

TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ASİMETRİK ETKİLERİ

THE ASYMMETRIC EFFECTS OF RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION ON ECONOMIC GROWTH IN TURKEY

Şükrü APAYDIN*

Afşin GÜNGÖR**

Celal TAŞDOĞAN***

Öz

Ekonomik büyüme ve kalkınma tüm dünya ülkelerinin en temel amacıdır. Artan enerji talebinin önemli bir kısmı birincil enerji kaynaklarından karşılanmasına rağmen, son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim ve tüketimi de giderek artmaktadır. Bu çalışmanın amacı yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki asimetrik etkilerini ampirik olarak analiz etmektir. Türkiye'nin 1965-2017 dönemine ait verileri kullanılarak yapılan analizde, doğrusal olmayan gecikmesi dağıtılmış otoregresif model kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca, durağanlığı test edilebilmek amacıyla, ADF, PP, Ng-P ve KPSS birim kök testlerinin yanı sıra Zivot ve Anders tarafından geliştirilen yapısal kırılmalı birim kök testi kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, değişkenler fark durağan olarak bulunmuş ve iki değişken arasında uzun dönemde asimetrik bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca bulgulara göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında doğru orantılı bir ilişki vardır. Ancak yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen pozitif ve negatif şoklar, büyüme üzerinde asimetrik etkiler ortaya koymaktadır. Çalışmada yenilenebilir enerji tüketimindeki pozitif şoklarının etkisinin, negatif şokların etkisine göre daha küçük olduğu bulunmuştur. Yenilenebilir enerji tüketimindeki yüzde birlik artış ekonomik büyümeyi yaklaşık olarak yüzde 0.4 oranında artırırken, yüzde birlik azalışlar büyümeyi yüzde 0,7 oranında azaltmaktadır.


Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Ekonomik Büyüme, NARDL Modeli, Türkiye


Abstract

Economic growth and development is the main aim of all countries worldwide. Although an important part of the increasing demand is met by primary energy sources, the production and the consumption of renewable energy sources have risen in recent years. The objective of this study is to empirically analyze the asymmetric effects of renewable energy consumption on economic growth. In the analysis conducted using Turkey's 1965-2017 period data, the nonlinear autoregressive distributed lag (NARDL) model was used. In addition to the classical unit root tests such as ADF, PP, Ng-P and KPSS, structural break unit root test, proposed by Zivot and Anders was used in order to test stationary. According to the results of unit root tests, the variables were stationary in the first degree, and an asymmetrical relationship between the two variables was determined in the long-run. Moreover, according the findings, there is a direct correlation between renewable energy consumption and economic growth. However, positive and negative shocks in renewable energy consumption have asymmetric effects on growth. In the study, it has found that the impact of positive shocks in renewable energy consumption was smaller than the effect of negative shocks. The one percent increase in renewable energy consumption increases economic growth by approximately 0.4 percent, while the one percent fall decreases growth by 0.7 percent.

Keywords: Renewable energy, Economic growth, NARDL Model, Turkey

*  Dr. Öğretim Üyesi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, sukruapaydin@nevsehir.edu.tr

**  Prof. Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, afsingungor@hotmail.com

***  Doç. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, tasdogan@hotmail.com

EXTENDED SUMMARY

Research Problem

One of the most fundamental factors in the sustainable economic growth and the development issues is undoubtedly energy. The energy demand, the both input and output in the production process, has increased and caused the search for alternative energy sources in recent years. In this context, the increases in the demand for renewable energy have pointed out in energy literature. During 1965-2017 period, while the consumption of renewable energy has been increased by about ten percent globally, Turkey has risen by almost thirty percent (See Table 1). Thus, the main aim of this study is to empirically examine the asymmetric effects of renewable energy consumption on economic growth in Turkey.

Research Questions

The questions asked in the study are as follows: Is there a cointegration relationship between renewable energy consumption and economic growth? If so, how renewable energy consumption affects economic growth? What is the impact of the increase and decrease in renewable energy consumption on growth? In other words, does renewable energy consumption affect the economic growth asymmetrically?

Literature Review

In the literature, there are a large number of studies examining the effects of energy consumption on growth. However, studies using different country, country groups, different energy proxies and different methods often focus on causality relationships between the variables. In spite of that, according to the results obtained, it is possible to classify studies according to four different hypotheses: According to the neutrality hypothesis, there is no relationship between energy consumption and gross domestic product. In the conservation hypothesis, causality functions from growth to energy consumption. In the growth hypothesis, causality is from energy to economic growth. Finally, the feedback hypothesis draws attention to a bidirectional causality relationship between growth and energy consumption. In this study, unlike other empirical studies on the subject, it is investigated whether there is a non-linear relationship between renewable energy consumption and economic growth. Because, although there is no linear relationship between the two variables, asymmetric relations may exist. Thus, this study has the potential to contribute to the relevant empirical literature.

Methodology

In this study, nonlinear autoregressive distributed lag (NARDL) model was used to determine the asymmetrical relations between renewable energy and economic growth. This methodology consists of the following steps: first, the stationary degrees of the variables were investigated by ADF, PP Ng-P, KPSS and Zivot-Anders unit root tests. Second, the bound test was applied to both the linear and non-linear model to determine the long-term relationship between the variables. Thirdly, the NARDL model was estimated because there was a long-term relationship between the variables according to the non-linear model. Finally, the long and short-term asymmetric effect coefficients were calculated. The analysis covers Turkey's annual data for the period 1965-2017. The real GDP data are obtained from the World Bank online database, and renewable energy consumption data are provided from www.bp.com website. All the variables are converted logarithmic form.

Results and Conclusions

As a result of the unit root tests, it was determined that all variables were stationary in the first degree. In other words, all variables are integrated at $I(1)$. According to the results of cointegration analysis, there was no long-term relationship between the variables in the linear model (ARDL model), whereas it was found that the variables were cointegrated in the non-linear model (NARDL model). According to the results, there is a direct correlation between renewable energy consumption and economic growth. However, positive and negative shocks in renewable energy consumption have asymmetric effects on growth. The empirical results also indicate that the impact of increases in renewable energy consumption was smaller than the effect of decreases in renewable energy demand. The one percent increase in renewable energy consumption increases economic growth by approximately 0.4 percent, while the one percent falling decreases growth by 0.7 percent. Therefore, the promotion of renewable energy production and consumption, the development of policies to increase investments in this area are of great importance both for reducing the foreign dependency of the economy and for the sustainability of growth and development.

GİRİŞ

Sürdürülebilir bir iktisadi büyüme ve kalkınmanın sağlanması tartışmasız tüm dünya ülkelerinin en temel ekonomik amacıdır. Bu amacın gerçekleştirilmesinde emek ve sermaye gibi temel üretim faktörleriyle birlikte enerji de önemi gittikçe artan bir faktör konumundadır. Bu önemin giderek artıyor olmasının nedeni, enerjinin hem üretim sürecinin her aşamasında kullanılan bir faktör olması hem de refah düzeyinin bir göstergesi olarak kullanılmasıdır. Bir diğer ifadeyle, enerji faktörü üretim sürecinin hem girdisi hem çıktısı durumundadır (Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD], 2006; Bruns, 2012; Aydın ve Esen, 2017). Bu çerçevede sadece enerji faktörünün üretim düzeyi üzerindeki etkisi değil, ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasında tek yönlü ya da çok yönlü nedensellik ilişkileri söz konusu olabilmektedir (Solow, 1974; Stiglitz, 1974). Bu çok yönlü özelliklerine rağmen 1973-74 Petrol Krizi yıllarına kadar enerjinin önemi büyük ölçüde ihmal edilmiş, söz konusu krizlerin yanı sıra ekonomik büyüme ve kalkınma hızlarının artması, dünya nüfusundaki artışlar, kentleşme olgusunun hız kazanması ve teknolojik ilerlemeler gibi etkenler enerji talebinin artmasına ve enerji faktörünün öneminin daha iyi anlaşılmasına yol açmıştır. Bu çerçevede ülkelerin mevcut enerji kaynaklarının etkin kullanımı ve alternatif enerji kaynakları arayışları hız kazanmış, hem politik hem de teorik anlamda yenilenebilir enerji konusundaki çalışmalar hız kazanmıştır (Berndt ve Wood, 1975; Paul ve Bhattacharya, 2004; Stern ve Cleveland, 2004; Samuel vd. 2013; BP, 2015; Karagöl ve Kavaz, 2017).

“Doğal kaynaklardan elde edilebilen ve kendini sürekli yenileyebilen bir enerji kaynağı” olarak tanımlanan yenilenebilir enerji, sürekli yenilenebilme ve yok olmama özellikleri ile dikkat çekerken, bir yandan karbon salınımını azaltması diğer yandan yerli kaynaklardan üretildiği için dışa bağımlılığı azaltması gibi nedenlerden dolayı, özellikle enerjide dışa bağımlılığı yüksek olan ülkelerin sürdürülebilir büyüme ve kalkınmaları açısından son derece önem arz etmektedir (Karagöl ve Kavaz, 2017: 8). Yenilenebilir enerjinin güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik, biokütle, dalga hidrojen enerjileri gibi türleri bulunmasına ve çok çeşitli kaynaklardan (güneş, rüzgâr, yer altı suları, nehir ve akarsular, biyolojik atıklar, vb.) üretilebiliyor olmasına rağmen, hem dünya genelinde hem de Türkiye’de enerji tüketiminde ilk sırayı petrol, kömür ve doğalgaz gibi birincil enerji kaynakları almaya devam etmektedir (Holdren, vd. 1980; Aydın, 2010; Koç ve Şenel, 2013; Karagöl ve Kavaz, 2017).

Dünya genelinde kullanılan birincil enerji miktarı 1965-2017 dönemi itibariyle yaklaşık 8,4 milyar ton eşdeğer petrol iken bu dönemdeki artış oranı yüzde 2,5 düzeyindedir. Söz konusu analiz alt dönemler itibariyle yapıldığında 1965-1980 döneminde tüketilen birincil enerji miktarı ortalama 5,3 milyar ton eşdeğer petrol iken, küreselleşme olgusunun ilk evresi olan 1980-2000 döneminde ortalama 7,9 milyar tona yükselmiş ve 2000-2017 döneminde ortalama 11,6 milyar ton eşdeğer petrol olarak gerçekleşmiştir. Her ne kadar tüketim miktarları artmış olsa da birincil enerji tüketimi artış hızlarının dönemsel olarak görece azaldığı dikkat çekmektedir. Bu durum Türkiye açısından ele alındığında daha belirgin bir şekilde kendini göstermektedir. Türkiye’de birincil enerji kullanımı 1965-2017 dönemi için 57,6 milyon ton eşdeğer petrol iken, 1965-1980 döneminde 16,7, 1980-2000 döneminde 47,5 ve 2000-2017 döneminde 104,9 milyon ton eşdeğer petroldür. Bununla birlikte dönemsel artış oranlarında neredeyse yarı yarıya bir azalma olduğu görülmektedir (Tablo 1).

Enerji kullanımı açısından asıl dikkate değer husus, yenilenebilir enerji kullanımı konusundadır. Diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de yenilenebilir enerji kullanımında oldukça ciddi artışlar söz konusudur. 1965-2017 dönemi için dünya genelinde yenilenebilir enerji tüketimi yaklaşık olarak ortalama yüzde 10 civarında artmışken, bu oran aynı dönem için Türkiye’de yüzde 26’lar düzeyindedir. Tablo 1’de görüldüğü üzere, dünya yenilenebilir enerji kullanımı dönemsel olarak ortalama 7 milyon ton eşdeğer petrolden, önce 27 milyon tona ve son dönemde 185 milyon ton eşdeğer petrole yükselmektedir. Özellikle 2000-2017 dönemindeki artış oranı önceki dönemlerin tam iki katı olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu olgu Türkiye açısından ele alındığında, miktar düzeyinde olmasa da artış oranları bakımından çok çarpıcı sonuçlar içermektedir. Zira özellikle küreselleşme döneminde yenilenebilir enerji tüketimindeki artışlar yüzde 30’lar düzeyini aşmaktadır.

Tablo 1: Türkiye ve Dünyada Enerji Tüketimi (1965-2017 Dönemi)

Dönem	Birincil Enerji Tüketimi				Yenilenebilir Enerji Tüketimi			
	Toplam Dünya		Türkiye		Toplam Dünya		Türkiye	
	MTEP	Artış (%)	MTEP	Artış (%)	MTEP	Artış (%)	MTEP	Artış (%)
1965-2017	8378,295	2,540	57,681	6,080	74,727	9,738	0,519	26,127
1965-1980	5308,758	3,983	16,778	8,327	7,138	7,009	0,038	4,038
1980-2017	7919,739	1,631	47,583	5,484	27,216	7,725	0,032	33,909
2000-2017	11598,802	2,215	104,901	4,833	185,293	14,184	1,464	32,624

Not: Hesaplamalar yazarlar tarafından yapılmıştır. MTEP : Milyon Ton Eşdeğer Petrol
Kaynak: www.bp.com/content/.../bp/.../statistical-review/bp-stats-review-2018-all-data.xlsx.

Alternatif enerji kaynakları arayışları çerçevesinde dünyada ve Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimindeki bu artışların, temel olarak, hem enerjide dışa bağımlılığın azaltılması hem de birincil enerji tüketiminin yol açtığı olumsuz çevresel etkiler dikkate alınarak, büyüme ve kalkınmanın sürdürülebilirliği bağlamında gündeme gelmesi söz konusudur (Sadorsky, 2008 ve 2009; OECD, 2006 ve 2010). Zira 1965-2017 döneminde hem dünya ekonomisi hem de özellikle Türkiye’de birincil enerji tüketimi, karbon salınımı ve büyüme oranları arasında dikkat çekici eğilimler bulunmaktadır. Tablo 2’de özet olarak verilen rakamlar incelendiğinde, büyüme oranları ile karbon emisyonu ve birincil enerji tüketimi ortalama artış oranlarının birbirine yakın seyrettiği görülmektedir. Söz konusu dönemin genelinde Türkiye ekonomisi ortalama olarak yüzde 4,75 oranında büyürken, 2000-2017 alt döneminde bu oran ortalama olarak yüzde 5,24 dolayında gerçekleşmiştir. Türkiye’de 2000-2017 döneminde, özellikle 2001 Krizi sonrasında başlayan ekonomik büyüme, 2009 yılına kadar kesintisiz olarak devam etmiş ve istikrarlı bir büyüme gözlemlenmiştir. Bu çerçevede 2002-2008 dönemi dikkate alındığında büyüme oranı ortalama yüzde 6,2 olarak gerçekleşmiştir. 2009 yılında yüzde 4,7 oranında bir küçülmeye rağmen 2010-2017 döneminde ortalama büyüme hızı yaklaşık yüzde 6’lık bir oranla, bir önceki dönemi (2002-2008 dönemini) de aşmıştır.

Tablo 2: Türkiye ve Dünyada Birincil Enerji Tüketimi, Karbon Salınımı ve Büyüme Oranları (%) (1965-2017 Dönemi)

Dönem	Dünya			Türkiye		
	Birincil Enerji Tüketimi	Karbon Salınımı	Büyüme Oranları	Birincil Enerji Tüketimi	Karbon Salınımı	Büyüme Oranları
1965-1980	3,983	3,383	4,484	8,327	7,689	4,636
1980-2000	1,631	1,173	2,915	5,484	5,229	4,162
2000-2017	2,215	2,101	2,902	4,833	4,591	5,243
1965-2017	2,540	2,148	3,376	6,080	5,647	4,750

Not: Hesaplamalar yazarlar tarafından yapılmıştır. Verilen oranlar dönem ortalamalarını göstermektedir.
Kaynak: Tablo 1 ve <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG>

Kısacası, hem dünya genelinde hem de Türkiye’de yaşanan bu uzun dönemli büyüme oranlarına paralel olarak özellikle yenilenebilir enerji tüketiminde ciddi oranda artışlar meydana gelmiştir. Bu durumda gözlemlenen bu görece artışın ekonomik büyümeyi nasıl etkilediği, yenilenebilir enerji tüketimi ile büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki bulunup bulunmadığı cevaplanması gereken sorular arasındadır. Buradan hareketle bu çalışmanın konusunu, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin belirlenmesi oluşturmuştur. Türkiye’nin 1965-2017 dönemine ait verileri kullanılarak yapılan analizde, Doğrusal Olmayan Gecikmesi Dağıtılmış Otoresif (Nonlinear Autoregressive Distributed Lag – NARDL) Model kullanılmıştır. Bu modelin seçilmesinin bir nedeni, yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen pozitif ve negatif şokların büyüme üzerindeki hem kısa hem de uzun dönem etkilerinin aynı anda belirlenebilmesidir. Konuyla ilgili literatür incelendiğinde, hem analiz edilen dönemin görece daha geniş bir zaman aralığını kapsamaması, hem yenilenebilir enerji ile büyüme arasındaki asimetric ilişkilere odaklanması ve doğrusal olmayan ilişkilerin araştırılmasında kullanılan bir yöntemin benimsenmiş olması, çalışmayı diğer çalışmalardan farklılaştıran noktalar olarak değerlendirilebilir. Bundan dolayı çalışmanın ilgili ampirik literatüre önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmadan beklenen sonuç, yenilenebilir enerji kullanımındaki artışların büyümeyi artıracak, azalışların ise büyümeyi negatif yönde etkileyeceği şeklindedir.

1. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Konuyla ilgili literatür incelendiğinde, enerji tüketiminin ekonomi üzerindeki etkilerine yönelik ilk çalışmaların 1970’li yıllarda başladığı ve giderek arttığı dikkat çekmektedir. Değişik ülke ya da ülke grupları, farklı enerji değişkeni ya da farklı yöntemler kullanılmakla birlikte, yapılan çalışmaları dört farklı hipotez çerçevesinde değerlendirmek mümkündür. Bu hipotezler yansızlık, korumacılık, büyüme ve geri besleme hipotezleridir (Payne, 2010a; Öztürk, 2010; Omri, 2014).

Yansızlık hipotezine (neutrality hypothesis) göre, enerji tüketimi ile gayrisafi yurtiçi hasıla arasında herhangi bir ilişki bulunmamaktadır. Bir başka deyişle değişkenler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi yoktur ve enerji tüketimiyle ilgili korumacı ya da genişletici politikalar büyümeyi beklenen yönde etkilememektedir.¹ *Korumacılık hipotezinde* ise (conservation hypothesis) nedenselliğin büyümeden enerji tüketimine doğru işlediği ileri sürülmektedir. Bu hipoteze göre enerji tüketimi, enerji bağımlılığı az olan bir ekonomideki benzer şekilde, büyüme üzerinde ya hiçbir etki yapmamakta veya çok küçük bir etki ortaya koymaktadır.² *Büyüme hipotezi* (growth hypothesis), nedenselliğin yine tek yönlü olmakla birlikte bu kez enerji tüketiminden büyümeye doğru işlediği bir hipotezdir. Bu hipoteze göre, enerji tüketimi hem doğrudan hem de emek ve sermaye faktörlerinin bir tamamlayıcısı olarak rol oynamaktadır. Burada enerji tüketimindeki pozitif şoklar ekonomik büyümeyi artırırken negatif şoklar büyümeyi olumsuz etkilemektedir.³ Son olarak *geri besleme hipotezi* (feedback hypothesis), büyüme ve enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisine dikkat çekmektedir.⁴

Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen geniş bir literatür bulunmasına rağmen, yenilenebilir enerji ve büyüme ilişkisine odaklanan çalışmaların sayısı giderek artmakla birlikte, enerji iktisadi literatürüne görece az sayıdadır. Aşağıda konuyla ilgili olarak, bu çalışma ile karşılaştırma yapabilmek amacıyla, zaman serisi yöntemleri kullanılarak yapılan hem yukarıda zikredilen hem de görece daha yeni seçilmiş bazı çalışmalar özetlenmiş ve Tablo 3’te gösterilmiştir.

En küçük kareler yöntemi çerçevesinde Çin ekonomisine ait 1978-2008 dönemi verilerle yaptığı çalışmada Fang (2011), yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme ve refah üzerindeki etkisini hem miktar hem oransal olarak araştırmıştır. Elde edilen bulgulara göre, yenilenebilir enerji tüketimindeki yüzde 1’lik artış reel GSYH’yi yüzde 0,12 oranında artırırken, kişi başına düşen reel GSYH’yi yüzde 0,16 oranında artırmaktadır. Buna karşılık aynı çalışmada yenilenebilir enerjinin ekonomik refah üzerindeki etkisi oransal olarak anlamsız bulunmuş ve yenilenebilir enerji payındaki artışın refahı negatif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Tuçcu, vd. (2012), ARDL ve Hatemi-J nedensellik analizine dayalı olarak G7 ülkeleri için yaptıkları çalışmada, yenilenebilir ya da yenilemeyen enerjinin ekonomik büyüme açısından önemli ve genişletilmiş üretim fonksiyonunun (augmented production function) uzun dönemli ilişkinin tespit edilmesi bakımından daha etkin olduğunu belirtmektedir. Çalışmada ayrıca yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik bulunduğu tespit edilmektedir.

Buna karşılık ABD ekonomisi için yaptıkları çalışmada Yıldırım, vd. (2012), Toda-Yamamoto süreci ve bootstrap nedensellik testleri çerçevesinde, toplam ve alt kalemler itibarıyla yenilenebilir enerji ve reel GSYH herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunmadığını rapor etmektedir.

Öcal ve Aslan (2013) ise Türkiye ekonomisinin 1990-2010 dönemini kapsayan çalışmalarında ARDL ve Toda-Yamamoto nedensellik testlerini kullanmış ve büyümeden yenilenebilir enerjiye doğru işleyen bir

¹ Bu hipotezi destekleyen çalışmalara örnek olarak Akarca ve Long II (1980), Erol ve Yu (1987), Yu ve Hwang (1984), Yu ve Jin (1984), Cheng (1999), Altınay ve Karagöl (2004), Jobert ve Karanfil (2007), Karanfil (2009), Halıcıoğlu (2009), Payne (2010b) ile Erdoğan ve Gürbüz (2014) verilebilir.

² Kraft ve Kraft (1978), Cheng ve Lai (1997), Aqeel ve Butt (2001), Lise ve Montfort (2005), Zamani (2007), Zhang ve Cheng (2009), Öztürk vd. (2013), Hwang ve Yoo (2014), Sica ve Şentürk (2016) ile Topçu ve Tel (2018) çalışmaları bu hipotezi destekleyen sonuçlar ortaya koymuştur.

³ Stem (2000), Soytaş vd. (2001), Ho ve Siu (2007), Bowden ve Payne (2009), Mucuk ve Uysal (2009) tarafından yapılan çalışmalarda büyüme hipotezine uygun sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca Narayan ve Smyth (2008), Apergis ve Payne (2009, 2010a ve 2010b), Omri (2013), Çınar ve Yılmaz (2015) yenilenebilir enerjinin büyüme üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılan diğer çalışmalardır.

⁴ Değişkenler arası karşılıklı bir nedenselliğin bulunduğu çalışmalardan bazılarını örnek olarak Hwang ve Gum (1991), Glasure (2002), Paul ve Bhattacharya (2004), Erdal vd. (2008), Belloumi (2009), Kaplan, vd. (2001), Öztürk ve Uddin (2012) verilebilir.

nedensellik bulmuşlardır. Yazarlar ayrıca yenilenebilir enerji tüketiminin uzun dönemde ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilediği sonucuna ulaşmaktadır.

Tablo 3: Yenilenebilir Enerji Tüketimi – Ekonomik Büyüme İlişkisini İnceleyen Seçilmiş Ampirik Çalışmalar

Yazar ve Yıl	Ülke ve Dönem	Yöntem	Değişkenler	Sonuç
Fang (2011)	Çin, 1978-2008	EKK	Renew, GSYH, L, K	Renew → GSYH
Tuğcu, vd. (2012)	G7 Ülkeleri, 1980-2009	ARDL, Hatemi-J Nedensellik	Renew, GSYH	Renew ↔ GSYH
Yıldırım, vd. (2012)	ABD, 1949-2010	Hatemi-J Nedensellik	Renew, GSYH	Renew ∅ GSYH
Öcal ve Aslan (2013)	Türkiye, 1990-2010	ARDL, Toda-Yamamoto Nedensellik	Renew, GSYH	GSYH → Renew
Shahbaz, vd. (2015)	Pakistan, 1972-2011	ARDL, VECM, Granger Nedensellik	Renew, GSYH, L, K	Renew ↔ GSYH
Doğan (2015)	Türkiye, 1990-2012	ARDL, Gregory-Hansen ve Johansen Eşbütünleşme, VECM	Renew, Nonrenew, GSYH, L, K	Renew → GSYH
Doğan (2016)	Türkiye, 1990-2012	ARDL, Gregory-Hansen ve Johansen Eşbütünleşme,	Renew, Nonrenew, GSYH, L, K	Renew ↔ GSYH
Aslan ve Öcal (2016)	AB Yeni Üye Ülkeleri, 1990-2009	ARDL, Hatemi-J Nedensellik	Renew, GSYH, K, L	Renew ∅ GSYH (5 Ülke) Renew → GSYH (1 Ülke) GSYH → Renew (1 Ülke)
Rafindadi ve Öztürk (2017)	Almanya, 1971-2013	ARDL, Bayer-Hanck Eşbütünleşme, VECM Granger Nedensellik	Renew, GSYH, K, L	Renew ↔ GSYH
Alper (2018)	Türkiye, 1990-2017	Bayer-Hanck Eşbütünleşme, Toda-Yamamoto Nedensellik	Renew, GSYH, K, L	GSYH → Renew
Durğun ve Durğun (2018)	Türkiye, 1980-2015	ARDL, Toda-Yamamoto	Renew, GSYH	Renew ↔ GSYH
Bulut ve Muratoğlu (2018)	Türkiye, 1990-2015	ARDL, Hatemi-J Nedensellik	Renew, GSYH	Renew ∅ GSYH

Not: Renew: Yenilenebilir enerji, Nonrenew: Yenilenemeyen enerji, GSYH: Büyüme, L: Toplam işgücü ya da işgücüne katılım oranı, K: Sabit sermaye oluşumunu göstermektedir. Ayrıca → tek yönlü ilişkiyi, ↔ çift yönlü ilişkiyi ve ∅ simgesi de ilişki olmadığını göstermektedir.

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

ARDL ve vektör hata düzeltme modeli çerçevesinde 1972-2011 dönemi Pakistan ekonomisi için yaptıkları çalışmada Shahbaz, vd. (2015), değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisi ve çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunduğu, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği bulgusuna ulaşmaktadır.

ARDL, Gregory-Hansen eşbütünleşme, Johansen eşbütünleşme ve vektör hata düzeltme modeli kullanılarak Türkiye ekonomisinin 1990-2012 dönemi için yaptığı çalışmada Doğan (2015), yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisine ulaşmaktadır. Ayrıca yazar yenilenemeyen enerjinin ekonomik büyümeyi pozitif etkilemesine rağmen, yenilenebilir enerjinin büyüme üzerinde yüzde 5 güven aralığında negatif etkiye sahip olduğu bulgusunu elde etmiştir. Buna karşılık aynı yazar tarafından 2016 yılında yapılan ve Türkiye'nin 1988-2012 dönemi verilerini kapsayan çalışmada, yenilenemeyen enerjinin büyümeyi yine pozitif etkilediği buna karşılık yenilenebilir enerjinin anlamlı bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Çalışmada ayrıca yenilenebilir enerji – büyüme ilişkisinde kısa ve uzun dönemde sırasıyla korumacılık ve geribesleme hipotezlerini destekleyen bulgular elde edilmiştir (Doğan, 2016).

ARDL ve Hatemi-J nedensellik analizlerine dayalı olarak Avrupa Birliğine yeni üye olan ülkelerin 1990-2009 verileri çerçevesinde yaptıkları analizde Aslan ve Öcal (2016), incelenen tüm ülkelerde yenilenebilir enerji tüketiminin büyümeyi pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşırken, nedensellik ilişkisi yönünden farklı ülkeler açısından farklı bulgular elde etmektedir. Bu çerçevede kimi ülkelerde çift yönlü nedensellik tespit edilmiş, bazı ülkelerde tek yönlü ve kimi ülkelerde de herhangi bir ilişki çıkmamıştır.

Clemente-Montanes-Reyes trendden arındırılmış yapısal kırılma ve ARDL sınır testi ile Bayer-Hanck eşbütünleşme analizleri çerçevesinde, Almanya ekonomisi 1971-2013 çeyreklik verileriyle yapılan analizde Rafindadi ve Öztürk (2017), değişkenler arasında çift yönlü bir nedenselliğin bulunduğunu, yenilenebilir enerjinin büyümeyi pozitif yönde etkilediğini tespit etmiştir. Çalışmaya göre yenilenebilir enerji tüketimindeki yüzde 1’lik artış Alman ekonomik büyüme oranını yüzde 0,2194 oranında artırmaktadır.

1990-2017 dönemini kapsayan ve Bayer-Hanck eşbütünleşme testi ile Toda-Yamamoto nedensellik analizleri çerçevesinde Türkiye ekonomisine yönelik çalışmada Alper (2018), kişi başına GSYH büyüme oranı, yenilenebilir enerji kullanım oranı, toplam sabit sermaye oranı ve işgücüne katılım oranından oluşan değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu tespitine ek olarak ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisi ve enerji kullanımındaki yüzde 1’lik artışın büyümeyi yüzde 0,19 oranında artırdığı bulgularına ulaşmaktadır.

ARDL ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri çerçevesinde Durğun ve Durğun (2018) 1980-2015 dönemi Türkiye ekonomisinde yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme ilişkisini araştırmaktadır. Elde edilen bulgulara göre yüzde 5 güven aralığında değişkenler eşbütünleşiktir ve yenilenebilir enerji tüketiminden büyümeye doğru işleyen bir nedensellik söz konusudur.

Bulut ve Muratoğlu (2018) tarafından ARDL ve Hatemi-J nedensellik analizleri yardımıyla 1990-2015 dönemi Türkiye ekonomisine yönelik yapılan çalışmada, yenilenebilir enerji ile büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi olmadığı gibi, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin de bulunmadığı bulgusuna ulaşmaktadır.

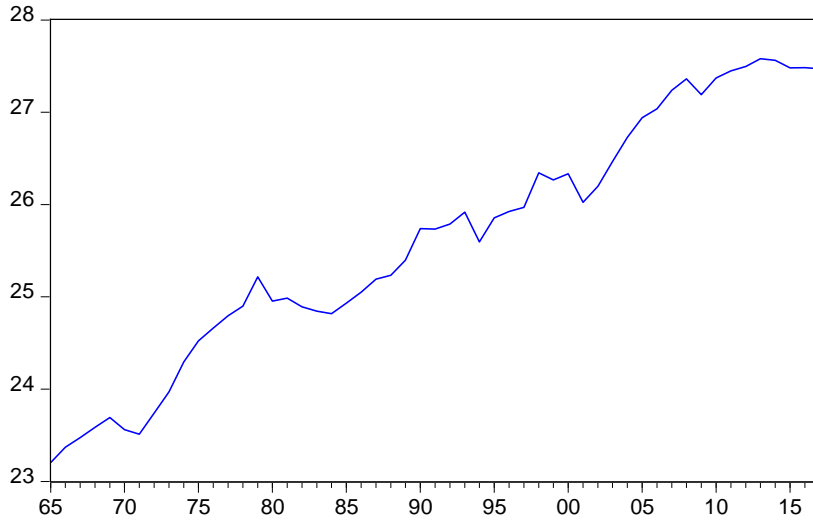
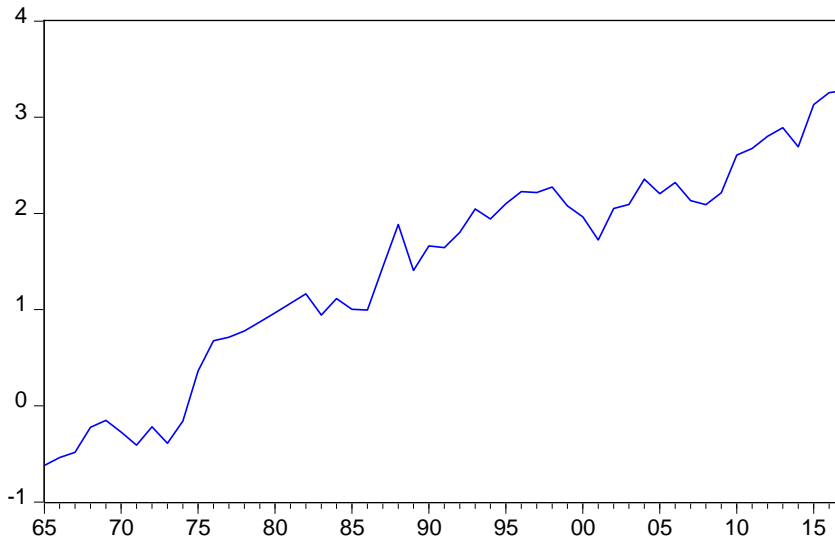
Yapılan açıklamalardan da görülebileceği gibi, yenilenebilir enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen literatürde ortak bir sonuç ortaya çıkmadığı gibi, incelenen ve tespit edilebilen çalışmalarda genel olarak doğrusal yöntemler kullanılmıştır. Bu çalışmada ise ilgili ampirik literatürde tespit edilebilen halihazırdaki çalışmalardan farklı olarak, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında doğrusal olmayan ilişkilerin varlığı araştırılmaktadır. Zira iki değişken arasında doğrusal olarak bir ilişki olmasa bile, asimetrik ilişkiler bulunabilmektedir. Dolayısıyla, yenilenebilir enerji – büyüme ilişkisinin araştırılması amacıyla benimsenen yöntemin en azından Türkiye literatüründe henüz uygulanmamış olması nedeniyle, bu çalışmanın, konuyla ilgili ampirik literatüre yeni bir katkı sağlama potansiyeli taşıması söz konusudur. Bu açıdan elde edilecek ampirik bulgular, büyümenin sürdürülebilirliği çerçevesinde yenilenebilir enerji yatırımlarının önem ve önceliği bakımından başta Türkiye olmak üzere gelişmekte olan ülkelerin politika tercihleri noktasında bir fikir sağlayabilecektir.

2. VERİ SETİ VE YÖNTEM

Türkiye için 1965-2017 dönemi esas alınarak ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki ilişkilerin analiz edildiği çalışmada, ekonomik büyümeyi temsilen reel gayrisafi yurtiçi hasıla (GSYH), enerji faktörünü temsilen jeotermal, güneş, rüzgâr, biokütle ve atık enerjilerinin toplamından oluşan yenilenebilir enerji tüketimi kullanılmıştır. Reel GSYH değişkeni Dünya Bankası internet sitesinden 2010 yılı fiyatlarıyla ABD doları olarak, enerji tüketim miktarı www.bp.com sitesinden kilogram petrol eşdeğeri olarak sağlanmıştır. Ayrıca yapılan analizlerde kullanılan toplam GSYH ve yenilenebilir enerji değişkeninin logaritmaları alınarak sırasıyla *loggdp* ve *logrenew* kısaltmaları ile gösterilmiştir. Bundan başka aşağıda gösterileceği gibi, 1998 ve 2001 yıllarında yapısal kırılmalar tespit edildiği için, söz konusu kırılmaları dikkate alabilmek amacıyla, bu yıllarda “1” diğer yıllarda “0” değerini alan kukla değişken modele eklenmiştir. Değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 4’te, düzey değerleri itibarıyla grafikleri Şekil 1 ve Şekil 2’de gösterilmiştir.

Tablo 4: Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler ve Testler (1965-2017 Dönemi)

	<i>LOGGDP</i>	<i>LOGRENEW</i>
Mean	25.61026	1.441767
Median	25.73409	1.723779
Maximum	27.58034	3.277608
Minimum	23.20353	-0.619324
Std. Sapma	1.325928	1.100565
Skewness	-0.095613	-0.399266
Kurtosis	1.945354	2.123184
Jarque-Bera	2.537035	3.105931
Gözlem Sayısı	53	53
<i>LOGGDP</i>	1.000000	
<i>LOGRENEW</i>	0.960091	1.000000

**Şekil 1:** Türkiye'de 1965-2017 Dönemi Reel GSYH**Şekil 2:** Türkiye'de 1965-2017 Dönemi Yenilenebilir Enerji Tüketimi

Analizde kullanılan değişkenlerin durağanlığı önce geleneksel birim kök testleriyle incelenmiş, daha sonra yapısal kırılmaları dikkate alan birim kök testi uygulanmıştır. Nihayet değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin bulunup bulunmadığı ilk olarak doğrusal Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif (ARDL) modeli ile araştırılmış, daha sonra doğrusal olmayan Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif (NARDL) modeli ile incelenmiştir.

2. 1. Birim Kök Testleri

Araştırmada durağanlığın test edilebilmesi için, ampirik analizlerde en fazla kullanılan dört birim kök testinden yararlanılmıştır. Bunun nedeni, her birim kök testinin çeşitli zayıf yönlerinin bulunabilmesi ve bunlar dikkate alınarak geliştirilen görece daha yeni testlerle karşılaştırma yapabilme düşüncesidir. Bu çerçevede önce 1979 yılında Dickey ve Fuller tarafından geliştirilen Genişletilmiş Dickey-Fuller

(Augmented Dickey-Fuller – ADF) testine yer verilmiş daha sonra sırasıyla Phillips ve Perron, KPSS ve Ng-Perron testleri uygulanmıştır.

Zaman serilerinin durağanlığının belirlenebilmesi amacıyla ilk olarak Fuller (1976) tarafından önerilen daha sonra Dickey ve Fuller (1979) tarafından geliştirilen ADF testi uygulanmıştır. ADF testi, zaman serilerinin kendi gecikmeli değerlerinden etkilenmeleri durumunda durağan olmayacakları ve ilgili zaman serilerinin bir otoregresyon sürecinden türetildikleri varsayımına dayanmaktadır. Bu testte serinin birim kök içerdiği boş hipotezine karşılık, birim kök içermediği alternatif hipotez sınaması yapılmakta ve bu sınama sırasıyla sabit terim ve trend içermeyen, sabit terimli ve sabit terim ile trend içeren (1), (2) ve (3) numaralı modeller tahmin edilerek gerçekleştirilmektedir (Kutlar, 2005: 312):

$$\text{Sabit terim ve trendsiz model} \quad : \quad \Delta Y_t = \gamma y_{t-1} + u_t \quad (1)$$

$$\text{Sabit terimli model} \quad : \quad \Delta Y_t = m_0 + \gamma y_{t-1} + u_t \quad (2)$$

$$\text{Sabit terim ve trendli model} \quad : \quad \Delta Y_t = m_0 + \gamma y_{t-1} + m_{1t} + u_t \quad (3)$$

Bu modellerin tahmininde hata teriminin otokorelasyon içermediği ve ilgili zaman serisinin AR(1) modeline uygun olduğu varsayılmıştır. Ancak zaman serilerinin daha yüksek dereceden AR süreci içerebilmektedir. Bu durum dikkate alınarak geliştirilen ADF testinde, yukarıdaki modellerde eşitliğin sağ tarafına bağımlı değişkenin p gecikmeli değerleri eklenerek sorun aşılma çalışılmıştır. Ancak pek çok zaman serisi *hareketli ortalama süreci (MA)* içerebilmekte, bu sürecin önemli olması halinde modele daha fazla gecikme eklenmesi gerekmektedir. Fakat bu durumda da testlerde önemli derecede *boyut bozukluğu (size distortion)* ortaya çıkmaktadır. ADF testinin bu yönüne dikkat çekmek üzere Phillips-Perron testi geliştirilmiştir (Schwert, 1989; Enders, 1995; Güloğlu, 2008).

Phillips ve Perron (1988) tarafından geliştirilen testin ADF testinden temel farkı, burada hata terimlerinin gecikmeli değerlerinin serisel olarak ilişkili ve değişen varyanslı olarak ele alınmasıdır. Ayrıca ADF testlerinde otokorelasyonu giderebilmek amacıyla gecikmeli değerlere yer verilirken, PP testinde sorun test istatistiği modifiye edilerek giderilmeye çalışılmaktadır. PP testi aşağıdaki (4) ve (5) numaralı denklemlerin tahminine dayanmaktadır (Phillips ve Perron, 1988: 338):

$$y_t = \hat{\mu} + \hat{\alpha} y_{t-1} + \hat{u}_t \quad (4)$$

$$y_t = \tilde{\mu} + \tilde{\beta} \left(t - \frac{1}{2} T \right) + \tilde{\alpha} y_{t-1} + \tilde{u}_t \quad (5)$$

Test istatistiğinin modifiye edilmesi, PP testinin temel avantajı olmakla birlikte, hata teriminde büyük ve negatif MA bileşeni bulunduğu yapılan testte önemli boyut bozukluğu veya örneklem çarpıklığı ortaya çıkabilmektedir. Nitekim Schwert (1989), belirtilen durumda PP testinin ADF testine göre çok fazla örneklem çarpıklığı olduğunu da göstermiştir. Bunun yanında sabit ve trend içeren testlerin, sadece sabit terim içeren testlere göre test güçleri (yanlış bir hipotezin reddedilme olasılığının) azalmaktadır. Bu durumları dikkate alarak Ng-Perron alternatif birim kök testleri geliştirilmiştir (Güloğlu, 2008).

Perron ve Ng (1996) ile Ng ve Perron (2001) tarafından geliştirilen bu test, hata terimlerinin büyük negatif MA veya AR köklerine sahip olması durumunda ortaya çıkan boyut bozukluğunun düzeltilmesi için geliştirilmiştir (Perron ve Ng, 1996). *M testleri* olarak adlandırılan dört istatistiğin (MZ_α , MZ_t , MSB ve MP_T) kullanıldığı Ng-P testi, GLS temelli trendden arındırılmış testlerdir. Bunlardan Perron ve Ng (1996)’da geliştirilen MZ_α ve MZ_t testleri, Phillips-Perron Z testlerinin uyarlanmış versiyonlarıdır. MSB testi ise Bhargava istatistiğinin modifiye edilmesiyle elde edilmektedir. Ng ve Perron (2001) tarafından geliştirilen son test ise Eliot, Rothenberg ve Stock’un Point Optimal testinin modifiye edilmiş şeklidir. M istatistik değerleri kritik değerlerden küçük olduğunda boş hipotez reddedilmektedir. Hesaplanan M istatistiklerine ilişkin denklemler (6)-(9) denklem kümesindekiler olmaktadır (Perron ve Ng, 1996: 437; Ng ve Perron, 2001: 1522):

$$MZ_\alpha = (T^{-1} y_T^2 - s^2)(2T^{-2} \sum_{t=1}^T y_t^2)^{-1} \quad (6)$$

$$MSB = (T^{-2} \sum_{t=1}^T y_{t-1}^2 / s^2)^{1/2} \quad (7)$$

$$MZ_t = MSB.M_\alpha \quad (8)$$

$$MP_T = [S(\bar{\alpha}) - \bar{\alpha}S(1)]/s_{AR}^2 \quad (9)$$

Nihayet Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin (1992) tarafından geliştirilen KPSS testinde, ‘*birim köke yakın durağanlık durumunda geleneksel testlerin gücünün azaldığı*’ düşüncesinden hareketle hipotezlerin yerleri değiştirilerek daha hassas bir yöntem geliştirildiği iddia edilmektedir. Burada diğer testlerden farklı olarak boş hipotez trend veya ortalama durağanlık olarak alınmaktadır. Hesaplanan LM istatistiği kritik değerden küçük olduğunda durağanlık hipotezi kabul edilmektedir. Hesaplanan test istatistiği aşağıdaki şekildedir:

$$\hat{\eta} = T^{-2} \sum_{t=1}^T S_t^2 / S^2(l) \quad (10)$$

Öte yandan çalışmada yapısal kırılmalı birim kök testine yer verilmesinin nedeni, zaman serisi analizlerinde göz önüne alınan periyodun uzunluğuna bağlı olarak değişkenlerde yapısal kırılmaların meydana gelebilmesi ve bu durumda değişkenler arasında var olan iktisadi ilişkilerin değişebilmesidir. Bu çalışmada 1965-2017 dönemi dikkate alındığında önemli değişmelerin meydana geldiği göz önüne alınarak, yapısal kırılmaların dışsal olarak kabul edildiği Perron (1989) testine alternatif olarak Zivot ve Anders (1992) tarafından geliştirilen ve tekli yapısal kırılmalı birim kök testi uygulanmıştır. Bu testte Model A, Model B ve Model C şeklinde ifade edilen üç model çerçevesinde birim kök testi yapılmaktadır. Model A’da sadece ortalamada tek kırılmaya izin verilirken, Model B’de sadece eğimde ve nihayet Model C’de hem ortalamada hem eğimde tek kırılmaya izin verilmekte ve aşağıdaki denklemler çerçevesinde test yapılmaktadır:

$$\text{Model A:} \quad y_t = \mu + \beta t + \alpha y_{t-1} + \theta_1 DU(\lambda) + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + e_t \quad (11)$$

$$\text{Model B:} \quad y_t = \mu + \beta t + \alpha y_{t-1} + \theta_2 DT(\lambda) + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + e_t \quad (12)$$

$$\text{Model C:} \quad y_t = \mu + \beta t + \alpha y_{t-1} + \theta_1 DU(\lambda) + \theta_2 DT(\lambda) + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + e_t \quad (13)$$

2. 2. Doğrusal Olmayan Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif (NARDL) Model

Değişkenler arası uzun dönem ilişkilerin tespitinde Doğrusal Olmayan Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif (Nonlinear Autoregressive Distributed Lag – NARDL) modeli kullanılmıştır. Söz konusu model, Pesaran ve Shin (1999) ile Pesaran, vd. (2001) tarafından geliştirilen Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif (Autoregressive Distributed Lag – ARDL) modelinin asimetrik ilişkileri içeren genişletilmiş bir versiyonudur. Shin, vd. (2011) tarafından geliştirilen asimetrik eşbütünleşme regresyonu, bu çalışmada kullanılan değişkenler çerçevesinde aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\log gdp_t = \theta_0 + \theta_1 \log renew_t^+ + \theta_2 \log renew_t^- + \theta_3 dummy_t + \varepsilon_t \quad (14)$$

Burada θ_i uzun dönem katsayı vektörünü göstermektedir. $\log renew_t^+$ ve $\log renew_t^-$ sırasıyla, yenilenebilir enerji tüketimindeki pozitif ve negatif değişmelerin kısmi toplamlarıdır ve kısmi toplamlarına ayrıştırma yöntemine göre aşağıdaki gibi belirlenmektedir:

$$\log renew_t^+ = \sum_{i=1}^t \Delta \log renew_t^+ = \sum_{i=1}^t \max(\Delta \log renew_i, 0)$$

$$\log renew_t^- = \sum_{i=1}^t \Delta \log renew_t^- = \sum_{i=1}^t \min(\Delta \log renew_i, 0)$$

(14) numaralı denklemden gösterilen asimetrik regresyon, Pesaran, vd. (2001) tarafından önerilen kısıtsız hata düzeltme modeline eklendiğinde, Shin, vd. (2011)’nin önerdiği NARDL modeli elde edilmekte ve aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$\begin{aligned} \Delta \log gdp_t = & \alpha_0 + \alpha_1 \log gdp_{t-1} + \alpha_2 \log renew_{t-1}^+ + \alpha_3 \log renew_{t-1}^- + \alpha_4 dummy_{t-1} \\ & + \sum_{i=1}^p \alpha_{5i} \Delta \log gdp_{t-i} + \sum_{i=1}^q \alpha_{6i} \Delta \log renew_{t-i}^+ + \sum_{i=1}^m \alpha_{7i} \Delta \log renew_{t-i}^- \\ & + \sum_{i=1}^n \alpha_{8i} \Delta dummy_{t-i} + u_t \end{aligned} \quad (15)$$

Burada p , q , m ve n Akaike (Akaike Information Criteria – AIC) veya Schwarz (Schwarz Information Criteria – SIC) bilgi kriterlerine göre belirlenen gecikme uzunluklarıdır. (14) numaralı eşitlikte gösterilen yenilenebilir enerji tüketimindeki pozitif ve negatif şokların büyüme üzerindeki uzun dönem etkileri (θ_1 ve θ_2), (15) numaralı denklemin tahmininden elde edilen katsayılar yardımıyla şöyle hesaplanmaktadır: $\theta_1 = -\alpha_2/\alpha_1$, $\theta_2 = -\alpha_3/\alpha_1$. Yenilenebilir enerji tüketimindeki pozitif değişmelerin kısa dönem etkileri ise $\sum_{i=0}^q \alpha_{6i}$ ile gösterilirken, negatif değişmelerin kısa dönem etkileri $\sum_{i=0}^m \alpha_{7i}$ ile hesaplanmaktadır. NARDL modelinin temel üstünlüklerinden biri, değişkenler arasındaki asimetrik ilişkileri sadece uzun dönem için değil aynı zamanda kısa dönem için de tahmin edilmesine imkân tanmasıdır.

NARDL modelinde tahmin yapılırken sırasıyla şu aşamalar izlenmektedir. İlk olarak değişkenlerin durağanlık derecelerinin belirlenmesi için birim kök testi yapılmaktadır. Her ne kadar doğrusal ARDL modelinde olduğu gibi NARDL modelinde de değişkenlerin farklı derecelerden durağan olmaları önemli değilse de, uzun dönem katsayıların tahmin edilebilmesi için değişkenlerden birinin ikinci dereceden fark durağan olmaması gerekmektedir (Narayan ve Narayan, 2004). Değişkenlerin durağanlık derecesi belirlendikten sonra ikinci aşamada (15) numaralı denklemden gösterilen kısıtsız asimetrik hata düzeltme modeli tahmin edilmekte ve AIC veya SIC kriterlerine göre modelin optimal gecikme uzunluğu belirlenmektedir. Model için en uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesini takiben, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla Pesaran, vd. (2001) ve Shin, vd. (2011) tarafından önerilen sınır testi uygulanmaktadır. Sınır testi uygulanırken, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin gecikmeli katsayılarına sıfır kısıtı getirilmekte ($H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = 0$) ve F istatistiği hesaplanmaktadır. Eğer hesaplanan istatistik değeri üst kritik değerden büyük ise değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu kabul edilmekte ve uzun ve kısa dönem etki katsayıları hesaplanmaktadır.

3. EKONOMETRİK TEST VE BULGULAR

Analizde kullanılan değişkenlerin durağan olup olmadıkları önce klasik birim kök testleri (ADF, PP, KPSS ve Ng-P) ile sınanmış, test sonuçları Tablo 5’te özetlenmiştir. Tablodan görüleceği gibi, değişkenler birinci dereceden, yani fark durağan olarak bulunmuştur.

Tablo 5: Klasik Birim Kök Test Sonuçları

	ADF	PP	KPSS	Ng-Perron			
				MZa	MZt	MSB	MPT
<i>loggdp</i>	-1.247 ^a	-1.247 ^a	0.9667 ^a	1.2645 ^a	1.6413 ^a	1.2979 ^a	118.68 ^a
<i>logrenew</i>	-0.953 ^a	-0.876 ^a	0.1755 ^b	1.3405 ^a	1.1667 ^a	0.8703 ^a	57.932 ^a
$\Delta \log gdp$	-6.983 ^a	-6.983 ^a	0.1037 ^a	-25.3945 ^a	-3.5398 ^a	0.1393 ^a	1.0422 ^a
$\Delta \log renew$	-7.936 ^a	-8.432 ^a	0.0868 ^b	-25.0970 ^a	-3.5398 ^a	0.1410 ^a	0.9845 ^a

Not: Optimal gecikme uzunlukları ADF ve Ng-P testlerinde Schwarz Bilgi Kriterine (SBC), PP ve KPSS testlerinde Newey-West yöntemine göre otomatik olarak seçilmiştir. Ayrıca tüm test istatistikleri, ilgili testlerin %5 güven aralığında hesaplanan kritik değerleriyle karşılaştırılmıştır. ADF ve PP testlerinde MacKinnon (1996), KPSS testinde Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin (1992), Ng-Perron testinde Ng-Perron (2001) tablo değerleri esas alınmıştır.

^a Sabit terimli test biçimini gösterirken, ^b sabit terim ve trend içeren modeli yansıtmaktadır.

Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin araştırılmasından önce zaman serilerinde yapısal bir kırılmanın olup olmadığını test edebilmek için Zivot-Anders yapısal kırılmalı birim kök testi de uygulanmıştır. Tablo 6’da gösterilen test sonuçlarına göre değişkenler burada da birinci dereceden durağan olarak bulunmuştur. Ayrıca gayrisafi yurtiçi hasıla trendli modelde 2001 yılında, yenilenebilir enerji tüketimi ise 1998 yılında yapısal kırılma göstermiştir. Bu nedenle, değişkenlerin trend içerdikleri göz önüne alınarak modele 1988 ve 2001 yıllarında “1”, diğer yıllarda “0” değerini alan kukla değişken eklenmiştir.

Tablo 6: Zivot-Anders Yapısal Kırılmalı Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	Düzye		Birinci Fark		Test İstatistiği	Kritik Değer**	Sonuç
	Test Biçimi*	Test İstatistiği	Kritik Değer** (%5)	Test Biçimi*			
loggdp	(c, 0, 2002)	-2.314	-4.4436	(c, 0, 2001)	-7.354	-4.4436	I(1)
	(c, t, 3, 2001)	-3.947	-4.8598	(c, t, 0, 2001)	-7.437	-4.8598	I(1)
logrenew	(c, 0, 1973)	-2.074	-4.4436	(c, 0, 1988)	-8.529	-4.4436	I(1)
	(c, t, 0, 1998)	-4.505	-4.8598	(c, t, 0, 1988)	-8.553	-4.8598	I(1)

**Parantez içinde ifadeler sırasıyla c: sabit terim, t: trend, gecikme sayısı ve yapısal kırılma dönemini göstermektedir.

**Vogelsang (1993) asimptotik tek yönlü p değerlerini temsil etmektedir.

Tüm değişkenlerin $I(1)$ olduğu belirlendikten sonra, değişkenler arasındaki doğrusal ve doğrusal olmayan eşbütünleşme ilişkilerinin tespit edilmesine geçilmiştir. Bunun için öncelikle optimal gecikme uzunluğu belirlenmiştir. Optimal gecikme uzunluğu belirlenirken, otokorelasyon içermeyen en küçük AIC değeri göz önüne alınmıştır. Maksimum gecikme uzunluğunun 8 olarak alındığı testte, otokorelasyon olasılığı en düşük olan en küçük AIC değerine göre en uygun gecikme sayısı 5 olarak bulunmuştur (Tablo 7).

Tablo 7: Optimal Gecikme Uzunluğu Test Sonuçları

p	AIC	LM Test
1	-1.0268	0.3964
2	-1.0030	0.3964
3	-0.9844	0.3964
4	-0.9624	0.6358
5	-1.0378	0.9316
6	-1.3054	0.7533
7	-1.2684	0.7533
8	-1.2906	0.4748

Doğrusal ve doğrusal olmayan modeller için uzun dönemli ilişkinin belirlenebilmesi amacıyla yapılan sınır testi sonuçları Tablo 8'de sunulmuştur. Tablodan da görülebileceği gibi, doğrusal ARDL modeline göre değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki bulunmamaktadır. Zira test istatistiği (3.53) hem %1 hem de %5 güven aralığında alt sınırdan daha küçüktür. Buna karşın doğrusal olmayan modelde hesaplanan F istatistiği (6.62) her iki güven aralığında üst kritik değerden daha büyük olduğu için doğrusal olmayan modelde değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığına karar verilmiştir. Elde edilen bu sonuç, iki değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen zaman serisi literatüründe ulaşılan bulgularla büyük ölçüde örtüşürken, değişkenler arasında ilişkinin olmadığı sonucuna ulaşılan Yıldırım, vd. (2012), Aslan ve Öcal (2016) ile Bulut ve Muratoğlu (2018) tarafından elde edilen bulgulardan ayrılmaktadır.

Tablo 8: Sınır Testi Sonuçları

Model	F İstatistiği	Kritik Değerler				Sonuç
		% 1		%5		
		Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır	
ARDL(4,1,0)	3.537647	4.94	5.58	3.62	4.16	Eşbütünleşme Yok
NARDL	6.627226	3.65	4.66	2.79	3.67	Eşbütünleşme Var

Değişkenler arasındaki asimetric etkilerin ortaya konulabilmesi için (15) numaralı denklemde gösterilen doğrusal olmayan model tahmin edilmiş, sonuçlar Tablo 9'da sunulmuştur. Yenilenebilir enerji tüketimindeki pozitif (*logrenewpos*) ve negatif şokların (*logrenewneg*) uzun dönem etkilerini tahmin etmeden önce dinamik modelin uygunluğunu kontrol etmek için bazı testler uygulanmıştır. R^2 değerinin yaklaşık olarak 0.99 düzeyinde olması, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklama gücünün oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde diğer uygunluk testleri tahmin edilen modelde herhangi bir sorun olmadığına işaret etmektedir. Breusch-Godfrey LM testi, modelin otokorelasyon içermediğini, ARCH-LM testi değişen varyans sorununun olmadığını ve Jarque-Bera testi artık terimlerin normal dağıldığını göstermektedir. Nihayet Ramsey RESET testine göre, modelin kurgusu doğrudur ve katsayılar istikrarlıdır.

Tablo 9: NARDL Tahmin Sonuçları ve Uygunluk Testleri

Bağımlı Değişken: loggdp				
Değişkenler	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği	Olasılık
C	8.537125	2.374467	3.595386	0.0009
loggdp (-1)	-0.359105	0.102076	-3.517999	0.0011
logrenewpos	0.131685	0.075032	1.755057	0.0873
logrenewneg (-1)	-0.242537	0.117869	-2.057678	0.0465
dummy	-0.259340	0.104165	-2.489708	0.0173
dloggdp (-1)	0.133065	0.132495	1.004305	0.2431
dloggdp (-2)	0.227546	0.129185	1.761398	0.0502
dloggdp (-3)	0.166019	0.135958	1.221107	0.1463
dloggdp (-4)	-0.200986	0.135376	-1.484652	0.1459
dlogrenewneg	0.106039	0.212932	0.497995	0.6214

Uygunluk Testleri

R^2 : 0.989, \bar{R}^2 : 0.986, F -statistic : 394.649, Prob. (F -Statistic) 0.000, DW : 1.8463

Otokorelasyon Testi: Breusch-Godfrey LM Testi:

$\chi^2_1 = 0.142[0.707]$, $\chi^2_2 = 0.070[0.931]$, $\chi^2_3 = 0.174[0.913]$, $\chi^2_4 = 0.135[0.968]$

Değişken Varyans Testi: ARCH-LM

$\chi^2_1 = 0.096[0.757]$, $\chi^2_2 = 0.349[0.706]$, $\chi^2_3 = 0.389[0.761]$, $\chi^2_4 = 0.320[0.862]$

Normallik Testi: Skewness: -0.198, Kurtosis: 3.550, Jarque-Bera: 0.919 [0.631]

İstikrar Testi: Ramsey RESET Test $\chi^2_1 = 0.918[0.364]$

NARDL modelinin uzun dönem katsayı sonuçları, hata düzeltme katsayısı ve eşbütünlük denklemi ise Tablo 10’da sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre, yenilenebilir enerji tüketimindeki pozitif şoklar ekonomik büyümeyi beklediği gibi pozitif yönde etkilemektedir ve hesaplanan katsayı %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlıdır. Buna göre, yenilenebilir enerji tüketimindeki %10’luk artış ekonomik büyümeyi yaklaşık olarak yüzde 4 oranında artırmaktadır. Yine %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı çıkan negatif şokların etkisi de beklediği gibidir. Yani yenilenebilir enerji tüketimindeki negatif şoklar ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelecek yüzde 10’luk bir azalma büyümeyi yüzde 7 civarında azaltmaktadır. Bu sonucun ortaya çıkması esasen normal olarak değerlendirilebilir. Zira yenilenebilir enerji tüketiminde herhangi bir nedenle azalma meydana geldiğinde, ihtiyaç duyulan enerji birincil enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Türkiye’nin birincil enerji ihtiyacının büyük ölçüde ithalatla karşılandığı göz önüne alınırsa, yurtiçinde yaratılan gelirin önemli bir kısmı ithalata harcanmakta, böylece büyüme süreci olumsuz etkilenebilmektedir. Nihayet, esasında kriz yıllarına işaret eden kukla değişkenin katsayısı da istatistiksel olarak anlamlıdır ve beklenildiği gibi ekonomide yaşanacak krizler büyümeyi olumsuz etkilemektedir.

Tablo 10: NARDL Modelinin Uzun Dönem Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken: loggdp				
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-istatistiği	Olasılık
logrenewpos	0.366703	0.151473	2.420906	0.0204
logrenewneg	-0.675393	0.324963	-2.078371	0.0445
dummy	-0.722184	0.336202	-2.148064	0.0381
C	23.77334	0.234206	101.5059	0.0000
CointEq(-1)	-0.359105	0.059339	-6.051789	0.0000
$EC = \text{loggdp} - (-0.3667 * \text{logrenewpos} - 0.6754 * \text{logrenewneg} - 0.7222 * \text{dummy} + 23.7733)$				

Nihayet analiz sonucunda hesaplanan eşbütünlük katsayısı negatif (-0.359105) ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Buna göre, kısa dönemde meydana gelen dengesizlikler uzun dönemde elimine edilmekte, sistem uzun dönem denge değerlerine yakınsamaktadır. Bu çerçevede kısa dönemde meydana gelen bir dengesizliğin ilk yıl içinde yaklaşık yüzde 36’sı ortadan kalkmakta ve sistem yaklaşık üç yıl sonra yeni denge değerine ulaşmaktadır.

SONUÇ

Dünya ve Türkiye ölçeğinde, zaman zaman kesintiye uğrasa da, kaydedilen yüksek büyüme hızlarına paralel olarak enerji talebi de artmış, geleneksel enerji kaynaklarında gözlemlenen görece azalma ve bunların

neden olduğu olumsuz çevre koşulları, alternatif enerji kaynağı arayışlarını artırmıştır. Bu çerçevede yenilenebilir enerji üretim ve tüketimi konusu, hem politik hem de teorik olarak önemli bir gündem maddesi haline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı, yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini analiz etmektir. Böylelikle yenilenebilir enerji kullanımının Türkiye ekonomisi açısından taşıdığı önemin değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Bu amaçla çalışmada Türkiye'nin 1965-2017 dönemine ait verileri doğrusal olmayan gecikmesi dağıtılmış otoregresif model (NARDL) yardımıyla incelenmiştir. Bu yöntemin seçilmesinin nedeni, yenilenebilir enerji tüketimindeki artış ve azalışların etkilerini ayrı ayrı değerlendirebilme amacıdır. Asimetrik etkilerin belirlenmesi suretiyle, yenilenebilir enerjinin Türkiye ekonomisi açısından taşıdığı önemin iki boyutlu olarak incelenebilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan veriler ADF, PP, KPSS ve Ng-Perron gibi geleneksel birim kök testlerinin yanı sıra Zivot-Anders yapısal kırılmalı birim kök testine tabi tutulmuştur. Bunun nedeni, bir birim kök testinin zayıf bir yönünün düzeltilmesi amacıyla geliştirilen bir diğer birim kök testleri sonuçlarının karşılaştırılması gerektiği düşüncesidir.

Çalışmadan elde edilen en temel bulgu, yenilenebilir enerji tüketimindeki artışların ekonomik büyümeyi pozitif, azalışların ise negatif yönde etkilediğidir. Bu sonuç, birincil enerji tüketimine göre oldukça düşük miktarlarda olmasına rağmen yenilenebilir enerjinin Türkiye ekonomisi açısından ne kadar önemli olduğunu göstermesi bakımından özellikle önemlidir. Zira Türkiye'de incelenen dönem itibariyle yenilenebilir enerji tüketimi birincil enerji tüketiminin neredeyse yüzde biri kadar olmasına rağmen, ekonomik büyüme üzerinde ciddi bir etkiye sahiptir. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim ve tüketiminin teşvik edilmesi, bu alana yapılacak yatırımların geliştirilmesine yönelik politikaların geliştirilmesi, hem ekonominin dışa bağımlılığının azaltılması hem de büyümenin sürdürülebilirliği açısından son derece önem arz etmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketimindeki negatif şokların büyüme üzerindeki etkisinin pozitif şokların etkisinden büyük olması özellikle dikkate değerdir. Zira söz konusu sonuç, Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının birincil enerji kaynaklarıyla ikame edilmesinin zorunluluğuna işaret etmesi bakımından önemlidir. Yenilenebilir enerji kullanımındaki her azalma, birincil enerji tüketimiyle ikame edilecek, bu ise sürdürülebilir ve potansiyel büyümenin olumsuz etkilenmesine yol açacaktır.

Öte yandan yenilenebilir enerji tüketimindeki artışların ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği bulgusu, her ne kadar aynı yöntemle yapılmamış olsalar da, Fang (2011), Shahbaz, vd. (2015), Aslan ve Öcal (2016), Rafindadi ve Öztürk (2017) ve Alper (2018) tarafından elde edilen bulgularla örtüşmektedir. Hatırlanacağı üzere, doğrusal modeller çerçevesinde yapılan bu araştırmalarda yenilenebilir enerji tüketimindeki artışların ekonomik büyümeyi pozitif etkilemesi söz konusudur. Buna karşılık elde edilen bu sonuçlar, yenilenebilir enerji tüketiminin büyümeyi etkilemediği veya negatif etkilediği bulgusunun elde edildiği Öcal ve Aslan (2013), Doğan (2015 ve 2016) ve Bulut ve Muratoğlu (2018) çalışmalarının sonuçlarıyla zıt yöndedir. Ayrıca elde edilen bulgular, ilgili literatürde büyüme hipotezi olarak ifade edilen çalışmalarda ulaşılan sonuçlara benzerlikler göstermektedir. Bu çalışmada bir nedensellik ilişkisi araştırılmamış olmakla birlikte, enerji tüketimindeki artışların büyümeyi pozitif yönde etkilemesi, her ne kadar etkiler asimetrik olsa da, söz konusu hipotezi destekler niteliktedir. Bununla birlikte yenilenebilir enerji tüketimindeki pozitif ve negatif şokların ayrıştırılarak analiz edilmiş olması, ampirik literatüre önemli bir katkı olarak değerlendirilebilir. Ancak bundan sonra yapılacak analizlerde, yenilenebilir enerji kaynaklarının farklı türlerine (güneş, rüzgâr, su, biyokütle, vb.) de yer verilmesi, her bir yenilenebilir enerji kaynağının ayrıştırılarak analize katılması, farklı enerji kaynaklarının görece katkısının belirlenmesini mümkün kılacaktır. Böylece zaten kıt olan ülke kaynaklarının etkin kullanımına hizmet edilmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akarca, A. T. & Long, T. V. (1980). On the Relationship Between Energy and GNP: A Reexamination. *Journal of Energy and Development*, 5, 326-331.
- Alper, F. Ö. (2018). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1990-2017 Türkiye Örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 8(2), 223-242.
- Altınay, G. & Karagöl, E. (2004). Structural Break, Unit Root, and the Causality Between Energy Consumption and GDP in Turkey. *Energy Economics*, 26, 985-994.
- Apergis, N. & Payne, J. E. (2009). Energy Consumption and Economic Growth in Central America: Evidence from A Panel Cointegration and Error Correction Model. *Energy Economics*, 31, 211-216.
- Apergis, N. & Payne, J. E. (2010a). Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from A Panel of OECD Countries. *Energy Policy*, 38(1), 656-660.
- Apergis, N. & Payne, J. E. (2010b). Renewable Energy Consumption and Growth in Eurasia. *Energy Economics*, 32(6), 1392-1397.
- Aqeel, A. & Butt, M. S. (2001). The Relationship between Energy Consumption and Economic Growth in Pakistan. *Asia Pacific Development Journal*, 8(2), 101-110.
- Aslan, A., & Öcal, O. (2016). The Role of Renewable Energy Consumption in Economic Growth: Evidence from Asymmetric Causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 953-959.
- Aydın, C., & Esen, Ö. (2017). Does Too Much Energy Consumption Harm Economic Growth for Turkish Republics in The Transition Process? New Evidence on Threshold Effects. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(2), 34-43.
- Aydın, F. F. (2010). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35, 317-340.
- Belloumi, M. (2009). Energy Consumption and GDP in Tunisia: Co-integration and Causality Analysis. *Energy Policy*, 37(7), 2745-2753.
- Berndt, E. R. & Wood, D. O. (1975). Technology, prices, and the derived demand for energy. *The Review of Economics and Statistics*, 57(3), 259-268.
- Bowden, N. & Payne, J.E. (2009). The Causal relationship between US energy consumption and real output: a disaggregated analysis. *Journal of Policy Modeling*, 31(2), 180-188.
- BP Energy Outlook, 2015. <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2015/bp-energy-outlook-2035-booklet.pdf>. [Son Erişim Tarihi 15 Kasım 2018].
- Bruns, S. B. (2012). The Role of Energy in Economic Production – Empirical Evidence from a Biophysical Perspective: A Preliminary Assessment, *The Schumpeter Conference in Brisbane, 2nd – 5th July*, Erişim Adresi: [http://www.aomevents.com/media/files/.../Bruns\(1\).pdf](http://www.aomevents.com/media/files/.../Bruns(1).pdf).
- Bulut, U., & Muratoğlu, G. (2018). Renewable Energy in Turkey: Great Potential, Low but Increasing Utilization, and an Empirical Analysis on Renewable Energy-Growth nexus. *Energy Policy*, 123, 240-250.
- Cheng, B. S. (1999). Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in India: An Application of Co-integration and Error Correction Modeling. *Indian Economic Review*, 34(1), 39-49.
- Cheng, B.S. & Lai, T.W. (1997). An Investigation of Co-integration and Causality between Energy Consumption and Economic Activity in Taiwan. *Energy Economic*, 19(4), 435-444.
- Doğan, E. (2015). The Relationship Between Economic Growth and Electricity Consumption from Renewable and Non-Renewable Sources: A Study Of Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52 (Supplement C), 534-546.
- Doğan, E. (2016). Analyzing the Linkage between Renewable and Non-renewable Energy Consumption and Economic Growth by Considering Structural Break in Time-series Data. *Renewable Energy*, 99, 1126-1136
- Durğun, B. & Durğun, F. (2018). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği. *International Review of Economics and Manangement*, 6(1), 1-27.
- Enders, W. (1995). *Applied Econometric Time Series*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Erdal, G., Erdal, H. & Esengün, K. (2008). The Causality between Energy Consumption and Economic Growth in Turkey. *Energy Policy*, 36 (10), 3838-3842.
- Erdoğan, S. & Gürbüz, S. (2014). Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Yapısal Kırılmalı Zaman Serisi Analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32, 79-87.

- Erol, U. & Yu, E. S. H. (1987). On the Causal Relationship between Energy and Income for Industrialized Countries. *Journal of Energy and Development*, 13, 113-122.
- Fang, Y. (2011). Economic Welfare Impacts from Renewable Energy Consumption: The China Experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15 (9), 5120-5128.
- Glasure, Y. U. (2002). Energy and national income in Korea: further evidence on the role of omitted variables. *Energy Economics*, 24, 355-365.
- Güloğlu, B. (2008). *Ekonometri Ders Notları*, Pamukkale Üniv. Yaz Seminerleri, Denizli.
- Halciođlu, F. (2009). An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, 37, 1156-64.
- Ho, C-Y & Siu, K.W. (2007). A Dynamic Equilibrium of Electricity Consumption and GDP in Hong Kong: An empirical investigation. *Energy Policy*, 35(4), 2507-2513.
- Holdren, J. P., Morris, G. & Mintzer, I. (1980). Environmental Aspect of Renewable Energy Sources. *Annual Review Energy*, (5), 241-29.
- Hwang, D. & Gum, B. (1991). The causal relationship between energy and GNP: the case of Taiwan. *Journal of Energy and Development*, 16, 219-26.
- Hwang, J-H. & Yoo, S-H. (2014). Energy Consumption, Emissions and Economic Growth: Evidence from Indonesia. *Quality and Quantity*, 48, 63-73.
- Jobert, T. & Karanfil, F. (2007). Sectoral Energy Consumption by Source and Economic Growth in Turkey, *Energy Policy*, 35, 5447-56.
- Kaplan, M., Öztürk, İ. & Kalyoncu, H. (2011). Energy Consumption and Economic Growth in Turkey: Cointegration and Causality Analysis. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 2, 31-41.
- Karagöl, E. T. & Kavaz, İ. (2017). *Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji*. SETA Vakfi Yay., <https://setav.org/assets/uploads/2017/04/YenilenebilirEnerji.pdf> (Son Erişim Tarihi: 20. 05. 2018)
- Karanfil, F. (2009). How many times again will we examine the energy-income nexus using a limited range of traditional econometric tools? *Energy Policy*, 36, 1191-4.
- Koç, E. & Şenel, M. C. (2013). Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu-Genel Değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 54(639), 32-44.
- Kraft, J. & Kraft, A. (1978). On the Relationship Between Energy and GNP. *Journal of Energy Development*, 3, 401-403.
- Kutlar, A. (2005). *Uygulamalı Ekonometri*, Ankara: Nobel Yayınları
- Kwiatkowski, D., P. C. B. Phillips, P. Schmidt & Y. Shin (1992), “Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root: How Sure Are We that Economic Time Series Have a Unit Root”, *Journal of Econometrics*, Vol. 54, No: 1-3, October-December, pp. 159-178.
- Lise, W. & Montfort, K. van (2005). Energy Consumption and GDP in Turkey: Is There a Cointegration Relationship? *International Conference on Policy Modeling*, June 29 – July2, Ist., Turkey. <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2005/rx05191.pdf>.
- Mucuk, M. & Uysal, D. (2009). Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme. *Maliye Dergisi*, 105-115.
- Narayan, P. K. & Smyth, R. (2008). Energy Consumption and Real GDP in G7 Countries: New Evidence from Panel Cointegration with Structural Breaks. *Energy Economics*, 30 (5), 2331-2341.
- Narayan, S. & Narayan, P.K. (2004). Determinants of Demand of Fiji’s Exports: An Empirical Investigation. *The Developing Economics*, 17(1): 95-112.
- Ng, S. & Perron, P. (2001). Lag Length Selection and the Construction of Unit Root Tests with Good Size and Power. *The Econometric Society*, 69(6), 1519-1554. <https://www.jstor.org/stable/2692266>
- Öcal, O. & Aslan, A. (2013). Renewable Energy Consumption-Economic Growth Nexus in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 494-499.
- Omri, A. (2013). CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth Nexus in MENA Countries: Evidence from Simultaneous Equations Models. *Energy Economics*, 40, 657-664.
- Omri, A. (2014). An International Literature Survey on Energy-Economic Growth nexus: Evidence from Country-specific Studies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 951-959.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (2006), *World Energy Outlook*. Paris: OECD/IEA Publications.

- Organisation for Economic Cooperation and Development (2010), *World Energy Outlook*. Paris: OECD/IEA Publications.
- Öztürk, İ. (2010). A Literature Survey on Energy-Growth nexus. *Energy Policy*, 38, 340-349.
- Öztürk, İ. & Uddin, G. S. (2012). Causality Among Carbon Emissions, Energy Consumption and Growth in India. *Economic Research*, 25(3), 752-775.
- Öztürk, İ., Kaplan, M. & Kalyoncu, H. (2013). The Causal Relationship Between Energy Consumption and GDP in Turkey. *Energy and Environment*, 24 (5), 727-734.
- Paul, S. & Bhattacharya, R. N. (2004). Causality between energy consumption and economic growth in India: a note on conflicting results. *Energy Economics*, 26(6), 977-983.
- Payne, J. E. (2010a). Survey of the Electricity Consumption-Growth Literature. *Applied Energy*, 87(3), 723-731.
- Payne, J. E. (2010b). Survey of the International Evidence on the Causal Relationship Between Energy Consumption and Growth. *Journal of Economic Studies*, 37(1), 53-95.
- Perron, P. (1989). The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis. *Econometrica*, 57, 1361-1401.
- Perron, P. & Ng, S. (1996). Useful Modifications to some Unit Root Tests with Dependent Errors and their Local Asymptotic Properties. *The Review of Economic Studies*, 63(3), 435-463. <https://www.jstor.org/stable/2297890>
- Pesaran, M. H. & Shin, Y. (1999). An Autoregressive Distributed Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis. in Strom, S. (ed.) *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*. England: Cambridge University Press.
- Pesaran, M. Hashem, Shin, Y. & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to The Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*. 16(3), 289-326.
- Phillips, P. C. B. & Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Rafindadi, A. A., & Öztürk, İ. (2017). Impacts of Renewable Energy Consumption on the German Economic Growth: Evidence from Combined Cointegration Test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1130-1141.
- Sadorsky, P. (2008). Renewable energy consumption, CO2 emissions and oil prices in the G7 countries. *Energy Economics*, 31, 465 – 462.
- Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption and income in emerging economies. *Energy Policy*, 37, 4021-4028.
- Samuel, Y. A., Manu, O. & Wereko, T. B. (2013). Determinants of Energy Consumption: A Review. *International Journal of Management Sciences*, 1(12), 482-487.
- Schwert, G. W. (1989). Tests for Unit Roots: A Monte Carlo Investigation. *Journal of Business and Economic Statistics*, 7, 147-160.
- Shahbaz, M., Loganathan, N., Zeshan, M., & Zaman, K. (2015). Does Renewable Energy Consumption add in Economic Growth? An application of Auto-Regressive Distributed Lag Model in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 576-585.
- Shin Y, Yu B, Greenwood-Nimmo M (2011) Modelling Asymmetric Cointegration and Dynamic Multiplier in a Nonlinear ARDL Framework, available at <http://ssrn.com/abstract=1807745>.
- Sica, E. & Şentürk, M. (2016). Economic Growth and Energy Consumption in Turkey and Italy: A Frequency Domain Causality Analysis. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İİBF Dergisi*, 9(4), 107-119.
- Solow, R. M. (1974). The Economics of Resources or the Resources of Economics. *The American Economic Review*, Vol. 64, No. 2, Papers and Proceedings of the Eighty-sixth Annual Meeting of the American Economic Association, pp. 1-14.
- Soytaş, U., Sari, R. & Özdemir, O. (2001). Energy Consumption and GDP Relations in Turkey: A Cointegration and Vector Error Correction Analysis. *Economics and Business in Transition: Facilitating Competitiveness and Change in the Global Environment Proceedings*, pp. 838-844.
- Stern, D. I. (2000). A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the US macroeconomy. *Energy Economics*, 22(2), 267-283.
- Stern, D. I. & Cleveland, C. J. (2004). Energy and Economic Growth. Rensselaer Working Papers in Economics. WP. No: 0410. USA: Rensselaer Polytechnic Institute.
- Stiglitz, J. E. (1974) Growth with Exhaustible Natural Resources: Efficient and Optimal Growth Paths. *The Review of Economic Studies*, Vol. 41, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources (1974), pp. 123-137. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/2296377>

- Topçu, M. & Tel, İ. (2018). Enerji-GSYH İlişkinine Yeni Bir Bakış: Türkiye ve G7 Ülkelerinde Gelir ve Sürdürülebilir Refah Yaklaşımlarının Karşılaştırılması. *Ekonomi, Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 3(3), 208-225.
- Tuğcu, C. T., Öztürk, İ. & Aslan, A. (2012). Renewable and Non-renewable Energy Consumption and Economic Growth Relationship Revisited: Evidence from G7 Countries. *Energy Economics*, 34(6), 1942-1950.
- Yıldırım, E., Saraç, Ş. & Aslan, A. (2012). Energy Consumption and Economic Growth in the USA: Evidence from Renewable Energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(9), 6770-6774.
- Yu, E.S.H & Jin, J. C. (1984). Co-integration tests of energy consumption, income, and employment. *Resources and Energy*, 14, 259-266.
- Yu, E.S.H. & Hwang, B.K. (1984). The Relationship between Energy and GNP: Further Results. *Energy Economics*, 6, 186-190.
- Zamani, M. (2007). Energy Consumption and Economic Activities in Iran. *Energy Economics*, 29(6), 1135-1140.
- Zhang, X-P. & Cheng, X-M. (2009). Energy Consumption, Carbon Emissions, and Economic Growth in China. *Ecological Economics*, 68(10), 2706-2712.
- Zivot, E. & Andrews, K.. (1992). Further Evidence on the Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis, *Journal of Business and Economic Statistics*, 10(10), 251-70.