

YENİLENEBİLİR ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜMENİN ÇEVRE ÜZERİNDE ETKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ*

THE EFFECT OF RENEWABLE ENERGY AND ECONOMIC GROWTH ON THE ENVIRONMENT: THE CASE OF TURKEY

Emre AKUSTA** 
Raif CERGİBOZAN*** 

Öz

Son yıllarda enerji talebinde ciddi artışlar meydana gelmiştir. Artan enerji talebinin fosil kaynaklarla karşılanması ciddi çevre kirliliğine neden olmakta ve bu konu dünya gündeminde önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımı ve ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkisini araştırmaktır. Bunun için çalışmada 1972-2015 dönemini için kişi başına doğa üzerindeki reel baskı, kişi başı reel GSYH, kişi başı GSYH’nin karesi, finansal gelişme, dışa açıklık ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin toplam enerjiye oranı değişkenleri arasındaki ilişki analiz edilmektedir. Çalışmada yöntem olarak Johansen ve ARDL eşbütünleşme testlerinin yanı sıra varyans ayrıştırma analizi kullanılmaktadır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, uzun dönemde kişi başı reel GSYH, dışa açıklık ve finansal gelişmede meydana gelen artışlar çevreye verilen zararı pozitif yönde etkilemektedir. Bunun yanında GSYH’nin karesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji miktarındaki artış ise çevreye verilen zararı negatif yönde etkilemektedir. Ayrıca doğa üzerindeki reel baskıya en fazla sebebiyet veren değişkenin kişi başına reel GSYH olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Ekonomik Büyüme, Çevre Kirliliği, Enerjide Dışa Bağımlılık.

JEL Kodları: O44, Q42, Q43

* Bu çalışma Emre Akusta’nın Dr. Raif Cergibozan’ın danışmalığı çerçevesinde hazırlanan Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir.

** Kırklareli Üniversitesi, İktisat Bölümü, E-mail: emre.akusta@klu.edu.tr

*** Kırklareli Üniversitesi, İktisat Bölümü, E-mail: raif.cergibozan@klu.edu.tr

Abstract

Significant increases in energy demands have occurred in recent years. Meeting the increasing energy demands with fossil resources causes severe environmental pollution and this issue has an essential place on the world agenda. The aim of this study is to investigate the impact of renewable energy use and economic growth on the environment in Turkey. For this purpose, the study analyzes the relationship among the variables of real pressure per nature, real GDP per capita, the square of GDP per capita, financial development, trade openness, and the ratio of energy obtained from renewable energy resources to total energy from 1972 to 2015. In addition to Johansen and ARDL co-integration tests, the study also uses variance decomposition analysis. According to the study results, real GDP per capita, trade openness, and increases in financial development have a long-term positive impact on environmental damage. The square of GDP and the increase in the amount of energy obtained from renewable energy sources negatively affect environmental damage. In addition, the estimation results indicate that real GDP per capita is the variable that causes the most real pressure on nature.

Keywords: Renewable Energy, Economic Growth, Environmental Pollution, Dependence on Foreign Energy.

JEL Codes: O44, Q42, Q43

1. Giriş

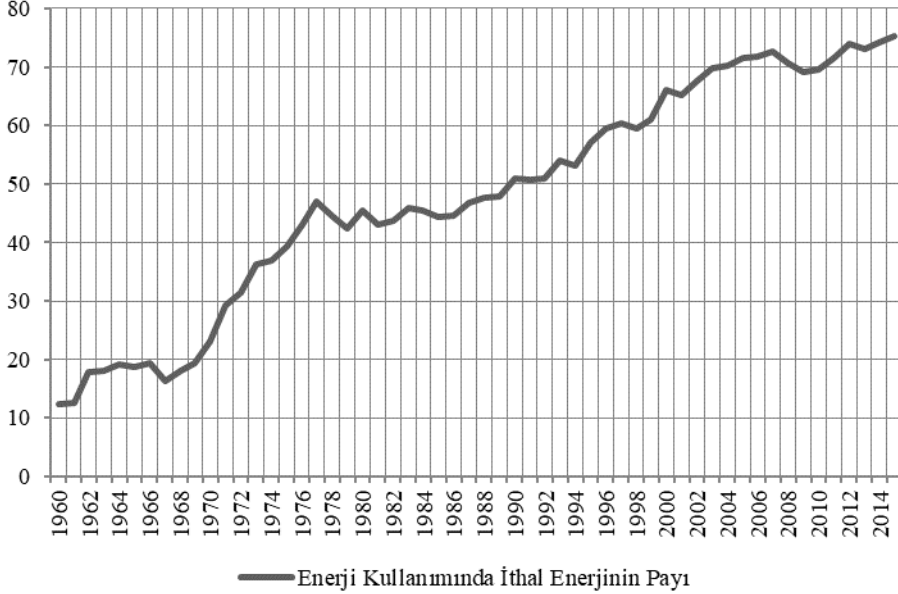
Enerji, insanlık tarihinin her aşamasında hem bireyler hem de devletler için önemini koruyan bir kavram olmuştur. Özellikle sanayi devriminden sonra makineleşme ve üretim artışıyla birlikte fosil enerji kaynaklarının önemi ve kullanımı önemli ölçüde artmıştır. Sanayileşme ve üretim alanındaki rekabetin arttığı bu dönemde fosil enerji kaynaklarının çevreye vermiş olduğu zararlar göz ardı edilmiştir. Ayrıca fosil enerji kaynaklarının yeryüzüne eşit ve adil dağılması enerji rezervleri bakımından zengin ama savunma bakımından yetersiz ülkelerin sömürülmesine neden olmuştur.

Günümüzde endüstrileşmiş ülkeler için teknoloji, ekonomi ve savunma ülkelerin gelişmişlik seviyesini belirlemektedir. Sürdürülebilir büyüme için en önemli girdinin enerji olması, enerjinin günümüzde de önemini korumasını sağlamaktadır. Ancak günümüzde enerji talep edilirken 19. yüzyılda olduğu gibi sadece üretim artışı değil enerji kaynaklarının sürdürülebilir olmasına ve çevreye zarar vermemesine de dikkat edilmektedir. Buradan hareketle yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi ve kullanımı artmaktadır (Eniş, 2003). Yenilenebilir enerji kaynakları, atık ve kalıntılar bakımından çevre dostu, yenilenme süresi bakımından sürdürülebilir, kaynak bakımından sınırsız ve yeryüzüne dağılımı bakımından daha adil kaynaklardır. Bu sebeplerden dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Yıldırım, 2016).

Türkiye ekonomisinin gelişip büyüdüğü dönemlerde cari açık önemli ölçüde artmış, daraldığı dönemlerde ise azalmıştır. Ekonomideki gelişmelere ve ihracattaki artışa rağmen Türkiye, ithal enerjiye çok büyük bir kaynak ayırmaktadır (Bayrak & Esen, 2014). Türkiye son yıllarda ise yenilenebilir enerji kaynaklarına oldukça fazla yatırım yapmasına rağmen hala enerjide dışa bağımlı olarak

gelişen bir ülkedir. Bu durum, Türkiye'nin enerji kullanımında ithal enerjinin payının gösterildiği aşağıdaki grafikte görülmektedir.

Grafik 1. Türkiye'nin enerji kullanımında ithal enerjinin payı (%)



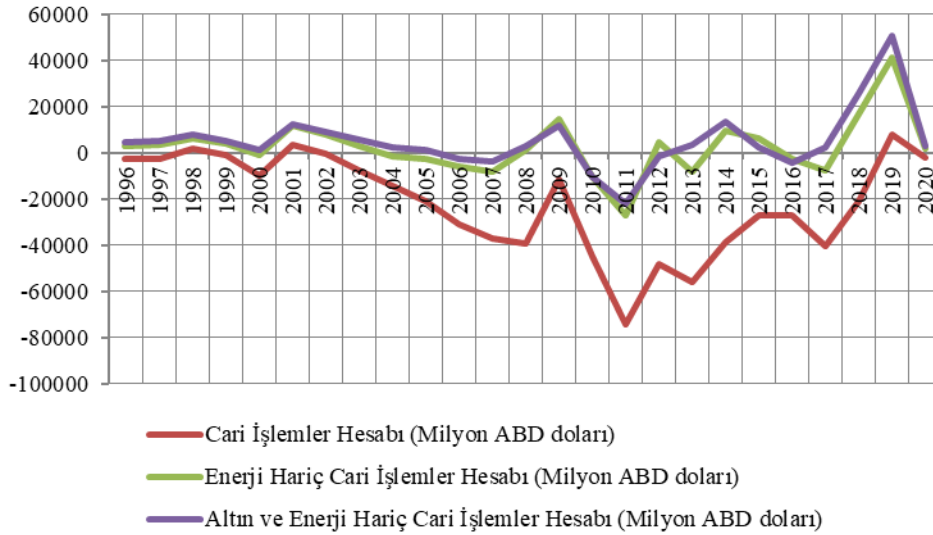
Kaynak: Dünya Bankası, WDI.

Grafik 1'e bakıldığında Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının ne kadar arttığı görülmektedir. Türkiye'nin enerji kullanımında ithal enerjinin payı 1960'ta %12 seviyesinden 1980'de %45'e, 2000'de %60' ve 2015'te %75'e kadar yükselmiştir. Enerji ithalatının artması ülkeye bir maliyet yüklemekte ve ülkede cari dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bu durum Grafik 2'de gösterilmektedir.

Grafik 2'ye bakıldığında, Türkiye'de cari açığın 2001 yılından sonra önemli derecede artmaya başladığı görülmektedir. Ayrıca 2003 yılından sonraki yıllarda meydana gelen cari açığın yaklaşık yarısı, ithal etmek zorunda kaldığımız enerji kaynaklarındaki fiyat artışından kaynaklanmıştır. Bu durum 2009 yılında daha net bir şekilde görülmektedir. Türkiye tarihinde genel olarak ekonomi resesyona girdiğinde cari işlemler hesabı fazla vermiştir. Fakat Türkiye ekonomisi 2009 yılında resesyonda olmasına rağmen GSYİH'nin %6,3'ü kadar cari açık vermiştir. 2009 yılında cari açığın tamamına yakın bir kısmı, 2003 sonrası enerji fiyatlarındaki meydana gelen artıştan kaynaklanmıştır. Başka bir deyişle, enerji fiyatları artmamış olsaydı, 2009 yılında verilen cari açığın milli gelire oranı sadece %1 olacaktı. Bu hesaplamalar sonucunda, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını azaltmak için alınması gereken önlemlerin cari açığı azaltmak için de zorunlu olduğu görülmektedir. Grafik 2'de görüldüğü üzere, Türkiye'nin enerji dışı cari dengesi daha az açık vermekte, hatta bazı yıllarda fazla vermektedir. Bunun nedeni enerji kullanımında ithal enerjinin payının çok yüksek olmasıdır. Başka bir deyişle bu

durum, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlı bir ülke olmasından kaynaklanmaktadır. Enerjide dışa bağımlılığın azaltılması durumunda cari açığın da azalacağı ve ekonomik büyümenin ise hız kazanacağı öngörülmektedir (Kelecioğlu, 2011).

Grafik 2. Türkiye'nin cari işlemler dengesi



Kaynak: TCMB, EVDS

Bu çalışmanın amacı, Türkiye ekonomisinin 1972-2015 dönemi için kişi başına doğa üzerindeki reel baskı, kişi başı reel GSYH, kişi başı GSYH'nin karesi, finansal gelişme, dışa açıklık ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin toplam enerjiye oranı değişkenleri arasındaki kısa ve uzun dönem dinamikleri analiz etmektir. Bu amaç için 1972-2015 dönemi yıllık verileriyle Johansen eş bütünleşme testi, ARDL sınır testi ve varyans ayrıştırma analizleri yapılmaktadır. Çalışmamız, yenilenebilir enerji kaynaklarının sadece çevreye veya sadece ekonomiye olan etkisini değil, bu iki etkiyi birlikte incelemektedir. Ayrıca enerji kaynaklarının çevreye olan etkileri incelenirken sadece karbon emisyonu kullanan birçok çalışmanın aksine kişi başına karbondioksit hasarı, kişi başına mineral sömürüsü, kişi başına enerji tüketimi ve kişi başına net orman sömürüsü değerlerinden oluşan *kişi başına doğa üzerindeki baskı* değişkeni kullanılmıştır. Bu sayede yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomi ve çevreye olan etkileri daha kapsamlı bir şekilde incelenerek literatüre katkı yapılması amaçlanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde yenilenebilir enerji konusunda genel bilgi verilmiş ve bu kaynakların öneminden bahsedilmiştir. Çalışmamızın ikinci bölümünde yenilenebilir enerji kaynakları Türkiye açısından değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme yapılırken enerji kaynaklarının Türkiye'deki potansiyeli, üretim miktarları ve toplam enerji üretimindeki payları göz önünde bulundurulmuştur.

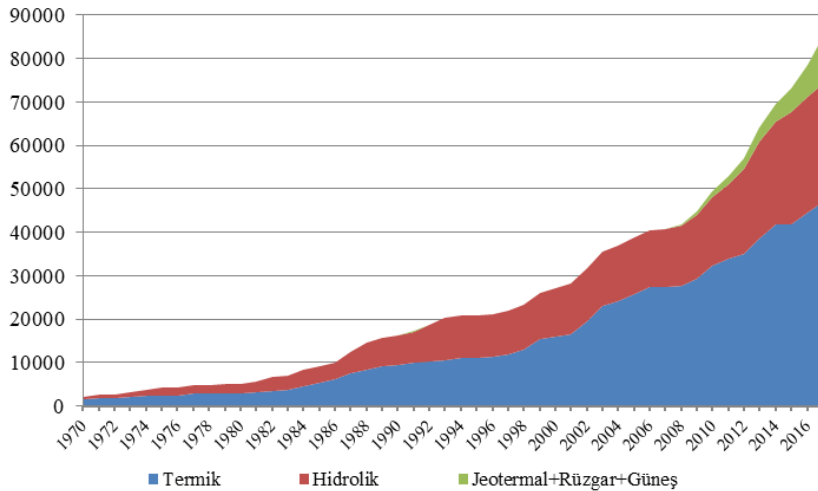
Çalışmanın üçüncü bölümünde yenilenebilir enerji, ekonomi ve çevre ilişkisini inceleyen çalışmalara yer verilmiştir. Bu bölümde yer alan çalışmaların örnekleminde Türkiye'nin bulunmasına dikkat edilmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde, kişi başı reel GSYH, finansal gelişme, yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji içerisindeki payı değişkenlerinin doğa üzerindeki reel baskıya etkisi Johansen Eş bütünleşme ve ARDL Sınır Testi ile analiz edilmiştir. Bu bölümde ayrıca varyans ayrıştırma analizi sonuçlarına yer verilmektedir.

2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji

Türkiye, hem fosil hem de yenilenebilir enerji kaynaklarına sahip olmasına rağmen enerjide dışa bağımlı bir ülke konumundadır. Bu durumun başlıca nedenleri ise Türkiye'nin enerji yapısının fosil yakıtlara dayanmasına karşın fosil enerji kaynakları bakımından yetersiz olması ve yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendirme bakımından zayıf kalmasıdır. Bu durumun bir sonucu olarak Türkiye, enerjide dışa bağımlı bir ülke haline gelmiştir. Türkiye'de toplam enerji üretiminin kaynaklara göre gelişimi Grafik 1'de gösterilmektedir.

1984-2017 dönemini gösteren Grafik 3'te görüldüğü gibi, Türkiye'nin enerji üretimi yıllar itibarıyla artmıştır. Ancak bu artışın kaynağı yenilenebilir enerji kaynaklarından ziyade fosil enerji kaynaklarıdır. Bu durum Türkiye'nin enerjide dışa bağımlı olmasını tetiklemiştir.

Grafik 3. Türkiye'de toplam enerji üretiminin kaynaklara göre gelişimi



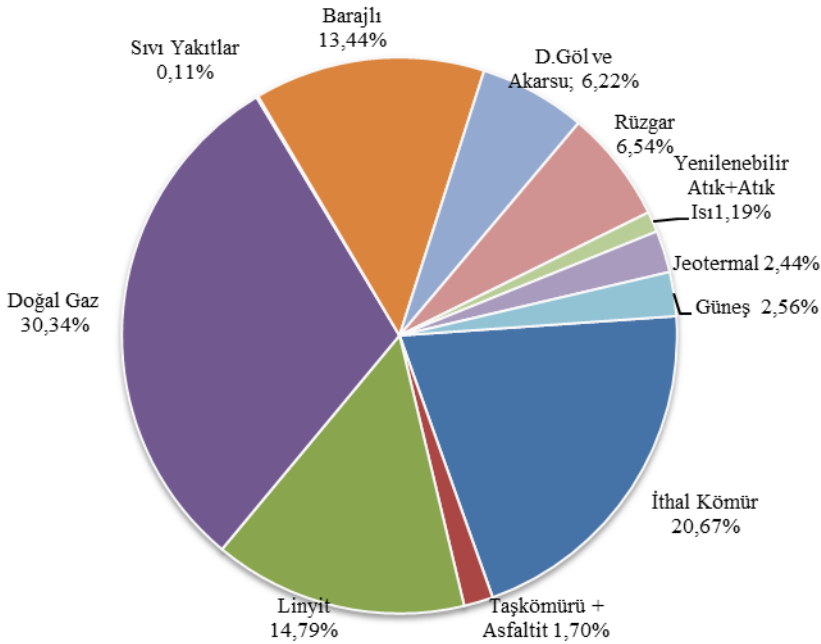
Kaynak: TEİAŞ Elektrik Üretim İstatistikleri

Toplam elektrik üretimi içindeki hidroelektriğin payı 2017 yılında %19,8'e düşmüştür. Bu düşüşün nedenleri olarak kuraklık, su seviyelerindeki düşüş ve küresel ısınma gösterilmektedir. Benzer bir şekilde doğalgazdan üretilen elektrik miktarlarında da 2014, 2015 ve 2016 yıllarında bir düşüş

görülmektedir. 2014 yılında 120.576 GWh olan doğalgazdan elektrik üretimi 2015 yılında 99.219 GWh'ye, 2016 yılında ise 89.227 GWh'ye düşmüştür. Bu düşüşün ardından 2017 yılında tekrar yükselerek 108.169 GWh seviyesine ulaşmıştır. Buradan hareketle, doğalgazın toplam elektrik üretimi içerisindeki payı 2016 yılında %32,5 seviyesinden 2017 yılında %36,6 seviyesine yükselmiştir. Kömürün toplam elektrik üretimi içerisindeki payı ise önceki yıllarda sürekli artmasına rağmen 2016 ve 2017 yıllarında değişmemiş ve %33 seviyesinde kalmıştır (TEİAŞ, 2018).

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları 2009 yılına kadar gölgede kalmıştır. 2009 yılında kurulu gücü 15,5 GW olan yenilenebilir enerji kaynakları 2015 yılında 31,7 GWh'ye, 2016 yılında ise 34,2 GWh'ye yükselmiştir. Buradan hareketle 2009 yılından itibaren yenilenebilir enerji üretiminde önemli gelişmelerin yaşandığı söylenebilir (IEA, 2016).

Grafik 4. 2018 yılındaki Türkiye elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı



Kaynak: TEİAŞ Elektrik Üretim İstatistikleri

2018 yılına ait Türkiye elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı Grafik 4'te gösterilmektedir. Grafik 4'e göre, 2018 yılında elektrik üretiminin %67,61'ü termik santrallerden karşılanırken %32,39'si yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Termik santraller içinde en büyük paya yaklaşık 92.483 GWh ile doğalgaz sahipken; yenilenebilir kaynaklar içerisinde en büyük paya ise yaklaşık 40.972GWh ile barajlı hidroelektrik santralleri sahiptir (TEİAŞ, 2018)

Türkiye'de güneş enerjisinin durumu Tablo 1'de gösterilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zengin olan Türkiye, güneş enerjisi bakımından da oldukça zengin bir ülkedir.

Türkiye'nin güneş enerjisi teknik potansiyeli yaklaşık 190 TWh/yıl olarak ifade edilmektedir. Tablo 1'e göre, Türkiye'nin güneş enerjisi kurulu gücü 2015 yılında 249 MW iken 2016 yılında 833 MW'ye, 2017 yılında ise 3.421 MW'ye yükselmiştir. Toplam kurulu güç içerisinde güneş enerjisinin payı 2015 yılında %0,34 iken 2016 yılında %1,06'ya ve 2017 yılında ise %4,01'e yükselmiştir. Türkiye'nin güneş enerjisi teknik potansiyeli göz önünde bulundurulursa, Türkiye'nin güneşten yararlanma oranı oldukça düşük kalmaktadır. Güneş enerjisinin kurulu gücünün artması oldukça önemli bir gelişme iken bu kurulu gücün ağırlıklı olarak lisanssız güneş enerji santrallerine dayanması ise dikkat edilmesi gereken bir sorundur (TMMOB, 2018). Lisans alma konusunda yaşanan zorluklar, bürokratik süreçler ve bölgeler arası uygulama farklılıkları lisanssız santrallerin yaygınlaşmasına neden olmuştur. Usulüne ve tekniğine uygun olmadan kurulan santraller ise verimi düşük ve potansiyelini tam kullanamayan santraller olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye'nin rüzgâr potansiyeli Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Türkiye'de güneş enerjisinin durumu

Yıl	Güneş Enerjisi Kurulu Gücü (MW)	Toplam Yenilenebilir Enerji Kurulu Gücü (MW)	Türkiye Toplam Enerji Kurulu Gücü (MW)	Toplam Kurulu Güç İçerisinde Güneş Enerjisinin Payı (%)	Kurulu Yenilenebilir Enerji İçinde Güneş Enerjisinin Payı (%)
2014	40	28.017	69.520	0,06	0,14
2015	249	31.614	73.147	0,34	0,79
2016	833	34.582	78.497	1,06	2,41
2017	3.421	38.849	85.200	4,01	8,81

Kaynak: TMMOB, 2018

Tablo 2. Türkiye rüzgâr potansiyeli

Rüzgâr Kaynak Derecesi	Rüzgâr sınıfı	50 m'de Rüzgâr Gücü Yoğunluğu (W/m ²)	50 m'de Rüzgâr Hızı (m/s)	Toplam Alan (km ²)	Rüzgârlı Arazi Yüzdesi	Toplam Kurulu Güç (MW)
Orta	3	300-400	6,5 - 7,0	16.781,39	2,27	83.906
İyi	4	400-500	7,0 - 7,5	5.851,87	0,79	29.259
Harika	5	500-600	7,5 - 8,0	2.598,86	0,35	12.994
Mükemmel	6	600-800	8,0 - 9,0	1.079,98	0,15	5.400
Sıradışı	7	>800	> 9,0	39,17	0,01	196
Toplam				26.351,28	3,57	131.755

Kaynakça: Malkoç, 2007

Türkiye, güneş enerjisinde olduğu gibi rüzgâr enerjisinde de önemli potansiyele sahip bir ülkedir. Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyeli REPA tarafında iyi, harika ve mükemmel olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır (Tablo 2). Bu üç sınıfın toplam potansiyeli ise yaklaşık 47.849 MW olarak belirlenmiştir.

Söz konusu araziler ise Türkiye'nin toplam arazilerinin %1,30'una denk gelmektedir. Türkiye'de rüzgâr enerjisi kurulu gücü yıllar itibariyle sürekli artmaktadır. 2016 yılında 832,5 MW olan Türkiye toplam rüzgâr enerjisi kurulu gücü 2017 yılında 3420,7 MW'ye ulaşmıştır (TUREB, 2018). Buradan hareketle Türkiye, rüzgâr enerjisi potansiyelinin yaklaşık %7'sini kullanabilmektedir.

Türkiye, jeotermal kaynakları diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha iyi değerlendirmektedir. Buradan hareketle, 2017 yılı itibariyle Türkiye'de jeotermal enerjinin kullanım alanlarına göre dağılımı Tablo 3'te gösterilmektedir. Türkiye'nin jeotermal teknik potansiyelinin 31.500-60.000 MW arasında olduğu tahmin edilmektedir. Bu veriler ışığında Türkiye, dünyada yedinci ve Avrupa'da birinci konumdadır. Ayrıca Türkiye, jeotermalden faydalanma açısından dünyada dördüncü sırada yer almaktadır. Bunlara ek olarak jeotermalden doğrudan yararlanılabilme teknik potansiyelinin 4.809 MWt olduğu tespit edilmiştir ve bunun kanıtlanmış büyüklüğü ise 2.880 MWt'dir. Türkiye'de jeotermalden elektrik üreten santrallerin kurulu gücü 2017 itibariyle yaklaşık 1.037,3 MW'dir. Son yıllarda yapılan yatırımların bir sonucu olarak Türkiye, dünyada jeotermal alanında en hızlı büyüyen ülke olmuştur. Planlanan yatırımların gerçekleşmesi durumunda jeotermal enerji santrallerinin kurulu gücü artmaya devam edecektir (TMMOB, 2018).

Tablo 3. Türkiye'de jeotermal enerjinin kullanım alanlarına göre dağılımı (2017)

	Kullanım Alanları	Kurulu Güç
Doğrudan Kullanım	Konut Isıtma	805 MWt
	Sera Isıtması	612 MWt
	Termal Tesis Isıtması	380 MWt
	Kaplıçalarda Kullanım	1005 MWt
	Meyve Kurutma	1,5 MWt
	Isı Pompası Uygulaması*	42,8 MWt
	Diğer Alanlar	33,7 MWt
Toplam		2880 MWt
Dolaylı Kullanım	Elektrik Üretimi	1037,3 MWe

*Isı Pompası: Isı enerjisinin belirli şartlar altında bir ortamdan diğer ortama aktarılmasını sağlayan sistemdir.

Kaynak: TMMOB, "Türkiye'nin Enerji Görünümü 2018" raporundan türetilmiştir.

Türkiye'de kullanılan bir diğer yenilenebilir enerji kaynağı ise biyokütledir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Türkiye'nin toplam biyokütle potansiyelini 168,7 TWh/yıl olarak tespit etmiştir. Diğer taraftan BEPA 2017 verilerine göre Türkiye'de atıkların enerji potansiyeli 44.228.795 TEP/yıldır. Bunun yaklaşık %90'ı ise bitkisel atıklardan meydana gelmektedir (BEPA, 2017). TEİAŞ 2017 verilerine bakıldığında, biyokütle enerji santrallerinin toplam kurulu gücünün 634,2 MW olduğu ve yıllık üretiminin ise 2.796 GWh olduğu görülmektedir.

Grafik 2'den hatırlanacağı üzere, Türkiye'nin yenilenebilir enerji üretimi içerisinde en önemli pay hidroelektrik santrallere aittir. Toplam elektrik üretiminde hidroelektriğin oranı 1990'larda %40 civarında seyrederken yanlış politikaların izlenmesiyle özellikle de doğalgaz ve kömüre ağırlık verilmesiyle yıllar içerisinde bu oran düşüş göstermiş ve 2018 yılında %20'ye kadar düşmüştür.

Türkiye'nin 2017 yılı toplam elektrik üretim miktarı yaklaşık 264.877 GW/h'dir. Üretilen toplam elektriğin %20'sine denk gelen yaklaşık 53.193 GW/h ise hidroelektrik santrallerinden üretilmiştir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye'nin teorik hidroelektrik potansiyelinin 433 milyar kWh/yıl, teknik potansiyelinin 216 milyar kWh/yıl ve ekonomik potansiyelinin ise 140 milyar kWh/yıl olduğunu hesaplamıştır. Buradan hareketle, Türkiye'nin hidroelektrik kapasitesini verimli bir şekilde kullanamadığı sonucuna ulaşılmaktadır (ETKB, 2018).

Türkiye üç tarafı denizlerle çevrili, su kaynakları bakımından zengin bir ülkedir. Ancak Türkiye'de hidrojen ve deniz kökenli enerji kaynakları neredeyse hiç kullanılmayan kaynaklardır. Doğayı kirletmeyen, ucuz ve temiz bu enerji kaynaklarını değerlendirmek için gerekli AR-GE çalışmalarının yapılması ve ekonomik-teknik potansiyeline yönelik veri tabanlarının oluşturulması öncelikli adım olarak belirlenmelidir.

3. Literatür Taraması

Bireyler ve toplumlar için en önemli kaynaklardan biri enerjidir. Çünkü enerji, sürdürülebilir bir üretim için girdi, kalkınma için itici bir güç ve refahı artırıcı bir unsurdur. Sanayi devrimi ile enerjiye duyulan ihtiyaç artmış ve pratik olan fosil enerji kaynakları kullanılmıştır. Günümüzde enerji kaynaklarının çevreye verdiği tahribatın da dikkate alınması yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeyi gerekli hale getirmiştir. Buradan hareketle sanayi devriminden sonra enerjinin önem kazanması enerji hakkında yapılan çalışmaların sayısını artırırken; günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının öneminin artması ise yenilenebilir enerji kaynakları hakkında yapılan çalışmaların sayısını artırmıştır. Özellikle yenilenebilir enerji-büyüme-çevre konuları çalışmaların odak noktası olmuştur.

Ocal & Aslan (2013) Türkiye için yapmış olduğu çalışmasında yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. 1990-2010 dönemi için kurulan modelde yöntem olarak ARDL Eş bütünleşme Testi kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde negatif etkisinin olduğu ve ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu tespit edilmiştir.

Alper (2018) de Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmada 1990-2017 verileri ve Bayer-Hanck Eş bütünleşme Testi kullanılmıştır. Bu çalışmada Ocal & Aslan (2013)'in aksine yenilenebilir enerji kullanımından ekonomik büyümeye doğru uzun dönemli pozitif ilişki bulunmuştur.

Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasında pozitif ilişki bulan bir diğer çalışma da Durğun & Durğun (2018)'dir. Türkiye için yapılan bu çalışmada 1980-2015 verileri ve ARDL Eş bütünleşme Testi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda ise yenilenebilir enerji kullanımından ekonomik büyümeye doğru uzun dönemli pozitif ilişki bulunmuştur.

Türkiye için yapılmış olan çalışmaların bir diğeri de Dogan (2016)'dır. Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran bu çalışmada 1961-2009 verileri ve ARDL Eş-bütünleşme Testi kullanılmıştır. Bu çalışmada ise yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında kısa veya uzun dönemli bir ilişkinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Erdoğan vd. (2018), 1998-2015 verilerini ve Johansen Eş bütünleşme Testi'ni kullanarak yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme ilişkisini araştırmışlardır. Türkiye için yapılan bu çalışmanın sonucunda ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji üretimine doğru tek yönlü ve uzun dönemli bir ilişki bulunmuştur.

Çoban & Şahbaz Kılınç (2015) çalışmasında yenilenebilir enerji, karbon emisyonu ve GSYH ilişkisi incelenmiştir. Türkiye için yapılan bu çalışmada 1990-2012 dönemi verileri ile Johansen Eş bütünleşme Testi ve Granger Nedensellik Testi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda ise kişi başına yenilenebilir enerji tüketiminden kişi başı karbon emisyonuna negatif yönlü bir ilişki bulunurken; kişi başına GSYH'den kişi başı karbon emisyonuna pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur.

Türkiye için yenilenebilir enerji, karbon emisyonu ve GSYH ilişkisini araştıran bir diğer çalışma Çetin & Sezen (2018)'dir. 1970-2014 verileri ile Johansen-Juselius ve Phillips-Ouliaris Eş bütünleşme Testleri kullanan çalışmaya göre, yenilenebilir enerji tüketimindeki artış hem kişi başına reel GSYH'yi hem de karbon emisyonu azaltmaktadır. Fosil enerji tüketimindeki artış ise hem kişi başına reel GSYH'yi hem de karbon emisyonu artırmaktadır.

Bölük & Mert (2015) çalışmasında Türkiye için yenilenebilir enerji ile karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır. 1961-2010 dönemi verileri ile yapılan bu çalışmada ARDL Eş bütünleşme Testi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi ile karbon emisyonu arasında kısa dönemde pozitif yönlü ilişki bulunurken uzun dönemde negatif yönlü ilişki bulunmuştur.

Türkiye için yapılan bir diğer çalışmada ise milli gelir ve karbon salınımını araştırılmıştır. Çağlar & Mert (2017) tarafından yapılan bu çalışmada 1960-2013 verileri ile Gregory Hansen ve Hatemi-J Eş bütünleşme Testleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, milli gelirdeki artışlar karbon salınımını önce artırmakta daha sonra azaltmaktadır. Buradan hareketle Türkiye'de Kuznets Eğrisi geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışmalara ek olarak, yenilenebilir enerji-büyüme-çevre ilişkisini araştıran diğer ampirik çalışmalar ve elde edilen sonuçlar Ekler bölümünde yer alan Tablo E1'te özetlenmiştir.

4. Ekonometrik Model ve Metodoloji

4.1. Model ve Veri Seti

Bu çalışmada Türkiye'de yenilenebilir enerjinin ekonomiye ve çevreye etkileri incelenmektedir. Bunun için 1972-2015 dönemi Türkiye'de kişi başına doğa üzerindeki reel baskı, kişi başı reel GSYH,

kişi başı GSYH'nin karesi, finansal gelişme, dışa açıklık ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin toplam enerjiye oranı değişkenleri arasındaki kısa ve uzun dönem ilişkileri analiz edilmiştir. Kısa ve uzun dönemli ilişkilerin analizi için ise Johansen Eş bütünleşme testi, ARDL sınır testi ve varyans ayrıştırma analizlerinden yıllık veriler kullanılarak yararlanılmıştır.

Tablo 4. Kişi başına doğa üzerindeki baskı değişkenleri

Net Orman Sömürüsü (\$)	Birim enerji kaynağı kiralanması ve aşırı tomruk kesiminin doğal büyümede meydana getirdiği artışı ifade etmektedir.
Mineral Sömürüsü (\$)	Maden kaynakları stokunun değerinin kalan rezerv ömrüne oranını ifade etmektedir.
Enerji Tüketimi (\$)	Enerji kaynakları stokunun değerinin kalan rezerv ömrüne oranını ifade etmektedir.
Karbondioksit Hasarı (\$)	Fosil enerji kaynakları kullanımından ve çimento üretiminden kaynaklanan karbondioksit emisyonunun zarar maliyetini ifade etmektedir.

Kaynak: Dünya Bankası-WDI

Tablo 5. Betimleyici İstatistikler

Değişken	Kısaltma	Birim	Gözlem Sayısı	Ort.	Maks.	Min.	Std. S.	Kaynak
Kişi başı reel GSYH	Y	\$	46	8.873	9.540	8.348	0.329	Dünya Bankası, WDI
Kişi başı reel GSYH'nin karesi	Y ²	\$	46	78.831	91.003	69.687	5.868	Dünya Bankası, WDI (Yazarların Hesaplaması)
Finansal Gelişme	F	%	46	3.075	4.202	2.609	0.424	Dünya Bankası, WDI
Dışa Açıklık	O	%	46	3.441	4.007	2.208	0.512	Dünya Bankası, WDI
Kişi Başına Doğa Üzerindeki Reel Baskı	D	\$	46	3.954	4.968	2.694	0.598	Dünya Bankası, WDI (Yazarların Hesaplaması)
Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elde Edilen Enerjinin Toplam Enerjiye Oranı	R	%	46	3.500	4.101	2.853	0.307	Dünya Bankası, WDI (Yazarların Hesaplaması)

Not: Çalışmada kullanılan tüm değişkenlerin doğal logaritması alınmıştır.

Ayrıca bu çalışmada kullanılan *kişi başı doğa üzerine baskının* hesaplanmasında Aşıcı (2013)'nın çalışması dikkate alınmış ve bu değişken Türkiye için hesaplanmıştır. Bu durumda kişi başı doğa üzerine baskı değişkeninin bileşenleri aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} \text{Kişi başına doğa üzerindeki baskı} = & +\text{kişi başına karbondioksit hasarı} \\ & +\text{kişi başına mineral sömürüsü} \\ & +\text{kişi başına enerji tüketimi} \\ & +\text{kişi başına net orman sömürüsü} \end{aligned}$$

Çalışmamızda da kullanılacak olan *kişi başına doğa üzerindeki baskı* için kullanılan değerlerin açıklaması Tablo 4'te gösterilmektedir. Çalışmada kullanılacak değişkenlere ilişkin açıklama, kısaltma, kaynak ve betimleyici istatistikler ise Tablo 5'te yer almaktadır.

4.1.1. Johansen Eş bütünleşme Yaklaşımı

Johansen Eş bütünleşme yaklaşımında değişkenler arasında birden fazla eş bütünleşme ilişkisinin olabileceği ortaya koyulmuştur. Modeldeki tüm değişkenlerin içsel kabul edildiği bu yaklaşıma göre normalleştirme için değişken seçilmesinin gerekli olmadığı varsayılmaktadır (Johansen, 1988).

Johansen Eş bütünleşme Yaklaşımına göre, modelde ikiden fazla değişken bulunuyorsa birden fazla eş bütünleştirici vektör bulunma olasılığı vardır. Başka bir deyişle, model kullanılan değişkenler arasında birden fazla denge bulunabilmektedir (Sevüktekin & Nargeleşkenler, 2010).

Tüm bunlardan hareketle, değişkenler arasındaki eş bütünleşmenin olup olmadığı Johansen Eş bütünleşme testi ile test edilmektedir. Johansen testi VAR (Vektör Ardışık-Bağlanımlı Regresyon) analizine dayanmaktadır (Tarı & Yıldırım, 2009).

Johansen yaklaşımında kurulan denklem aşağıdaki gösterilmektedir:

$$Y_t = \sum_{i=1}^p A_i Y_{t-i} - 1 + \beta X_t + U_t \quad (1)$$

Buradaki X_t ve Y_t düzey değerlerinin durağan olmadığı durumda, birinci farkları alınıp durağan hale gelen seriler olmalıdır. Denklemin birinci farkı alınıp tekrar düzenlendiğinde aşağıdaki gibi olmaktadır:

$$\Delta Y_t = \pi Y_t - 1 + \sum_{i=1}^{p-1} \tau_i Y_{t-i} - 1 + \beta X_t + \gamma_t \quad (2)$$

Burada $\pi = \sum_{i=1}^p A_i - I$ ve $\tau_i = -\sum_{j=i+1}^p A_j$ dir. Ayrıca $\pi = \alpha\beta$ şeklinde ifade edilmektedir. α ve β , rankı r ve boyutu $k \times r$ olan iki matrisi ifade etmektedir (Göçer, 2013). Bu modelde r , matrisin rankını ifade ederken; β , uzun dönem eş bütünleşme katsayıları matrisini ve α ise hata düzeltme teriminin katsayısını ifade etmektedir (Tarı, 2010).

Genel olarak ifade edilirse, Johansen eş bütünleşme analizinde matrisin rankına göre $1 \leq r(n) \leq n-1$ olduğu durumda $r(n) = r$ sonucu ortaya çıkmaktadır (Akpolat & Altıntaş, 2013).

4.1.2. Eş bütünleşmeye ARDL Sınır Testi Yaklaşımı

Eş bütünleşme testlerinde serilerin durağanlık özelliklerinin önceden belirlenmesine dair bir takım güçlükler bulunmaktadır. ARDL modeli ise bu önceden belirlenme sorununu çözerek serilerin kısa ve uzun dönemli analiz edilmesini sağlamaktadır (Şahin, 2015).

ARDL sınır testi temelde 3 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada analizde bulunan değişkenlerin uzun dönem ilişkisi araştırılmaktadır. Bu bahsedilen değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisi

belirlenmesi halinde; ikinci aşamada uzun dönem ve üçüncü aşamada ise kısa dönem elastikiyetleri hesaplanmalıdır (Pamuk & Bektaş, 2014).

Genel olarak ARDL(p, q) modelinin denklemi aşağıdaki gibidir (Cergibozan, Çevik & Demir, 2017):

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \sum_{i=1}^p \varphi_i y_{t-i} + \beta' x_t + \sum_{i=0}^{q-1} \beta^{**i} \Delta x_{t-i} + u_t \quad (3)$$

Yukarıdaki denklem polinomal gecikmeli operatörleri $C(L) = 1 - \gamma_1 L - \gamma_2 L^2 - \dots - \gamma_p L^p$ ve $B(L) = 1 - \beta_1 L - \beta_2 L^2 - \dots - \beta_q L^q$ olmak üzere tekrar düzenlendiğinde denklemin daha dar şekli aşağıdaki gibi olmaktadır:

$$C(L)y_t = \mu + B(L)x_t + \delta W_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

ARDL sınır testi, ARDL modelinin hata düzeltme modelinin EKKY ile tahmin edilmesiyle elde edilmektedir. ARDL(p,q) tekniğine dayalı eş bütünleşme test denklemi aşağıdaki gibidir:

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \pi_1 y_{t-1} + \pi_2 x_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \psi_i^2 \Delta y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \zeta_i \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Yukarıdaki denklemde Δ fark operatörünü gösterirken t ise trendi ifade etmektedir. Test istatistiği denklemi aşağıda verilmektedir.

$$F_{BDM} = \frac{(SSR_r - SSR_{ur})/r}{SSR_{ur}/(T-k)} \quad (6)$$

Yukarıdaki denklemde; SSR_r kısıtlı modelin tahmininden elde edilen hata kareler toplamını gösterirken SSR_{ur} ise kısıtsız modelin tahmininden elde edilen hata kareler toplamını ifade etmektedir. r ve (T-k) serbestlik derecelerini ifade etmek üzere, r kısıt sayısını, T toplam gözlem sayısını ve k ise kısıtsız modelde tahmin edilen parametre sayısını göstermektedir (Cergibozan, Çevik & Demir, 2017).

Hesaplanan F istatistiğinin aldığı değerlere göre aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmaktadır (Karagöl, Erbaykal & Ertuğrul, 2007):

-Elde edilen F istatistik değeri alt değerden küçükse, sıfır hipotezi reddedilmez. Ayrıca bu, eş bütünleşme ilişkisinin olmadığı anlamına gelir.

-Elde edilen F istatistik değeri üst değerden büyükse sıfır hipotezi reddedilir. Ayrıca bu, eş bütünleşme ilişkisinin var olduğu anlamına gelir.

-Elde edilen F istatistik değeri, alt ve üst sınıra eşit olduğu durumda ise kesin bir yorum yapılamaz ve eş bütünleşme ilişkisi için diğer yöntemler kullanılmalıdır.

ARDL modelinin diğer eş bütünleşme modellerine göre birtakım avantajları bulunmaktadır. Bu avantajlar şu şekilde sıralanabilir (Pamuk & Bektaş, 2014):

-ARDL modelinde bulunan değişkenlerin I(0) veya I(1) olduğu farketmeksizin uygulanabilmektedir.

-ARDL modeli, kısıtsız hata düzeltme modeli kullanılması durumunda Engle-Granger modeline göre daha iyi sonuç vermesidir.

-ARDL modeli, gözlem sayısının az olduğu durumlarda kullanılabilmekte ve böyle durumlarda Engle-Granger ve Johansen metodlarına göre daha iyi sonuçlar vermektedir

4.2. Ekonometrik Model Sonuçları

Eş bütünleşme testlerine geçilmeden önce, zaman serileri ile değişkenlerin durağanlıkları kontrol edilmiştir. Değişkenlerin durağanlıklarının kontrol edilmesi, Granger & Newbold (1974)'un öne sürdüğü sahte regresyon probleminden kaçınmak için gereklidir (Sarıkovanlık vd., 2019). Bu çalışmada ise değişkenliklerin durağanlıklarını ölçmek için Phillips-Perron (PP) birim kök testi ve artırılmış Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi kullanılmıştır. Buna ilişkin sonuçlar aşağıdaki Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6. ADF birim kök test sonuçları

Değişken	Seviye		Birinci Fark	
	Sabit	Sabit ve Trend	Sabit	Sabit ve Trend
Y	-0.569	-1.806	-6.322***	-6.380***
Y ²	-0.752	-1.581	-6.271***	-6.379***
D	-1.289	-2.650	-6.621***	-6.620***
R	-2.405	-2.876	-7.765***	-7.687***
F	-0.050	-0.586	-5.109***	-5.320***
O	-1.953	-2.201	-5.763***	-5.750***

Not: ***, ** ve * sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir.

ADF birim kök test sonuçlarına göre, değişkenlerimizin hiçbiri seviyesinde durağan değildir fakat tüm değişkenlerimizin birinci farkı alındığında durağan hale gelmiştir. Birim kök testleri ayrıca çalışmada PP birim kök testi ile de test edilmiştir. PP Birim kök testinin sonuçları ise aşağıdaki gibidir.

Tablo 7. PP birim kök test sonuçları

Değişken	Seviye		Birinci Fark	
	Sabit	Sabit ve Trend	Sabit	Sabit ve Trend
Y	-0.603	-1.940	-6.271***	-6.374***
Y ²	-0.807	-1.703	-6.271***	-6.374***
D	-1.290	-2.676	-6.621***	-6.620***
R	-2.405	-2.829	-8.376***	-8.423***
F	-0.434	-0.686	-5.082***	-5.203***
O	-1.952	-2.201	-5.825***	-5.838***

Not: ***, ** ve * sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir.

PP Birim kök testi sonuçlarına göre de, değişkenlerimizin hiçbiri seviyesinde durağan değildir fakat tüm değişkenlerimizin birinci farkı alındığında durağan hale gelmiştir. Başka bir deyişle, değişkenlerimizin tamamı I(1)'dir. Bundan dolayı, bir sonraki aşamada ARDL sınır testi ve Johansen Eş bütünleşme testleri kullanılabilir. Burada ayrıca dikkat edilmesi gereken önemli nokta

değişkenler içerisinde I(2) değişkenlerin olmaması gerektiğidir. Çalışmada kullanılan değişkenler için böyle bir sorun olmadığı hem ADF hem de PP birim kök test sonuçlarından anlaşılmaktadır.

ARDL testinin uygulanmasında önemli olan ilk unsur gecikme uzunluklarının belirlenmesidir. Bunun için çalışmamızda Schwarz Bilgi Kriteri kullanılmıştır. Ayrıca çalışmamızda yapılan ARDL sınır testi sonuçları Tablo 8'da verilmektedir.

Tablo 8. ARDL eş bütünlüşme test sonuçları

ARDL Sınır Testi		Kritik değerler %5		Kritik değerler %1		
Tahmin Modeli	Optimal gecikme	F-stat	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
F(D Y, Y ² , R, F, O)	(1, 1, 1, 0, 0, 0)	5.16	2.69	3.83	3.67	5.02

Not: I(0) alt kritik değeri ve I(1) üst kritik değeri ifade etmektedir (Pesaran, Shin & Smith, 2001).

Tablo 8'e bakıldığında, D, Y ve Y2 değişkenleri için 1; R, F ve O değişkenleri için ise 0 gecikme uzunluğu çalışmamızda Schwarz Bilgi Kriterine göre uygun bulunmaktadır.

ARDL tahmin sonuçlarına göre, tahmin etmiş olduğumuz modelin F istatistiği kritik değerlerin üzerindedir. Bu durum ise değişkenlerimiz olan çevreye verilen zarar, milli gelir, milli gelirin karesi, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji miktarı, finansal gelişme ve dışa açıklık arasında uzun dönemde ilişki bulunduğunu ifade etmektedir. Bu uzun dönemli ilişki, çalışma dönemi olan 1972-2015 döneminde %1'de istatistiksel olarak anlamlıdır. Bir sonradaki aşamada, ARDL testinden elde edilen uzun dönemli ilişkinin tutarlılığını test etmek için ayrıca Johansen Eş bütünlüşme testi kullanılmaktadır. Buna ilişkin sonuçlar Tablo 9'da gösterilmektedir.

Tablo 9. Johansen eş bütünlüşme test sonuçları

	Test İstatistikleri			
	İz		Maksimum Özdeğer	
	Test İstatistiği	5 % C.V.	Test İstatistiği	5 % C.V.
$D_t = f(Y_t, Y 2_t, R_t, F_t, O_t)$				
r = 0	124.1*	95.8	51.9*	40.1
r ≤ 1	72.2*	69.8	27.7	33.9
r ≤ 2	44.5	47.9	17.6	27.6
r ≤ 3	26.9	29.8	15.4	21.1
r ≤ 4	11.5	15.5	11.2	14.3
r ≤ 5	0.3	3.8	0.3	3.8

Not: *, %5 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 9'da yer alan Johansen Eş bütünlüşme Test sonuçlarına göre, değişkenler arasında uzun dönemde ilişki olduğu ve değişkenler arasında tek bir tane eş bütünlüşme vektörü yer aldığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu durum hem maksimum özdeğer ve iz istatistiklerinin kritik değerleri aşmasından anlaşılmaktadır. Her iki istatistiğin de kritik değerleri aşması durumu, değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olmadığı yönündeki sıfır hipotezinin ret edilmesini ve alternatif olan eş bütünlüşme

ilişkisi olduğu yönündeki hipotezin kabul edilmesini ifade etmektedir. Buradan hareketle, ARDL eş bütünlüşme testinden elde edilen değişkenler arasında uzun dönemde ilişki olduğu sonucu güvenilir ve tutarlı görünmektedir.

Yukarıdaki sonuçlara ulaşılmasının ardından, modelde yer alan değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem dinamikler araştırılmaktadır. ARDL tahmin modelinden elde edilen kısa ve uzun dönem katsayılar Tablo 10'da yer almaktadır.

Tablo 10. Kısa ve uzun dönem sonuçlar

Bağımlı Değişken: D		Katsayılar	
Değişkenler	Kısa dönem katsayılar	Uzun dönem katsayılar	
Y	12.331 (3.033)***	44.696 (3.504)***	
Y ²	-0.669 (-2.911)***	-2.424 (-3.369)***	
R	-0.104 (1.994)*	-0.379 (2.802)***	
F	0.096 (1.362)	0.349 (1.976)*	
O	0.135 (2.800)**	0.488 (2.490)**	
SABİT	-55.051 (-3.060)***	-199.537 (-3.542)***	
ECT(-1)	-0.276 (-6.502)***		
Tamsal Testler		p-değeri	
χ^2 SERIAL		0.12	
χ^2 WHITE		0.42	
χ^2 NORMAL		0.76	
χ^2 RESET		0.40	

Not: ***, ** ve * sırasıyla % 1, % 5 ve % 10 seviyesinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 10'a göre uzun dönemde kişi başı reel GSYH artışı çevreye verilen zararı istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde etkilemektedir. Kişi başı reel GSYH'nin katsayısı %1'de anlamlı bulunmuştur. Sonuçlara göre Kişi başı reel GSYH'de meydana gelen %1'lik bir artış kişi başına doğa üzerindeki reel baskıyı kısa dönemde yaklaşık %13, uzun dönemde ise yaklaşık %45 oranında artırmaktadır. Bu durum Türkiye enerji yapısının fosil kaynaklara dayanmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü milli gelirin artması üretimden, üretimin artması ise enerji kullanımından beslenmektedir. Enerji üretiminde fosil kaynaklarının kullanılması durumunda ise çevreye verilen zararın da artması beklenen bir sonuçtur. Ayrıca kişi başı reel GSYH'nin karesi uzun dönemde çevreye verilen zararı %1 anlamlılık düzeyinde negatif yönde etkilemektedir.

Dışa açıklığın artması, çevreye verilen zararı %5 anlam düzeyinde pozitif yönde etkilemektedir. Ayrıca dışa açıklıkta meydana gelen %1'lik artış, çevreye verilen zararı kısa dönemde %0,135; uzun dönemde ise yaklaşık %0.49 oranında artırmaktadır. Çalışmamızda kullanılan dışa açıklık, ithalat ve ihracat toplamının GSYH'ye oranını ifade etmektedir ve $(X+M)/GSYH$ şeklinde formüle edilmektedir. Türkiye açısından ihracatın artması üretimi arttıracak, fosil kaynaklarla meydana gelen üretim artışı ise çevre üzerindeki baskıyı artacaktır.

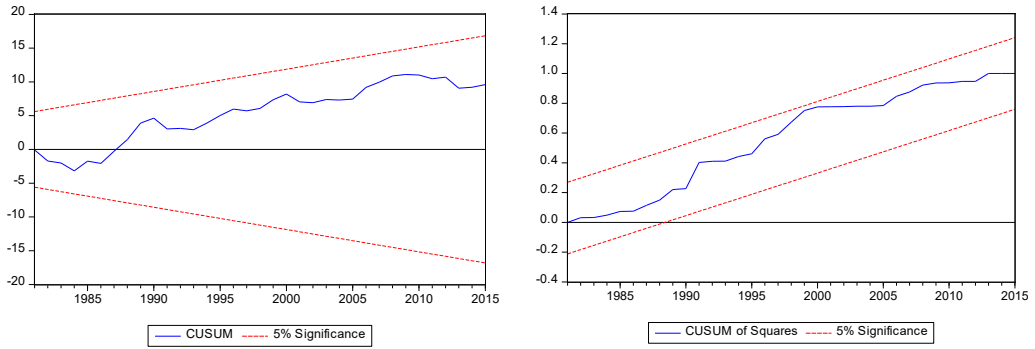
Buna ek olarak uzun dönemde finansal gelişme, çevreye verilen zararı %10 anlamlılık düzeyinde pozitif yönde etkilemektedir. Sonuçlara göre finansal gelişmede meydana gelen %1'lik bir artış kişi başına doğa üzerindeki reel baskıyı kısa dönemde yaklaşık %0,1; uzun dönemde ise yaklaşık %0,35 oranında artırmaktadır. Çünkü finansal gelişmenin sağlanabilmesi için enerji tüketimi gereklidir (Sadorsky, 2011) ve Türkiye'de enerjinin çok büyük bir kısmı fosil kaynaklardan sağlanmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji miktarındaki artış ise %1 anlamlılık düzeyinde çevreye verilen zararı negatif yönde etkilemektedir. Sonuçlara göre yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji miktarındaki artışta meydana gelen %1'lik bir artış kişi başına doğa üzerindeki reel baskıyı kısa dönemde yaklaşık %0,1; uzun dönemde ise yaklaşık %0,38 oranında azaltmaktadır. Çünkü yenilenebilir enerji kaynakları, atık ve kalıntılar bakımından çevre dostu ve yenilenme süresi bakımından sürdürülebilir kaynaklardır. Fosil kaynakların aksine kullanıldıklarında karbon emisyonuna ve çevre kirliliğine neden olamaz. Bu nedenlerden dolayı, enerji üretiminde temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması durumunda çevreye verilen zararın ve doğa üzerindeki reel baskının azalması beklenen sonuçlar arasındadır.

Değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkinin varlığı için hata düzeltme terimi olan $ECT(-1)$ 'in negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması oldukça önemli bir durumdur. Bizim çalışmamızda da bu değer negatif ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Buna göre kısa dönemde ortaya çıkan dengesizliklerin yaklaşık %28'i bir sonraki dönemde düzeltilerek uzun dönem dengesine yaklaşmaktadır.

Çalışmadaki tanısal test sonuçlarına bakıldığında çalışmanın otokorelasyon, değişen varyans, normallik, yapısal form gibi sorunlarının olmadığı görülmektedir. Bunlara ek olarak yapılan uzun ve kısa dönem tahminlerin istikrarlılığını test etmek için *CUSUM* ve *CUSUM Square* testleri kullanılmıştır. Ardışık hataların kümülatif toplamını gösteren *CUSUM* testi veri setinde kırılma olup olmadığı hakkında kabaca bilgi vermektedir. Daha ayrıntılı bilgi edinmek için *CUSUM Square* testi uygulanmaktadır. Ardışık hataların kareleri ile hesaplanan *CUSUM Square* testi ile modelin hata grafiği belli bir güven aralığında çizilerek sınırlar belirlenmektedir. Bu sınırlar içerisinde yapısal değişikliklerin olmadığı, sınırların dışına çıkıldığında ise yapısal değişikliklerin olduğu anlaşılmaktadır.

CUSUM ve *CUSUM Square* testlerine göre, tahmin edilen tüm katsayılar %5 anlamlılık düzeyi için belirlenen kritik değerler içerisinde yer almaktadır. Buradan hareketle tahmin edilen parametreler örneklem periyodunda oldukça istikrarlı görünmektedir. Çalışmamızda uygulanan *CUSUM* ve *CUSUM Square* test sonuçları aşağıdaki Grafik 3'te gösterilmektedir.

Grafik 5. Cusum ve cusum square sonuçları

Yukarıda ARDL ve Johansen Eş bütünleşme test sonuçlarına yer verildikten sonra bu aşamada varyans ayrıştırması sonuçları aşağıdaki tablolarda sunulmaktadır.

Tablo 11. Doğa üzerindeki reel baskının varyans ayrıştırması

Dönemler	D	F	Y	R	Y ²	O
1	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	97.99679	0.027039	0.851328	0.985146	0.002602	0.137092
3	93.72491	0.056125	3.468190	2.533961	0.014053	0.202756
4	87.63441	0.061304	7.856696	4.235325	0.040101	0.172161
5	80.40166	0.053535	13.31531	5.847238	0.083145	0.299109
6	72.77921	0.064575	18.88242	7.236427	0.141196	0.896176
7	65.39901	0.117786	23.79717	8.356449	0.209390	2.120191
8	58.66898	0.214834	27.69315	9.219869	0.282391	3.920770
9	52.77787	0.340789	30.54035	9.867715	0.356014	6.117263
10	47.75579	0.475478	32.49449	10.34705	0.427696	8.499490

Çevreye verilen zararda meydana gelen değişimlerin birinci dönemde %100'ü kendisi tarafından açıklanmaktadır. Beşinci döneme geldiğimizde yaklaşık %80'i kendisi tarafından açıklanırken %0,05'i finansal gelişmeden, %13'ü milli gelirden, yaklaşık %6'sı yenilenebilir enerjiden, %0,08'i milli gelirin karesinden ve %2'si dışa açıklıktan kaynaklanmaktadır. Onuncu dönemde ise %48'i kendisinden, %0.48'i finansal gelişmeden, %33'ü milli gelirden, %10'u yenilenebilir enerjiden, %0,4'ü milli gelirin karesinden ve %9'u dışa açıklıktan kaynaklanmaktadır.

Uzun dönemde çevreye verilen zarara en fazla sebebiyet veren unsur geçmişten gelen ve kümülatif olarak ilerleyen çevre kirliliğidir. En fazla etkili ikinci unsur ise reel milli gelirdir. Çünkü milli gelirin artması için üretim gerekmektedir ve Türkiye'de üretim ise geleneksel enerji kaynakları ile sağlanmaktadır. Bu durumda geleneksel enerji kaynaklarının kirlletici etkisi, üretim arttıkça çevreye verilen zararın da artmasına neden olmaktadır. Üretimde geleneksel enerji yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması bu problemin bir çözümü olabilir. Finansal gelişme ile doğa üzerindeki reel baskı arasında zayıf bir ilişki bulunmaktadır. Bunun nedeni ise finans piyasalarındaki sermaye

fazlasının ya da verilen kredilerin tümünün yatırım ve üretimde kullanılmamasıdır. Atıl kalan fonlar üretimin ve dolayısıyla büyümenin artmasını sağlamamaktadır. Buradan hareketle çevreye verilen zarar da çok fazla artmamaktadır. Uzun dönemde çevreye verilen zararda meydana gelen değişimlerin %10'u yenilenebilir enerji ile açıklanmaktadır. Bu oranın düşük olmasının arkasında yenilenebilir enerji kullanımının düşüklüğünün yattığı düşünülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artması ve yenilenebilir enerjinin yaygınlaşması durumunda bu oranın artacağı ve çevreye verilen zararın azalacağı öngörülmektedir.

Tablo 12. Finansal gelişmenin varyans ayrıştırması

Dönemler	D	F	Y	R	Y ²	O
1	2.065436	56.89612	24.30994	8.464754	3.488271	4.775478
2	3.770205	55.30401	18.92433	13.58909	3.278598	5.133766
3	5.006239	53.11997	16.24954	17.56318	3.101400	4.959667
4	5.774185	50.98968	15.07822	20.55958	2.949072	4.649262
5	6.178419	49.03531	14.80742	22.80327	2.807625	4.367953
6	6.332175	47.24910	15.10662	24.47156	2.668803	4.171739
7	6.329435	45.60124	15.76425	25.69737	2.529876	4.077834
8	6.238896	44.06544	16.62955	26.58176	2.391455	4.092895
9	6.106618	42.62250	17.59275	27.20275	2.255628	4.219758
10	5.961459	41.25892	18.57710	27.62093	2.124770	4.456822

Finansal gelişmede meydana gelen değişimlerin birinci dönemde %57'si kendisi tarafından, %2'si çevreye verilen zarardan, %24'ü milli gelirden, %8'i yenilenebilir enerjiden, %3'ü milli gelirin karesinden ve %5'i dışa açıklıktan kaynaklanmaktadır. Beşinci döneme geldiğimizde %49'u kendisi tarafından açıklanırken %6'sı çevreye verilen zarardan, %15'i milli gelirden, %23'ü yenilenebilir enerjiden, %3'ü milli gelirin karesinden ve %4'ü dışa açıklıktan kaynaklanmaktadır. Onuncu dönemde ise %41'i kendisinden, %6'sı çevreye verilen zarardan, %19'u milli gelirden, %28'i yenilenebilir enerjiden, %2'si milli gelirin karesinden ve %5'i dışa açıklıktan kaynaklanmaktadır.

Tablo 13. Kişi başı reel GSYH'nın varyans ayrıştırması

Dönemler	D	F	Y	R	Y ²	O
1	11.88192	0.000000	88.11808	0.000000	0.000000	0.000000
2	11.52876	0.601623	82.36730	2.623270	0.011143	2.867902
3	10.52468	1.324418	75.20669	5.913519	0.033918	6.996769
4	9.457599	1.893022	68.89573	8.638976	0.064260	11.05041
5	8.528668	2.276386	63.82655	10.61850	0.099371	14.65052
6	7.774110	2.509690	59.83136	11.98114	0.137528	17.76617
7	7.177231	2.633630	56.66157	12.89335	0.177640	20.45658
8	6.709549	2.680710	54.10927	13.49028	0.218982	22.79120
9	6.343723	2.674689	52.02113	13.86916	0.261054	24.83024
10	6.056791	2.632594	50.28746	14.09705	0.303504	26.62260

Kişi başı reel GSYH'de meydana gelen değişimlerin birinci dönemde %88'i kendisi tarafından ve %12'si çevreye verilen zarardan kaynaklanmaktadır. Beşinci döneme geldiğimizde yaklaşık %64'ü kendisi tarafından açıklanırken %9'u çevreye verilen zarardan, %3'ü finansal gelişmeden, %11'i yenilenebilir enerjiden, %0,1'i milli gelirin karesinden ve %15'i dışa açıklıktan kaynaklanmaktadır. Onuncu dönemde ise yaklaşık %50'si kendisinden, %6'sı çevreye verilen zarardan, %3'ü finansal gelişmeden, %14'ü yenilenebilir enerjiden, %0,3'ü milli gelirin karesinden ve %27'si dışa açıklıktan kaynaklanmaktadır.

Onuncu dönemde reel GSYH'nin yarısı kendisi ile açıklanmaktadır. Başka bir deyişle önceki dönemlerde yapılan yatırımlar, uzun dönemde GSYH'nin yarısını oluşturmaktadır. Türkiye'de üretimin geleneksel enerji kaynakları ile yapılmasından dolayı çevre kirliliği ve reel GSYH arasında bir ilişki bulunmaktadır ve bu ilişki uzun dönemde %6 oranındadır.

Onuncu dönemde reel GSYH'deki değişikliklerin yaklaşık %3'ünün finansal gelişme ile açıklanması, tasarrufların ve verilen kredilerin çok az bir kısmının yatırımlara aktarılmasından kaynaklanmaktadır. Kredilerin yatırıma dönüşme oranı artarsa reel milli gelirin de artması beklenmektedir.

Diğer taraftan onuncu dönemde reel GSYH'nin %14'ü yenilenebilir enerji ile açıklanmaktadır. Yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyümeyi arttırması sonucu çalışmamızın öngörülerinden birisini oluşturmaktadır. Bu sonuca göre de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması reel GSYH'yi yani ekonomik büyümeyi arttırmaktadır. Bu oranın %14 düzeyinde kalması ise yenilenebilir enerji kullanım oranlarının düşük kalmasından kaynaklanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma oranlarının artması ve özellikle kullanılan teknolojinin ülke içinde üretilmeye başlanması ile bu oran oldukça yüksek seviyelere ulaşabilecektir.

Dışa açıklığın GSYH'de meydana gelen değişimi açıklamada ikinci sırada önem taşıyan değişken olduğu görülmektedir. Bu durum, Türkiye ekonomisi açısından oldukça beklenir bir durumdur. Çünkü Türkiye ekonomisinin büyümesi büyük ölçüde dış ticarete bağlıdır. Hatta birçok ihracat ürününün üretilmesi için ithalat yapılması gerekmektedir ve bu ithalat kalemlerinin en önemlisi enerjidir. Bu sebeple çalışmada dışa açıklık tanımı olarak yer alan ihracat ve ithalat toplamının GSYH'ye oranının ekonomik büyüme üzerine etkisi olduğu düşünülmektedir.

Tablo 14. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin varyans ayrıştırması

Dönemler	D	F	Y	R	Y ²	O
1	0.003048	0.000000	8.155236	91.74558	0.096139	0.000000
2	2.742197	0.714579	6.588772	89.20534	0.214270	0.534839
3	6.976135	1.347565	9.117248	81.63867	0.359356	0.561027
4	10.44682	1.588327	12.54940	74.29016	0.508567	0.616728
5	12.48700	1.594725	15.18941	68.72499	0.651100	1.352775
6	13.34078	1.530280	16.75916	64.77043	0.782039	2.817311
7	13.46854	1.466219	17.51277	61.95901	0.899117	4.694343
8	13.26182	1.417647	17.77587	59.92267	1.002014	6.619972
9	12.97051	1.381793	17.79409	58.41911	1.091812	8.342688
10	12.71796	1.355495	17.71500	57.29055	1.170293	9.750712

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjide meydana gelen değişimlerin birinci dönemde yaklaşık %92'si kendisi tarafından, çok az bir kısmı çevreye verilen zarardan ve yaklaşık %8'i milli gelirden, %0,1'i milli gelirin karesinden kaynaklanmaktadır. Beşinci döneme geldiğimizde yaklaşık %69'u kendisi tarafından, %12'si çevreye verilen zarardan, %2'si finansal gelişmeden, %15'i milli gelirden, %0,6'sı milli gelirin karesinden ve %1,4'ü dışa açıklıktan kaynaklanmaktadır. Onuncu dönemde ise %57'si kendisi tarafından, %13'ü çevreye verilen zarardan, %1,4'ü finansal gelişmeden, %18'i milli gelirden, %1,2'si milli gelirin karesinde ve %10'u dışa açıklıktan kaynaklanmaktadır.

Tablo 15. Kişi başı reel GSYH'nin karesinin varyans ayrıştırması

Dönemler	D	F	Y	R	Y ²	O
1	12.40016	0.000000	87.54910	0.000000	0.050736	0.000000
2	12.16976	0.577205	82.12303	2.385047	0.094242	2.650716
3	11.28729	1.283765	75.40272	5.406692	0.142286	6.477249
4	10.31151	1.853980	69.44792	7.947125	0.192068	10.24739
5	9.445009	2.251265	64.63554	9.824481	0.242575	13.60113
6	8.732755	2.504641	60.82494	11.14252	0.293376	16.50177
7	8.165657	2.650875	57.79268	12.04570	0.344216	19.00087
8	7.720343	2.720300	55.34767	12.65435	0.394908	21.16243
9	7.372602	2.735513	53.34681	13.05648	0.445310	23.04329
10	7.101299	2.712918	51.68666	13.31361	0.495310	24.69020

Kişi başı reel GSYH'nin karesinde meydana gelen değişimlerin birinci dönemde %0.05'i kendisi tarafından, %12'si çevreye verilen zarardan, %88'i milli gelirden ve çok az bir kısmı milli gelirin karesinden kaynaklanmaktadır. Beşinci döneme geldiğimizde %65'i kendisi tarafından, %9'u çevreye verilen zarardan, %2'si finansal gelişmelerden, %65'i milli gelirden, %10'u yenilenebilir enerji kaynaklarından, %0,2'si milli gelirin karesinden ve %14'ü dışa açıklıktan kaynaklanmaktadır. Onuncu dönemde ise %0,5'i kendisi tarafından, %7'si çevreye verilen zarardan, %3'ü finansal gelişmelerden, %52'si milli gelirden ve %13'ü yenilenebilir enerji kaynaklarından, %0,5'i milli gelirin karesinden ve %25'i dışa açıklıktan kaynaklanmaktadır.

Tablo 16. Dışa açıklık değişkeninin varyans ayrıştırması

Dönemler	D	F	Y	R	Y ²	O
1	3.385698	0.000000	0.826790	0.809114	3.852693	91.12571
2	2.288339	0.221441	0.545960	0.498610	4.234343	92.21131
3	1.805441	0.751292	0.435982	0.440686	4.581543	91.98506
4	1.716648	1.576441	0.428149	0.543833	4.890257	90.84467
5	1.823083	2.642670	0.458763	0.751461	5.158735	89.16529
6	1.986605	3.868869	0.489392	1.024260	5.387748	87.24313
7	2.132222	5.167045	0.505646	1.332881	5.580184	85.28202
8	2.231933	6.459339	0.507599	1.655211	5.740262	83.40566
9	2.284825	7.687615	0.500642	1.975246	5.872690	81.67898
10	2.301424	8.815634	0.490082	2.282258	5.982017	80.12858

Dışa açıklıkta meydana gelen değişimlerin birinci dönemde %91'i kendisi tarafından, %3'ü çevreye verilen zarardan, %0,8'i milli gelirden ve %0,8'i yenilenebilir enerjiden, %4'ü milli gelirin karesinden kaynaklanmaktadır. Beşinci döneme geldiğimizde %89'u kendisi tarafından, %2'si çevreye verilen zarardan, %3'ü finansal gelişmelerden, %0,5'i milli gelirden, %0,8'i yenilenebilir enerji kaynaklarından ve %5'i milli gelirin karesinden kaynaklanmaktadır. Onuncu dönemde ise %80'i kendisi tarafından, %2'si çevreye verilen zarardan, %9'u finansal gelişmelerden, %49'u milli gelirden, %2'si yenilenebilir enerji kaynaklarından ve %0,6'sı milli gelirin karesinden kaynaklanmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları maliyet açısından termik santrallerle rekabet edebilecek düzeye gelmiştir. Buna karşın çevreye ve insana verdiği zararlar bakımından da fosil enerji kaynaklarına göre oldukça avantajlı bir durumdadır. Bu noktada, dünya üzerinde sınırlı miktarda bulunan ve dünya geneline eşit olarak dağılmayan fosil enerji kaynaklarına yönelmek yerine, dünya geneline daha adil ve eşit dağılan, kullanıldıkça kendini yenileyen yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek daha akılcı bir davranış olacaktır. Ancak, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanacak ülkeler kurulum teknolojileri bakımından yetersiz ise gerekli olan teknolojiyi ithal etmek zorunda kalacaktır. Böyle bir durumda ise ithalat kaleminin içeriği değişmiş ama dışa bağımlılık değişmemiş olacaktır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarından optimum seviyede yararlanabilmek için Türkiye'nin gerek duyduğu teknolojiyi ithal etmemesi ve gerekli teknolojik altyapıyı geliştirmesi gerekmektedir.

Türkiye sürdürülebilir ve yüksek büyümeyi amaçlayan gelişmekte olan bir ülkedir. Türkiye'nin bu amaçları yerine getirebilmesi için üretimini ve ihracatını artırması gerekmektedir. Bunları yapabilmesi için gerekli olan en önemli girdilerden biri enerjidir. Ama Türkiye enerjiyi ithal eden ve enerjide dışa bağımlı bir ülke konumundadır. Bu durumda Türkiye'nin enerji tüketimini artırması, enerjide dışa bağımlılığı da artıracaktır. Görüldüğü gibi Türkiye'nin önündeki en büyük engellerden biri, enerji ithalat oranları ve buna bağlı olarak ortaya çıkan ithalat giderleridir.

Türkiye'nin enerji kullanımında ithal enerjinin payı 1960'ta %12 seviyesinden 1980'de %45'e, 2000'de %60'a ve 2015'te %75'e kadar yükselmiştir. Bu durumun en önemli sebebi enerji üretiminin fosil kaynaklara dayanmasıdır. Çünkü Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zengin olduğu kadar fosil enerji kaynakları bakımından fakir bir ülkedir. Türkiye'nin enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları payının artırılması ve bunun için yatırım ve teşviklerin yapılması, enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasında etkili ve mantıklı bir yoldur. Ancak Türkiye'de uygulanan plansız ve/veya yanlış politikalar ve teknolojik yetersizlikler buna engel olmaktadır.

Enerji arz güvenliğinin sağlanması, enerjide dışa bağımlılığın azaltılması ve cari açığın azaltılması için yerli, milli, güvenli ve ucuz yenilenebilir kaynaklarının iyi ve verimli bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca Türkiye'nin enerji arz güvenliği endeksinin objektif olarak, sayısal yöntemlerle en güvenilir biçimde değerlendirilmesi, Türkiye'nin enerji politikalarının doğru bir biçimde belirlenmesinde oldukça önemlidir. Bu bağlamda Türkiye, güncel bir enerji arz güvenliği endeksi oluşturmalı ve meydana gelen değişimleri sürekli takip etmelidir. Ayrıca ciddi bir biçimde enerji arz güvenliği tahminleri yapılmalı ve olası muhtemel şoklara karşı önceden önlem alınmalıdır.

Yenilenebilir enerji kaynakları genel itibariyle çevreye uyumlu, temiz ve risksiz kaynaklardır. Ancak güneş enerji sistemlerinin çok yer kapladığı, rüzgâr tribünlerinin göç yollarını olumsuz etkilediği, jeotermal enerjinin kirletici atık su bıraktığı, biyokütle enerji santrallerinde gaz sıkışması sonucunda patlamalar görüldüğü gibi nedenlerden dolayı karşı çıkanlar olmaktadır. Bu sorunların hepsi gerekli önlemler alınması durumunda problem olmaktan çıkarılabilir. Örneğin, güneş enerji santrallerinin verimli arazilere değil de kurak ve atıl bulunan arazilere kurulması, rüzgâr tribünleri kurulduğunda göç yollarının göz önünde bulundurulup göç yollarının haricindeki güzergâhlara kurulması, jeotermal enerjinin atık sularının tekrar yer altına gönderilmesi, biyokütle enerji santrallerinde ise gaz sıkışmalarını önleyici tedbirler alınarak olası patlamaların önüne geçilmesi gibi önlemlerle yenilenebilir enerji kaynaklarının dezavantajları ortadan kaldırılabilir.

Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları doğaya sıkı sıkıya bağlı olduğundan; enerji üretimi de doğal olaylardan oldukça fazla etkilenmektedir. Örneğin, rüzgârın yavaşlaması, iklim değişiklikleri sonucunda bulutlu gün sayısının artması veya akarsu rejimlerinin değişmesi gibi durumlar, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilecek elektrik miktarını etkileyecektir. Bu durumda 3 farklı strateji izlenebilir: Yenilenebilir enerji kaynakları geleneksel kaynaklarla birlikte kullanılabilir, elektrik üretiminde kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları çeşitlendirilebilir veya elde edilen elektriğin depolanmasına yönelik teknoloji geliştirilebilir. Bu stratejilerin izlenmesi durumunda yenilenebilir enerji kaynakları kullanmanın bir dezavantajı olan doğa olaylarından etkilenmenin sonuçları azaltılabilmekte hatta sıfır düzeyine indirilebilmektedir.

5. Sonuç

Dünya nüfusundaki artışa paralel olarak mal ve hizmetlerin üretim ve tüketimi de artmıştır. Buna bağlı olarak enerji ihtiyacında da bir artış gözlemlenmektedir. Küreselleşmiş bir dünyada, ülkelerin, kendi vatandaşlarına ve diğer ülkelerin vatandaşlarına yeterli üretimi sağlayabilmesi için yeni enerji kaynaklarına yönelmesi veya mevcut kaynaklarından daha fazla enerji üretmesi gerekmektedir. Buradan hareketle günümüz modern ve endüstrileşmiş ülkeler için enerji oldukça önemli bir girdidir. Bu noktada, dünya üzerinde sınırlı miktarda bulunan ve dünya geneline eşit olarak dağılmayan fosil enerji kaynaklarına yönelmek yerine, dünya geneline daha adil ve eşit dağılan, kullanıldıkça kendini yenileyen yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek daha akılcı bir davranış olacaktır.

Bu çalışmada, Türkiye'de tüketilen enerjinin yenilenebilir kaynaklarla üretilmesinin ekonomiye ve çevreye etkileri incelenmektedir. Bunun için 1972-2015 dönemi yıllık verileri kullanılarak Türkiye ekonomisi için kişi başına doğa üzerindeki reel baskı, kişi başı reel GSYH, kişi başı reel GSYH'nin karesi, finansal gelişme, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin toplam enerjiye oranı ve dışa açıklık değişkenleri arasındaki kısa ve uzun dönem dinamikleri analiz edilmektedir. Ayrıca kişi başına doğa üzerindeki reel baskının hesaplanmasında kişi başına karbondioksit hasarı, kişi başına mineral sömürüsü, kişi başına enerji tüketimi ve kişi başına net orman sömürüsü değişkenleri

kullanılmaktadır. Bu amaçları gerçekleştirmek için çalışmada yöntem olarak Johansen ve ARDL eş bütünlüşme testlerinin yanı sıra varyans ayrıştırma analizi kullanılmıştır.

Çalışmadan elde edilen temel sonuçlara göre, kişi başına doğa üzerindeki reel baskı, kişi başı reel GSYH, kişi başı reel GSYH'nin karesi, finansal gelişme, dışa açıklık ve yenilenebilir enerji arasında uzun dönemli ilişki olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Başka bir deyişle bu değişkenler uzun dönemde beraber hareket etmekte yani aralarında sıkı bir bağ bulunmaktadır. Değişkenler arasında eş bütünlüşmenin olduğu hem Johansen hem de ARDL eş bütünlüşme testleri ile ortaya koyulmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre reel GSYH, finansal gelişme ve dışa açıklığın artması çevreye verilen zararı arttırırken; reel GSYH'nin karesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin toplam enerji içindeki payının artması ise çevreye verilen zararı azaltmaktadır. Bu bağlamda, Türkiye'nin istikrarlı büyüme oranlarına ulaşması ve çevreye verilen zararı minimize etmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarını daha iyi değerlendirmesi gerekmektedir.

Johansen ve ARDL eş bütünlüşme testlerinin yanı sıra yapılan varyans ayrıştırma analizi, doğa üzerindeki reel baskıya en fazla sebebiyet veren değişkenin kişi başı reel GSYH olduğunu göstermektedir. Kişi başı reel GSYH'nin aksine yenilenebilir enerji, doğa üzerindeki reel baskının azaltılmasında önemli bir değişken olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir diğer vurgulanması gereken nokta ise yenilenebilir enerji kaynaklarının reel GSYH üzerindeki etkisidir. Uzun dönemde kişi başı reel GSYH'deki değişimlerin %14'ü yenilenebilir enerji ile açıklanmaktadır. Elbette ki yenilenebilir enerjinin reel GSYH'ye şu an ki katkısı düşük olabilir. Ancak Türkiye gibi cari açığının büyük bir bölümün enerji ithalatından kaynaklanan ülkelerde, kendi enerjisini üretecek imkâna sahip olması ve dolayısıyla enerji ithalatının önüne geçmesi ile birlikte ekonomi üzerindeki katkısının daha da büyük olacağı düşünülmektedir. Ayrıca Türkiye'nin yenilenebilir enerjiden faydalanarak kendi enerjisini üretebilecek düzeye gelmesinin dışardan gelen krizler veya dış şokların ekonomiye verdiği zararın büyük ölçüde azalacağı düşünülmektedir. Ancak, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelirken gerekli teknolojiyi ithal etmesi ithalat kaleminin içeriği değiştirmiş ama dışa bağılılığı değiştirmemiş olacaktır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarından optimum seviyede yararlanabilmek için Türkiye'nin gerek duyduğu teknolojiyi ithal etmemesi ve gerekli teknolojik altyapıyı geliştirmesi gerekmektedir. Bu bakımdan Türkiye'nin verimi yüksek yenilenebilir enerji kaynaklarına ve teknolojisine uzun dönemli yatırımlar yapması oldukça önemli ve yerinde bir karar olacaktır. Yatırımların artırılması için gerekli olan teşvikler sağlanmalı ve yatırımları zorlaştırıcı prosedürler kaldırılmalıdır.

Kaynaklar

Akay, E. Ç., Abdieva, R. & Oskonbaeva, Z. (2015). Yenilenebilir enerji tüketimi, iktisadi büyüme ve karbondioksit emisyonu arasındaki nedensel ilişki: Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkeleri örneği. *International Conference on Eurasian Economies-Session 4D: Çevre ve Enerji*. 628-636.

- Akpolat, A. G. & Altıntaş, N. (2013). Enerji tüketimi ile reel GSYİH arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi: 1961-2010 dönemi. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*. 8(2). 115-127.
- Al-Mulali, U., Fereidouni, H. G., Lee, J. Y. & Sab, C. N. B. C. (2013). Examining the bi-directional long run relationship between renewable energy consumption and GDP growth. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 22(1). 209-222.
- Alper, F. Ö. (2018). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: 1990-2017 Türkiye örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*. 8(2). 223-242.
- Amri, F. (2017). Intercourse across economic growth, trade and renewable energy consumption in developing and developed countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 69(1). 527-534.
- 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.
- Aşıcı, A. A. (2013). Economic growth and its impact on environment: A panel data analysis. *Ecological Indicators*. 24(1). 324-333.
- Bakırtaş, İ. & Çetin, M. (2016). Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: G-20 ülkeleri. *Sosyoekonomi*. 24(28). 131-146.
- Bayrak, M. & Esen, Ö. (2014). Türkiye'nin enerji açığı sorunu ve çözümüne yönelik arayışlar. *Ataturk University Journal of Economics & Administrative Sciences*. 28(3). 139-158.
- Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I., & Bhattacharya, S. (2016). The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries. *Applied Energy*. 162(1). 733-741.
- Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası (BEPA). (2017). <https://bepa.enerji.gov.tr/> adresinden alındı.
- Bölük, G. & Mert, M. (2015). The renewable energy, growth and environmental Kuznets curve in Turkey: An ARDL approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 52(2). 587-595.
- Cergibozan, R., Cevik, E. & Demir, C. (2017). Wagner Kanunu'nun Türkiye ekonomisi için sinanması: Çeşitli zaman serisi bulguları/Testing the Wagner's Law for Turkish economy: Some findings from time series data. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*. 54(625). 75-89.
- Chien, T. & Hu, J. L. (2008). Renewable energy: An efficient mechanism to improve GDP. *Energy policy*. 36(8). 3045-3052.
- Çağlar, A. E. & Mert, M. (2017). Türkiye'de çevresel Kuznets Hipotezi ve yenilenebilir enerji tüketiminin karbon salımı üzerine etkisi: Yapısal kırılmalı eşbütünleşme yaklaşımı. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 24(1). 21-38.
- Çetin, M. & Sezen, S. (2018). Türkiye'de yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit salınımı arasındaki ilişki: Bir svar (yapısal var) analizi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*. 16(1). 136-157.
- Çınar, S. & Yılmaz, M. (2015). Yenilenebilir enerji kaynaklarının belirleyicileri ve ekonomik büyüme ilişkisi: Gelişmekte olan ülkeler örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 30(1). 55-78.
- Çoban, O. & Şahbaz Kılınç, N. (2015). Yenilenebilir enerji tüketimi karbon ve emisyonu ilişkisi: TR örneği. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 1(38). 195-208.
- 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(2). 757-763.
- Destek, M. A. (2016). Renewable energy consumption and economic growth in newly industrialized countries: Evidence from asymmetric causality test. *Renewable Energy*. 95(1). 478-484.

- Dogan, 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(2). 1126-1136.
- Durğun, B. & Durğun, F. (2018). Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi: Türkiye örneği. *International Review of Economics and Management*. 6(1). 1-27.
- Dünya Bankası, World Development Indicators. (2018). <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> adresinden alındı.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB). (2018). <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik> adresinden alındı.
- Eniş, A. (2003). TMMOB Türkiye VI. enerji sempozyumu bildiriler kitabı. kısım 08, 2015 tarihinde enerji politikaları ile yerli, yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları.http://www.emo.org.tr/ekler/f8a184787819e14_ek.pdf
- Erdoğan, S., Dücan, E., Şentürk, M. & Şentürk, A. (2018). Türkiye’de yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisi üzerine ampirik bulgular. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 11(2). 233-246.
- Farhani, S. (2013). Renewable energy consumption, economic growth and CO2 emissions: Evidence from selected MENA countries. *Energy Economics Letters*. 1(2). 24-41.
- Göçer, İ. (2013). Türkiye’de cari açığın nedenleri, finansman kalitesi ve sürdürülebilirliği: Ekonometrik bir analiz. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 8(1). 213-242.
- Granger, C. W., Newbold, P., & Econom, J. (1974). Spurious regressions in econometrics. *Baltagi, Badi H. A Companion of Theoretical Econometrics*, 12(3). 557-561.
- İnglesi-Lotz, R. (2016). The impact of renewable energy consumption to economic growth: A panel data application. *Energy Economics*. 53(3). 58-63.
- International Energy Agency (IEA). (2016). Energy policies of IEA countries–Turkey 2016 review. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyPoliciesofIEACountriesTurkey.Pdf>
- Isik, C., Dogru, T. & Turk, E. S. (2018). A nexus of linear and non-linear relationships between tourism demand, renewable energy consumption, and economic growth: Theory and evidence. *International Journal of Tourism Research*. 20(1). 38-49.
- 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). 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(2). 127-140.
- Karagöl, E., Erbaykal, E. & Ertuğrul, H. M. (2007). Türkiye’de ekonomik büyüme ile elektrik tüketimi ilişkisi: Sınır testi yaklaşımı. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*. 8(1). 72-80.
- Karakaş, E. & İzgi, B. B. (2018). Yenilenebilir enerji kaynakları ve ekonomik büyüme ilişkisinin ampirik analizi: OECD örneği. *Kent Akademisi*. 11(1). 99-107.
- Kelecioğlu, M. A. (2011). Türkiye’de yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanı, sorunlar ve çözüm önerileri. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.

- Kesbiç, C. Y. & Er, A. S. (2017). Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: AB ülkeleri ve Türkiye için bir panel veri analizi. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi*. 4(2). 135-154.
- Kılıç, R. & Aslan, V. (2017). Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerjinin iktisadi büyüme üzerindeki etkisi: 28 OECD ülkesi üzerine ampirik bir çalışma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF dergisi*. 12(1). 1-12.
- Koçak, E. & Şarkgüneşi, A. (2017). The renewable energy and economic growth nexus in Black Sea and Balkan countries. *Energy Policy*. 100(2). 51-57.
- Malkoç, Y. (2007). Türkiye elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanmasında rüzgar enerjisinin yeri. *EİE İdaresi Genel Müdürlüğü*. (3). 45-50.
- Ocal, O. & Aslan, A. (2013). Renewable energy consumption-economic growth nexus in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 28(1). 494-499.
- Ozcan, B. & Ozturk, I. (2019). Renewable energy consumption-economic growth nexus in emerging countries: A bootstrap panel causality test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 104(1). 30-37.
- Özşahin, Ş., Mucuk, M. & Gerçekler, M. (2016). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: BRICS-T ülkeleri üzerine panel ARDL analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*. 4(4). 111-130.
- Pamuk, M. & Bektaş, H. (2014). Türkiye'de eğitim harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*. 2(2). 77-90.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of applied econometrics*. 16(3). 289-326.
- Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption and income in emerging economies. *Energy policy*. 37(10). 4021-4028.
- Sadorsky, P. (2011). Financial development and energy consumption in Central and Eastern European frontier economies. *Energy policy*. 39(2). 999-1006.
- 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(2). 350-360.
- Sarıkovanlık, V., Koy, A., Akkaya, M., Yıldırım, H.H. & Kantar, L. (2019). *Finans Biliminde Ekonometri Uygulamaları*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Sevüktekin, M., & Nargeleçekenler, M. (2010). *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi Eviews Uygulamalı* (3. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Şahin, D. (2015). Türkiye'de doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve ekonomik büyüme ilişkisi: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 3(19). 159-172.
- Şimşek, T. & Yiğit, E. (2017). BRIC ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi, petrol fiyatları, CO2 emisyonu, kentleşme ve ekonomik büyüme üzerine nedensellik analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 12(3). 117-136.
- Tarı, R. & Yıldırım, D. Ç. (2009). Döviz kuru belirsizliğinin ihracata etkisi: Türkiye için bir uygulama. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 16(2). 95-105.
- Tari, R. (2010). *Ekonometri*. Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- Tiwari, A. K. (2011). Comparative performance of renewable and nonrenewable energy source on economic growth and CO2 emissions of Europe and Eurasian countries: A PVAR approach. *Economics Bulletin*. 31(3). 2356-2372.
- Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) (2018). Türkiye'nin enerji görünümü 2018. *Oda Raporu*. https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/EnerjiGorunumu2018_1.pdf

- Türkiye Elektrik İletim A. Ş. (TEİAŞ). (2018). <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri> adresinden alındı.
- Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TUREB). (2018). Türkiye rüzgar enerjisi istatistik raporu. http://www.tureb.com.tr/files/tureb_sayfa/duyurular/2018/03/turkiye_ruzgar_enerjisi_istatistik_raporu_ocak_2018.pdf.
- Yıldırım, H. H. (2016). Türkiye'de yenilenebilir enerji projelerinin finansman yöntemleri, *Bahkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 19(36). 725-746.

EKLER

Tablo E1. Türkiye'nin de içinde bulunduğu ampirik çalışmalar

Yazar (Yıl)	Örneklem (Dönem)	Yöntem	Sonuç
Chien & Hu (2008)	116 Ülke (2003)	Yapısal Eşitlik Modellemesi (SEM)	Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde dolaylı bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Sadorsky (2009)	Gelişmekte Olan 18 Ülke (1994– 2003)	Pedroni Panel Eş Bütünleşme Testi	Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında kısa dönemde ilişki bulunamazken uzun dönemde çift taraflı ilişki bulunmuştur.
Tiwari (2011)	Asya ve Avrupa Ülkeleri (1965-2009)	Panel Veri Analizi	Yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkisinin olduğu bulunmuştur.
Apergis & Payne (2012)	80 ülke (1990-2007)	Pedroni Panel Eş Bütünleşme Testi	Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında hem kısa hem de uzun dönemli çift yönlü ilişkinin olduğu bulunmuştur.
Al-Mulali vd., (2013)	Yüksek Gelir, Üst-Orta Gelir, Alt-Orta Gelir ve Üst Gelirli Ülkeler (1980–2009)	FMOLS Yöntemi	Türkiye için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü pozitif ilişki bulunmuştur.
Farhani (2013)	12 MENA Ülkesi (1975-2008)	FMOLS Yöntemi	Kısa dönemde yenilenebilir enerji tüketimi ile karbon emisyonu arasında negatif ilişkinin olduğu, uzun dönemde ise yenilenebilir enerji tüketimi, karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasında dengenin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Salim, Hassan & Shafiei (2014)	29 OECD Ülkesi (1980– 2011)	Panel Veri Analizi	Kısa dönemde yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü ilişki bulunmuştur.
Akay, Abdieva & Oskonbaeva (2015)	MENA Bölgesindeki 9 Ülke (1988-2010)	Westerlund Panel Eş Bütünleşme Analizi	Yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunurken; yenilenebilir enerji kullanımı ile karbon emisyonu arasında negatif yönlü bir ilişki bulunmaktadır.
Çınar & Yılmaz (2015)	8 Gelişmekte Olan Ülke (1990-2013)	Panel ARDL Eşbütünleşme Testi	Yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkisinin olduğu tespit edilmiştir.
Bakirtaş & Çetin (2016)	G-20 Ülkeleri (1992-2010)	Pedroni Panel Eş Bütünleşme Testi	Kişi başı reel GSYH'dan kişi başı yenilenebilir enerji tüketimine doğru uzun dönemli pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur.
Özşahin, Mucuk & Gerçek (2016)	BRICS-T Ülkeleri (2000-2013)	Panel ARDL Eş Bütünleşme Testi	Yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru uzun dönemli pozitif yönlü ilişki bulunmuştur.
Bhattacharya vd., (2016)	Yenilenebilir Enerjiden En Fazla Yararlanan 38 Ülke (1991-2012)	FMOLS Yöntemi	Türkiye için yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Destek (2016)	Yeni Sanayileşmiş Ülkeler (1971-2011)	Asimetrik Nedensellik Testi	Ekonomik büyümedeki pozitif şoktan yenilenebilir enerji tüketimindeki negatif şoka doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
İnglesi-Lotz (2016)	OECD Ülkeleri (1990-2010)	Pedroni Panel Eş Bütünleşme Testi	Yenilenebilir enerji tüketimin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkisinin olduğu tespit edilmiştir.
Kılıç & Aslan (2017)	28 OECD Ülkesi 1990-2013	Johansen-Fisher ve Pedroni Eş Bütünleşme Testleri	Yenilenebilir enerji üretiminin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir.
Şimşek & Yiğit (2017)	BRICT Ülkeleri (1990-2015)	Pedroni Eş Bütünleşme Testi	GSYH'dan yenilenebilir enerji ve karbon emisyonuna tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
Kesbiç & Er (2017)	28 AB Ülkesi ve Türkiye (2004-2014)	Westerlund Panel Eş Bütünleşme Testi	Ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru kısa dönemde tek yönlü ilişki bulunmuştur.
Koçak & Şarkgüneşi (2017)	Karadeniz ve Balkan Ülkeleri (1990-2012)	Pedroni Panel Eş Bütünleşme Testi	Yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru uzun dönemli pozitif ilişki bulunmuştur.
Amri (2017)	Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler (1990-2012)	Panel Veri Analizi	Yenilenebilir enerji tüketimin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkisinin olduğu tespit edilmiştir.
Destek & Aslan (2017)	17 Yükselen Ekonomi (1980-2012)	Bootstrap Panel Granger Nedensellik Testi	Türkiye için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü pozitif ilişki bulunmuştur.
Ito (2017)	Gelişmekte Olan 42 Ülke (2002-2011)	Panel Veri Analizi	Yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyümeyi arasında pozitif, karbon emisyonunu ile negatif ilişki bulunmuştur.
Kahia, Aïssa & Lanouar (2017)	MENA Petrol İthalatçı Ülkeler (1980-2012)	Panel Veri Analizi	Türkiye için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift taraflı pozitif ilişki bulunmuştur.
Karakaş & İzgi (2018)	OECD Ülkeleri (1990-2014)	Pedroni ve Kao Panel Eş Bütünleşme Testleri	Yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru uzun dönemli pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur.
Isik, Dogru & Turk (2018)	En Çok Ziyaret Edilen 7 Ülke (1995-2012)	Pedroni Panel Eş Bütünleşme Test	Ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji kullanımına doğru pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur.
Ozcan & Ozturk (2019)	Gelişmekte Olan 17 Ülke (1990-2016)	Panel Veri Analizi	Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında anlamlı bir sonuç bulunamamıştır.

THE EFFECT OF RENEWABLE ENERGY AND ECONOMIC GROWTH ON THE ENVIRONMENT: THE CASE OF TURKEY*

Emre AKUSTA** 
Raif CERĞİBOZAN*** 

Turkey's energy structure is based on fossil energy resources. In addition, Turkey must import a large part of the energy used in production. While energy use increases production and GDP, increases in imports cause the GDP to go down. In addition, dependence on fossil fuels harms the environment. Starting with this, the aim of our study is to examine the impact of renewable energy and economic growth on the environment in Turkey. To achieve this goal, we analyze the short – and long-term dynamics between per capita real pressure on nature, real GDP per capita, square per capita GDP, financial development, trade openness, and the ratio of energy produced from renewable energy resources to total energy for the period of 1972-2015. In addition to the Johansen and ARDL co-integration tests, the study uses variance decomposition analysis. Furthermore, the study compares the various long-term relationships among variables as a result of the different co-integration tests.

Production and consumption of goods and services have increased in parallel with the world's population. Accordingly, an increase in energy demand is also observed. As can be seen here, energy is a very important input for modern and industrialized countries. Renewable energy sources have reached their capacity to compete with thermal power plants in terms of cost. However, they are very advantageous compared to fossil energy resources in terms of environmental damage. Starting from this point, one can say that instead of investing in fossil energy resources, which are limited in quantity and not evenly distributed around the world, turning towards renewable energy sources would be better because they are distributed evenly throughout the world and renew themselves as they are consumed. However, if countries using renewable energy sources are inadequate in terms of

* This article is prepared from Emre AKUSTA's master's thesis under the supervision of Dr. Raif CERĞİBOZAN.

*** Kırklareli University, Department of Economics, E-mail: emre.akusta@klu.edu.tr

**** Kırklareli University, Department of Economics, E-mail: raif.cergibozan@klu.edu.tr

installation technologies, they must import the necessary technology. In such a case, the content of the import item changes, but the foreign dependency on energy remains the same. In this context, Turkey needs to develop its technological infrastructure instead of importing technology.

As a country aiming at sustainable and rapid economic growth, Turkey has to increase its production and exports. Energy is one of the most important inputs Turkey needs for achieving this goal. Because Turkey has to import energy, an increase in energy consumption results in an increase in foreign dependence. As has been seen, one of the biggest challenges Turkey faces in economic development is the huge energy import and the great import expenditures that emerge as a result of this case.

Approximately 55% of the electricity produced in Turkey is based on imported energy resources. The most important reason for this dependency is that energy production in Turkey depends upon fossil fuels because Turkey is rich in terms of renewable energy resources but poor in terms of fossil fuels. Increasing the share of renewable resources in Turkey's energy production and investing in this area will be an effective and reasonable way of decreasing foreign dependency on energy. However, Turkey's unplanned and improper energy policies and technological inadequacies prevent this.

In order to ensure a secure energy supply and decrease foreign dependency on energy, more efficient use of domestic and safe renewable resources is required. In addition, computing Turkey's energy supply security index is quite important regarding determining Turkey's energy policies properly. Therefore, Turkey should compose an updated index of energy supply security and continually monitor changes. Additionally, the future position of energy supply security should be estimated, and precautions should be taken against possible shocks.

Renewable energy sources are closely tied to nature; therefore, energy production is highly affected by natural phenomena. Thus, three different strategies can be followed: (1) Use renewable energy sources together with traditional sources, (2) Diversify the sources of renewable energy used in electricity generation, and (3) Develop electricity storage technologies. As a result of following these strategies, the disadvantages from the negative effects of natural events on electricity production can be decreased or even eliminated.

Our estimation results based on Johansen and ARDL co-integration tests indicate the existence of a long-term relationship between real pressure on nature per person, real GDP per capita, the square of real GDP per capita, financial development, trade openness, and renewable energy. According to the findings, while increases in real GDP, financial development, and trade openness increase the damage caused to the environment; increases in the share of energy obtained from renewable energy sources and the square of real GDP decrease this damage. Consequently, to achieve a steady growth and to minimize the damage caused to the environment, the share of energy produced by using renewable resources in total energy production should be increased.

The Johansen and ARDL co-integration and variance decomposition analyses have shown the variable causing the most real pressure on nature to be real GDP per capita. Unlike real GDP per

capita, renewable energy is a variable that significantly reduces real pressure on nature. Another point that must be stressed is the impact of renewable energy sources on real GDP. In the long term, 14% of the changes in real GDP per capita are explained by renewable energy. The current contribution of renewable energy to real GDP may be low, but it provides countries like Turkey, of whom a large part of the current account deficit stems from energy imports, with the ability to produce the required energy themselves. Thus, its contribution to the economy is greater in the long term. Furthermore, Turkey can avoid the harms of external crises or shocks on its economy by itself producing the required energy needs using renewable energy sources. As a result, making long-term investments in productive renewable energy sources is quite an important and sound decision for Turkey. Turkey should provide the necessary incentives for increasing investments in the energy sector and remove the procedures hurdling investments.

Keywords: Renewable Energy, Economic Growth, Environmental Pollution, Dependence on Foreign Energy.

JEL Codes: O44, Q42, Q43