

**TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ-BÜYÜME İLİŞKİSİ****Akın USUPBEYLİ<sup>1</sup>  
Sefer UÇAK<sup>2</sup>****ÖZ**

Bu çalışmada Türkiye için 1970-2017 arası dönemde yenilenebilir elektrik üretiminin toplam elektrik üretimi içindeki payı (yenilenebilir elektrik üretimi/ toplam elektrik üretimi) ve reel GSYH oranı arasındaki ilişki incelenmiştir. Yapılan birim kök testleri sonucunda serilerin farklı dereceden durağan olmaları nedeniyle bu ilişki ARDL modeli ile analiz edilmiştir. ARDL modeli sınır testi sonuçlarına göre değişkenler uzun dönemde eşbütünleşik olarak hareket etmektedirler. Bu ilişki F istatistiği sonuçlarına göre, yenilenebilir elektrik üretiminden büyümeye doğru tek yanlı nedensellik ilişkisini desteklemektedir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Türkiye'de yenilenebilir elektriğin toplam elektrik üretimi içindeki payında meydana gelen %10'luk bir artışın kısa dönemde reel büyümeye %1,7 katkı yaptığı (arttıracağı) görülmektedir. Hata düzeltme katsayısının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı oluşu eşbütünleşmeyi desteklemektedir. Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin toplam elektrik üretimindeki payı arttıkça GSYH değerinde yükselmeyi ve dolayısıyla büyümedeki artışı destekleyeceği söylenebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Büyüme, Yenilenebilir Enerji, ARDL sınır testi

**THE RELATIONSHIP BETWEEN RENEWABLE ENERGY-GROWTH  
in TURKEY  
ABSTRACT**

In this study, the relationship between the share of renewable electricity production in the total electricity production (renewable electricity production / total electricity production), and real GDP ratio is examined from 1970 to 2017 in Turkey. This relationship was analyzed with the ARDL model because the series are stationary at different levels indicated by unit root tests. According to the ARDL model boundary test results, the variables are cointegrated in the long run. Negative and statistically significant error correction term was also an evidence of this long run cointegration. F-statistic from the ARDL model showed a one-sided causality relationship from renewable electricity production to growth. The long-run relationship between the variables was statistically significant. In

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi SBF, Dr. Öğr.Üyesi, mail:akin.usupbeyli@politics.ankara.edu.tr

<sup>2</sup> Balıkesir Üniversitesi Sındırgı MYO, Dr. Öğr.Üyesi, mail: seferucak@balikesir.edu.tr

conclusion, if the share of renewable electricity production in total electricity production increase 10%, this increase generate a 1.7% growth in Turkey. This study shows as the share of electricity generation from renewable sources in total electricity production increases, it will increase GDP and therefore will support the economic growth.

**Keywords:** Growth, Renewable Energy ARDL bounds test

## **GİRİŞ**

ABD'nin Uluslararası Enerji Yönetimi (US Energy Information Administration, EIA) tarafından yayınlanan 2017 International Energy Outlook raporuna göre dünya enerji talebinin ciddi bir kısmı hâlâ fosil yakıtlardan karşılanıyor olsa da, yenilenebilir enerji dünyadaki en hızlı büyüme gösteren enerji formudur (EIA, 2017, s.20). Söz konusu rapor, teknolojik ilerlemenin ve hükümetlerin özendirici politikalarının hidroelektriğin de dâhil olduğu yenilenebilir enerji üretiminin 2015-2040 yılları arasındaki en hızlı büyüyen enerji formu olmaya devam edeceğini ve bu tarih aralığında yıllık ortalama % 2,8 artacağını öngörmektedir (EIA, 2017, s.80).

Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin arkasında mevcut üretim teknolojilerinin yarattığı karbon salımının ve üretim atıklarının yol açtığı çevre sorunlarının olmasının yanında, son yıllarda petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar ile enerjide dışa bağımlılığın önemli payı bulunmaktadır. Bununla birlikte son dönemde finansal piyasalardaki gelişmelerin döviz kurları üzerinde yarattığı belirsizlik, gelişmekte olan ülkelerin enerji faturasını daha da kabartmaktadır.

Petrol fiyatlarındaki dalgalanmalardan ve döviz kurundaki artışlardan etkilenen gelişmekte olan ülkelerin başında Türkiye gelmektedir. Türkiye ekonomisinde yapısal olarak ekonomik büyüme cari açık sorununa yol açmaktadır. Gerek ham maddede gerek ara malında gerekse enerjide dışa bağımlılık, büyüme için gerekli üretimin gerçekleşmesinde yoğun ithal girdi kullanımını kaçınılmaz kılmakta, büyüme ile cari açık arasındaki bu aynı yönlü ilişkinin temel nedenlerini oluşturmaktadır (Uçak, 2017:110).

Türkiye'nin mevcut cari açık sorununa daha yakından bakıldığında, yoğun ithal girdi kullanımı ve ithalat girdi kalemleri arasında en önemlisinin enerji ithalatı olduğu görülmektedir. Türkiye İstatistik Kurumunun yayınladığı verilere göre, Türkiye'nin 2017 yılında gerçekleşen toplam ithalatı bir önceki yıla kıyasla %17,7 artışla 233 milyar 791 milyon 662 bin dolar düzeyine çıkarken, 2016

yılında 27 milyar 169 milyon 80 bin dolar olan enerji ithalatı, 2017 yılında yaklaşık %37 artarak 37 milyar 194 milyon 822 bin dolar olarak gerçekleşmiştir. Bu rakamlar Türkiye’nin toplam ithalatının yaklaşık %16’sının enerji ithalatı olduğunu göstermektedir (Erdoğan, vd. 2018). Türkiye’nin enerji hariç cari işlemler dengesinin bazı dönemlerde fazla verdiği bile görülmüştür. Bu şartlar altında Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığını azaltmak ve böylece cari dengede yapısal ve kalıcı bir iyileşme ortaya koymak için Türkiye’nin enerji arzını çeşitlendirmesi ve bu amaç doğrultusunda da yenilenebilir enerji üretimini artırması kaçınılmaz görülmektedir. Diğer bir deyişle Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretimini artırması sadece çevresel sorunları azaltmakla kalmayacak, Türkiye’nin sürdürülebilir büyüme ve kalkınma patikasına girmesine yardımcı olacaktır.

Bu olguyu desteklemeye yönelik olarak Türkiye’de 2005 yılında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun<sup>3</sup> çıkarılmış ve yürürlüğe girmiştir. Söz konusu kanun yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimini desteklemeyi ve düzenlemeyi amaçlamakta, uzun dönemde enerjide dışa bağımlılığı azaltarak hâlihazırda potansiyelinin altında yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üreten Türkiye’yi, bu potansiyelini kullanmaya teşvik etmeyi hedeflemektedir.

### 1. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Üretimi

Türkiye, Tablo 1’den de görüleceği üzere, farklı kaynaklardan enerji üretimi gerçekleştirmektedir. Türkiye’nin elektrik enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımına bakıldığında, 1970-1984 arasında en büyük katkıyı kömür ve hidroliğin yaptığı görülmektedir. 1985’ten itibaren doğalgazın payının giderek arttığı, 2000’lerden itibaren ise ortalama %40’lar seviyene geldiği gözlemlenmektedir. Yıllar içinde farklılık gösterse de fosil yakıtlar (kömür, sıvı yakıtlar ve doğalgaz) 2017 itibarıyla Türkiye’deki elektrik enerjisi üretiminin yaklaşık %70,7’sini oluşturmaktadır. Türkiye’de yenilenebilir enerji

---

<sup>3</sup> Amaç Madde 1- Bu Kanunun amacı; yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesidir.

Kapsam Madde 2- Bu Kanun; yenilenebilir enerji kaynak alanlarının korunması, bu kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisinin belgelendirilmesi ve bu kaynakların kullanımına ilişkin usul ve esasları kapsar.

üretiminin toplam elektrik üretimindeki payındaki kırılma 2010 yılından sonra olmuştur. Bu yıldan önce yenilenebilir enerjinin payı yaklaşık %1'ler seviyesindeyken, 2017 yılında bu oranın %9,3 seviyesine çıktığı tespit edilmektedir. Özellikle 2005 yılında çıkarılan Kanunun ve devletin teşviklerinin yenilenebilir enerji yatırımlarındaki artışın temel nedenleri arasında olduğu söylenebilir.

**Tablo 1.** Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Enerjisi Üretiminin Toplam Üretim içindeki Payları (Türkiye)

Yıl	Toplam (GWh)	Kömür (%)	Sıvı Yakıtlar	Doğalgaz	Hidrolik	Yenilenebilir Enerji ve Atıklar <sup>1</sup>	Hidrolik+ Yenilenebilir
1970	8.623	32,7	30,2	-	35,2	1,9	37,1
1975	15.623	26,3	34,5	-	37,8	1,4	39,2
1980	23.275	25,6	25,0	-	48,8	0,6	49,4
1985	34.219	43,9	20,7	0,2	35,2	0,0	35,2
1990	57.543	35,1	6,8	17,7	40,2	0,2	40,4
1995	86.247	32,5	6,7	19,2	41,2	0,4	41,6
2000	124.922	30,6	7,5	37,0	24,7	0,3	25,0
2005	161.956	26,6	3,4	45,3	24,4	0,3	24,7
2010	211.208	26,1	1,0	46,5	24,5	1,9	26,4
2015	261.783	29,1	0,9	37,9	25,6	6,5	32,1
2016	274.408	33,7	0,7	32,5	24,5	8,6	33,1
2017	295.500	33,0	0,7	37,0	20,0	9,3	29,3

<sup>1</sup> Jeotermal, rüzgar, katı biyokütle, güneş, biogaz ve atık kaynaklarını içerir.

**Kaynak:** TÜİK, Enerji istatistikleri,

[http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1029](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1029)

Enerji talebi giderek artan ve büyük oranda dışa bağımlı olan Türkiye ekonomisi için yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerjinin ülke içindeki önemi kaçınılmazdır. Bu nedenle, ilgili bölümde yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerjinin büyümeye katkılarının literatür incelemesi yapılacaktır.

## 2.İlgili Literatür

Yenilenebilir enerji üretimi ve tüketiminin, ülkelerin ekonomik büyüme performansları, geliştirecekleri enerji politikaları ve çevre sorunlarının çözümü noktasında önemli bir role sahip olması, söz konusu konunun akademik yazında da ilgi odağı olmasına yol açmıştır. Özellikle yenilenebilir enerji ve büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi birçok çalışmada incelenmiştir. Çalışmalar; farklı

ülkeler, farklı dönemler ve farklı ekonometrik yöntemlerle gerçekleştirilmiştir.

Sarı vd (2008) 1969 - 2009 yılları arasında ABD’deki yenilenebilir enerji tüketimi ve sanayi üretimi arasındaki ilişkiyi ARDL yöntemi kullanarak incelemiştir. Çalışma sanayi üretiminin hidroelektrik, atık ve rüzgâr enerjisi tüketimi üzerinde olumlu, güneş enerjisi tüketimi üzerinde ise olumsuz etki yarattığını tespit etmiştir.

ABD üzerine Payne (2009) tarafından benzer tarihler arasında (1949-2006) ancak Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılarak yapılan çalışmada ise, Sarı vd (2008) çalışmasının tersine söz konusu yıllar arasında yenilenebilir enerji ve büyüme arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır.

Sadorsky (2009) tarafından gelişmiş bir ülke olan Amerika değil 18 gelişmekte olan ülke üzerine panel hata düzeltme yöntemiyle yapılan çalışmada, 1994-2003 yılları arasında reel gelir artışının bu ülkelerde kişi başı yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif yönlü bir etki yaptığını ortaya koymuştur.

Apergis ve Payne (2010b) 1985-2005 dönemi için 20 OECD ülkesini kapsayan çalışmalarında, panel eşbütünleşme yöntemiyle yenilenebilir enerjinin, sabit sermaye stokunun ve işgücünün ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini incelemiştir. Elde ettikleri sonuçlara göre yenilenebilir enerjideki artış reel GSYH’yi arttırmaktadır. Ayrıca kullandıkları vektör hata düzeltme modeli söz konusu iki değişken arasında hem kısa hem de uzun dönemde çift taraflı bir nedensellik tespit etmiştir.

Aynı yazarlar benzer bir çalışmayı 13 Avrasya ülkesi için yapmıştır. Apergis ve Payne (2010a) 1992-2007 periyodunda yine panel eşbütünleşme yöntemini kullanmış ve OECD ülkelerinde elde ettikleri sonuçlara benzer olarak yenilenebilir enerji ve büyüme arasında hem kısa hem de uzun dönemde çift taraflı bir nedensellik tespit etmiştir.

Bayraktutan vd. (2011) 1980-2007 yıllarında panel eşbütünleşme yöntemi kullanarak 30 OECD ülkesinin verilerini inceledikleri çalışmalarında yenilenebilir enerji üretiminin ekonomik büyümeyi desteklediğini ortaya koymuşlardır.

Salim ve Rafiq (2012) içinde Türkiye’nin de bulunduğu 6 gelişmekte olan ülkeden oluşan bir gruba tamamen değiştirilmiş en küçük kareler (FMOLS), dinamik en küçük kareler (DOLS) ve Granger nedensellik testlerini 1980-2006 tarih aralığına uygulamış ve yenilenebilir enerji üretiminin bu ülkeler için GSYH’nin anlamlı bir belirleyeni olduğunu göstermişlerdir.

Tuğcu vd (2012) yine panel veri ile ancak ARDL yöntemini kullanarak G7 ülkelerini incelemiş yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki olumlu etkisini bir kez daha ortaya koymuşlardır.

Yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki olumlu etkisi olduğuna dair elde edilen bu bulguların tersi bulgular da farklı çalışmalarla ortaya konmuştur. Menegaki (2011) 27 Avrupa ülkesi üzerine 1997-2007 yıllarını kapsayan çalışmada, tek-yönlü tesadüfi etkiler modelini, hata düzeltme modelini ve panel nedensellik yöntemlerini kullanmış ve yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasında söz konusu ülkeler için herhangi nedensellik ilişkisi tespit edememiştir.

Ayrıca Marques ve Fuinhas (2012) yine Avrupa ülkelerini kapsayan çalışmalarında farklı enerji kaynaklarının büyüme üzerindeki etkisini incelemişlerdir. 1990-2007 arası dönemini panel düzeltilmiş hata terimi (PCSE) yöntemiyle analiz eden çalışma, yenilenebilir enerji üretiminin yüksek maliyetli olmasının elektrik fiyatlarını arttırdığını dolayısıyla büyüme üzerindeki olumlu etkisinin zayıf olduğunu göstermiştir. Ayrıca çalışma enerjide dışa bağımlılığının yüksek olduğu ülkelerde büyümede sorunlar yaşandığını göstermiştir.

Türkiye ile ilgili sınırlı sayıda çalışmalardan biri olan Öcal ve Aslan (2013) makalesinde, ARDL ve Toda -Yamamoto nedensellik testi 1990-2010 yılları arasında, literatürün tersine, yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın ekonomik büyüme üzerinde negatif yönlü bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Öcal ve Arslan'ın Türkiye'de yenilenebilir enerji ve büyüme arasında tespit ettiği negatif yönlü bu ilişkiyi tersi bulgular da mevcuttur. Özşahin vd. (2016) 2000-2013 dönemlerini kapsayan BRICS-T ülkeleri için panel ARDL yöntemiyle yaptığı çalışma söz konusu değişkenler arasında uzun dönemli ve pozitif bir ilişki bulmuştur.

Konuyla ilgili yapılan güncel çalışmalardan biri olan Acaravcı ve Erdoğan(2018), yenilenebilir enerji üretiminde dünya sıralamasında ilk beş içinde yer alan ülkeler için çevre kirliliği, yenilenebilir enerji üretimi ve gelir arasındaki uzun dönemli ilişkiyi, yatay kesit bağımlılığı dikkate alan dinamik panel veri yöntemini kullanarak 1992-2013 yılları arası için incelemiştir. Varılan sonuçlara göre, çevre kirliliği, yenilenebilir enerji üretimi ve kişi başı reel gelir değişkenlerinin ülkeler arasında etkileşim içinde olduğunu göstermiştir. Bir ülkede söz konusu değişkenlerde bir gelişme yaşanması durumunda, bu gelişme diğer ülkelere de sirayet

etmektedir. Ayrıca çalışma yenilenebilir enerji üretiminin çevre kirliliği üzerinde negatif bir etkisi olduğunu, buna karşın kişi başı gelirin çevre kirliliği üzerinde pozitif etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Türkiye üzerine yapılmış en güncel çalışmalardan biri olan Durğun ve Durğun (2018), Türkiye’nin 1980-2015 döneminde yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ele almıştır. ARDL sınır testi ve TodaYamamoto yöntemine dayalı Granger nedensellik testlerinin kullanıldığı çalışmada, yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü Granger nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Literatürde, yenilenebilir enerji ve büyüme arasındaki ilişki üzerine bir uzlaşma olmaması farklı sebeplere dayanabilir. Öncelikle çalışmaların yapıldığı coğrafyaların ve dönemlerin farklı olması, farklı sonuçlar elde edilmesine sebep olmaktadır. Ayrıca üretim sadece yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji ile gerçekleştirilmemekte, aynı anda diğer fosil yakıtlardan ve nükleer santrallerden elde edilen enerji de üretimde kullanılmaktadır. Bu durum, göz ardı edilen değişkenler sorununa sebep olup elde edilen sonuçların farklılaşmasına yol açabilmektedir.

Bu çalışmada söz konusu sorunu aşmak amacıyla, diğer çalışmalardan farklı olarak, yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek yerine, yenilenebilir enerji üretiminin toplam enerji üretimi içindeki payı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenecektir. Böylece yenilenebilir enerji üretimi ile büyüme arasındaki ilişki incelenirken, zımni olarak fosil yakıtlardan elde edilen enerji üretimi de dikkate alınacaktır.

### 3. Veri ve Yöntem

Çalışmada 1970-2017 yılları arasında Türkiye’de yenilenebilir elektrik üretiminin (hidrolik, jeotermal, rüzgâr, katı-biyokütle, güneş, biyogaz ve atık kaynaklardan elde edilen elektrik) toplam elektrik üretimi içindeki payı (ELK) ile reel GSYH büyüme oranı (Y) arasındaki ilişki incelenmiştir. Modelde kullanılan değişkenlerin verileri TÜİK ve OECD’den elde edilmiştir ve yıllık veriler ile çalışılmıştır. Yenilenebilir elektrik üretimi ile büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığının test edilmesi için sınır testi kullanılırken, uzun ve kısa dönem ilişkisini araştırmakta ARDL yöntemi kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkinin açıklanmasında bu yöntemin seçilmesinin nedenleri; değişkenlerin bütünleşme derecelerinin farklı olduğu durumlarda da (I(0) ve I(1))

ilişkinin araştırılabilmesi ve küçük örneklerde de etkili sonuçlar verebilmesidir (Peseran vd. 2001).

### 3.1.ARD L ve Sınır Testi

Bu çalışmada uzun ve kısa dönem; Yenilenebilir elektrik üretimi/ toplam elektrik üretimi(ELK) (%) ile Reel GSYH(Y) Büyüme Oranı (%) ilişkisinin durağan durum dengesi ARDL modeli ile araştırılmıştır. Kurulan modeldeki eşbütünleşme ilişkisinin belirlenmesinde aşağıda yer alan Denklem (1) kullanılmıştır.

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \alpha_{2i} \Delta ELK_{t-i} + \alpha_3 Y_{t-1} + \alpha_4 ELK_{t-1} + u_t$$

(1)

Kurulan modelde değişkenlerin bağımlı ve bağımsız değişken olarak alındığı denklemler arasındaki ilişki araştırılarak, hem nedensellik ilişkisi hem de eşbütünleşme test edilecektir. ELK'nın bağımsız değişken olduğu durum için kurulan ekonometrik model Denklem (2)'de, Y'nin bağımsız değişken olduğu durum için kurulan ekonometrik model ise Denklem (3)'de verilmektedir.

$$\text{Model 1: } Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 ELK_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\text{Model 2: } ELK_t = \beta_0 + \beta_1 Y_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

ARDL modelleri kurulurken eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığının araştırılması için sınır testi (bound test) yapılmaktadır. Bu çalışmada sınır testi yapılırken F sınır testi (Wald test) uygulanmıştır.

**Tablo 3.** F Sınır Testi Sonuçları

<b>Model 1:</b> F İstatistiği	8.892312	k=1
<b>Model 2:</b> F İstatistiği	2.318810	k=1
Anlamlılık Düzeyi	Alt Kritik Sınır	Üst Kritik Sınır
10%	3.02	3.51
5%	3.62	4.16
2.5%	4.18	4.79
1%	4.94	5.58

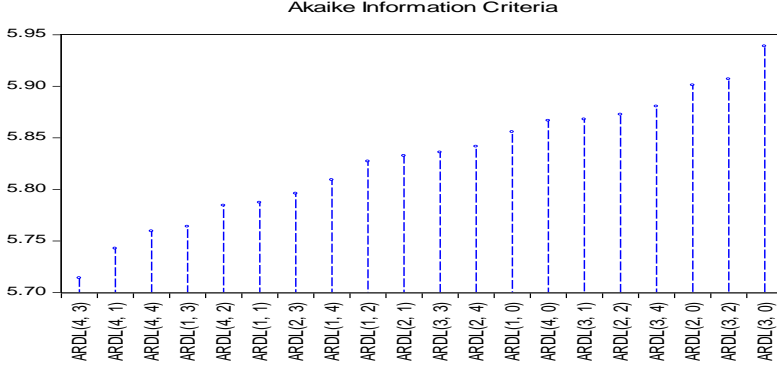
Tablo 3'de görüldüğü gibi, Sınır Testi sonucunda Model 1 için test istatistiğinin (8.89) farklı anlamlılık düzeylerine göre alt ve üst sınır değerlerinin üzerinde olduğundan seriler arasında



## Türkiye’de Yenilenebilir Enerji-Büyüme İlişkisi

eşbütünleşme ilişkisi vardır ve nedenselliğin yönü denklemsel ilişkiden dolayı ELK değişkeninden Y değişkenine doğrudur. Model 2 için test istatistiği değerinin (2.31) tüm anlamlılık düzeylerinde alt ve üst kritik sınırların altında kaldığı için seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilememiştir.

**Tablo 4.** Akaike Bilgi Kriterine Göre Seçilen ARDL Modeli



Bu sonuçlara göre, kurulan Model 1 için gecikme uzunlukları; AIC (Akaike), BIC (Bayes) ile HQ (Hannan-Quinn) bilgi kriterleri ile incelenmiştir. Akaike bilgi kriterine göre Tablo 4’de görüldüğü gibi ARDL(4,3) modeli en düşük bilgi kriteri değerini sağlamıştır.

### 3.2.Eşbütünleşme İlişkisinin Araştırılması ve Uzun Dönem Katsayıları

ARDL modellerinde eş bütünleşme ilişkisinin varlığının araştırılması için sınır testi ile hata düzeltme modeli (UECM, Unrestricted Error Correction Model) kurulmaktadır.

**Tablo 5.** ARDL(4,3) Modeli Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	St.hata	t istatistiği	Olasılık
Y(-1)	0.035689	0.148072	0.241028	0.8109
Y(-2)	-0.103667	0.147488	0.702887	0.4868
Y(-3)	-0.071093	0.139890	0.508206	0.6145
<b>Y(-4)</b>	<b>-0.353505</b>	<b>0.140048</b>	<b>2.524167</b>	<b>0.0163</b>
ELK	0.172112	0.087321	1.971029	0.0567
ELK(-1)	-0.247373	0.104585	2.365289	0.0237
ELK(-2)	0.166857	0.110517	1.509782	0.1401

<b>ELK(-3)</b>	<b>-</b> <b>0.188548</b>	<b>0.090962</b>	<b>-</b> <b>2.072826</b>	<b>0.0456</b>
C	10.21274	2.971593	3.436791	0.0015
<b>Tanısal Özellikler</b>				
R <sup>2</sup> : 0,34				
<b>Test</b>		<b>Değer</b>	<b>Olasılık</b>	<b>Sonuç</b>
Jarque- Bera $\chi^2_{JB}$		4,0158	0,1342*	Normallik sağlandı
Breusch- Godfrey LM- $\chi^2_{BG}$		1,2729	0,2934*	Otokorelasyon yok
Breusch- Pagan- Godfrey $\chi^2_{BPG}$		1,5937	0,1623*	Sabit varyanslılık var
*Test olasılık değerlerinin 0.05 ten büyük olması varsayımların sağlandığını göstermektedir.				

En düşük bilgi kriterini veren modelin uygunluğunun belirlenmesi için otokorelasyon, normallik ve değişen varyans sınamaları yapılmış ve modelin uygun olduğuna karar verilmiştir. ARDL(4,3) modeli tahmin sonuçları ve tanısal testlere ilişkin bulgular Tablo 5'te gösterilmektedir.

### 3.3.Uzun Dönem ve Kısa Dönem İlişki

Büyümenin bağımlı değişken ve yenilenebilir elektrik üretiminin toplam içindeki payının bağımsız değişken olduğu modelde uzun dönem katsayıları Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6.** Uzun Dönem Katsayıları

<b>Değişkenler</b>	<b>Katsayı</b>	<b>t-istatistiği</b>	<b>Olasılık Değeri</b>
ELK	-0,064956	- 1,673548	0,0985
C (Sabit Terim)	6,84	4,287027	0,0001

Tablo 6'daki katsayılar incelendiğinde; ELK değişkeninin katsayısının negatif işaretli ve olasılık değerinin %10 olasılık düzeyinden küçük olması uzun dönemde değişkenler arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. ELK değişkenindeki artış, uzun dönemde çok küçük düzeyde de olsa(0,064) büyüme

## Türkiye’de Yenilenebilir Enerji-Büyüme İlişkisi

üzerinde negatif bir etkiye neden olmaktadır. Bu nedenle uzun dönemde istatistiksel olarak anlamlı çıkan değişkenler arasındaki ilişki kısa dönemde incelenmiştir.

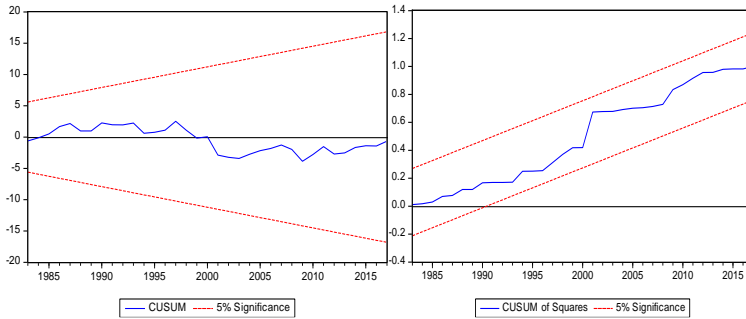
Değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişki hata düzeltme modeline dayalı olarak tahmin edilmiştir. Hata düzeltme modeli denklem 4’deki şekilde tahmin edilmiştir.

$$\Delta Y = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^n \Delta ELK_{t-i} + \delta ECT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

**Tablo 7.** Kısa Dönem Katsayıları

Değişkenler	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık Değeri
DELK	0,1721	0,2497	0,0424
$ECT_{t-1}$	-1,4925	-5,3104	0,0000

Tablo 7’deki katsayılar incelendiğinde Türkiye’de yenilenebilir elektrik üretiminin toplam elektrik üretimi içindeki payında meydana gelen %1’lik bir artışın kısa dönemde büyümeyi %0,17 arttıracığı görülmektedir. Denklem 4’te yer alan  $ECT_{t-1}$  hata düzeltme terimidir ve uzun dönem modelinden elde edilen kalıntıların bir dönem gecikmeli değerini göstermektedir. Hata düzeltme terimi katsayısı uzun dönemde uyarlanma hızını göstermekte ve bu katsayının istatistiksel olarak anlamlı olması ve negatif işaretli olması beklenmektedir. Tablo 7’deki sonuçlar kısa dönem hata düzeltme modeli katsayılarını göstermektedir. Buna göre hata düzeltme terimi katsayısı beklendiği gibi istatistiksel olarak anlamlı ve negatif değer almıştır. Tablodaki yenilenebilir elektrik üretimi değişkeninin katsayısının istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif olması ise yenilenebilir elektrik üretiminin büyüme üzerinde kısa dönemde de pozitif etkisi olduğunu göstermektedir.



**Şekil 1.** CUSUM ve CUSUMQ Sonuçları

Uzun dönem katsayılarının istikrarlı olup olmadığını göstermek için uygulanan CUSUM ve CUSUMQ testlerinin grafikleri Şekil 1’de gösterilmiştir. Buna göre, uzun dönem modelinin kalıntıların ve kalıntı karelerinin birikimli toplamalarının % 5 kritik çizgi aralıkları içinde yer almaktadır. Böylece modelin katsayılarının istikrarlı olduğu görülmektedir.

### **Sonuç**

Yüksek büyüme rakamlarına ulaşmayı temel ekonomik hedef olarak kabul eden günümüz ekonomi doktrini, bunun bedelini yol açtığı çevresel sorunlarla ödemektedir. Yoğun fosil yakıt kullanımı da bu çevresel sorunların başında gelmektedir. Tüketmekten vazgeçemeyeceği gibi üretmekten de vazgeçemeyecek insanlığın, fosil yakıttan enerji üretimi kaynaklı sorunlardan kurtulmasının yollarından biri yenilenebilir enerji bazlı enerji (elektrik) üretimine öncelik vermesinden geçmektedir.

Bu çalışmada Türkiye için 1970-2017 arası dönemde yenilenebilir elektrik üretiminin toplam elektrik üretimi içindeki payı ile reel GSYH büyüme oranı arasındaki ilişki incelenmiştir. Yapılan birim kök testleri sonucunda serilerin farklı dereceden durağan olmaları nedeniyle bu ilişki ARDL modeli ile analiz edilmiştir. ARDL modeli sınır testi sonuçlarına göre Y ve ELK değişkenleri uzun dönemde eşbütünleşik olarak hareket etmektedirler. Bu ilişki F istatistiği(Wald test) sonuçlarına göre, yenilenebilir elektrik üretiminden büyümeye doğrudur. Dolayısıyla değişkenler arasında yenilenebilir elektrik üretiminden büyümeye doğru tek-yönlü nedensellik ilişkisinden söz edilebilir. Anılan dönemde büyümeden yenilebilir enerjiye doğru bir nedensellik tespit edilememiştir. Uzun dönem katsayılarına göre ELK değişkeninin Y değişkeni üzerindeki uzun dönem etkisi negatiftir ve istatistiksel olarak %10’luk düzeyde anlamlı bulunmuştur. Bunun temel nedenleri olarak; yenilenebilir enerji yatırımlarının ilk maliyetlerinin yüksek olması, birim üretim maliyetlerinin fosil yakıtlara göre birim başına görece pahalı olması ve yenilenebilir enerji üretiminin hidroelektrik, rüzgâr, güneş jeotermal gibi karma bir yapıya sahip olması söylenebilir. Ancak son yıllarda yenilenebilir enerji üretimini arttırmaya yönelik sosyal ve siyasi baskılar artmakta, sürekli yasal düzenlemeler getirilmekte ve ekonomik teşvikler verilmektedir. Çınar ve Yılmaz (2015) çevre vergileri ve atık yönetimi gibi uygulamaların yenilenemez kaynak kullanımının maliyetini artırdığını, yenilenebilir kaynakların sübvansede edilmesi ile birlikte bu kaynakların maliyetinin azaldığını, dolayısıyla elektrik üretim ihtiyacını karşılamada yenilenebilir

kaynakların daha rekabetçi hale geldiğini ifade etmiştir. Söz konusu çalışma ayrıca yenilenebilir ve fosil yakıtlar arasındaki maliyet açığının, teknolojik ilerlemeler düştüğünü ve bu nedenle söz konusu yatırımların teşvik edilmesi gerektiğini savunmuştur.

Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin tersine, kısa dönemli ilişki incelendiğinde, kurulan Hata düzeltme modeli değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişkinin pozitif yönlü olduğunu göstermiştir. Türkiye’de yenilenebilir elektriğin toplam elektrik üretimi içindeki payında meydana gelen %10’luk bir artışın kısa dönemde reel büyümeye %1,7 katkı yaptığı (arttıracığı) görülmektedir. Hata düzeltme katsayısının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı oluşu eşbütünleşmeyi desteklemektedir. Elde edilen sonuçlara göre yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin toplam elektrik üretimi içindeki payı arttıkça kısa dönemde büyümeyi destekleyeceği söylenebilmektedir.

### KAYNAKÇA

ACARAVCI, N., ve Erdoğan, S. (2018), Yenilenebilir Enerji, Çevre ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Seçilmiş Ülkeler için Ampirik Bir Analiz. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 13(1) 53-64

APERĞİS, N., ve Payne, J. E. (2010a), Renewable Energy Consumption and Growth in Eurasia. *Energy Economics*, 32(6), 1392-1397.

APERĞİS, N., ve Payne, J. E. (2010b), Renewable Energy Consumption And Economic Growth: Evidence From A Panel Of OECD Countries. *Energy Policy*, 38(1), 656-660.

BAYRAKTUTAN, Y., Yılgor, M., Uçak, S. (2011), Renewable Electricity Generation and Economic Growth: Panel-Data Analysis For OECD Members. *International Research Journal of Finance and Economics*, 66, 59-66.

ÇINAR, S., ve Yilmazer, M. (2015), Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belirleyicileri ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30 (1), 55-78.

DURĞUN, B., ve Durğun, F. (2018), Yenilenebilir Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasında Nedensellik İlişkisi: Türkiye Örneği. *International Review of Economics and Management*, 6(1), 1-27

EIA, (2017), US Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2017  
[https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/0383\(2017\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/0383(2017).pdf)

---

ERDOĞAN, S, Dücan, E, Şentürk, M, Şentürk, A. (2018), Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Üretimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi Üzerine Ampirik Bulgular. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11 (2), 233-246.

MARQUES, A. C., & Fuinhas, J. A. (2012), Are Public Policies Towards Renewables Successful? Evidence From European Countries. *Renewable Energy*, 44, 109-118.

MENEGAKİ, A. N. (2011), Growth and Renewable Energy in Europe: A Random Effect Model With Evidence for Neutrality Hypothesis. *Energy Economics*, 33(2), 257-263.

OECD, İstatistikler,  
[http://stats.oecd.org/Index.aspx?DatasetCode=SNA\\_TABLE1#](http://stats.oecd.org/Index.aspx?DatasetCode=SNA_TABLE1#)

ÖCAL, O., ve Aslan, A. (2013), Renewable Energy Consumption–Economic Growth Nexus in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 494-499.

ÖZŞAHİN, Ş., Mucuk, M., & Gerçeker, M. (2016). Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(4).

PAYNE JE. (2009), On The Dynamics Of Energy Consumption and Output in The US. *Applied Energy*; 86: 575–587.

PESARAN, M. H., Shin,Y., Smith, R.J. (2001), Bounds Testing Approaches To The Analysis of Level Relationships. *Journal Of Applied Econometrics*, s:16.3, ss.289-326.

SADORSKY P. (2009), Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies. *Energy Policy*; 37:4021–4028.

SALİM, R. A., & Rafiq, S. (2012). Why Do Some Emerging Economies Proactively Accelerate The Adoption of Renewable Energy? *Energy Economics*, 34(4), 1051-1057.

SARI R, Ewing BT, Soytas U. (2008), The Relationship Between Disaggregate Energy Consumption and Industrial Production in The United States: An ARDL Approach. *Energy Economics*; 30:2302–2313.

TUĞCU, C. T., Öztürk, I., & Aslan, A. (2012). Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth Relationship Revisited: Evidence From G7 Countries. *Energy Economics*, 34(6), 1942-1950.

Türkiye İstatistik Kurumu, Enerji İstatistikleri,  
[http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1029](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1029)

## Türkiye’de Yenilenebilir Enerji-Büyüme İlişkisi

---

UÇAK, S. (2017), Cari Denge ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Analizi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi SBE Dergisi*, 15 (2), 107-140.

T.C. Başbakanlık, Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel  
Müdürlüğü, Mevzuat Bilgi Sistemi,  
<http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5346.pdf>

