

Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1990-2017 Türkiye Örneği

Fındık Özlem ALPER

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,
İktisat Bölümü, opalper@ohu.edu.tr

Öz

Enerji, ülkelerin ekonomik açıdan kalkınması ve yaşam standartlarının artması için gerekli ve önemli faktörlerden birisidir. Sanayileşme faaliyetleri ve teknolojik gelişmeler nedeniyle günümüzde enerji tüketiminin hızla artmasına paralel olarak alışlagelen enerji kaynaklarının sınırlı olması, ülkeleri enerji üretim politikalarını değiştirmeye ve alternatif enerji kaynaklarını kullanmaya teşvik etmiştir. Bu amaçla çalışmada Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki ve ilişkinin yönü, 1990-2017 dönemi için Bayer-Hanck eş bütünleşme testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testi yardımıyla incelenmektedir. Analiz sonuçları, uzun dönemde değişkenlerin eşbütünleşik olduğunu ve yenilenebilir enerji kullanımındaki %1 birimlik artışın ekonomik büyümeyi %0.19 arttıracakını göstermiştir. Varlığı sınımanan ilişkinin yönünün tespiti amacıyla yapılan nedensellik test sonuçlarına göre, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji kullanımına doğru tek yönlü bir nedensellik vardır ve Türkiye’de koruma hipotezi geçerlidir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Ekonomik Büyüme, Eş bütünleşme

JEL Sınıflandırma Kodları: Q42, O40, C32

The Relationship Between Renewable Energy and Economic Growth: 1990-2017 The Case Of Turkey*

Abstract

Energy is one of the necessary and important factors for maintaining the economic development and the living standards of countries. Besides the rapid increase in energy consumption due to industrialization activities and technological developments, the scarcity of conventional energy resources has encouraged countries to shift their energy production policies and to use alternative energy sources. For this purpose, the relationship between the use of renewable energy and economic growth in Turkey and the direction of the relationship is examined over the period 1990-2017 via Bayer-Hanck co-integration test and Toda-Yamamoto causality test in the study. The analysis results indicate that the variables are cointegrated in the long-run, and a 1% rise in renewable energy use would increase the economic growth by 0.19%. According to the results of causality test which is performed in order to identify the direction of the relationship whose existence is also tested, there is a unilateral causality running from economic growth toward renewable energy use, and therefore, conservation hypothesis is valid for Turkey.

Keywords: Renewable Energy, Economic Growth, Co-integration

JEL Classification Codes: Q42, O40, C32

* Extended abstract is presented at the end of the article.

Atıfta bulunmak için/Cite this paper:

Alper, F. Ö. (2018). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: 1990-2017 Türkiye örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*. 8 (2), 223-242.

1. Giriş

Son yüzyılda gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki enerji yoğun faaliyetlerin artması iki temel sorunu ön plana çıkarmıştır. Bunlardan ilki, kolay ulaşılabilen (petrol, doğal gaz ve kömür) enerji kaynaklarının tükenebilmesi ihtimali; ikincisi ise küresel ısınmaya yol açan karbondioksit (CO₂) ve metan gibi gazların salınımı problemidir (Apergis ve Danuletiu, 2014).

Tarımsal ve endüstriyel çıktıdaki artış, ulaşım imkânlarındaki ve tıbbi teknolojilerdeki gelişme beraberinde hayat standartlarında artışa, hayat standartlarındaki artışta enerji talebinde artışa sebep olmuştur (Veziroğlu ve Şahin, 2008). Yapılan araştırmalar 2030 yılında dünyada enerji ihtiyacının şimdi olduğundan %60 daha fazla olacağını göstermektedir (Yıldırım ve Örnek, 2007). Petrol, kömür ve doğal gaz gibi konvansiyonel enerji kaynakları pek çok ülkede temel enerji kaynaklarıdır. Ancak bu kaynaklar yenilenebilir bir yapıya sahip olmadıklarından günün birinde mutlaka tükenme ihtimali bulunmaktadır. (Bayrak ve Esen, 2014). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2017)'nin sitesinden alınan istatistiksel bilgilere göre petrolün 51 yıl, doğalgazın 53 yıl, kömürün ise 114 yıl rezerv kullanım süresi olduğu hesaplanmıştır. Yetersiz enerji arzı sosyal, ekonomik ve yaşam kalitesi başta olmak üzere gelişme sürecinin her aşamasını olumsuz etkilemektedir.

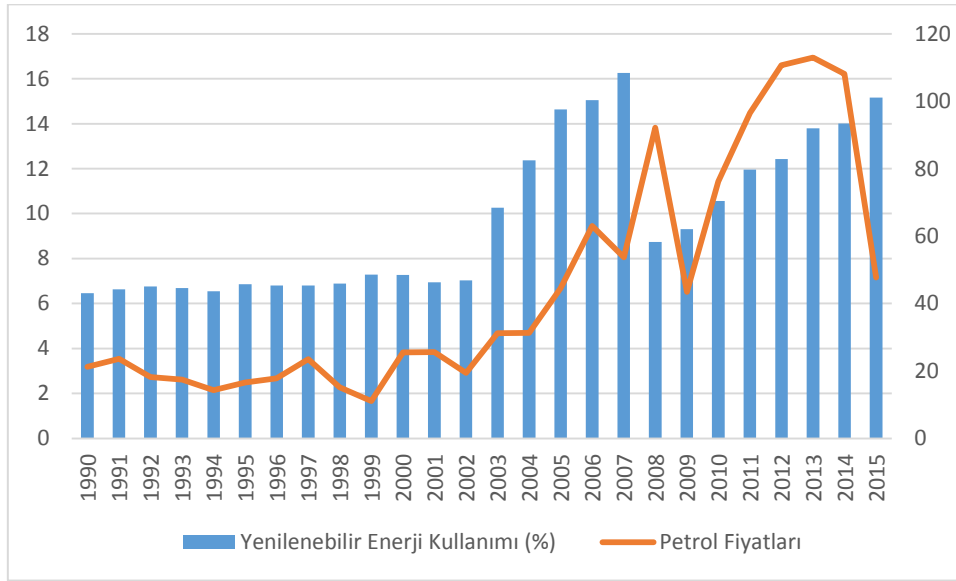
Günümüzde enerjiye ulaşmada iki temel problemle karşılaşılmaktadır. İlk olarak fosil kaynaklar sınırlıdır. Günümüzde arz ile ilgili bir sıkıntı olmasa da günün birinde mutlaka sorun yaşanacaktır (Çukurçayır ve Sağır, 2008). Bu nedenle de mutlaka alternatif enerji kaynaklarının araştırılması gerekmektedir. İkincisi, küresel iklim değişimi problemidir. CO₂ gazının atmosferde yoğun bir şekilde birikmesi küresel ısınmaya neden olmaktadır (Keleş ve Hamamcı, 2002; Evrendilek ve Ertekin, 2003). Küresel ısınma ve iklim değişimi problemleri ekonomik büyüme, enerji talebi ve çevresel kirlenme ilişkisini yeni bir boyuta taşımıştır. Kyoto Protokolü[†] çerçevesinde sera gazı salınımı miktarlarının azaltılması kararlaştırılmıştır. Bunun sonucunda birçok ülke fosil yakıtların kullanımını azaltarak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttırmaya başlamıştır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA, 2009) mevcut durumdaki enerji arz ve talebinin ekonomik, sosyal ve çevresel açılarından sürdürülebilir olmadığını belirtmektedir. IEA tarafından yapılan projeksiyonlara göre 2015-2030 yılları arasında birincil enerji talebinin yıllık %1,5 artacağı öngörülmüştür ve bu dönemde fosil enerji kaynaklarının enerji talebinde başat kaynak olacağı belirtilmiştir. Artan enerji talebi özellikle de petrol talebi beraberinde enerji arz güvenliği problemini gündeme getirecek ve 2050 yılında şu andaki seviyesinin iki katı büyüklüğünde bir CO₂ gazı salınımına yol açacaktır. Bu sebeple başta

[†] Küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda önlemler almak üzere Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne ek niteliğinde uluslararası anlaşma.

gelişmiş ülkeler olmak üzere pek çok ülke fosil enerjiye alternatif kaynakları araştırmaktadır. Bu kaynakların başında da yenilenebilir enerji kaynakları gelmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları denilince genellikle ilk akla gelen kaynaklar güneş, rüzgar, jeotermal ve biyokütle (biomass) kaynaklarından elde edilen enerjilerdir. Geleneksel enerji kaynaklarının aksine yenilenebilir enerji kaynakları temiz, güvenilir ve tükenmez bir niteliğe sahiptir. Dolayısıyla, küresel ölçekte kullanımı hızla artmaktadır çünkü yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemli özelliği CO₂ gazı salınımını azaltarak çevrenin korunmasına yardım etmesi, yurt dışı enerji kaynaklarına bağımlılığı azaltarak istihdam, dış ticaret dengesi gibi temel makroekonomik göstergeleri olumlu etkilemesi ve enerji arz güvenliğini sağlamasıdır (Korkmaz ve Develi, 2012; Lund, 2009).

Gelişmiş ülkelerin daha yoğun bir şekilde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmelerini sağlayan bir diğer sebepte enerji kaynaklı yaşanan belirsizliklerdir. 1974 petrol krizi ve beraberinde petrol fiyatlarında yaşanan çok yüksek artışlar ve dalgalanmalar ülke ekonomilerinde, özellikle de gelişmiş ülke ekonomilerinde, belirsizliklere sebep olmuştur. Politika yapıcılar bu belirsizlikleri en aza indirebilmek için petrol fiyatlarının hızlı bir yükselişe geçtiği 2000'li yılların başından itibaren yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmişlerdir.



Şekil 1: Gelişmiş ülkelerde petrol fiyatları ve yenilenebilir enerji kullanımı
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1'de de gösterildiği üzere 2002 yılında Brent petrolün varil fiyatı 19,42 USD iken 2008 yılında 92,18 USD'ye, 2013 yılında ise 112,96 USD'ye yükselmiştir. Buna bağlı olarak da gelişmiş ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımının payı

artarak, 2002 yılında %7 seviyesinden 2008 yılında %8,37'ye, 2015 yılında ise %15,16 seviyesine kadar yükselmiştir.

Dünyadaki eğilime bağlı olarak, özellikle 1980 sonrasında Türkiye'de dışa açılım ile sanayi ve hizmetler sektörünün daha fazla önem kazanması petrol, doğal gaz, kömür gibi fosil kaynaklı enerji tüketiminin artmasına yol açmıştır. Türkiye enerji ihtiyacının yaklaşık %70' den fazlasını ithalat yoluyla karşılayan ve enerjide büyük oranda dışa bağımlı bir ülkedir. Büyük ölçüde dışa bağımlılık bir yandan ödemeler dengesinde ciddi bir risk oluşturmakta diğer yandan da artan girdi maliyetlerinden dolayı üretilen mal ve hizmetlerin rekabet avantajını kaybetmesine yol açmaktadır (Ayman, Sezer ve Kılıçdağı, 2007). Dolayısıyla birincil enerji kaynaklarında dışa bağımlılığı azaltmak, ortaya çıkabilecek ekonomik ve çevresel zararları engellemek amacıyla alternatif enerji kaynaklarına yönelmek, Türkiye gibi kullandığı enerjinin büyük bir kısmını dışardan karşılayan ülkeler için zorunlu hale gelmektedir. Bu noktada Türkiye'de 2023 hedefleri kapsamında elektrik enerjisine olan talebin en az %30'unun yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması planlanmakta ve bu yönde yatırımlar yapılmaktadır (Karagöl ve Kavaz, 2017).

Sürdürülebilir büyümenin temel girdisi olarak kabul edilecek enerjiye gün geçtikçe daha fazla gereksinim duyulması, birincil enerji kaynaklarının sınırlı olması ve çevreye verdiği zararlar ülkeleri, enerji politikalarını yeniden gözden geçirmeye ve enerji kullanımında yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tercihine yönlendirmiştir. Bu çalışma Türkiye'de 1990-2017 dönemi için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Bayer-Hanck eş bütünleşme testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testi yardımıyla araştırmayı amaçlamaktadır. Çalışma hem veri döneminin güncel olması hem de değişkenler arasındaki ilişkinin tespitinde kullanılacak ekonometrik yöntemin yeniliği ve konuyla ilgili önceki çalışmalarda kullanılmamış olması açısından farklılık taşımaktadır. Çalışmanın bundan sonraki bölümlerini sırasıyla ilgili literatürün incelenmesi, ampirik bölüm ve sonuç kısmı oluşturacaktır.

2. Literatür Taraması

Kraft ve Kraft (1978)'in enerji ve gayri safi yurtiçi hasıla arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmasından sonra, literatürde enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır ve yapılmaya devam etmektedir. Ampirik çalışmalardan elde edilen sonuçlar üzerinde bir fikir birliği sağlanamamış olsa da, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin yönü üzerine yapılan çalışmaların dört farklı hipotez çerçevesinde şekillendiği görülmektedir (Apergis ve Payne, 2010, 2011, 2012; Koçak ve Şarkgüneşi, 2017):

- *Büyüme hipotezi*; enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik tespit edilecek olursa büyüme hipotezi geçerli olacaktır. Bu hipoteze göre enerji talebi emek ve sermayenin tamamlayıcısı konumunda olduğu için ekonomik büyüme üzerinde etkili olacaktır. Ito (2017), Koçak ve Şarküneşi (2017) çalışmalarının bulguları enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedenselliğin olduğunu göstermiştir.
- *Koruma hipotezi*; ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik tespit edilecek olursa koruma hipotezi geçerli olacaktır. Bu hipoteze göre ekonomik büyüme enerji tüketimini destekleyen bir unsurdur ve enerji şokları veya enerji tasarruf edici önlemler ekonomik büyümeye negatif etki etmemektedir. Ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü nedenselliğin olduğunu ileri süren koruma hipotezi Öcal ve Aslan (2013), Apergis ve Danuletiu (2014) çalışmaları tarafından desteklenmiştir.
- *Geri besleme hipotezi*; enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik tespit edilecek olursa geri besleme hipotezi söz konusu olacaktır. Bu hipoteze göre enerji tasarrufu sağlayan önlemler ve enerji arz şokları ekonomik büyümeye negatif etki edecektir ve bu olumsuz etki enerji talebine de yansacaktır. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ileri süren geri besleme hipotezinin geçerliliği de Apergis ve Payne (2010, 2011), Doğan (2016), Rafindadi ve Öztük (2017) çalışmalarıyla desteklenmiştir.
- *Yansızlık hipotezi*; enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi tespit edilmezse yansızlık hipotezi geçerli olacaktır. Buna göre enerji talebindeki azalışın ekonomik büyüme üzerinde hiçbir etkisi olmayacaktır. Örneğin Menegaki (2011), Marques ve Fuinhas (2012), Bulut ve Muratoğlu (2018)'nin çalışmalarında yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümenin ilişkisiz olduğu ortaya konulmuştur.

Çalışmanın bu kısmında, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen son dönem çalışmalar özetlenmiştir.

Apergis ve Payne (2010), 13 Avrasya ülkesi için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel veri analiz yöntemini ve hata düzeltme modelini kullanarak incelemiştir. 1992-2007 dönemi yıllık verilerinin kullanıldığı çalışmada, hem kısa hem de uzun dönemde değişkenler arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Apergis ve Payne (2011), çalışmalarında 1980-2006 dönemine ait verileri kullanarak 6 orta Amerika ülkesinde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Panel veri analiz yönteminin ve hata düzeltme modelinin sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik

büyüme arasında uzun dönemli ve çift yönlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Menegaki (2011), 27 Avrupa ülkesinin 1997-2007 dönemine ait yıllık verilerini kullanarak, bu ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ilişki olup olmadığını incelemiştir. Panel veri analiz yöntemini kullandığı çalışmada Menegaki, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümenin ilişkisiz olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Marques ve Fuinhas (2012), 1990-2007 dönemi verilerini kullanarak 24 Avrupa ülkesi için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ilişki olup olmadığını panel veri analiz yöntemi yardımıyla incelemişler ve yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeyi artırdığına dair herhangi bir bulguya ulaşamamışlardır.

Tuğcu, Öztürk ve Aslan (2012), 1980-2009 dönemi için G7 ülkelerinde yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi, gecikmesi dağıtılmış otoregresif (ARDL) yöntemini ve Hatemi-J nedensellik testini kullanarak araştırmışlardır. Analiz sonuçları, hem yenilenebilir enerji tüketiminin hem de yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme için önemli olduğunu, ayrıca Klasik üretim fonksiyonu dikkate alındığında tüm ülkelerde yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunduğunu, bir diğer ifadeyle tüm ülkelerde geri besleme hipotezinin geçerli olduğunu göstermiştir.

Öcal ve Aslan (2013), çalışmalarında 1990-2010 dönemine ait verileri kullanarak Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. ARDL sınır testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testinin kullanıldığı çalışmada yazarlar, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi negatif olarak etkilediği ve ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Apergis ve Danuletiu (2014), aralarında Türkiye’nin de bulunduğu gelişmiş ve gelişmekte olan 80 ülke için panel veri analiz yöntemini ve Canning-Pedroni nedensellik testini kullanarak, yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. 1990-2012 dönemi yıllık verilerinin kullanıldığı çalışmada, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme için önemli olduğu ve ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kula (2014), çalışmada dinamik panel veri yöntemini kullanarak 1980-2008 dönemi için 19 OECD ülkesinde kişi başı yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığını araştırmıştır. Analiz sonuçları, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu ve

ilişkinin yönünün de ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru olduğunu göstermiştir.

Salim, Hassan ve Shafiei (2014), 29 OECD ülkesi için 1980-2011 arası dönemde yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları, sanayi üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Panel veri analizinin kullanıldığı çalışmada, söz konusu değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Nedensellik testi sonuçları, hem kısa hem de uzun dönemde yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile sanayi üretimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu, kısa dönemde ekonomik büyüme ile yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi arasında ise tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir.

Shahbaz, Loganathan, Zeshan ve Zaman (2015), ARDL yöntemini ve vektör hata düzeltme modelini kullanarak Pakistan için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. 1972:1-2011:4 dönemi verileri kullanılarak yapılan analiz sonuçları, değişkenlerin uzun dönemde eşbütünleşik olduğunu, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi artırdığını ve aralarında çift yönlü bir nedensellik olduğunu göstermiştir.

Aslan ve Öcal (2016), ARDL ve Hatemi-J nedensellik testini kullanarak 1990-2009 dönemi için Avrupa Birliği (AB)'ne yeni üye olan ülkelerde ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi, sermaye ve işgücü arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Analiz sonuçları, çalışmaya konu olan bütün ülkelerde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Güney Kıbrıs, Estonya, Macaristan, Polonya ve Slovenya'da yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunamazken, Çek Cumhuriyet'inde ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine, Bulgaristan'da ise yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Bhattacharya, Paramati, Öztürk ve Bhattacharya (2016), çalışmalarında dünyada en büyük yenilenebilir enerji tüketimine sahip 38 ülkede yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini 1991-2012 dönemi için incelemişlerdir. Heterojen panel veri analizinin sonuçları, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Doğan (2016), 1988-2012 yılları arasında Türkiye'de yapısal kırılmaları dikkate alarak yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ARDL yöntemi, Johansen ve Gregory-Hansen eşbütünleşme testlerini kullanarak incelemiştir. Analiz sonuçları, yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde istatistiki olarak anlamlı ve pozitif bir etkiye sahip olduğunu, yenilenebilir enerji tüketiminin ise ekonomik büyüme

üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Çalışmada, ayrıca, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkilerinin tespiti için vektör hata düzeltme modeli kullanılmış, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında kısa dönemde ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü, uzun dönem de ise çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İnglesi-Lotz (2016), gelişmiş ve gelişmekte olan 34 OECD ülkesi için 1990-2010 döneminde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişkiyi panel veri yöntemi ile incelediği çalışmasında, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Destek ve Aslan (2017), 17 yükselen piyasa ekonomisi için yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. 1980-2012 dönemini kapsayan panel nedensellik testini kullandıkları çalışmalarında yazarlar, 12 ülke için yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında bir ilişki bulamazken; Peru için yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü, Kolombiya ve Tayland için ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü, Yunanistan ve Güney Kore için ise yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yenilenemeyen enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki açısından ise Çin, Kolombiya, Meksika ve Filipinler için yenilenemeyen enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü, Mısır, Peru ve Portekiz için ekonomik büyümeden yenilenemeyen enerji tüketimine doğru tek yönlü, Türkiye için değişkenler arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu ve diğer 9 ülkede ise değişkenler arasında herhangi bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Ito (2017), genelleştirilmiş momentler yöntemini (GMM) kullanarak gelişmekte olan 42 ülke için yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. 2002-2011 dönemi verilerinin kullanıldığı analiz sonuçları, uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi pozitif, yenilenemeyen enerji tüketiminin ise negatif olarak etkilediğini göstermiştir.

Kahia, Aissa ve Lanouar (2017), petrol ithal eden MENA ülkelerinde yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasında bir ilişki olup olmadığını incelemişlerdir. 1980-2012 dönemi verileri kullanılarak yapılan panel veri analiz sonuçları, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu, hem yenilenebilir enerji tüketimi ile hem de yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik olduğunu göstermiştir.

Koçak ve Şarkgüneşi (2017), 1990-2012 dönemini kapsayan ve panel veri analizini kullandıkları çalışmalarında, 9 Karadeniz ve Balkan ülkesi için

yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Sonuçlar, çalışmaya konu olan ülkelerde nedenselliğin yönü değişmekle birlikte yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu ve yenilenebilir enerji kullanımı arttıkça ekonomik büyümenin artacağını göstermiştir.

Rafindadi ve Öztük (2017), Almanya’da 1971:1-2013:4 dönemi için yenilenebilir enerjini tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini ARDL sınır testi ve Bayer-Hanck eşbütünleşme testi yardımıyla incelemişlerdir. Analizden elde edilen sonuçlar, incelenen dönemde, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi artırdığını ve söz konusu değişkenler arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir.

Bulut ve Muratoğlu (2018), ARDL ve Hatemi-J nedensellik testini kullanarak Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. 1990-2015 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada yazarlar, Türkiye’de ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketiminin ilişkisiz olduğu ve söz konusu değişkenler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Görüleceği üzere, kullanılan yöntemlerin, seçilen örneklem grubunun ve incelenen zaman aralıklarının farklılıklar taşınmasıyla nedeniyle, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda ortak bir sonuca ulaşılamamıştır.

3. Veri Seti ve Model

Çalışma yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi tespit etmeyi amaçlamaktadır. Ekonometrik analizde kullanılan veriler ile ilgili açıklayıcı bilgiler ve tanımlayıcı istatistikler sırasıyla Tablo 1 ve Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Değişkenler ile ilgili açıklayıcı bilgiler

Değişken İsmi	Kısaltma	Veri Aralığı	Kaynak
Kişi başına reel GSYİH büyümesi	GSYİH	1990-2017	Dünya Bankası
Toplam sabit sermaye (% GSYİH)	K	1990-2017	Dünya Bankası
İşgücüne katılım oranı (15-64 yaş arası, toplam nüfusun %)	L	1990-2017	Dünya Bankası
Yenilenebilir enerji kullanımı (Toplam enerji talebinin %)	RE	1990-2017	Dünya Bankası

Tablo 2: Değişkenler ile ilgili tanımlayıcı istatistikler

Değişken	Min.	Max.	Ortalama	Std. Sapma	Jarque-Bera Test Sonuçları
GSYİH	-7.35	9.47	3.22	4.57	2.872 (0.142) [‡]
K	-27.03	31.85	7.81	14.53	3.218 (0.170)
L	48.49	59.78	53.51	3.29	2.194 (0.091)
RE	11.60	24.51	17.33	4.49	4.159 (0.136)

Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi test etmek amacıyla kullanılacak model, ilgili literatürdeki çalışmalara [Soytaş vd., 2007; Soytaş ve Sarı, 2009; Apergis ve Payne, 2012; Shahbaz vd., 2015; Bhattacharya vd., 2016, Koçak ve Şarkgüneşi, 2017] uygun olarak belirlenmiş ve değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin tespiti için kullanılacak modelin oluşturulmasında neoklasik üretim fonksiyonundan yararlanılmıştır. Buna göre emek, sermaye ve yenilenebilir enerjiden oluşan bireysel üretim fonksiyonu Denklem 1'deki şekildedir.

$$GSYİH = f(K_t, L_t, RE_t) \quad (1)$$

Denklem 1'deki değişkenlerin doğal logaritmaları alınarak analize dahil edilmiştir.

$$\ln GSYİH_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln K_t + \alpha_2 \ln L_t + \alpha_3 \ln RE_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

4. Ekonometrik Yöntem ve Ampirik Bulgular

Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin tespit edilebilmesi için öncelikle durağanlık seviyelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla çalışmada Genişletilmiş Dickey-Fuller (1979, 1981) [ADF] ve Phillips-Perron (1988) [PP] birim kök testleri kullanılacaktır. ADF ve PP birim kök test sonuçları Tablo 3'de belirtilmiştir.

[‡] Jarque-Bera testi olasılık değerleri. Temel hipotez normal dağılımı ifade etmektedir.

Tablo 3: ADF ve PP Birim kök test sonuçları

Seviyede	ADF		PP	
	Sabit	Sabit ve Trend	Sabit	Sabit ve Trend
GSYİH	-1.037 (0.234) [§]	-2.651 (0.2497)	-1.547 (0.127)	-1.965 (0.091)
K	-1.732 (0.942)	-1.642 (0.916)	-1.634 (0.899)	-1.095 (0.908)
L	-2.076 (0.541)	-0.710 (0.563)	-1.804 (0.871)	-0.525 (0.941)
RE	-1.249 (0.991)	-1.871 (0.934)	-1.402 (0.406)	-1.766 (0.410)
<i>1. Farkları</i>	<i>Sabit</i>	<i>Sabit ve Trend</i>	<i>Sabit</i>	<i>Sabit ve Trend</i>
GSYİH	-4.517 (0.000)	-4.472 (0.001)	-18.964 (0.000)	-18.453 (0.000)
K	-4.263 (0.007)	-4.109 (0.002)	-18.928 (0.000)	-18.660 (0.000)
L	-4.749 (0.006)	-4.201 (0.002)	-4.748 (0.000)	-6.694 (0.000)
RE	-6.430 (0.016)	-6.509 (0.011)	-6.783 (0.008)	-8.069 (0.003)

ADF ve PP birim kök test sonuçlarına göre serilerin seviyede durağan olmadıkları, birinci farkları I(1) alındığında durağan oldukları tespit edilmiştir. Değişkenlerin I(1) oldukları tespit edildikten sonra, aralarındaki uzun dönemli ilişkiyi tespit edebilmek amacıyla Bayer-Hanck (2013) tarafından ekonometrik literatüre kazandırılan eş bütünleşme testi kullanılacaktır. Engle-Granger (1987) tarafından geliştirilen eş bütünleşme testi, uzun dönem regresyon modellerinin kalıntılarına dayanmakta ve kalıntı temelli eş bütünleşme testi olarak da adlandırılmaktadır. Daha sonraki dönemlerde çeşitli eş bütünleşme testleri geliştirilmiştir. Örneğin, sistem temelli bir eş bütünleşme testi olan Johansen (1988) testi, hata düzeltme modeli temelli F testi Boswijk (1994), hata düzeltme modeli temelli bir t testi olan Banerjee, Dolado ve Mestre (1998) (Farhani, Shahbaz ve Öztürk, 2014).

Bahsedilen eş bütünleşme testlerinin hiçbiri mükemmel veya tamamen güçlü olmadığı için farklı sonuçlar verebilmektedir (Elliott, Jansson ve Pesavento, 2005). Bunun anlamı farklı eş bütünleşme testlerinin farklı teorik arka planlarının olduğu ve birbirleriyle çelişkili sonuçlar verebileceğidir. Bu nedenle çalışmada eş

[§] Parantez içindeki değerler ADF ve PP olasılık değerlerini göstermektedir.

bütünleşme testlerinin gücünü arttırmak amacıyla Bayer ve Hanck (2013) tarafından geliştirilen eş bütünleşme testi kullanılacaktır.

Bayer ve Hanck (2013), literatürdeki çeşitli eş bütünleşme testlerinin çelişkili sonuçlar ortaya koymasından hareketle, Engle ve Granger (1987), Johansen (1988), Boswijk (1994) ve Banerjee vd. (1998) eş bütünleşme testlerini birlikte değerlendiren yeni bir test geliştirmiştir. Bayer ve Hanck (2013), testinde hesaplanan olasılık değerlerini Fisher'in Denklem 3 ve 4'deki formülü ile birleştirmiştir (Govindaraju ve Tang, 2013).

$$EG - JOH = -2[\ln(P_{EG}) + \ln(P_{JOH})] \quad (3)$$

$$EG - JOH - BO - BDM = -2[\ln(P_{EG}) + \ln(P_{JOH}) + \ln(P_{BO}) + \ln(P_{BDM})] \quad (4)$$

Denklem 3 ve 4'de yer alan $P_{EG}, P_{JOH}, P_{BO}, P_{BDM}$ sırasıyla Engle ve Granger (1987), Johansen (1988), Boswijk (1994) ve Banerjee vd. (1998) eş bütünleşme testlerinin olasılık değerlerini göstermektedir. Hesaplanan test istatistiğinin Bayer ve Hanck (2013) tarafından hesaplanan kritik değerlerden büyük olması durumunda eş bütünleşme ilişkisinin olmadığını belirten temel hipotez reddedilmektedir.

Tablo 4: Bayer-Hanck eş bütünleşme test sonuçları

	Fisher İstatistikleri	
	EG-JOH	EG-JOH-BO-BDM
	9.2300	30.1182
Anlamlılık Düzeyi	Kritik Değerler	
10%	8.35	15.92

Bayer ve Hanck (2013) eş bütünleşme test sonuçları Tablo 4'de belirtilmiştir. Eş bütünleşme ilişkisine yönelik hesaplanan test istatistikleri, 10% düzeyinde kritik değerlerden büyük olduğundan dolayı temel hipotez reddedilmiş ve değişkenlerin eş bütünleşik olduğu sonucuna varılmıştır.

Bayer-Hanck (2013) eş bütünleşme testi ile değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı tespit edildikten sonra, uzun dönemli katsayıların tahmini için tam modifiye en küçük kareler (FMOLS) yöntemi kullanılmıştır. FMOLS yöntemi standart sabit etkili tahmincilerdeki otokorelasyon ve içsellik sorunlarından kaynaklanan sapmaları düzeltmek için Phillips ve Hansen (1990) tarafından geliştirilmiştir. Phillips ve Hansen, FMOLS tahmincisinin süper tutarlı, asimptotik olarak sapmasız ve küçük örneklerde bile iyi sonuçlar verdiğini göstermişlerdir (Phillips ve Hansen, 1990).

Tablo 5: FMOLS tahmin sonuçları

Değişken	Katsayı	Olasılık Değeri
K	0.29	0.000
L	0.22	0.019
RE	0.19	0.005

FMOLS tahmin sonuçlarına göre üç değişkene ait katsayılar istatistik olarak anlamlıdır. Katsayı tahminine göre toplam sabit sermaye yatırımlarındaki, işgücüne katılım oranındaki ve yenilenebilir enerji kullanımındaki %1 birimlik artışın ekonomik büyümeyi sırasıyla %0.29, %0.22 ve %0.19 arttırdığı belirlenmiştir.

Engle ve Granger (1987) eş bütünleşik ilişki içinde bulunan değişkenler arasında en az tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu amaçla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi Toda-Yamamoto (1995) [TY] nedensellik testi yardımıyla incelenmiştir.

Çalışmada TY nedensellik testinin kullanılmasının en önemli sebebi serilerin birim kök içermesinin bu nedensellik testi için önemli olmamasıdır. Birim kök sürecinin TY nedensellik testinde önemli olmaması nedeniyle seviyede durağan olmayan serilerin farkının alınarak durağanlaştırılmasına da gerek yoktur. Bu sayede fark alınarak uzun dönem bilgi kaybının da önüne geçilmiş olmaktadır (Toda-Yamamoto, 1995).

TY nedensellik test sonuçları Tablo 6’da belirtilmiştir.

Tablo 6: Nedensellik test sonuçları

Değişkenler	Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Sonuç
GSYİH → RE	0.619	0.011	GSYİH → RE
RE → GSYİH	0.060	0.8060	RE ↗ GSYİH

TY nedensellik test sonuçlarına göre ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji kullanımına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu sonuç, Türkiye’de koruma hipotezinin geçerliliğini destekler niteliktedir. Buradan hareketle Türkiye’de yenilenebilir enerji şoklarının veya yenilenebilir enerji kullanımının kısıtlanmasına yönelik politikaların ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkisinin olmayacağı söylenebilir.

5. Sonuç

Sanayileşme ile birlikte önemli hammadde girdileri arasında yer alan enerjinin hangi kaynaktan elde edileceği konusu ve kullanım oranlarının belirlenmesi, ülkelerin enerji politikalarının temelini oluşturmaktadır. Günümüzde sanayi toplumlarının enerji girdileri büyük oranda fosil yakıtlara dayanmaktadır. Fosil yakıtların miktarının sınırlı olmasının, dolayısıyla da tükenme ihtimalinin bulunmasının yanında çevreye verdiği zararlar alternatif enerji kaynaklarının gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu çerçevede konvansiyonel kaynakları meydana getiren fosil yakıtlardan, yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru uzanan değişim trendi, gün geçtikçe daha da popüler hale gelmektedir.

Türkiye, diğer gelişmekte olan ülkeler gibi, enerji gereksinmesi hızla artan ve enerji kaynakları yönünden dışa bağımlı bir ülke konumundadır. Ayrıca enerji tüketimi konusunda gerekli tasarruf tedbirlerinin yeterli düzeyde alınmamış olması da Türkiye’de enerjinin verimsiz kullanıldığını göstermektedir. Bu sorunlar çevreye en az zararı verecek ve ekonomiye maksimum katkıyı sağlayacak iç kaynakların kullanılmasına dayalı yeni bir enerji politikasının belirlenmesini gerekli kılmıştır. Türkiye’nin yenilenebilir ve zararlı çevresel etkileri en az olan ülke içinde bulunan enerji kaynaklarına yönelmesi, enerji tüketimi konusunda dışa olan bağımlılığını ve cari açığı azaltacaktır.

Bu çalışma Türkiye’de 1990-2017 dönemi için yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Bayer-Hanck eş bütünleşme testi ve TY nedensellik testi yardımıyla araştırmayı amaçlamaktadır. Bayer-Hanck (2013) eş bütünleşme ilişkisine yönelik hesaplanan test istatistikleri, 10% düzeyinde kritik değerlerden büyük olduğundan dolayı temel hipotez reddedilmiş ve değişkenlerin eş bütünleşik olduğu sonucuna varılmıştır. Bayer-Hanck (2013) eş bütünleşme testi ile değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı tespit edildikten sonra FMOLS yöntemi ile uzun dönem katsayılar tespit edilmiştir.

FMOLS tahmin sonuçlarına göre üç değişkene ait katsayılar istatistiki olarak anlamlıdır. Katsayı tahminine göre toplam sabit sermaye yatırımlarındaki, işgücüne katılım oranındaki ve yenilenebilir enerji kullanımındaki %1 birimlik artışın ekonomik büyümeyi sırasıyla %0.29, %0.22 ve %0.19 arttırdığı belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca TY nedensellik testi de yapılmıştır TY nedensellik test sonuçlarına göre ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji kullanımına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu ve Türkiye’de koruma hipotezinin geçerli olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar Öcal ve Aslan (2013), Apergis ve Danuletiu (2014) ve Kula (2014) çalışmalarıyla da tutarlılık göstermektedir.

Sonuç olarak; yapılan çalışmalar gerek ülke bazında gerekse küresel ölçekte enerji talebinin artacağını göstermektedir. Enerji tüketimi konusunda dışa bağımlı olan ülkemizin dışa bağımlılığının ve bundan kaynaklanan sorunların azaltılabilmesi ve

daha temiz bir çevre için, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının uygun ve verimli teknolojiler kullanılarak üretime sokulması gerekmektedir. Bu doğrultuda araştırma-geliştirme faaliyetlerine daha çok önem verilmelidir. Ayrıca elektrik iletim şebekesiyle ilgili bürokratik zorluklar ve eksiklikler azaltılarak, yenilenebilir enerji yatırımlarında özel sektörün daha fazla katkıda bulunması sağlanmalı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yenilenemeyen enerji kaynaklarını ikame edebileceği konusunda bireyler bilinçlendirilmelidir.

Kaynakça

- 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.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010). Renewable Energy Consumption and Growth in Eurasia. *Energy Economics*, 32(6), 1392-1397.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2011). The Renewable Energy Consumption–Growth nexus in Central America. *Applied Energy*, 88(1), 343-347.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2012). Renewable and Non-renewable Energy Consumption-Growth nexus: Evidence from a Panel Error Correction Model. *Energy Economics*, 34(3), 733-738.
- Apergis, N., & Danuletiu, D. C. (2014). Renewable Energy and Economic Growth: Evidence from the Sign of Panel Long-run Causality. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(4), 578-587.
- Ayman, G., Sezer, A., & Kılıçdağı, T. A. (2007). Avrupa Birliği'ne Katılım Sürecinde Türkiye'nin Komşu ve Çevre Ülkeler Politikası-Stratejik Yaklaşımlar. *TÜSİAD Basın Bülteni*, (07/36), 2.
- Banerjee, A., Dolado, J., & Mestre, R. (1998). Error-correction Mechanism Tests for Cointegration in a Single-equation Framework. *Journal of Time Series Analysis*, 19(3), 267-283.
- Bayer, C., & Hanck, C. (2013). Combining Non-cointegration tests. *Journal of Time Series Analysis*, 34(1), 83-95.
- Bayrak, M., & Esen, Ö. (2014). Türkiye'nin Enerji Açığı Sorunu ve Çözümüne Yönelik Arayışlar. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28(3), 139-158.
- Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Öztürk, I., & Bhattacharya, S. (2016). The Effect of Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Evidence from Top 38 Countries. *Applied Energy*, 162, 733-741.
- Boswijk, H. P. (1994). Testing for an Unstable Root in Conditional and Structural Error Correction Models. *Journal of Econometrics*, 63(1), 37-60.

- 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.
- Çukurçayır, M. A., & Sağır, H. (2008). Enerji Sorunu, Çevre ve Alternatif Enerji Kaynakları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (20), 257-278.
- Destek, M. A., & Aslan, A. (2017). Renewable and Non-renewable Energy Consumption and Economic Growth in Emerging Economies: Evidence from Bootstrap Panel Causality. *Renewable Energy*, 111, 757-763.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 427-431.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1057-1072.
- 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.
- Elliott, G., Jansson, M., & Pesavento, E. (2005). Optimal Power for Testing Potential Cointegrating Vectors with Known Parameters for Nonstationarity. *Journal of Business & Economic Statistics*, 23(1), 34-48.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2017). Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü, 15, 1-83.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 251-276.
- Evrendilek, F., & Ertekin, C. (2003). Assessing the Potential of Renewable Energy Sources in Turkey. *Renewable Energy*, 28(15), 2303-2315.
- Farhani, S., Shahbaz, M., & Öztürk, I. (2014). Coal Consumption, Industrial Production and CO₂ Emissions in China and India. *Ipag Working Paper Series*, No. 2014-225, 1-23.
- Govindaraju, V. C., & Tang, C. F. (2013). The Dynamic Links between CO₂ Emissions, Economic Growth and Coal Consumption in China and India. *Applied Energy*, 104, 310-318.
- IEA (2009). World Energy Outlook. International Energy Agency. Paris, France.
- Inglesi-Lotz, R. (2016). The Impact of Renewable Energy Consumption to Economic Growth: A Panel Data Application. *Energy Economics*, 53, 58-63.

- Ito, K. (2017). CO2 Emissions, Renewable and Non-renewable Energy Consumption, and Economic Growth: Evidence from Panel Data for Developing Countries. *International Economics*, 151, 1-6.
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254.
- Kahia, M., Aïssa, M. S. B., & Lanouar, C. (2017). Renewable and Non-renewable Energy use-Economic Growth nexus: The Case of MENA Net Oil Importing Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 127-140.
- Karagöl, E. T., & Kavaz, İ. (2017). Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji. *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları, Analiz*, 197, 1-32.
- Keleş, R., & Hamamcı, C. (2002). *Çevrebilim. İmge Kitabevi*, Ankara.
- Koçak, E., & Şarkgüneşi, A. (2017). The Renewable Energy and Economic Growth nexus in Black Sea and Balkan Countries. *Energy Policy*, 100, 51-57.
- Korkmaz, Ö., & Develi, A. (2012). Türkiye’de Birincil Enerji Kullanımı, Üretimi ve Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki İlişki. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(2), 1-25.
- Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the Relationship between Energy and GNP. *The Journal of Energy and Development*, 401-403.
- Kula, F. (2014). The Long-run Relationship between Renewable Electricity Consumption and GDP: Evidence from Panel Data. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 9(2), 156-160.
- Lund, P. D. (2009). Effects of Energy Policies on Industry Expansion in Renewable Energy. *Renewable Energy*, 34(1), 53-64.
- Marques, A. C., & Fuinhas, J. A. (2012). Is Renewable Energy Effective in Promoting Growth?. *Energy Policy*, 46, 434-442.
- Menegaki, A. N. (2011). Growth and Renewable Energy in Europe: A Random Effect Model with Evidence for Neutrality Hypothesis. *Energy Economics*, 33(2), 257-263.
- Öcal, O., & Aslan, A. (2013). Renewable Energy Consumption–Economic Growth nexus in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 494-499.
- Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Phillips, P. C., & Hansen, B. E. (1990). Statistical Inference in Instrumental Variables Regression with I (1) Processes. *The Review of Economic Studies*, 57(1), 99-125.
- 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.
- Salim, R. A., Hassan, K., & Shafiei, S. (2014). Renewable and Non-renewable Energy Consumption and Economic Activities: Further Evidence from OECD Countries. *Energy Economics*, 44, 350-360.
- 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.
- Soytaş, U., Sarı, R., & Ewing, B. T. (2007). Energy Consumption, Income, and Carbon Emissions in the United States. *Ecological Economics*, 62(3-4), 482-489.
- Soytaş, U., & Sarı, R. (2009). Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Emissions: Challenges faced by an EU Candidate Member. *Ecological Economics*, 68(6), 1667-1675.
- Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics*, 66(1-2), 225-250.
- 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.
- Veziroğlu, T. N., & Şahin, S. (2008). 21st Century's Energy: Hydrogen Energy System. *Energy Conversion and Management*, 49(7), 1820-1831.
- Yıldırım, M., & Örnek, İ. (2007). Enerjide Son Seçim: Nükleer Enerji. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 6(1), 32-44.

The Relationship Between Renewable Energy and Economic Growth: 1990-2017 The Case Of Turkey

Extended Abstract

1. Introduction

The need for energy, which is one of the most crucial inputs of economic and social development, is increasing in parallel with increasing global trade and production opportunities as well as population growth, industrialization and urbanization in the world due to the rising demand for improving living standards in developing countries. The largest portion of the energy consumed in the world is provided from fossil-based resources such as coal, petroleum and natural gas regarding their accessibility and availability. The indispensability of energy, as well as the limited reserves of fossil resources and the unequal allocation amongst the countries, would render energy an important sector regarding the security of its supply. Especially, developed countries regard the security of energy supply as vital for the sustainability of welfare levels and design their policies accordingly.

High growth performance during recent years in Turkey has led to increased consumption of fossil-based energy resources such as coal, petroleum, and natural gas. Same as other developing countries, Turkey is also largely foreign dependent regarding energy resources. In a period when fossil energy resources tend to be depleted, potential increases in energy prices are expected, and environmental problems arising from energy use are growing; an actual and sustainable energy planning is essential especially for countries with insufficient foreign exchange reserves which are dependent on imported resources. In this context, it has become inevitable for Turkey to reduce dependence on foreign consumption of fossil energy resources, and to prevent an economic and environmental hazard that may arise by maintaining alternative energy resources.

This study aims to examine the relationship between renewable energy use and economic growth in Turkey as today's industrialized countries has already begun to utilize renewable and sustainable energy resources instead of fossil-based resources.

2. Methodology

The neoclassical production function, in compliance with previously conducted research studies in the literature (Soytaş et al., 2007; Soytaş and Sarı, 2009; Apergis and Payne, 2012; Shahbaz et al., 2015; Bhattacharya et al., 2016, Koçak and Şarkgüneşi, 2017), is utilized for testing the relationship between the renewable energy consumption and economic growth in Turkey over the period 1990-2017. ADF and PP unit root tests are utilized in order to estimate whether or not the variables are stationary in the neoclassical production function composed of labor, capital, and renewable energy consumption. The Bayer-Hanck (2013) cointegration test is performed to determine the long-term relationship between the variables. The reason for performing this test is that various co-integration tests in the literature [Engle-Granger (1987), Johansen (1988), Boswijk (1994) and Banerjee et al. (1998)] reveal contradictory results whereas the Bayer-Hanck co-integration method eliminates such problems by evaluates the co-integration tests which are mentioned above altogether. In estimating the long-term coefficients, the FMOLS method which corrects the deviations stemming from autocorrelation and endogeneity problems in standard fixed-effect estimators is preferred. Consequently, the causal relationship between the use of renewable energy sources and economic growth is examined with the help of Toda-Yamamoto (1995) causality test.

3. Result and Discussion

According to the ADF and PP unit root test results, the series are not stationary at the level, but stationary at the first difference (I(1)). Following the detection of I(1) stationarity, the cointegration test developed by Bayer-Hanck (2013) is performed in order to determine the long-term relationship between the variables, the null hypothesis is rejected since the estimated test statistics exceed the critical values at 10% level, and it is concluded that the variables are cointegrated.

After detecting the existence of a long-term relationship between the variables, the FMOLS method is utilized to estimate the long-term coefficients. According to the FMOLS estimation results, coefficients of three variables are determined to be statistically significant. According to the coefficient estimation, a 1% rise in the total fixed capital investments, labor force participation rate and the renewable energy usage result in an increase of economic growth by 0.29%, 0.22% and, 0.19%, respectively. According to the results of Toda-Yamamoto (1995) causality test which is performed to determine the direction of the relationship between variables, there is unidirectional causality running from economic growth towards the use of renewable energy.

4. Conclusion

This study aims to investigate the relationship between the renewable energy and economic growth in Turkey over the period 1990-2017 by performing the Bayer-Hanck co-integration test and TY causality test. Since the test statistics calculated for Bayer-Hanck (2013) cointegration relationship are found to be higher than the critical values at 10% level, the null hypothesis is rejected, and it is concluded that the variables are co-integrated. The long-term coefficients are determined by the FMOLS method after detecting the existence of a long-term relationship between the variables by performing Bayer-Hanck (2013) cointegration test.

According to the FMOLS estimation results, coefficients of three variables are found to be statistically significant. According to the coefficient estimation, a 1% rise in the total fixed capital investments, the labor force participation rate and the renewable energy usage increase economic growth by 0.29%, 0.22%, and 0.19%, respectively. TY causality test is also performed in the study. According to TY causality test results, it is determined that there is a unidirectional causality running from economic growth towards the use of renewable energy, and the conservation hypothesis is valid in Turkey.