sonuçlara ulaşılamadığı görülmüştür. Rüzgar enerjisi sektörünün ekonomik toplam çıktıyı anlamlı biçimde etkileyemediği sonucuna ulaşılmıştır. Güneş enerjisi sektöründeki büyümenin kısa ve uzun dönemde makine endüstrisindeki çıktıyı olumsuz etkilediğini görülmektedir. Toplam ekonomik çıktı ve sanayi sektörü çıktısı için elde edilen tahminlerde ise güneş enerjisi kapasite değişkeninin katsayısı negatif fakat anlamsız olarak elde edilmiştir. Negatif ilişki yüksek teşvik alan verimsiz güneş enerjisi yatırımlarının verimli yatırımları dışlaması ile açıklanmıştır.

Ortega vd. (2015), 2008-2012 döneminde Avrupa Birliği üyesi ülkeleri konu alan önceki literatürden farklı olarak hem üye ülkelerin genelinde hem de spesifik olarak her bir üye ülkede yenilenebilir enerjinin net istihdam etkisini araştırmaktadır. Güneş PV teknolojisinin ve rüzgar enerjisi (kara tipi- deniz tipi) teknolojilerinin dikkate alındığı görülmektedir. Çalışmada yaparak-öğrenme etkisi, ülkelerin mevcut sanayi yapısı ve bölgesel ticaret verilerinin dikkate alındığı yeni bir çeşit dinamik analitik yöntem sunulmuştur. Analiz sonucunda 2012 yılında 548019 yeni istihdamın PV ve rüzgar enerjisi sektörleri tarafından oluşturulduğunu tespit etmişlerdir. Yeni istihdamın % 45.7'sinin kara tipi rüzgar enerjisi sektörü, % 45.6'sının güneş enerji sektörü ve % 8.7'sinin deniz-tipi rüzgar enerjisi sektörü kaynaklı olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca toplam yeni istihdamın % 56'lık bölümünün üretim aşamasında ortaya çıktığı görülmüştür. Kurulum aşamasında ise % 27'si, işletme-bakım aşamasında % 17'si ortaya çıkmıştır. Teknolojiler özelinde bakıldığında üretim aşamasının deniz-tipi rüzgar enerjisi sektörü için, kurulum aşamasının PV sektörü için ve işletme-bakım aşamasının kara tipi rüzgar enerjisi için daha önemli olduğu gözlenmektedir. Üretim aşamasının ise her üç teknoloji içinde en fazla istihdam yaratılan aşama olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sektörlerin kurulu kapasitesi arttıkça işletme-bakım faaliyetlerini yürütecek işgücü istihdamının da paralel olarak artacağı ve giderek daha fazla önem kazanacağı belirtilmektedir. Son olarak sektörlerin doğrudan ve dolaylı istihdam etkileri karşılaştırıldığında ortaya çıkan istihdamın % 53'ünün doğrudan istihdam edilen

personelden sağlandığı görülmektedir. Güneş PV sektörünün dolaylı istihdam etkisinin diğerlerine göre daha güçlü olduğu da yapılan tespitlerden bir diğeridir.

Fortes vd. (2015), yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik arzındaki payı 2005 yılında % 19 iken 2013'de % 60'a yükselen ve AB ülkeleri arasında en yüksek işsizlik oranına sahip 3. ülke konumunda olan Portekiz'i konu almaktadır. Varsayımları ve girdileri aynı olmadığı için sonuçları karşılaştırılabilir olmasa da iki ayrı benzetim yöntemine başvurulmuştur: HyBGEM (Hybrid Bottom-up General Equilibrium Model) and HYBTEP (Hybrid Technological-Economic Platform). Çalışmada özellikle yenilenebilir enerji yatırımlarının yüksek finansman maliyetinin istihdam ve refah üzerinde ne gibi etkiler oluşturduğu araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar finansmanın götürü vergilerle hane halklarına yansıtılması durumunda da, sigortalar üzerinden işverenlere yansıtılması durumunda da istihdamı negatif etkilediğini göstermektedir. Kısacası uygulanan tüm senaryolarda negatif net istihdam sonucuna ulaşılmıştır.

Hartley vd. (2015), rüzgar enerjisi ve kaya gazı enerji kaynağının net istihdam etkisini karşılaştırmalı olarak ele almışlardır. Çalışma 2001-2011 dönemini ve ABD'nin Teksas eyaletinde yer alan 254 yerleşim birimini kapsamaktadır. Teksas eyaletinin seçilme sebebi, bu eyaletin kaya gazı rezervleri açısından oldukça zengin olması ve aynı zamanda rüzgar enerjisi yatırımları ile ekipmanların üretimi bakımından önemli bir merkez olmasıdır. Panel birinci-farklar yöntemi, genel momentler yöntemi ve uzamsal panel veri yönteminin uygulandığı analizde, her üç yöntemde kaya gazı enerji kaynağının yüksek pozitif net istihdam etkisine işaret etmiştir. Aylık veri kullanılan analizler, kaya gazı üretiminde özellikle 3 gecikmeden sonra ortaya çıktığı belirlenen uyarılmış istihdam etkisinin pozitif net istihdam sonucu üzerinde belirleyici olduğunu göstermiştir. Buna karşın kullanılan yöntemlerden hiç biri rüzgar enerjisi sektörünün istatistiki olarak anlamlı bir istihdam etkisini ortaya koyamamıştır.

Markandya vd. (2016), 1995-2009 döneminde yoğun hidro karbon içerikli yakıtlardan yenilenebilir enerji ve doğalgaza yönelen Avrupa Birliği üyesi ülkeleri konu almaktadır. Girdi-Çıktı tabloları yardımıyla enerji sektörünün net istihdam etkisi araştırılmıştır. Analiz AB üyesi ülkelerin sınır-ötesi etkileşimlerini, bir ülkede meydana gelen bir etkinin diğer bir ülkede oluşturduğu istihdamı, dünya girdi-çıktı tablosu kullanılarak dikkate almaktadır. Elde edilen sonuçlara göre 2009 yılı itibariyle toplam AB istihdamının yaklaşık % 0.24'ü -530 bin iş- yenilenebilir enerji

ve doğalgaza yönelen enerji sektöründen sağlanmış istihdamıdır. Oluşan istihdamının 1/3'ünün sınır-ötesi etkileşimler kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. 27 AB üyesi ülkeden 21 tanesinde net istihdam pozitif değer alırken, geri kalanında istihdam kaybı gözlenmiştir. Toplam istihdam içindeki pay olarak bakıldığında dönüşümden en fazla faydalanan ülkelerin % 0.5 ile Belçika, % 0.4 ile Avusturya ve % 0.4 ile Hollanda olduğu belirlenmiştir. Rakamsal olarak bakıldığında ise 124 bin istihdam ile Polonya'nın, 95 bin istihdam ile Almanya'nın, 55 bin iş ile Macaristan'ın başı çektiği gözlenmektedir.

Hondo ve Moriizumi (2017), Japonya'nın 2011 yılında yayınladığı 400 sektör içeren girdi-çıktı tablosu üzerinde çeşitli modifikasyonlar yaparak 9 ayrı yenilenebilir enerji sektörünü de içerecek şekilde tabloyu genişletmişlerdir. Çalışma ele alınan yenilenebilir enerji sektörleri ticari PV ve konut tipi PV, rüzgar, odun, atıklardan elde edilen 3 çeşit biyogaz, küçük hidroelektrik, ticari jeotermal enerjisi sektörleridir. Ayrıştırılan bu sektörlerin doğrudan ve dolaylı istihdamı ölçülmeye çalışılmış, net istihdam etkisi analiz dışı bırakılmıştır. Çalışmada ele alınan sektörlerin tümünün yaşam çevrimleri boyunca 1.04 ve 5.04 iş yıl/ GWh arasında değişen pozitif istihdam sağladıkları görülmüştür. Ortaya çıkan dolaylı istihdam teknolojilerin özelliklerine göre farklı sektörlere yayılmaktadır. Bununla birlikte analize konu sektörlerin tümünün hukuk, finans ve muhasebe hizmetleri, sigorta ve toptan ticaret sektörlerinde dolaylı istihdamı pozitif uyardığı belirlenmiştir.

Raitona vd. (2017), İtalya'da yenilenebilir enerji dönüşümünün yetenek-sapmalı teknolojik dönüşüm özelliklerini taşımakta olup olmadığını incelemiştir. Istat anketlerine dayalı olarak İtalyan endüstrisinin yenilenebilir enerji yoğunluğuna dair bir ölçek geliştirmiştir. Bu ölçekle birlikte Ad-SILC veri tabanından işgücüne ait çeşitli işgücü karakteristiklerini (yaş, tecrübe, çalışılan coğrafi bölge) veri olarak kullanmıştır. Veriler 2002-2009 dönemini kapsamaktadır. Yeteneğin göstergesi olarak da 13 yıl ve üzeri eğitim almış olmayı ifade eden kukla değişken kullanmıştır. Sabit etkiler ve rassal etkiler tahmincilerinin kullanıldığı çalışmada elde edilen sonuçlar yetenek artışı ile sektörlerin yenilenebilir enerji yoğunluğu artışı beraberce (etkileşim kuklası) dikkate alındığında yenilenebilir enerji dönüşümünün gelir eşitsizliğini artırdığını göstermiştir. Sadece yenilenebilir enerji yoğunluğu dikkate alındığındaysa istatistiki olarak anlamlı bir etki gözlenmemiştir. Özetle, İtalya için yetenek-sapmalı teknolojik dönüşüm hipotezi doğrulanmıştır.

Sonuç olarak, teorik yazının genel olarak yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaşmasının pozitif doğrudan istihdam etkisi oluşturacağı beklentisi içerisinde olduğu görülmektedir. Buna karşın gözlenmesi daha zor olan dolaylı ve uyarılmış istihdam etkilerinin devreye girmesiyle ortaya çıkan net istihdam etkisi hakkında ise açık bir kestirim yapılamadığı gözlenmiştir. Lehman ve Gawel (2013:604)'ün ifadesiyle yazında net istihdam etkisi hakkında olası her türlü bulguyu - pozitif net etki, negatif net etki, sıfır etki- doğrulayan çalışma görmek mümkündür.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
MODEL, MATERYAL, YÖNTEM

Bu bölümde analizlerde kullanılan modeller, ekonometrik yöntemler ve ele alınan örneklemler hakkında çeşitli detaylara yer verilmiştir. Bölüm toplam üç farklı panel veri modeli hakkında bilgiler içermektedir.

3.1. Yenilenebilir Enerji Kullanımı ve Eğitim Düzeyi Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Analizi

Bir toplumdaki eğitim seviyesinin, dolayısıyla bilgi stokunun yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranı üzerindeki etkisini saptama amacıyla 3 ayrı modelden faydalanılmıştır. Modellerin kurulum aşamasında öncelikle literatürdeki ampirik çalışmalar titizlikle incelenmiş ve bir ekonomideki eğitim düzeyinin göstergelerinin neler olabileceği araştırılmıştır. Ayrıca kullanılacak kontrol değişkenlerinin yenilenebilir enerji tüketiminin sosyolojik, politik ve ekonomik belirleyicilerini kapsamasına dikkat edilmiştir. İlgili literatürde eğitim düzeyi ile yenilenebilir enerji ilişkisinin büyük çoğunlukla orta öğretim okullaşma oranı üzerinden ele alınarak test edildiği görülmüştür. Bu çalışma kapsamında ise araştırılan konuyla ilişkili olarak daha derin bilgi sahibi olabilme ve doğru çıkarım yapabilme adına birden fazla değişkenden yararlanılmıştır. Orta öğretim okullaşma oranının yanı sıra yüksek öğretim okullaşma oranı, kamu eğitim harcamaları ve araştırma & geliştirme harcamaları da kurulan modellerle test edilmiş ve bu anlamda literatüre katkıda bulunulması hedeflenmiştir.

3.1.1. Model I ve II

Modellerde bağımlı değişken olarak yeni nesil yenilenebilir enerji kaynakları olarak da ifade edilen (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam elektrik tüketimi içerisindeki payı kullanılmıştır. Hidroelektrik enerjisi temelde iki sebepten ötürü ayrı tutulmuştur. İlk olarak hidroelektrik enerjisi gelişimsel olarak güneş, rüzgar vb. yeni nesil yenilenebilir enerji kaynaklarından

farklı bir tarihsel bir süreç izlemektedir. İkinci olarak ise hidroelektrik enerjisi sürdürülebilirlik sorunlarına muhataptır. Benzer bir ayrıştırmanın Zhao vd. (2013) ve Popp vd. (2011)'in de aralarında bulunduğu pek çok çalışmada benimsendiği görülmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketim miktarı yerine toplam tüketim içindeki yenilenebilir payı bağımlı değişken olarak seçilmiştir. Toplam içindeki pay verisinin, yenilenebilir enerjinin enerji sitemlerine gerçek katkısını daha iyi yansıtabileceği düşüncesiyle oransal veri kullanımına gidilmiştir. Aguirre ve Ibikunle (2014), Zhao vd.(2013), Marques ve Fuinhas (2011) ve Pfeiffer ve Mulder (2013)'ü takiben tüketim miktarı yerine oransal veri kullanımı tercih edilmiştir.

Ekonomilerin eğitim düzeyinin göstergesi olarak Model I'de orta öğretim okullaşma oranı, Model II'de yükseköğretim okullaşma oranı değişkenleri kullanılmıştır. Bu iki değişken arasındaki korelasyon katsayısının 0.6205 olması nedeniyle aralarında çoklu doğrusal bağlantı şüphesi oluşmuştur. Hesaplanan varyans enflasyon faktörlerinin düşük olmasına (sırasıyla 2.6 ve 2.41) rağmen çoklu doğrusal bağlantı sorunundan kesin olarak kaçınmak adına bu iki değişken beraberce tek bir model içerisinde kullanılmamıştır. Okullaşma oranı değişkenleri için test edilen hipotez "okullaşma oranı arttıkça yenilenebilir enerji kullanım oranı artmaktadır" şeklinde ifade edilebilir.

Küresel yenilenebilir enerji tüketim istatistikleri incelendiğinde (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kaynakları alanında öncü ülkelerin gelişmiş ülkeler olduğu görülmektedir. Gelişmekte olan ülkeler ise gecikmeli olarak süreci takip etmektedirler. Bu durum ve Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi dikkate alındığında ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında doğrusal olmayan bir ilişkinin varlığı muhtemeldir. Grossman ve Krueger (1991) tarafından ortaya atılan Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezine göre ekonomik gelişmenin ilk evrelerinde çevre kirliliğinin artacağı, belli bir gelir seviyesinden sonra ise temiz çevre arzusunun artması ve bu amaçla kullanılabilecek kaynakların birikmesi nedeniyle çevresel kirliliğin azalacağı ileri sürülmektedir. Buradan hareketle, bu çalışma kapsamında kurulan modellerle ile yenilenebilir enerji tüketim oranı ve ekonomik gelişmişlik düzeyi arasında benzer bir doğrusal olmayan ilişkinin varlığı ve mahiyeti dikkate alınmıştır. Bilindiği kadarıyla literatürde bu ilişkiyi doğrusal olmayan bir formda ele alan bir diğer çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle milli gelir-yenilenebilir enerji ilişkisinin bu tarz ele alınması bu çalışmanın literatüre katkılarından bir diğeridir.

Bir diğer sosyoekonomik dinamik olan kişi başı karbondioksit salınım miktarı değişkeni ise çevresel hassasiyetlerin yenilenebilir enerji üzerindeki etkinliğini ölçme amacıyla kullanılmıştır.

Ticari açıklık, işgücünün yeni fikir ve teknolojilere maruz kalmasına ve bir öğrenme sürecine girmesine vesile olması nedeniyle ele alınan konu itibari ile önemli bir diğer değişken olarak modelde yer almaktadır. Katsayısının pozitif bir değer alması öngörülmektedir.

Ekonomik gelişmişlik ve ticari açıklık oranı haricinde seçilen diğer kontrol değişkenleri ise şu şekildedir: Elektrik tüketimi, Kyoto antlaşması, kişi başı karbondioksit salınım miktarı, petrol fiyatları, diğer temiz enerji kaynakları olan hidroelektrik ve nükleer enerjinin toplam elektrik arzı içerisindeki payları, yerli gaz-petrol-kömür üretimi.

Elektrik tüketimi, yenilenebilir enerji yazınında bir sosyoekonomik belirleyici olarak sınıflandırılmaktadır ve ekonometrik modellerde ekonomilerin artan enerji ihtiyacının karşılanması aşamasında alınan kararların yenilenebilir enerji kullanımı üzerindeki etkisini kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu çalışmada da aynı amaçla modele dahil edilmiştir.

Bir politik belirleyici olan Kyoto antlaşması, yenilenebilir enerji politikalarının ve konuya ilişkin uluslararası baskının etkisini ölçmek amacıyla ekonometrik modellere genelde dahil edilmektedir. Bu çalışmada da aynı amaçla kullanılmıştır. Fakat literatürden farklı olarak antlaşmaya imza atılan tarih değil, antlaşmanın ekonomilerin kendi yasama ve yürütme organlarınca onandığı tarih dikkate alınmıştır. Antlaşmanın gereklerinin yerine getirilmesi açısından pratikte bu tarihin daha fazla rol oynadığı düşünülmektedir.

Enerji tüketim miktarının yahut talebinin modellendiği uygulamalı çalışmalarda ikame kaynakların fiyatlarındaki değişimlerin etkisinin test edilmesinin standart bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır (Masih ve Masih, 1996:316-318; Bhattacharyya ve Timilsina, 2009:21-44). Ayrıca çalışmaya konu olan yeni nesil yenilenebilir enerji çeşitlerinin maliyet açısından henüz yeterince rekabetçi olmadığı gerek akademik literatürde gerek de uluslararası basında en fazla gündeme getirilen dezavantajı olarak göze çarpmaktadır. Bu amaçla (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kaynaklarının diğer enerji kaynaklarıyla ne tür (ikame-tamamlayıcı) bir ilişki içinde olduğunu yansıtabilmesi için modele reel petrol fiyatları eklenmiştir. Reel

doğalgaz fiyatları ise petrol fiyatları ile arasındaki yüksek korelasyon nedeniyle (0,99) nedeniyle çoklu doğrusal bağlantı problemi yaratmaması için eklenmemiştir.

Karbon salınımı yapmadığı için temiz enerji türü sayılan, bu anlamda yenilenebilir enerjiye rakip olan nükleer enerji ve hidroelektriğin elektrik arzı içerisindeki payları açıklayıcı değişkenler olarak eklenmiştir. Literatürde söz edilen potansiyel içsellik sorunundan kaçınmak ve enerji kararlarının alınması ile yatırımların hayata geçmesi arasındaki süreyi dikkate almak adına karbondioksit salınım miktarı ve nükleer enerji ve hidroelektriğin elektrik arzı içerisindeki payları üç gecikme ile modele eklenmiştir. Benzer yaklaşımın Popp vd. (2011), Zhao vd. (2013), Biresselioğlu vd. (2016)'da da uygulandığı görülmektedir. Ayrıca bu değişkenlerin modele 1 veya 2 gecikme ile eklenmesi halinde de ilgili katsayı işaretlerinin ve istatistiki anlamlılıklarının değişmediği görülmüştür.

Son olarak lobi etkisinin ve ülkelerin enerjide dışa bağımlılığının test edilebilmesi için yine literatürdeki yaygın uygulamalara paralel olarak yerli petrol, gaz ve kömür üretim miktarları açıklayıcı değişkenler olarak modele eklenmiştir. Bu bağlamda orta öğretim okullaşma oranının yenilenebilir enerji kullanım oranı üzerindeki etkisini tahmin edebilmek için aşağıdaki model oluşturulmuştur.

$$YE_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 OÖ + \alpha_2 Gdp_{it} + \alpha_3 Gdp^2_{it} + \alpha_4 ET_{it} + \alpha_5 CO_{2\ it-3} + \alpha_6 Kyoto_{it} + \alpha_7 TA_{it} + \alpha_8 PÜ_{it} + \alpha_9 KÜ_{it} + \alpha_{10} GÜ_{it} + \alpha_{11} HP_{it-3} + \alpha_{12} NP_{it-3} + \alpha_{13} PF_{it} + u_{it} \quad (3.1)$$

Yüksek öğretim okullaşma oranının yenilenebilir enerji kullanım oranı üzerindeki etkisini tahmin edebilmek için ise aşağıdaki model oluşturulmuştur.

$$YE_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 YÖ + \alpha_2 Gdp_{it} + \alpha_3 Gdp^2_{it} + \alpha_4 ET_{it} + \alpha_5 CO_{2\ it-3} + \alpha_6 Kyoto_{it} + \alpha_7 TA_{it} + \alpha_8 PÜ_{it} + \alpha_9 KÜ_{it} + \alpha_{10} GÜ_{it} + \alpha_{11} HP_{it-3} + \alpha_{12} NP_{it-3} + \alpha_{13} PF_{it} + u_{it} \quad (3.2)$$

Eşitlik 3.1 ve Eşitlik 3.2'de kullanılan değişkenler ve tanımlamaları aşağıda verilmiştir.,

YE: Toplam elektrik tüketimi içerisinde (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kaynaklarının payı (%),

OÖ: Orta öğretim okullaşma oranı (brüt, %),

YÖ: Orta öğretim okullaşma oranı (brüt, %),

Gdp: Kişi başı milli gelir (2010 yılı sabit fiyatlarıyla 1000 US$),

ET: Elektrik tüketimi (yıllık büyüme),

$CO_{2,\ t-3}$: Kişi başı karbondioksit salınım miktarı (metrik ton),

Kyoto: Kyoto antlaşmanın yürürlüğe girişi (0-1 kukla değişken),

TA: Ticari açıklık, toplam ihracat ve ithalatın gayri safi milli hasılaya oranı (%),

PÜ: Petrol üretimi (milyon kişi başına milyon ton),

KÜ: Kömür üretimi (milyon kişi başına milyon ton petrol eş değeri),

GÜ: Doğalgaz üretimi (milyon kişi başına milyon ton petrol eş değeri),

PF: Varil başına ham petrol fiyatı (2015 yılı sabit fiyatlarıyla US$),

HP_{t-3}: Enerji arzı içerisinde hidroelektriğin payı (%),

NP_{t-3}: Enerji arzı içerisinde nükleer enerjinin payı (%) şeklindedir.

Çalışmanın devamında Eşitlik 3.1'de verilen model Model I, Eşitlik 3.2'de verilen model ise Model II olarak adlandırılacaktır. u_{it} ise hata terimini ifade etmektedir.

3.1.2.Model III

Model III'te bağımlı değişken olarak önceki modellerde olduğu gibi (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerjinin toplam içerisindeki payı kullanılmıştır. Eğitim düzeyi ve dolayısıyla var olan bilgi stoku göstergesi olarak ise kamu eğitim harcamaları ve araştırma&geliştirme harcamaları tercih edilmiştir. Örneklemin zaman boyutu açısından nispeten kısa bir dönemi kapsaması ve en küçük kareler yönteminde yararlanılacak olması nedeniyle az sayıda açıklayıcı değişken kullanılmıştır. Kontrol değişkenleri olarak kişi başı milli gelirdeki yıllık büyüme, toplam elektrik tüketimindeki yıllık büyüme, elektrik üretimi içerisinde hidroelektrik ile nükleer enerjinin payı ve enerji-ısıtma sektörü kaynaklı kişi başı karbondioksit salınım miktarı kullanılmıştır.

Modele zaman içinde bağımlı değişken üzerinde oluşan etkileri yakalamak için trend değişkendi eklenmiştir. Grafiksel incelemelerin ardından 43 ülkeli ana panele ve gelişmiş ülkeler paneline 1998'den başlayan, gelişmekte olan diğer ekonomiler paneli ve yükselen ekonomiler paneline 2005'den başlayan karesel trend eklenmiştir. Bu verilenlere göre model ana panel için şu şekilde oluşturulmuştur.

$$YE_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 EH_{it} + \alpha_2 Ar\text{-}Ge_{it} + \alpha_{3t} ET_{it} + \alpha_4 HN_{it-3} + \alpha_5 CO_{2\,it-3} + \mu_i + t^2 + u_{it} \quad (3.3)$$

Çalışmanın devamında Model III olarak adlandırılacak olan Eşitlik 3.3. de μ_i yatay kesit sabit etkileri, t^2 trend değişkenini, u_{it} hata terimini ifade etmektedir.

Karesel olmayan t değişkeni ise istatistiki olarak anlamlı olmadığı için modele eklenmedi.

Modelde kullanılan diğer değişkenler şu şekildedir:

YE: Toplam elektrik tüketimi içerisinde (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kaynaklarının payı (%),

EH: Kamu eğitim harcamalarının gayri safi milli hasılaya oranı (%),

Ar-Ge: Araştırma ve geliştirme harcamalarının gayri safi milli hasılaya oranı (%),

ET: Toplam elektrik tüketimi (yıllık büyüme)

HN_{t-3}: Elektrik üretimi içerisinde nükleer enerji ve hidroelektriğin payı (%),

$CO_{2,t-3}$: Enerji ve ısıtma sektörü kaynaklı kişi başı karbondioksit salınım miktarı (metrik ton).

Kontrol değişkenlerinin seçim sürecine ve kullanım amaçlarına ilişkin bilgiler önceki bölümde verildiği için tekrarlanmamıştır.

3.1.3. Model I ve II için materyal

Çalışmada Model I ve II için kullanılan veriler yıllık veriler olup 1990-2014 yıllarını kapsamaktadır. 2014 sonrasına dair veri bulunamadığı için analize dahil edilememiştir. (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanımını 1990 sonrasında yaygınlaşmaya başladığı için başlangıç yılı 1990 olarak seçilmiştir. Eksik gözlemler bulunması nedeniyle panel dengesiz panel olarak oluşturulmuştur. Kullanılan veriler literatürde sıklıkla başvurulduğu görülen Dünya Bankası, Uluslararası Enerji Ajansı ve British Petroleum veri bankalarından yararlanılarak elde edilmiştir. (Hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranı değişkeni British Petroleum veri bankasında yer alan yenilenebilir enerji tüketim miktarı ve toplam elektrik tüketimi verilerinden türetilmiştir.

Çalışmada kullanılan okullaşma oranları verisi brüt oranları yansıtmaktadır. Net okullaşma oranı verilerinin bulunabilirliği hakkında problemler olması nedeniyle brüt veriler tercih edilmiştir. Brüt okullaşma oranları Dünya Bankası'nca şu şekilde tanımlanmaktadır: Yaşa bakılmaksızın, belirli bir öğretim yılında, belirli bir eğitim düzeyine kayıtlı toplam öğrenci sayısının, o eğitim düzeyine ait teorik yaş grubu nüfusuna oranıdır. Panel veri ile çalışılan çalışmalarda da aynı sebeple genel olarak aynı tercihte bulunulduğu görülmektedir. Bu çalışmalara örnek olarak Babu

ve Datta (2016), Kheng vd. (2016), Fotourehchi (2016), Easterly ve Levine (2016), Pfeiffer ve Mulder (2013) ve Zhao vd. (2014) verilebilir.

Modelde yer alan petrol fiyatları verisinin derlenmesi aşamasında nominal fiyatların mı, reel fiyatların mı daha iyi bir gösterge olduğu konusunda yine literatüre başvurulmuştur. İktisadi literatürde genel olarak nominal değil reel fiyatların belirleyici olduğunun kabul edildiği görülmekle birlikte Aguirre ve Ibikunle (2014) ve Sadorsky (2009)'un da aralarında bulunduğu daha az sayıdaki çalışmada nominal fiyatların tercih edildiği gözlenmiştir. Bu tez çalışmasında ise Kilian (2009), Abul Basher vd. (2012) ve Marques vd. (2010)'un içinde yer aldığı büyük çoğunluğu takiben BP (2016)'dan elde edilen reel petrol fiyatları serisi kullanılmıştır. Modellerin ekonometrik analizinde Stata 14.2, Gauss 10 ve Eviews 9'dan ekonometrik paketlerinden faydalanılmıştır.

Model I ve II'ye konu olan ülkeler belirlenirken ticari anlamda yeni nesil yenilenebilir enerji kullanan ülke sayısı sınırlı olmasına karşın, örneklem mümkün olduğunca geniş tutulmaya çalışılmıştır. Örneklem oluşturulurken en azından 2014 yılında ticari olarak (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanır hale ülkeler seçilmiştir. Örneklem toplam olarak 62 ülkeden oluşmaktadır. Bu ülkeler Almanya, Arjantin, Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya, Avusturya, Azerbaycan, Bangladeş, Belarus, Belçika, Birleşik Arap Emirliği, Birleşik Krallık, Brezilya, Bulgaristan, Cezayir, Çek Cumhuriyeti, Çin, Kanada, Danimarka, Ekvator, Endonezya, Finlandiya, Filipinler, Fransa, Güney Afrika, Güney Kore, İran, İrlanda, İsrail, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, Japonya, Katar, Kazakistan, Kuveyt, Kolombiya, Litvanya, Hindistan, Hollanda, Macaristan, Malezya, Meksika, Mısır, Norveç, Özbekistan, Pakistan, Peru, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya, Slovakya, Suudi Arabistan, Şili, Yeni Zelanda, Tayland, Türkiye, Trinidad ve Tobago, Ukrayna, Venezuela, Yunanistan şeklindedir.

Eğitimin yenilenebilir enerji üzerindeki etkisini daha detaylı olarak görebilmek ve elde edilen tahminlerin tutarlılığının farklı kategoriler için test edilebilmesi amacıyla yukarıda verilen örneklemde yer alan ülkeler, analizin devamında ekonomik ve finansal gelişmişliğine göre gelişmiş, yükselen, sınır ve bağımsız ekonomiler olarak sınıflandırılmıştır. Bu aşamada literatürde sıklıkla kullanılan ülke sınıflandırmaları incelenmiştir. Birleşmiş Milletler ve Uluslararası Para Fonu'nun ülkeleri gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler olarak iki geniş sınıfa veya coğrafi bölgelere göre ayırdığı; Dünya Bankası'nın ise bölgesel ayrımın

dışında ülkeleri kişi başı milli gelir ekseninde yüksek gelirli ülkeler, orta gelirli ülkeler ve düşük gelirli ülkeler olarak kategorize ettiği görülmüştür. Bu çalışmada ise Sadorsky (2014)'ü takiben ekonomik ve finansal gelişmişliği beraberce dikkate alan, öncekilerden daha ayrıntılı bir sınıflandırma olan Morgan Stanley Uluslararası Sermaye Endeksi (MSCI) sınıflandırması kullanılmıştır. MSCI ülkeleri gelişmiş, yükselen, sınırdakiler ve kendine has özelliklere sahip bağımsız ülkeler olarak sınıflandırmaktadır. Sınıflandırma kriterleri ekonomik gelişmişliğin sürdürülebilirliği, finansal piyasaların büyüklüğü ve likidete oranı, dışa açıklık oranı, ilgili kurumların istikrarı, operasyonel etkinliği, sermaye giriş ve çıkışlarındaki kolaylık düzeyi olarak özetlenebilir. Bu sınıflandırma baz alındığında 62 ülkeli ana panelin 22 gelişmiş, 21 yükselen, 9 sınır ve 10 diğer bağımsız ülkeden oluştuğu görülmektedir, bkz. Tablo 3.1.

Tablo 3.1. Model I ve II'nin örnekleminde yer alan ülkeler

Gelişmiş Ekonomiler	Yükselen Ekonomiler	Sınır Ekonomiler	Diğer Bağımsız Ekonomiler
ABD	Brezilya	Arjantin	Azerbaycan
Almanya	BAE	Bangladeş	Belarus
Avusturya	Çek Cumhuriyeti	Bulgaristan	Cezayir
Avustralya	Çin	Litvanya	Ekvator
Belçika	Endonezya	Kazakistan	İran
Birleşik Krallık	Filipinler	Kuveyt	Özbekistan
Danimarka	G. Afrika	Pakistan	Suudi Arabistan
Kanada	Katar	Romanya	Ukrayna
Finlandiya	Kolombiya	Slovakya	Trinidad ve Tobago
Fransa	Hindistan		Venezuela
Güney Kore	Macaristan		
Hollanda	Malezya		
İrlanda	Meksika		
İspanya	Mısır		
İsrail	Peru		
İsveç	Polonya		
İsviçre	Rusya		
İtalya	Şili		
Japonya	Tayland		
Norveç	Türkiye		
Portekiz	Yunanistan		
Yeni Zelanda			

Gruplar MSCI'ye uygun olarak oluşturulmuştur.

3.1.4. Model III için materyal

Çalışmada Model III için kullanılan veriler yıllık veriler olup 1998-2014 yıllarını kapsamaktadır. Seriler eksik gözlem içermektedir ve panel *dengesiz panel* olarak oluşturulmak durumunda kalınmıştır. Bu nedenle tahmin esnasında zaman boyutu yatay kesit başına 10-13 yıla kadar düşmektedir. Analizde zaman boyutunun belirlenmesinde kamu eğitim harcamaları ve ar-ge harcamaları verileri kısıtlayıcı olmuştur. Yatay kesit boyutunun seçiminde ise hem bağımlı değişkenle beraber kamu eğitim harcamaları ve ar-ge harcamaları değişkenleri belirleyici olmuştur. Veriler literatürde sıklıkla başvurulduğu görülen Dünya Bankası, Uluslararası Enerji Ajansı ve British Petroleum veri bankalarından yararlanılarak elde edilmiştir. Elektrik ve ısınma sektörü kaynaklı kişi başı karbon salınımı değişkeni Dünya Bankası veri bankasında bulunan kişi başı karbon salınım miktarı ve karbon salımında elektrik ve ısınma sektörünün payı verilerinden türetilmiştir. (Hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranı değişkeni British Petroleum veri bankasında yer alan yenilenebilir enerji tüketim miktarı ve toplam elektrik tüketimi verilerinden türetilmiştir. Analizin gerçekleştirilmesinde Stata 14.2 programından yararlanılmıştır.

Örneklem toplam 43 ülkeden oluşmaktadır. Örneklemi oluşturan ve listesi Tablo 3.2.'de verilen yatay kesitler incelendiğinde ülkelerin farklı ekonomik gelişmişlik seviyelerinde bulundukları görülmektedir. Bu farklılıkları dikkate alabilen, daha homojen gruplar oluşturulması amacıyla örneklem öncelikle Birleşmiş Milletler'in ülke sınıflaması uyarınca gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler olarak iki sınıfa ayrılmıştır. Devamında, yenilenebilir enerji kullanımının temel belirleyicilerinden biri olarak kabul edilen finansal gelişmişliği de dikkate alabilmek için MSCI sınıflaması yardımıyla üçüncü bir grup olarak yükselen ekonomiler sınıfı oluşturulmuştur. Kısacası yapılan sınıflandırmada, ülkelerin kişi başı GSMH'sı ile ülkelerin yatırım yapılabilirliğini ve finansal istikrarını yansıtan birden fazla finansal göstergenin bileşimi olan bir endeksten yararlanıldığı söylenebilir.[1]

---

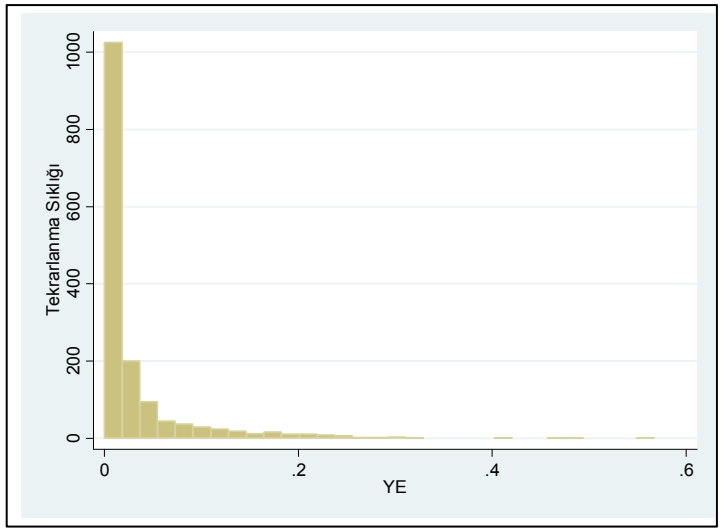
[1] Sınıflandırmanın detayları için https://www.msci.com/index-methodology ve http://www.un.org/en/development/desa/policy/wesp/wesp_current/2014wesp_country_classification.pdf

Tablo 3.2. Model III'ün örnekleminde yer alan ülkeler

Gelişmiş Ekonomiler	Yükselen Ekonomiler	Diğer Gelişmekte Olan Ekonomiler
ABD	Brezilya	Arjantin
Avusturya	Çek Cumhuriyeti	Belarus
Avustralya	Endonezya	Bulgaristan
Belçika	Filipinler	Litvanya
Birleşik Krallık	G. Afrika	İran
Danimarka	Hindistan	Romanya
Kanada	Kolombiya	Slovakya
Finlandiya	Macaristan	Ukrayna
Fransa	Malezya	
Güney Kore	Meksika	
Hollanda	Peru	
İrlanda	Polonya	
İspanya	Şili	
İsrail	Tayland	
İsveç		
İsviçre		
İtalya		
Japonya		
Norveç		
Portekiz		
Yeni Zelanda		

3.1.5 Model I ve Model II'nin analizinde kullanılan yöntemler

Model I ve II'de bağımlı değişken olarak kullanılan (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam elektrik tüketimi içerisindeki payı, YE'nin % 21,8 oranında 0 değeri aldığı görülmektedir. YE değişkeninin histogramı Şekil 3.1.'de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Yenilenebilir enerjinin payının histogramı (hidroelektrik harici)

Helpman vd. (2008) ile Santos Silva ve Tenreyro (2006)'nın belirttiği üzere bu durum klasik en küçük kareler tahmincilerinin sapmalı sonuç vermesine neden olabilecektir. Bağımlı değişken olan YE değişkeninin yanı sıra KÜ, PÜ, GÜ, NP ve HP gibi açıklayıcı değişkenlerin de önemli sayıda 0 değeri alan gözlem içerdiği de dikkate alındığında diğer pek çok ekonometrik yöntem için gerekli olabilecek logaritmik dönüşümün gözlem kaybına uğramadan mümkün olamayacağı görülmektedir (Pfeiffer ve Mulder, 2013:288). Çalışılan veri setinin bir diğer önemli özelliği ise bir önceki bölümde belirtildiği üzere eksik gözlemler nedeniyle panelin dengesiz panel olarak oluşturulmak zorunda kalınmasıdır. Eksik gözlem içeren değişkenlere göre eksik veri dağılımı Tablo 3.3.'de verilmiştir.

Tablo 3.3. Model I ve II'de kullanılan değişkenlere göre eksik gözlem dağılımı

	Eksik Gözlem Sayısı	Mevcut Gözlem Sayısı
OÖ	231	1319
YÖ	275	1275
GDP	23	1527
TA	23	1527
CO	52	1498
PÜ	3	1547
KÜ	3	1547
GÜ	3	1547
HP	21	1529
NP	21	1529

Örneklemin niteliği ve yukarıda verilen gerekçeler dikkate alındığında dengesiz panel ortamında uygulanabilen, önemli oranda 0 değeri içeren bağımlı değişken durumunda tutarlı sonuç verebilen, değişen varyansa karşı dirençli tahmincilerin kullanımı gerekmektedir. Bu yüzden poisson sahte-maksimum olabilirlik (PPML) tahmincisi ve iki parçalı model (TPM) tahmincisinde karar kılınmıştır. İki ayrı tahminciden yararlanılarak ulaşılan sonuçların tutarlılığının irdelenmesi amaçlanmaktadır.

3.1.5.1. İki parçalı model tahmincisi

Aşırı 0 değeri içeren bağımlı değişkene sahip örneklemler için tutarlı tahminde bulunabilen, EKK gibi sapmalı sonuç vermeyen yöntemlerden biri modelleri iki aşamalı olarak tahmin eden iki-parçalı modellerdir. Bu tahmin yöntemlerinde ilk aşamada bağımlı değişkenin 0 ya da daha büyük olma ihtimali ele alınır. İkinci aşamada ise, ilk aşamada 0'dan büyük değer almasına bağlı olarak bağımlı değişkenin beklenen değerinin açıklayıcılarına ilişkin tahminde bulunulur.

Literatürde bu amaçla kullanılabilen iki aşamalı model tahmincilerinin en bilinenleri Duan vd. (1984) tarafından geliştirilen *iki-parçalı model (TPM: Two Part Model)* ve Heckman (1979)'da ilk ortaya konulan *iki aşamalı seçim (TSM: Two Step Method)* yöntemidir. Bu iki yöntem arasındaki en temel fark 0 değeri alan gözlemlerin yapısına ilişkin yapılan varsayımdır. TPM 0 değeri alan gözlemlerin gerçeği yansıttığını, TSM ise bir ölçüm hatası yahut kayıp gözlem olduğunu varsaymaktadır. Bir diğer temel ayrım ise bu çalışmanın konusu bağlamında ifade edilirse, TSM bağımlı değişken olan hidroelektrik dışı yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapma kararı almanın (modelin ilk aşamasında bağımlı değişkenin 0'dan büyük olmasının), bu kaynakların toplam içindeki payının ne değer alacağı hakkında belirleyici olduğunu kabul eder. TPM ise bir defa yatırım yapma kararı alındıktan sonra hidroelektrik dışı yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanma oranının farklılaşabileceğini varsaymaktadır. Ayrıca TSM daha çok bağımlı değişkenin gerçek değerini değil de potansiyel olarak sahip olabileceği değerin açıklayıcıları ile ilgilenirken TPM bağımlı değişkenin gözlenen gerçek değerinin belirleyicilerini saptamakla ilgilidir (Duan vd., 1984:286-287, Dow ve Norton, 2003; Pfeiffer ve Mulder, 2013:289-290). Bu ayrıntılardan hareketle TPM tahmincisinin kullanımı daha uygun görülmüştür. Aşağıda Smith vd. (2014), Huang vd. (2008), Leung ve Yu (1996), Pfeiffer ve Mulder (2013)'den yararlanarak TPM

yönteminin detaylarına yer verilmiştir. Y_i'nin kesinlikle 0'dan büyük olması şartıyla $\pi_i = \Pr(y_i > 0)$, $1_{(.)}$ gösterge fonksiyonu ve $g(y_i | y_i > 0)$ ise herhangi bir olasılık yoğunluk fonksiyonu olmak üzere TPM aşağıdaki gibi bir modelden yola çıkmaktadır:

$$f(y_{it}) = (1-\pi_{it})^{(1_{y_i}=0)} X\left[\pi_{it} g(y_{it} | y_{it} > 0\right]^{1_{(y_{it}>0)}}, y_{it} > 0, i = 1,....,n \qquad (3.4)$$

Modelin ilk aşamasında probit yahut logit ile $\pi_i = \Pr(y_i > 0)$ tahmin edilir. İkinci aşamada ise bağımlı değişkenin pozitif değer aldığı durum için tahmin yapılır:

$$E\left(y_{it} | y_{it} > 0\right) = \alpha x_{it} + u_{it} \qquad (3.5)$$

İkinci aşama Eşitlik 3.5'de görüldüğü gibi doğrusal bir model olarak kurgulanmaktadır ve u_2'nin normal dağılma zorunluluğu yoktur (Leung ve Yu, 1996). Son olarak marjinal etkiler $E\left[y_{it} | x_{it}\right] = \pi_i X \; E\left(y_{it} | y_{it} > 0, x_{it}\right)$ şeklinde hesaplanarak modelin iki aşaması birleştirilmektedir.

3.1.5.2. Poisson sahte maksimum olabilirlik tahmincisi

Poisson tahmincileri uzun yıllardır iktisadi literatürde kullanılagelen, iyi bilinen, kullanım alanı geniş bir tahminci çeşididir. En çok sayma veri modellerinde kullanıldığı bilinen poisson tahmincilerinin yöntemsel detayları ve sayma veri modellerindeki farklı kullanım amaçları hakkında detaylı bilgi için Winkelman (2008)'e başvurulabilir. Bu çalışmada ise Gourieroux vd. (1984)'te ilk defa ortaya atılan, sonrasında Manning ve Mullahy (2001) ve Wooldridge (2002:676) tarafından koşullu ortalama varsayımı ihlal edilmediği sürece (bağımlı değişkenin kesinlikle pozitif değer alması durumunda) geniş bir ölçekte yer alan farklı modellerin tahmininde iyi sonuçlar verdiği öne sürülen sabit etkiler poisson sahte maksimum olabilirlik (PPML: Poisson Pseudo Maximum Likelihood) tahmincisi tercih edilmiştir.

Sabit etkiler PPML tahmincisi, Santos Silva ve Tenreyro (2006, 2011)'in koşullu ortalama varsayımının ihlal edilmediği sürece etkin ve tutarlı sonuçlar verdiğini kanıtlamasının ardından başta ticari çekim modelleri olmak üzere iktisadi literatürde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalara örnek olarak Fournier vd. (2015), Groba ve Cao (2014), Koźluk ve Timiliotis (2016), Iwata vd. (2015),

Felbermayr ve Gröschl (2011) verilebilir. Zhao vd. (2014) ise bu yöntemi yenilenebilir enerji kullanımının belirleyicilerini tespit etme amacına yönelik olarak kullanmıştır.

Seçilen poisson sahte maksimum olabilirlik tahmincisinin avantajları şu şekilde özetlenebilir: Sayma veriler için kullanılabildiği gibi sürekli değer alan bağımlı değişken durumunda da tutarlı sonuç verebilmektedir. Değişen varyans problemine karşı dirençli bir tahmincidir. EKK gibi normalite varsayımında bulunmaz. Sahte (pseudo) bir tahminci olduğu için modelde yer alan değişkenlerin poisson dağılımına uymasını gerektirmez. Varyans-kovaryans matrisinin robust olarak hesaplanması halinde farklı dağılımlar söz konusu olduğunda da tutarlı sonuç verebilir. Aşağıda poisson sahte-maksimum olabilirlik tahmin yönteminin detaylarına yer verilmiştir.

X_{it} açıklayıcı değişkenleri, Y_{it} bağımlı değişkeni temsil etmek üzere X_{it}'ye bağlı Y_{it} için Poisson tahmin yöntemi

$$f(y_i \mid x_i) = \frac{e^{-\mu_i}\mu_i^{y_i}}{y_i!} \ , \ y_i = 0,1,2,... \tag{3.6}$$

ve ortalama parametresi

$$E[y_i \mid x_i] = \mu_i = \exp(x_i'\beta) \tag{3.7}$$

şeklinde gösterilmekte ve üstel ortalama fonksiyonu olarak ifade edilmektedir. Koşullu ortalamanın logaritmasının parametreleri doğrusal olarak vermesi nedeniyle istatistik ve matematik literatüründe bu fonksiyon log-doğrusal fonksiyon olarak nitelendirilmektedir.

$$\log E[y_i \mid x_i] = \mu_i = x_i'\beta \tag{3.8}$$

Buradan hareketle bağımsız gözlemler için log-olabilirlik fonksiyonu şu şekilde elde edilir:

$$\log L(\beta) = \sum_{i=1}^{n} \left\{ y_i . x_i'\beta - \exp(x_i'\beta) - \log y! \right\} \tag{3.9}.$$

Sabit etkiler Poisson maksimum olabilirlik yöntemi, bu fonksiyondan yola çıkarak katsayıların tahmininde Andersen (1970)'in geliştirdiği maksimum olabilirlik yöntemini kullanır. Çünkü $n_i \equiv \sum_{t=1}^{T} y_{it}$ bağımlı değişkeninin zaman kesiti boyunca aldığı değerlerin toplamını göstermek üzere,

$$p_t(x_i, \beta) \equiv m(x_{it}, \beta) / \left[\sum_{t=1}^{T} m(x_{ir}, \beta) \right] \tag{3.10}$$

ve c_i gözlenemeyen bireysel etkileri ifade etmek üzere, yöntemde kullanılan bileşenlerinin toplamına dayalı koşullu ortak dağılım şu şekildedir.

$$y_i \mid n_i, x_i, c_i \sim Multinomial\{n_i, p_1(x_i, \beta_0), ..., p_T(x_i, \beta_0)\} \tag{3.11}$$

Görüldüğü üzere bu dağılım c_i'ye bağımlı değildir. Dolayısıyla standart maksimum olabilirlik tahmincileri ile tahmin edilebilir. Bu çalışmada ise seçilen bağımlı değişken Poisson dağılımı göstermediği için literatürde yapay yahut sahte maksimum olabilirlik tahmincisi olarak adlandırılan tahminci tercih edilmiştir. Sahte maksimum olabilirlik tahmincisi katsayılara ait varyansı şu şekilde elde eder:

$$V_{PML}(\hat{\beta}_p) = \left(\sum_{i=1}^{n} \mu_i x_i x_i' \right)^{-1} \left(\sum_{i=1}^{n} w_i x_i x_i' \right)^{-1} \left(\sum_{i=1}^{n} \mu_i x_i x_i' \right)^{-1} \tag{3.12}$$

Ve dağılım şu şekilde ifade edilir,

$$\hat{\beta}_p \sim N\left[\beta, V_{PML}(\hat{\beta}_p)\right] \tag{3.13}$$

Son olarak l_i maksimum olabilirlik değerini ifade etmek üzere i gözlemi için koşullu maksimum olabilirlik değeri şu şekilde ifade edilir:

$$\ell_i(\beta) = \sum_{t=1}^{T} y_{it} \log[p_t(x_i, \beta)] \tag{3.14}$$

Tüm gözlemler için maksimum olabilirlik değerlerinin toplamını maksimum yapan tahminci PPML tahmincisi olarak ifade edilmektedir. Yöntem hakkında daha fazla detay için Wooldridge (2002), Deniz (2005) ve Winkelman (2008)'e başvurulabilir.

3.1.6. Model III'ün analizinde kullanılan ekonometrik yöntemler

Oluşturulan panel, zaman boyutu olarak nispeten kısa bir dönemi kapsamaktadır. Panelin dengesiz olması nedeniyle de yatay kesit başına kullanılabilir ortalama gözlem sayısı tahmin aşamasında daha da azalmaktadır. Tahmin aşamasında yatay kesit başına süre 10-13 yıla düşmektedir. Bu nedenle modelin tahmininde statik panel veri yöntemlerinden yararlanılması uygun görülmüştür. Ayrıca bağımlı değişkenin aşırı 0 değer sorununa maruz kalıp kalmadığı da değerlendirilmiştir. Bağımlı değişkenin toplam gözlem sayısının düşük bir kısmının (yaklaşık % 3,6) sıfır değer aldığı görülmüştür. Dolayısıyla aşırı 0 değer sorunun bulunmadığı saptanmıştır.

Örneklemin yukarıda belirtilen niteliklerine uygun olarak analizin ilk aşamasında birim etkili sabit etkiler tahmincisi tercih edilmiştir. Sonrasında sabit etkiler modelinden elde edilen bulgular ve grafiksel gözlemlere dayanarak kamu eğitim harcamaları için bir eşik bulunduğundan şüphelenilerek statik panel eşik yöntemi uygulanmıştır. Takip eden alt bölümde yöntemlerin detaylarına yer verilmiştir.

3.1.6.1. Sabit etkili Driscoll-Kraay tahmincisi

Kısa panellerde iyi sonuç veren ve yaygın olarak kullanılan statik panel veri tahmincileri havuzlanmış en küçük kareler tahmincisi, rassal etkiler tahmincisi ve sabit birim etkiler tahmincileridir. Gerekli testler sonrasında bu çalışmada yatay kesit birim etkili sabit etkiler modelinin Driscoll-Kraay tahmincisi ile tahmin edilmesine karar verilmiştir. Bahsedilen testlere dair sonuçlara bir sonraki ana bölümde yer verilmiştir.

Statik panel veri modellerinde heteroskedastisite, otokorelasyon ve birimler arası eş zamanlı korelasyon durumlarında hata teriminin varyans kovaryans matrisi birim matrise eşit olmamaktadır. Dolayısıyla bu durumların en azından birisinin varlığında dirençli tahmincilerin kullanılması uygun görülmektedir. Driscoll- Kraay tahmincisi bu dirençli tahmincilerden biridir. Driscoll- Kraay tahmincisi yatay kesit boyutundan bağımsız olarak ($T<N$ ve $T>N$) heteroskedastisite, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon varsayımları altında parametreleri tutarlı olarak tahmin edebilmektedir.

Yerdelen (2013) Driscoll-Kraay tahmincisinin çalışma prensibini aşağıdaki gibi özetlemektedir.

$$Y_{it} = X_{it}\beta + u_{it} \tag{3.15}$$

Eşitlik 3.15'deki gibi kurulan bir panel veri modelinde Y_{it} bağımlı değişkeni, X_{it} açıklayıcı değişken vektörünü, u_{it} hata terimini, β katsayı vektörünü ifade etmektedir. Hata teriminin heteroskedastik, otokorelasyonlu ve birimler arası korelasyonlu olduğu varsayımları altında parametreler havuzlanmış en küçük kareler yöntemi ile tutarlı tahmin edilebilmektedir:

$$\hat{\beta} = (X'X)X'Y \tag{3.16}$$

Parametre tahminlerinin Driscoll-Kraay standart hataları ise, asimptotik kovaryans matrisinin köşegen elemanlarının karekökleri kullanılarak elde edilmektedir.

$$V(\hat{\beta}) = (X'X)^{-1}\hat{S}_T(X'X)^{-1} \tag{3.17}$$

m(T) otokorelasyon için gecikme uzunluğunu, w(j,m) Bartlett ağırlıkları ifade etmek üzere Eşitlik 3.17'de kullanılan $\hat{S}_T$ aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$\hat{S}_T = \hat{\Omega}_0 + \sum_{j=1}^{m(T)} w(j,m)\left[\hat{\Omega}_j + \hat{\Omega}_j'\right] \tag{3.18}$$

$\hat{\Omega}_j$ matrisi ise şu şekilde elde edilebilmektedir:

$$\hat{\Omega}_j = \sum_{t=j+1}^{T} h_t(\hat{\beta})h_{t-j}(\hat{\beta})' \tag{3.19}$$

Eşitlik 3.19'da $h_t(\hat{\beta}) = \sum_{i=1}^{N(t)} h_{it}(\hat{\beta})'$ eşitliği söz konusudur. Bu detay Driscoll-Kraay tahmincisinin dengesiz panellerde kullanımına imkan vermektedir. Elde edilen dirençli kovaryans matris tahmincisi, Newey-West dirençli kovaryans matris tahmincisine denk gelmektedir.

Driscoll-Kraay tahmincisini sabit etkili olarak kullanabilmek için ise öncelikle tüm değişkenlerin grup içi dönüşümden geçirilmeleri gerekmektedir. Bu dönüşüm için ilk adım Eşitlik 3.15.'de verilen modelin zaman boyutuna göre aşağıdaki gibi ortalamasının alınmasını gerektirmektedir.

$$\overline{Y}_i = \beta_0 + \overline{X}_i\beta + \mu_i + \overline{u}_i \tag{3.20}$$

Bir sonraki adımda Eşitlik 3.15.'den Eşitlik 3.20 çıkarılarak farkı alınmaktadır. Böylece sabit terim ve birim etkiler modelden elimine edilmiş olunmaktadır. Bu işlem şu şekilde ifade edilebilir:

$$(Y_{it} - \overline{Y}_i) = (X_{it} - \overline{X}_i)\beta + (u_{it} - \overline{u}_i) \tag{3.21}$$

Eşitlik 3.21'de edilen fark denklemine Eşitlik 3.15-3.19 arasında belirtilen sürecin uygulanması sonucunda β'nın sabit etkili Driscoll-Kraay tahmincisi elde edilmiş olmaktadır.

3.1.6.2. Statik panel eşik modeli tahmincisi

Uygulanan statik panel eşik modeli Hansen (1999)'a dayanmaktadır. Bu yöntemde içsel olarak belirlenen optimal eşik değeri sayesinde örneklem yüksek değere sahip rejim ve düşük değere sahip rejim olarak ikiye bölünebilmektedir. Bu sayede rejime bağlı değişkenlerin her iki rejimdeki davranış biçimleri ayrı ayrı incelenebilmektedir.

Diğer eşik modellerinde olduğu gibi Hansen (1999) yönteminde de öncelikle hangi değişkenlerin rejime bağlı değişkenler olarak ele alınması gerektiği belirlenmektedir. Bu amaçla eşik modeli uygulayan önceki literatür incelendiğinde modeldeki tüm değişkenlerin rejime bağlı değişken olarak kabul edilmesi gibi bir eğilim bulunmadığı görülmektedir. Tersine çalışmanın konusu açısından daha önemli olduğu düşünülen değişkenlerin bu kapsama alındığı ortaya çıkmaktadır Hansen (1999:357), Chang (2015:39). Bu nedenle bilgi birikiminin yenilenebilir enerji kullanımı üzerine etkisinin araştırıldığı bu analizde eğitim harcamaları değişkeninin, seviyesine (rejimine) bağlı olarak yenilenebilir enerji kullanımını farklı biçimde (yön ve/veya şiddet) etkileyebileceği düşünülen ve bu farklılaşmanın tespitinin çalışmanın amacı açısından önemli olduğuna inanılan değişkenler rejime bağlı değişkenler olarak seçilmiştir. Örneğin teorik literatüre göre kişi başı karbon salım miktarının yenilenebilir enerji kullanımına etkisinin eğitime daha fazla önem veren ülkeler ile daha az önem veren ülkeler arasında farklı olma potansiyeli mevcuttur. Çünkü Bölüm 1.6.2 ve Bölüm 1.5.2.1.'den görülebileceği üzere bir ekonomide artan eğitimle birlikte çevre bilincinin de artması beklentisi genel kabul görmektedir. Benzer bir argümanın da elektrik ihtiyacında gözlenen artışlar için geliştirildiği ve literatürde yerini aldığı görülmektedir, bakınız Bölüm 1.6.2 ve

Bölüm 1.5.2.5. Bu sebeplerle bu değişkenler çalışmanın amacına bağlı olarak rejime bağlı değişkenler olarak seçilmiştir. Ar-Ge ve Hn değişkenlerinin ise rejime bağlı değişen bir etkisinin olabileceğini destekleyen bir teorik altyapı bulunmadığı için rejimden bağımsız ele alınmışlardır. Dolayısıyla Eşitlik 3.3.'de verilen sabit etkiler modeli aşağıdaki gibi düzenlenerek bir eşik modeline dönüştürülmüştür:

$$YE_{it} = \beta_0 + \beta_1\, Ar\text{-}Ge_{it} + \beta_2\, HN_{it-3} + \beta_3\, EH_{it}\, I(EH_{it} \leq \gamma) + \beta_4\, EH_{it}\, I(EH_{it} > \gamma) + \beta_5\, ET_{it}\, I(EH_{it} \leq \gamma) + \beta_6\, ET_{it}\, I(EH_{it} > \gamma) + \beta_7\, CO_{2\,it-3}\, I(EH_{it} \leq \gamma) + B_8\, CO_{2\,it-3}\, I(EH_{it} > \gamma) + t^2_t + \mu_i + u_{it} \quad (3.22)$$

Eşitlik 3.22.'de I(.) gösterge fonksiyonunu, γ eşik parametresini göstermektedir. μ_i yatay kesit sabit etkileri, t_t trend değişkenini, u_{it} hata terimini ifade etmektedir. Örneklem elde edilen optimal eşik parametresi sayesinde belirlenen eşikten yüksek değere sahip rejim ve düşük değere sahip rejim olmak üzere bölünebilmektedir. Bu çalışma bağlamında eğitime yüksek önem veren ülkeler, eğitime düşük önem veren ülkeler olarak iki ayrı rejime bölünmektedir. Yöntem, rejime bağlı olarak tanımlanan değişkenler için rejime bağlı olarak farklı katsayılar üretmektedir. İstatistiki olarak anlamlı optimal eşik parametresinin tespit edilemediği durumda model standart sabit etkiler modeline indirgenmektedir. Birden fazla eşiğin söz konusu olduğu durumda rejime bağlı değişkenler için ikiden fazla rejim ortaya çıkmaktadır. Örneğin 2 eşik bulunması halinde modelin karbon salınımlarına ilişkin bölümü şu şekilde genişleyecektir: $\beta_5\, CO_{2\,it-3}\, I(EH_{it} \leq \gamma_1) + \beta_6\, CO_{2\,it-3}\, I(\gamma_1 < EH_{it} \leq \gamma_2) + \beta_7\, CO_{2\,it-3}\, I(\gamma_2 < EH_{it})$.

Tek eşik durumunda eşik parametresinin anlamlılığı ($H_0: \beta_1 \neq \beta_2$) test edilirken olabilirlik oranı testinden yararlanılmaktadır:

$$F_1(\gamma) = (S_0 - S_1(\hat{\gamma}))/\hat{\sigma}^2 \quad (3.23)$$

istatistiğinden yararlanılmaktadır. S_0 eşik etkisinin olmadığı modelden elde edile hata kareler toplamını, S_1 eşik etkisinin bulunduğu modelin hata kareler toplamını ifade etmektedir. Fakat $F_1(\gamma)$ standart dağılmadığı için, ki kare dağılımını baskılaması söz konusu olacaktır. Bu nedenle Hansen (1996)'de önerilen bootstrap metodolojisi kullanılarak sonuca ulaşılmaktadır. Tek eşiğin istatistiki olarak anlamlı olduğu tespit edildikten sonra sırasıyla 2, 3,... ayrı eşiğin varlığı test edilmektedir. İkinci bir eşiğin varlığının sınanması için kullanılan istatistik aşağıda verilmiştir.

Güven aralıkları yine bootstrap ile oluşturularak elde edilen sonuçların tutarlı olması garanti edilmektedir.

$$LR_1(\gamma) = (S_1(\gamma) - S_1(\hat{\gamma}))/\sigma^2 \tag{3.24}$$

Katsayıların tahmin aşamasında modelden birim etkilerin giderilmesi için öncelikle Eşitlik 3.20 ve Eşitlik 3.21'de yapılan işlemler Eşitlik 3.22. için de tekrarlanır. Elde edilen fark denklemi üzerinden verili bir γ değeri kullanılarak standart en küçük kareler yardımıyla tahminde bulunulur. Yöntem değişen varyans ve otokorelasyona dirençli tahminde bulunabilme imkanı vermektedir. Detaylar için Hansen (1999)'dan yararlanılabilir.

3.2. Yenilenebilir Enerji ve İstihdam Düzeyi Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Analizi

Oluşturulan modellerde bağımlı değişkenler olarak sırasıyla genel istihdam oranı ve genç istihdam oranı kullanılmıştır. Modellerin kurulum aşamasında öncelikle literatürdeki ampirik çalışmalar titizlikle incelenmiş ve bir ekonomideki istihdam düzeyinin göstergelerinin neler olabileceği araştırılmıştır. Bu nokta Apergis ve Salim (2015)'i takiben istihdamın ana belirleyicilerinin makro değişkenler olduğu varsayılmıştır. Bir diğer anlatımla Keynesyen işsizlik teorisi dikkate alınmıştır. Yeni nesil yenilenebilir enerjiyi temsilen öncel modellerde olduğu gibi (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam elektrik tüketimi içerisindeki payı kullanılmıştır. Kontrol değişkeni olarak gayri safi sabit sermaye yatırımlarının GSMH'ya oranı, kamu kesimi nihai tüketim harcamalarının GSMH'ya oranı, yıllık enflasyon oranı, özel sektöre sağlanan yerli kredi miktarının GSMH'ya oranı ve yıllık nüfus artış oranı kullanılmıştır. Kurulan modeller aşağıda verilmiştir.

$$EMP_{i,t} = NHR_{i,t} + GFCF_{i,t} + GE_{i,t} + INF_{i,t} + CRE_{i,t} + POP_{i,t} + u_{i,t} \tag{3.25}$$

$$YEMP_{i,t} = NHR_{i,t} + GFCF_{i,t} + GE_{i,t} + INF_{i,t} + CRE_{i,t} + POP_{i,t} + u_{i,t} \tag{3.26}$$

i=1,2,...n, t=1,2,...T ve $u_{i,t}$ hata terimini ifade etmek üzere 3.25 ve 3.26 numaralı eşitliklerde kullanılan değişkenler ve tanımlamaları şu şekildedir:

EMP: Genel istihdam oranı (15+ yaş),

YEMP: Genç istihdam oranı (15-24 yaş),

NHR: Hidroelektrik harici yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik tüketimindeki payı (%),

GFCF: Gayri safi sabit sermaye yatırımlarının GSMH'ya oranı (%),

GE: Kamu kesimi nihai tüketim harcamalarının GSMH'ya oranı (%),

INF: Yıllık enflasyon oranı (deflatör) (%),

CRE: Özel sektöre sağlanan yerli kredi miktarının GSMH'ya oranı (%),

POP: Yıllık nüfus artış oranı (%).

Eşitlik 3.24 ve 3.25'de verilen modeller çalışmanın devamında Model IV ve Model V olarak adlandırılacaktır. Modele eğitim düzeyini temsilen bir değişken eklenmesi düşünülmüş fakat yüksek oranda eksik veri içermesi nedeniyle eklenmesi uygun görülmemiştir.

3.2.1. Model IV ve V için materyal

Çalışmada kullanılan veriler toplamda 59 ülkenin 1991-2014 dönemine ait yıllık gözlemlerinden oluşmaktadır. Veriler Dünya Bankası ve ILO'nun açık veri tabanlarından elde edilmiştir. İşgücü istatistikleri açısından en güvenilir kaynak olarak görülen ILO'nun istihdam verilerinin 1991 yılında başlaması nedeniyle analizin başlangıcı 1991 yılı seçilmiştir. Örneklemin yatay kesit boyutu belirlenirken elektrik üretiminde ticari anlamda yeni nesil yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanan ülkelerden veri sıkıntısı bulunmayanlar dahil edilmiştir. Panelde 28 adet gelişmekte olan ekonomi, 31 tane gelişmiş ekonomi yer almaktadır. Paneli oluşturan ülkelerin tam listesi şu şekildedir:

Almanya, Arjantin, Avusturya, Avustralya, Belçika, Birleşik Devletler, Birleşik Krallık, Bolivya, Brezilya, Çek Cumhuriyeti, Çin, Danimarka, Dominik Cumhuriyeti, El Salvador, Endonezya, Estonya, Filipinler, Finlandiya, Fransa, Gabon, Guatemala, Güney Afrika, Güney Kore, Hırvatistan, Hindistan, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kanada, Kenya, Kolombiya, Kosta Rika, Lüksemburg, Macaristan, Meksika, Moritus Cumhuriyeti, Nikaragua, Norveç, Panama, Peru, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya, Senegal, Singapur, Şili, Tayland, Trinidad Tobago, Türkiye, Uruguay, Ürdün, Yeni Zelanda, Yunanistan.

Analizin gerçekleştirilmesinde Stata ve Gauss programlarından yararlanılmıştır.

3.2.2. Model IV ve V için uygulanan ekonometrik yöntem

Analizde Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup (CCEMG: Common Correlated Effects Mean Group) tahmincisi kullanılmıştır. Fakat tahminci seçimi için öncelikle çeşitli ön testler uygulanmıştır. Yatay kesit bağımlılığı, birim kökün varlığı ve eğim katsayılarının homojenliği bu ön testler vasıtasıyla belirlenerek örneklemin niteliğine uygun tahminci seçimi yapılmıştır.

3.2.2.1. Uygulanan ön testler

Bu bölümde uygulanan ön testler hakkında çeşitli detaylar sunulmuştur. Bu esnada testlerin orijinal makalelerinin yanı sıra Güriş (2015: 203-285)'den de yararlanılmıştır. İlk adımda panelde yer alan ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığının bulunup bulunmadığı araştırılmıştır. Literatürde bu amaçla en yaygın kullanılan yöntemler Breusch ve Pagan (1980), Pesaran (2004) ve Pesaran vd. (2008)'dir. Yatay kesit bağımlılığı ve alternatif testler hakkında detaylı bilgi ile geniş literatür özeti için Chudik ve Pesaran (2013)'e, testlerin karşılaştırmalı size ve power değerleri için Pesaran vd. (2008)'e başvurulabilir. Bu çalışmada Breusch & Pagan (1980) sadece N göreceli olarak küçük ve T $\to \infty$ iken kullanılabildiği için tercih edilmemiştir. Pesaran (2004) ve Pesaran vd. (2008) testlerinin her ikisinin de küçük örneklemlerde genel olarak iyi sonuç verdiği ve birim kökün varlığı ile yapısal kırılma altında tutarlı olduğu bilinmektedir. Bu nedenlerle bu iki test beraberce uygulanmıştır. Her iki testinde boş hipotezi yatay kesitler arasında bağımlılık bulunmadığı yönündedir. Pesaran (2004) aşağıdaki panel veri modelinden yol çıkar;

$$\Delta Y_{it} = \alpha_i + \beta_i y_{it-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \Delta Y_{it-j} + d_{it} + h_i \bar{y}_{t-1} + \sum_{j=0}^{p_i} \mu_{ij} \bar{y}_{it-j} + \varepsilon_{it} \qquad (3.27)$$

Daha sonra Breusch ve Pagan (1980) testinde bir takım modifikasyonlarla iki farklı test istatistiği (Cd_{lm} ve CD) üretir. Bu analizde T'den önce N sonsuza gittiği için CD istatistiğini kullanmak güvenlidir. CD istatistiği hesaplanırken ikili korelasyon katsayılarının kareleri yerine katsayının kendisi kullanılmaktadır. N, yatay kesit boyutunu, T zaman boyutunu ve $\hat{\rho}_{ij}$ ikili korelasyon katsayılarını ifade etmek üzere CD istatistiğinin değeri aşağıdaki gibi elde edilmektedir:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}\left(\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{j=i+1}^{N}\hat{\rho}ij\right)} \tag{3.28}$$

Fakat Pesaran (2004) testi popülasyon ikili korelasyonlarının ortalamalarının sıfır fakat bireysel ikili korelasyonların sıfırdan farklı olduğu durumlarda güç kaybına uğramaktadır (Pesaran vd., 2008). Ayrıca faktör yüklemelerinin sıfır ortalamaya sahip olması halinde boş hipotezi reddedememektedir. Bu problemlerin üstesinden gelebilmek için Pesaran vd. (2008) sapmalara karşı düzeltilmiş LM testini önermektedir. Pesaran vd. (2008) LM_{adj} istatistiğini LM istatistiğinin mutlak ortalama ve varyansından yola çıkarak hesaplar. Sapmalara karşı düzeltilmiş LM_{adj} istatistiği şu şekilde elde edilir (μ_{Tij} ve υ^2_{Tij} sırasıyla $(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2$'nin mutlak ortalamasını ve varyansını göstermektedir.):

$$LM_{adj} = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)}\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{j=i+1}^{N}\frac{(T-k)\hat{\rho}_{ij}-\mu_{ij}}{\nu_{Tij}}} \tag{3.29}$$

Yatay kesit bağımsızlığının test edilmesinde sonra test sonucuna göre uygun birim kök testleri belirlenmiştir. Bu kapsamda birinci nesil birim kök testlerinden Levin vd. (2002) ve Im vd. (2003) testleri ile ikinci nesil birim kök testlerinde Bai ve Ng (2004) ve Pesaran (2007) testleri uygulanmıştır. Bu testler küçük örneklemlerde iyi sonuçlar verdiği bilinen testlerdir.

Im vd. (2003) testi yatay kesitler için ayrı ayrı ADF istatistiği hesaplayarak prosedüre başlar. Yatay kesitler arasında heterojenliğe izin veren bir testtir. Bireysel sabit değişkeni ve deterministik trend değişkenini dikkate alabilir. Elde edilen bireysel istatistiklerin kesitsel ortalaması ise panelin geneli için geçerli olan istatistiği vermektedir. ρ otoregresif parametreyi temsil etmek üzere, test edilen hipotezler şu şekilde ifade edilebilir:

$$H_0: \rho_1=\rho_1=...\rho_N= 0 \tag{3.30}$$

$$H_1: \rho_i < 0 \tag{3.31}$$

Sıfır hipotezi tüm yatay kesitler için birim kök vardır iken, alternatif hipotez en bir yatay kesite ait serinin durağan olduğunu ifade etmektedir. Panelin geneli için anlam ifade eden test istatistiği ise aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$\bar{t}_{NT} = \frac{1}{T}\sum_{i=1}^{N} t_{iT} \tag{3.32}$$

Standart normal dağılan Z istatistiğinin hesaplanması için Eşitlik 3.33'den yararlanılır:

$$\bar{Z}_{NT} = \frac{\sqrt{N}(\bar{t}_{NT} - E(\bar{t}_{NT}))}{\sqrt{\text{var}(\bar{t}_{NT})}} \tag{3.33}$$

Levin vd. (2002) testi de temel ADF spesifikasyonundan hareket eder. Fakat Im vd. (2003)'den farklı olarak kesitler arasında heterojenliğe izin vermez. Sabit tüm yatay kesitler için aynı değer almaktadır. Sıfır hipotezi aynı olmakla birlikte alternatif hipotez Im vd. (2003)'den farklı olarak şu şekildedir:

$$H_0: \rho_1=\rho_1=...\rho_N= 0 \tag{3.34}$$

$$H_1: \rho <0 \tag{3.35}$$

Panelin geneli için anlam ifade eden test istatistiği ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$t_\rho = \frac{\hat{\rho}}{STD(\hat{\rho})} \tag{3.36}$$

Eşitlik 3.36'de yer alan $\hat{\rho}$ ise şu şekilde elde edilmektedir:

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=2+p_i}^{T} \tilde{v}_{it-1}\tilde{e}_{it}}{\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=2+p_i}^{T} \tilde{v}_{it-1}^2} \tag{3.37}$$

Eşitlik 3.36'da yer alan regresyon standart hatası ise aşağıdaki formülden elde edilmektedir. $\hat{\sigma}_{\tilde{\varepsilon}}$ hata terimlerinin varyansını ifade etmek üzere,

$$STD(\hat{\rho}) = \sigma_{\tilde{\varepsilon}}\left[\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=2+p_i}^{T} \tilde{v}_{it-1}^2\right]^{-1/2} \tag{3.38}$$

Eşitlik 3.36'da verilen t istatistiği, deterministik değişkenler vektörü boş küme olduğunda asimptotik olarak standart normal dağılıma sahiptir. Fakat modele sabit yahut sabit+trend eklendiğinde t istatistiğinin dağılımı negatif sonsuza

yaklaşmaktadır. Bu nedenle $\tilde{T}$ yatay kesit başına ortalama gözlem sayısı iken düzeltilmiş t istatistiğinin şu şekilde elde edilmesi gerekmektedir.

$$t_{\rho}^{*} = \frac{t_{\rho} - N\tilde{T}\hat{S}_{N}\hat{\sigma}^{-2}STD(\hat{\rho})}{\sigma_{m\tilde{T}}^{*}} \tag{3.39}$$

Bai ve Ng (2004) birim kök testi ikinci nesil bir birim kök testi olup yatay kesit bağımlılığını dikkate alabilmektedir. Birim kökün yatay kesit zaman serilerinin arasındaki ortak faktörden veya hata teriminden veyahut her ikisinden beraberce kaynaklanmasına izin vermektedir. Ortak faktör sayısı birden fazla kabul edilebilmektedir. Testte kullanılan genel model aşağıdaki gibidir:

$$Y_{it} = D_{it} + \lambda_{i}'F_{t} + e_{it} \tag{3.40}$$

Eşitlik 3.40'da D_{it} deterministik bileşenleri, F_t faktör bileşenini, λ_i faktör yüklerini ve e_{it} de gözlenemeyen hata terimini ifade etmektedir. Testte faktör bileşeninin ve hata teriminin durağanlığı ayrı ayrı araştırılır. Ortak faktör sayısının birden fazla olması halinde yinelemeli bir süreç işlemektedir. n. ortak faktörün birim kök testi için H_0: λ_n <1, gözlenemeyen hata teriminin birim kök testi için H_0: ρ_i<1 boş hipotezleri test edilir. Bu amaçla faktör ve hata terimi için ayrı ayrı ADF istatistiği hesaplanır. Panelin zaman boyutu küçük olduğunda ADF istatistiklerinin gücü zayıfladığı için havuzlanmış istatistiklere başvurulur. Bai ve Ng (2004) bu amaçla Maddala ve Wu (1999) ve Choi (2002) tarzı iki istatistik hesaplar. Bu istatistikler aşağıda verilmiştir.

$$P_{\hat{e}}^{c} = \frac{-2\sum_{i=1}^{N}\log P_{\hat{e}}^{c}(i) - 2N}{\sqrt{4N}} \tag{3.41}$$

$$P_{\hat{e}}^{T} = \frac{-2\sum_{i=1}^{N}\log P_{\hat{e}}^{T}(i) - 2N}{\sqrt{4N}} \tag{3.42}$$

Uygulanan bir diğer ikinci nesil birim kök testi Pesaran (2007) testidir. Diğerleri gibi N>T iken kullanılabilen bir testtir. Im vd. (2003)'ün yatay kesitsel olarak genişletilmiş halidir. Kesitler arası heterojenliği dikkate alabilir. Yatay kesitler için CADF (cross sectionally augmented ADF) istatistiği, panelin geneli için

CIPS (cross sectionally augmented IPS) istatistiği üretir. CIPS istatistiği yatay kesitler için elde edilen t istatistiğinin ortalamasını ifade etmektedir. T istatistiği aşağıdaki formülden elde edilmektedir:

$$t_i^*(N,T) = \frac{\sqrt{T-3}(\Delta Y_i' \overline{M}_w Y_{it-1}}{(\Delta Y_i' \overline{M}_w \Delta Y_i)^{1/2}(Y_{it-1}' M_w' Y_{it-1})^{1/2}} \tag{3.43}$$

Panel geneli için anlam ifade eden CIPS istatistiği ise aşağıdaki gibi hesaplanmakta ve birim kök vardır sıfır hipotezinin test edilmesinde kullanılmaktadır.

$$CIPS^*(N,T) = N^{-1}\sum_{i=1}^{N} t_i^*(N,T) \tag{3.44}$$

Örneklemi oluşturan ülkelerin serilerinde yapısal kırılmalar bulunması nedeniyle ayrıca kırılmaları dikkate alabilen birim kök testleri de uygulanmıştır. Uygulanan ilk test Im vd. (2003) testidir. Bu test Lee ve Strazicich (2003,2004)'de zaman serileri için geliştirilen birim kök testinin panel versiyonudur. Testte aşağıdaki gibi bir modelden yola çıkılır.

$$Y_{it} = \beta_{it}' X_{it} + e_{it} \tag{3.45}$$

Eşitlik 3.45'deki hata terimi ise aşağıdaki gibi yapılandırılmaktadır.

$$e_{it} = \alpha_{it} + e_{it-1} + \varepsilon_{it} \tag{3.46}$$

i= 1,2 ...N ve t= 1,2,....T iken ε_{it} yatay kesitler arasında sabit olmayan ve çapraz korelasyonun yokluğu varsayılan hata terimini ifade etmektedir. X_{it} ise sabit, trend ve sabit ve/veya trenddeki kırılmaları içeren dışsal değişkenler vektörünü temsil etmektedir. Test maksimum iki kırılmaya izin vermektedir. İki kırılmaya izin verilmesi durumunda ortalamada ve trendde kırılmayı temsil eden kukla değişkenler şu şekilde oluşturulmaktadır:

$$D1_{it} = \begin{cases} t > T_{B1,i} \text{ olduğunda} & 1 \\ \text{diğer durumlarda} & 0 \end{cases} \tag{3.47}$$

$$D2_{it} = \begin{cases} t > T_{B2i} \text{ olduğunda} & 1 \\ \text{diger durumlarda} & 0 \end{cases} \tag{3.48}$$

$$DT1_{it} = \begin{cases} t > T_{B1i} \text{ olduğunda} & \text{t - T}_{B1i} \\ \text{diger durumlarda} & 0 \end{cases} \tag{3.49}$$

$$DT2_{it} = \begin{cases} t > T_{B2i} \text{ oldugunda} & \text{t - T}_{\text{B2i}} \\ \text{diger durumlarda} & 0 \end{cases} \tag{3.50}$$

D sabitte kırılma kuklasını, DT trendde kırılma kuklasını ifade etmektedir. Kukla değişkenlerde yapısal kırılma tarihi T_B ile gösterilmiştir ve yatay kesitler arasında farklılaşmasına izin verilmektedir. Seçilen trimming parametresine göre belirlenen aralıkta test istatistiğini minimum yapan tarihler, kırılma tarihi olarak belirlenir. Hipotez testi esnasında hem boş hipotezde hem de alternatifinde yapısal kırılmaların varlığını dikkate alındığı için bu test önemli bir avantaja sahiptir. Temel hipotez yine tüm serilerde birim kök vardır şeklindedir. Hesaplanan LM istatistiği ise aşağıdaki gibidir:

$$LM_{NT} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} LM_{ti} \tag{3.51}$$

Analizde kullanılan bir diğer yapısal kırılmalı birim kök testi Carrion-i Silvestre vd. (2005) testidir. Hadri (2000)'de sunulan ve temel hipotezi durağanlık olan birim kök testinin yapısal kırılmaları dikkate alabilecek şekilde genişletilmiş halidir. Dolayısıyla KPSS türü bir istatistik hesaplamaktadır. Yatay kesitler arasında sayı ve tarih açısından farklılaşan kırılmalara izin vermektedir. Test istatistiğinin hesaplanmasında kullanılan olan model aşağıdaki şekilde gösterilebilir.

$$yit = \alpha_i + \sum_{k=1}^{m_i} \theta_{ik} DT_{ikt} + \sum_{k=1}^{m_i} \gamma_{ik} D_{ikt} + \beta_{it} + \varepsilon_{it} \tag{3.52}$$

Burada i kesit boyutunu, t ise zaman boyutunu göstermektedir. T deterministik trendi ifade etmektedir. εit~iid(0, σ²)'dir. Sabitte ve trenddeki kırılmaları ifade etmek üzere kukla değişkenler aşağıdaki gibi oluşturulur:

$$DT_{ikt} = \begin{cases} t > T_{bk}^{i} \text{ olduğunda} & \text{t - T}_{\text{bk}}^{\text{i}} \\ \text{diğer durumlarda} & 0 \end{cases} \tag{3.53}$$

$$D_{ikt} = \begin{cases} t > T_{bk}^{i} \text{ olduğunda } 1 \\ \text{diger durumlarda } 0 \end{cases} \quad (3.54)$$

D sabitte kırılmayı ifade eden kukla değişken, DT ise trendde kırılmayı ifade eden kukla değişkendir. Sonuç olarak bu testten elde edilen standartlaştırılmış LM istatistiği şu şekildedir.

$$Z(\lambda) = \frac{\sqrt{N}(LM(\lambda)-\bar{\xi})}{\bar{\varsigma}} \sim N(0,1) \quad (3.55)$$

$Z(\lambda)$, $T \to \infty$ ve $N \to \infty$ iken asimptotik olarak standart normal dağılmaktadır. Bu formülde $\bar{\xi} = N^{-1}\sum_{i=1}^{N}\xi_i$ ve $\bar{\zeta} = N^{-1}\sum_{i=1}^{N}\zeta_i^2$ 'dir. $\xi_i = A\sum_{k=1}^{m_i+1}(\lambda_{ik}-\lambda_{ik-1})^2$ ve $\zeta^2 = B\sum_{k=1}^{m_i+1}(\lambda_{ik}-\lambda_{ik-1})$ şeklinde hesaplanmaktadır. Eşitlik 3.55'de verilen istatistik kırılma tarihlerine göre farklı değerler almaktadır. Bu nedenle kırılma tarihlerinin belirlenmesi süreci önemlidir. Bu test Bai ve Perron (1998) süreciyle kırılma yer ve sayısını hesaplamaktadır. Uygun gecikme sayısı hesaplamasında ise Schwarz kriterinden yararlanılmaktadır.

Carrion-i Silvestre vd. (2005) testi, test edilen seride yatay kesit bağımlılığının bulunması halinde asimptotik normalite varsayımında bulunulamayacağı için kritik değerleri bootstrap metodolojisi ile tespit eder.

Bir sonraki aşama, panel eğim katsayılarının homojenlik varsayımının test edilmesidir. Eğim katsayılarının homojenliğinin test edilmesi için Swamy (1970)'in standartlaştırılmış versiyonu olan Pesaran ve Yamagata (2008) $\tilde{\Delta}$ testi kullanılmıştır. Pesaran ve Yamagata (2008) şu hipotezleri test etmektedir: H_0: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \ldots = \beta_N$ tüm β'lar için ve H_1: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \ldots \neq \beta_N$ en azından bir β için. Bu yaklaşımda ilk etapta Swamy istatistiğinin geliştirilmiş şekli hesaplanır:

$$\tilde{S} = \sum_{i=1}^{N}(\hat{\beta}_i - \tilde{\beta}_{WFE})' \frac{x_i M_\tau X_i}{\tilde{\sigma}_i^2} (\hat{\beta}_i - \tilde{\beta}_{WFE}) \quad (3.56)$$

Burada $\hat{\beta}_i$ havuzlanmış EKK tahmincisini,, $\tilde{\beta}_{WFE}$ ağırlıklandırılmış sabit etkiler tahmincisini, M_τ birim matrisi,

$\tilde{\sigma}_i^2$ varyansın tahmincisini göstermektedir. $\tilde{S}$ düzenlenerek $\tilde{\Delta}$ istatistiği aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\tilde{\Delta} = \sqrt{N}\left(\frac{N^{-1}\tilde{S} - k}{\sqrt{2k}}\right) \tag{3.57}$$

(N, T) → ∞ ve $\sqrt{N}/T \to \infty$ iken hata terimleri normal dağıldığı sürece $\tilde{\Delta}$ test istatistiği asimptotik normal dağılıma sahip olmaktadır. Küçük örneklem özelliklerini geliştirebilmek için $\tilde{\Delta}$'nin sapmalara karşı düzeltilmiş versiyonu geliştirilmiştir:

$$\tilde{\Delta}_{adj} = \sqrt{N}\left(\frac{N^{-1}\tilde{S} - E(\tilde{z}_{it})}{\sqrt{\text{var}(\tilde{z}_{it})}}\right) \tag{3.58}$$

3.2.2.2. Ortak ilişkili etkiler ortalama grup tahmincisi (CCEMG)

Aşağıdaki gibi bir heterojen panel veri modelinde,

$$y_{it} = x_{it}'\beta_i + e_{it}, \quad \text{i} = 1,..., \text{N}; \text{t} = 1,..., \text{T} \tag{3.59}$$

x_{it} açıklayıcı değişkenler vektörünü göstermektedir. Hata terimi yatay kesitleri arasında korelasyonlu bir yapıdadır, $e_{it} = \gamma_i' f_t + \varepsilon_{it}$. Bağımlılık birden fazla faktöre bağlı olabilmektedir. Hata terimleri gibi açıklayıcı değişkenler de gözlenemeyen ortak faktörlerin etkisi altında olabilmektedir. Bu durumu şu şekilde gösterebiliriz,

$$x_{it} = \Gamma_i' f_t + \nu_{it}, \quad \text{i=1,...,N; t=1,....,T} \tag{3.60}$$

Eşitlik 3.60'da Γ_i' yatay kesite özel yük matrisini, ν_{it} ise bozulmaları göstermektedir. Böyle bir modelde açıklayıcı değişkenler ile hata terimi korelasyonlu olduğu için yatay kesitlere özgü EKK tahminleri sapmasız olmayacaktır (Baltagi vd., 2016:177). Bu nedenle Pesaran (2006), genişletilmiş data kullanarak β_i'nin CCE tahmincisini geliştirmiştir. CCEMG tahmincisi ise her bir yatay kesit için oluşturulan otoregresif dağıtılmış gecikmeli modellerin (ARDL: Autoregressive Distributed Lag) parametrelerini ayrı ayrı tahmin eder. Birimlere ait parametrelerin ortalaması ise panele ait genel katsayıyı temsil etmektedir:

$$\hat{\beta}_{CCE,i} = (X_i'\overline{M}_w X_i)^{-1} X_i'\overline{M}_w y_i \tag{3.61}$$

iken

$$\hat{\beta}_{CCEMG} = N^{-1}\sum_{i=1}^{N}\hat{\beta}_{CCE,i} \tag{3.62}$$

CCEMG tahmincisinin genel özellikleri ve bu çalışmada tahminci olarak seçilmesinin sebepleri şu şekilde özetlenebilir. CCEMG asimptotik olarak (T veya N'nin yakınsama hızlarından bağımsız) büyük örneklemlerde olduğu kadar küçük örneklemlerde de sapmasızdır. Eşbütünleşme ilişkisinin test edilmesini gerektirmez. Eğim katsayılarındaki heterojenliği ve yatay kesitler arasındaki bağımlılığı hesaba katabilir. Yapısal kırılma, aykırı gözlem ve otokorelasyona dayanıklı bir tahmincidir (Pesaran, 2006; Kapetanios vd., 2011; Baltagi vd., 2016; Jaraitė vd., 2015:12; Elbadawi ve Soto, 2012:14-15).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölüm önceki bölümde oluşturulan modellerin ekonometrik tahmin sürecinin gerçekleştirilmesine adanmıştır. Tahminler sonucu elde edilen bulgular her bir model için sırasıyla alt bölümlerde sunulmuştur. Son alt bölümde ise tahmin bulguları özetlenmekte ve bulgulara uygun olarak olası politika çıkarsamaları ortaya konulmaktadır. Ayrıca elde edilen bulgular ile literatürde yer alan farklı çalışmaların bulguları benzerlik ve farklılıklar açısından bu bölümde incelenmektedir.

4.1. Yenilenebilir Enerji ve Eğitim Düzeyi İlişkisini Ele Alan Modeller İçin Analiz Sonuçları

Bu bölümde ilk olarak okullaşma oranlarını içeren modeller, daha sonra kamu eğitim harcamalarını ve ar&ge harcamalarını içeren modelin tahmin sonuçlarına yer verilmiştir. Yapılan tahminler genel olarak bir toplumdaki bilgi stokunun artışıyla yenilenebilir enerji kullanımı arasında pozitif yönlü ve istatistiki olarak anlamlı bir ilişkinin varlığını ortaya koymuştur.

4.1.1. Model I ile II için analiz sonuçları

Model I ve II'nin analizine ilk olarak kullanılan değişkenler hakkında betimleyici istatistiklerin elde edilmesi ile başlanmıştır. Takip eden alt bölümde betimleyici istatistiklere ve çeşitli grafiklere yer verilmiştir.

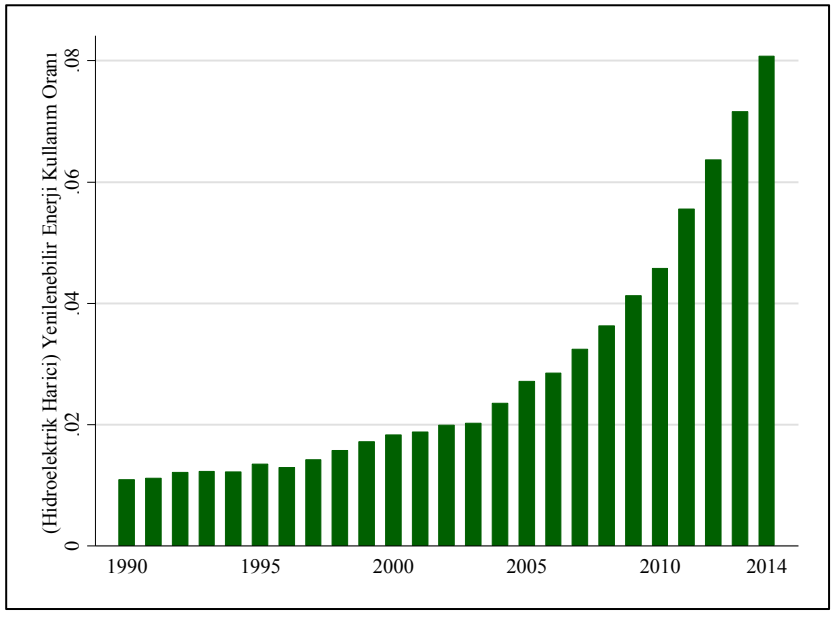
4.1.1.1. Model I ve II'yi oluşturan değişkenler için betimleyici istatistikler

Modellerde bağımlı değişken olarak kullanılan (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranı değişkenine ait histogram ve örnekleme ait eksik gözlem tablosu Tablo 3.3. ve Şekil 3.1.'de sunulduğu için bu bölümde tekrarlanmamıştır. Modellerde yer alan değişkenlere ait özet istatistikler ise Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Model I ve II'de kullanılan değişkenlere ait özet istatistikler

Değişken	Gözlem Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	Min	Max
YE	1550	0,029	0,055	0,000	0,567
OÖ	1319	92,547	21,865	2,040	164,812
YÖ	1275	44,247	23,593	2,135	110,263
GDP	1527	20,987	20,092	0,400	91,594
TA	1527	71,971	36,776	13,753	220,407
ET	1550	0,031	0,067	-0,626	0,566
CO_2	1498	8,356	8,402	0,121	70,985
PF	1550	56,513	32,429	18,490	117,229
KÜ	1547	0,496	1,320	0,000	12,244
PÜ	1547	3,608	10,718	0,000	68,285
GÜ	1547	1,896	6,525	0,000	76,068
HP	1529	21,021	25,759	0,000	99,623
NP	1529	11,985	19,607	0,000	87,986

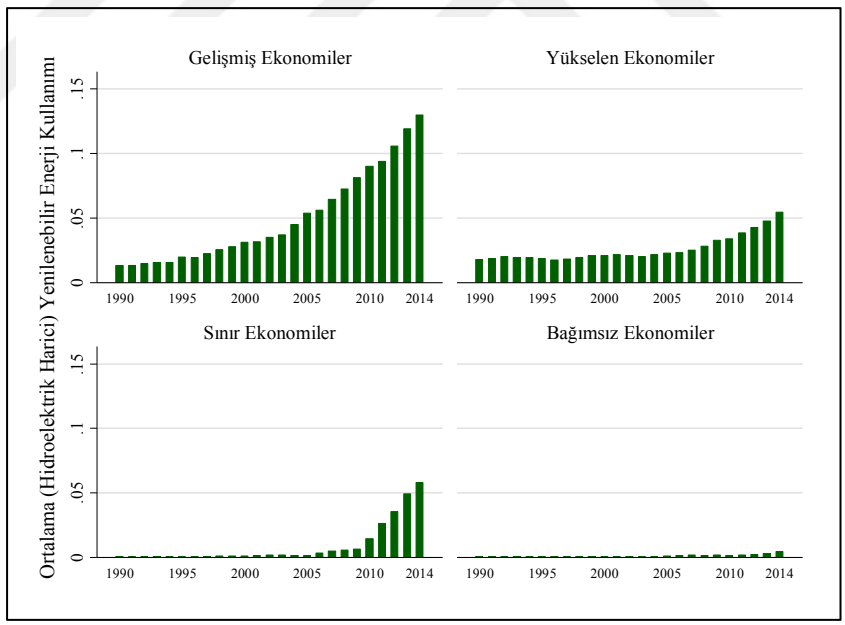
Şekil 4.1.'de 62 ülkeli ana panel için yıllara göre ortalama (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranları verilmiştir. Verilenlere göre 90'ların ikinci yarısından itibaren yenilenebilir enerji kullanımı analize konu ülkelerde genel olarak artış göstermektedir.



Şekil 4.1. Yıllara göre ortalama (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranları

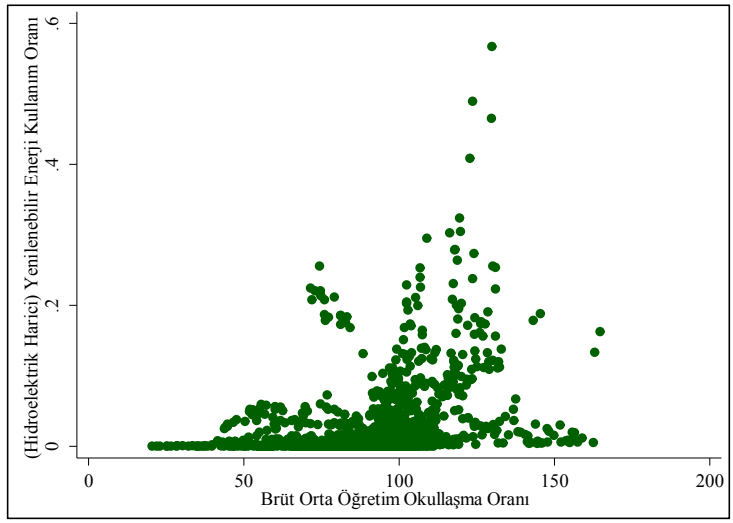
Şekil 4.1.'de gözlenen artışın genel olarak hangi ülke grubunda yer alan ülkeler kaynaklı olduğunun tespit edilmesi ve ülke grupları bazında yenilenebilir enerji kullanımının yıllara göre seyrini gözlemleyebilmek için Şekil 4.2.

oluşturulmuştur. Şekil 4.2.'den görüldüğü üzere gelişmiş ekonomiler grubunda (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranlarının, ülkelerin kendi enerji arzları içerisindeki payının düşük olmasına rağmen diğer ülke gruplarına göre oldukça yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu anlamda gelişmiş ekonomileri yükselen ekonomiler takip etmektedir. Fakat yükselen ekonomilerde ortalama (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranlarının % 5 oranını ancak 2014 sonunda geçtiği görülmektedir. Sınır ekonomiler olarak tabir edilen ve listesi Tablo 3.1.'de verilen ülke grubunda ise 2010 itibariyle sektör hızlı gelişme göstermiştir ve 2014 yılı ortalaması itibariyle yükselen ekonomileri az bir farkla geçtiği görülmektedir. Büyük çoğunluğunu Suudi Arabistan, İran, Azerbaycan, Özbekistan, Venezuela, Cezayir gibi fosil yakıtlar açısından zengin fakat az gelişmiş ülkelerin oluşturduğu diğer bağımsız ekonomiler grubunda ise beklendiği üzere (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanımının çok çok düşük olduğu görülmektedir. Bu grupta 2014 sonunda ortalama (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranı ancak % 0.4'e ulaşmıştır.



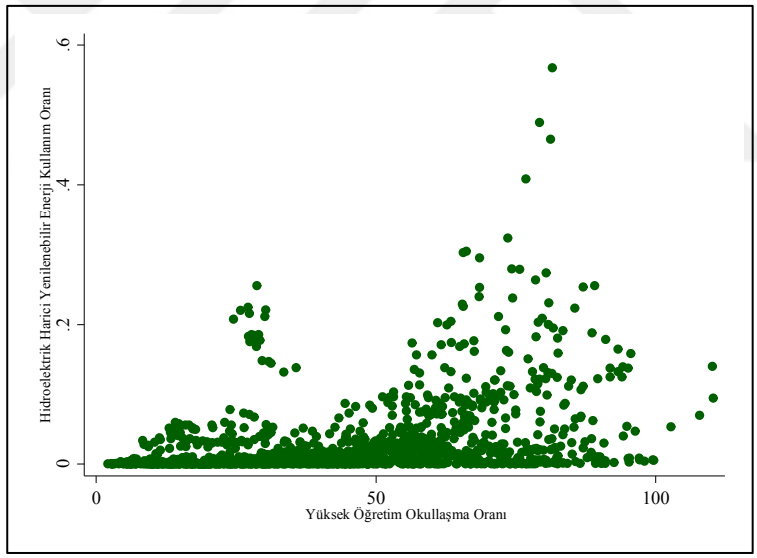
Şekil 4.2. Ülke gruplarına göre ortalama (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranları

Şekil 4.3.'de ana panel için orta öğretim okullaşma oranı ve (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranı değişkenlerine ilişkin serpme diyagram verilmiştir.



Şekil 4.3. Orta öğretim okullaşma oranı ve (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranının serpme diyagramı

Ana panel için yükseköğretim okullaşma oranı ve (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranı değişkenlerine ilişkin serpme diyagram ise Şekil 4.4.'de verilmiştir.



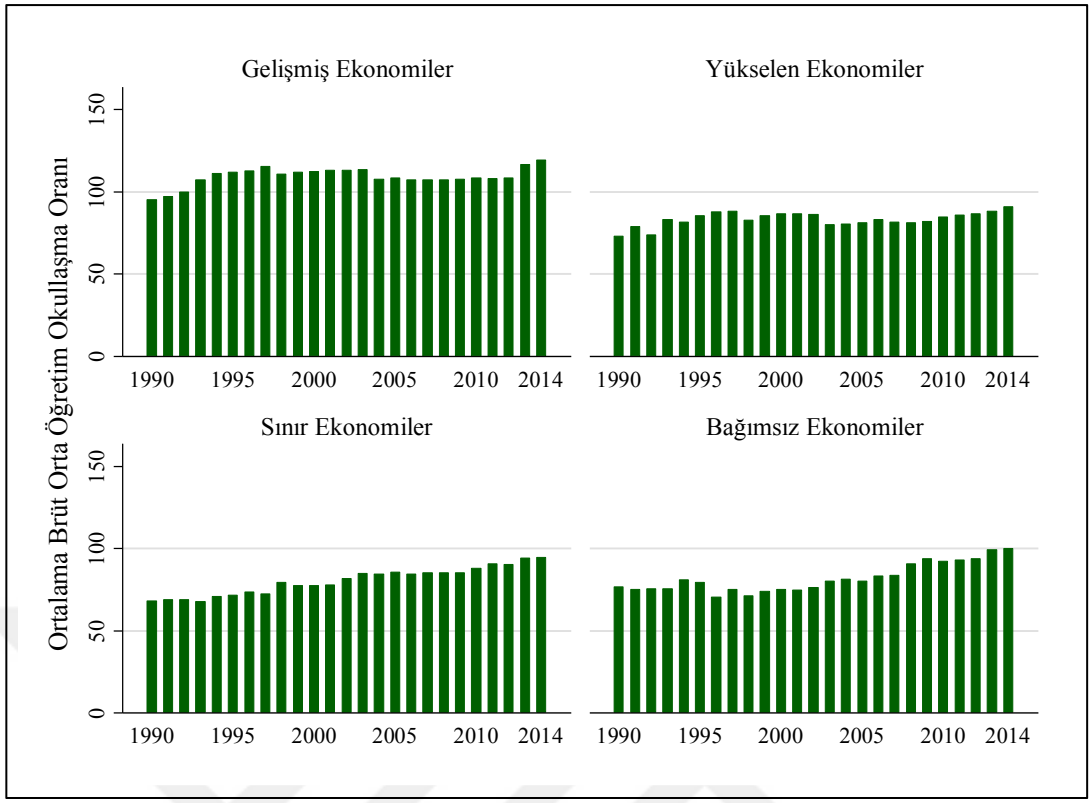
Şekil 4.4. Yükseköğretim okullaşma oranı ve (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranının serpme diyagramı

Şekil 4.3. ve Şekil 4.4. incelendiğinde çok net olmamakla birlikte yüksek okullaşma oranlarının (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanımı üzerinde pozitif bir etkisi olduğu görülmektedir.

Bu aşamada örneklemde aykırı gözlemlerin varlığı da araştırılmıştır. Aykırı gözlemlerin nasıl ele alınacağı ilgili yapılan araştırmalar farklı görüşlerin mevcut olduğunu göstermiştir. Bir görüşe göre analizin konusuna ilişkin teorik veya

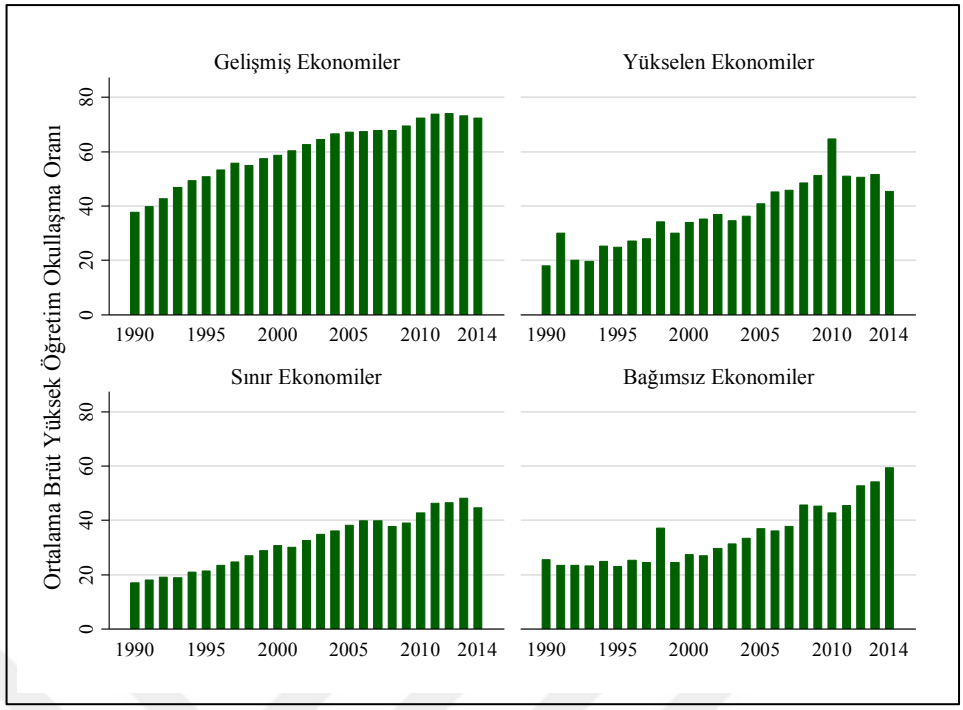
mantıksal bir neden bulunmaksızın istatistiksel bulgulara dayalı olarak aykırı gözlemlerin örneklemden atılmalarının örneklem seçim problemine ve bilimsel etik sorunlarına yol açacağını iddia etmektedir (Liu vd., 2002, Aguinis vd., 2013, Pollet and van der Meij, 2016; Orr vd., 1991). Diğer bir görüş ise aykırı gözlemlerin katsayı tahminini etkileyerek sapmalı sonuçlara sebep olacağını belirtmektedir. Bu görüşe sahip araştırmacılar çeşitli istatistiksel yöntemler ile aykırı gözlemler belirlendikten sonra eğer sonuç üzerinde etkinlerse takip eden seçeneklerden uygun olanın seçilmesini önermektedirler: a) gözlemler dönüştürülebilir b) örneklemden çıkarılabilir c) aykırı gözlemlere dayanıklı tahminci kullanılabilir d) iki sonuç da raporlanabilir (Obydenkova ve Salahodjaev, 2017:185; Luzzati ve Orsini, 2009:294; Kelly, 2011:5612-5613; Rolls vd., 1999:867, Cook ve Tang, 2010:76). Bu analizde ikinci görüşü takiben öncelikle istatistiki testler gerçekleştirilmiştir. Studentized kalıntı değerleri vasıtasıyla aykırı gözlemler belirlenmiştir. Ardından bu gözlemlerin katsayı tahminleri üzerinde dikkate alınması gereken bir etkisinin bulunup bulunmadığından emin olmak için Cook (1977) tarafından ortaya atılan Cook uzaklığı istatistiği hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçların 1'den küçük olması önemli bir aykırı gözlem sorununa işaret etmediği de görülmüştür. Bir başka eşik olarak literatürde verilen 4/(n-k-1) eşiğini aşan, zayıf da olsa etkin gözlem bulunup bulunmadığı da irdelenmiş ve bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu inceleme ana panelin yanı sıra alt panellerde de tekrarlanmış ve örneklemde aykırı gözlem sorunu olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Cook uzaklığı istatistiği eşik değerleri için Cook (1977) ve Fox (2009)'dan yararlanılmıştır.

Orta öğretim okullaşma oranı ve yüksek öğretim okullaşma oranı değişkenlerinin yıllar içinde aldığı değerlerin izlenebilmesi için Şekil 4.5. ve Şekil 4.6. oluşturulmuştur. Şekil 4.5.'den görüldüğü üzere gelişmiş ekonomiler orta öğretim okullaşma oranı açısından da diğer ülke gruplarından ileridedir. Ortalamalardan anlaşıldığı üzere bu grup ülke vatandaşlarının tümü orta öğretim olanaklarından yararlanma imkanına sahip olmakta ve yararlanmaktadır. Diğer üç gelişmekte olan ülke grubu ise orta öğretim okullaşma oranları açısından benzerlik göstermekle birlikte sadece eski Sovyet ekolünden ülkeler barındıran bağımsız ekonomiler grubunun 2013 itibariyle % 100'e ulaşabildiği görülmektedir. Yükselen ekonomiler ve sınır ekonomiler grubu ülkeleri 2014 yılı sonu itibariyle % 100 okullaşma seviyesine erişememişlerdir.



Şekil 4.5. Yıllara göre ortalama orta öğretim okullaşma oranı, brüt

Şekil 4.6.'da sunulan ortalama yükseköğretim okullaşma oranı verilerine bakıldığında gelişmiş ekonomilerin 1990 sonrasında yüksek öğretim okullaşma açısından yüksek bir seviyeye ulaştığı görülmektedir. 1990'da % 37.66 olan okullaşma oranının 2010 itibariyle % 72.36 seviyesine yükselmiştir. Yükselen ekonomiler grubu için ise ortalamanın 1990'da % 16'dan 2014'te % 44.55 düzeyine yükseldiği görülmektedir. Bir kısmı eski sovyet ekolü ülkelerden oluşan diğer ekonomiler grubunda 1990 yılı ortalama değerleri gelişmekte olan diğer ülke grupların daha yüksektir ve 2014 itibariyle % 59.33'e ulaşmıştır. Bağımsız ekonomiler ve yükselen ekonomiler grubunda diğer yıllardan ayrışmakta olduğu gözlenen (yükselen ekonomilerde 1991, 2010 yılı ortalamaları ve bağımsız ekonomilerde 1998 yılı ortalaması) yıllar bulunmaktadır. Bu ayrışan yıl ortalamalarının sebebi o yıllardaki eksik gözlemler olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 4.6. Yıllara göre ortalama yükseköğretim okullaşma oranı, brüt

4.1.1.2. Model I ve II için elde edilen bulgular

Görsel incelemeler sonrasında analize modellerin tahmini ile devam edilmiştir. PPML ve TPM tahmin yöntemleriyle 62 ülkeli örneklemin geneli için elde edilen baz sonuçlar Tablo 4.2.'de sunulmuştur. Tahminlerde değişen varyans ve dağılımsal varsayımların olası ihlaline karşı robust varyans-kovaryans matrisler ile çalışılmıştır.

Tablo 4.2.'de verilen sonuçlar hem orta öğretim okullaşma oranının hem de yükseköğretim okullaşma oranının yenilenebilir enerji kullanım oranı ile pozitif ilişkili olduğunu % 1 anlamlılık düzeyinde göstermektedir. Bir diğer ifadeyle analize konu olan ülkelerde okullaşma oranlarının yükselmesi bu ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımını olumlu etkilemektedir. Bu sonuç kullanılan her iki tahminci arasında tutarlıdır. Ayrıca iki aşamalı bir tahminci olan TPM tahmincisi, yöntemin ilk aşamasında yenilenebilir enerjiye yatırım yapma olasılığının da okullaşma oranları ile pozitif ilişkili olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla okullaşma oranı arttıkça bir yandan beşeri sermayenin niteliklerinin gelişmekte olduğu; diğer yandan artan çevre bilinci ile birlikte yenilenebilir enerji talebi artmakta olduğu söylenebilir.

Okullaşma oranlarına dair elde edilen sonuçlar incelendiğinde PPML tahmincisinin orta öğretim okullaşma oranının yenilenebilir enerji kullanımı

üzerindeki etkisini daha büyük olarak tahmin ettiği görülmektedir[2]. PPML tahmincisine göre orta öğretim okullaşma oranında gözlenecek 1 birimlik bir artış yenilenebilir enerji kullanım oranında yaklaşık %1 artışa neden olacaktır. TPM tahmincisinden elde edilen marjinal etkiye bakıldığında ise diğer değişkenler ortalamalarında sabit iken orta öğretim okullaşma oranındaki %1'lik artış yenilenebilir enerji kullanım oranını yaklaşık %0,06 artırmaktadır. Yüksek öğretim oranındaki 1 birimlik artışın yenilenebilir enerji kullanımı üzerindeki etkisini PPML yaklaşık olarak % 2 tahmin etmiştir. TPM'den elde edilen marjinal etkiye göre ise yüksek öğretim oranındaki %1'lik artışın yenilenebilir enerji kullanımında %0,056 artışa neden olacağını tahmin edilmiştir. Elde edilen bu pozitif yönlü sonuçlar literatürdeki genel beklenti ile uyuşmakta ve bu çalışmada test edilen eğitim düzeyindeki artış yenilenebilir enerji kullanımını artırır şeklindeki hipotezi doğrulamaktadır.

[2] Katsayıların yorumlanmasında Treiman (2009) ve Wooldridge (2008)'den yararlanılmıştır.

Tablo 4.2. Ana Panel İçin Model I ve II'nin tahmininden elde edilen sonuçlar

Tahminci	Model I				Model II			
	PPML	TPM			PPML	TPM		
		I. Aşama	II. Aşama	Marjinal Etki		I. Aşama	II. Aşama	Marjinal Etki
OÖ	0,0100519***	0,011443***	0,0006936***	0,000611***				
	[0,0037297]	[0,0041909]	[0,0001153]	[0,0000981]				
YÖ					0,0210999***	0,0227984***	0,0006215***	0,0005569***
					[0,0065815]	[0,0043623]	[0,0000943]	[0,0000792]
GDP	0,170665***	0,0492256**	0,0019924***	0,0017811***	0,114466*	0,0731438***	0,0028857***	0,0025513***
	[0,0633493]	[0,022669]	[0,0004315]	[0,0003684]	[0,0653248]	[0,0205139]	[0,0003675]	[0,0003096]
GDP^2	-0,0014442***	0,00062	-0,000014**	-0,000011**	-0,0011766**	-0,0001733	-0,0000252***	-0,0000218***
	[0,0004953]	[0,0005488]	[0,000006]	[0,000005]	[0,0005641]	[0,0004074]	[0,000005]	[0,000004]
ET	-0,6417919***	0,66933	-0,0981277***	-0,082794***	-0,5665837**	1,055893	-0,1064199***	-0,0901187 ***
	[0,2382967]	[0,9408346]	[0,0265815]	[0,0227777]	[0,2238881]	[0,9865232]	[0,026477]	[0,0227272]
$CO_{2,t-3}$	-0,1573547***	-0,0792085**	-0,0040161***	-0,0035583***	-0,1401252**	-0,0998204***	-0,005479***	-0,0048029***
	[0,0459548]	[0,0344683]	(0,0007271]	[0,0006231]	[0,0571744]	[0,0336421]	[0,0007313]	[0,0006235]
Kyoto	0,1632936	-0,04034	-0,001393	-0,0035583	0,1322081	0,0135038	-0,0052315	-0,0044708
	[0,1342878]	[0,2987597]	[0,0066757]	0,0057252	[0,1172614]	[0,3211809]	[0,0069246]	[0,0059463]
TA	0,0147729***	-0,0067876***	0,0000934*	0,000069	0,0159279***	-0,0069729***	0,0001286***	0,0001028**
	[0,0032272]	[0,001818]	[0,0000518]	[0,0000441]	[0,0032576]	[0,00183]	[0,0000489]	[0,0000417]
PF	0,0064024***	0,0171961***	0,0004254***	0,0003909***	0,0044985***	0,0129191**	0,0003775 ***	0,0003373***
	[0,0014736]	[0,0050172]	[0,0000981]	[0,0000836]	[0,0014766]	[0,005306]	[0,0001019]	[0,0000873]
PÜ	-0,0299483	-0,0649252***	-0,0012951***	-0,0012101***	-0,0502605	-0,0867368***	-0,0017374***	-0,0015812***
	[0,0505615]	[0,0191694]	[0,0004535]	[0,0003866]	[0,0488764]	[0,211288]	[0,000502]	[0,0004294]
GÜ	0,0889838	-0,01269	0,0002315	0,0001777	0,0857373	0,0886994**	0,0022774***	0,0020463***
	[0,0505615]	[0,0333457]	[0,0007044]	[0,0006044]	[0,0845533]	[0,0351222]	[0,0005544]	[0,0004721]
KÜ	-0,0409647	0,4767957***	-0,0063376***	-0,0046569***	0,0710077	0,3713848***	-0,0034972***	-0,0026053**
	[0,2889534]	[0,1359555]	[0,0014743]	[0,0012956]	[0,2236367]	[0,1357307]	[0,0013558]	[0,0011728]
HP_{t-3}	0,0057203	-0,00033	-0,0004351***	-0,0003724***	0,0121417	0,0007991	-0,0003692***	-0,0003157 ***

	[0,0097051]	[0,0029403]	[0,0000782]	[0,0000671]	[0,0113411]	[0,0032924]	[0,0000813]	[0,0000699]
NP_{t-3}	-0,0153601***	0,00339	-0,0009627***	-0,0008173***	-0,0184723***	-0,0022962	-0,0009548***	-0,000821***
	[0,0054525]	[0,0035557]	[0,0000856]	[0,0000738]	[0,0052994]	[0,0036581]	[0,0000848]	[0,0000732]
Sabit		-0,6088973*	-0,0328301***			-0,08053	0,00074	
		[0,3404644]	[0,0097073]			[0,0036581]	[0,006893]	
Yatay Kesit Sabit Etkiler	+				+			
Log Sahte Olabilirlik	-88,54916			1363,63750	-84,64021			1360,29080
Log Olabilirlik		-320,17	1683,81			-287,89	1648,18	
Gözlem Sayısı	1248	1248	1066	1248	1202	1211	1037	1211
Sahte R^2	0,21	0,3824			0,22	0,4224		
R^2			0,3275				0,3383	

* Parantez içindeki değerler White- Huber standart hataları ifade etmektedir. ***, ** ve * işaretleri sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.

Toplumların gelişmişliğinin en önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilen kişi başı milli gelir değişkeni için elde edilen sonuçlar incelendiğinde doğrusal olmayan bir ilişkinin tespit edildiği görülmektedir. Her iki tahminci de 62 ülkeli ana panelde kişi başı milli gelir ile yenilenebilir enerji kullanım oranı arasında doğrusal olmayan, ters U şeklinde bir ilişkiyi % 5 anlamlılık düzeyinde ortaya koymuştur. Tahmin sonuçlarına göre ekonomiler geliştikçe başlangıçta 0 olan (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam içindeki payı belirli bir gelir eşiğine ulaşılana kadar artmakta, daha sonra azalmaktadır. İlk aşamada ekonomik gelişmişlik arttıkça giderek yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanının kolaylaşması ve toplumda temiz çevre arzusunun artması beklenmektedir. Bu gelişmeler doğrultusunda yenilenebilir enerji sektörünün ekonomik gelişmelerden olumlu etkilenmesi söz konusu olabilecektir. Sonrasında belirli bir kişi başı milli gelir düzeyine erişildikten sonra sürdürülebilirlik, çeşitlilik arzusu, potansiyel kısıtları, sistem güvenliği ve dengeleme maliyetleri gibi nedenlerle yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji karmaları içerisindeki payının düşmeye başlayacağını söylenebilir. Tespit edilen doğrusal olmayan bu ilişki, eğitim-yenilenebilir enerji ilişkisinin ampirik olarak kanıtlanmasının yanı sıra bu çalışmanın literatüre önemli katkılarından biri olarak ele alınmaktadır. Yine TPM tahmincisinin ilk aşama sonuçlarına göre yenilenebilir enerji ilk kez yatırım yapma olasılığının kişi başı milli gelir artışında olumlu etkilendiği ve doğrusal ilişki içerisinde olduğu görülmektedir.

Kullanılan tahminciler genel anlamda ticari açıklığın yenilenebilir enerji kullanım oranı ve ilk kez yenilenebilir enerji yatırımı yapma olasılığı üzerinde pozitif etkisi olduğunu ortaya koymuştur. PPML tahmincisi ticari açıklığın bağımlı değişken üzerindeki etkisini Model I ve II'de sırasıyla yaklaşık % 1.5 ve % 1.6 olarak tahmin etmiştir. TPM ise marjinal etkiyi ikinci modelde yaklaşık % 0,0103 olarak tahmin etmiştir. Tüm ülkeleri içeren baz sonuçlar içerisindeki bu anlamdaki tek istisna Model I'in TPM ile tahmininde marjinal etkinin pozitif fakat istatistiksel olarak anlamsız elde edilmiş olmasıdır.

Kişi başı karbondioksit salınım miktarının ve elektrik tüketimindeki yıllık büyümenin bağımlı değişken üzerinde etkisine bakıldığında her iki değişkenin de yenilenebilir enerji ile % 1 anlamlılık seviyesinde negatif ilişkili olduğu görülmektedir. Bu değişkenlere ait elde edilen sonuçlar Zhao vd. (2013), Pfeiffer ve Mulder (2013), Marques ve Fuinhas (2011), Marques vd. (2010) ile uyumludur.

Elektrik tüketimi değişkenine dair sonuç, elektrik tüketimindeki yıllık büyüme hızlandıkça oluşan enerji açığının büyük oranda diğer yenilenemeyen kaynaklarla kapatıldığı şeklinde yorumlanabilir. Bu sonuçlar 1973'ten 2015'e kaynaklarına göre küresel enerji arzının verildiği Şekil 1.3. ile de uyumludur.

Karbondioksit salınımı ile ilgili elde edilen negatif ilişki de bu sürecin bir yansıması olarak ele alınabilir. Artan enerji ihtiyacı, artan fosil yakıt kullanımına ve artan zehirli sera gazı salınımına yol açmakta; yeterince farkındalık sahibi olmayan bireyler de bu sürece müdahil olmamaktadır denilebilir. Bu durumun sadece göreli olarak az gelişmiş toplumlarda gözleneceğini düşünmek de hatalı olabilir. Örneğin Whitmarsh (2009)'ün İngiltere için ortaya koyduğu bulgular bireylerde çevresel konulara karşı asimetrik bir yaklaşımın varlığını ortaya koymaktadır. Whitmarsh (2009)'a göre İngiltere gibi gelişmiş bir toplumda bile bireyler çevrenin korunmasına ilişkin hayat standartlarını etkilemeyecek (geri dönüşüm gibi) faaliyetlere gönüllü olurken, daha az araba kullanmak ya da enerjiye daha fazla ödemeyi kabullenmek gibi faaliyetleri benimsemekte zorlanmaktadırlar. Bu noktada eğitimin, çevresel hassasiyetlerin oluşması noktasındaki önemi yeniden ortaya çıkmaktadır denilebilir. Ayrıca şehirlerde hava kirliliğinin tolere edilebilir seviyi aşması durumunda bile her zaman ilk tercih yenilenebilir kaynaklar olmayabilmektedir. Örneğin doğalgaz gibi makul fiyatlı yatırımlara yönelinebilmektedir.

Tablo 4.2.'de raporlanan baz sonuçlar % 1 anlamlılık seviyesinde petrol fiyatları ile (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranı arasında pozitif ilişki göstermektedir. Literatürdeki genel beklentiyle uyumlu olan bu sonuçlar analize konu enerji kaynakları arasında ikame etkisine işaret etmektedir.

Diğer temiz enerji türleri olarak tanımlayabileceğimiz ve bu açıdan rekabet etkisinin ölçülebilmesi için modellere eklenen hidroelektrik ve nükleer enerji kaynaklarının birincil enerji tüketimi içerisindeki payları bir diğer kontrol değişkeni grubunu oluşturmaktadır. Tablo 4.2.'deki sonuçlara bakıldığında nükleer enerjinin birincil enerji tüketimi içerisindeki payı artıkça literatürdeki beklenti ile uyumlu olarak yenilenebilir enerji kullanım oranının düştüğü görülmektedir. Elde edilen sonuçlar % 1 anlamlılık düzeyinde geçerlidir. Dolasıyla yenilenemeyen fakat temiz bir enerji türü olan nükleer enerjinin payı arttıkça yenilenebilir enerji kaynaklarının cazibesinin azaldığı söylenebilir. Hidroelektrik enerjisi için ise tahminciler arasında tutarlı sonuçlara ulaşılamamıştır. TPM her iki model tanımlamasında da % 1

anlamlılık düzeyinde negatif ilişki ortaya koyarken PPML istatistiki olarak anlamlı bir ilişki yakalayamamıştır.

Benzer bir durum fosil yakıt üretimini simgeleyen değişkenler için de geçerlidir. TPM tahmincisi petrol ve kömür üretimi arttıkça yenilenebilir enerji kullanım oranının düşeceğini % 1 anlamlılık seviyesinde ortaya koymuştur. PPML ise bahsi geçen değişkenler arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki tespit edememiştir. Doğalgaz üretimi için ise her iki tahmincide istatistiki olarak anlamlı bir etki raporlayamamıştır.

Ülke grupları için ayrı ayrı yapılan tahminlerin sonuçlarına geçmeden önce son olarak Kyoto antlaşmasının yürürlüğe girişini temsil eden kukla değişkenin katsayısına ve anlamlılığına bakılırsa istatistiki olarak anlamlı bir ilişkinin tespit edilemediği görülmektedir. Bu durum kullanılan iki tahminci içinde geçerlidir.

Tablo 4.3. ve Tablo 4.4.'de ülke gruplarına göre Model I ve Model II'nin TPM ile elde edilen tahmin sonuçları yer almaktadır. PPML ile elde edilen tahminler ise Tablo 4.5.'de verilmiştir. Tablolarda yer alan sonuçlar incelendiğinde TPM tahmincisinin her 4 ülke grubu için orta öğretim okullaşma oranı ile bağımlı değişken arasında % 1 anlamlılık düzeyinde pozitif ilişki tespit ettiği görülmektedir. Bu tahminciye göre orta öğretim okullaşma oranının ortalama marjinal etkisi en yüksek gelişmiş ekonomiler grubundadır. Gelişmiş ekonomileri sırasıyla yükselen ekonomiler, sınır ekonomiler ve bağımsız ekonomiler izlemektedir. Dolayısıyla daha gelişmiş bir ekonomik ve finansal ortamda eğitimin etkisinin yenilenebilir enerji kullanımına daha güçlü yansıdığı söylenebilir. PPML ile yapılan tahminlere bakıldığında orta öğretim okullaşma oranının yenilenebilir enerji kullanım oranı üzerindeki pozitif etkisinin gelişmiş ve sınır ekonomiler için sırasıyla %1 ve % 5 anlamlılık düzeyinde teyit edildiği görülmektedir. Fakat aynı şey yükselen ve bağımsız ekonomiler için söylenememektedir. PPML'de en güçlü etkiyi yine gelişmiş ekonomiler panelinde yakalayabilmiş görünmektedir. Özetle, finansal ve ekonomik gelişmişliğin eğitimin olumlu etkilerini, bir anlamda kalitesini artırdığı söylenebilir.

Tablo 4.3. Model I'in ülke gruplarına göre TPM yöntemiyle elde edilen tahmin sonuçları

	Gelişmiş Ekonomiler		Yükselen Ekonomiler		Sınır ekonomiler		Bağımsız Ekonomiler	
	EKK	Marjinal Etki TPM	EKK	Marjinal Etki TPM	EKK	Marjinal Etki TPM	EKK	Marjinal Etki TPM
OÖ	0,0016008***	0,0015824***	0,0013391***	0,0012788***	0,0010299***	0,0006281***	0,0001654***	0,0000849***
	[0,000181]	[0,0001799]	[0,0001909]	[0,0001753]	[0,0003312]	[0,0002408]	[0,0000546]	[0,0000253]
GDP	0,0032755***	0,0031661***	-0,008209***	-0,00427***	0,0062775**	0,0037335*	-0,0004094	0,0001338
	[0,0007513]	[0,0007576]	[0,0017726]	[0,0016607]	[0,0031069]	[0,0020232]	[0,0005196]	[0,0002222]
GDP^2	-0,0000339***	-0,0000318***	0,0002571***	0,000204***	-0,0002017	-0,0001278	-0,0000677***	-0,0000357***
	[0,00000001]	[0,0000001]	[0,00005]	[0,0000453]	[0,0001541]	[0,0001038]	[0,0000252]	[0,0000108]
ET	-0,0970709**	-0,0983155**	-0,0845622	-0,0926649*	-0,0595441**	-0,0422448**	0,0180211***	0,0058339*
	[0,0413024]	[0,040817]	[0,0521741]	[0,0477046]	[0,0259231]	[0,0178769]	[0,006815]	[0,0032474]
$CO_{2,t-3}$	-0,0039645***	-0,0038004***	-0,0030285	-0,0044088**	-0,0074229***	-0,0047899***	0,001123***	0,0006552***
	[0,0009003]	[0,000901]	[0,0021541]	[0,0019508]	[0,0019288]	[0,001321]	[0,0002751]	[0,0001245]
Kyoto			-0,0037335	-0,0044454	-0,0201175**	-0,0145434**	0,0005077	0,0005482
			[0,0090755]	[0,0083527]	[0,0102788]	[0,0071387]	[0,0018302]	[0,00083]
TA	-0,0002918***	-0,0002858***	0,0005816***	0,0003842***	0,0005621***	0,0003975***	0,0000393*	0,0000000
	[0,0000843]	[0,0000823]	[0,0000895]	[0,0000848]	[0,0001575]	[0,0001096]	[0,0000219]	[0,0000121]
PF	0,0010438***	0,001021***	-0,0000186	0,0000126	0,0003605**	0,0002141*	0,0000243	0,0000182
	[0,0000789]	[0,0000771]	[0,0001388]	[0,0001296]	[0,0001673]	[0,000115]	[0,000028]	[0,0000131]
PÜ			0,0265863***	0,0121601**	0,0078928**	0,0053561**	0,0009246***	0,0000855
			[0,0063413]	[0,0060858]	[0,0034336]	[0,0023548]	[0,000318]	[0,000173]
GÜ			-0,0269767***	-0,0147792***	-0,042329**	-0,0276937**	-0,0001293	-0,0001372
			[0,0061486]	[0,00574]	[0,0192617]	[0,0133325]	[0,000216]	[0,0001424]

KÜ	-0,0108307***	- 0,010756***	-0,0096853*	-0,0102605**	-0,0176032*	-0,0106965*	-0,0401924***	-0,0441909***
	[0,0017598]	[0,0017936]	[0,0053477]	[0,0049112]	[0,0092348]	[0,0063092]	[0,0129182]	[0,0130684]
HP_{t-3}	-0,0003825***	-0,0003329**	-0,0003066***	-0,0002309	-0,0004043	-0,0002134	0,0002418***	0,0001051***
	[0,0001123]	[0,0001467]	[0,0001196]	[0,0001538]	[0,0003709]	[0,00025]	[0,0000319]	[0,0000153]
NP_{t-3}	-0,0011233***	-0,0010825***	-0,0008741***	-0,0011406***	-0,0014651***	-0,000935***	0,0005666***	0,0002361***
	[0,0001157]	[0,00012]	(0,0002549]	[0,0002365]	[0,0001986]	[0,0001427]	[0,0002072]	[0,0000874]
Sabit	-0,1524259***		-0,0397684***		-0,0661786***		-0,0247492***	
	[0,0241653]		[0,0147217]		[0,0179845]		[0,0051401]	
Log Sahte Olabilirlik		771,93916		666,83916		237,9976		282,16112
Log Olabilirlik	778,784		698,7046		270,4908		311,7673	
Gözlem Sayısı	509	521	372	413	115	169	70	128

* Parantez içindeki değerler White- Huber standart hataları ifade etmektedir. ***, ** ve * işaretleri sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.4. Model II'nin ülke gruplarına göre TPM yöntemiyle elde edilen tahmin sonuçları

	Gelişmiş Ekonomiler		Yükselen Ekonomiler		Sınır ekonomiler		Bağımsız Ekonomiler	
	EKK	Marjinal Etki TPM	EKK	Marjinal Etki TPM	EKK	Marjinal Etki TPM	EKK	Marjinal Etki TPM
YÖ	0,0020362***	0,0019297***	0,0005639***	0,0006154***	0,0005785**	0,0001286	0,0000194	0,0000172
	[0,0001958]	[0,0002134]	[0,000165]	[0,0001464]	[0,0002515]	[0,0002445]	[0,0000403]	[0,0000216]
GDP	0,0056567***	0,0055695***	-0,0037673***	-0,0021899*	0,0095182**	0,0056611**	0,0006867	0,0003933
	[0,0007482]	[0,0007669]	[0,0013552]	[0,0012965]	[0,0037259]	[0,0024412]	[0,0006025]	[0,0002908]
GDP^2	-0,0000529***	-0,0000561***	0,0001278***	0,0001045***	-0,000413**	-0,0003094**	-0,0000497***	-0,000027***
	[0,00007048]	[0,0000123]	[0,0000368]	[0,0000334]	[0,0001882]	[0,0001424]	[0,0000162]	[0,000001]
ET	-0,093859**	-0,0822919*	-0,1504231***	-0,13666***	-0,0453576*	-0,0296961	-0,0012799	-0,0005632
	[0,0409777]	[0,0432473]	[0,0511052]	[0,0465467]	[0,0271419]	[0,0193031]	[0,0048489]	[0,0023641]
$CO_{2,t-3}$	-0,0104393***	-0,0097889***	-0,0048914***	-0,0048691***	-0,0046636**	-0,0032065**	0,0005537***	0,0003441***
	[0,0011052]	[0,0013014]	[0,0017944]	[0,0016129]	[0,0022681]	[0,0015869]	[0,0001762]	[0,0000888]
Kyoto			-0,0040991	-0,0035475	-0,0257593**	-0,0215737***	-0,0026506**	-0,0012581*
			[0,0092679]	[0,0084597]	[0,0109206]	[0,0077047]	[0,0013139]	[0,0006472]
TA	-0,0000528	-0,0000829	0,0003103***	0,0002155***	0,0007664***	0,0005266***	0,0000229*	0,0000037
	[0,0000792]	[0,0000975]	[0,0000795]	[0,0000773]	[0,000166]	[0,0001189]	[0,0000133]	[0,000001]
PF	0,0003885***	0,0004046***	0,00012	0,0001051	0,00038**	0,0002198*	0,0000361*	0,0000232**
	[0,0000991]	[0,0001049]	[0,0001413]	[0,000129]	[0,0001763]	[0,0001246]	[0,0000188]	[0,000001]
PÜ			0,0004249	-0,0005668	0,0092539**	0,0081022**	0,0001187	-0,00000963
			[0,0021526]	[0,0020427]	[0,0044411]	[0,0037196]	[0,0004985]	[0,0002408]
GÜ			-0,0039634**	-0,0030936*	-0,0232411	-0,0156697	-0,0002284	-0,000112
			[0,001805]	[0,0016246]	[0,0196991]	[0,0138242]	[0,0002263]	[0,0001188]
KÜ	-0,0030963**	-0,0044989	-0,0013121	-0,0029758	-0,0288086***	-0,0145037*	-0,0229039***	-0,0189748***

	[0,0015608]	[0,0031654]	[0,0054639]	[0,005088]	[0,0104839]	[0,00769]	[0,0087351]	[0,0063952]
HP_{t-3}	-0,000662***	-0,0006888***	-0,0001125	-0,0001748	-0,0010391***	-0,0004456	0,0002561***	0,0001207***
	[0,0001205]	[0,0001357]	[0,0001129]	[0,000109]	[0,0003906]	[0,0002882]	[0,0000311]	[0,0000159]
NP_{t-3}	-0,0012556***	-0,001266***	-0,0002652	-0,0004271*	-0,0016444***	-0,0008679***	0,0003366**	0,0003086***
	[0,0001164]	[0,0001327]	[0,0002524]	[0,0002347]	[0,0002225]	[0,0002039]	[0,0001454]	[0,0001115]
Sabit	-0,0758561***		0,036518***		-0,0296093**		-0,0082054***	
	[0,0191092]		[0,0095409]		[0,0133673]		[0,0019876]	
Log Sahte Olabilirlik		743,03963		672,97107		226,6494		323,2956
Log Olabilirlik	748,2093		692,8339		247,2394		353,5935	
Gözlem Sayısı	484	495	374	411	106	152	73	153

* Parantez içindeki değerler White- Huber standart hataları ifade etmektedir. ***, ** ve * işaretleri sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.5. Model I ve II'nin ülke gruplarına göre PPML ile elde edilen tahmin sonuçları

	Model I				Model II			
	Gelişmiş Ekonomiler	Yükselen Ekonomiler	Sınır Ekonomiler	Bağımsız Ekonomiler	Gelişmiş Ekonomiler	Yükselen Ekonomiler	Sınır Ekonomiler	Bağımsız Ekonomiler
OÖ	0,0122462***	0,00590	0,0409963**	0,0118899				
	[0,0041443]	[0,0003036]	[0,016452]	[0,0111761]				
YÖ					0,01421**	0,0339108***	0,0103185	0,0005101
					[0,0062796]	0,0066372	[0,0207317]	[0,0204779]
GDP	0,1378642**	0,00030	0,002124***	-2,143099**	0,1326466**	0,0952132	2,44035***	-0,2732218
	[0,0605367]	[0,0002367]	[0,0008068]	[0,9975443]	[0,06091]	0,2449576	[0,8496151]	[0,6349855]
GDP^2	-0,0013182**	-0,0000001	-0,000001**	0,2082543**	-0,0014838***	-0,0025823	-0,0738161***	0,0680948
	[0,0005182]	[0,00000]	[-0,0000001]	[0,0983382]	[0,0004925]	0,0049362	[0,0262997]	[0,0532485]
ET	-0,3490198	-1,961077***	-2,16492***	-1,418577	-0,2820969	-1,514546**	-2,240702***	-1,285582
	[0,2168559]	[0,6552621]	[0,4086645]	[1,551412]	[0,2527954]	0,6158155	[0,6871529]	[1,685389]
$CO_{2,t-3}$	-0,2060082***	0,1841957	-0,2696119	-0,3901007**	-0,2085545***	0,0956707	-0,2309905	-0,2580925**
	[0,0401697]	[0,1897419]	[0,3578282]	[0,1773175]	[0,0551473]	0,1976092	[0,340086]	[0,1262375]
Kyoto	0,4182392***	-0,2074009	-1,30633**	3,322118***	0,3468035**	-0,062025	-1,435339***	-0,1849401
	[0,1140618]	[0,1420195]	[0,5846891]	[1,117295]	[0,1539018]	0,0806188	[0,5088038]	[0,9244258]
TA	0,012169***	0,0117856***	0,04817***	-0,024722**	0,0120591***	0,0129529***	0,0406801***	-0,022779*
	[0,0034523]	[0,0032355]	[0,0118354]	[0,0111363]	[0,0036356]	0,003642	[0,0102537]	[0,0126769]
PF	0,0045995***	0,0079829**	-0,001193	0,0155101**	0,0040163**	0,0026937	0,006835	0,0236396
	[0,0016503]	[0,0038672]	[0,00556]	[0,0077428]	[0,0016918]	0,0022685	[0,0087998]	[0,0124225]
PÜ	0,009057	0,7998214	0,7217098	-0,1236675	-0,0005112	0,2168636	3,644797*	-0,4004024
	[0,047732]	[5,607231]	[2,60403]	[0,2172837]	[0,0431432]	0,5567036	[1,900024]	[0,2708535]
GÜ	0,1914905***	1,329779**	-0,4914309	-0,6485418*	0,2143552***	0,7471855	0,2935533	-0,3450644*
	[0,0690361]	[0,5326497]	[1,376319]	[0,3624507]	[0,0672298]	1,10458	[1,171525]	[0,1828939]

KÜ	0,2632452	-0,8622469	-1,798061	-6,09769 ***	0,2540814*	-0,4287323	-3,342698	-6,768208***
	[0,1690443]	[0,5497778]	[5,713844]	[0,195218]	8,1417301]	0,3750707	[4,366269]	[0,3820417]
HP_{t-3}	-0,012225*	0,0435737**	0,0084695	-0,000291	-0,0115914	0,050121***	-0,0240447	-0,0528428 ***
	[0,0071258]	[0,0172289]	[0,0318951]	[0,018339]	[0,0079685]	0,0142409	[0,0282827]	[0,0206121]
NP_{t-3}	-0,0527004***	-0,0105875	0,0059324	0,3634139***	-0,0572545***	0,0144491	-0,0028219	0,3879006 ***
	[0,0132534]	[0,0210147]	0,0047914	[0,1225084]	[0,0079685]	0,0227857	[0,0065829]	[0,1394077]
Yatay kesit sabit etkiler	+	+	+	+	+	+	+	+
Log sahte olabilirlik	-57,954121	-25,552364	-3,5052628	-0,43855348	-54,305011	-25,53830	-3,41740	-0,33434
Gözlem Sayısı	521	413	169	145	495	411	152	144

* Parantez içindeki değerler White- Huber standart hataları ifade etmektedir. ***, ** ve * işaretleri sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.4. ve Tablo 4.5.'ten farklı ülke gruplarına göre yükseköğretim okullaşma oranlarının yenilenebilir enerji kullanım oranı üzerindeki etkisine bakıldığında kullanılan tahmincilerin birbiriyle tutarlı sonuçlar verdiği görülmektedir. Her iki tahminci de gelişmiş ekonomiler ve yükselen ekonomiler panellerinde yükseköğretimin yenilenebilir enerji kullanım oranı ile pozitif ilişki içerisinde olduğunu %1 ve % 5 anlamlılık seviyesinde tespit etmiştir. Buna karşın sınır ve bağımsız ekonomiler için istatistiki olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememesi ülke grupları arasında yükseköğretimin nitelik ve eğilim farklarını akıla getirmiştir. Bu son iki grup ülkedeki yükseköğrenim mezunu bireylerin daha enerji yoğun yaşam standartları benimsemesi, bu doğrultuda çevresel hassasiyet göz etmemesi yahut aktif çalışma hayatlarında fosil yakıt tabanlı sektörlerin gelişmesine katkıda bulunmaları söz konusu olabilir.

Gelişmiş ülkeler panelinde her iki model için de kullanılan tahminciler kişi başı milli gelir ile yenilenebilir enerji kullanım oranı arasında ters U şeklindeki doğrusal olmayan ilişkiyi teyit etmektedir. Dolayısıyla Tablo 3.2.'deki ilgili sonuçlar için yapılan yorumlar gelişmiş ülkeler paneli için de geçerlidir demek mümkündür. Yükselen ekonomiler paneline bakıldığında ise TPM tahmincisinin yine doğrusal olmayan fakat U şeklinde bir ilişki tespit ettiği görülmektedir. Bu sonuçlar yükselen ekonomiler grubunda hızlı büyüyen enerji ihtiyacının bir enerji darboğazına düşmemek ve maliyeti minimum tutabilmek için daha düşük maliyetli olan fosil yakıtlarca karşılanma eğiliminde olunduğunu düşündürmektedir. Yükselen ekonomiler göreli olarak daha hızlı büyüyen, ekonomik ve kurumsal yapıların dönüşüm içinde olduğu, geleceğe yönelik kararların daha çok miyopik bakış açısıyla alınmak zorunda kalındığı ekonomiler olarak nitelendirilebilmektedir. Dolayısıyla tahmin sonuçlarına göre yükselen ekonomilerde belirli bir kişi başı gelir düzeyine kadar yenilenemeyen enerji kaynaklarının yenilenebilen enerji türlerine oranla daha hızlı büyüyeceği, belirli bir eşik aşıldıktan sonra ise yenilenebilir enerji türlerinin enerji arzındaki payının artmaya başlayacağı söylenebilir. PPML tahmincisi ise her iki modelde de bu değişken için istatistiki olarak anlamlı bir ilişki tespit edememiştir. Her ne kadar tek başına bir gösterge olmasa da PPML'nin yükselen ekonomiler panelinde TPM'e göre daha düşük açıklayıcılık oranına sahip olması bu panel için TPM'nin sonuçlarının baz alınmasının daha uygun olacağı düşündürmektedir. Sınır ekonomiler ise yükselen ekonomilere oranla daha yavaş bir ekonomik dönüşümün gözlendiği, enerji ihtiyacındaki değişimlerin daha öngörülebilir olduğu, finansal

sıkıntıların kısıtlayıcı olduğu ekonomiler olarak ifade edilebilir.. Kullanılan tahminciler bu panelde kişi başı milli gelir ile bağımlı değişken arasında ters U şeklinde bir ilişki tespit etmiştir. Bağımsız ülkeler paneli için ise maalesef tahminciler modeller arasında tutarlı bir sonuç tespit edememiştir. Bu ülke grubunun hem ortalama olarak en düşük kişi başı milli gelir düzeyine hem de en düşük yenilenebilir enerji kullanımın oranına sahip ülke grubu olmasının da elde edilen sonuç üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Ülke grupları özelinde yapılan tahminler, baz sonuçlar paralelinde karbondioksit salınımları ve elektrik ihtiyacı ile yenilenebilir enerji kullanımı arasında negatif ilişki ortaya koymuştur. Dolayısıyla elde edilen sonuçların, Tablo 3.2.'deki ilgili sonuçlar için yapılan yorumlar ile aynı doğrultuda değerlendirilmesi mümkündür.

Ticari açıklık için Tablo 4.3., 4.4. ve 4.5.'de verilen sonuçlar incelendiğinde yükselen ve sınır ekonomilerde ticari açıklık arttıkça yenilenebilir enerji kullanım oranı da artar şeklinde bir sonuç elde edildiği görülmektedir. Gelişmiş ülkeler panelinde ise PPML tahmincisi pozitif ilişki tespit ederken, TPM modeller arasında çelişki sergilemiştir. Sınır ekonomiler için de tahminciler tutarlılık göstermemektedir. Benzer şekilde Omri vd. (2015)'in de ticari açıklık için farklı gelir düzeyinden ülke grupları için tahminciler arasında tutarsız sonuçlar raporladığı görülmektedir.

Kyoto antlaşması, etkisi bakımından tartışmalı olmakla birlikte küresel ısınmayla mücadele kapsamında ortaya konulan en iyi uluslararası faaliyetlerden biri olarak görülmektedir. Antlaşma bağlayıcılığı bulunmamakla birlikte antlaşmada imzası olan ülkelerde yenilenebilir enerji bakımından olumlu işlerin yapılması, sektörü destekleyici adımların atılması literatürdeki genel beklentidir. Analiz sonuçları da gelişmiş ülkeler için bu beklentilere uygun olarak elde edilmiştir. Bağımsız ekonomiler grubunda ise tahminciler ve modeller arasında çelişen sonuçlara ulaşılmıştır. Sınır ülkeler grubunda ise beklentiye ters olarak Kyoto antlaşmasının yürürlüğe girmesiyle yenilenebilir enerji kullanım oranının negatif ilişkili olduğu görülmüştür. Bu sonuç ekonomik ve finansal olarak iyi durumda olmayan bu ülke grubunda uluslararası baskıların sektöre negatif yansıdığı yahut antlaşmanın bağlayıcı olmamasıyla nedeniyle verilen taahhütlerin yerine getirilmediği şeklinde yorumlanabilir. Yükselen ekonomiler grubunda ise Kyoto antlaşmasının yenilenebilir enerjinin katkısı üzerinde istatistiki olarak anlamlı bir

etkisinin varlığı doğrulanamamıştır. Bu sonuç yükselen ekonomiler panelinde tahmin edilen diğer sonuçlarla uyumludur. İlgili yazındaki diğer çalışmalara bakıldığında Pfeiffer ve Mulder (2013), Popp vd. (2011) gibi çalışmalarında Kyoto antlaşmasının etkisi hakkında karışık sonuçlar elde ettiği görülmektedir.

Gelişmiş ekonomiler panelinde petrol fiyatları için elde edilen sonuçlar incelendiğinde ana panelde olduğu gibi ikame ilişkisine dair delil bulunduğu görülmektedir. Tahmin sonuçlarına göre bu ekonomilerde petrol fiyatları arttıkça yenilenebilir enerji kullanım oranı da artmaktadır. Diğer ülke grupları için elde edilen tahminlerin tümü belirlenen güven aralığında yer almamakla birlikte istatistiki olarak anlamlı olduğu görülen tüm katsayılar ikame ilişkisini destekler niteliktedir. Dolayısıyla temel iktisadi ikame mekanizmasını destekler delil elde edilmiştir denilebilir.

Diğer temiz enerji türleri olarak kabul edilen nükleer enerji ve hidroelektrik enerjisinin yenilenebilir enerji üzerindeki etkisi gelişmiş ülkeler panelinde negatif olarak tespit edilmiştir. Çevresel hassasiyetlerin yüksek olduğu bu toplumlarda bu enerji türlerinin payının artması enerji sektörü kaynaklı salınımların düşmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla bu durum enerji politikası yapıcılarının aldığı kararlarda çevresel hassasiyetlerin belirleyiciliğini azaltmaktadır denilebilir. Bağımsız ekonomiler panelinde ise beklentiye ters olarak nükleer enerjinin payı arttıkça yenilenebilir enerjinin payının artacağı şeklinde bir sonuca ulaşılmıştır. Bu sonuç literatürde çeşitlilik arzusu denilen kavram yahut ekonomik ve finansal sıkıntıların en yüksek olduğu bu grup ülkede nükleer enerji gibi ucuz bir enerji türünün politikacıların elini rahatlatmasının bir yansıması olarak ele alınabilir.

4.1.2. Model III için analiz sonuçları

Model III'ün analizine ilk olarak kullanılan değişkenler hakkında betimleyici istatistiklerin elde edilmesi ile başlanmıştır. Takip eden alt bölümde betimleyici istatistiklere ve çeşitli grafiklere yer verilmiştir.

4.1.2.1. Model III için elde edilen betimleyici istatistikler

Değişkenler hakkında elde edilen özet istatistikler Tablo 4.6.'da sunulmuştur. Tablo değişkenlere ait gözlem sayısı, ortalama değer, standart sapma, minimum ve maksimum değer bilgilerini içermektedir.

Tablo 4.6. Model III'de Kullanılan Değişkenlere Ait Özet İstatistikler

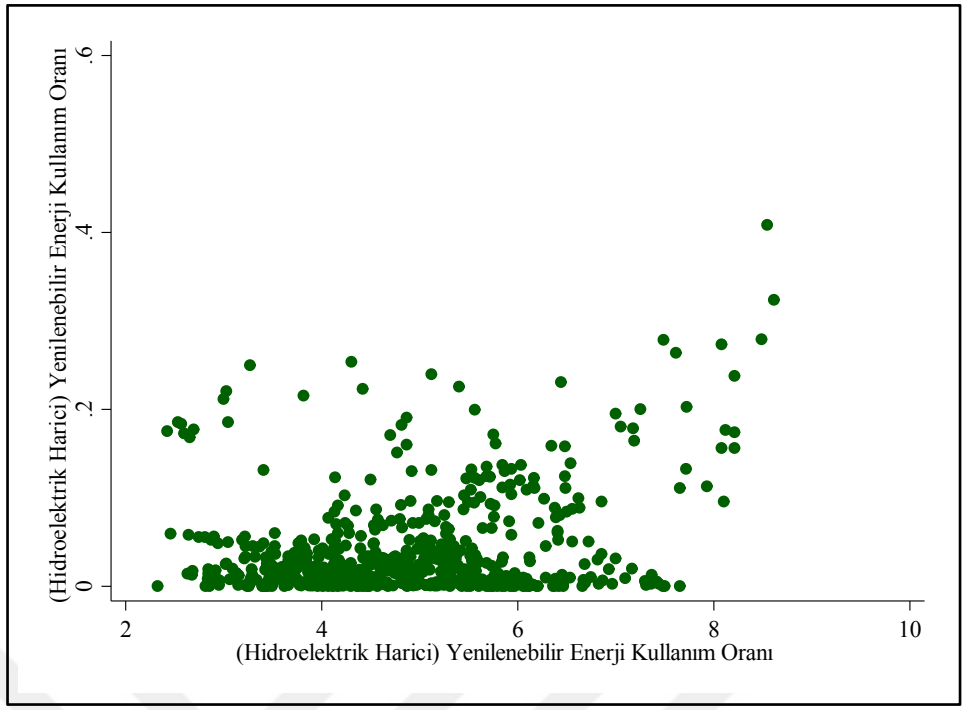
Değişken	Gözlem Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	Min	Max
YE	731	0,0481	0,0679	0,0000	0,5673
EH	656	4,9166	1,1938	2,3256	8,6180
Ar-GE	629	1,4332	1,0399	0,0476	4,4074
ET	731	0,0199	0,0614	-0,6257	0,2899
HN_{t-3}	731	38,2240	30,5391	0,0228	99,5137
$CO_{2,t-3}$	731	319,7298	233,5778	183,6692	1149,7380

Modelde kullanılan değişkenlere ait korelasyon matrisi Tablo 4.7.'de verilmiştir. Tablo 4.7.'de raporlanan değerler modelde çoklu doğrusal bağlantı sorunu bulunmadığına işaret etmektedir.

Tablo 4.7. Model III'de kullanılan değişkenlere ait korelasyon matrisi

Değişken	YE	EH	Ar-Ge	ET	HN	CO_2
YE	1					
EH	0,3583	1				
Ar-Ge	0,2461	0,464	1			
ET	0,0361	0,2349	0,4644	1		
HN_{t-3}	-0,1425	0,0885	0,0525	-0,4071	1	
$CO_{2,t-3}$	-0,1581	-0,1083	-0,1011	-0,0991	-0,0515	1

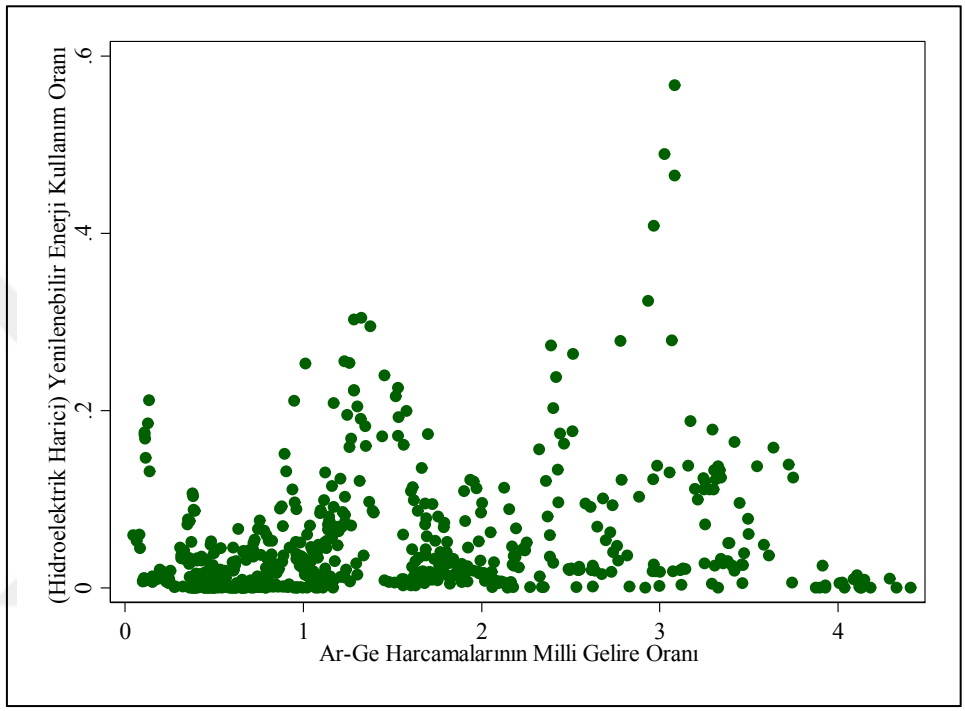
Özet istatistiklerin elde edilmesinden sonra örneklem ve değişkenler hakkında daha iyi fikir sahibi olabilmek için çeşitli görsel incelemeler yapılmıştır. Şekil 4.8.'de analize konu olan örneklem için kamu eğitim harcamaları ve (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranına ilişkin serpme diyagram verilmiştir. Şekil 4.9.'da ise ar-ge harcamaları ve (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranı değişkenlerine ilişkin serpme diyagram yer almaktadır.



Şekil 4.8. Kamu eğitim harcamaları ve (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranı değişkenlerine ilişkin serpme diyagramı

Şekil 4.8. incelendiğinde verilen iki değişken arasındaki ilişkinin mahiyeti hakkında net bir şey söylemenin zor olduğu görülmektedir. Ancak kamu eğitim harcamalarının milli gelire oranı belirli bir oranı aştıktan sonra bir pozitif ilişkinin ortaya çıkma eğiliminden söz edilebilir. Örneklemde bu anlamda diğerlerinden ayrışan ve grafiğin sağ üst kısmında yer alan ülkeler Danimarka, İsveç ve Yeni Zelanda olarak göze çarpmaktadır. Bu üç ekonomi ortalama yenilenebilir enerji kullanım oranı % 15,76 ile genel ortalama olan % 0,048'in oldukça üstündendir. Bu ülkelerin ortalama kamu eğitim harcamalarının milli gelire oranı olan % 7.11' ile genel ortalama olan % 4.88'in üstünde yer aldıkları görülmektedir. Bu istatistiklere sahip Danimarka ve İsveç yenilenebilir enerji sektörüne ilk giren avantajına sahip ekonomiler olduğu ve uluslararası pazarlarda söz sahibi oldukları görülmektedir. Yeni Zelanda ise küresel ısınmanın olumsuz etkilerine en fazla maruz kalan ada ülkelerinden biri olarak yeni nesil yenilebilir enerji kullanımına önem veren bir ülke olarak göze çarpmaktadır. Grafiğin sol üst kısmında kalan ve % 2.91 oranında düşük eğitim harcamasına rağmen analiz döneminde ortalama % 18 civarı ((hidroelektrik harici)) yenilenebilir enerji kullanan ülke ise Filipinler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumu yine bir ada ülkesi olan Filipinler'in küresel ısınmadan ve deniz seviyesindeki yükselmeden en fazla etkilenen ülkelerden biri olmasıyla ilişkilendirmek mümkündür.

Şekil 4.9. incelendiğinde genel olarak araştırma ve geliştirme faaliyetlerine milli gelirden düşük pay ayrıldığı görülmektedir. Gözlemlerin yayılımı iki değişken arasındaki düşük korelasyonu (bkz. Tablo 4.7.) yansıtan zayıf pozitif ilişkiye işaret etmektedir denilebilir. Örneklemde yer alan Güney Kore, Norveç ve İsrail gibi ar-ge harcamalarına yüksek kaynak aktaran fakat (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji yatırımlarını düşük tutan ülkelerin değişkenler arasındaki pozitif ilişkiyi zayıflattığı düşünülmektedir.



Şekil 4.9. Ar-Ge harcamaları ve (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranı değişkenlerine ilişkin serpme diyagramı

Örneklemde aykırı gözlem bulunup bulunmadığı bu aşamada ele alınmıştır. Bu kapsamda studentized kalıntı değerleri ve Cook uzaklığı istatistiği hesaplanmıştır. Hesaplanan uzaklıkların tümünün 1 değerinin altında kalmış olması tahmin sonuçları üzerinde etkili önemli bir aykırı gözlem sorununun bulunmadığına işaret etmektedir. Bununla beraber Cook uzaklığı için düşük eşik olan 4/(n-k-1) eşiğini aşan zayıf etkin gözlemler de araştırılmıştır. Alt panellerde bu yönde bir bulguya rastlanmazken ana panelde Danimarka'nın 2011 yılı gözleminin zayıf eşiği aştığı görülmüştür. Model I ve II'de tartışıldığı üzere aykırı gözlemin örneklemden çıkarılmaları için teorik yahut ölçümsel hata vb. bir neden de bulunmadığı için bu gözlem panelde bırakılmışlardır. Fakat tahmin sonuçları üzerinde zayıf etkin de olsa aykırı gözlem olduğundan şüphelenilen (düşük eşiğin üstünde kalan) Danimarka 2011 yılı gözlemini içermeyen tahmin sonuçları Ek A.1.'de verilmiştir. EK A.1.'de

sunulan sonuçlar çalışmanın temel çıkarımları açısından farklılık yaratacak bir unsur taşımamaktadırlar. Cook uzaklığı istatistiği eşik değerleri için Cook (1977) ve Fox (2009)'dan yararlanılmıştır.

4.1.2.2. Model III için sabit etkiler modelinden elde edilen bulgular

Betimleyici istatistiklerin elde edilmesinden sonra sıra modelin statik panel modelleri ile tahminine gelmiştir. Bu aşamada öncelikle havuzlanmış panel veri tahmincisi, rassal birim etkiler panel veri tahmincisi ve sabit birim etkiler panel veri tahmincisi gerekli testler yardımıyla karşılaştırılmıştır. Uygun tahmincinin sabit etkiler tahmincisi olduğunun belirlenmesinden sonra verilerde otokorelasyon ve değişen varyans sorunun bulunup bulunmadığı test edilmiştir. Havuzlanmış en küçük kareler tahmincisini rassal etkiler tahmincisine karşı test ederken Breusch ve Pagan (1980) testi, sabit etkiler ile rassal etkiler tahmincisinin karşılaştırılmasında Hausman (1978) testi kullanılmıştır. Değişen varyans ve otokorelasyonun tespiti için ise Baltagi ve Wu (1999) ve Wooldridge (2002:176-178) testleri kullanılmıştır. Yatay kesit bağımsızlığının testi içinse Pesaran (2004) testinden yararlanılmıştır. Bahsi geçen bu ön testlerin sonuçları Tablo 4.8.'de sunulmuştur.

Tablo 4.8. Ön Tanımlama Testleri

Test	Test İstatistiği	P-value
Havuzlanmış EKK Tahmincisinin Testi	1522,64	0,0000
Rassal Etkiler Tahmincisinin Testi	37,74	0,0000
Değişen Varyans Testi	3772,33	0,0000
Otokorelasyon Testi	0,8621	
Yatay Kesit Bağımsızlığı Testi	3,062	0,0022

Tablo 2.'de verilen sonuçlar değişen varyans, otokorelasyon, birimlerarası korelasyon ve sabit etkilerin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle bu durumlara karşı dirençli olan yatay kesit birim etkili sabit etkili Driscoll-Kraay tahmincisinin kullanılması uygun görülmüştür. Modelde zamansal etkileri yakalamak için trend değişkeni kullanıldığı için ayrıca her yıl için bir kukla değişken kullanılmamıştır. 43 ülkeli ana panel ve gelişmiş-yükselen-diğer gelişmekte olan ülkeler panelleri için elde edilen tahmin sonuçları Tablo 4.9'de sunulmuştur.

Tablo 4.9. Sabit Etkili Driscoll-Kraay Tahmincisi İle Elde Edilen Sonuçlar

	Ana Panel	Gelişmiş Ekonomiler	Yükselen Ekonomiler	Gelişmekte Olan Diğer Ekonomiler
ARGE	0,0557***	0,0385***	0,0668***	0,0396*
	[0,0075]	[0,0077]	[0,0076]	[0,019]
EH	-0,0034*	0,0035	-0,0036***	-0,011**
	[0,0019]	[0,0038]	[0,001]	[0,0038]
$CO_{2,\ t-3}$	-0,0004***	-0,0004***	-0,0003***	-0,0003***
	[0,0001]	[0,0001]	[0,000]	[0,0001]
HN_{t-3}	-0,002***	-0,0033***	-0,0004	-0,0016***
	[0,0002]	[0,0006]	[0,0002]	[0,0003]
ET	-0,0252	-0,037	0,0467**	-0,009
	[0,0152]	[0,0355]	[0,0161]	[0,0173]
Sabit	0,1678***	0,2395***	0,0701***	0,172***
	[0,0262]	[0,0479]	[0,0195]	[0,0394]
t^2_{1998}	0,0002***	0,0003***		
	[0,000]	[0,000]		
t^2_{2005}			0,0030***	0,0049***
			[0,0004]	[0,0004]
R^2	0,6482	0,727	0,667	0,6554
Toplam Gözlem Sayısı	571	293	167	111

Parantez içindeki değerler standart hataları ifade etmektedir. ***, ** ve * işaretleri istatistiki olarak sırasıyla % 1, 5 ve 10 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Ana panel ve diğer tüm alt paneller için yapılan tahminlerde ARGE harcamaları ile yenilenebilir enerji kullanımı arasında istatistiki olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Alt paneller bazında ele alındığında ARGE harcamalarının pozitif etkisinin en yüksek olduğu grubun yükselen ekonomiler olduğu görülmektedir. Yükselen ekonomileri sırasıyla gelişmekte olan diğer ekonomiler grubu ve gelişmiş ülkeler grubu takip etmektedir. Gelişmekte olan ekonomilerin yenilenebilir enerji teknolojileri açısından önemli oranda gelişmiş ekonomilere bağımlı olmasının bu sonuçta etkili olduğu söylenebilir. Çünkü gelişmiş ülkeler, yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılabilmesi için yeterli zenginlikte insan gücü ve finansal imkana sahip olan ülkelerdir. Dolayısıyla yapılan analizde gelişmiş ekonomiler panelinde yer alan ülkelerde, ARGE harcamalarına ayrılan paydaki artışın etkisi diğer gruplara oranlara daha zayıf gözlenmiştir denilebilir. Buna karşın gelişmekte olan ekonomilerde ARGE faaliyetleri teorik ve pratik iş bilgisinin artırılması, gelişmiş ülkeler kaynaklı yeni teknolojilere adapte olabilme, yerel endüstriler kurabilme, iç pazarı geliştirme,

kendi kendine yetebilme vb. açılardan özellikle önem göstermektedir. Bu sebeple belirli bir gelişme dinamiği yakalamış olan yükselen ekonomiler panelinde yer alan ülkelerde yeni gelişen bir sektör olan yenilenebilir enerji endüstrisinin ARGE faaliyetlerinden daha fazla yararlandığı söylenebilir.

Kamu eğitim harcamaları değişkeninin katsayısı için yapılan tahminler yükselen ekonomiler ve gelişmekte olan diğer ekonomiler alt panelleri ile ana panelde istatistiki olarak anlamlı, negatif yönlü ilişki yakalandığını göstermektedir. Bu sonuçlara göre, analize konu ülkeler ve zaman bağlamında eğitime yapılan harcamaların çevre bilincinin artmasına ve/veya yenilenebilir enerji teknolojileri odaklı insan sermayesi oluşmasına yardımcı olamamıştır denilebilir. Gelişmiş ülkeler panelinde ise istatistiki olarak anlamlı bir sonuç elde edilememiştir. Fakat katsayı işaretinin pozitife döndüğü görülmektedir. Daha doğru çıkarımlarda bulunabilmek için ülke grupları eğitim harcamalarının milli gelire oranı açısından karşılaştırıldığında, eğitime en fazla kaynak ayıran ülke grubunun -ortalama %5.46 ile- gelişmiş ülkeler olduğu görülmektedir. Bu oran yükselen ülkeler panelinde %4,26 olarak gerçekleşmiştir. Gelişmekte olan diğer ülkeler panelinde %4,45 ve ana panelde ise %4,88'dir. Dolayısıyla örneklemde eğitim harcamalarına yüksek kaynak ayrılması halinde eğitim harcamalarının yenilenebilir enerji kullanımına pozitif etkileme eğilimi bulunduğu söylenebilir. Bu noktadan hareketle yenilenebilir enerji kullanımı ve eğitim harcamalarının milli gelire oranı arasında bir eşik ilişkisinin varlığı söz konusu olabilir. Bu sebeple analizin devamında Hansen (1999) yöntemiyle bu tür bir eşik ilişkisinin varlığı araştırılmıştır.

Tablo 4.9.'da verilen sonuçlara göre kişi başı karbondioksit salımı miktarı değişkeninin katsayısı tüm panellerde % 1 anlamlılık düzeyinde negatif olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar Zhao vd. (2013), Mehrara vd. (2015) ile Marques vd. (2010)'un bulguları ile uyumludur. Yapılan tahmine göre analize konu olan ülkelerde zaman içinde artan enerji ihtiyacının daha büyük oranda yenilenemeyen kaynaklarla karşılandığı söylenebilir. Enerji politikası yapıcıların ve çevresel değerleri öncelemeyen bireylerin farklı saiklerle bu sürece olumlu anlamda müdahil olmadığı söylenebilir.

Elektrik tüketimindeki yıllık büyümeye dair elde edilen sonuçlar incelendiğinde yükselen ekonomilerde elektrik ihtiyacındaki artış hızlandıkça enerji arzındaki yenilenebilir enerji kaynaklarının payının arttığı % 1 anlamlılık

seviyesinde doğrulanmıştır. Hızlı büyüme gösteren yükselen ekonomilerin hızlanan enerji ihtiyaçlarını karşılarken enerji arz güvenliği çerçevesinde çeşitliliğe önem verdikleri bilinmektedir. Diğer panellerde ise anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Dolayısıyla bu panellerde yer alan ülkelerde ele alınan zaman diliminde enerji ihtiyacının hızlanması yahut azalmasının enerji portföyündeki yenilenebilir enerji payı üzerinde etkili olmadığı söylenebilir.

Temiz fakat sürdürülebilirliği konusunda sıkıntılı olarak nitelendirilen nükleer ve hidroelektrik enerjilerinin elektrik arzı içerisindeki payı (HN) için elde edilen sonuçlar yükselen ekonomiler paneli haricinde istatistiki olarak % 1 düzeyinde anlamlıdır. İlişkinin yönü beklentilere uygun olarak negatif olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla nükleer ve hidroelektrik gibi zararlı sera gazı salımı yapmayan enerji türlerinin enerji arzındaki payı arttıkça, alınan enerji kararlarında çevresel baskıların şiddetinin azaldığı düşünülebilir. Yükselen ülkeler panelinde ise istatistiki olarak anlamlı bir sonuç elde edilememiştir. Bu panelde yer alan ülkelerde alınan enerji kararlarında çevresel hassasiyetlerin önemli bir temel teşkil etmediği söylenebilir. Düşük maliyet düzeyinin sağlanması gibi farklı amaçların daha ağır bastığı düşünülebilir. Son olarak bu sonuçların ve yapılan çıkarımların Pfeiffer ve Mulder (2013), Popp vd. (2011), Aguirre ve Ibikunle (2014)'ün elde ettiği bulgular ile aynı doğrultuda olduğu not edilebilir.

4.1.2.3. Model III için eşik modelinden elde edilen bulgular

Ele alınan örneklem için şüphelenildiği gibi bir eşiğin varlığı Hansen (1999) sabit etkili panel eşik modeli ile incelenmiştir. Bu amaçla ilk olarak eşik değeri ve istatistiki olarak anlamlı eşik sayısı belirlenmiştir. Tablo 4.10.'da verilen sonuçlar tek bir eşiğin varlığına işaret etmektedir. Tek eşik %1 anlamlılık düzeyinde kabul edilmiştir. Dolayısıyla örneklemde iki ayrı rejimin varlığından söz etmek doğru olacaktır. Rejimlerden ilki kamu eğitim harcamalarının milli gelire oranı % 7,48'i aştığı takdirde ortaya çıkan eğitime yüksek önem verilen rejim olarak adlandırılabilir. Altında kalması halinde ise eğitime düşük önem verilen rejim söz konusu olmaktadır. Sonuçlar 5000 bootstrap ile belirlenmiştir.

Tablo 4.10. Eşik Parametrelerinin Anlamlılığı Test Sonuçları

Eşik Sayısı	Eşik Değeri	LR istatistiği	Kritik Değerler		
			% 10	% 5	% 1
Tek Eşik	% 7,48	83.51***	41,76	52,91	81,80
Çift Eşik	% 6,17	7,16	54,98	88,65	157,44

% 1 'de istatistiki anlamlılık tabloda *** ile ifade edilmiştir.

Tek eşik değerine dayalı tahmin sonuçları Tablo 4.11'de sunulmuştur. Standart hatalar, değişen varyans ve oto korelasyona dirençli olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.11. Statik Panel Eşik Yöntemiyle Elde Edilen Tahmin Sonuçları

Değişken	Rejim	Katsayı	Std. Hata
ARGE		0,027***	0,004
HN_{t-3}		-0,002***	0,00018
$CO_{2\ t-3}$	I(EH≤ γ)	-0,00031***	0,00002
	I(EH> γ)	-0,00067***	0,00004
ET	I(EH≤ γ)	-0,0512***	0,017
	I(EH> γ)	-0,0275	0,052
EH	I(EH≤ γ)	0,0007	0,0017
	I(EH> γ)	0,0082***	0,0025
Sabit		0,1829***	0,0356
t^2		0,00023***	0,00001
R^2		0,6510	

***, ** ve * işaretleri sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.

Eşik modelinden elde edilen sonuçlar, sabit etkiler modeli ardından yapılan öngörülere uygun olarak kamu eğitim harcamalarının milli gelire oranı için istatistiki olarak anlamlı bir eşiğin bulunduğunu göstermektedir. Tahmin sonuçlarına göre eğitime yüksek önem verilen rejimde kamu eğitim harcamalarının milli gelire oranı ile (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanımı % 1 anlamlılık düzeyinde pozitif ilişkilidir. Fakat eğitime kamudan düşük kaynak ayrılan rejimde kamu eğitim harcamaları ile (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanımı arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Örneklemde bahsedilen özelliğe sahip Danimarka, İsveç gibi ülkelerin yenilenebilir enerji anlamında uluslararası pazarlara

söz sahibi ülkeler oldukları ve yenilenebilir enerji sektörünün gelişiminden çok yönlü faydalandıkları görülmektedir.

Karbon salımı değişkeninin katsayısı her iki rejim içerisinde de (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanımı ile % 1 anlamlılık düzeyinde negatif ilişkili olarak elde edilmiştir. Bu sonuç sabit etkiler modelinden elde edilen sonuçlar ile uyumluluk arz etmektedir. Rejimler için elde edilen katsayılar karşılaştırıldığında eğitime yüksek önem verilen rejimde kişi başı karbon salım miktarı değişkeninin katsayısı mutlak değer olarak eğitime düşük önem veren rejim için elde edilen katsayıdan büyüktür. Bu sonuç Whitmarsh (2009, s.18-19)'dan hareketle hayat standartları yüksek ülkelerde enerji yoğun hayat tarzlarının benimsenmesine bağlanabilir. Bilgi stoku aldığı eğitimin paralelinde artan bireylerin daha yüksek standartlarda, daha enerji yoğun bir hayat tarzı benimsemeleri söz konusu olabilmektedir. Çevresel hassasiyetin gözlenmesine karşılık bu yaşam tarzlarından ödün vermeye gönüllü olmadıkları ifade edilmektedir. Örneğin enerji tasarruflu ürün kullanma veya geri dönüşüme önem verme gibi olguların yüksek olmasına karşın, örneğin özel araç kullanımını azaltma gibi bireysel yaşam biçimlerini doğrudan etkileyen değişiklere karşı çıktıkları ifade edilmektedir. Bu sonuçlar ayrıca Zhao vd. (2013), Mehrara vd. (2015) ile Marques vd. (2010)'nun bulguları ile de uyumludur.

Elektrik tüketiminde yıllık büyüme değişkeni ile (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanımı sadece düşük rejim olarak tabir edebileceğimiz eğitim harcamalarına daha az kaynak ayıran rejimde % 1 anlamlılık düzeyinde negatif ilişkili olarak elde edilmiştir. Eğitime yüksek kaynak ayırılan ülkelerde ise negatif ilişki anlamlılığını yitirmektedir. Düşük rejimde yer alan ülkelerde enerji ihtiyacı hızlandığında bu ihtiyacın daha büyük oranda yenilenemeyen kaynaklardan giderildiği düşünülebilir. Bu sonuca yenilenebilir enerji türlerinin kesikli yapısı ve yüksek maliyetlerinin neden olduğu söylenebilir. Fakat bu durumun sadece enerji kararlarını kısa dönemli bakış açısıyla alan ülkelerde geçerli olduğunu söylemek doğru olmayacaktır. Çünkü enerji kararlarını stratejik olarak uzun dönemli bakış açısıyla ele alan yüksek rejim ülkelerinde toplam enerji kullanımı da yüksek seyretmektedir. Dolayısıyla bu ülkelerde enerji ihtiyacındaki ani hızlanmalara karşı minimum maliyetli sistem yönetimi isteği ve sistem dengeleme problemlerinden kaçınma gibi reaksiyonlar doğabilmektedir (Elliston vd., 2016; Shrimali vd., 2016; Furchtgott-Roth, 2012). Ancak elde edilen sonuçlar yüksek rejimde yer alan

ülkelerde (en azından analizin kapsadığı süreçte) yukarıda bahsettiğimiz eğilimlerin kırılmış olabileceğine işaret etmektedir.

Modelde yer alan ARGE ve diğer temiz enerji türleri olan hidroelektrik ve nükleer enerjinin toplam elektrik arzındaki payını simgeleyen değişkenin katsayı beklentilere uygun olarak sırasıyla pozitif ve negatif olarak elde edilmiştir. Dolayısıyla sabit etkiler modeli için yapılan yorumlar burada da geçerlidir denilebilir.

4.2. Yenilenebilir Enerji ve İstihdam İlişkisini Ele Alan Modeller İçin Analiz Sonuçları

Bu bölümde "Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik tüketimindeki payı arttıkça istihdam düzeyi artar." hipotezi test edilmiş ve elde edilen tahmin sonuçlarına yer verilmiştir. Yenilenebilir enerjinin genel istihdam ve genç istihdamı üzerindeki etkisi karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Analiz sonucunda test edilen hipotez doğrulanamamıştır. Sonuçlar yenilenebilir enerji kaynaklarının payı ile istihdam arasında negatif ilişkiye işaret etmiştir. Fakat yeşil dönüşümün genç istihdamını genel istihdama oranla daha fazla etkilediği gözlenmiştir.

4.2.1. Model IV ile V'i oluşturan değişkenler için betimleyici istatistikler

Modellerde yer alan değişkenlere ait özet istatistikler Tablo 4.12.'de verilmiştir.

Tablo 4.12. Model IV ve V'de kullanılan değişkenlere ait özet istatistikler

	Gözlem Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Std. Sapma
EMP	1416	56.16	77.561	33.06	7.726
YEMP	1416	40.677	71.357	11.069	12.675
NHR	1416	5.54	55.827	0	7.683
GFCF	1396	22.406	45.514	11.077	5.167
GE	1408	16.228	27.935	2.975	4.796
CRE	1360	69.919	312.118	6.589	48.193
INF	1405	17.045	4523.698	-27.632	156.086
POP	1416	1.007	5.564	-5.814	1.000

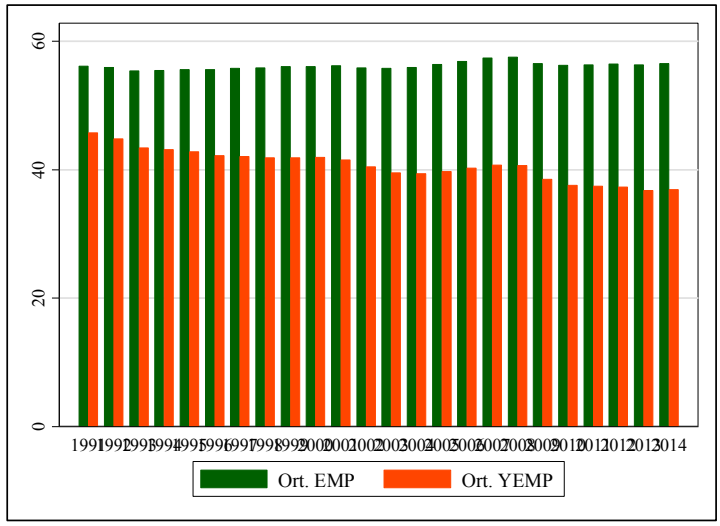
Tablo 4.12.'den görüldüğü üzere gayri safi sabit sermaye yatırımlarının GSMH'ya oranı değişkeni % 1.4 oranında, kamu tüketim harcamalarının GSMH'ya oranı değişkeninin % 0.6 oranında, enflasyon verisinin % 0.8 oranında ve yerli kredilerin GSMH'ya oranı değişkeninin % 3.9 oranında eksik gözlem içerdiği görülmektedir. Eksik gözlemlerin oranının her bir değişken için % 5'in altında

kalması nedeniyle interpolasyon vb. bir yöntemle verilerin tamamlanmasının sonuçların güvenilirliği ve tutarlılığı hakkında problem oluşturmayacağı belirlenmiştir (Kelly, 2011:5613; Schafer, 1999:7). Yöntemsel gereklilikler sebebiyle eksik gözlemler doğrusal interpolasyon yöntemi ile tamamlanmıştır. İnterpolasyon sonrası değişkenlerin arasındaki korelasyon ilişkisini gösteren matris Tablo 4.13.'de verilmiştir.

Tablo 4.13. Değişkenlere Ait Korelasyon Matrisi

	EMP	YEMP	NHR	GFCF	GE	CRE	INF	POP
EMP	1	0.778	0.134	0.191	-0.205	0.212	-0.03	0.001
YEMP	0.778	1	0.106	0.064	-0.056	0.268	-0.031	-0.000
NHR	0.134	0.106	1	-0.199	-0.000	0.093	-0.023	0.044
GFCF	0.191	0.064	-0.199	1	-0.075	0.223	-0.075	0.027
GE	-0.205	-0.056	-0.000	-0.075	1	0.320	0.149	-0.384
CRE	0.212	0.268	0.093	0.223	0.320	1	-0.047	-0.158
INF	-0.03	-0.031	-0.023	-0.075	0.149	-0.047	1	-0.124
POP	0.001	-0.000	0.044	0.027	-0.384	-0.158	-0.124	1

Korelasyon matrisi incelendiğinde değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı oluşturacak kadar yüksek korelasyon bulunmadığı görülmektedir. Dolayısıyla modellerde bir değişiklik yapılmasının gerekmediği görülmüş ve grafiksel gözlemlere geçilmiştir. Panelde yer alan ülkelerin ortalama genel istihdam oranı ve genç istihdam oranı değişkenlerinin yıllara göre seyri Şekil 4.10.'da verilmiştir. Yatay kesitlerin bireysel istihdam serilerinin aksine panel genel istihdam oranı ortalamasının yıllar içinde büyük dalgalanmalar göstermediği söylenebilir. Yatay kesitler için EMP değişkeninin yıllara göre değişimi EK A.2.'de verilmiştir. Ortalama genç istihdam oranı ise beklendiği üzere sürekli olarak genel istihdam ortalamasının altında seyretmiştir. Ayrıca bir düşüş trendi içerisinde olduğu söylenebilir.



Şekil 4.10. Yıllara göre panel ortalama istihdam oranlarının seyri

Bir diğer aşama olarak modellere dahil olan her bir değişkenin yatay kesit bazında grafikleri incelenmiştir. Bu incelemelere örnek olarak EK A.2.'de ülkelere ait EMP serilerinin grafikleri verilmiştir. Yapılan görsel incelemeler açık şekilde tüm değişkenlerin zaman serilerinin en az bir yapısal kırılma geçirdiğini göstermektedir. Dolayısıyla birim kök testlerinde yapısal kırılmaların da dikkate alınması gerekliliği doğmuştur. Bilindiği üzere birim kök testlerinde yapısal kırılmanın dikkate alınmaması halinde II. Tip hata olarak adlandırılan boş hipotezi aşırı reddetme durumu söz konusu olabilmektedir (Im vd., 2003: 393-394).

4.2.1. Model IV ile V'in analizinden elde edilen bulgular

Analize ilk olarak değişkenlere ait zaman serilerinde yatay kesit bağımlılığının bulunup bulunmadığı araştırılarak başlanmıştır. Bu amaçla Pesaran (2004) CD ve Pesaran vd. (2008) LM_{adj} testlerinden yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.14'de yer almaktadır.

Tablo 4.14. Yatay Kesit Bağımsızlığı Test Sonuçları

Test	EMP	YEMP	NHR	GE	GFCF	CRE	INF	POP
CD	-0.421 (0.337)	-2.101 (0.018)**	-1.577 (0.057)	-0.934 (0.175)	0.564 (0.286)	-1.126 (0.130)	16.939 (0.000)***	0.301 (0.382)
LMadj	-0.621 (0.733)	1.630 (0.050)**	0.888 (0.182)	0.911 (0.181)	-2.669 (0.996)	9.827 (0.000)***	-0.194 (0.577)	1.102 (0.135)

LMadj, pozitif tek kuyruklu N(0, 1) teste dayanmaktadır. CD, çift kuyruklu N(0, 1) teste dayanmaktadır. ADF(3) regresyon sonuçları sunulmuştur. % 1 ve % 5 anlamlılık seviyeleri sırasıyla *** ve ** ile gösterilmiştir. Parantez içerisindeki değerler olasılık değerlerini ifade etmektedir.

Tablo 4.14.'ten görüldüğü üzere uygulanan her iki test de EMP, NHR, GFCF, GE ve POP değişkenleri için yatay kesit bağımsızlığı sıfır hipotezini reddedememiştir. YEMP değişkeni için hesaplanan her iki test istatistiği de boş hipotezi % 5 anlamlılık seviyesinde reddetmiştir. Buna karşın testler INF ve CRE değişkenleri için ortak bir sonuca ulaşamamıştır. Bu noktada, yatay kesit bağımsızlığı varsayımının çok kısıtlayıcı bir varsayım olması nedeniyle çelişkili sonuç elde edilen değişkenler için yatay kesit bağımlılığı tespit eden test sonuçları baz alınmıştır. Yatay kesitleri arasında bağımsızlık tespit edilen EMP, NHR, GFCF, GE ve POP değişkenlerine IPS, Im vd. (2003) ve LLC, Levin vd. (2002) birim kök testleri uygulanmış, sonuçlar Tablo 4.15.'de raporlanmıştır. LLC testinden elde edilen sonuçlar EMP, NHR, GE, GFCF ve POP değişkenlerinin birinci farkta durağan olduğunu göstermektedir. IPS testi ise EMP, GFCF ve POP değişkenlerinin düzeyde durağan, NHR ve GE değişkenlerinin ise birinci farkları alındıktan sonra durağan olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.15. Yatay Kesit Bağımlılığı Göstermeyen Değişkenler İçin Birinci Nesil Birim Kök Test Sonuçları

Değişken	Test	İstatistik	Olasılık Değeri	Gecikme
EMP	LLC	0.2325	0 5919	1.81
	IPS	-3.0772	0.0010***	
NHR	LLC	13.1795	1.000	2.17
	IPS	14.1088	1.000	
GE	LLC	2.8235	0.9976	1.98
	IPS	1.3441	0.9105	
GFCF	LLC	-0.0234	0.4907	1.27
	IPS	-3.9351	0.000***	
POP	LLC	0.3328	0.6304	2.78
	IPS	-2.3635	0.009***	
Değişken	Test	İstatistik	Olasılık Değeri	Gecikme
Δ EMP	LLC	-8.9108	0.000***	1.97
	IPS	-	-	-
Δ NHR	LLC	-68.093	0.000***	2.29
	IPS	-9.9536	0.000***	
Δ GE	LLC	-3.5041	0.0002***	1.51
	IPS	-8.4361	0.000***	
Δ GFCF	LLC	-9.6025	0.000***	1.92
	IPS	-	-	-
Δ POP	LLC	-7.9929	0.000***	2.54
	IPS	-	-	-

Testlere sabit ve trend eklenmiştir. Maksimum gecikme uzunluğu 5 olarak seçilmiş ve optimal gecikme uzunlu AIC bilgi kriterine uygun olarak belirlenmiştir. Bartlett kernel kullanılmıştır. Δ değişkenin birinci farkının alındığını simgelemektedir. *** % 1 anlamlılık seviyesinde anlamlılığa işaret etmektedir.

Yatay kesit bağımlılığı tespit edilen değişkenler için Tablo 4.16.'da sonuçları verilen PANIC , Bai ve Ng (2004) ve CIPS, Pesaran (2007) testleri uygulanmıştır.

Tablo 4.16. Yatay Kesit Bağımlılığı Tespit Edilen Değişkenler İçin İkinci Nesil Birim Kök Test Sonuçları

Değişken	Test		İstatistik	Olasılık Değeri
YEMP	PANIC	Pce_choi	0.0665	0.4735
	CIPS	p=1	4.601	1.000
		p=2	5.479	1.000
		p=3	7.370	1.000
CRE	PANIC	Pce_choi	-4.1313	1.000
	CIPS	p=1	-0.648	0.260
		p=2	0.837	0.799
		p=3	3.056	0.999
INF	PANIC	Pce_choi	6.8848	0.000***
	CIPS	p=1	-8.531	0.000***
		p=2	-2.896	0.002***
		p=3	-1.710	0.0066**
Değişken	Test		İstatistik	Olasılık Değeri
Δ YEMP	PANIC	Pce_choi	7.9346	0.000***
	CIPS	p=1	-5.937	0.000***
		p=2	-0.773	0.220
		p=3	2.736	0.907
Δ CRE	PANIC	Pce_choi	5.939	0.000***
	CIPS	p=1	-7.572	0.000***
		p=2	-1.793	0.037**
		p=3	2.589	0.995
Δ INF	PANIC	Pce_choi	-	-
	CIPS	p=1, 2, 3	-	-

Testlere sabit ve trend eklenmiştir. PANIC testinde ortak faktör 2 olarak ve maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak seçilmiştir. **, *** sırasıyla % 5, 1 anlamlılığı işaret etmektedir. CIPS testi 1,2 ve 3 gecikme (p) için uygulanmıştır.

İkinci nesil birim kök testlerinden elde edilen sonuçlar YEMP ve CRE değişkenlerinin I(1) seriler olduğunu göstermektedir. INF değişkeni ise düzeyde durağandır. Daha önce yapılan grafiksel gözlemler tüm serilerde açık biçimde kırılmalar bulunduğuna işaret ettiği için II. Tip hatadan kaçınabilmek için değişkenlere yapısal kırılmalı birim kök testlerinin de uygulanmasına karar verilmiştir. Tablo 4.17.'de yapısal kırılmaları dikkate alabilen birim kök testlerinin sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.17. Yapısal kırılmalı birim kök test sonuçları

Değişken	ΓLM(p)	LM(λ)	Kritik Değerler (1, 5 %)		Kırılma Tarihi
EMP	-21.225***	29.240	59.919	50.361	1993, 1998, 2001,2008, 2011
YEMP	-20.086***	22.684	62.809	52.502	1993, 1998,2004, 2008
NHR	-70.227***	23.591	78.204	60.372	1993, 2002, 2006, 2011
GE	-22.557***	28.386	81.134	66.353	1993, 1998,2001,2008
GFCF	-20.889***	29.356	60.195	50.399	1993, 1998, 2001,2008, 2011
CRE	-21.565***	65.720	96.876	77.292	1993, 1997, 2001, 2008,2011
INF	-132.733***	36.924	257.186	83.482	1933, 1998, 2008
POP	-56.376***	47.390	175.661	119.051	1933, 1998, 2008

LM(λ), Carrion-i Silvestre vd. (2005) testinin sıfır hipotezi durağanlığa; ΓLM(p), Im et al (2012) testinin sıfır hipotezi ise birim köke işaret etmektedir. Testlerde 0.1 T trimming parametresi kullanılmıştır. LM(λ) testinde maksimum kırılma sayısı 5 , ΓLM(p) testinde 1 olarak belirlenmiştir. Bartlett kernel kullanılmıştır. *** % 1 anlamlılık seviyesini göstermektedir. LM(λ) testinde kritik değerler 5,000 bootstrap tekrarına dayanmaktadır. ΓLM(p) için ktirik değerler % 1, % 5, ve % 10 anlamlık düzeyinde sırasıyla −2.326, −1.645, ve −1.282 'dir.

Tablo 4.17.'den görüldüğü üzere tüm değişkenler yapısal kırılmalar dikkate alındığında düzeyde durağandır. Kontrol değişkenlerine ait kırılma tarihleri incelendiğinde tarihlerin genel olarak ekonomik krizlerin yaşandığı yıllara denk geldiği görülmektedir. 1993 yılındaki kırılma Irak-Kuveyt savaşı nedeniyle petrol fiyatlarındaki artışın ekonomik değişkenlerde gecikmeli olarak yarattığı etkiyi göstermektedir. Avrupa Birliği'nin kuruluşu 93 yılı civarındaki kırılmaların bir başka sebebi olarak karşımıza çıkmaktadır. 1997-1998 yıllarına denk gelen kırılmalar ise Asya finansal krizinin etkilerini yansıtmaktadır. 2001 tarihli kırılmalar ise hem Latin Amerika borç krizinin hem de ABD merkezli dot.com krizinin etkilerini yakalamıştır denilebilir. 2008 ve 2011 yıllarına denk gelen kırılmalar ise son küresel finans krizi simgelemektedir. Enerji literatürü incelendiğinde yenilenebilir enerjiye ilişkin değişkenlerdeki kırılmaların ekonomik krizlerle olduğu kadar teknolojik ve politik şoklarla da açıklandığı görülmektedir (Apergis ve Salim, 2015:5618). Özellikle petrol fiyatlarındaki artışların ve istenmeyen oynaklıkların enerji arz güvenliği kaygıları nedeniyle yenilenebilir enerji ar-ge çalışmalarını ve inovasyonları hızlandırdığı değerlendirilmektedir (Gan ve Smith, 2011:4497). 1980 yılı ile Irak-Kuveyt savaşının bitişi arasındaki süredeki oynaklıkların yenilenebilir enerji alanında teknolojik devir atlama ile sonuçlandığı ifade edilmektedir. Bu sürecin 1993 yılındaki kırılmaya neden olduğu söylenebilir. 1990 sonrasında artan politik şokların, yenilenebilir enerji inovasyonlarını artırdığı fakat özellikle 2000 sonrasında büyük bir ivme kazandırdığı görülmektedir. 1990-1999 aralığında yenilenebilir enerji inovasyonu göstergeleri yıllık %1.8 büyürken 2000-2005

döneminde bu oranının %8'e çıktığı gözlenmiştir (Dechezlepretre vd., 2011: 117-118). Dolayısıyla NHR'de tespit edilen kırılmaların ekonomilerin enerji ihtiyacındaki değişimlerle birlikte yeni nesil yenilenebilir enerji alanındaki politik ve teknolojik şoklar kaynaklı olduğu söylenebilir.

Analizin devamında örneklemin niteliğine uygun tahmincinin seçilebilmesi için tahmin edilecek katsayıların homojenliği Pesaran ve Yamagata (2008)'de sunulan yöntem ile test edilmiştir. Sıfır hipotezi eğim katsayılarının homojenliğini ifade etmektedir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.18.'de verilmiştir. Tablodaki sonuçlar sıfır hipotezinin reddedildiğini, bir başka ifadeyle tahmin edilecek eğim katsayılarının kendi arasında heterojen olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.18. Eğim Katsayılarının Homojenliği Test Sonuçları

	İstatistik	Olasılık Değeri
(Bağımlı Değişken: EMP)		
$\tilde{\Delta}$	26.241	0.000***
$\tilde{\Delta}_{adj}$	31.822	0.000***
(Bağımlı değişken: YEMP)		
$\tilde{\Delta}$	26.119	0.000***
$\tilde{\Delta}_{adj}$	31.674	0.000***

*** % 1'de istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.

Ön testlerden elde edilen bulgular doğrultusunda N>T iken kullanılabilen, I(0) seriler için tutarlı sonuç verebilen, eğim katsayılarındaki heterojenliği ve yatay kesitler arasındaki bağımlılığı hesaba katabilen, yapısal kırılma, aykırı gözlem ve otokorelasyona dayanıklı bir tahminci olan Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup (CCEMG) tahmincisinin kullanılması uygun bulunmuştur. Tahmin sonrasında tanılayıcı testler ile elde edilen tahminin sahte regresyon olmadığından ve gözlenemeyen ortak faktör sapmasından muzdarip olmadığından emin olunmuştur. Bu amaçla kalıntıların durağanlık düzeyi ve yatay kesit bağımsızlığı test edilmiştir. Elde edilen tahmin sonuçları Tablo 4.19.'da sunulmuştur.

Tablo 4.19. CCEMG Tahmin Sonuçları

Model IV, Bağımlı değişken: EMP			Model V, Bağımlı Değişken: YEMP		
Değişken	Katsayı		Değişken	Katsayı	
NHR	-0.1592**	[0.0711]	NHR	-0.2846**	[0.1194]
GFCF	0.2255***	[0.0459]	GFCF	0.3408***	[0.0717]
GE	-0.0637	[0.0846]	GE	0.0489	[0.1332]
INF	0.0166	[0.0110]	INF	0.0161	[0.0242]
CRE	-0.0018	[0.0083]	CRE	0.0001	[0.0171]
POP	0.9832**	[0.4228]	POP	1.004	[0.9943]
Sabit	12.8184	[14.062]	Sabit	6.514	[10.244]
Wald Test		37.41***	Wald Test		29.83***
CD Test		- 0.419	CD Test		- 0.25
Kalıntı Durağanlık Düzeyi		I(0)	Kalıntı Durağanlık Düzeyi		I(0)
RMSE		0.4375	RMSE		0.7420

Parantez içerisindeki değerler robust standart hataları temsil etmektedir. ** ve *** işaretleri sırasıyla % 5 ila % 10 güven aralığında istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir. CD testi için Pesaran (2015) uygulanmıştır.

Tablo 4.19.'da verilen tahmin sonuçları test edilen "yeni nesil yenilebilir enerji kaynaklarının toplam içerisindeki payı arttıkça ekonomideki genel/genç istihdamı oranı artar" şeklindeki hipotezin doğrulanamadığını göstermektedir. Sonuçlar yenilenebilir enerji ile istihdam arasında negatif ilişkiye işaret etmektedir. Katsayılar incelendiğinde genç istihdamının yenilenebilir enerjiye geçişten genel istihdama göre daha olumsuz etkilendiği görülmektedir. Genel istihdam düzeyi için elde edilen sonuç Fortes vd. (2015), Apergis ve Salim (2015), Rivers (2013), Böhringer vd. (2013)'ün bulguları ve Furchtgott-Roth (2015)'in iddiaları ile uyumludur. Bununla beraber bilindiği kadarıyla yeni nesil yenilenebilir enerji kaynaklarının genç istihdamı üzerindeki etkisini ele alan bir başka çalışma bulunmadığı için genç istihdamı için elde edilen sonuç karşılaştırılamamıştır.

Negatif net istihdam etkisinin muhtemel bir kaç sebebinden bahsedilebilir. Bu sebeplerden ilki, analiz döneminde yenilenebilir enerji kaynaklarının geleneksel rakiplerine karşı daha maliyetli olmasıdır. Yeni nesil yenilenebilir enerji kaynaklarının toplamdaki payı arttıkça ekonomideki toplam enerji maliyetini de artırmakta ve kuram kısmında bahsedilen negatif fiyat-maliyet etkisini harekete geçirmektedir. Bu durumdan tüm ekonomik faktörlerin etkilenmesi söz konusudur. İşletmelere artan girdi maliyeti olarak yansıyarak ücretlerin yeterince esnek olmadığı istihdam piyasasında istihdamın azalmasına neden olmaktadır. Hane halklarına artan enerji faturası olarak yansıyarak negatif bütçe etkisi ortaya çıkarabilmekte ve diğer

sektörlerde olumsuz etki gösterebilmektedir. Kamu tarafında ise yenilenebilir enerji desteklerinin daha verimli yatırımların dışlanmasına sebep olabildiği söylenmektedir. Elde edilen sonuç üzerinde etkili olduğu düşünülen bir diğer sebebin yenilenebilir enerji yatırımlarının diğer enerji sektörlerinde oluşturduğu dışlama etkisi olduğu söylenebilir. Bu duruma karbon içerikli enerji sektörlerindeki yatırımlarının dışlanması ile beraber enerji yoğun sektörlerde karşılaştırmalı üstünlükleri bozması da dahil edilebilir. Bir başka sebep ise yenilenebilir enerji sektörünün ihtiyaç duyduğu nitelikli işgücünün işgücü piyasasında eşleşememe problemi oluşturması ve sektörün istihdam potansiyelinin tam olarak ortaya çıkarılması olarak ifade edilebilir. Diğer bir sebep ise sektörün kalıcı istihdam yaratma kanallarından en güçlü olanı üretim safhasına yeterince önem verilmemesi olarak düşünülebilir. Yerli sanayiinin kurulup, geliştirilmemesi durumunda sektörün büyük oranda sadece geçici istihdam yaratma imkanı oluşabilecektir. Bu da yenilenebilir enerjinin güçlü doğrudan istihdam potansiyelinin etkin biçimde devreye girmesini engelleyecektir. Diğer taraftan genç istihdamının ekonomideki daralmalardan genel olarak genel istihdama göre daha fazla etkilendiği bilinmektedir. Dolayısıyla fiyat-maliyet etkisiyle tetiklenen süreçten, sektörün gerektirdiği yüksek bilgi/beceri seviyesine de sahip olmayan genç nüfusun yenilenebilir enerji kullanımdan daha fazla etkilenmesi olağan görülebilir.

Kontrol değişkenlerinin katsayıları incelendiğinde ise ekonomide sabit fiziki yatırımların artması halinde istihdam imkanının artacağı ve nüfus artışının genel istihdamı pozitif etkileyeceği görülmektedir. Diğer değişkenlerin katsayıları istatistiki anlamlılık taşımamaktadır. Bu durumda ele alınan örneklem kapsamında istihdamın dinamiklerinin Keynesyen teorinin iddia ettiği gibi makro sebeblerden ziyade Klasik teorinin öne sürdüğü mikroekonomik faktörlerde aranmasının daha uygun olacağı söylenebilir. Ayrıca anlamsız değişkenlerin sırasıyla modelden çıkarılması denenmiştir. Fakat bu durumda modelin genel anlamlılığı zayıflamış ve ortalama karesel hataların karekökü değeri yükselmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada yenilenebilir enerji kullanımı iki ayrı açıdan ele alınmıştır. İlk olarak eğitim yoluyla kazanılan toplumsal bilgi stoku ile (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanımı arasında teorik literatürün öngördüğü biçimde bir ilişki bulunup bulunmadığı, eğer var ise yönünün ne olduğu araştırılmıştır. Teorik literatür özetle, toplumsal bilgi seviyesinin ekonomideki yenilenebilir enerji talebi ve yenilenebilir enerji arzı üzerinde etkin olduğu iddia etmektedir. Yüksek teknoloji ürünü olan yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilebildiği ve/ veya etkin şekilde yayılabildiği ekonomilerde arza ilişkin bir kısıtın oluşmayacağı; yerli yenilenebilir endüstrisinin kurulabileceği, ölçek ekonomilerinin ve kendini besleyen iç talebin ortaya çıkabileceği belirtilmektedir. Ar-Ge çalışmalarının önemi bu noktada devreye girdiği düşünülmektedir. Diğer yandan toplumdaki bilgi stoku artışı çevre duyarlılığının ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dair sosyal kabulün artmasına, böylece eğitimle artması beklenen kişisel gelirlerin bir kısmının göreceli olarak daha maliyetli olan yenilenebilir enerji kaynaklarına aktarılmasında gönüllü olunmasına yol açacağı beklentisi hakimdir. Dolayısıyla bilgi stokundaki artışın yenilenebilir enerji arzına olduğu gibi, talebine de olumlu yansıması beklenmektedir.

Model I ve II'den elde edilen bulgular beklentilere uygun olarak orta öğretim ve yükseköğretim okullaşma oranlarının (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanım oranı ile pozitif ilişkili olduğuna işaret etmektedir. 62 ülke ve 1990-2014 dönemini kapsayan analiz sonuçlarına göre pozitif ilişki farklı ülke alt gruplamalarında da geçerliliğini korumaktadır. Özellikle yükseköğretim okullaşma oranlarındaki artışın yenilenebilir enerji kullanım oranını daha fazla artırdığı yapılan analizce öngörülmüştür. Dolayısıyla okullaşma oranları arttıkça bir yandan beşeri sermayenin nitelikleri gelişmekte, diğer yandan çevre bilincinin artmakta olduğu söylenebilir. Bu analizin alan yazına bir diğer önemli katkısı ise eğitimle paralel arttığı düşünülen kişi başı gelir düzeyinin yeni nesil yenilenebilir enerji kullanımı ile doğrusal olmayan bir ilişki içinde olup olmadığının araştırılmış olmasıdır. Bilindiği

kadarıyla bu ilişkiyi ele alan ilk çalışma olan analizin sonucunda değişkenler arasında ters-U şeklinde bir ilişkinin bulunduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlar Bölüm 4.1.1.2 de tartışıldığı üzere birden fazla etkenin etkileşimi ile açıklanabilmektedir. Fakat belki de en önemlisi bu sonuçların N şeklindeki Çevresel Kuznets eğrisi ile ilişkilendirebilir olmasıdır. N şeklindeki Çevresel Kuznets eğrisine göre ilk aşamada çevresel bozulma artarken, ikinci aşamada düşüşe geçmekte, son aşamada ise yeniden artmaya başlamaktadır (Atasoy, 2017:733; Pal ve Mitra, 2017:2; Dinda, 2004:441). Bu durumda elde edilen ters-U şeklindeki ilişkinin, N şeklindeki Çevresel Kuznets eğrisinin ikinci ve üçüncü aşamasına denk geldiği söylenebilir. Diğer yandan gelecekte bu çalışmadan daha uzun dönemi kapsayan analizler yapılabilmesi durumunda analize konu ilişkinin N şeklinde elde edilmesi beklenebilir. Dolayısıyla ilerleyen zaman içerisinde bu ilişkinin daha geniş ve daha uzun dönemli bir veri setiyle yeniden incelenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Model I ve II'nin analizinden elde edilen bir diğer önemli bulgu ticari açıklık arttıkça (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanımının da artacağıdır. Bu sonuçlar artan ticari açıklığın yenilenebilir enerji teknolojilerinin yayılımını ve yaparak öğrenme yoluyla bilgi ve beceri birikimini artıracağı beklentilerini doğrulamaktadır.

Model III'den elde edilen bulgular (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanımının ekonomilerin hangi iktisadi gelişmişlik seviyesinde olursa olsun Ar-Ge faaliyetlerine daha yüksek bütçe ayrılmasından pozitif olarak etkilendiğini göstermektedir. Eğitim harcamalarına milli gelirden ayrılan payın, (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanımı üzerindeki etkisini gösteren katsayının ise anlamlı olmamakla birlikte sadece gelişmiş ülkeler panelinde pozitif işaretli olduğu görülmüştür. Bu durum kamu eğitim harcamalarının milli gelire oranı için bir eşiğin bulunabileceğine dikkat çekmiştir. Uygulanan sabit etkili panel eşik regresyon yöntemi ile % 1 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bir eşiğin bulunduğu doğrulanmıştır. Eşik değeri % 7,48 olarak tespit edilmiştir. Bu eşiğin üstünde kalan ülkeler eğitime yüksek önem verilen rejim, eşiğin altında kalanlar ise daha az önem verilen rejim olarak adlandırılmışlardır. Eğitime yüksek önem verilen rejimde, kamu eğitim harcamalarının milli gelire oranı ile (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanımı değişkenlerinin % 1 anlamlılık düzeyinde pozitif ilişkili olduğu görülmüştür. Fakat eğitime kamudan düşük kaynak ayrılan rejimde kamu eğitim

harcamaları ile (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kullanımı arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.

Özetle, yenilenebilir enerji-bilgi stoku ilişkisini ele alan analizlerin sonucunda ekonomilerin bilgi stokundaki artışın yenilenebilir enerji kullanımını artıracağı sonucuna ulaşılmıştır. Bahsedilen olumlu etkilerin daha çok (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji kaynaklarının arzı üzerindeki kısıtları kaldırmak suretiyle gerçekleşeceği tahmin edilirken, talep yönüyle ilgili kısıtların ise ancak nitelikli bir eğitimle aşılabileceği söylenebilir. Dolayısıyla yenilenebilir enerjiye geçiş sürecinin hızlandırılabilmesi için eğitimin, enerji politikası yapıcılarca bir politika aracı olarak değerlendirilmesi önemlidir.

Çalışmanın devamında dünya genelinde yenilenebilir enerji kullanımına doğru yaşanan kayışın genel istihdam ve genç istihdamı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yenilenebilir enerji kullanımının genç istihdamına etkisini araştıran ilk çalışma olması bakımından bu analiz ile alan yazına önemli bir katkıda bulunulduğu düşünülmektedir. Alandaki erken dönem çalışmaların ve ilgili kuruluş raporlarının büyük bölümünün sektördeki doğrudan istihdamı dikkate alarak pozitif ve yüksek istihdam beklentileri oluşturduğu görülmektedir. Fakat sadece doğrudan istihdamı dikkate alarak makro politikalara yön vermek uzun dönemde işgücü piyasasında yapısal problemlere sebep olabilecektir. Doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdamın toplamını ifade eden net istihdam etkisinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla yapılan 59 ülkeli panel veri analizi sonucunda hidroelektrik harici yenilenebilir enerji kaynaklarının payı ile istihdam oranının negatif ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yüksek maliyetlerinin tetiklediği maliyet, yapısal talep ve hızlandıran/çarpan mekanizmalarının bu sonuç üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Uzun süredir düşüş trendinde olan yenilenebilir enerji teknoloji maliyetlerinin uygun ölçek ve iklime sahip bazı santrallerde rekabetçi düzeye inmeyi başardığı bilinmektedir. Rekabetçiliğin genele yayılması ve maliyet konusundaki belirsizliklerin ortadan kaldırılması istihdam anlamında faydalı olacaktır. Fakat yetersiz istihdam konusu teknolojik gelişme sürecinin insiyatifine bırakılabilecek bir konu değildir. Bu nedenle hükümetlerin işgücü piyasasındaki yapısal sorunları tespit ederek, uygun önlemleri almaları yeni nesil yenilenebilir enerjiye geçiş sürecinde önemlidir. Aksi takdirde enerji yoğun sektörlerdeki işlerin ucuz işgücü imkanı sunan ülkelere kayması gibi büyük istihdam kayıplarına dahi

sebep olunması söz konusu olabilecektir. Diğer yandan sektör temsilcileri, başta gelişmekte olan ekonomilerde olmak üzere sektörün yoğun bir işgücü darboğazında olduğunu belirtmektedir. İhtiyaç duyulan niteliklere haiz her seviyeden işgücü eksikliğinin sektörün en önemli problemi olduğunu aktarılmaktadır. Dolayısıyla nitelikli eğitim verilmesi gibi politikalarla piyasadaki eşleşememe probleminin çözümüne öncelik verilmesi uygun olacaktır.

Genç işsizliğinin ekonomiler için kaynak israfı olmasının yanı sıra, bireyler için uzun dönemli, bazı durumlarda hayat boyu sürecek olumsuz etkilerinin varlığı bilinmektedir. Suç oranları ile de yakından ilişkilendirilen konulardan biri olarak göze çarpmaktadır. Toplumları bu olumsuzluklardan korumak her hükümetin öncelikleri arasında yer almaktadır. Bu nedenle genç istihdamının ekonomideki yeşil dönüşümden olumsuz etkilenmesinin önüne geçebilecek politikalar yürütülmesi en azından genel istihdam politikaları kadar önemlidir. Yenilenebilir enerji sektörünün gerektirdiği eğitime ve donanıma sahip olmayan genç nüfusa yönelik eğitim politikalarının gözden geçirilmesi, iş dünyası ile eğitim birimleri arasındaki etkileşimin artırılması uygun olacaktır.

Özetle, elde edilen bulgular yenilenebilir enerji sektörünün pozitif istihdam etkisinin literatürdeki erken dönem çalışmaların yansıttığı gibi garanti olmadığını göstermektedir. İstihdamı destekleyen, işgücü piyasasındaki eşleşememe gibi yapısal sorunları giderici ve yerli üretimi destekleyen politikaların uygulanmasını gerekmektedir. Ancak bu şartlar altında yenilenebilir enerjiye geçişin bir istihdam politikası olarak kullanımından bahsetmek mümkün görünmektedir.

Son olarak bu çalışmanın kapsadığı zaman diliminde (hidroelektrik harici) yenilenebilir enerji teknolojilerinin ekonomilerin enerji arzı içerisindeki paylarının oldukça düşük ama artış trendinde olduğu görülmektedir. Ayrıca en büyük dezavantajları durumunda olan yüksek maliyetlerinin de düşüş trendinde olduğu bilinmektedir. Bahsedilen trendlerin bu çalışmada elde edilen bulgular üzerinde bir etkisi olup olmadığının görülebilmesi ve bilimsel bilgi birikiminin derinleşmesi adına ilerleyen yıllarda daha uzun dönemi kapsayan çalışmaların yapılmasının faydalı olacağı söylenebilir.

KAYNAKLAR

Abul Basher, S., Haug, A.A. and Sadorsky, P. (2012). Oil Prices, Exchange Rates and Emerging Stock Markets. *Energy Economic*, 34(1):227-240.

Acemoglu, D. (2002). Technical change, inequality, and the labour market. *Journal of Economic Literature,* 40(1):7–72.

Acemoğlu, D., Aghion, P., Bursztyn, L. and Hemous, D. (2012). The environment and directed technical change. *American Economic Review*, 102:131-166.

Ackah, I. (2015). On the relationship between energy consumption, productivity and economic growth: Evidence from Algeria, Ghana, Nigeria and South Africa. *USAEE Working Paper 15-212:*1-33.

Ackah, I. and Kizys, R. (2015) Green growth in oil producing African countries: A panel data analysis of renewable energy demand. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 50:1157–1166.

Aguinis, H., Gottfredson, R.K. and H. Joo. (2013). Best-Practice Recommendations for Defining, Identifying, and Handling Outliers. *Organizational Research Methods*, 16(2):270-301

Aguirre, M. and Ibikunle, G. (2014). Determinants of renewable energy growth: A global sample analysis. *Energy Policy,* 69:374-384.

Akyüz, Ö.M. (2001). *Stratejik İnsan Kaynakları Planlaması.* Sistem Yayıncılık, İstanbul.

Andersen, E. B. (1970). Asymptotic Properties of Conditional Maximum Likelihood Estimators. *Journal of the Royal Statistical Society,* Series B, 32:283–301.

Apergis, N. and Payne, J. E. (2010a). Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries. *Energy Policy,* 38:656-660.

Apergis, N. and Payne, J. E. (2010b). Renewable energy consumption and growth in Eurasia. *Energy Economics,* 32:1392-1397.

Apergis, N. and Payne, J. E. (2011). On the causal dynamics between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in developed and developing countries. *Energy Systems,* 2(3-4): 299-312.

Apergis, N. and Salim, R. (2015). Renewable energy consumption and unemployment: Evidence from a sample of 80 countries and nonlinear estimates. *Applied Economics*, 47(52):5614-5633.

Apostolakis, B.E. (1990). Energy-Capital Substitutability/Complementarity: The dichotomy. *Energy Economics*, 12(1):48-58.

Arestis, P., Baddeley, M. and Sawyer, M. (2007). The relationship between capital stock, unemployment and wages in nine EMU countries. *Bulletin of Economic Research,* 59(2):125-148.

Arlı Yılmaz, S. (2014). *Yeşil işler ve Türkiye'de yenilenebilir enerji alanındaki potansiyeli.* Uzmanlık Tezi, Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Ankara.

Arrow, K.J. (1962). The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies,* 29:155-173

Atasoy, B.S. (2017). Testing the environmental Kuznets curve hypothesis across the U.S.: Evidence from panel mean group estimators. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 77, 731-747.

Babu, S.S. and Datta, S.K. (2016). A Study of co-variation and convergence of alternative measures of sustainability on the basis of panel data. *Social Indicators Review,* 125(2): 377–396.

Bai, J. and Ng, S. (2004). A panic attack on unit roots and cointegration. *Econometrica*, 72(4):1127–1177.

Baltagi, B., & Wu, P. (1999). Unequally Spaced Panel Data Regressions With AR(1) Disturbances. Econometric Theory, 15, 814-823.

Baltagi, B.H., Feng, Q. and Kao, C. (2016). Estimation of heterogeneous panels with structural breaks. *Journal of Econometrics,* 191:176-195.

Barro, R. J. (1998). Human capital and growth in cross-country regression. Harvard University Press, Manuscript. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/ download?doi=10.1.1.562.9470&rep=rep1&type=pdf (28.12.2016)

Bassani, A. and Duval, R. (2006). The Determinants of Unemployment Across OECD Countries: Reassessing The Role of Policies and Institutions. *OECD Economic Studies*, 42:1-86.

Becker, G.S. (1962). Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis. *Journal of Political Economy*, 70(59):9-49.

Becker, G. S. (1964). *Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education*. New York: National Bureau of Economic Research.

Belot, M. and van Ours, J. (2004). Does the recent success of some OECD countries in lowering their unemployment rates lie in the clever design of their labour market reform?. *Oxford Economic Papers,* 56(4):621-642.

Belsley, P.A., Kuh, E., and Welsch, R.E. (1980) Regression Diagnostics. John Wiley, New York.

Ben Jebli, M., and Ben Youssef, S. (2015). Output, renewable and non-renewable energy consumption and international trade: Evidence from a panel of 69 countries. *Renewable Energy,* 83, 799-808.

Bhattacharyya, S.C., and Timilsina, G. (2009). *Energy demand models for policy formulation*. *World Bank Policy Research Working Paper 4866*, 1-149.

Biresselioğlu, M.E., Kılınç, D., Onater-Isberk, E. and Yelkenci, T. (2016). Estimating the political, economic and environmental factors' impact on the installed wind capacity development: A system GMM approach. *Renewable Energy*, 96: 636-644.

Blanco, M.I. and Rodriques, G. (2009). Direct employment in the wind energy sector: An EU study. *Energy Policy*, 37:2947-2957

BLS. The green job definition. https://www.bls.gov/green/overview.htm#Definition (10.06.2017)

Bollen, J.C., 2008. Energy security, air pollution, and climate change: An integrated cost benefit approach. MNP, Bilthoven 2008. http://www.rivm.nl/bibliotheek /rapporten/500116004.pdf (20.08.2017)

Böhringer, C., Keller, A. and van der Werf, E. (2013). Are green hopes too rosy? Employment ve welfare impacts of renewable energy promotion. *Energy Economics*, 36:277- 285.

BP. (2016). BP Statistical Review of World Energy Workbook 2016. http://www.bp.com/statisticalreview (16.08.2017)

Breitschopf, B., Nathani, C., and Resch, G. (2011) Review of Approaches for Employment Impact Assessment of Renewable Energy Deployment. Franhofer ISI, Rütter + Partner, Energy Economics Group, Study commissioned by IEA-RETD, November 2011. http://iea-retd.org/wp-content/uploads/2011/11/EMPLOY-task -1.pdf (23.08.2017)

Breusch, T.S. and Pagan A.R. (1980). The lagrange multipler test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies,* 47(1):239-253.

Brunschweiler, C.N. (2010). Finance for renewable energy: An empirical analysis of developing and transition economies. *Environment and Development Economics*, 15:241-274.

Byrnes, L., Brown, C., Foster, J. and Wagener, L.D. (2013). Australian renewable energy policy: Barriers and challenges. *Renewable Energy,* 60:711-721.

Cai, W., Mu, Y., Wang C., and Chen, J. (2014). Distributional employment impacts of renewable and new energy–A case study of China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 39:1155-1163.

Cameron, L., and van der Zwaan, B. (2015). Employment factors for wind and solar energy technologies: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45:160–172.

Cansın, Y. ve Sohtaoğlu, N.H. (2009). OECD/IEA ülkelerinin ar-ge harcamalarındaki eğilimler kapsamında yenilenebilir enerji teknolojilerindeki gelişmelerin incelenmesi. *V. Yenilenebilir Enerji Sempozyumu,* Diyarbakır, s. 29-36.

Carley, S., Lawrence, S., Brown, A., Nourafshan, A. and Benami, E. (2011). Energy-based economic development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 15:282–295.

Carrion-i Silvestre, J.L., Barrio-Castro, T. D. and Lopez-Bazo, E. (2005). Breaking the panels: An application to the GDP per capita. *Econometrics Journal,* 8: 159-175.

Chang, S-C. (2015). Effects of financial developments and income on energy consumption. *International Review of Economics ad Finance,* 35:28-44.

Cheng, KM., Durmaz, N., Kim, H. and Stern, M.L. (2012). Hysteresis vs. natural rate of US unemployment. *Economic Modelling*, 29(2):428-434.

Cherp, A. and Jewell, J. (2014). The concept of energy security: Beyond the four As. *Energy Policy*, 75:415-421.

Chien, T. and Hu, J.-L. (2008). Renewable energy: An efficient mechanism to improve GDP. *Energy Policy*, 36:3045-3052.

Choi, I. (2002). Combination unit root tests for cross sectionally correlated panels. Mimeo, Hong Kong University of Science and Technology, pp. 1-26.

Chopra, K. and Dasgupta, P. (2008). Assessing the economic and ecosystem services contribution of forests: issues in modelling, and an illustration. *International Forestry Review,* 10(2):376-386.

Chudik, A. and Pesaran, M. H. (2013). Large Panel Data Models with Cross-Sectional Dependence:A Survey*.Federal Reserve Bank of Dallas

Globalization and Monetary Policy Institute Working Paper No. 153. Federal Reserve Bank of Dallas Globalization and Monetary Policy Institute Working Paper No. 153

Ciegis, R., Ramanauskiene J. and Martinkus, B. (2009). The Concept of Sustainable Development and its Use for Sustainability Scenarios. I*nzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 2:28-37.

Ciorba, U., Pauli, F. and Menna, P. (2004). Technical and economical analysis of an induced demand in the photovoltaic sector. *Energy Policy*, 32:949–960.

COM/2014/903 final. (2014). Communication from the commission to the European Parliament, the council, the European central bank, the European economic ve social committee, the committee of the regions ve the European investment bank, An Investment Plan for Europe. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52014DC0903 (26.04.2017)

Cook, R.D. (1977). Detection of influential observations in linear regression. *Technometrics,* 22:494–508.

Cragg, M., Zhou, Y.Y., Gurney, K. and Kahn, M.E. (2013). Carbon geography: The political economy of congressional support for legislation intended to mitigate greenhouse gas production. *Economic Inquiry*, 51(2):1640-1650.

Çalışkan, Ş. (2007). Eğitimin getirisi (Uşak ili örneği). S*üleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi,* 12(2):235-252.

Çalışkan, Ş., Karabacak, M. ve Meçik, O. (2013). Türkiye'de eğitim-ekonomik büyüme ilişkisi: 1923-2011 (Kantitatif bir yaklaşım). *Yönetim Bilimleri Dergisi,* 11(21):29-48.

Çankaya, E. ve Karataş, M. (2010). İktisadi kalkınma sürecinde beşeri sermayeye ilişkin bir inceleme. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 2(3):29-55.

de Castro,C., Mediavilla, M., Miguel, L.J. and Frechoso, F. (2013).Global solar electric potential: A review of their technical and sustainable limits. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 28:824–835.

Dechezlepretre, A., Glachant, M., Hascic, I., Jonhstone, N. and Meniere, Y. (2011). Invention and transfer of climate change-mitigation technologies: a global analysis. *Review of Environmental Economic Policy*, 5(1):109-130.

Deniz, Ö. (2005). Poisson regresyon analizi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(7):59-72.

Di Bartolo, A. (1999). Human Capital Estimation through Structural Equation Models with some Categorical Observed Variables. International Workshop on Correlated Data: Estimating Function Approach, Trieste- Italy. http://iriss.ceps.lu /documents/irisswp4.pdf (22.08.2017)

Dinda, (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics,* 49, 431-455.

Djankov, S. and Ramalho, R. (2009). Employment laws in developing countries. *Journal of Comparative Economics*, 37(1):3-13.

Dong, C.G. (2012). Feed-in tariff vs. renewable portfolio standard: An empirical test of their relative effectiveness in promoting wind capacity development. *Energy Policy*, 42:476–485.

Dow, W.H. and Norton, E.C. (2003). Choosing and interpreting the heckit and two-part models for corner solutions. *Health Services Outcome Res. Metodology*, 4:5-18.

Duan, N., Manning, W.G., Morris, C.N. and Newhouse, C.P. (1984). Choosing between the sample selection model and the multi-part model. *Journal of Business Economics Statistics,* 2:283-289.

Easterly, W. and Levine, R. (2016). The European origins of economic development. *Journal of Economic Growth,* 21(3):225-257.

Ebohon, O. J. (1996). Energy, Economic Growth and Causality in Developing Countries: A Case Study of Tanzania and Nigeria. *Energy Policy,* 24(5):447-453.

Elbadawi, I. and Soto, R. (2012). Resource rents, political institutions and economic growth. *Economic Research Forum Working Papers, 678:*1-28.

Eleftheriadis, I.M. and Anagnostopoulou, E.G. (2015). Identifying barriers in the diffusion of renewable energy sources. *Energy Policy*, 80:153-164.

Ellabban, O., Abu-Rub, H. and Blaabjerg, F. (2014). Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. *Renewable and Sustainable Reviews,* 39:748-764.

Elliston, B., Riesz, J. and MacGill, I. (2016). What cost for more renewables? The incremental cost of renewable generation e An Australian National Electricity Market case study. *Renewable Energy*, 95:127-139.

Erdal, L. ve Karakaya, E. (2012). Enerji arz güvenliğini etkileyen ekonomik, siyasi ve coğrafi faktörler. *Uludağ Üniversitesi İİBF Dergisi*, 31(1):107-136.

European Commission. (2009). EmployRES: The impact of renewable energy policy on economic growth and employment in the European Union. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2009_employ_res_report.pdf (12.06.2017)

European Commission. (2014). EmployRES: The impact of renewable energy policy on economic growth and employment in the European Union. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/EmployRES-II%20final%20report_0.pdf (12.06.2017)

Farmer, R.E.A. (2010). How to reduce unemployment: A new policy proposal. *Journal of Monetary Economics*, 57(5):557-572.

Felbermayr, G. and Gröschl, J.(2011). Natural Disasters and the Effect of Trade on Income: A New Panel IV Approach. *Cesifo Working Paper, No:3541*. https://www.econstor.eu/bitstream/10419/49463/1/665794355.pdf (07.05.2017)

Fischer, C. and Newell, R. (2008). Environmental and technology policies for climate mitigation. *Journal of Environmental Economics and Management,* 55(2):142-162.

Fortes, P., Seixas, J. and Proença, S. (2015). How renewable energy promotion impacts the Portuguese economy?. In: 12th International Conference on the European Energy Market (EEM), IEEE. 2015. Model documentation. http://ecomod.net/system/files/PaperSaraProen%C3%A7a.pdf (09.06.2017)

Fotourehchi, Z. (2016). Health effects of air pollution: An empirical analysis for developing countries. *Atmospheric Pollution Research,* 7(1):201-206.

Fournier, J-M., Domps, A., Gorin, Y., Gouillet X. and Morchoisne, D. (2015).Implicit Regulatory Barriers in the EU Single Market. *OECD Economics Department Working Papers, 1181:*1-29.

Fowowe, B. (2012). Energy consumption and real GDP: Panel co-integration and causality tests for sub-saharan African countries. *Journal of Energy in Southern Africa*, 23 (1):8-14.

Fox, J. (2009). Regression diagnostics. http://socserv.socsci.mcmaster.ca/fox/Courses/Brazil-2009/slides-handout.pdf. (19.05.2017)

Freund, C., and Rikers, B. (2014). Episodes of unemployment reduction in rich, middle-income and transition economies. *Journal of Comparative Economics*, 42(4): 907-923.

Fridleifsson, I. B. (2001). Geothermal energy for the benefit of the people. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 5:299-312.

Frondel, M., Ritter, N., Schmidt, C. and Vance, C. (2010). Economics impacts from the promotion of renewable energy technologies: The German experience. *Energy Policy*, 38:4048-4056.

Furchtgott-Roth, D. (2012). The elusive and expensive green jobs. *Energy Economics*, 34:43-52.

Gabriel, C-L., Kirkwood, J., Walton, S. and Rose, E.L. (2016). How do developing country constraints affect renewable energy entrepreneurs?. *Energy For Sustainable Development,* 35:52-66.

Gan, L., Eskeland, G.S. and Kolshus, H.H. (2007). Green electricity market development: Lessons from Europe and the US. *Energy Policy,* 35:144-155.

Gnansounou, E. (2008). Assessing the energy vulnerability: Case of industrialised countries. *Energy Policy,* 36 (10):3734-3744.

Gourieroux, C., Monfort, A. and C. Trognon (1984). Pseudo–Maximum Likelihood Methods: Theory. *Econometrica,* 52:681–700.

Gökdayı, İ. (1997). *Çevrenin geleceği yaklaşımlar ve politikalar*. Çevre Vakfı Yayını, Ankara.

Greene, W. (2000). Econometric Analysis. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

Groba, F. and Cao, J. (2014). Chinese Renewable Energy Technology Exports: The Role of Policy, Innovation and Markets. *Environmental and Resource Economics*, 60(2):243-283.

Grossman, G. M. and Kruger, A.B., (1991). Environmental Impacts of the North American Free Trade Agreement. *NBER Working Paper, 3914:*1-39.

Gruebler, A., Nakicenovic, N. and Victor, D.G. (1999). Dynamics of energy technologies and global change. *Energy Policy*, 27:247-280.

Gupta, E. (2008). Oil vulnerability index of oil-importing countries. *Energy Policy*, 36:1195–1211.

Günaydın, D. (2015). Yeşil işler ve işgücü piyasasına etkileri. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 13(3):503-525.

Güriş, S. (2015). *Stata ile Panel Veri Modelleri*. (Der), Der Yayınları, İstanbul, 203-285.

Hadri, K. (2000). Testing for stationary in heterogeneous panel data. *The Econometrics Journal*, 3(2):148-161.

Hamilton, L.C. (2011). Education, politics and opinions about climate change evidence for interaction effects. *Climatic Change,* 104:231–242

Hansen, B.E. (1996). Inference when a nuisance parameter is not identified under the hypothesis. *Econometrica,* 64:97-106.

Hansen, B.E. (1999). threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing and inference. *Journal of Econometrics,* 92:345-368.

Hartley, P.R., Kenneth, B., Temzelides, T. and Zhang, X. (2015). Local employment impact from competing energy sources: Shale gas versus wind generation in Texas. *Energy Economics*, 49:610-619.

Hassett, T. and Borgerson, K. (2009). Harnessing nature's power: deploying and financing on-site renewable energy. World Resources Institute,

Washington.https://www.wri.org/sites/default/files/pdf/harnessing_natures_power.pdf (26.04.2018)

Hausman, J. (1978). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica,* 46:1251 -1271

Heckman, J.J. (1979). Sample selection bias as a specification error. *Econometrica,* 47(1):163-161.

Helpman, E., Melitz, M. and Rubinstein, Y. (2008). Estimating trade flows: trading partners and trading volumes. *NBER Working Paper,* 12927.

Hondo, H. and Moriizumi, Y. (2017). Employment creation potential of renewable power generation technologies: A life cycle approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 79:128–136.

Horuz, A., Korkmaz, A. ve Akınoğlu, G. (2015). Biyoyakıt bitkileri ve teknolojisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 3:69-81.

Hoşgörür, V. ve Gezgin, G. (2005). Ekonomik ve sosyal kalkınmada eğitim. *Yüzüncü yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2):1-8.

Hsu, S-L. (2016). Capital Transitioning: A Human Capital Strategy for Climate Innovation. *FSU College of Law, Public Law Research Paper,* 809, 1-24. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2804841## (07.12.2016)

Huang, M-L., Liao, S-Y. and Jeng, H-Y. (2006). Substitution between Energy and Non-Energy Inputs in Taiwan's Manufacturing Sector. *Academy of Taiwan Information Systems Research,* 3:1-20.

Huang I.C., Frangakis, C., Atkinson, M.J., Willke, R.J., Leite, W.L., Vogel, W.B. and Wu, A.W. (2008). Addressing ceiling effects in health status measures: a comparison of techniques applied to measures for people with HIV disease. *Health Services Research,* 43:327-339.

Huang, L. (2009). Financing rural renewable energy: A comparison between China and India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,*13:1096-1103.

Iacovoiu, V. B. (2012). Impact of capital investments on unemployment in the context of economic crisis. The case of Romania. *Economic Insights- Trends and Challenges*, 1(4):36-47.

Ibikunle, G. and Okereke, C. (2014). Governing Carbon through the EU-ETS: Opportunities, Pitfalls and Future Prospects. In: *Carbon Governance, Climate Change and Business Transformation,* A. Bumpus, C. Okereke, B. Perez-Henrique, & J. Tansey (Eds.). Routledge Advances in Climate Change Research. Routledge, London, pp. 143-157.

IEA. (2006). World key energy statistics 2006. https://www.iea.org /publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf (15.06.2017)

IEA. (2016a). World energy outlook 2016. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WorldEnergyOutlook2016ExecutiveSummaryEnglish.pdf

IEA. (2016b). International Energy Agency Policies and Measures Database. https://www.iea.org/policiesandmeasures /renewableenergy/ (24.12.2016)

ILO. (2013). Sustainable development, decent work and green jobs.International Labour Conference, 102nd Session, Geneva. http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms_207370.pdf (23.08.2017)

Im, K.S., Pesaran, M.H. and Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115:53 – 74.

Im, K. S., Lee, J. and Tieslau, M. (2012). Panel LM Unit Root Tests with Trend Shifts. FDIC Center for Financial Research Working Paper, 2010(1), 1-38.

IRENA. (2016). Renewable Energy and Jobs. Annual Review 2016. https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Jobs_Annual_Review_2016.pdf (15.05.2017)

Iwata, K., Katayama, H. and Arimura, T.H. (2015).Do households misperceive the benefits of energy-saving actions? Evidence from a Japanese household survey. *Energy For Sustainable Development*, 25:27-33.

Jacques, P.J., Dunlap, R.E. and Freeman, M. (2008). The organisation of denial: Conservative think tanks and environmental scepticism. *Environmental Politics*, 17(3), 349-385.

Jansen, J.C., van Arkel, W.G. and Boots, M.G. (2004). Designing indicators of long-term energy supply security. ECN-C–04-007. https://www.ecn.nl/docs/ library /report/2004 /c04007.pdf (02.12.2016)

Jaraitė, J., Karimub, A., Kažukauskasc, A. and Kažukauskasd, P. (2015). Renewable Energy Policy, Economic Growth and Employment in EU Countries: Gain without Pain? *CERE Working P*aper, 7:1-31.

Johnstone, N., Hai, I. and Popp, D. (2010). Renewable energy policies and technological innovation: Evidence based on patent counts. *Environmental and Resource Economics*, 45:133-155.

Kaldellis, J.K. and Zafirakis, D. (2011). The wind energy revolution: A short review of a long history. *Renewable Energy,* 36: 1887-1901.

Kanchana, K. and Unesaki, H. (2015). Assesing energy security using intor-based analysis: The case of ASEAN member countries. *Social Sciences,* 4:1269–1315.

Kapetanios, G., Pesaran, M.H and Yamagata, T. (2011). Panels with non-stationary multifactor error structures. *Journal of Econometrics,* 160:326–348.

Karakaya, E. (2016). Paris iklim antlaşması: İçeriği ve Türkiye üzerine bir değerlendirme. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 3(1):1-12.

Karakaya,, E. ve Sofuoğlu, E. (2015). İklim değişikliği müzakerelerine bir bakış: 2015 Paris iklim zirvesi. *Uluslararası Avrasya Enerji Sorunları Sempozyumu*, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, İzmir, ss.28-30.

Karanassou, M., Sala, H. and Salvador, P.H. (2008). Capital Accumulation and Unemployment: New Insights on the Nordic Experience. *Cambridge Journal of Economics, 32(6):*977-1001.

Kardooni, R., Binti Yusoff, S. and Binti Kari, F. (2015). Barriers to renewable energy development: Five fuel policy Malaysia. *Energy and Environment,* 26(8):1353-1361.

Kaypak, Ş. (2011).Küreselleşme sürecinde sürdürülebilir kalkınma için sürdürülebilir çevre. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştirmalar Dergisi,* 13(20): 19-33.

Kelly, S. (2011). Do homes that are more energy efficient consume less energy?: A structural equation model of the English residential sector. *Energy,* 36:5610-5620.

Khatun, F. and Ahamad, M. (2015). Foreign direct investment in the energy and power sector in Bangladesh: Implications for economic growth. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52:1369–1377.

Kheng, V., Sun, S. and Anwar, S. (2016). Foreign direct investment and human capital in developing countries: a panel data approach. *Economic Change and Restructuring,* 49:1-25.

Kilian, L. (2009). Not all oil price shocks are alike: disentangling demand and supply shocks in the crude oil market. *The American Economic Review,* 99(3): 1053-1069

Kinab, E. and Elkhoury, M. (2012). Renewable energy use in Lebanon: Barriers and solutions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16:4422-4431.

Koç, A. (2013). Beşeri sermaye ve ekonomik büyüme ilişkisi: Yatay kesit analizi ile AB ülkeleri üzerine bir değerlendirme. *Maliye Dergisi*, 165:241-258.

Koźluk, T. and Timiliotis, C. (2016). Do environmental policies affect global value chains?: a new perspective on the pollution haven hypothesis. *OECD Economics Department Working Papers* , No. 1282, OECD Publishing, Paris.

Kraft, J. and Kraft, A., 1978. On the relationship between energy and GNP. *Journal of Energy Development*, 3:401-403.

Kruyt, B., van Vuuren, D.P., de Vries, D.J.P. and Groenenberg, H. (2009). Indicators for energy security. *Energy Policy*, 37(6):2166-2181.

Kumar, S., Fujii, H. and Managi, S. (2015). Substitute or complement? Assessing renewable and nonrenewable energy in OECD countries. *Applied Economics*, 47(14):1438-1459.

Lahsen, M. (2008). Experiences of modernity in the greenhouse: A cultural analysis of a physicist ‘‘trio’’ supporting the backlash against global warming. *Global Environmental Change,* 18:204–219

Lambert, R.J. and Silva, P.P. (2012). The challenges of determining the employment effects of renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16: 4667-4674.

Lee, J. and Strazicich, M.C. (2003). Minimum Lagrange multiplier unit root test with two structural breaks. *Review of Economics and Statistics,* 85(4):109-142.

Lehmann, P. and Gawel, E. (2013).Why should support schemes for renewable electricity complement the EU emissions trading scheme?. *Energy Policy,* 52: 597-607

Lehr, U., Nitsch, J., Kratzat, M., Lutz, C. and Edler, D. (2008). Renewable Energy and employment in Germany. *Energy Policy,* 36:108–117.

Leung, S.F. and Yu, S. (1996). On the choice between sample selection and two-part models. *Journal of Econometrics,* 72:197-229.

Levin, A., Lin, C-F. and Chu C-S (2002). Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics,* 108:1–24.

Lin, B., Oluwasola, E.O. and Okonkwo, J.U. (2016). Factors influencing renewable electricity consumption in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55:687-696.

Liu X., Cheng, G. and Wu J.W.(2002). Analyzing outliers cautiously. I*EEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 14(2):432-437.

Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1):3-42.

Lutz, W., Muttarak, R. and Striessnig, E. (2014). Universal education is key to enhanced climate adaptation. *Science,* 346 (6213):1601-1602.

Luzzati, T. and Orsini, M. (2009). Investigating the energy-environmental Kuznets curve. *Energy,* 34:291-300.

Maddala, G.S. and Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(51):631-652.

Makarieva, A.M., Gorshkov,V.G. and Li, B.-L. (2008). Energy budget of the biosphere and civilization: rethinking environmental security of global renewable and non-renewable resources. *Ecological Complexity,* 5:281–288.

Mankiw, N. G., Romer, D. and Weil, D. (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *Quartely Journal of Economics*, 107(2):407-437.

Manning, W.G. and Mullahy, J. (2001). Estimating log models: to transform or not to transform?. *Journal of Health Economics*, 20(4):461-94.

Mansson, A., Johansson, B. and Nilsson, L.J. (2014). Assessing energy security: An overview of commonly used methodologies. *Energy,* 73:1-14.

Markandya, A., Arto, I., González-Eguino, M. and Román, M.V. (2016). Towards a green energy economy? Tracking the employment effects of low-carbon technologies in the European Union. *Applied Energy*, 179:1342-1350.

Marques, A.C., Fuinhas, J.A. and Pires Manso, J.R. (2010). Motivations driving renewable energy in European countries: a panel data approach. *Energy Policy*, 38:6877-6885.

Marques, A.C. and Fuinhas, J.A. (2011). Drivers promoting renewable energy: A dynamic panel approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 15: 1601-1608.

Marquart-Pyatt, S.T., Mccright, A.M., Dietz, T. and Dunlap, R.E. (2014). Politics eclipses climate extremes for climate change perceptions. *Global Environmental Change,* 29:246-257.

Masih, R. and Masih, A.M.M. (1996). Stock-Watson dynamic OLS (DOLS) and error-correction modelling approaches to estimating long- and short-run elasticities in a demand function: new evidence and methodological implications from an application to the demand for coal in mainland China. *Energy Economics*, 18:315-334.

Matumoto, N. and Hondo, H. (2011). Analysis on employment effects in the introduction of renewable energy technologies by using an extended input-output table. *Journal of Japan Instute of Energy*, 90:258–267.

McCollum, D.L., Krey, V., Riahi, K., Kolp, P., Grubler, A., Makowski, M. and Nakicenovic, N. (2013). Climate policies can help resolve energy security and air pollution challenges. *Climatic Change*, 119: 479–494.

Mccright, A.M. and Dunlap, R. E. (2011). Cool dudes: The denial of climate change among conservative white males in the United States. *Global environmental Change,* 21:1163- 1172.

Mercan, M. and Karakaya, E. (2015). Energy consumption, economic growth and carbon emission: Dynamic panel cointegration analysis for selected OECD countries. *Procedia Economics and Finance,* 23:587–592.

Mehrara, M., Rezaei, S. and Davoud, H.R. (2015). Determinants of renewable energy consumption among ECO countries; based on bayesian model averaging and weighted-average least square. *International Letters of Social and Humanistic Sciences*, 54:96-109.

Meltzer, J. (2014). A carbon tax as a driver of green technology innovation and the implications for international trade. *Energy Law Journal*, 35:45-69.

Menegaki, A.N. (2011). Growth and renewable energy in Europe: A random effect model with evidence for neutrality hypothesis. *Energy Economics*, 33:257-263.

Meyer, I. and Sommer, M.W. (2014). Employment Effects of Renewable Energy Supply A Meta Analysis. WWWforEurope Policy Paper, 12:1-34.

Meyer, I. and Sommer, M.W. (2016). Employment effects of renewable energy deployment – a review. *International Journal of Sustainable Development*, 19 (3):217-245.

Miller, R. and Blair, P. (2009). Input-output: foundations and extensions. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press; 2009. ISBN: 9780521739023.

Mondal, A.H., Hawila, D., Kennedy, S. and Mezher, T. (2016). The GCC countries RE-readiness: Strengths and gaps for development of renewable energy technologies *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 54:1114–1128 .

Moriarty, P. and Honnery, D. (2016). Can renewable energy power the future?. *Energy Policy*, 93:3-7.

Mørk, G., Barstow, S., Pontes, M.T. and Kabuth, A. (2010). Assessing the global wave energy potential. 29th International Conference on Ocean, Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Shanghai, China, p.447-454.

Mouhammed, A.H. (2011). Important theories of unemployment and public Policies. *Journal of Applied Business and Economics,* 12(5):100–110.

Narayan, P.K. and Smyth, R. (2009). Multivariate Granger causality between electricity consumption, exports and GDP: evidence from a panel of Middle Eastern countries. *Energy Policy*, 37:229–236.

National Research Council. (2011). C*limate Change Education: Goals, Audiences, and Strategies. A Workshop Summary.* S. Forrest and M.A. Feder, Rapporteurs. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.

Newell, R. (2011). *The Energy Innovation System: A Historical Perspective,* Vol. Accelerating Energy Innovation: Insights from Multiple Sectors, University of Chicago Press for the National Bureau of Economic Research, Chicago, 25-47.

Nickell, S. (1997). Unemployment and labor market rigidities: Europe versus North America. *The Journal of Economic Perspectives*, 11(3):55-74.

Nickell, S. (1998). Unemployment: Questions and some answer. *The Economic Journal*, 108 (448):802-816.

Nickell, S., Nunziata, L. and Wolfgang, O.(2005). Unemployment in the OECD since the 1960s. What do we know?. *Economic Journal,* 115(500):1-27.

Nunziata, L. (2002). Unemployment, labour market institutions and shocks. *Nuffield College Working Papers in Economics,W*16. https://www.nuffield.ox.ac.uk /economics/papers/2002/w16/p4unemploymentWP.pdf (22.08.2017)

Obydenkova, A.V. and Salahodjaev, R. (2017). Climate change policies: The role of democracy and social cognitive capital. *Environmental Research*, 157:182-189.

OECD. (2010). *Green jobs and skills: the local labor market implications of addressing climate change*. Working Document, OECD Publishing.

Ohler, A. and Fetters, I. (2014). The causal relationship between renewable electricity generation and GDP growth: A study of energy sources. *Energy Economics,* 43:125-139.

Oliveira, C., Cassidy, N. and Coelho, D. (2014). Employment effects of electricity generation from renewable energy technologies in the UK. Paper presented at 22nd IIOA Conference, Lisbon, 1-25. https://www.iioa.org/conferences /22nd/papers/files/1915_20140509061_Employmenteffectsofelectricitygenerat ionfromrenewableenergytechnologiesintheUK(DC).pdf (15.08.2017)

Omri, A. and Nguyen, D.K. (2014). On the determinants of renewable energy consumption: International evidence. *Energy*, 72:554-560.

Omri, A., Daly, S. and Nguyen, D.K. (2015). A robust analysis of the relationship between renewable energy consumption and its main drivers. *Applied Economics*, 47(28):2913-2923.

Orr, J. M., Sackett, P. R. and DuBois, C. L. Z. (1991). Outlier detection and treatment in I/O Psychology: A survey of researcher beliefs and an empirical illustration. *Personnel Psychology*, 44:473-486.

Ortega, M., del Río, P., Ruiz, P. and Thiel, C. (2015).Employment effects of renewable electricity deployment. A novel methodology. *Energy*, 91:940-951.

Oskay, C. (2014). Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde rüzgar enerjisinin önemi ve Türkiye'de rüzgar enerjisi yatırımlarına yönelik teşvikler. *Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi,* 7(1):76-94.

Pal, D., and Mitra, S.K. (2017). The Environmental Kuznets Curve for carbon dioxide in India and China: growth and pollution at crossroad. *Journal of Policy Modeling*, 39(2), 371-385.

Panayotou, T. (1997). Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a Black Box into a Policy Tool. *Environment and Development Economics*, 2: 465-484.

Panwar, N.L., Kaushik, H.C. and Kothari, S. (2011). Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 15:1513-1524.

Parente, S.L. (1994). Technology adoption, learning by doing, and economic growth. *Journal of Economic Theory*, 63:246-369.

Payne, J.E. (2010). A survey of the electricity consumption-growth literature. *Applied Energy,* 87:723–731.

Pesaran, M.H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels, Working Papers in Economics 435 and CESifo Working Paper Series 1229, Cambridge University, Cambridge.

Pesaran, M.H. (2006). Estimation and inference in large heterogenous panels with a multifactor error structure. *Econometrica*, 74 (4):967-1012.

Pesaran, M.H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22:265-312.

Pesaran, M.H., Ullah, A. and Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *Econometrics Journal*, 11:105-127.

Pesaran M.H and Yamagata T. (2008), Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*,142:50–93.

Pesaran, M.H. (2015). Testing weak cross-sectional dependence in large panels. *Econometric Reviews,* 34:1089-1117.

Pfeiffer, B. and Mulder, P. (2013). Explaining the diffusion of renewable energy technology in developing countries. *Energy Economics,* 40:285-296.

Pollet, T.V., and van der Meij, L. (2016). To Remove or not to Remove: the Impact of Outlier Handling on Significance Testing in Testosterone Data. *Adaptive Human Behavior and Physiology.* http://link.springer.com/article/10.1007/s40750- 016-0050-z. (15.08.2017)

Pollin, R., Heintz, J. and Garrett-Peltier, H. (2009). The economic benefits of investing in clean energy: how the economic stimulus program and new legislation can boost U.S. economic growth and employment. Amherst: Political Economy Research Institute. http://www.peri.umass.edu/fileadmin/pdf/other_publication _types/green_economics/economic_benefits/economic_benefits.PDF (23.08.2017)

Popp, D. (2011). International technology transfer, climate change, and the clean development mechanism. *Review of Environmental Economics and Policy*, 5(1):131-152.

Popp, D., Hascic, I. and Medhi, N. (2011). Technology and diffusion of renewable energy. *Energy Economics*, 33:648-662.

Raitano, M., Romano, E. and Zoppoli, P. (2017). Renewable energy sources in Italy: Sectorial intensity and effects on earnings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 72:117-127.

Rebelo, S. (1991). Long-Run policy analysis and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 99(3), 500-521.

Rennings K, Ziegler A, Zwick T. The effect of environmental innovation on employment changes: an econometric analysis. *Business Strategy and The Environment,* 13(6),374–87.

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. (2014). Ten years of renewable energy progress. Paris, REN21 Secretariat. http://www.ren21.net/Portals/0/documents/activities/Topical%20Reports/REN21_10yr.pdf

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. (2015). Renewables 2015 Global Status Report. Paris, REN21 Secretariat. http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. (2016). Renewables 2016 Global Status Report. Paris, REN21 Secretariat. http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report.pdf (29.08.2017)

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. (2017). Renewables 2017 Global Status Report. Paris, REN21 Secretariat. http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf (22.08.2017)

Rivers, N. (2013). Renewable energy and unemployment: A general equilibrium analysis. *Resource and Energy Economics*, 35, 467–485.

Rolls, B.J, Elizabeth, A.J., Castellanos, V.H., Chow, M., Pelkman, C.L and Thorwart, M.L. (1999). Energy density but not fat content of foods affected energy intake in lean and obese women. *The American Journal of Clinical Nutrition,* 1-9.

Romer, P. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, 94(5):1002-1037.

Rosen, A.M. (2015). The wrong solution at the right time: The failure of the Kyoto protocol on climate change. *Policy and Politics,* 43 (1):30-58.

Rutovizt, J. and Atherton A. (2009). *Energy sector jobs to 2030: a global analysis*. Institute for Sustainable Futures. Sdyney.

Rutovitz, J. and Harris, S.A. (2012). *Calculating global energy sector jobs: 2012 methodology.* Institute for Sustainable Futures. Sdyney.

Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption, CO2 emissions and oil prices in the G7 countries. *Energy Economics,* 31:456-462.

Sadorsky, P. (2014). The effect of urbanization on CO2 emissions in emerging economies. *Energy Economics,* 41:147-153.

Salim, R. A., Hassan, K. and Shafiei, S. (2014). Renewable and non-renewable energy consumption and economic activities: Further evidence from OECD countries. *Energy Economics,* 44: 350-360.

Santos Silva, J.M.C. and Tenreyro S. (2006). The log of gravity. *The Review of Economics and Statistics,* 88:641-658.

Santos Silva, J.M.C. and Tenreyro S. (2011). further simulation evidence on the performance of the Poisson pseudo-maximum likelihood estimator. *Economic Letters,* 112:220-222.

Sarı, R., Ewing, B.T. and Soytas, U. (2008). The relationship between disaggregate energy consumption and industrial production in The United States: An ARDL approach. *Energy Economics,* 30:2302–2313.

Schafer, J.L. (1999). Multiple imputation: a primer. *Statistical Methods in Medical Research, 8,* 3-15.

Scheepers, M.J.J., Seebregts, A.J., de Jong, J.J. and Maters, J.M. (2007). EU standards for energy security of supply-updates on the crisis capability index and the supply/demand index quantification for EU-27. ECN-E–07-004, https://www.ecn.nl/docs/library/report/2007/e07004.pdf (02.12.2016)

Schultz, T.W. (1961). Investment in human capital. *The American Economic Review,* 51(1):1-17

Schultz, T.W. (1968). Education and economic growth: Return to education. *Readings in the Economics of Education, UNESCO,* France, 277- 292.

Searle, S.Y. and Malins, C.J. (2014).Will energy crop yields meet expectations? *Biomass Bioenergy*, 65:3–12.

Seetharamana, A., Sandanaraj, L.L., Moorthy, M.K. and Saravanan, A.S. (2016). Enter prise framework for renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 54:1368–1381.

Selvakkumaran, S. and Limmeechokchai, B. (2013).Energy security and co-benefits of energy efficiency improvement in three Asian countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20:491–503.

Sencar, P. (2007). *Türkiye'de çevre koruma ve ekonomik büyüme ilişkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne, Türkiye.

Sevim, C. (2009). Geçmişten Günümüze Enerji Güvenliği Ve Paradigma Değişimleri. *Stratejik Araştırmalar Dergisi,*13:93-105.

Sevim, C. (2012). Küresel enerji jeopolitiği ve enerji güvenliği. *Journal of Yasar University,* 26(7):4378 - 4391.

Sharma, S.S. (2010). The relationship between energy and economic growth: Empirical evidence from 66 countries. *Applied Energy,* 87:3565–3574.

Shrimali, G., Trivedi, S., Srimivasan, S., Goel, S. and Nelson, D. (2016). Cost-effective policies for reaching India's 2022 renewable targets. *Renewable Energy*, 93:255-268.

Shwom, R., Bidwell, D., Dan, A. and Dietz, T. (2010). Understanding U.S. public support for domestic climate change policies. *Global Environmental Change*, 20:472–482.

Simas, M. and Pacca, S. (2014). Assessing employment in renewable energy technologies: A case study for wind power in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31:83-90.

Singer, F. (2008). Nature, not human, rules the climate. *International Seminar on Nuclear War and Planetary Emergencies 43rd Session,* Ragaini, R. (Ed), World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapure, 341-353.

Smith, A. (1997). *Ulusların zenginliğ*i. c.I, (Çeviren) Yunus, A. ve Bakırcı, M., Alan Yayıncılık, İstanbul, 38-67.

Smith, V.A., Pressier, J.S., Neelon, B. and Maciejevski, M.L. (2014). A marginalized two-part model for semicontinuous data. *Statistics In Medicine*, 33(28): 4891-4903.

Squalli, J. (2007). Electricity consumption and economic growth: bounds and causality analyses of OPEC countries. *Energy Economics,* 29:1192-1205.

Stânilâ, L., Andreica, M. and Cristescu, A. (2013). Employment in the EU countries: A panel data analysis. *Theoretical and Applied Economics*, 20(1): 87-102.

Stern, D.I. and Cleveland, C.J. (2004). Energy and aconomic growth. *Rensselaer Working Papers in Economics,* 410:1-41.

Stokhammer, E. and Klär, E. (2011). Capital Accumulation, Labour Market Institutions, and Unemployment in The Medium Run. *Cambridge Journal of Economics,* 35(2):437-457**.**

Stokhammer, E., Guschanski, A. and Köhler, K. (2014). Unemployment, capital accumulation and labour market institutions in the Great Recession. *European Journal of Economics and Economic Policies*, 11(2):182-194.

Swamy, PAVB. (1970). Efficient inference in a random coefficient regression model. *Econometrica*, (38):311–23.

Sweeney, J. L. (2000). Economics of Energy. *Department of Management Science and Engineering*, 4 (9), 1-28. http://web.stanford.edu/~jsweeney/paper/Energy%20 Economics. pdf (07.05.2017)

Şimşek, M. ve Kadılar, C. (2010). Türkiye'de beşeri sermaye, ihracat ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin nedensellik analizi. *Çukurova Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi,* 11(1):115- 140.

Şimşek, H.A. and Şimşek, N. (2013). Recent incentives for renewable energy in Turkey. *Energy Policy,* 63:521-530.

Tansel, A. (2009). Türkiyede okullaşma oranları ve eğitimin getirisi. *Düşün Dergisi,* 14:25-29.

Taş, U. ve Yenilmez, F. (2008). Türkiye'de eğitimin kalkınma üzerindeki rolü ve eğitim harcamalarının geri dönüş oranı. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 9(1):155-186.

Tiryakioğlu, M. (2008). Gelişmekte olan ülkelerin çıkmazı: beşeri sermaye yoksulluğu. *Ege Akademik Bakış,* 8(1):319-337.

Torgler, B., Garcia-Valinas, M.A. and Macintyre, A. (2008). Differences in preferences towards the environment: The impact of a gender, age and parental effect. Queensland University of Technology Working Paper, 227:1-39.

Tourkoliasa, C. and Mirasgedis, S. (2011). Quantification and monetization of employment benefits associated with renewable energy technologies in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 15(6):2876–2886.

Trainer, T. (2013). Can the world run on renewable energy? A revised negative case. *Humanomics,* 29(2):88–104.

Treiman D.J. (2009). Quantitative Data Analysis: Doing Social Research to Test Ideas. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 142-144.

Trudgill, S.T. (1990). *Barriers to a better environment. What stops us solving environmental problems?* London: Belhaven Press. pp: 151.

UNEP, ILO, IOE and ITUC (2008) *Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World,* United Nations Environment Programme, International Labour Organization, International Organization of Employers, International Trade Union Confederation, Report produced by World Watch Institute with technical assistance from Cornell University, Global Labour

Institute.http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/documents/ publication/wcms_098504.pdf (10.06.2017)

United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). INDCs as communicated by parties. http://www4.unfccc.int/submissions/indc/Submission%20Pages/submissions.aspx (02.01.2017)

Valentine, S.V. (2011). Emerging symbiosis: Renewable energy and energy security. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15:4572– 4578.

Viardot, E. (2013). The role of cooperatives in overcoming the barriers to adoption of renewable energy. *Energy Policy,* 63:756-764.

Vona, F., Nicolli, F., and Nesta L. (2011). Determinants of Renewable Energy Innovation: Environmental Policies vs. Market Regulation, INIS-FR--16-0068, 1-48. https://www.ofce.sciences-po.fr/pdf/dtravail/WP2012-05.pdf (21.08.2017)

World Energy Council. (2013). World energy perspective- Cost of energy technologies. https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/WEC_J1143_CostofTECHNOLOGIES_021013_WEB_Final.pdf

World Energy Council. (2016). World energy resources. https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/10/World-Energy-Resources-Full-report-2016.10.03.pdf

Wei, M., Patadia, S. and Daniel, M.K. (2010) Putting renewables ve energy efficiency to work: how many jobs can the clean energy industry generate in the US? *Energy Policy*, 38:919–31.

Whitmarsh, L. (2009). Behavioural responses to climate change: Asymmetry of intentions and impacts. *Journal of Environmental Psychology,* 29:13-23.

Winkelman, R. (2008). Econometric analysis of count data. Springer. Berlin.

Winzer, C. (2012). Conceptualizing energy security. *Energy Policy*, 46:36-48.

Wolde-Rufael, Y. (2009). Energy consumption and economic growth: the experience of African countries revisited. *Energy Economics,* 31:217–224.

World Commission on Environment and Development. (1987). Our common future. Brundtland Report. Oxford University Press.

World Bank. (2016). Word development indicators database. http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&series=EN.CO2.MANF.ZS&country= (17.11.2016)

Wooldridge, J. (2002). Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data. The MIT Press, Cambridge, pp. 645-678.

Würzburg, K., Labanderia, X., and Linares, P. (2013). Renewable generation and electricity prices: Taking stock and new evidence for Germany and Austria. *Energy Economics,* 40:159-171.

Yaylalı, M. ve Lebe, F. (2011). Beşeri sermaye ile iktisadi büyüme arasındaki ilişkinin ampirik analizi. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi,* 15(2):23-51.

Ydersbond, I.M. and Korsnes, M.S. (2016). What drives investment in wind energy? A comparative study of China and the European Union . *Energy Resource and Social Science,* 12:50-61.

Yerdelen Tatoğlu, F. (2013). *Panel veri ekonometrisi.* Beta Yayınları, II. Baskı. İstanbul, 86-96.

Yumuşak, İ.G. ve Tuna, Y. (2002). Kalkınmışlık göstergesi olarak beşeri sermaye indeksi ve Türkiye üzerine bir değerlendirme. *İktisat Fakültesi Mecmuası,* 52: 1-26.

Yurtkuran, S. ve Terzi, H. (2015). Does education affect economic growth in turkey? A causality analysis. *Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi,* 30(2): 19-38.

Zhao, Y., Tang, K.K., and Wang, L-L. (2013). Do renewable energy policies promote renewable electricity generation? Evidence from panel data. *Energy Policy*, 62:887-897.

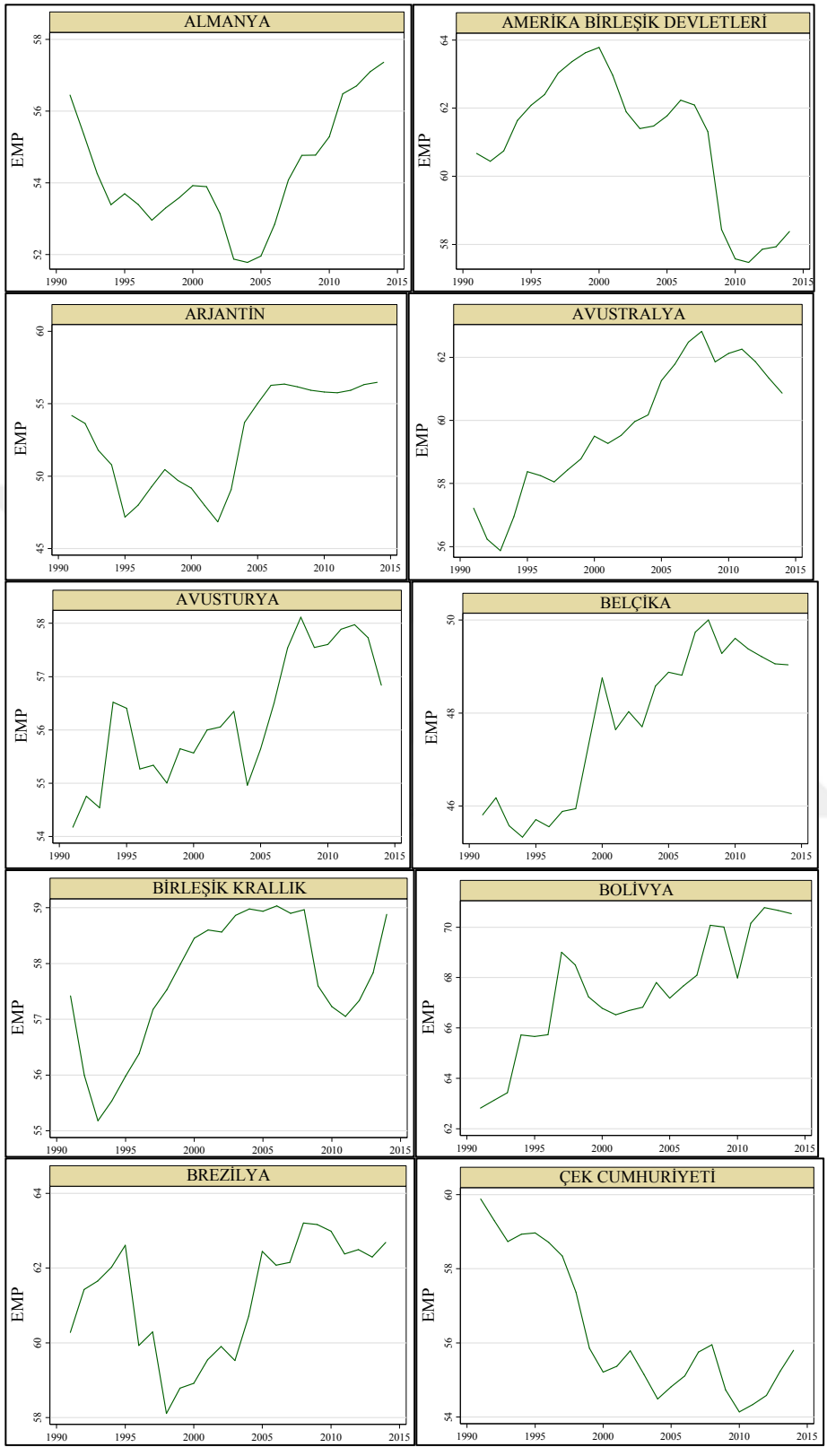
EKLER

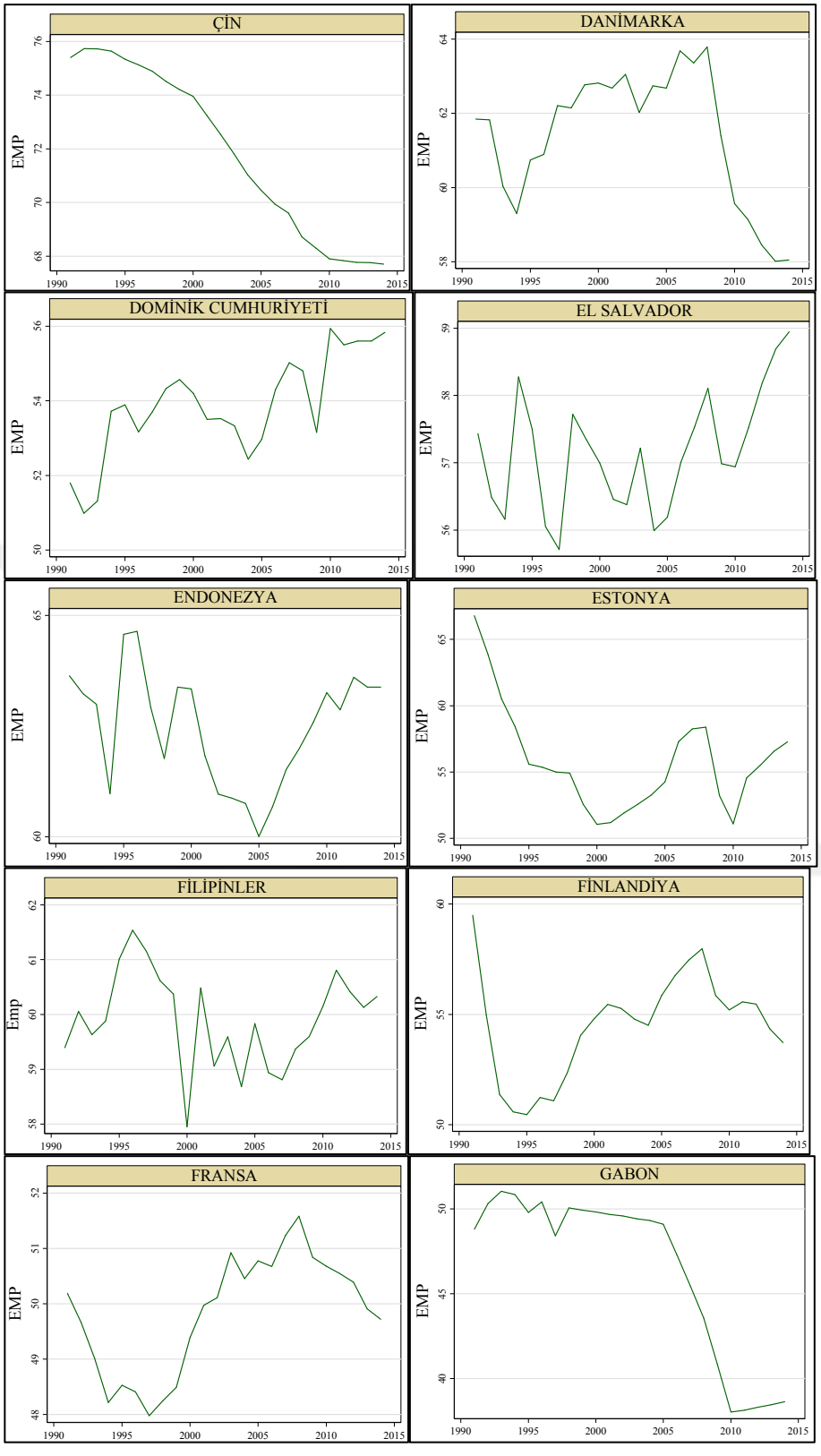
EK A.1. Model III'ün aykırı gözlemler hariç tutularak elde edilen tahmin sonuçları

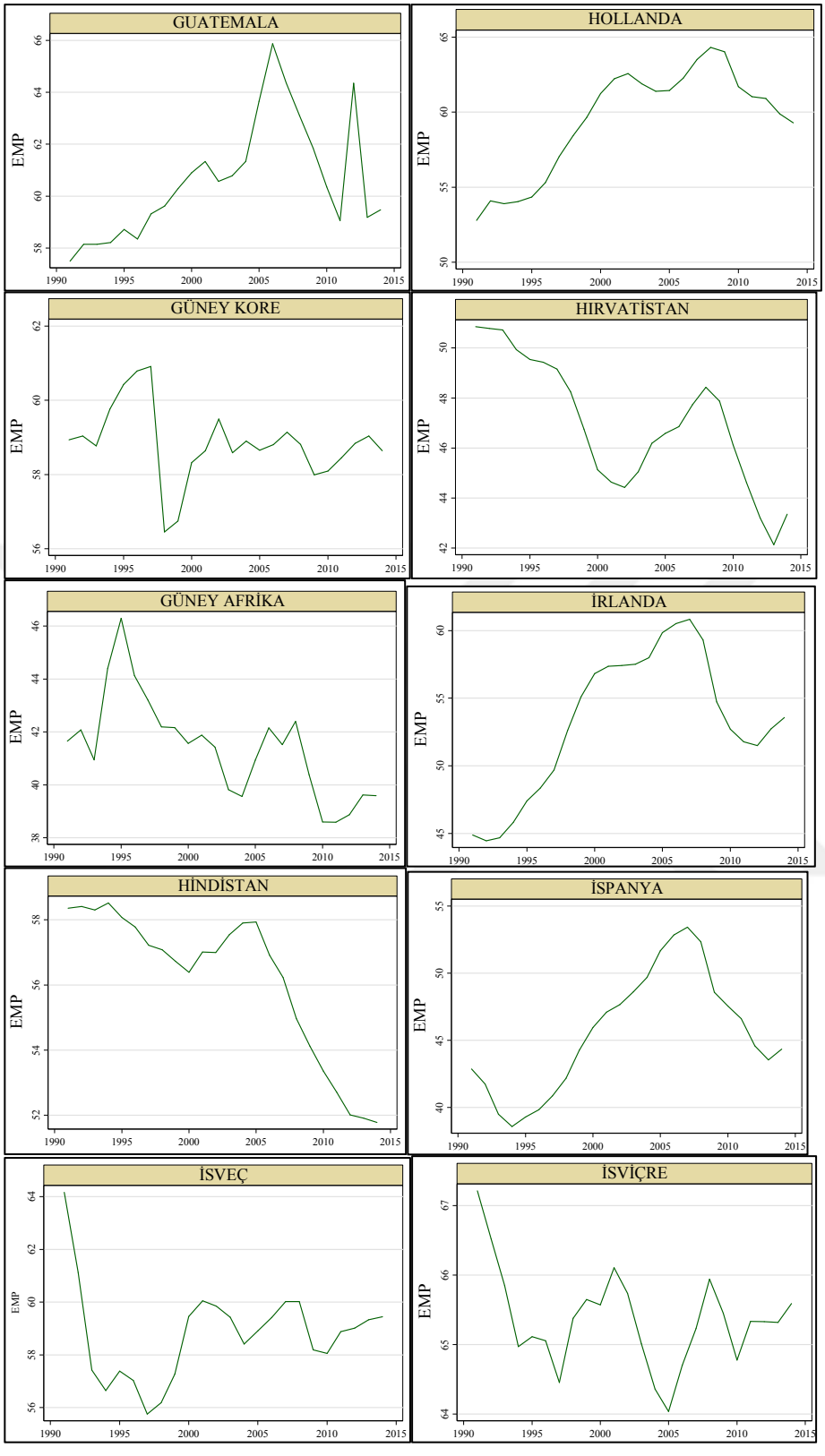
	Ana Panel
Ar-Ge	0,0544**
	[0,0075]
EH	-0,0036*
	[0,0019]
$CO_{2, t-3}$	-0,004***
	[0,0001]
HN_{t-3}	-0,0023***
	[0,0002]
ET	-0,0227
	[0,0146]
Sabit	0,1677***
	[0,0266]
t^2_{1998}	0,0024***
	[0,0000]
R^2	0,6441
Toplam Gözlem Sayısı	570

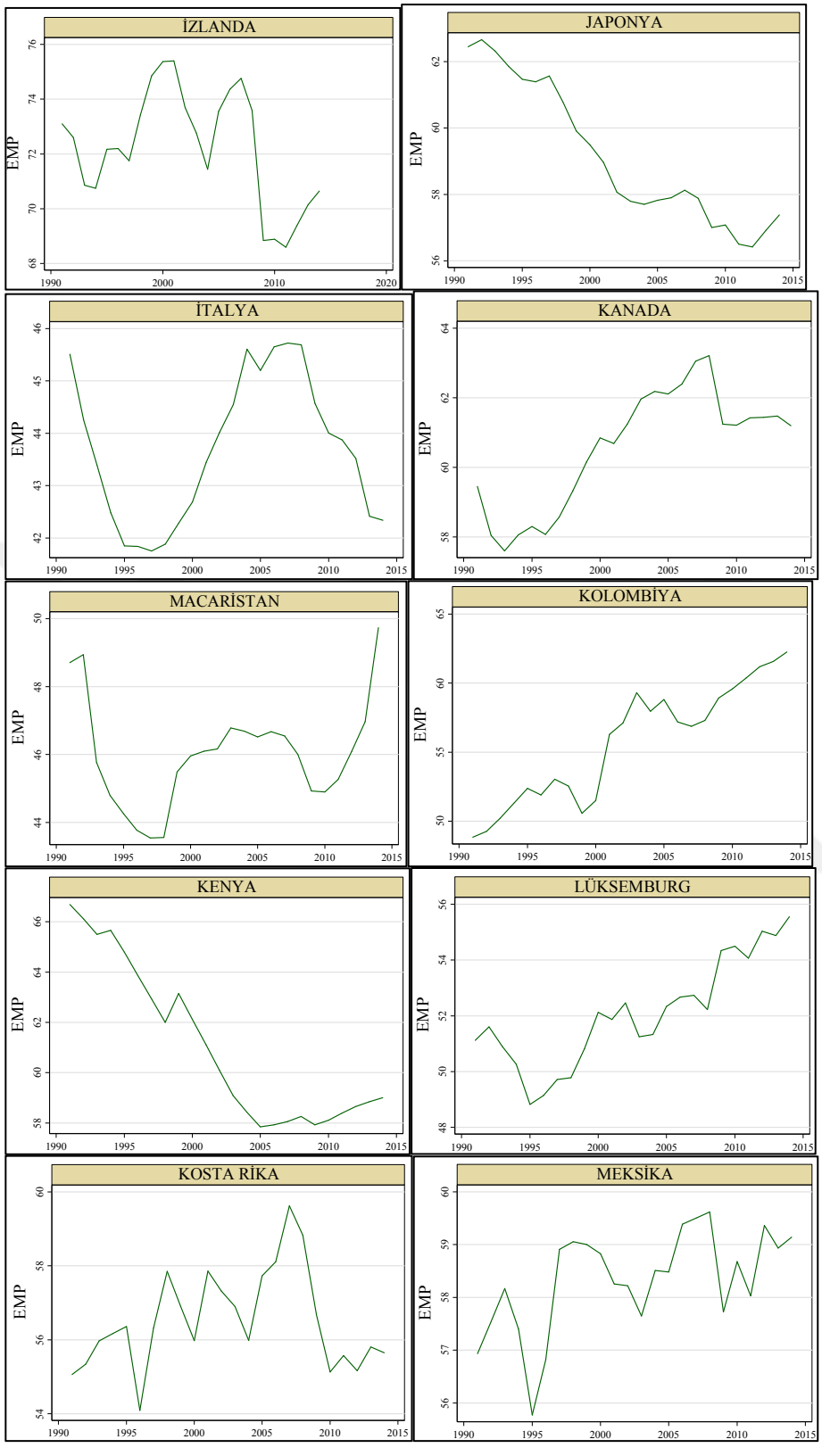
* Parantez içindeki değerler standart hataları ifade etmektedir. ***, ** ve * işaretleri sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 anlamlılık düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.

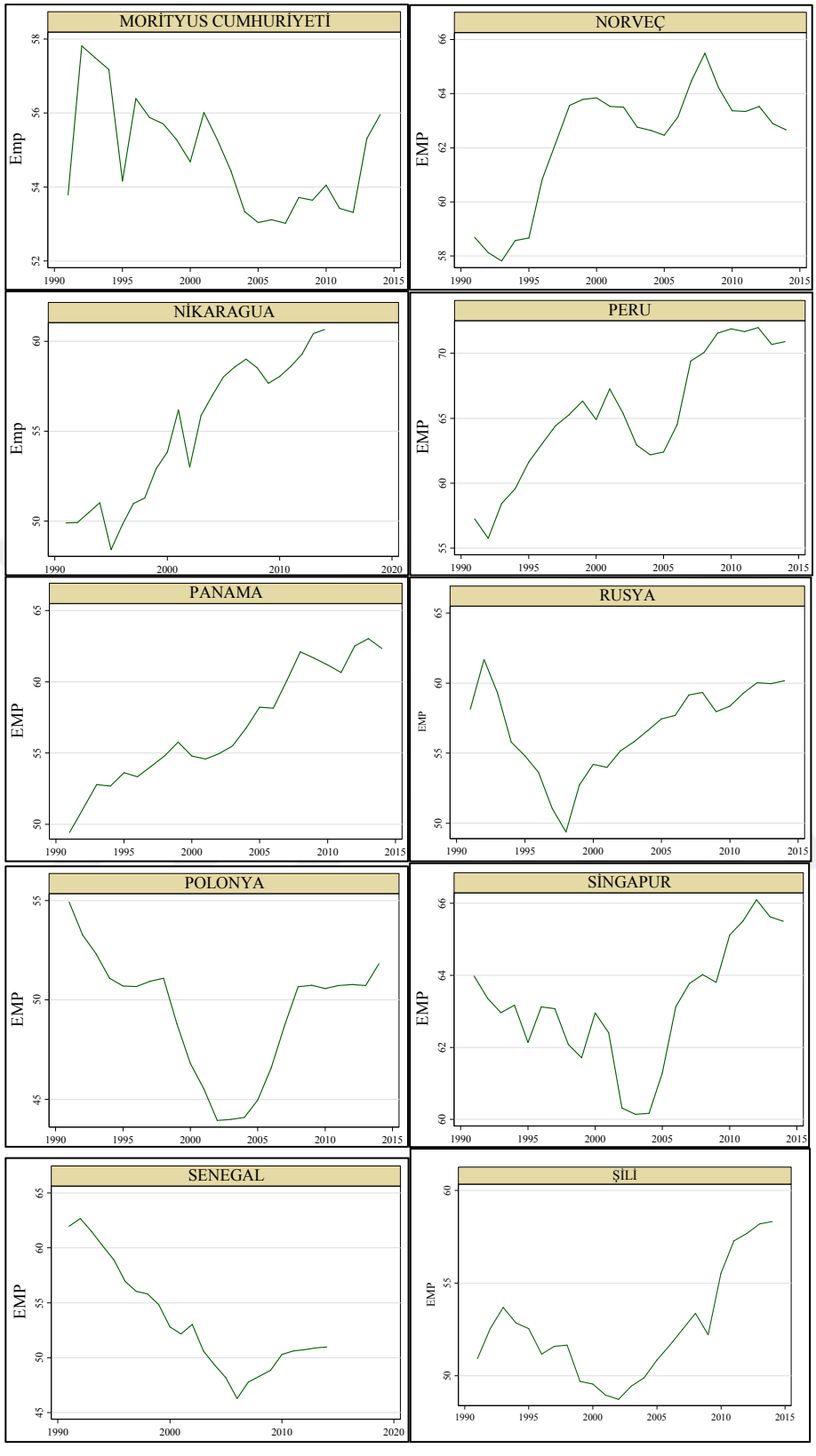
EK A.2. Yatay kesitlere göre genel istihdamın (EMP) yıllar içindeki değişimi

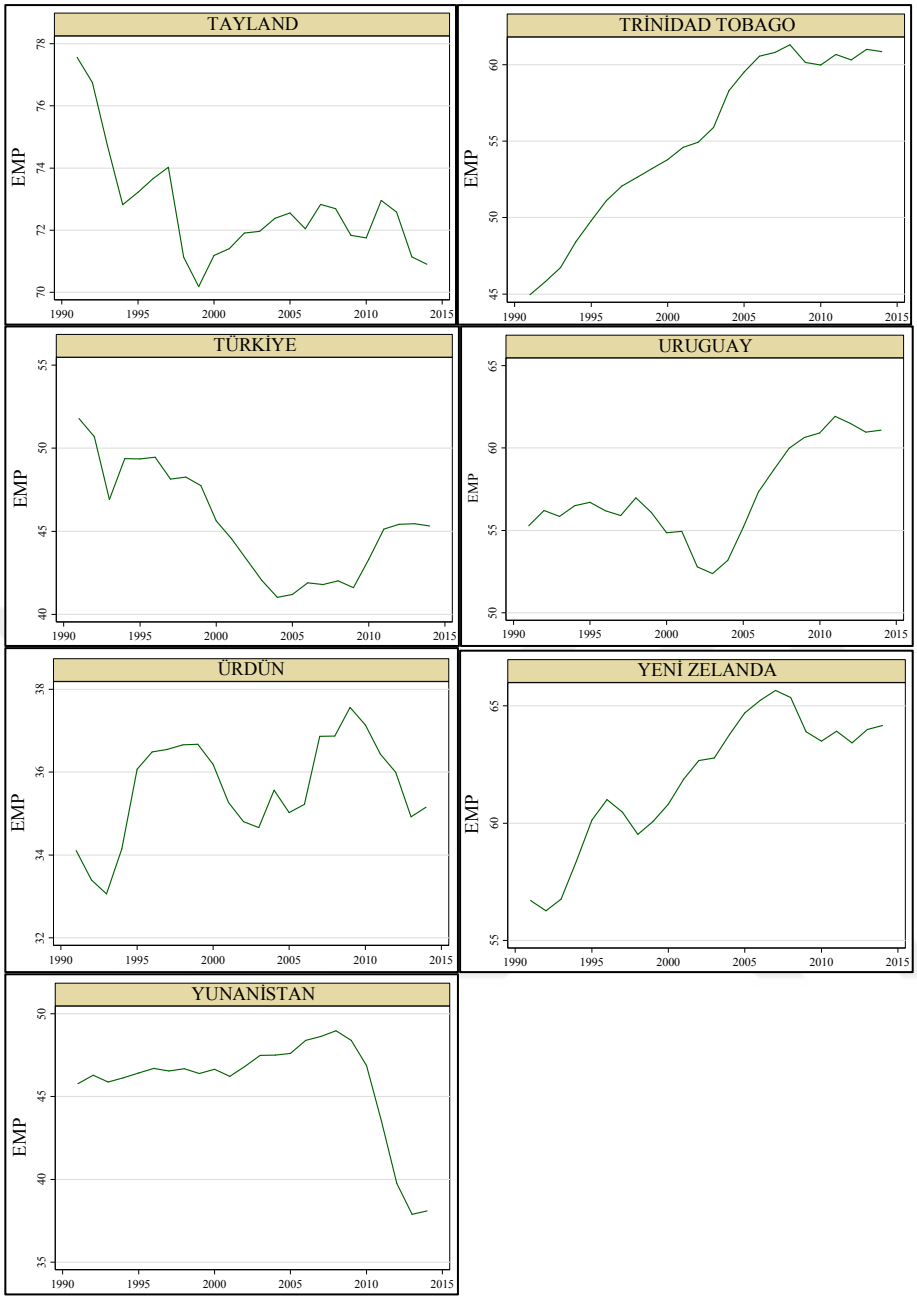



ÇİN
DANİMARKA
DOMİNİK CUMHURİYETİ
EL SALVADOR
ENDONEZYA
ESTONYA
FİLİPİNLER
FİNLANDİYA
FRANSA
GABON
EMP
Emp
1990
1995
2000
2005
2010
2015


GUATEMALA
HOLLANDA
GÜNEY KORE
HIRVATİSTAN
GÜNEY AFRİKA
İRLANDA
HİNDİSTAN
İSPANYA
İSVEÇ
İSVİÇRE
EMP
1990
1995
2000
2005
2010
2015


İZLANDA
JAPONYA
İTALYA
KANADA
MACARİSTAN
KOLOMBİYA
KENYA
LÜKSEMBURG
KOSTA RİKA
MEKSİKA
EMP


MORİTYUS CUMHURİYETİ
Emp
NORVEÇ
EMP
NİKARAGUA
Emp
PERU
EMP
PANAMA
EMP
RUSYA
EMP
POLONYA
EMP
SİNGAPUR
EMP
SENEGAL
EMP
ŞİLİ
EMP


TAYLAND
TRİNİDAD TOBAGO
TÜRKİYE
URUGUAY
ÜRDÜN
YENİ ZELANDA
YUNANİSTAN
EMP
1990
1995
2000
2005
2010
2015

ÖZGEÇMİŞ

Fatma AĞPAK 1981 yılında Akşehir'de doğmuştur. 2003 yılında Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünde lisans eğitimini tamamlamıştır. Yüksek lisans eğitimini ise 2012 yılında Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat ABD yüksek lisans programında tamamlayan Fatma AĞPAK halen özel bir işletmenin planlama bölümünde görev almaktadır.

VITAE

Fatma Ağpak was born in Akşehir in 1981. She completed her major in Industrial Engineering at Gazi University in 2003. She obtained her Master of Economics degree from Gaziantep University in 2012. She is still working in planning department of a private company.