
TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİNİN BELİRLEYENLERİ

Özgür UYSAL*

Emriye GÜMÜŞ†

Öz

Geleneksel enerji kaynaklarının hızla tükenmesi ve bu tür kaynakların çevre ve insan sağlığına verdiği zararlar konusunda farkındalığın artması elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir kaynakların kullanılmasının önemini giderek artırmaktadır. Bu çalışmanın amacı Türkiye'de yenilenebilir elektrik enerjisi üretimine etki eden faktörleri araştırmaktır. Çalışmada 1990-2015 yılları arası yıllık olarak Türkiye'nin yenilenebilir elektrik enerjisi üretimi, toplam elektrik enerjisi tüketimi, toplam elektrik enerjisi tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji tüketiminin payı ve kişi başına Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla büyüme oranı verileri kullanılmıştır. Veriler Dünya Bankası'ndan elde edilmiştir. Birim kök analizi yapılarak serilerin birinci farkları alındığında durağan olduğu görülmüştür. Eş bütünleşme analizi yapılarak serilerin uzun dönemde birlikte hareket ettikleri anlaşılmıştır. EKK tahmin modeli kullanılarak yapılan analiz sonucunda Türkiye'de kişi başına GSYİH büyüme oranının, toplam elektrik enerjisi tüketiminin ve toplam elektrik enerjisi tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji tüketiminin payının yenilenebilir elektrik enerjisi üretimine anlamlı ve pozitif yönde katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Yenilenebilir Elektrik Enerjisi, Kişi başına GSYİH Büyüme Oranı

JEL Sınıflandırması: C32, Q21, Q42

DETERMINANTS OF RENEWABLE ELECTRIC ENERGY PRODUCTION IN TURKEY‡

Abstract

Rapid depletion of traditional energy resources and increased awareness of the damages to the environment and human health caused by such resources are becoming increasingly important in the use of renewable resources in production of electrical energy. The aim of this study is to investigate the factors affecting the production of renewable electric energy in Turkey. Turkey's annual renewable electric energy production, total electric energy consumption, share of renewable electric energy consumption in total electric energy consumption and growth rate of GDP per capita data are used in this paper for the period 1990-2015. These data are obtained from World Bank Data Bank. We performed a unit root test and found that the series were stationary in their first order differences. Co-integration analysis showed that the series move together in the long run. As a result of analysis using OLS estimate model, it is found that total electric energy consumption, share of renewable electric energy consumption in total electric energy consumption and growth rate of GDP per capita contribute significantly and positively to the production of renewable electric energy in Turkey.

Keywords: Renewable Energy Resources, Renewable Electricity Energy, Growth Rate of GDP per capita

JEL Classification: C32, Q21, Q42

* Dr. Öğr. Üyesi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, İ.İ.B.F., Ekonomi ve Finans Bölümü, ozgur.uyosal@alanya.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0049-8550

† Öğr. Gör., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, İ.İ.B.F., Ekonomi ve Finans Bölümü, emriye.gumus@alanya.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2125-5059

‡ Bu makale 2nd International Conference on Economic Research (19-20 Ekim 2018, Alanya, Antalya, Türkiye) konferansında sözlü olarak sunulmuştur. Daha sonra çalışmanın başlığı, içeriği ve kapsamı değiştirilerek çalışma güncellenmiştir.

1. Giriş

Yenilenebilir enerji, doğal kaynaklardan elde edilen, kendini yenileyen, işlem görmelerine rağmen azalmayan enerji kaynaklarıdır. Rüzgâr, güneş, hidrolik, hidrojen, jeotermal, biyokütle ve deniz kökenli enerjiler bu kaynaklar arasında sayılabilmektedir. Önümüzdeki yıllarda dünya elektrik talebinde önemli artışlar beklenmesine rağmen, enerji üretiminde bu büyüklükte bir artış öngörülmektedir. Talepteki bu artışı karşılayabilmek için, gelecekte tükeneyeceği gerçeği dikkate alındığında, yenilenemeyen fosil yakıtlardan ziyade yenilenebilir enerji kaynakları daha fazla önem kazanmaktadır. (Kumbur vd., 2005; 1).

Dünya enerji tüketiminin yaklaşık beşte biri yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmakta olup, bu oranın 2020 yılında %25'e çıkması öngörülmektedir. Bu gelişmede teknolojik ve finansal ilerlemeler ile yeni pazar olanaklarının yenilenebilir enerji üretiminde maliyetleri düşürücü etkisi önemli rol oynamaktadır. (REN21, 2018).

Tablo 1: Yenilenebilir Enerji Yatırımlarında Dünyada İlk 5 Ülke

Yıllık Yatırım/ Net Kapasite İlaveleri / 2017 Üretimi	1	2	3	4	5
Yenilenebilir enerji ve yakıt yatırımı (50 MW'ın üzerindeki hidro dâhil değil)	Çin	A.B.D.	Japonya	Hindistan	Almanya
Birim GSYİH başına yenilenebilir enerji ve yakıt yatırım	Marshall Adaları	Ruanda	Solomon Adaları	Gine	Sırbistan
Jeotermal Güç Kapasitesi	Endonezya	Türkiye	Şili	İzlanda	Honduras
Hidro Güç Kapasitesi	Çin	Brezilya	Hindistan	Angola	Türkiye
Güneş PV Kapasitesi	Çin	A.B.D.	Hindistan	Japonya	Türkiye
Rüzgar Gücü Kapasitesi	Çin	A.B.D.	Almanya	İngiltere	Hindistan
Gün-Isı Kapasitesi	Çin	Türkiye	Hindistan	Brezilya	A.B.D.
Biyo-Dizel Üretim	A.B.D.	Brezilya	Almanya	Arjantin	Endonezya
Ethanol Üretim	A.B.D.	Brezilya	Çin	Kanada	Tayland

Kaynak: Renewables 2018 Global Status Report, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century.

Tablo 1 ve 2'de, yenilenebilir enerji yatırımlarında ve üretiminde ilk beş sırada yer alan ülkelere ait bilgiler verilmiştir. Buna göre yenilenebilir enerji yatırımlarında dünyada önde gelen ülkeler Çin ve A.B.D'dir. Türkiye jeotermal güç kapasitesi ve gün-ısı kapasitesinde dünyada ikinci sırada, hidro güç ve güneş PV kapasitesinde beşinci sıradadır (Tablo 1). Yenilenebilir enerji üretiminde de Çin ve A.B.D'nin ağırlığı görülmektedir. Türkiye, jeotermal güç, jeotermal ısı ve gün-ısı kollektör kapasitesinde dünyada ilk beş ülke arasına girmiştir. Yenilenebilir enerji üretiminin diğer alanlarında ise sıralamaya girememiştir (Tablo 2).

Türkiye'nin yenilenebilir enerji üretimindeki toplam kurulu güç kapasitesi 2009 yılında 15,5 GW iken 2016 yılında 34,2 GW olmuştur. Yenilenebilir enerji potansiyeli açısından Türkiye'nin coğrafi konumu çok elverişlidir. Fakat yenilenebilir enerji üretimi potansiyeline göre düşük seviyelerde kalmaktadır. Potansiyel ile yararlanma arasındaki farkın sebepleri yüksek maliyetler ve yasal düzenlemelerdeki eksikliklerdir. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı yüzde 70 civarındadır. Bu oranın ilerleyen dönemlerde artabileceği düşünüldüğünde yerli ve yenilenebilir enerji üretiminin artırılması önem kazanmaktadır. (Karagöl ve Kavaz, 2017;11-17). Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimdeki payını arttırmak için hedefler belirlemiştir. Örneğin, 2023 yılı "Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı" hedeflerine göre, 2023 yılında hidroelektrik santrallerinin kurulu gücünün 34 GW, jeotermal enerjiye dayalı kurulu gücünün 1GW, güneş enerjisi kurulu gücünün 5 GW, rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 20 GW ve biyokütleyle dayalı elektrik üretim santrallerinin kurulu gücünün 1 GW olması planlanmaktadır (Dal, 2017).

Tablo 2: Dünyada Yenilenebilir Enerji Üretiminde İlk 5 Ülke

2017 Sonu İtibariyle Toplam Kapasite ve Üretim					
	1	2	3	4	5
GÜÇ					
Yenilenebilir Güç Kapasitesi (hidro güç dâhil)	Çin	A.B.D.	Brezilya	Almanya	Hindistan
Yenilenebilir Güç Kapasitesi (hidro güç hariç)	Çin	A.B.D.	Almanya	Hindistan	Japonya
Kişi Başına Yenilenebilir Güç Kapasitesi (hidro hariç)	İzlanda	Danimarka	Almanya	İsveç	Finlandiya
Bio-Güç Üretimi	Çin	A.B.D.	Brezilya	Almanya	Japonya
Bio-Güç Kapasitesi	A.B.D.	Brezilya	Çin	Hindistan	Almanya
Jeotermal Güç Kapasitesi	A.B.D.	Filipinler	Endonezya	Türkiye	Yeni Zelanda
Hidro güç Kapasitesi	Çin	Brezilya	Kanada	A.B.D.	Rusya
Hidro güç Üretimi	Çin	Brezilya	Kanada	A.B.D.	Rusya
Güneş PV Kapasitesi	Çin	A.B.D.	Japonya	Almanya	İtalya
Kişi Başına Güneş PV Kapasitesi	Almanya	Japonya	Belçika	İtalya	Avustralya
Rüzgâr Gücü Kapasitesi	Çin	A.B.D.	Almanya	Hindistan	İspanya
Kişi başına Rüzgâr Gücü Kapasitesi	Danimarka	İrlanda	İsveç	Almanya	Portekiz
ISI					
Gün-Isı Kollektör Kapasitesi	Çin	A.B.D.	Türkiye	Almanya	Brezilya
Kişi Başına Gün-Isı Kollektör Kapasitesi	Barbados	Avusturya	Kıbrıs	İsrail	Yunanistan
Jeotermal Isı Kapasitesi	Çin	Türkiye	İzlanda	Japonya	Macaristan

Kaynak: Renewables 2018 Global Status Report, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century

Türkiye’de yenilenebilir enerji üretimini arttırma ve teşvik etme konusunda politika belirleyebilmek için, enerji üretimini etkileyen faktörlerin tespit edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı Türkiye’de yenilenebilir elektrik enerjisi üretimine etki eden faktörleri tespit etmek ve bu faktörlerin yenilenebilir enerji üretimiyle olan ilişkisini ortaya koymaktır.

2. İlgili Literatür

Yenilenebilir enerji literatürü incelendiğinde, daha çok yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme ilişkisini ele alan çalışmalar dikkati çekmektedir. Türkiye üzerine de enerji tüketimi ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen pek çok çalışma bulunmaktadır.

Apergis ve Payne (2010), 1985-2005 yılları arasında yirmi OECD ülkesi üzerinden panel veri yaklaşımı ile yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Yapılan Granger nedensellik araştırmaları her ikisi arasında hem kısa hem de uzun dönemde çift yönlü nedensellik olduğunu göstermiştir.

Büyükyılmaz ve Mert (2010), 1960-2010 arası Türkiye için MS-VAR yaklaşımı ile yaptıkları araştırmaları sonucunda ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik saptamışlardır.

Lin ve Moubarak (2014), 1977-2011 yılları arasında Çin’de ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi ele almıştır. Karbondioksit emisyonları ile işgücü verilerini de içeren kesikli değişkenler üzerinden Johansen eş bütünleşme analizi ve otoregresif dağıtılmış gecikme modeli (ARDL) uygulanmıştır. Değişkenler arası nedensellik araştırması için Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Sonuçlar yenilenebilir enerji tüketimi ile büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik olduğunu göstermiştir. Buna göre Çin’de büyümekte olan ekonomi yenilenebilir enerjinin gelişmesi için elverişli iken, yenilenebilir enerji tüketimi de büyümeyi hızlandırmaktadır. Ancak karbon emisyonları ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında uzun ya da kısa dönem için

herhangi bir nedensellik saptanamamıştır. Bu da, Çin’de karbondioksit emisyonlarının azaltılması için hala yeterli düzeyde yenilenebilir enerji tüketiminin gerçekleştirilemediğini göstermektedir.

Çınar ve Yılmaz (2015), 1990-2013 yıllarını kapsayan dönem için, dünyanın en büyük ekonomileri içinde yer alan ve çok hızlı büyüyen büyük miktarlarda enerji talebi yaratan 8 gelişmekte olan ülke (Meksika, Hindistan, Çin, Brezilya, Şili, Türkiye, Endonezya, Güney Afrika) verilerinden oluşturulan panel veri seti yardımıyla yenilenebilir-yenilenemez enerji kaynakları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bunun için arz ve talep yönlü modeller kurulmuş; arz yönlü model yardımıyla, yenilenebilir kaynakların ekonomik büyüme üzerindeki etkisi; talep yönlü model yardımıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyicileri araştırılmıştır. Yapılan ekonometrik analizler sonucunda, gelişmekte olan ülkelerde 1990-2013 dönemi için sürdürülebilir büyümenin gerçekleşmesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyici bir rol oynadığı ortaya çıkmıştır.

Akay ve diğerleri (2015), seçilmiş Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkeleri için, yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit emisyonları arasındaki ilişkiyi ele almıştır. 1988-2010 arası dönemi kapsayan çalışmada yıllık veriler üzerinden panel vektör oto regresyon yaklaşımı kullanılmıştır. Büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Ayrıca enerji tüketimi şoku karşısında büyüme pozitif tepki verirken, yenilenebilir enerji tüketiminin etkisinin karbondioksit emisyonu üzerindeki etkisinin negatif olduğu tespit edilmiştir.

Bhattacharya ve diğerleri (2016), yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini dünyada yenilenebilir enerji tüketiminde ilk sıralarda yer alan 38 ülke üzerinden incelemiştir. İlk sıralarda yer alan ülkeleri de Ernst&Young Global Limited tarafından geliştirilen Yenilenebilir Enerji Çekicilik Endeksi’ne göre belirlemişlerdir. 1991-2012 yılları arası verileri kullanarak, panel veri analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, seçilen ülkelerin %57’sinde yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik çıktı üzerinde önemli pozitif etkiye sahiptir.

Özşahin, Mucuk ve Gerçek (2016), ekonomik gelişme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi, Türkiye ve BRICS ülkeleri için 2000-2013 yıllarına ait verilerle araştırmıştır. Panel veri setinde yer alan ülkeler için homojenlik testleri ve yatay kesit bağımlılığı uygulamıştır. Ekonomik gelişme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında uzun dönemde pozitif yönlü bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.

Bakırtaş ve Çetin (2016), 1992-2010 dönemi için G-20 ülkeleri üzerinden yaptıkları çalışmalarında ekonomik büyümenin uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketimini pozitif etkilediğini saptamışlardır.

Usta ve Berber (2017), tarım, sanayi, konut ve ulaştırma sektörlerinden oluşan çok sektörlü bir ekonomide enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkilerini Toda ve Yamamoto nedensellik sınamasıyla araştırmıştır. Ulaştırma ve sanayi sektörlerinde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik olduğunu saptamışlardır.

Karakaş ve Balcı İzgi (2018), yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Bunun için 1990-2014 dönemi için OECD ülke örnekleri ile panel eş bütünleşme analizi yapmışlar ve DOLS yöntemi ile modeli tahmin ederek, Granger nedensellik testi ile nedensellik araştırması yapmışlardır. Analiz sonuçlarına göre, elektrik tüketiminin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Literatürde yenilenebilir enerji üretimi konusuna değinen çalışma eksikliği söz konusudur. Bu çalışmayla bahsedilen bu eksikliğin giderilmesi amaçlanmıştır. 1990-2015 yılları arası Türkiye’nin yenilenebilir elektrik enerjisi üretimine etki eden faktörler olarak toplam elektrik enerjisi tüketimi, toplam elektrik enerjisi tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji tüketiminin payı ve büyüme oranı değişkenleri seçilmiştir.

3. Veri, Ekonometrik Yöntem ve Model

Çalışmanın bu bölümünde önce çalışmada kullanılan veri seti tanımlanmış daha sonra bu veri seti ile uygulanan ekonometrik yöntemler, kurgulanan model ve bulgular ortaya konmuştur.

3.1. Veri Seti

Çalışmada kullanılan Türkiye'ye ait 1990-2015 yılları arası 26 yıllık yenilenebilir elektrik enerjisi üretimi, toplam elektrik enerjisi tüketimi, toplam elektrik enerjisi tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji tüketiminin payı ve cari fiyatlarla GSYİH verileri Dünya Bankası veri merkezinden elde edilmiştir. Yenilenebilir elektrik enerjisi üretimi verisi için *UR*, toplam elektrik enerjisi tüketimi verisi için *TK*, toplam elektrik enerjisi tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji tüketiminin payı verisi için *YP* ve büyüme oranı verisi için *GR* kısaltmaları kullanılmıştır.

3.2. Ekonometrik Yöntem ve Bulgular

Çalışmanın yöntemi olarak zaman serisi yaklaşımı seçilmiştir. Bu çerçevede ilk olarak, değişkenlerin durağanlığını test etmek amacıyla Augmented Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi yapılmıştır. İkinci olarak, Johansen eş bütünleşme testi kullanılarak değişkenler arasında uzun dönemde birlikte hareket etme durumu araştırılmıştır. Daha sonra değişkenlere ilişkin EKK tahmin modeli kullanılarak çoklu regresyon modeli ile denklem tahmini yapılmıştır.

3.2.1. ADF Birim Kök Analizi

Tablo 3: ADF Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler		Sabit	Sabit – Trendli
Düzejde	<i>UR</i>	-0.522834 (0.8707)	-2.108280 (0.5166)
	<i>TK</i>	0.379813 (0.9778)	-3.216362 (0.1040)
	<i>YP</i>	-1.223499 (0.6477)	-2.040598 (0.5519)
	<i>GR</i>	-0.058722 (0.9438)	-2.112402 (0.5145)
1.Fark	<i>UR</i>	-5.912445 (0.0001)	-3.916574 (0.0298)
	<i>TK</i>	-5.676038 (0.0001)	-5.696074 (0.0006)
	<i>YP</i>	-5.950804 (0.0001)	-4.760223 (0.0048)
	<i>GR</i>	-4.565024 (0.0015)	-4.469860 (0.0085)

Not: Parantez içindeki değerler değişkenlere ait olasılık değerlerini göstermektedir.

Yapılan Augmented Dickey-Fuller birim kök analizine göre (Tablo 3) düzey değerlerinde durağan olmayan ve birim kök içeren tüm değişkenlerin birinci farkı alındığında değişkenler durağan hale gelmektedir.

3.2.2. Johansen Eş Bütünleşme Testi

Çalışmada kullanılan seriler birinci farkı alındığında durağan hale geldiği için eş bütünleşme testi aşamasına geçilmiştir. Seriler arasındaki eş bütünleşme ilişkisini incelerken sıklıkla kullanılan yöntemler Engle ve Granger ile Johansen ve Juselius tarafından önerilen yöntemlerdir. Johansen-Juselius yöntemi ile maksimum özdeğer (λ_{Max}) ve iz istatistiği (λ_{Trace}) şeklinde iki olasılık testi istatistiği kullanılarak seriler arasındaki uzun dönemli ilişki ortaya çıkarılabilir.

Bazı durumlarda seriler durağan olmasa da serilerin lineer birleşimleri durağan olabilir ve bu durum eş bütünleşme kavramı ile açıklanır. Eş bütünleşme analizi ile birbirleriyle ilişkili olduğu düşünülen değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket edip etmediği diğer bir ifadeyle değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin mevcut olup olmadığı belirlenmektedir (Johansen, 1988).

Çalışmada değişkenlerin düzey değerleri kullanılarak VAR modeli kurulmuş ve Akaike (AIC), LL, LR, FBE, SC ve HQ bilgi kriterleri yardımıyla uygun gecikme sayısı "bir" olarak belirlenmiştir. Uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi için yapılan analiz sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4: Uygun Gecikme Sayısı

Gecikme Sayısı	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-349.483	NA	2.63e+08	30.73766	30.93514	30.78732
1	-291.418	90.88319*	6966260.*	27.07990*	28.06728*	27.32822*
2	-281.818	11.68696	14093013	27.63642	29.41371	28.08340

Not: LogL: Logaritmik Olasılık Oranı, LR: LR Test İstatistiği, FPE: Son Tahmin Hatası, AIC: Akaike Bilgi Kriteri, SC: Schwartz Kriteri, HQ: Hannan-Quinn Kriteri. * Uygun gecikme uzunluğunu gösterir.

Uygun gecikme uzunluğu belirlendikten sonra Johansen eş bütünleşme testi yapılmıştır. Johansen eş bütünleşme testinin yapılabilmesi için modelde yer alan değişkenlerin durağanlık derecelerinin aynı olması gerekir. VAR modeli kurulup ilgili model tahmin edilerek eş bütünleşme ilişkisi araştırılmıştır. Test sonuçları Tablo 5'te gösterilmiştir:

Tablo 5: Johansen Eş Bütünleşme Testi Sonuçları

Maximum Özdeğer Testi (Max. Eigenvalue Testi)					İz Testi (Trace Test)				
H_0 Hipotezi	Alternatif Hipotez	Test İstatistiği	%5 Kritik Değeri	Olasılık (p)	H_0 Hipotezi	Alternatif Hipotez	Test İstatistiği	%5 Kritik Değeri	Olasılık (p)
$r=0$	$r=1$	25.93464	24.15921	0.0285	$r=0$	$r=1$	44.80499	40.17493	0.0159
$r=1$	$r=2$	9.770940	17.79730	0.5096	$r=1$	$r=2$	18.87035	24.27596	0.2065
$r=2$	$r=3$	6.768145	11.22480	0.2703	$r=2$	$r=3$	9.099410	12.32090	0.1633

Tablo 5'deki maksimum öz değer testi ve iz testi sonuçlarına bakıldığında seriler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu görülmektedir. H_0 hipotezi için (herhangi bir eş bütünleşik vektörün bulunmadığı ifade eder) maksimum öz değer 25.93464'tür ve %5 anlamlılık düzeyindeki kritik değer olan 24.15921'den büyüktür. Maximum özdeğer testi bir eş bütünleşik vektör bulunduğunu gösterir. İz testi açısından da çıkan değer 44.80499'dur ve %5 kritik değerden büyük olduğu için H_0 hipotezi red edilir ($p < 0.05$). İz testine göre bir eş bütünleşik vektörün var olduğu tespit edilmiştir.

3.2.3. Çoklu Regresyon Modeli

Çalışmada 1990-2015 yılları arası yenilenebilir elektrik enerjisi üretimine etki eden faktörlerin tespiti amacıyla çoklu regresyon modeli kurulmuştur. Yenilenebilir elektrik enerjisi üretiminin bağımlı değişken olarak alındığı modelde açıklayıcı değişken olarak toplam elektrik enerjisi tüketimi, toplam elektrik enerjisi tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji tüketiminin payı ve büyüme oranı değişkenleri alınmıştır. Bu değişkenlerin yenilenebilir elektrik enerjisi üretimine olan etkilerinin tespiti amacıyla kurulan model:

$$UR_t = \beta_0 + \beta_1TK_t + \beta_2YP_t + \beta_3GR_t + u_t \quad (1)$$

EKK tahmin modeli kullanılarak yapılan analiz sonucunda oluşan regresyon denklemi Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6: Çoklu Regresyon Modeli

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t istatistiği	Olasılık (p)
ΔTK	1.05E-06	3.06E-07	3.424162	0.0025
ΔYP	0.096612	0.032260	2.994738	0.0069
ΔGR	0.293421	0.052487	5.590349	0.0000
c	2.743388	1.394724	1.966975	0.0625

Oluşturulan regresyon denkleminde göre sadece sabit katsayısının çok küçük bir farkla anlamlı olmadığı (0.1 olasılık değerine göre anlamlı olduğu), diğer tüm değişkenlerin anlamlı olduğu ve işaretlerinin de beklendiği gibi pozitif olduğu görülmüştür. Analiz yaparken kullanılan E views

programı çift taraflı tablo kullanmaktadır. Tek taraflı tabloya bakıldığında 0.05'e göre tablo değeri 1,64 çıkmaktadır. c sabit katsayısının t istatistiği 1.96'dir ve 1,64'ten büyüktür. Bu durumda H_0 hipotezi red edilir ve alternatif hipotez kabul edilir. Dolayısıyla c sabit katsayısı da anlamlıdır. Oluşturulan modelin R^2 değeri 0.751674 olup yüksek bir değer olduğu görülmektedir. Modelin anlamlılığı için F istatistik değerine bakıldığında (21.18871) olasılık değeri 0.05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezi reddedilir ve H_1 hipotezi kabul edilir. Kurulan bu regresyon modeli genel olarak anlamlıdır. Bu modele göre toplam elektrik enerjisi tüketimi, toplam elektrik enerjisi tüketimi içerisinde yenilenebilir elektrik enerjisi tüketiminin payı ve GSYİH büyüme oranı yenilenebilir elektrik enerjisi üretimine anlamlı ve pozitif yönde etki etmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmada 1990-2015 yılları arası Türkiye'ye ait yenilenebilir elektrik enerjisi üretimini belirlediği düşünülen, toplam elektrik enerjisi tüketimi, toplam elektrik enerjisi tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji tüketiminin payı ve büyüme oranı değişkenleri incelenmiştir. İlk olarak *ADF birim kök analizi* yardımıyla serilerin durağan olup olmadıkları test edilmiştir. Yapılan analizler sonucu düzey değerlerinde durağan olmayan değişkenlerin birinci farklarında durağan oldukları tespit edilmiştir. Daha sonra değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığını belirlemek için *Johansen eş bütünleşme analizi* yapılmış, değişkenler arasında bir eş bütünleşme ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir. Değişkenler için gecikme uzunluğu "bir" olarak belirlenmiştir. Türkiye'ye ait yenilenebilir elektrik enerjisi üretimini belirleyen faktörleri tespit etmek amacıyla değişkenlere ilişkin *EKK tahmin modeli* kullanılarak çoklu regresyon modeli ile denklemler tahmini yapılmıştır. EKK tahmin modeli kullanılarak kurulan çoklu regresyon denklemleri sonuçlarına göre Türkiye'de toplam elektrik enerjisi tüketiminin, toplam elektrik enerjisi tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji tüketiminin payının ve kişi başına GSYH'nin yenilenebilir elektrik enerjisi üretimine anlamlı ve pozitif yönde katkı sağladığı ortaya çıkmıştır.

Yapılan ampirik çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde Türkiye'de yenilenebilir elektrik enerjisi üretiminin toplam elektrik enerjisi tüketimine, toplam elektrik enerjisi tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji tüketiminin payına ve kişi başına GSYH büyüme oranına bağlı olduğu anlaşılmıştır. Türkiye'de toplam elektrik enerjisi tüketimi, toplam elektrik enerjisi tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji tüketiminin payı ve kişi başına GSYH büyüme oranı arttıkça yenilenebilir elektrik enerjisi üretimi artacaktır. Bunun yanında değişkenlerin katsayılarının düşük olması söz konusu etkinin de düşük olduğunu göstermektedir.

Kaynakça

- Akay, E.Ç., Abdieva, R., Oskonbaeva, Z. (2015). "Yenilenebilir Enerji Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Karbondioksit Emisyonu Arasındaki Nedensel İlişki: Orta Doğu ve Kuzey Afrika Ülkeleri Örneği", *International Conference on Eurasian Economies 2015*, Kazan.
- Apergis, N. ve Payne, J.E. (2010). Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence From A Panel of OECD Countries. *Energy Policy* 38 (1), 656–660.
- Bakırtaş, İ. ve Çetin, M.A. (2016). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: G-20 Ülkeleri. *Sosyoekonomi*, 24(28), 131-145.
- Bayraktutan, Y. ve Arslan, İ., (2008). "Türkiye'de Sabit Sermaye Yatırımlarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Ko-Entegrasyon Analizi (1980-2006)", *KMU İİBF Dergisi*, 10, 14.
- Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I., Bhattacharya, S. (2016). The Effect of Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Evidence from top 38 Countries. *Applied Energy*, 162, 733-741.
- Bozdağlıoğlu, Y. ve Özpınar, Ö. (2011). Türkiye'ye Gelen Doğrudan Yabancı Yatırımların Türkiye'nin İhracat Performansına Etkilerinin Var Yöntemi İle Tahmini. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(3), 39-63.

- Büyükyılmaz, A. ve Mert, M. (2015). CO2 Emisyonu, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin MSVAR Yaklaşımı ile Modellenmesi: Türkiye Örneği. *Journal of World of Turks*, 7(3), s. 103-118.
- Çınar, S. ve Yılmaz, M. (2015). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Dergisi*, 30(1), 55-78.
- Dal, E. (2017). Türkiye’de Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Teknolojik, Politik ve Çevresel Kısıtlamalar ile Analizi. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Granger, C. W. J. ve Newbold, P. (1974). Spurious Regressions in Econometrics. *Journal of Econometrics*, 2, 111-120.
- Gujarati, D. N. (1999). *Temel Ekonometri* (Çev. Ümit Şenesen ve Gülay Günlük Şenesen), İstanbul Literatür Yayınları: 33.
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254.
- Karagöl, T. E. ve Kavaz, İ. (2017). Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji. *SETA Analiz Dergisi*, 2017, 4(197), 5-32.
- Karakaş, E. ve Balcı İzgi, B. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Ampirik Analizi. OECD Örneği, *Kent Akademisi*, 11 (1), 99-107.
- Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, H.D. ve Avcı, E.D. (2005). Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması. III. *Ulusal Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, Mersin.
- Lin, B. ve Moubarak, M. (2014). Renewable Energy Consumption – Economic Growth Nexus for China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, 111-117.
- Özer, M. ve Erdoğan, L. (2006). Türkiye’de İhracat, İthalat ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkilerin Zaman Serisi Analizi. *Gazi Üniversitesi Ekonomik Yaklaşım*, 17(60-61), 93-110.
- Özşahin Ş., Mucuk M. ve Gerçek M. (2016). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(4), 111-130.
- REN21, (2018). *Renewables 2018 Global Status Report*, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century.
- Tarı R. ve Yıldırım, D. Ç. (2009). Döviz Kuru Belirsizliğinin İhracata Etkisi: Türkiye İçin Bir Uygulama. *Celal Bayar Üniversitesi Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 16(2), 95-105.
- Usta, C. ve Berber, M. (2017). Türkiye’de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Sektörel Analizi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(1), 173-187.
- Uysal, Ö. Ve Gümüş, E. (2018). Investigation of Factors That Affect Renewable Electric Energy Output in Turkey. *2nd International Conference on Economic Research 19-20 Ekim 2018*, 65-78, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Antalya. Erişim Adresi <https://www.econalanya.com/ECONALANYA%202018%20Proceedings%20Book.pdf>
- Zengin, A. (2000). Reel Döviz Kuru Hareketleri ve Dış Ticaret Fiyatları (Türkiye Ekonomisi Üzerine Ampirik Bulgular). *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2(2), 27-41.

DETERMINANTS OF RENEWABLE ELECTRIC ENERGY PRODUCTION IN TURKEY

Extended Abstract

Aim: Rapid depletion of traditional energy resources (natural gas, oil, coal, nuclear energy) and increased awareness of the damages to the environment and human health caused by such resources are becoming increasingly important in the use of renewable resources in production of electrical energy. As the studies on renewable electric energy are examined, it is seen that most of the studies investigate the relation between renewable energy consumption and economic growth. There are many studies examining the relationship between energy consumption and economic growth in Turkey. However, in the literature, there is a lack of study focusing on renewable electric energy production. By this study, this deficiency has been tried to be compensated. In order to determine the policies to increase the production and promotion of renewable electric energy in Turkey, it is necessary to determine the factors affecting renewable energy production. The aim of this study is to investigate the factors affecting the renewable electricity production in Turkey and to reveal the relationship of these factors with renewable electric energy production.

Method(s): In this study, time series approach is used as econometric method. In this context, firstly, the stability of the variables was tested using the Augmented Dickey-Fuller (ADF) unit root test. Then, the existence of cointegration between variables was investigated by using Johansen Cointegration analysis. Finally, using the OLS estimation model for the variables, the equation is estimated with the multiple regression model.

The annual data used in this study belong to 1990-2015 period of Turkey. These data; renewable electricity production of Turkey (*UR*), total electric energy consumption(*TK*), the share of renewable energy consumption in total electricity energy consumption (*YP*) and growth rate of per capita GDP (*GR*), are obtained from World Bank Data Bank.

Findings: According to the Augmented Dickey-Fuller unit root analysis all variables are not stationary and contain unit root in their level values. It is found that all variables become stationary in their first difference values. Since the cointegration test of the variables will be carried out in the study, the VAR model has been established by using the level values of the variables and the appropriate lag length is determined as one (1), by using Akaike (AIC), LL, LR, FBE, SC and HQ information criterias. After determining the appropriate lag length, Johansen Co-integration test is applied. Variables have the same degree of stability which is essential for this test. The VAR model was established and cointegration relationship was investigated by estimating the related model. According to Maximum Eigenvalue test and Trace Test, one co-integrated vector was found.

In this study, multiple regression model has been established in order to determine the factors affecting the production of renewable electric energy between 1990 and 2015. According to the regression equation, it was found that only the constant coefficient was not significant with a slight difference (meaningful according to the probability value of 0.1), all other variables were significant and their signs were positive as expected. R^2 value is 0.751674 and F statistical value is 21.18871 for the significance of the model. This regression model is significant and according to this model, total electric energy consumption, share of renewable electric energy consumption in total electric energy consumption and growth rate of per capita GDP have a significant and positive effect on renewable electric energy production.

Conclusion: When all the analysis is evaluated generally, renewable electric energy production in Turkey depends on total electric energy consumption, share of renewable electric energy consumption in total energy consumption and growth rate of GDP per capita. If the total electric energy consumption, the share of renewable electric energy consumption in the total electric energy consumption and per capita GDP growth rate increases, renewable electric energy production will increase in Turkey.

