

# RESP

e-ISSN: 2979-9414



## Araştırma Makalesi • Research Article

# Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerinde Etkisi: Türkiye Örneğinde Amprik Bulgular (1990-2022)

*The Impact of Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Empirical Findings for Türkiye (1990-2022)*

Yunus Budak <sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu, 04000, Ağrı/ Türkiye  
ORCID: 0000-0003-3126-743X

### ANAHTAR KELİMELER

Yenilenebilir enerji tüketimi  
Ekonomik büyüme  
Bayer-Hanck Eşbütünlük Analizi  
Granger Nedensellik Analizi

### KEY WORDS

Renewable energy consumption  
Economic growth  
Bayer-Hanck Cointegration Analysis  
Granger Causality Analysis

### ÖZ

Enerji önemli bir üretim faktörüdür. Bu faktörün verimli kullanımı ülkelerin ekonomik büyümesi ile yakından ilgilidir. Ekonomik büyümeyi etkileyen birçok unsur olmakla beraber, enerji son dönemlerde diğer üretim faktörlerinden daha da dikkate değer hale gelmiştir. Teknoloji ve sanayileşme ile birlikte enerji kullanımını giderek artış göstermiş ve önemli hale gelmiştir. Ekonomik büyüme için enerji tüketimi giderek önem kazanmaya başlamıştır. Yenilenebilir enerji üretimi ve tüketimi bütün ekonomiler için göz ardı edilemeyecek kadar etkinlik kazanmış bir değişken olmuştur. Bu çalışmanın amacı 1990-2022 dönemi yıllık verilerine yönelik, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki uzun dönem ve kısa dönem ilişkilerini araştırmaktır. Çalışmada, Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) durağanlık testleri sonucunda değişkenlerin birinci derece fark için durağan oldukları belirlenmiştir. Uzun dönem ilişkinin araştırılması için Bayer-Hanck Eşbütünlük Analizi uygulanmış ve değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettikleri, eşbütünlük oldukları belirlenmiştir. FMOLS yöntemiyle elde edilen katsayı tahmin sonuçlarına göre, uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki payı %1 arttığında, büyüme değişkeni %5.7 artış göstererek olumlu tepki vermektedir. Hata düzeltme modeli sonucunda kısa dönemde de değişkenlerin ilişkili olduğu belirlenmiştir. Uzun dönemde beraber seyreden seriler arasında kısa dönemde meydana gelen sapmaların %40.5'i ortadan kalkmakta ve seriler tekrar uzun dönem denge değerine yakınsamaktadır. Ayrıca, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi belirlenmiştir.

### ABSTRACT

Energy is an important factor of production. The efficient use of this factor is closely related to the economic growth of countries. There are many factors that affect economic growth; however, energy has recently become even more significant than other factors of production. With technology and industrialization, energy use has gradually increased and become more important. Energy consumption has become increasingly important for economic growth. Renewable energy production and consumption have become crucial variables that no economy can afford to ignore. The aim of this study is to investigate the long-term and short-term effects of renewable energy consumption on economic growth using annual data from 1990 to 2022. In the study, Augmented Dickey-Fuller (ADF) and Phillips-Perron (PP) stationarity tests revealed that the variables are stationary at first difference. Bayer-Hanck Cointegration Analysis was applied to investigate the long-run relationship, revealing that the variables move together in the long run and are cointegrated. According to the coefficient estimation results obtained by the FMOLS method, a 1% increase in the share of renewable energy consumption in total energy consumption leads to a 5.7% increase in the growth variable in the long run. As a result of the error correction model, it is determined that the variables are also correlated in the short run. In the long run, 40.5% of the short-run deviations between the co-moving series disappear and the series converge back to the long-run equilibrium value. Moreover, a bidirectional causality relationship between renewable energy consumption and economic growth has been identified.

\* Sorumlu yazar/Corresponding author.

e-posta: [ybudak@agri.edu.tr](mailto:ybudak@agri.edu.tr)

Atıf/Cite as: Budak, Y. (2025). Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerinde Etkisi: Türkiye Örneğinde Amprik Bulgular (1990-2022). *Journal of Recycling Economy & Sustainability Policy*, 4(1), 93-103.

Received 18 March 2025; Received in revised form 28 April 2025; Accepted 5 June 2025

This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors.

## 1. Giriş

İktisadi büyümeyi etkileyen birden çok bağımsız değişken bulunmaktadır. Bu bağımsız değişkenlerden bazıları doğrudan, bazıları dolaylı etkiler barındırmaktadır. Bu değişkenlerden olan enerjinin rolü özellikle sanayileşme ile birlikte büyük önem arz etmektedir. Bununla birlikte enerji tüketiminin iktisadi büyümeyi ne kadar etkileyip etkilemediği tartışma konusudur. Çünkü enerjinin hangi kaynaktan elde edildiği sorusu büyük önem taşımaktadır. Bu açıdan özellikle yenilenebilir enerji kaynakların iktisadi büyümede anahtar rolü taşıması gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Ekonomik büyümenin meydana getirdiği çevresel problemlerin ne kadar olduğu ve çevreyi ne kadar etkilediği diğer tartışma konusudur. Enerji tedariki sadece ekonomik büyüme ekseninde ele alınmamalı, aynı zamanda enerjinin kullanılmasından sonra ortaya çıkan emisyonların kontrolünü de sağlamalıdır. Teknolojik gelişmeler enerjide alternatif alanlar oluşturmuştur. Özellikle yenilenebilir enerji kullanımı günümüzde daha verimli ve sonuçları açısından daha tercih edilebilir bir düzeydedir. Hem iktisadi büyümeye olan katkısı hem de çevreye verdiği zarar açısından bakıldığında yenilenebilir enerji geleneksel enerjilere karşı güçlü bir konuma gelmiştir ( Mahmood vd., 2019 ve Sohail vd., 2021).

Enerji, üretim ve tüketim süreçleri göz önüne alındığında hem bireylerin yaşamlarını sürdürmeleri hem de iktisadi açıdan ele alındığında önemli bir parametredir. İktisadi açıdan bakıldığında enerjinin büyümeyle olan ilişkisi göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. Teknoloji ve sanayileşmede meydana gelen ilerlemelere paralel olarak nüfus artışı ve yaşam standartların gelişimi enerjiye olan talebi arttırmakla beraber, yeni enerji kaynaklarının yaratılmasını da öncelikli hale getirmiştir. Özellikle geleneksel enerji kaynaklarının hızla tüketilmesi yenilenebilir enerji sahasının gelişimini daha da hızlandırmıştır. Ülkelerin enerji açısından dışa bağımlılıklarını en aza indirmek için yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yatırımları aynı zamanda iktisadi olarak da geri dönüşümü hızlı olan ekonomik yatırımlardır. Yenilenebilir enerjinin iktisadi büyümeyle sonuçlandığı ve bununla birlikte yerli üretim kapasitelerinin artırılması gerekliliği son çalışmalarda ortaya konulmuştur ( Coester vd., 2018)

Enerji kaynakları sadece temel ihtiyaçların giderilmesi olarak görülmemelidir. Aynı zamanda iktisadi büyüme ve kalkınmayı da pozitif etkilemektedir ( Xiong vd., 2014). Böylelikle hem bireysel hem de toplumsal refaha katkıda bulunan temel unsurlardan biri haline gelebilmektedir. Bu sonucun ortaya çıkması için fosil kaynaklardan yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru geçişin gerekliliği sağlanmalıdır. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının yatırım ve üretim aşamalarında dışsal zararları en aza indirmek zorundadır.

İktisadi büyüme kavramı ele alınırken; yapısal değişimler, kişi başına düşen gelirlerde meydana gelen artışlar, teknolojik gelişmeler, sermaye birikimi, işgücü artışlar göz

önünde bulundurulmaktadır. İktisadi büyümeyi esas olarak ifade ederken; yatırım, sermaye, istihdam ve inovasyonda meydana gelen gelişmeler takip edilmelidir. Gelişmiş ülkeler iktisadi politikalarını belirlerken temel çıkış noktaları olarak büyümeyi hedef çıpa olarak belirlemişlerdir. Bu açıdan gelişen teknoloji ile birlikte enerjinin büyüme üzerinde etkisi önemli bir noktaya gelmiştir. Enerjiye olan yeni yatırımların hızlı geri dönüşümü ile birlikte iktisadi büyüme üzerinde etkisinin varlığı son dönemde araştırmacılar tarafından titizlikle incelenmektedir.

Çalışmamızın amacı 1990-2022 dönemi içerisinde yenilenebilir enerji tüketiminin iktisadi büyüme üzerindeki uzun dönem ve kısa dönem ilişkilerinin Türkiye sahasında araştırılmasına yöneliktir. Araştırmamızın birinci bölümü teorik çerçeve, ikinci bölümü ampirik literatür araştırmaları ve son bölümde ekonometrik analiz çalışmalarından meydana gelmektedir. Araştırma kapsamında öncelikle durağanlık testlerine bakılarak; Phillips-Perron (PP) ve Augmented Dickey-Fuller (ADF) testleri gerçekleştirilmiştir. Denklem bakıldığında sistemde mevcut olan değişkenlerin ortak gecikme uzunluğu belirlemek için literatürde çoğunlukla kullanılan standartlar vardır. Bu standartlara bakıldığında; Hannan-Quinn (HQ), Likelihood Ratio (LR), Akaike Information Criteria (AIC), Final Prediction Error (FPE) ve Schwarz (SW) ön plana çıkmaktadır. Bu standartlara göre gecikme uzunluğunun belirlenmesinde belirli standartlar öne çıkmış ve kararlaştırılmıştır. Daha sonra uzun dönem ilişkisinin incelenmesi amaçlanarak Bayer-Hanck (2013) Eşbütünleşme Analizinden faydalanılmıştır. Sonraki aşamada ise; kısa dönem ilişkilere bakılarak zaman hata düzeltme modeli gerçekleştirilmiştir. Nedensellik ilişkisi için Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Çalışmamızın ayırt edici yönü, Türkiye için 1990-2022 yıllarını kapsayan uzun dönemli veriler kullanılarak Bayer-Hanck (2013) eşbütünleşme testi uygulanması ve uzun/kısa dönem ilişkilerin detaylı şekilde analiz edilmesidir. Ayrıca FMOLS yöntemiyle elde edilen bulgular, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki pozitif etkisini güncel verilerle ortaya koymakta ve Granger nedensellik analiziyle değişkenler arasında çift yönlü bir ilişki belirlenmektedir.

## 2. Teorik Çerçeve

Ekonomik büyüme bir ülke ekonomisi için önemli parametrelerden bir tanesidir. İktisadi ve sosyal refah artışı ekonomik büyümenin önemli göstergelerindedir. Bu açıdan bakıldığında iktisadi tartışmalarda bu kavramlar sürekli göz önünde bulundurulmaktadır. GSYİH'nin sürekli artışı bir ülke ekonomisi için büyümenin meydana geldiğini göstermektedir. Bir ülke ekonomisinde ekonomik büyüme artışının tespiti yapılırken ortalama büyüme hızı ile yıllık bazda büyüme hızı verileri baz alınarak bu verilerden faydalanılmaktadır. Ortalama büyüme oranına bakıldığında; bir zaman dilimi içerisinde reel GSYİH'nin artışını ölçmektedir.

Ülkeler arası ekonomik karşılaştırma yapılırken ve ekonomik büyüme hesaplamalarında Reel Gayri Safi Yurt İçi Hasıla en önemli göstergelerdendir. Bu açıdan Reel GSYİH ele alınırken ülkelerin sahip olduğu nüfus göz ardı edilmemelidir. Günümüzde enerji talebinin arttığı ve tüketimlerin yoğunluğundan kaynaklı enerji arzının önemli bir noktaya evrildiği görülmektedir. Birey ve toplumların artan talep artışlarının enerji kullanımını artırması üretimin artmasını tetiklemiştir. Üretim artışlarının ülke ekonomisine katkısı yadsınamaz. Konuya bütüncül bakıldığında enerji ekonomik büyümenin önemli alt başlığı olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkeler yüksek büyüme çitasını yakalayabilmeleri için üretimi arttırmak ve bununla birlikte enerji kullanımını arttırmayı gerçekleştirmek zorunluluğunu kabul etmek zorundalar. Bazı iktisadi görüşlere göre üretim faaliyetlerin tümünde enerjinin temel girdi olarak kabul edilmesi hususu söz konusudur. Böylelikle enerji sanayileşme, şehirleşme ve ekonomik büyümenin kaynağını oluşturduğu tezini ortaya koymaktadır. Enerjinin ülkelerin kalkınmasında da önemli bir girdi olduğunu kabul etmek gerekir (Efeoğlu ve Pehlivan, 2018: 104).

Enerji tüketimi ve iktisadi büyümeye bakıldığında teorik açıdan değerlendirme yapılırsa bu iki kavram arasında bir nedenselliğin olduğu kabul görmektedir. Büyümenin gerçekleşmesinden sonra ulusal gelir artmakta ve bu artan

gelir, yatırım ve tüketim harcamalarını artırmaktadır. Bu harcamalar ile birlikte enerjiye olan talebin artması kaçınılmazdır. Birbirini tetikleyen bu süreç, enerjinin teknik gelişmeleri teşvik etmesi ve daha fazla üretimin gerçekleşmesiyle sonuçlanmaktadır. Konuya bu bakış açısı ile bakıldığında; yenilenebilir enerjinin hem sermaye-yoğun hem de emek-yoğun üretim teknolojilerinin geliştirilmesine pozitif yansımalarının sonucu olarak ekonomik büyümenin ortaya çıkmasına katkıda bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte istihdamın artması ve işsizliğin düşmesi sağlanarak birey ve toplumların refah düzeylerinin yükselmesine katkı sunacaktır. Yenilenebilir enerji kaynak kullanımı açısından yerli unsurlar barındırdığı için enerjinin ithalatı azalmaktadır. Böylelikle yurt içinde yatırım ve tüketim harcamaları artmaktadır (NREL, 1997: 2)

İktisadi büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında nasıl bir bağlantının bulunduğu araştırmacılar tarafından tartışılmaktadır. Bu ilişkinin iktisadi anlamda pozitif olduğu, iktisadi anlamda negatif olduğu ve nötr olduğu sonucunu savunan araştırmacılar bazı çalışmalar ile görüşlerini ortaya koymuşlardır. Aşağıdaki tabloda iktisadi büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki bağlantının niteliğini ortaya koymaya çalışan araştırmacıların ampirik bulgularının sonucu özet halinde verilmiştir.

**Tablo 1:** Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Farklı Görüşler

Başlıca Görüşler	Yazarlar
Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Artış Göstermesi İktisadi Büyüme Artırır	Khan vd. (2020), yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomiye etkisinin pozitif olduğu, ekonominin ise yeşil teknolojiyi teşvik ederek yenilenebilir enerji tüketimini olumlu bir şekilde etkilediğini ifade eder. Zafar vd. (2020), fosil yakıt enerji tüketimi ne kadar azalırse ekonomik büyüme için o kadar avantaj sağlayacaktır.
Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Artması Ekonomik Büyüme Aleyhine Olur	Shahbaz vd. (2020), araştırmaya göre yenilenebilir enerji tüketimi iktisadi büyümeyi engellemektedir. Bu sonuç yenilenebilir enerjinin fosil enerji ile değiştirme aşamasının maliyetli olmasından kaynaklıdır. Maji vd. (2019), çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi toplumda var olan faktör verimliliğini azaltarak iktisadi büyüme hızını düşürdüğü sonucuna ulaşılmıştır.
İktisadi Büyüme Yenilenebilir Enerji Tüketiminde Meydana Gelen Artışlar Kayda Değer Bir Şekilde Etkilememektedir.	Menegaki (2011), çalışmada iktisadi büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki bağlantının belirli bir kayda değer sonuç doğurmadığı şeklindedir. Çalışma, bu iki kavram arasında Granger nedenselliği bulunmadığını Avrupa üzerindeki çalışma sonucunda ulaşılmıştır. Chang vd. (2015), farklı ülke veya bölge örnekleri, zaman dilimleri ve ekonometrik modeller temelinde iktisadi büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında nötr bir ilişkinin varlığı sonucunu desteklemişlerdir.
İktisadi Büyüme Üzerinde Etkili Olan Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Bölgesel Farklılıkları Vardır	Yan vd. (2022), yenilenebilir enerji tüketiminin istihdam üzerindeki etkisini araştırmış ve farklı bölgelerde bu etkinin heterojen olduğunu sonucuna varmışlardır. Guo vd. (2022), çalışmada ulaşım, iktisadi büyüme, turizm ve yenilenebilir enerji bağımsız değişkenleri arasında doğrusal olmayan bağlantıyı ele almışlardır. Araştırmaya göre, yenilenebilir enerjinin düzenleyici etkisine bakıldığında kayda değer bölgesel farklılıklar olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Chen vd. (2021), yaptıkları çalışmada Çin'de geleneksel enerji kaynakları ile birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin iktisadi büyüme bağlantısını incelemişlerdir. Araştırma sonucuna bakıldığında; iktisadi büyüme ve elektrik üretimi değişkenleri arasında bölgesel farklılıklar olduğu sonucuna ulaşılmışlardır.

### 3. Literatür Araştırması

Pao ve Fu (2013), Brezilya'da 1980-2010 tarihleri arası yenilenebilir enerji tüketimi değişkeninden iktisadi büyüme değişkenine doğru tek taraflı nedensellik ilişkisi saptamışlardır. Bu ilişkiyi ortaya çıkarmak için Granger nedensellik testi ile Johansen Eşbütünleşme testi kullanmışlardır. Pao, ayrıca iktisadi büyüme ve toplam yenilenebilir enerji arasında bulunan nedenselliğin çift taraflı olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Sebri ve Salha (2014), yaptıkları bir çalışmada 1971-2010 yılları arasında iktisadi büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki bağlantının ne olduğunu ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. BRICS ülkeleri ele alınarak, Vecm Granger nedensellik testi ve Ardl Sınır testinden faydalanılmıştır. Çalışmanın nihayetinde ele alınan iki değişkenin arasında çift yönlü nedensellik bağlantısının olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Singh vd. (2019), gelişmiş ve gelişmekte olan 20 ülkede 1995-2016 dönemleri ele alınarak iktisadi büyüme ve yenilenebilir enerji tüketiminin nasıl bir bağlantısının olduğunu En Küçük Kare Resresyon (FMOLS) modelinden yararlanarak incelemişlerdir. Bu araştırmanın sonuç kısmına bakıldığında ele alınan iki değişken( iktisadi büyüme ve yenilenebilir enerji üretimi) arasında anlamlı bir ilişkinin varlığına ulaşılmıştır. Çalışmada gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş olan ülkelere kıyasla yenilenebilir enerji üretiminin iktisadi büyüme üzerinde etkisinin daha fazla meydana geldiği görülmüştür.

Apergis ve Payne (2010b), 20 OECD ülkesini kapsayan ve 1985-2005 yılları arasında yaptıkları çalışmalarda panel eşbütünleşme yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışmada işgücünün, sabit sermaye stokunun ve yenilenebilir enerjinin iktisadi büyüme üzerinde etkileri ele alınmıştır. Araştırma sonucuna göre; yenilenebilir enerjideki artış reel olarak GSYH'yi arttırdığı görülmüştür. Bununla birlikte iki değişken arasında hem uzun hem de kısa dönemde iki taraflı bir nedensellik kullandıkları Vektör Hata Düzeltme modeli ile tespit edilmiştir.

Durğun ve Durğun (2018), 1980-2015 dönemlerinde iktisadi büyüme ve yenilenebilir enerji tüketiminin Türkiye ölçeğinde incelemişlerdir. Çalışmada Toda Yamamoto yöntemi ve ARDL sınır testi metodunu temel alarak Granger nedensellik testlerinden faydalanmışlardır. Araştırma bulgularına göre; yenilenebilir enerji tüketiminden iktisadi büyümeye yönelik tek taraflı Granger nedensellik ilişkisi sonucu elde edilmiştir.

Apergis ve Payne (2011), 1980-2006 dönemlerine ait verileri kullanmışlardır. Bu verilerle 6 Orta Amerika ülkesinde yenilenebilir enerji tüketimi ve iktisadi büyüme arasında ilişkinin niteliğini ortaya koymaya çalışmışlardır. Hata düzeltme modeli ve Panel veri analiz yöntemi analiz sonuçlarına bakıldığında iktisadi büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi bağımsız değişkenleri uzun vadeli ve karşılıklı bir bağlantının olduğunu ortaya koymuşlardır.

Apergis ve Danuletiu (2014), gelişmekte olan ve gelişmiş toplam 80 ülkenin verilerinin analizi gerçekleştirmişlerdir. Bu ülkeler arasında Türkiye'de bulunmakta ve 1990-2012 dönemlerini kapsamaktadır. Araştırmada Canning-Pedroni nedensellik testleri ve Panel veri analiz yöntemlerinden faydalanılmıştır. Çalışmanın sonuç kısmına bakıldığında; yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme için önem arz etmekle birlikte, iktisadi büyümeden hareketle yenilenebilir enerji tüketimine yönelik nedensellik bağlantısının varlığı saptanmıştır.

İnglesi- Lotz (2016), yaptıkları çalışmada 1990-2010 dönemlerinde gelişmekte olan ve gelişmiş 34 OECD ülkesinin iktisadi büyüme ve yenilenebilir enerji tüketiminin birbirleri ile ilişkisinin sonucunu ortaya çıkarmak için uzun süreli bağlantılarını incelemişlerdir. Araştırmada ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi bağımsız değişkenlerinin arasında pozitif ve anlamlı ilişkinin var olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Rafindandi ve Öztürk (2017), yaptıkları çalışmada Almanya'da 1971-2013 dönemleri arasını incelemişlerdir. Çalışmada faydalanılan Bayer-Hanck eşbütünleşme testi ve ARDL sınır testleri kullanılarak yenilenebilir enerji tüketimi ile iktisadi büyüme arasında nasıl bir etkinin olduğunu belirlemeye çalışmışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre; iktisadi büyümenin belirli bir kısmı yenilenebilir enerji tüketiminden kaynaklı olduğu saptanmıştır. Değişkenler arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisinin bulunduğu tespit edilmiştir.

Alper (2018), Türkiye ekonomisi üzerinde yaptığı çalışmada 1990-2017 dönemini incelemiştir. Çalışmada Toda-Yamamoto nedensellik analizi ve Bayer-Hanck eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Araştırmada birçok değişken arasında eşbütünleşme ilişkisi sonucu ortaya çıkmakla beraber, iktisadi büyümeden kaynaklı yenilenebilir enerji tüketimine yönelik nedensellik bağlantısının varlığı tespit edilmiştir. Enerji kullanımında % 1'lik bir artmanın iktisadi büyümeye olan etkisi % 0,19 seviyesinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Omri ( 2013), çalışmasında 1990-2001 dönemleri için Ortadoğu ve Kuzey Afrika Ülkelerinin karbondioksit emisyonları, iktisadi büyüme ile enerji tüketimi arasındaki bağlantıyı incelemiştir. Çalışmada; iktisadi büyüme ve enerji tüketimi değişkenlerine yönelik elde edilen sonuçlara göre iki yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı ortaya çıkarılmıştır.

Block vd. (2015), Çin üzerine yaptıkları araştırmada 1977-2013 ve 1965-2011 yılları arasında iktisadi büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi bağlantısını araştırmışlardır. Araştırmada ARDL Eşbütünleşme, VECM Granger Nedensellik ve Yapısal Kırılma Testi yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmaya bakıldığında; iktisadi büyüme ve yenilenebilir enerji kullanımı arasında uzun vadede iki taraflı bir nedensellik ilişkisi ortaya konulmuştur.

Ibrahiem (2015), 1980- 2011 yılları arasında Mısır üzerinde yaptığı çalışmada iktisadi büyüme ve yenilenebilir elektrik tüketimi arasındaki bağlantı ele almıştır. Bu ilişki tespit edilirken Granger Nedensellik ve ARDL Sınır Testi yöntemleri kullanılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre; yenilenebilir elektrik tüketiminin uzun vadede iktisadi büyüme üzerinde olumlu bir etkiyle sonuçlandığı ve bu iki değişkenin çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığı sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu doğrultuda, mevcut literatürde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki üzerine farklı bulgular elde edildiği görülmektedir. Bir grup çalışma, bu iki değişken arasında pozitif bir ilişkiyi desteklerken (Sebri ve Salha, 2014; Singh vd., 2019), bazı çalışmalar nötr ya da negatif ilişkiler tespit etmiştir (Maji vd., 2019; Menegaki, 2011). Türkiye üzerine yapılan çalışmalar bulunmakla birlikte, özellikle uzun dönemli veri seti kullanılarak ve Bayer-Hanck eşbütünleşme testi gibi alternatif yöntemlerle yapılan araştırmaların sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Bu bağlamda çalışmamız, Türkiye özelinde uzun dönemli veri seti kullanarak ve farklı ekonometrik yöntemleri uygulayarak literatüre hem metodolojik hem de güncel dönem açısından katkı sunmayı amaçlamaktadır.

## 4. Ekonometrik Analiz

### 4.1. Verilerin Tanıtımı

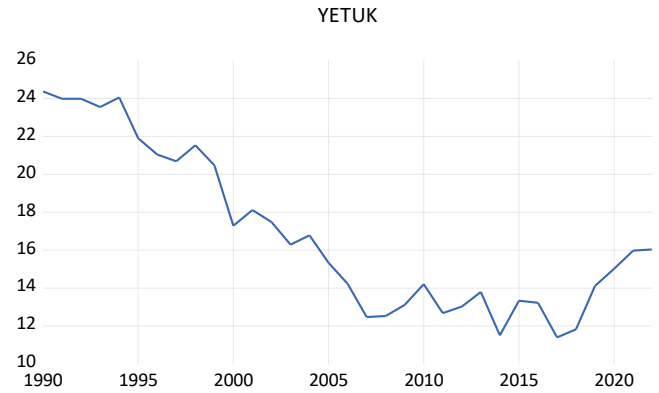
Çalışmamızda analizde kullanılmak üzere, 1990-2022 dönemi yıllık verilerine yönelik, yenilenebilir enerji tüketiminin büyüme üzerindeki hem kısa dönem hem de uzun dönem bağlantıları incelenerek, gerekli bulgular elde edilmiştir. Veriler <https://data.worldbank.org/> veri tabanından sağlanmıştır. Değişkenlerin tanıtımına bakıldığında aşağıda Tablo 2’de gösterilmiştir. Sonrasında analizler için Eviews 12.0 sürümünden yardım alınmıştır.

**Tablo 2:** Analizde Yararlanılan Değişkenlerin Tanıtları

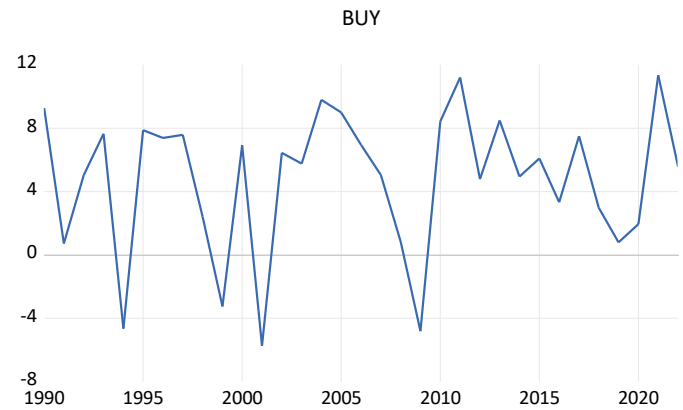
Değişken	Gösterimi	Tanımı
Gayrisafi yurtiçi hasıla büyüme oranı (%)	BUY	Bağımlı değişken
Yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimindeki payı (%)	YETUK	Bağımsız değişken

Değişkenlerin zaman içindeki seyrine yönelik grafikler aşağıdadır.

Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji tüketimindeki oranı 2009 yılına kadar azalan bir seviyede yol almıştır, 2010-2015 arası yatay bir seyir izlemiştir, 2017 yılında artış eğilimi kazanmıştır.



**Şekil 1.** Yenilenebilir enerji kullanımının toplam enerji tüketimindeki oranı (%)



**Şekil 2.** Gayrisafi yurtiçi hasıla büyüme oranı (%)

Türkiye için GSYİH büyüme verileri dönem boyunca artış ve azalışlar göstererek yatay bir seyir izlemiştir. Kriz dönemleri için azalışların (negatif değer) olduğu görülmektedir. Verilere dair tanımlayıcı bilgiler aşağıdaki Tablo 3’de sunulmuştur.

**Tablo 3:** Verilere İlişkin Tanımlayıcı Bilgiler

İstatistikler	YETUK	BUY
Ortalama	16.83091	4.773370
Medyan	15.98000	5.763206
Maksimum	24.37000	11.35350
Minimum	11.40000	-5.750007
St.sapma	4.258872	4.521479

Ele alınan YETUK değişkeninin ortalama değeri 16.83±4.25, medyan ortalaması 15.98, maksimum değeri 24.37, minimum değeri 11.40 olarak belirlenmiştir. BUY değişkeni ortalama değeri 4.77±4.52, medyan ortalaması 5.76, maksimum değeri 11.35, minimum değeri -5.75 olarak elde edilmiştir.

### 4.2 Ekonometrik Yöntem

Durağanlık testlerine bakıldığında; bu analizler için Phillips-Perron (PP) ve Augmented Dickey-Fuller (ADF) testleri gerçekleştirilmiştir. Literatürde sıklıkla kullanılan kriterlere göre; denklem sisteminde mevcut olan değişkenler açısından ortak gecikme uzunluğu tespit edilebilmektedir.

Kriterlere göz önüne alındığında; Akaike Information Criteria (AIC), Schwarz (SW), Final Prediction Error (FPE), Likelihood Ratio (LR) ve Hannan-Quinn (HQ) sıralanmaktadır. Sıralanan kriterlere göre gecikme uzunluğu saptanmıştır. Bayer-Hanck (2013) Eşbütünleşme Analizi kullanılarak uzun dönem ilişkinin araştırılması yapılmıştır. Hata düzeltme modeli uygulanarak kısa dönem ilişkiler ele alınmıştır. Nedensellik ilişkisi için Granger nedensellik testi uygulanmıştır.

#### 4.3 Analiz Sonuçları ve Yorumlama

Başlangıçta elde edilen veriler üzerinde durağanlık testleri analizi yapılmıştır. Analizlerin her biri için “sabit+trend” ile “sabit” alternatifleri tercih edilmiştir. Verilerin mevsimsellikten arındırılması için Eviews 10.0 sürümünde kullanılan Hodrick-Prescott filtresinden faydalanılmıştır. Uygulamada bazı dönemlerde negatif değer alan (düşüş) ZEW verisinin mevsimsel etkilerini ortadan kaldırmak için logaritması alınmamıştır. Mevsimsel etkileri ortadan kaldıran zaman serisi verilerinin trend ve döngüsel hareketleri bileşenlerine bölünmesi amacıyla bazı metotlar geliştirilmiştir. Ancak yoğun şekilde istifade edilen yöntem Hodrick-Prescott (1980) aracılığıyla tasarlanmış filtredir. Bu tasarlanmış filtreye bakıldığında, bir zaman serisindeki trend ve döngüsel bileşenleri minimize edecek form şeklinde tercih edilmektedir:

$$\sum_{t=1}^T (y_t - \tau_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(\tau_{t+1} - \tau_t) - (\tau_t - \tau_{t-1})]^2 \quad (1)$$

**Tablo 4:** ADF ve PP Birim Kök Test Bulguları

Değişkenler	ADF		PP	
	Sabit	Sabit+trend	Sabit	Sabit+trend
YETUK	-1.413(0.109)	-1.714(0.116)	-1.563(0.129)	-1.670(0.137)
BUY	-1.256(0.112)	-1.320(0.123)	-1.411(0.132)	-1.488(0.145)
$\Delta$ YETUK	-9.589(0.014)*	-9.905(0.000)*	-10.087(0.001)*	-10.531(0.004)*
$\Delta$ BUY	-8.215(0.007)*	-8.811(0.000)*	-9.314(0.004)*	-9.815(0.002)*

\*0.05 için durağan değişken,

Not: parantez içi değerler (p) değerleridir ve  $\Delta$  gösterimi birinci derece farkı ifade etmektedir.

Tablo 4'e bakıldığında; değişkenlerin düzey seviyesinde durağan olmadığı görülmektedir. Değişkenler göz önüne alındığında birinci derece fark için durağandır ve I(1) seviyesinde durağanlık tespit edilir. Elde edilen sonuçla

Yukarıdaki denkleme bakıldığında; denkleme  $\tau_t$  parametresi eğilim bileşenini göstermektedir. Bununla birlikte  $\lambda$  parametresi, eğilimdeki dalgalanmaları azaltan “düzgünleştirme parametresini” (smoothing parameter) ifade etmektedir.  $\lambda$  parametresi, döngüsel hareketlerdeki oynaklık ile trend bileşeninin ikinci farkının oynaklığı arasındaki oranı belirtir. Bununla birlikte veride tespit edilen gürültü/sinyal oranını ifade eder. Filtre kullanımından önce  $\lambda$  değerinin saptanması zorunludur.  $\lambda$  parametresi  $[0, \infty]$  aralığında değerler alabilir ve  $\lambda$  parametresinin sıfır olması, veride döngüsel hareketlerin bulunmadığını; artı sonsuz değerini alması ise serinin zaman içinde doğrusal bir trend bileşeni içerdiğini belirtir (Hodrick ve Prescott,1980). Çalışmamızda, kuramcıların uygulamacılara önerdiği günlük veri setleri için  $\lambda=1600$  kullanılarak faydalanılmıştır. Diğer veride olumsuz bir sonuç bulunmamasına karşın, homojenliği sağlamak amacı ile serilerin tümünde filtre kullanılması uygun görülmüştür. Mevsimsel etkiler ortadan kaldırıldıktan sonra trend etkilerinin saptanması amaçlı birim kök testleri gerçekleştirilmiştir.

Başlangıçta verilerin kullanımında sağlıklı sonuçlara ulaşmak için durağanlık testleri analizi yapılmıştır. Testlerin her biri için “sabit+trend” ve “sabit” alternatifleri tercih edilmiştir. Mevsimsel etkilerini ortadan kaldırmak için değişkenlerin logaritmik değerleri hesaplanmıştır.

birlikte eşbütünleşme analizi için değişkenlerin birinci derece farkları hesaplanacaktır. Tablo 5’de eşbütünleşme analizini yapmak için gerekli gecikme uzunluklarını saptamak amacıyla kriterlerin değerleri verilmiştir.

**Tablo 5:** Değişkenlerin Gecikme Düzeylerinin Tespit Etmek İçin Kullanılan Ölçütler

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-1377.826	NA	4.35e+12	46.12753	46.33696	46.20945
1	-1149.816	402.8167	7.27e+09	38.02721*	41.19325*	40.30066*
2	-1108.519	64.69981	6.31e+09	39.55062	42.27327	40.61560
3	-1057.890	69.19177	4.25e+09	39.06301	43.04227	40.61952
4	-1006.031	60.50262*	3.03e+09	38.53437	43.77023	40.58240
5	-954.6107	49.70627	2.54e+09*	38.92036	44.51283	40.55992

Tablo 5’e bakıldığında, gecikme uzunlukları kriterlerinin çoğu 1 gecikme için uygunluk sağlamıştır. Bu nedenle,

eşbütünleşme analizi değişkenlerin birinci derece farkları ve 1 gecikme seviyesi ile incelenecektir.

### Bayer- Hanck (2013) Eşbütünleşme Analizi

Engle-Granger (1987) eşbütünleşme analizi uzun vadeli regresyon modelinin kalıntıları üzerinden hesaplanmaktadır. Bu açıdan bu testin birim köke sahip olan serilerin durağanlık kazandırmadan seriler arasında uzun vadeli ilişkileri açıklamaya yönelik özellikleri vardır. Fakat bu durum analiz edilirken çoklu açıklayıcı farklı değişkenlerde çalışan modellerde Engle-Granger eşbütünleşme analizinin güçlü olmadığı görülmekle beraber, bu sonucun tersi olarak araştırmacılar açısından zayıf görüldüğü belirtilmektedir (Govindaraju ve Tang, 2013:314). Bu aşamadan sonra gecikme uzunluğuna son derece duyarlı olan Johansen (1991) eşbütünleşme testi, sonradan geliştirilmiştir. İlerleyen dönemlerde hata düzeltme modelini temel alan ve F istatistiğiyle gerçekleştirilen başka bir eşbütünleşme testi geliştirmiştir ( Boswijk, 1994). Başka bir test olan Banerjee vd. (1998) analizi hata düzeltme modeli ve t istatistiğine dayanan bir testtir. İfade edilen eşbütünleşme analizlerinin tamamen güçlü ve mükemmel yakın değildir. Bundan dolayı Bayer ve Hanck (2013) yeni bir test meydana getirmiştir. Bu testi geliştirirken Johansen (1991), Boswijk (1994), Engle ve Granger (1987) ve Banerjee vd. (1998) eşbütünleşme testlerinden faydalanarak, meydana getirdiği testi bu testlerle birlikte değerlendirmiştir. Bayer ve Hanck (2013) tarafından geliştirilen yeni testin yukarıda sayılan

analizlerin olasılık değerlerini birleştirerek daha kuvvetli bir eşbütünleşme testi elde etmiştir. Bayer ve Hanck (2013) tarafından geliştirilen testin uygulanması ile birlikte; Boswijk (1994)'ın hata düzeltme terimiyle çalışan testi, Engle-Granger (1987)'in tek denklemlilik ve Banerjee vd. (1998)'in testleri ile Johansen (1991)'in çok denklemlilik testlerinin istatistiksel olasılıklarını değerlerini göz önünde bulundurarak testin uygulamasını sağlamıştır (Shahbaz, vd. 2013: 10). Bayer-Hanck (2013) eşbütünleşme testi, Fisher'in ki-kare dağılımı formülünü takip ederek ayrı ayrı olasılık değerlerini bir araya getirmiştir (Arı, 2016: 61):

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

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

Denklem (2) ve Denklem (3)'ye bakıldığında  $P_{EG}$ ,  $P_{JOH}$ ,  $P_{BO}$ ,  $P_{BDM}$ , Boswijk (1994), Banerjee vd. (1998), Engle-Granger (1987) ve Johansen (1991) eşbütünleşme testlerinin olasılık değerlerini göstermektedir. Hesaplanan test istatistiğine bakıldığında, Bayer-Hanck (2013) aracılığıyla geliştirilen ve uygulanan bu test istatistiği kritik değerden büyük olduğunda eşbütünleşme bağlantısının bulunmadığı temel hipotez reddedilerek, eşbütünleşme bağlantısının serilerin birbirleri arasında varlığı kabul edilmektedir. Aşağıdaki tabloda Bayer-Hanck eşbütünleşme testi sonuçları tablolaştırılmıştır.

**Tablo 6:** Bayer-Hanck (2013) Eşbütünleşme Testi Bulguları

Model	EG-JOH	EG-JOH-BO-BDM	Eşbütünleşme
FBUY = f(FYETUK)	19.462*	32.587*	
Anamlılık Düzeyi	Kritik değer	Kritik değer	
%1 düzeyi	20.671	36.277	Var
%5 düzeyi	17.598	29.813	
%10 düzeyi	13.513	18.692	

Not: \* %5 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşme olduğunu göstermektedir. "F" gösterimi birinci derece farkı ifade etmektedir.

Bayer ve Hanck (2013) tarafından geliştirilen eşbütünleşme testi sonuçlarına bakıldığında zaman, ölçülen 2 Fisher Test istatistiği değerinin kritik değer olan 0.05'i aştığından değişkenler arasında eşbütünleşme bağlantısının bulunduğu tespit edilmiştir.

Eşbütünleşme bağlantısı tespit edilen modelin uzun vadeli eşbütünleşme katsayı varsayımları Tam Değiştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi (Fully Modified Ordinary Least Square: FMOLS) ile tamamlanmıştır.

**Tablo 7:** FMOLS Uzun Dönem Eşbütünleşme Katsayı Tahmini

Model	FYETUK
FBUY = f(FYETUK)	0.057*

\*0.05 için istatistik anlamlı değişken, varsayımlardaki otokorelasyon ve değişen varyans problemleri, Newey-West yöntemi ile telafi edilmeye çalışılmıştır.

FMOLS yöntemi analizleri yapıldığı zaman, otokorelasyon ve değişen varyans sorunları Newey-West yöntemi ile telafi

edilmeye çalışılmıştır. Varsayım testlerinin sonucuna bakıldığında hiçbir varsayım sapması meydana gelmemiştir.

Tablo 7'ye göre; YETUK değişkeni BUY üzerinde pozitif yönde anlamlı ilişkilidir ( $p < 0.05$ ). Uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimi içindeki oranı %1 arttığında, büyüme değişkeni %5.7 artış göstererek olumlu tepki vermektedir.

Uzun vadede uyumlu olan değişkenlerin kısa vadede dinamiklerini analiz etmek için hata düzeltme modeli ( Vector Error Correction Model: VECM) öngörülmüştür. Elde edilen sonuçlar aşağıda tablolaştırılmıştır.

**Tablo 8:** Kısa Dönem Hata Düzeltme Modeli Tahmin Bulguları

Bağımlı Değişken: $\Delta BUY_t$	Katsayı	Diagnostik Testler
$\Delta YETUK_t$	0.036*	$R^2 = 0.623$ , Adj. $R^2 = 0.619$ , $F(p) = 0.000^*$ ,
ECTt-1	-0.405*	Breusch-Godfrey LM Test (p)= 0.114*,
Sabit	1.612*	White Test (p)=0.128*, Ramsey RESET Test (p)=0.139*, JB test (p)=0.286

Not: \*0.05 düzeyinde istatistiksel anlamlılığı, JB; Jarque-Bera normallik testi olasılık değerini göstermektedir. Varsayımlardaki otokorelasyon ve değişen varyans problemleri, Newey-West yöntemi ile telafi edilmeye çalışılmıştır.

Modeldeki hata düzeltme terimi negatif bir katsayıya ve istatistiksel anlamlılığa sahiptir. Başka bir deyişle; modelin hata düzeltme mekanizması işlevseldir. Uzun vadede birlikte hareket eden seriler arasında kısa vadede oluşan sapmaların %40.5'i giderilmektedir ve seriler yeniden uzun vadeli denge seviyesine yaklaşmaktadır. Kısa vadede katsayılar uzun vadeli katsayıları ile karşılaştırıldığında daha düşük değerler göstermiştir. Diğer bir ifade ile; YETUK değişkeni kısa vadede BUY üzerinde etkisi daha az olmaktadır ve dönem uzadıkça etkinin artış gösterdiği gözlemlenmektedir.

Çalışmada değişkenlerin nedensellik ilişkilerini göstermek için Granger nedensellik testi gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 9:** Granger Nedensellik Analizi

Boş hipotez	F-ist	p	Karar
FYETUK → FBUY	7.4832	0.0000	Nedensellik var
FBUY → FYETUK	9.3619	0.0036	Nedensellik var

YETUK değişkeninden BUY değişkenine doğru nedensellik vardır, aynı zamanda BUY değişkeninden YETUK değişkenine doğru nedensellik elde edilmiştir, bu durumda çift yönlü bir nedensellik belirlenmiştir (YETUK ↔ BUY). YETUK değişkeninin önceki dönem değerleri BUY değişkeninin cari değerini üzerinde etkili iken, BUY değişkeninin önceki dönem değerleri YETUK değişkeninin cari değerini üzerinde etkilidir.

## 5. Sonuç ve Öneriler

Ekonomik faaliyetlerin dengeli ve arzu edilen şekilde yerine getirilmesi için enerjinin önemi her geçen gün daha da artmaktadır. Enerjide dışa bağımlılık iktisadi faaliyetleri olumsuz etkileyerek, iktisadi ve sosyal hedeflere ulaşmayı güçleştirmektedir. Fosil kaynakların coğrafik dağılımındaki dengesizlik, ülkelerin yenilenebilir enerji yatırımlarını zorunlu hale getirmiştir. Bu açıdan yenilenebilir enerji ekonomiler için bir tercih değil, zorunluluk haline gelmiştir.

Yenilenebilir enerji tüketiminin büyüme oranını araştırmak, sürdürülebilir kalkınma ve çevresel koruma hedefleri açısından büyük bir önem taşımaktadır. Dünya genelinde fosil yakıtların kullanımının neden olduğu karbon emisyonları, iklim değişikliği ve çevresel tahribat gibi sorunlar giderek daha belirgin hale gelmektedir. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynaklarının benimsenmesi, bu olumsuz etkilerin azaltılmasına katkıda bulunabilir. Yenilenebilir enerji tüketiminin büyüme oranını izlemek, enerji politikalarının etkinliğini değerlendirmeye, yeni stratejiler geliştirmeye ve küresel iklim hedeflerine ulaşma

yolunda ilerlemeyi sağlamaya yardımcı olur. Aynı zamanda, yenilenebilir enerji sektöründeki büyümenin ekonomik, sosyal ve çevresel faydalarını belirlemek, sürdürülebilir bir enerji geleceği inşa etmek için kritik bilgiler sunar.

Araştırmalar, yenilenebilir enerji tüketiminin artmasının ekonomik büyümeye, istihdam yaratılmasına ve enerji bağımsızlığının artırılmasına katkıda bulunduğunu göstermektedir. Yenilenebilir enerji projeleri, yerel ekonomileri canlandırarak yeni iş fırsatları yaratır ve enerji güvenliğini artırarak dışa bağımlılığı azaltır. Bu durum, ülkelerin enerji arzını daha sürdürülebilir ve güvenli hale getirir. Ayrıca, yenilenebilir enerji teknolojilerine yapılan yatırımlar, inovasyon ve teknolojik ilerlemeyi teşvik eder, bu da uzun vadede ekonomik büyümeyi destekler. Yenilenebilir enerji tüketiminin büyüme oranını araştırmak, bu dinamikleri anlamak ve gelecekteki enerji politikalarını şekillendirmek için gereklidir. Böylece, hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirlik sağlanarak, toplumların refahı ve geleceği için önemli adımlar atılabilir.

Bu çalışmada, 1990-2022 dönemi Türkiye verileri kullanılarak yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Araştırmada öncelikle Phillips-Perron (PP) ve Augmented Dickey-Fuller (ADF) testleri ile değişkenlerin durağanlık seviyeleri incelenmiş, ardından Bayer-Hanck (2013) eşbütünlüşme testi kullanılarak uzun dönem ilişkilerin varlığı belirlenmiştir. FMOLS yöntemi ile yapılan tahminler, yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkisinin olduğunu göstermiştir. Ayrıca, hata düzeltme modeli sonuçlarına göre kısa dönem uyum süreçleri doğrulanmış ve Granger nedensellik testi ile değişkenler arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Genel bulgulara bakıldığında, Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketiminin artırılmasının ekonomik büyümeye katkı sağladığını göstermektedir. Bu doğrultuda, enerji arz güvenliğini desteklemek ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak amacıyla yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması, yerli üretim kapasitesinin güçlendirilmesi ve Ar-Ge çalışmalarının teşvik edilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca, yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması çevresel sürdürülebilirlik açısından da desteklenmelidir. Gelecek çalışmalarda, sektörel düzeyde analizler yapılması ve farklı ülke örnekleriyle karşılaştırmalı çalışmalar gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Çalışmamızın sonucuna bakıldığında; literatürde yenilenebilir enerji ve büyüme arasında pozitif nedensellik



ilişkinin açıklayan Sebrî ve Salha (2014), Singh vd. (2019), İbrahim (2015), İnglesi- Lotz (2016) ile aynı paralelde sonuçlara ulaşılmıştır. Diğer yandan, Apergis and Payne (2011), Can and Korkmaz (2019), Chen vd., (2020), Li vd., (2022), Ravichandran vd., (2022) çalışmalarında yenilenebilir enerji ve büyüme arasında pozitif yönde anlamlı uzun ve kısa dönem ilişkiler belirlenmiştir.

Çalışmamızın literatüre katkısı 1990-2022 dönemi yıllık verilerine yönelik, yenilenebilir enerji tüketiminin büyüme üzerindeki uzun dönem ve kısa dönem ilişkilerinin Türkiye üzerinde pozitif nedensellik ilişkisinin varlığıdır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji yatırımlarını artırarak, enerji tüketiminde yenilenebilir enerji tüketimini öncelikle ekonomik büyümeye daha fazla katkı sağlayacak adımlar atmalıdır.

Yenilenebilir enerji tüketiminin büyüme oranını artırmak için çeşitli stratejiler ve politikalar benimsenebilir. Genel olarak önerileri şöyle sıralayabiliriz;

#### **Teşvik ve Destek Programları:**

➤ **Mali Teşvikler:** Bu teşviklerde yenilenebilir enerji yatırımlarını arttırmak için sübvansiyon, vergi indirimleri ve düşük faizli krediler ön plana çıkmaktadır.

➤ **Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) Destekleri:** Yenilenebilir enerji yatırımları için bu alandaki teknolojik yatırımların artırılması ve Ar-Ge projelerine gerekli fonların verilmesi

#### **Yasal ve Düzenleyici Reformlar:**

➤ **Yenilenebilir Enerji Kotaları:** Enerji şirketlerine yönelik yaptıkları üretimlerin belli bir oranını yenilenebilir kaynaklardan oluşturma zorunluluğu konulabilir.

➤ **Yönetmelikler ve Standartlar:** Yenilenebilir enerji kullanımı için gerekli teşvikler verilerek, yasal zemine oturtulmalıdır.

#### **Altyapı Yatırımları:**

➤ **Akıllı Şebekeler:** Akıllı şebeke teknolojilerine gerekli yatırım yapılarak yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu yapılmalıdır.

➤ **Depolama Çözümleri:** Yenilenebilir enerji kaynaklarının verimliliğini arttırmak için enerji depolama teknolojilerinin geliştirilmesi gereklidir.

#### **Eğitim ve Farkındalık:**

➤ **Kamu Farkındalığı Kampanyaları:** Yenilenebilir enerjinin avantajları konuyla ilgili tüm taraflara detaylı aktarılmalıdır.

➤ **Eğitim Programları:** Bu alanda gerekli eğitimler verilerek yetişmiş insan kaynağı oluşturulmalıdır.

#### **Uluslararası İşbirlikleri:**

➤ **Teknoloji Transferi:** Yenilenebilir enerji teknolojilerine sahip ülkelerden gerekli teknoloji transferi yapılabilir.

➤ **Finansman:** Yenilenebilir enerji projeleri için uluslararası finans kuruluşlarından gerekli fonlar sağlanabilir.

➤ **Yerel Üretim Teşvikleri:** Yenilenebilir enerji yatırımlarında kullanılan malzemelerin yerel düzeyde üretilerek, maliyetlerin düşürülmesi ve istihdamın artırılması sağlanabilir.

➤ **İnovasyon Teşvikleri:** Yenilenebilir enerji alanında yenilikçi çözümler geliştiren firmalar desteklenebilir.

Bu stratejiler ve politikalar, yenilenebilir enerji tüketiminin artmasına ve sürdürülebilir bir enerji geleceğinin sağlanmasına katkıda bulunabilir. Bununla birlikte bundan sonra yapılacak çalışmalarda yenilenebilir enerji tüketimi farklı değişkenler ile ve farklı yöntemler kullanılarak ülke grupları için incelenebilir.

#### **Kaynakça**

- Alper, F. Ö. (2018). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: 1990-2017 Türkiye örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 8(2), 223–242. <https://doi.org/10.18074/ckuiibfd.466782>
- Apergis, N., & Danuletiu, D. C. (2014). Renewable energy and economic growth: Evidence from the sign of panel long-run causality. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(4), 578–587.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010b). Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries. *Energy Policy*, 38(1), 656–660. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.002>
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2011). The renewable energy consumption–growth nexus in Central America. *Applied Energy*, 88(1), 343–347. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.07.013>
- Arı, A. (2016). Türkiye'deki ekonomik büyüme ve işsizlik ilişkisinin analizi: Yeni bir eşbütünleşme testi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 57–67.
- Banerjee, A., Dolado, J. J., & Mestre, R. (1998). Error-correction mechanism tests for cointegration in a single-equation framework. *Journal of Time Series Analysis*, 19(3), 267–283. <https://doi.org/10.1111/1467-9892.00091>
- Bayer, C., & Hanck, C. (2013). Combining non-cointegration tests. *Journal of Time Series Analysis*, 34(1), 83–95. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9892.2012.00814.x>
- Bloch, H., Rafiq, S., & Salim, R. (2015). Economic growth with coal, oil and renewable energy consumption in China: Prospects for fuel substitution. *Economic Modelling*, 44, 104–115. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.09.017>
- Boswijk, H. P. (1994). Testing for an unstable root in

- conditional and structural error correction models. *Journal of Econometrics*, 63(1), 37–60. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(93\)01560-9](https://doi.org/10.1016/0304-4076(93)01560-9)
- Can, H., & Korkmaz, Ö. (2019). The relationship between renewable energy consumption and economic growth. *International Journal of Energy Sector Management*, 13(3), 573–589. <https://doi.org/10.1108/ijesm-11-2017-0005>
- Chang, T., Gupta, R., Inglesi-Lotz, R., Simo-Kengne, B., Smithers, D., & Trembling, A. (2015). Renewable energy and growth: Evidence from heterogeneous panel of G7 countries using Granger causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 1405–1412. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.08.022>
- Chen, C., Pinar, M., & Stengos, T. (2020). Renewable energy consumption and economic growth nexus: Evidence from a threshold model. *Energy Policy*, 139, 111295. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111295>
- Chen, C. B., & Ye, A. Z. (2021). The relationship between traditional energy sources, renewable energy generation and economic growth: An empirical analysis based on a semi-parametric structural global vector autoregressive model. *Journal of South China University of Technology (Social Science Edition)*, 23, 13.
- Coester, A., Hofkes, M. W., & Papyrakis, E. (2018). An optimal mix of conventional power systems in the presence of renewable energy: A new design for the German electricity market. *Energy Policy*, 116, 312–322. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.02.020>
- 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. <https://doi.org/10.18825/iremjournal.347200>
- Efeoğlu, R., & Pehlivan, C. (2018). Türkiye’de enerji tüketimi ve cari bütçe açısından ekonomik büyümeye katkı. *Politik Ekonomik Kuram*, 2(1), 103–123. <https://doi.org/10.30586/pek.418280>
- Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2), 251–276. <https://doi.org/10.2307/1913236>
- Feng, Y., & Zhao, T. (2022). Exploring the nonlinear relationship between renewable energy consumption and economic growth in the context of global climate change. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(23), 15647. <https://doi.org/10.3390/ijerph192315647>
- Govindaraju, V. G. R. C., & Tang, C. F. (2013). The dynamic links between CO2 emissions, economic growth and coal consumption in China and India. *Applied Energy*, 104, 310–318. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.10.042>
- Guo, Q. Y., & Cai, X. W. (2022). Transportation, tourism development, renewable energy and economic growth: A study based on carbon peaking and carbon neutral background. *East China Economic Management*, 36, 68–77.
- Hodrick, R. J., & Prescott, E. C. (1980). Postwar U.S. business cycles: An empirical investigation. *Working Paper*.
- Ibrahiem, D. M. (2015). Renewable electricity consumption, foreign direct investment and economic growth in Egypt: An ARDL approach. *Procedia Economics and Finance*, 30, 313–323. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01299-X](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01299-X)
- Inglesi-Lotz, R. (2016). The impact of renewable energy consumption to economic growth: A panel data application. *Energy Economics*, 53, 58–63. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.01.003>
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2–3), 231–254. [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3)
- Khan, H., Khan, I., & Binh, T. T. (2020). The heterogeneity of renewable energy consumption, carbon emission and financial development in the globe: A panel quantile regression approach. *Energy Reports*, 6, 859–867. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.04.002>
- Li, M., Lü, Y., & Xu, X. (2022). Mapping the scientific structure and evolution of renewable energy for sustainable development. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(43), 64832–64845. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20361-4>
- Mahmood, N., Wang, Z., & Hassan, S. T. (2019). Renewable energy, economic growth, human capital, and CO2 emission: An empirical analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 20619–20630. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05387-5>
- Maji, I. K., Sulaiman, C., & Abdul-Rahim, A. S. (2019). Renewable energy consumption and economic growth nexus: A fresh evidence from West Africa. *Energy Reports*, 5, 384–392. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.03.005>
- Menegaki, A. N. (2011). Growth and renewable energy in Europe: A random effect model with evidence for neutrality hypothesis. *Energy Economics*, 33, 257–263. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.10.004>
- NREL. (1997). *Dollars from sense: The economic benefits of renewable energy*. National Renewable Energy Laboratory, U.S. Department of Energy, Washington.
- Omri, A. (2013). CO2 emissions, energy consumption and economic growth nexus in MENA countries: Evidence from simultaneous equations models. *Energy*

- Economics*, 40, 657–664.  
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.09.003>
- Pao, H. T., & Fu, H. C. (2013). Renewable energy, non-renewable energy and economic growth in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 381–392. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.004>
- Rafindadi, A. A., & Öztürk, İ. (2017). Impacts of renewable energy consumption on the German economic growth: Evidence from combined cointegration test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1130–1141. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.093>
- Ravichandran, S., Sri, R. M. M., Mehraj, M., & Sowmya, C. (2022). Future of renewable energy in India for sustainable development. *International Journal of Clinical Biochemistry and Research*, 8(4), 242–244. <https://doi.org/10.18231/ijcbr.2021.052>
- Sebri, M., & Salha, O. B. (2014). On the causal dynamics between economic growth, renewable energy consumption, CO2 emissions and trade openness: Fresh evidence from BRICS countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.033>
- Shahbaz, M., Farhani, M. S., & Öztürk, İ. (2013). Coal consumption, industrial production and CO2 emissions in China and India. *Munich Personal RePEc Archive (MPRA) Paper No. 50618*.
- Shahbaz, M., Raghutla, C., & Chittedi, K. R. (2020). The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from the renewable energy country attractive index. *Energy*, 207, 118162. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118162>
- Singh, N., Nyuur, R., & Richmond, B. (2019). Renewable energy development as a driver of economic growth: Evidence from multivariate panel data analysis. *Sustainability*, 11(8), 2418. <https://doi.org/10.3390/su11082418>
- Sohail, M. T., Ullah, S., Majeed, M. T., Usman, A., & Andlib, Z. (2021). The shadow economy in South Asia: Dynamic effects on clean energy consumption and environmental pollution. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 29265–29275. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12690-7>
- Xiong, P.-P., Dang, Y.-G., Yao, T.-X., & Wang, Z.-X. (2014). Optimal modeling and forecasting of the energy consumption and production in China. *Energy*, 77, 623–634. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.09.056>
- Yan, Z. M., Du, K. R., & Zang, N. (2022). Renewable energy technology innovation and carbon emission reduction: A perspective of regional economic development imbalance. *Environmental Economics Research*, 7, 56–77.
- Zafar, M. W., Shahbaz, M., Sinha, A., Sengupta, T., & Qin,