

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ BÜYÜME VE KARBON EMİSYONU İLİŞKİSİ

Türker BATMAZ¹

Hüseyin Naci BAYRAÇ²

Mustafa GÜLLÜ³

ÖZET

Yenilenebilir enerjinin kullanımı karbon emisyonunun azaltılması ve ekonomik büyümede önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları bakımından özellikle hidrolik enerji, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi ve jeotermal enerji kaynakları bakımından büyük bir potansiyele sahip bir ülkedir. Aynı zamanda fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin çevresine yaymış olduğu karbon emisyonu da düşük seviyelerdedir. Bu çalışma, Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıyla karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi belirlemek ve yenilenebilir enerjinin kullanılmasıyla ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi eş bütünleşme ve Granger Nedensellik testiyle analiz etmeyi amaç edinmiştir. Konuyla ilgili Türkiye'ye ait istatistiki veriler Dünya Bankasının veri tabanından alınmış olup, incelenen dönem 1985-2014 yıllarını içermektedir. Ekonometrik analiz sonuçlarına göre Türkiye'de karbon emisyonu ile ekonomik büyüme arasında doğrusal bir ilişki bulunmazken; doğrusal olmayan bir eş bütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Sonuç olarak Türkiye'de ekonomik büyüme ile karbon emisyonu arasında doğrusal olmayan uzun dönemli pozitif bir ilişkinin mevcut olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Enerji Tüketimi, Karbon Emisyonu, Ekonomik Büyüme, Granger Nedensellik, Türkiye.

THE RELATIONSHIP BETWEEN RENEWABLE ENERGY SOURCES, CARBON EMISSIONS AND ECONOMIC GROWTH IN TURKEY

ABSTRACT

Renewable energy plays a crucial role in increasing economic growth while reducing carbon emissions. Turkey is a big and important country, with regard to high potential at hydraulic energy, wind energy, solar energy and geothermal energy resources. At the same time compared with fossil fuels, the energy obtained from renewable energy sources at low levels of carbon emission that extends to the environment. The aim of this study is to examine the interaction between renewable energy consumption, economic growth and carbon emissions for selected Turkey. For this aim, cointegration and Granger Causality tests used in this study. Related to the statistically dates taked of World Bank database. The period of dates including 1985-2014. According to the results of the econometric analysis, there was no linear relationship between carbon emissions and economic growth in Turkey, but a nonlinear cointegration relationship was determined. Accordingly, we can say that there is a nonlinear significant positive relationship between carbon emissions and economic growth for the long term in Turkey.

Keywords: Energy Consumption, Carbon Emissions, Economic Growth, Granger Causality, Turkey.

¹ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Öğrencisi, turkerbtmz@gmail.com

² Dr. Öğr. Üyesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, nbayrac@ogu.edu.tr

³ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Öğrencisi, mustafagullu@hotmail.com

GİRİŞ

Yenilenemeyen, fosil temelli enerji kaynaklarının günden güne tükendiği ve artan enerji talebini karşılamaının da zorlaştığı günümüzde, artan enerji talebini fosil kaynaklı enerjiler yerine çevre dostu yenilenebilir kaynaklardan temin etmek daha rasyonel bir tercih olmaktadır. Günümüzde fosil temelli enerji kaynaklarına bağımlı yapı ve bunların kullanımının yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha baskın olduğu aşikârdır. Bu durum beraberinde fazla emisyonlara ve çevre kirliliğine yol açmaktadır.

Çevresel konulara artan farkındalık ile birlikte, fosil yakıtların çevreye verdiği negatif dışsallığı azaltmak isteyen özellikle gelişmiş ülkeler, yenilenebilir enerji kaynaklarını tercih etme noktasında diğerlerine nazaran daha istekli ve çalışkan görünmektedirler (Cristobal, 2011). Bu artan bilinç yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yatırımları da desteklemekte ve devletlerin bu konuda gerek kendisi gerekse özel sektörü destekleyen yardımıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim hızla artışa geçen bir grafik çizmektedir. Bu bakımdan Türkiye'nin jeopolitik konumu sayesinde birçok açıdan diğer ülkelerden daha avantajlı bir yapıda olduğunu görmek mümkündür. Uzun kıyı şeritleri, güneş alabilen uzun gün sayısı ve su kaynakları ülkemizi yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zenginleştiren faktörlerdendir. Gerek devlet gerekse özel sektör yatırımlarıyla, ülkemizde de 2023 hedefleri doğrultusunda fosil yakıt tüketimini azaltarak yenilenebilir, çevre dostu enerji tüketimi ve bu kaynaklardan enerji üretimini arttırmaya yönelik faaliyetler her geçen gün artmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye'de karbon emisyonu, büyüme ve yenilenebilir enerji arasında bir nedensellik ilişkisi olup olmadığı Granger Nedensellik testi uygulanarak analiz edilecektir. Bu amaçla 1985-2014 dönemi, Dünya Bankası (World Bank) yıllık verileri kullanılarak analiz gerçekleştirilecektir. Türkiye'de bu yıllar arasındaki yenilenebilir enerji kaynaklarıyla enerji üretimi ile büyüme arasında bir ilişkinin olup olmadığı, karbon emisyonlarının yenilenebilir kaynakların kullanılmasıyla üretilen enerji arasındaki ilişki olup olmadığı test edilerek açıklanmaya çalışılacaktır.

Bu amaç doğrultusunda çalışma giriş bölümüyle birlikte toplamda beş bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümde; yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) ile ilgili olarak bugüne kadar yapılmış olan ampirik literatüre yer verilmiştir. Üçüncü bölümde; Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ve günümüze kadar izlenen politikalara değinilmiştir. Dördüncü bölümde; çalışmada kullanılan ampirik model, yöntem ve veri seti hakkında bilgiler yer almakta. Beşinci bölümde ise; Türkiye'de hidroelektrik dışındaki yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi ile karbon emisyonu ve büyüme oranları arasındaki nedensellik ilişkisinin ekonometrik analizi ve elde edilen bulgular açıklanarak sonuç bölümüyle de çalışma sonlandırılmıştır.

1. AMPİRİK LİTERATÜR

Ekonomik büyümeyi önemseyen ülkelerin, bu hedeflerini gerçekleştirebilmeleri için buldukları çevreye de önem vermeleri gerekmektedir. **“Düşük Karbon ve Yeşil Büyüme”** kavramına olan ilginin her yıl bir önceki yıla göre artış göstermesinin nedeni de budur (Hwang ve Yoo 2014). Mevcut yenilemez enerji kaynaklarının daha fazla kullanılması iklim değişikliklerine neden olan sera gazlarının daha da artacağı anlamını taşımaktadır. Tüm dünyada, sera gazının % 76'sını CO₂ oluşturmakta ve bu gazın en önemli kirletici gaz olduğu da bilinmektedir (International Energy IEA: 2012). 1997 yılında Kyoto Protokolü sonrasında dünyada fosil yakıtların yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına daha fazla önem vermeye başlanmıştır. Bu nedenle araştırmacıların da yenilenebilir enerji kaynaklarının

tüketilmesiyle, ekonomik büyüme ve CO₂ arasındaki nedensellik ilişkisini ampirik olarak inceleyen çalışmalara yoğunlaştıkları görülmektedir. Bu çalışmalara Omri vd.(2015); Jebli ve Youssef (2015); Jaforullah ve King (2015); Apergis ve Payne (2014); Sebri ve Ben-Salha (2014); Shafiei ve Salim (2014); Lin ve Moubarak (2014); Bölük ve Mert (2014); Zeb vd. (2014); Al-Mulali vd.(2013) örnek olarak gösterilebilmektedir. Yapılan bu çalışmalar incelendiğinde her bir çalışmada kullanılan veriler, ülkeler ve ülke sayıları, göz önünde bulundurulmuş dönemler, kullanılan ekonometrik testler ve modeller ile birlikte elde edilen bulgularında nispeten birbirinden farklılıklar gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çalışmayla doğrudan ilgili olup, gerek Türkiye ve gerekse dünyanın farklı bölgelerindeki ülkelere uygulanmış olan ve farklı dönemleri içeren yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımıyla; ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi açıklayan diğer bazı çalışmalardan da benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir. Bu çalışmalardan Apergis vd. (2010) yapmış oldukları Panel Bütünleşme Panel Nedensellik, Panel Hata Modeli ile ülkelerin ekonomisinde meydana gelen büyüme ile yenilenebilir enerjinin tüketilmesi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit etmiştir. Büyükyılmaz ve Mert (2010) Türkiye'nin 1960-2010 dönemini kapsayan verileri kullanarak ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketilmesi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulmuşlar. Yine farklı ülkeler için farklı araştırmacılar tarafından yapılan diğer çalışmalarda da ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve karbon emisyon arasındaki ilişkiyi açıklayan bir çok çalışmada da benzer sonuçların elde edildiği görülmüştür (Özşahin, vd., 2016: 113). Benzer çalışmaları Menyah Wolde ve Volde Rufeal (2010); Pao ve Fu (2013); Bloch vd.(2015); Bakırtaş ve Çetin (2016) ve Bhattacharya vd.(2016)'nın yaptıkları görülmektedir. Inglesi-Lots (2016) çalışmasında OECD üyesi otuz dört ülkenin 1990-2010 dönemini kapsayan verilerini göz önünde bulundurarak bu ülkelerin ekonomik büyümelerinde meydana gelen artışlarla yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiye Eşbütünleşme, Panel Havuzlanmış Tahmin, Hausman Testi uygulamış ve yenilenebilir enerji tüketiminin artmasının ülkelerin ekonomik büyümeleri üzerinde pozitif ve anlamlı bir etki oluşturduğunu tespit etmiştir.

2.TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI POTANSİYELİ VE POLİTİKALARI

Uluslararası Enerji Ajansına göre yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) şu şekilde tanımlanmaktadır “Sürekli yeniden doğan doğal süreçlerden ortaya çıkan; değişik biçimlerde doğrudan ya da dolaylı olarak güneş veya dünyamız içinde meydana gelen ısıdan oluşan; güneş, rüzgar, biyoyakıt, jeotermal, hidrojen, okyanus kaynakları ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilen hidrojen” olarak tanımlanmaktadır (OECD/IEA, 2012). YEK tanımından da anlaşılacağı gibi bu tür enerjiler sürekli yeniden doğmakta ve doğal süreçlerden geçerek ortaya çıkmaktadırlar. Bu tür enerjiler aynı zamanda çevrede hava kirliliği, asit yağmurları, küresel ısınma ve iklim değişikliklerine neden olmamaktadırlar.

Özellikle 1980'li yıllardan itibaren dünya genelinde küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin görülmeye başlanması, ciddi endişeleri beraberinde getirmiştir. Bunun nedenleri araştırıldığında ise, bu durumda etkin rol oynayan faktörün fosil yakıt kullanımının tüm dünya genelinde yaygınlık kazanmış olmasıdır (Akan vd., 2015: 16381; Altınkaya ve Aslan, 2015: 395). Yapılan bilimsel çalışmalara göre yeterince önlem alınmadığı takdirde küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin sera etkisiyle küresel çapta ısınmanın artacağını, 2040 yılına kadar, deniz seviyesinde bir metreye varan yükselmenin oluşabileceğini ve bu durumun dünyanın en büyük ve en önemli birçok şehrinin sular altında kalabileceği

şeklindeki görüşlerin yaygınlık kazandığı görülmekte (Keles ve Bilgen, 2012: 5200; Özkaya, 2016:2).

Diğer taraftan yenilenemeyen/sürdürülebilir olmayan enerjinin ise gerek maliyet açısından gerekse iklim değişikliklerine neden olarak dünyanın geleceğini tehlikeye sokması; aynı zamanda kıt (nadir) olması nedeniyle (petrolün 50 yıl, doğal gazın ise 200 yıl içinde tükenebileceğinin tahmin edilmesiyle) insanoğlu kendi geleceğini tehdit etmeyen, temiz ve daha düşük maliyetli enerji kaynakları arayışına yönelmiştir. Bu kapsamda “**sürdürülebilir**” olmakla birlikte dünyanın her bölgesinde farklı ölçeklerde var olabilme özelliğini taşıyan “**yenilenebilir enerji kaynaklarının**” daha fazla kullanılması için çalışmalara hız verilmiştir. Bu tür çalışmaların tatmin edici düzeyde olmasa da 1980’li yıllardan itibaren Türkiye’nin de gündeminde yer almaya başladığı görülmektedir.

2.1. Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli

Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) bakımından oldukça zengin bir ülke olduğu görülmektedir. Ülkemizin sahip olduğu coğrafi konumu nedeniyle bu kaynaklarını etkin kullanımı mümkündür (Yüksel ve Kaygusuz, 2011:4133). YEK bakımından önemli bir potansiyele sahip olan Türkiye, jeotermal potansiyeli bakımından Avrupa’da 1., dünya sıralamasında ise 7., sırada yer almaktadır (Satman, 2007:3; Akçin, 2015: 16; Akyüz, 2015: 21). Bu enerji kaynağına ilave olarak hidroelektrik kaynaklarla birlikte rüzgar ve güneş enerjisinin geliştirilmesi ve yaygın olarak kullanımı teşvik edilmeye başlanmıştır.

Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın 2014 Aralık ayında yayımlanmış olduğu rapora göre (Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı)’na göre 2013- 2023 yılı için yenilenebilir güç kapasitelerinin ve elektrik üretimlerinin artış hedefleri Tablo 1’de sunulmuştur:

Tablo 1: Eylem Planına Göre Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç ve Elektrik Üretimi (TUYEEP, 2014)

Teknoloji	2013	Kurulu Güç (MW) 2023	Artış(%)	2013	Elektrik Üretimi (GWh) 2023	Artış(%)
Hidrolik	22,289	34,000	53	59,420	91,800	54
Rüzgar	2,759	20,000	625	7,558	50,000	562
Jeotermal	310	1,000	223	1,364	5,100	274
Güneş	0	5,000	-	0	8,000	-
Biyokütle	224	1,000	346	1,171	4,533	287

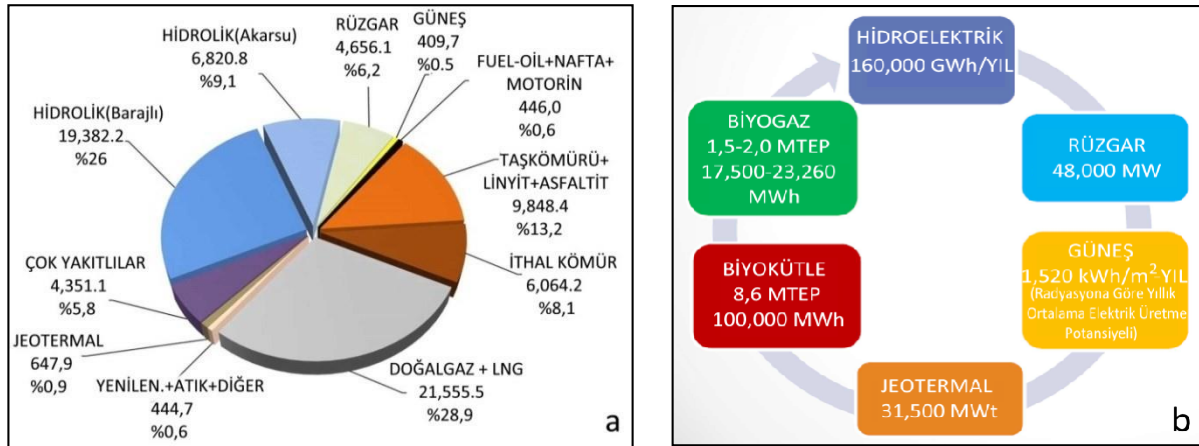
Kaynak: Bobat ve Özdemir, 2016: Türkiye’nin yenilenebilir enerji politikaları yenilenebilir enerjide yeniden yapılanma. Electronic Journal of Vocational Collages-December 2016 .

Tablo 1’de görüldüğü gibi, Türkiye 2013 yılı itibariyle YEK’den yeterince yararlanamamıştır. 2023 yılı eylem planına göre ise, hidrolik enerjisinde % 53, rüzgar enerjisinde % 625’lik, jeotermalde % 223’lük, biyokütlede % 346’lık bir artışı planlamaktadır. Bu plana göre 2023 yılı itibariyle hidroelektrik kurulu güç kapasitesini 34.000 MW’a, rüzgar enerjisini 20.000 MW, güneş enerjisi kullanım kapasitesini 3.000 MW, jeotermal enerjisi kapasitesini 1.000 MW’a çıkararak toplam elektrik üretiminin yaklaşık % 30’nu yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamayı hedeflemekte (Bobat ve Kaygusuz, 2016: 152). Ancak, Türkiye’nin 2016 Nisan sonu itibariyle elektrik enerjisi kurulu gücü

74.627 MW'a ulaşmış olup bu gücün içinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı hidrolik enerjisi de dahil % 40'ın biraz üzerinde seyretmektedir (Şekil 1a). Bu dağılımın içinde % 35.1'i ile hidroelektrik enerjisi birinci sırada yer alırken, % 6.2'lik payla rüzgar enerjisi ikinci sırada, jeotermal enerji % 0.6'lık payla üçüncü sırada yer alırken, güneş enerjisinin payı ise % 0.5'lik bir oranla son sırada yer almaktadır. Ülkemizde güneş enerjisinden hali hazırda yalnızca sıcak su elde etmek için yararlanılmakta olup başka amaçlara yönelik kullanım henüz söz konusu değildir.

Diğer taraftan Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli ise çeşitli senaryolara göre değişiklik göstermekte olup genel kapsamda 160.000 GWh hidrolik, 48.000 MW rüzgar, 1520 kWh/m²-yıl güneş, 31500 MWt jeotermal, 8.6 M_{tep} biyokütle ve 1.5-2.0 M_{tep} biyogaz olarak hesap edilmiş (Bobat ve Kaygusuz, 2016: 152). Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli (Şekil 1b)'de görüldüğü gibidir.

Şekil 1(a):Yenilenebilir Enerjinin Kaynaklara Göre Dağılımı
Şekil 1(b):Yenilenebilir enerji Potansiyeli



Kaynak: Bobat ve Özdemir, 2016:Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikaları yenilenebilir enerjide yeniden yapılanma. Electronic Journal of Vocational Collages-December 2016 .

Şekil 1b'de görüldüğü gibi, Türkiye özellikle sahip olduğu hidroelektrik enerjisi, rüzgar enerjisi ve dünyanın en önemli enerji kaynağı olan güneş enerjisi bakımından potansiyel olarak oldukça iyi konumda olmasına rağmen (yıllık ortalama güneşlenme süresi 2640 saat, (günlük 7.2 saat) yıllık ortalama güneş radyasyon değeri 1311 kWh/m² (günlük 3.6 kWh/m²)'dir. Ayrıca bu enerji kaynaklarından yeterince yararlanamadığı açıkça görülmektedir (Toklu vd., 2010).

2.2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Politikaları

Türkiye enerji kaynakları bakımından dışa bağımlı bir ülke olup bu bağımlılık oranı da her geçen gün artış göstermektedir. Ülkemizde fosil enerji kaynaklarının rezervinin artırılması mümkün olmadığından dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek; bu konuda stratejiler geliştirmek ve en önemlisi de istikrarlı, hedefi ve amacı belirlenmiş enerji politikalarını hayata geçirilmelidir. Bu bakımdan ülkelerin enerji politikası genel itibarıyla teknoloji, ekonomi ve enerji ile ilgili tüm kararların alındığı kurumsal yapıdan oluşan kısa dönemde arz talep dengesini sağlayan uzun dönemde ise konuyla ilgili planlama faaliyetlerinin tüm detaylarını bünyesinde bulunduran bir politikadır (Bayraç, 2009: 18).

Ancak ülkemizde yenilenebilir enerjiye yönelik izlenen politikalar incelendiğinde beşinci beş yıllık kalkınma planında gündeme geldiği görülmektedir. 1984 yılında yürürlüğe giren bu kalkınma plan döneminde ise konuya çok kısaca değinilmiş olup sadece bu tür kaynaklardan yararlanılması gerektiğine vurgu yapılmış. Altıncı ve yedinci beş yıllık kalkınma plan dönemlerinde ise başta hidrolik olmak üzere jeotermal ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir olan bu enerji kaynaklarından yararlanılması ve kullanımının yaygın hale getirilmesi gereğine dikkat çekilmiş. Sekizinci beş yıllık kalkınma plan döneminde ise bu tür enerji kaynaklarının (YEK) dünyada, Avrupa’da kullanım durumları, sağlanan teşvik ve sübvansiyonlar ile çevre üzerinde oluşturduğu etkilerin incelenmesi ve ülkemizde de bu kaynaklardan yararlanılabilmesi için yapılması gerekenler ve bundan böyle izlenecek politikaların belirlenmesine kısaca vurgu yapıldığı görülmektedir (DPT, 2001:18).

Yukarıda ifade edildiği dört plan döneminde de (YEK)’in kullanımına ilişkin ciddi bir çalışmanın yapılmadığı görülmektedir. 2005 yılına gelindiğinde ise, 10.05.2005 Tarih ve 5346 Sayılı “**Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretim Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun**”un çıkartılmasıyla ilk ciddi çalışmaların başladığı görülmekte. Ayrıca 29.12.2010 tarihinde (YEK) ile ilgili bazı düzenlemeler yapılarak yeni bir dönem başlamış. Yapılan bu düzenlemeler içinde bu alanlarda yatırım yapacaklara devlet teşvikleri kaynak bazında çeşitlendirilmiş olup sağlanacak sübvansiyonların oranlarında da artışlar öngörülmüştür.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik kanunda 2011 yılı itibariyle ise yeniden değişiklikler yapılarak yerli üretimin özendirilmesi amacıyla yeni teşvik uygulamaları başlatılmıştır. Ayrıca lisanssız üretim konusu yeniden düzenlenmiş olup, 2012 yılında da Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ)’a ait olan hidroelektrik santralleri özelleştirilmiştir. 2013 yılında, 6446 sayılı elektrik piyasasına yönelik yasa yürürlüğe girmiş. 2016 yılında ise tam rekabetin hüküm sürdüğü piyasalara geçilmesi planlanmıştır (Bobat ve Özdemir, 2016:153). 1980 yılından itibaren yapılan tüm bu çalışmaların sonucunda Türkiye’nin (YEK)’ten hidroelektrik ve yakacak amaçlı kullanılan biyokütle kaynağı dışında toplam enerji tüketimindeki payı 2006 yılı sonu itibariyle % 1’in altında gerçekleşmiştir (Bacak, vd., 2009: 11).

3. AMPİRİK MODEL, YÖNTEM VE VERİ SETİ

Çalışmada kullanılan model (1) no’lu denklemde verilmiştir. Öncelikle serilerin varyansındaki değişmeyi yumuşatmak ve otokorelasyon olasılığına karşı koruyabilmek amacıyla serilerin logaritmik dönüşümleri alınma işlemleri gerçekleştirilmiştir ve serinin kısaltmasının baş tarafına L harfi konularak belirtilmiştir (Dursun, 2015: 103).

$$LRNW_t = \alpha_1 + \alpha_2 LCO2_t + \alpha_3 LGDP_t + \mu_t \quad (1)$$

3.1. Veri Seti

Veriler Dünya Bankası online veri tabanından alınmış olup Türkiye için 1985-2014 yıllarını içermektedir. Analizde kullanılan değişkenler (**Tablo 2**)’de sunulmuştur.

Tablo 2: Analizde Kullanılan Değişkenler

Değişken	Açıklama	Birimi	Kodu
RNW	Hidroelektrik hariç yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi	Milyon kWh	EG.ELC.RNWX.KH
CO2	CO2 emisyonu	Mt	EN.ATM.CO2E.KT
GDP	GSYH	Milyon \$	NY.GDP.MKTP.CD

Kaynak: Worldbank, 2017.

RNW verisi hidroelektrik enerji hariç aşağıdaki yenilenebilir kaynaklardaki elektrik santrallerinden elde edilen toplam milyon kWh verisidir:

- Jeotermal,
- Güneş fotovoltaik,
- Güneş termal,
- Gelgit,
- Rüzgâr,
- Endüstriyel atık,
- Belediye atığı,
- Birincil katı biyoyakıtlar,
- Biyogazlar, biyogazoline, biyodizeller, diğer sıvı biyoyakıtlar.

GDP verisi, üretilen varlıkların amortismanı veya doğal kaynakların tüketilmesi için kesinti yapmadan hesaplanan, ekonomideki tüm üreticilerin ürettikleri ürünlere vergilerinin eklenmesiyle elde edilen brüt katma değer sabit 2010 ABD Doları tutarındaki karşılığıdır. CO₂ verisi fosil yakıtların yakılması, katı, sıvı ve gaz yakıtlarının tüketilmesi sırasında üretilen karbondioksit ve gaz parlamaları, çimento imalatından kaynaklanan ve enerji kullanımı için yanan yağ, kömür ve gazdan, odun ve atık maddeleri yakmaktan oluşan karbondioksit emisyonlarının kt (Kiloton) verisinin milyon ton'a dönüştürülmüş verisidir (World Bank, 2017).

3.2. Yöntem

Çalışmada, Türkiye için ekonometrik yöntem olarak zaman serileri analizi kullanılacak olup bunlar iki aşamada incelenecektir. Öncelikle zaman serisinin özelliklerini belirlemek ve durağanlığını test etmek amacıyla Birim Kök Testi uygulanacaktır. İkinci olarak değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmak için Granger Nedensellik testi uygulanacaktır.

3.2.1. ADF Birim Kök Testi

Bir zaman serisinin durağanlık durumunu kontrol etmek için literatürde birim kök testi kullanılmaktadır. Genişletilmiş Dickey Fuller testi, Dickey Fuller Testinin değiştirilmiş bir versiyonu olup zaman serisi analizinde birim kök testleri içinde en çok kullanılan testlerden biridir. Herhangi bir zaman serisi verisinin ortalaması ve varyansı belli bir süre boyunca sabit kalırsa, sabit olduğu kabul edilmektedir.

Bu testte, T-testini, zaman serisinde durağan olanı belirlemek için incelenen değişkenin kritik bir değeri ile karşılaştırılmaktadır. Hesaplanan test istatistiği, farklı anlamlılık seviyelerindeki kritik değerlerden daha küçük ise, bir birim kökün var olduğu boş hipotez reddedilir. Diğer bir ifadeyle, hesaplanmış ADF test istatistiğinin mutlak değeri, farklı anlamlılık seviyelerindeki mutlak kritik değerlerden daha büyüktür (Biswal ve Barik, 2017).

Değişik sebeplerle Dickey-Fuller testi uygulanırken aşağıdaki regresyon modellerine uygulanır. Model sabit terimsiz ve trendsiz ise,

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

Eğer modelde sabit terimin olduğu fakat deterministik trendin olmadığı varsayıldığında,

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

(3) numaralı modelin tahmin edilmesiyle DF testi yapılır.

Eğer model sabit terimli ve trendli ise,

$$\Delta Y_t = \mu_0 + \mu_1 t + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (4)$$

(4) numaralı model için DF testi tahmin edilir. Eğer u_t hata terimi otokorelasyonlu ise denklem,

$$\Delta Y_t = \mu_0 + \mu_1 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-1} + u_t \quad (5)$$

şeklinde olur. Bu modele DF-testi uygulanırsa, genişletilmiş Dickey Fuller (Augmented Dickey Fuller) veya ADF testi olarak ifade edilir (Dikmen, 2009).

3.2.2. Granger Nedensellik Testi

Değişkenler arasındaki ilişkinin yönü belirlenirken literatürde en fazla kullanılan testlerden birisi Granger nedensellik testidir. Granger nedensellik testi yapmak amacıyla oluşturulan model, yapısal bir ekonometrik model olmamasıyla birlikte geleceği tahmin eden bir test değildir. Bu test, nedensellik sınamalarının gerçekleştirilmesini hedeflemektedir. Bu sebeple modeldeki değişkenler önceden durağanlaştırılmalıdır (Granger, 1988). Bu çalışmada birinci farkları alınarak durağanlaştırılan serilere daha sonra Granger nedensellik testi uygulanarak seriler arasındaki ilişkinin yönü sınanmıştır.

4. EKONOMETRİK ANALİZ VE BULGULAR

4.1 ADF Birim Kök Testi - Durağanlık Analizi

Bu çalışmada zaman serisi değişkenlerinin durağan olup olmadığını istatistiksel olarak kontrol etmek için Genişletilmiş Dickey Fuller testini kullanılmıştır. Test sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur:

Tablo 3: Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Testi Sonuçları

Değişkenler	Düzye Değeri			Birinci Farklar		
	Sabitsiz	Sabitli	Sabitli/ Trendli	Sabitsiz	Sabitli	Sabitli/ Trendli
LRNW	2.545(0)	-1.191(0)	-2.097(0)	-5.713(0)	-6.506(0)	-6.555(0)
LCO2	4.257(0)	-1.051(0)	-3.773(0)	-4.075(0)	-6.352(0)	-6.251(0)
LGDP	2.334(0)	-0.953(0)	-2.899(0)	-5.451(0)	-6.632(0)	-6.526(0)
Test Kritik Değerleri						
%1	-2.647	-3.679	-4.309	-2.650	-3.689	-4.323
%5	-1.952	-2.967	-3.574	-1.953	-2.971	-3.580
%10	-1.610	-2.622	-3.221	-1.609	-2.625	-3.225

Not: Parantez içindeki gecikme uzunlukları Schwarz Bilgi Kriterine göre belirlenmiş olup, kritik değerler MacKinnon'dan (1996) alınmıştır. Maksimum gecikme uzunluğu 7 olarak tespit edilerek alınmıştır.

Genişletilmiş Dickey-Fuller birim kök (ADF) testi sonuçlarına göre Türkiye için LRNW, LCO2 ve LGDP serilerinin üçü de düzey değerinde durağan olmadığı ancak birinci farkı alındığı zaman durağan duruma geldiği görülmektedir.

4.2 Granger Nedensellik Testi- Nedensellik Analizi

Hydroelektrik hariç yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi, karbon emisyonu ve büyüme arasındaki ilişkinin yönünü tespit etmek amacıyla değişkenlere Granger nedensellik testi yapılmıştır. Test sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur:

Tablo 4: Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Testi Sonuçları

H ₀ hipotezi	F-İstatistiği	Olasılık Değeri	Karar	Sonuç
LCO2, LGDP'nin Granger Nedeni Değildir	1.537	0.463	KABUL	
LRNW, LGDP'nin Granger Nedeni Değildir	1.273	0.529	KABUL	
LCO2, LRNW'nin Granger Nedeni Değildir	8.143	0.017	RET	LCO2 →LRNW
LGDP, LRNW'nin Granger Nedeni Değildir	15.229	0.005	RET	LGDP→LRNW
LGDP, LCO2'nin Granger Nedeni Değildir	0.883	0.643	KABUL	
LRNW, LCO2'nin Granger Nedeni Değildir	0.394	0.821	KABUL	

Granger Nedensellik test sonuçlarına göre Türkiye'de “Karbon emisyonu, büyümenin Granger nedeni değildir.” sıfır hipotezi % 5 anlamlılık düzeyinde kabul edilmektedir. Yani karbon emisyonundan büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. “Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi, büyümenin Granger nedeni değildir.” sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde kabul edilmektedir. Yani yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminden büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır.

“Karbon emisyonu, yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin Granger nedeni değildir.” sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Yani karbon emisyonundan yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. “Büyüme, yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin Granger nedeni değildir.” sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Yani büyümeden yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. O halde büyümeden de, karbon emisyonundan da yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimine doğru bir nedensellik ilişkisi mevcut olduğuna göre yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimini büyüme ve karbon emisyonu etkiliyor sonucuna varılmaktadır.

“Büyüme, karbon emisyonunun Granger nedeni değildir.” sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde kabul edilmektedir. Yani büyümeden karbon emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. “Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi, karbon emisyonunun Granger nedeni değildir.” sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde kabul edilmektedir. Yani yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminden karbon emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır.

SONUÇ

Türkiye’de büyüme, karbon emisyonu ve yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi verilerinin karşılaştırıldığı bu çalışmanın sonucuna göre; karbon emisyonundan ve yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin büyümeyle doğrudan bir nedensellik ilişkisi bulunmamıştır. Ayrıca büyümeden ve yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminden karbon emisyonuna doğru da bir nedensellik ilişkisi bulunmamıştır. Ancak büyümeden ve karbon emisyonundan yenilenebilir enerji üretimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Fosil kaynaklı yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kullanımı sonucunda karbon emisyonunun azaltılması mümkün olmaktadır. Beklenen sonuç, elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin artmasıyla birlikte karbon emisyonunun azalması şeklindedir. Ancak çalışmada bulunan sonuç, büyüme ve karbon emisyonu arttıkça, yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin artması şeklinde karşımıza çıkmaktadır.

Türkiye’de halen fosil kaynaklı elektrik üretiminin yaygın olması, yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin halen fosil kaynaklı elektrik üretimine nazaran düşük oranlarda olması, karbon emisyonunu azaltmamasına neden olarak gösterilebilir. Ayrıca karbon emisyonunun sadece elektrik üretiminden kaynaklı olmadığı, yeşil alanların azalışı, şehirleşmenin ve nüfusun artışı, ulaşımdan kaynaklı oluşu gibi nedenler de gösterilebilir. Bununla birlikte farklı ülkelerde toplam elektrik üretiminin hangi oranında yenilenebilir kaynakların karbon emisyonunu azaltmaya başladığı konusu yeni çalışmalara ilham kaynağı olabilir. Diğer taraftan en temiz ve en ucuz enerji türü tüketilmeyen enerjidir. Bu bakımdan ABD başta olmak üzere, dünyanın gelişmiş olan ülkelerinin enerji politikalarında önem verdikleri hususların başında enerji verimliliğini artırarak, enerji yoğunluğunu azaltmak ve enerji tasarrufuna özen göstermek gelmektedir. Çağdaş enerji politikalarındaki hedef, kişi başına kullanılmış olan enerji veya elektrik tüketim miktarını artırmak olmayıp, enerjiyi en verimli ve ussal biçimde kullanabilecek sistemleri geliştirerek, minimum enerji tüketimiyle maksimum enerjiyi üretip, iletebilecek ve tüketecek yapıyı oluşturabilmektir. Türkiye’nin sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynakları ve potansiyeli ile bu güne kadar izlemiş olduğu (YEK) politikalarında ise 2005 yılına gelinceye kadar fazlaca önem verilmediği açıkça görülmektedir. Sonraki yıllarda çıkarılan kanunlarla, özellikle 2011-2016 yılları arasında yenilenebilir enerji kaynaklarının ülkemizde yaygın olarak kullanımını sağlamaya yönelik teşvik ve sübvansiyonların ise yeterli düzeylerde olmadığı açıkça görülmektedir.

Türkiye’nin 2030 yılı için hedef olarak belirlediği elektrik enerjisi talebinin yarısına yakınının (YEK)’ten karşılayabileceği öngörüsünün ise bu şekilde devam etmesi halinde temenniden ibaret olabileceği açıkça görülmektedir. Oysa Türkiye gerek hidroelektrik gerek rüzgar ve güneş enerjisi bakımından büyük potansiyele sahip ender ülkelerden biri olmasına rağmen, güneş ve rüzgar başta olmak üzere hidroelektrik santrallerinin de devreye girmemesi bu enerji kaynaklarından tam ve etkin olarak yararlanılamaması için (özellikle GAP ve çevresinde kurulacak olan hidroelektrik santralleri) kasten geciktiren bir takım düzenlemeler bulunmaktadır. Bu nedenle Türkiye’nin daha fazla zaman kaybetmeden sahip olduğu (YEK) tam-etkin olarak kullanabilmesi için yeni düzenlemelerle birlikte istikrarlı ve zamanın şartlarına göre değişebilen rasyonel enerji politikalarına acilen ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum aynı zamanda enerji bakımından dışa bağımlı olan ülkemizi ekonomik açıdan nispeten rahatlatılabileceği gibi, yeni yatırım alanlarının oluşmasına, dış ticaret açığının azalmasına, ödemeler bilançosundaki dengesizliklerin giderilmesine ve milli gelirimizin de artmasına önemli oranda katkıda bulunacaktır.

Sonuç olarak gelecek nesiller için daha temiz, yaşanılabilir ve yeşil bir Türkiye için fosil kaynaklı olmayan temiz enerji kaynaklarına yönelmek ve bunun için gerek devlet teşvikleriyle, gerek özel sektör aracılığıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla yatırım yapılması ve kullanımının daha geniş çevrelere yaygınlaştırılması gerekmektedir. Günümüz gelişmiş devletleri bu bilinçle hareket ederken, gelişmekte olan ülkelerin de bu konunun bilincinde olup, enerji sektöründe yenilenebilir enerji kaynaklı bir üretim yapısı benimsemeleri hem ülkeleri hem de dünya ekosistemini olumlu yönde etkileyecektir.

KAYNAKÇA

Akan, M.Ö.A, Selam, A., Fırat, S.Ü.O., Kara, M.E., Özel, S. (2015). A comparative analysis of renewable energy use and policies: Global and Turkish perspectives, *Sustainability*, 7, 16379–16407.

Altunkaya, A., Aslan, Z. (2015). Comparison of renewable and conventional energy cost by wavelet techniques, *int.journal of Electronics, Mechanical and Mechatronics Engineering*, 2(4), 393-405.

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 Euroasian Economies* , 2015.

Akçin, M. (2015). Renewable energy policy and biomass energy potential in Turkey, *Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı*.

Akyüz, E. (2015). Türkiye'nin enerji görünümü ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi, *Akademik Bakış Dergisi*, Mayıs-Haziran 2015, 494-504.

Al-mulali, U., Fereidouni, H.G., Lee, J.M., Che Sab, N.B., 2013. "Examining the bi-directional long run relationship between renewable energy consumption and GDP growth", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, p. 209-222.

Apergis, N. ve Payne, J.E., 2014. "Renewable energy, output, CO2 emissions, and fossil fuel prices in Central America: Evidence from a nonlinear panel smooth transition vector error correction model", *Energy Economics*, 42, p. 226-232.

Apergis, Nicholas vd. (2010), "On The Casual Dynamics Between Emissions, Nuclear Energy, Renewable Energy and Economic Growth", *Ecological Economics*, 69 (2010), s. 2255-2260.

Bacak, S., Külcü, R., Ekinci, K. (2009). Türkiye ve AB ülkelerinde yenilenebilir enerji kaynakları politikaları ve hedefleri, *Tarım Makinaları Bilim Dergisi*, 5(1), 9-14.

Bakırtaş, İbrahim ve Mümin Atalay Çetin (2016), "Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: G-20 Ülkeleri", *Sosyoekonomi*, 24(28), s. 131-145.

Baris, K. and Kucukali, S. (2012). Availability of Renewable Energy Sources in Turkey: Current Situation, Potential, Government Policies and the EU Perspective, *Energy Policy* 42: 377-391.

Bayraç, H. N. (2009). Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye : Petrol ve Doğalgaz Kaynakları Açısından Bir Karşılaştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt 10, Sayı 1.

Bhattacharya, Mita vd. (2016), “The Effect of Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Evidence From on Top 38 Countries”, *Applied Energy*, 162(2016), s. 733-741.

Biswal, S. K., ve Barik, S. (2017). Interdependence & Integration between Futures and Spot Market: Empirical Evidence in India, *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 3(3), 213-219.

BioenergyStatisticsPresentations/Administrativeandotherdatasources/Turkey_EnergyPolicyandBiomassEnergyPotential.pdf adresinden 17.05.2016 tarihinde alınmıştır.

Bloch, Harry vd. (2015), “Economic Growth with Coal, Oil and Renewable Energy Consumption in China: Prospects for Fuel Substitution”, *Economic Modelling*, 44(2015), s. 104-115.

Bobat, A. ve Özdemir, N. Kaygusuz. (2016). Türkiyenin Yenilebilir Enerji Politikaları Yenilebilir Enerjide Yeniden Yapılanma. *Electronic Journal of Vocational Collage – December 2016*.

Bölük, G. ve Mert, M., 2014. “Fossil & renewable energy consumption, GHGs (greenhouse gases) and economic growth: Evidence from a panel of EU (European Union) countries”, *Energy*, 74,(1) p. 439-446.

Cristobal, San J.R. (2011). “Multi Criteria Decision-Making in The Selection of a Renewable Energy Project in Spain: The vikor Method”, *Renewable Energy*, cilt 36, sayı 2, s. 498-502

Dikmen, N. (2009). *Ekonometri Temel Kavramlar ve Uygulamalar* (1.basım). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

DPT (Devlet Planlama Teşkilatı), (2001). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT Yayını, Ankara.

Dursun, G. (2015). Türkiye’de Reel Döviz Kuru Belirsizliği ve Yurtiçi Yatırımlar, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 10(1), 99-118.

Granger, C. W.J. (1988). “Causality, cointegration, and control”. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2), 551-559.

http://www.irena.org//Documentdownloads/2015/BioenergyStatisticsPresentations/Administrativeandotherdatasources/Turkey_EnergyPolicyandBiomassEnergyPotential.pdf
Erişim Tarihi:17.10.2017.

Hwang, Jo-Hee ve Yoo, Seung-Hoon, 2014. “Energy consumption, CO₂ emissions, and economic growth: evidence from Indonesia”, *Quality & Quantity* 48, (1), pp. 63-73.

Inglesi-Lotz, Roula (2016), “The Impact of Renewable Energy Consumption to Economic Growth: A Panel Data Application”, *Energy Economics*, 53(2016), s. 58-63.

International Energy Agency, 2012. CO₂ Emissions From Fuel Combustion

Jaforullah, M. ve King, A., 2015. “Does the use of renewable energy sources mitigate CO₂ emissions? A reassessment of the US evidence”, *Energy Economics*, 49, p. 711-717.

Jebli, M.B. ve Youssef, S.B., 2015. “The environmental Kuznets curve, economic growth, renewable and non-renewable energy, and trade in Tunisia”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, p. 173-185.

Keles, S., Bilgen, A.(2012). Renewable energy sources in Turkey for climate change mitigation and energy sustainability, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, 5199–5206.

Lin, B. ve Moubarak, M., 2014. “Renewable energy consumption – Economic growth nexus for China”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40, p.111-117.

Menyah, K. and Rufael, W.Y., “Energy Consumption, Pollutant Emissions and Economic Growth in South Africa”, *Energy Economics*, 2010, pp. 1374-1382.

Menyah, Kojo ve Yemane Wolde-Rufael (2010), “CO2 Emissions, Nuclear Energy, Renewable Energy and Economic Growth in the US”, *Energy Policy*, 38(2010), s. 2911-2915.

OECD/IEA, (2012). *Renewables Information 2012*. ISBN 978-92-64-17388-0.

Omri, A., Mabrouk, N. B., Sassi-Tmar, A., 2015. “Modeling the causal linkages between nuclear energy, renewable energy and economic growth in developed and developing countries”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, p. 1012-1022.

Özkaya, S.Y. (2016). Yenilenebilir Enerji Kaynakları, T.C. Dışişleri Bakanlığı. <http://mfa.gov.tr/yenilenebilir-enerji-kaynaklari>, tr.mfa adresinden 17.10.2016 tarihinde alınmıştır.

Özşahin, Ş., Mucak, M., Gerçekler, M. (2016). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRİCS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmalar Dergisi*, 2016, yıl:4, cilt 4, sayı:4.

Pao, Hsiao-Tien ve Hsin-Chia Fu (2013), “Renewable Energy, Non-Renewable Energy and Economic Growth in Brazil”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25(2013), s. 381-392.

Satman, A.(2007). Türkiye'nin Enerji Vizyonu, Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretimi Semineri, TESKON2007, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 25-28 Ekim 2007, İzmir.

Sebri, M. ve Ben-Salha, O., 2014. “On the causal dynamics between economic growth, renewable energy consumption, CO2 emissions and trade openness: Fresh evidence from BRICS countries”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, p. 14-23.

Shafiei, R. ve A. Salim, 2014. “Non-renewable and renewable energy consumption and CO2 emissions in OECD countries: A comparative analysis”. *Energy Policy*, 66, p. 547-556.

Toklu, E. ve Günay, M.S., Işık, M., Çakmaklı, K. ve Kaygusuz, K. (2010). Energy Production, Consumption, Policies and recent developments in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (14): 1172-1186.

TUYEEP, 2014. Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı, TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara.

World Bank; (2017), “World Development Indicators”, Internet Address: <http://data.worldbank.org/indicator>, Erişim Tarihi: 25.12.2017.

Yüksel, İ. and Kaygusuz; K. (2011). Renewable energy sources for clean and sustainable energy policies in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, 4132-4144.

Zeb, R., Salar L., Awan, U., Zaman, K. ve Shahbaz, M., 2014. “Causal links between renewable energy, environmental degradation and economic growth in selected SAARC countries: Progress towards green economy”, *Renewable Energy*, 71, p.123-132.