



## Türkiye’de Temiz Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri: Uzun ve Kısa Dönem Analizi

**Fatma KIZILKAYA**  
Doç. Dr., Malatya Turgut Özal Üniversitesi  
[fatma.kizilkaya@ozal.edu.tr](mailto:fatma.kizilkaya@ozal.edu.tr)  
<https://orcid.org/0000-0002-1028-9341>.

Makale Başvuru Tarihi : 20 .07.2023  
Makale Kabul Tarihi : 19.09.2023  
Makale Yayın Tarihi : 10.10.2023  
Makale Türü : Araştırma Makalesi  
Doi: 10.5281/zenodo.10003946

### Özet

#### **Anahtar Kelimeler:**

Temiz Enerji,  
Ekonomik Büyüme,  
Eşbütünlük

*Türkiye'nin enerjide dışa bağımlı olan yapısı, enerji güvenliği ve kalkınma süreci için riskler oluşturmaktadır. Ayrıca enerjinin büyük bir bölümünün fosil yakıtlardan elde edilmesi nedeniyle kirlilik ve sera gazı emisyonu giderek artmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmesi için enerji ihtiyacını temiz ve verimli bir şekilde temin etmek ve kullanmak durumundadır. Bu çalışmada, Türkiye’de temiz enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi 1965-2021 dönemi için araştırılmıştır. Ele alınan model çerçevesinde eşbütünlük ilişkisinin olup olmadığı, Bayer-Hanck eşbütünlük testi ile analiz edilmiştir. Eşbütünlük analizi bulgularına göre temiz enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında eşbütünlük ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Uzun ve kısa dönem analiz sonuçları, temiz enerji tüketimindeki artışların ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir.*

### ***The Effects of Clean Energy Consumption on Economic Growth in Turkey: Long and Short-Run Analysis***

### Abstract

#### **Keywords:**

Clean Energy,  
Economic Growth,  
Cointegration

*Turkey's foreign-dependent structure in energy poses risks for energy security and development process. In addition, since most of the energy is obtained from fossil fuels, pollution and greenhouse gas emissions are increasing. Therefore, in order to achieve sustainable development goals, it must supply and use its energy needs in a clean and efficient manner. In this study, the effect of clean energy consumption on economic growth in Turkey is investigated for the period 1965-2021. Whether there is a cointegration relationship within the framework of the model considered is analyzed using the Bayer-Hanck cointegration test. According to the findings of the cointegration analysis, it is concluded that there is a cointegration relationship between clean energy consumption and economic growth. Long and short run analysis results show that increases in clean energy consumption increase economic growth.*

## GİRİŞ

Enerji tüm sektörler için vazgeçilmez bir girdi olmakla birlikte, ülkelerin ekonomik faaliyetleri ile paralel bir şekilde büyümektedir. Nüfus artışı, gelir artışı, sanayileşme, kentleşme gibi birçok sebepten dolayı enerji ihtiyacı giderek artmaktadır. Bu durum enerjide dışa bağımlı ülkeler için önemli maliyetler doğurmaktadır. Günümüzde enerji ihtiyacının sağlanması için ülkelerin çoğu fosil yakıtlara bağımlıdır. Bu bağımlılığın sona ermesi için alternatif enerji kaynaklarına geçiş büyük öneme sahiptir. Yakıt tedarikinde yaşanabilecek sorunlar birçok faaliyetin aksamasına neden olarak ciddi riskler ve enerji güvenliği ile ilgili endişe oluşturmaktadır. Ayrıca fosil yakıt kullanımı ile çevreye yayılan sera gazlarının iklim değişikliği, çevresel bozulma ve küresel ısınma gibi birçok soruna sebep olduğu da bilinmektedir. Ülkelerin enerji güvenliği, çevresel problemler gibi sebeplerden dolayı temiz enerji kaynaklarına yönelimi zorunlu hale gelmektedir.

Üretimden tüketime kadar ekonomik faaliyetlerin bütün aşamaları önemli ölçüde enerjiye dayalıdır. Bu nedenle enerji ister gelişmiş ister gelişmekte olan ülkelerde olsun ekonomik büyümenin en temel itici gücüdür. Enerjinin çoğu, petrol, kömür ve gaz gibi geleneksel enerji kaynaklarının tüketilmesinden üretilmektedir. Gelişmiş ülkeler uzun yıllardır ekonomik büyümeyi sağlamak için temiz enerjiden yararlanmaya odaklanmıştır. Ancak, geleneksel yakıtların daha düşük fiyatı ve kolay erişilebilirliği, bu gelişmiş ülkelerin hala bu kirli yakıtlardan vazgeçmemesine neden olmaktadır. Başka bir deyişle, politika otoriteleri, güçlü ekonomik büyüme için sera gazı emisyonlarını azaltmak istememektedir (Cai vd., 2018: 1002). Uluslararası kuruluşlar, ekonomistler, çevre bilimciler ve politika yapımcılar, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri, enerji tüketim modellerini temiz olmayan enerji kaynaklarından temiz enerji kaynaklarına kaydırmaları konusunda uyarmaktadır. Karbondioksit emisyonunu azaltmak ve küresel ısınmayı kontrol altına almak için dünyada temiz enerjiye olan talep de giderek artmaktadır. Temiz enerji tüketiminin birçok avantajı bulunmaktadır. Bu avantajlardan bazıları şu şekilde sıralanabilir: temiz enerji üretildiğinde karbondioksit yaymaz ve karbonhidrat içermez. Hem evsel hem de endüstriyel sektörde yaygın olarak kullanılabilir. Kırsal alanlarda temiz enerji projelerinin geliştirilmesi, erişilebilir, güvenilir ve uygun fiyatlı olması açısından kırsal-kentsel enerji arasındaki boşluğu doldurabilir. Petrol, gaz ve kömür gibi ithal edilen temiz olmayan enerjilere olan bağımlılığı azaltabilir. Ekonominin makroekonomik performansını istikrara kavuşturabilir. Ayrıca enerji projelerinin kurulumu ekonomide doğrudan veya dolaylı olarak iş fırsatları oluşturabilir (Ummalla ve Goyari, 2021:1).

Türkiye, sera gazı emisyonlarının azaltılması, araştırma ve teknolojik olarak işbirliği ile doğanın korunmasına ilişkin maddeler içeren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesi'ni 24 Mayıs 2004 tarihinde imzalamıştır. Bu sözleşmenin ilk uygulama anlaşması niteliğinde olan Kyoto Protokolü'ne ise 2009 yılında taraf olan Türkiye'nin bu protokole göre, sera gazı emisyonunun sayısal olarak azaltılmasına yönelik bir taahhütü bulunmamaktadır. Türkiye, 2020 sonrası iklim rejimini düzenleyen Paris antlaşmasını ise 22 Nisan 2016 tarihinde imzalamıştır. 2030 itibarıyla sera gazı emisyonuna ilişkin öngörülen %21'e varan artıştan azaltım hedefini daha sonra %41'e çıkarmıştır (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2023). Bu hedefler şüphesiz sadece çevresel alanda değil enerji, sağlık, tarım, ekonomi gibi birçok alanda köklü değişikliklere sebep olarak ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde önemli rol oynayacaktır.

Türkiye'nin enerjide dışa bağımlı olan yapısı, enerji güvenliği ve kalkınma süreci için riskler oluşturmaktadır. Ayrıca enerjinin büyük bir bölümünün fosil yakıtlardan elde edilmesi nedeniyle kirlilik ve sera gazı emisyonu giderek artmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmesi için ekonomisini hızla büyütmenin yanı sıra enerji ihtiyacını temiz ve verimli bir şekilde temin etmek ve kullanmak durumundadır. Türkiye, karbondioksit üretmeyen ve karbonhidrat olmayan enerji olarak tanımlanan temiz enerji kaynakları bakımından coğrafi konumu nedeniyle oldukça zengindir. Trakya, Marmara ve Ege bölgeleri rüzgar enerjisi ve jeotermal enerji, Akdeniz bölgesi güneş enerjisi bakımından oldukça yüksek potansiyele sahiptir. Bu kapsamda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın Türkiye Ulusal

Enerji Planı (2022)'na göre rüzgar enerjisinin elektrik üretimindeki payı 2021 yılında %9.4 iken 2035 yılında %17.7'ye, güneş enerjisinin elektrik üretimindeki payı 2021 yılında %4.2 iken 2035 yılında %16.5'e, Hidrolik enerjinin elektrik üretimindeki payı 2021 yılında %16.7 iken 2035 yılında %17.3'e yükselterek temiz enerji payını giderek artırmayı planlamaktadır.

Bu çalışmanın Türkiye örneğinde büyüme ve temiz enerji tüketimi ilişkisini inceleyen ilk çalışma olduğu düşünülmektedir. Çalışmanın bölümleri şu şekilde yapılandırılmıştır: İkinci bölümünde konu ile ilgili literatüre yer verilmektedir. Üçüncü ve dördüncü bölümünde sırasıyla çalışmada kullanılan yöntem ve veri seti tanıtılmıştır. Beşinci bölümde ekonometrik analizden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Sonuç kısmında ise genel bir değerlendirme ve politika önerileri ile çalışma sonlandırılmıştır.

## LİTERATÜR

Temiz enerji konusunda yapılan ampirik çalışmalar, özellikle nükleer enerji-ekonomik büyüme veya yenilenebilir enerji-ekonomik büyüme ilişkisine odaklanmış ya da temiz enerji tüketiminin durağanlık özelliklerini incelemişlerdir. Özellikle temiz enerji-ekonomik büyüme ilişkisini analiz eden sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan, Pao vd. (2014), 1990-2010 dönemine ait veriler ile MİST ülkelerinde temiz enerji (yenilenebilir/nükleer), temiz olmayan enerji ve büyüme ilişkisini Panel Granger nedensellik analizi ile araştırmışlardır. Nükleer enerji tüketimi ile büyüme değişkenleri arasında uzun dönemli ve iki yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Maji (2015), 1971-2011 dönemi verileriyle Nijerya'da temiz enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemiştir. Eşbütünleşme ilişkisinin varlığını belirlemek amacıyla ARDL eşbütünleşme yaklaşımı kullanılmıştır. Uzun dönem sonuçları, iki temiz enerji göstergesi (alternatif ve nükleer enerji ile elektrik enerjisi) ile ekonomik büyüme arasında anlamlı ve negatif ilişki olduğu belirlenmiştir.

Hamit-Haggar (2016), 1971–2007 döneminde temiz enerji tüketimi ile ekonomik büyüme göstergeleri arasında nedensellik ilişkisinin olup olmadığını Sahra altı Afrika ülkeleri için araştırmıştır. Granger panel nedensellik testinin uygulandığı çalışmada temiz enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir.

Cai, Sam ve Chang (2018), G7 ülkeleri için büyüme, temiz enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonları arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Bootstrap ARDL sınır testinin ve 1975-2015 dönemine ait veri setinin kullanıldığı çalışmada, temiz enerji tüketiminin yalnızca Kanada, Almanya ve ABD'de ekonomik büyümeye neden olduğunu bulmuşlardır.

Cai ve Menegaki (2019), sekiz ülke için (Brezilya, Çin, Endonezya, Filipinler, Hindistan, Malezya, Pakistan ve Tayland) temiz enerji tüketiminin durağanlık özelliklerini araştırmışlardır. 1965-2016 dönemine ait verilere kantil ve Fourier kantil birim kök testlerini uygulamışlardır. Kantil birim kök analizi sonuçları temiz enerji tüketiminin Brezilya ve Filipinler için durağan olduğunu göstermektedir. Fourier kantil birim kök analizi sonuçları ise Çin, Pakistan ve Tayland için temiz enerji tüketiminin durağan olduğunu göstermektedir.

Cai ve Menegaki (2019), 21 OECD ülkesi ve 14 Yükselen piyasa ülkesi için temiz enerji tüketimini, 1965'ten 2016'ya kadar olan dönemi kapsayan verileri kullanarak hem keskin hem de yumuşak kırılmalara sahip ikinci nesil panel birim kök testi ile incelemişlerdir. Ampirik sonuçlar, keskin kırılmalarla birlikte yumuşak kırılmaların da dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. 35 ülkeden 22'si için yakınsama hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Saliminezhad ve Bahramian (2020), 1965-2017 dönemi verileri ile Çin'de temiz enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişkileri hem zaman hem de frekans alanlarında simetrik ve asimetrik nedensellik testleri

kullanarak araştırmışlardır. Hem simetrik hem de asimetrik nedensellik analizi sonuçlarında temiz enerji tüketimeinden büyümeye nedensel ilişkinin olmadığı görülmüştür. Fakat ekonomik büyüme değişkeninden temiz enerji tüketimeine doğru orta ve uzun dönemde simetrik nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Asimetrik analiz sonucunda yalnızca ekonomik büyümeye yönelik negatif şokların temiz enerji tüketim seviyesinde düşüşe yol açacağı bulgusuna ulaşılmıştır.

Ummalla ve Goyari (2021), temiz enerji tüketimeinin, büyüme ve CO2 emisyonları üzerindeki etkilerini, 1992–2014 dönemi için BRICS ülkelerinden oluşan bir panel için çevresel Kuznets eğrisi (EKC) hipotezi çerçevesinde incelemektedir. Temiz enerji tüketimi değişkeninin büyüme düzeyi üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğu ve EKC hipotezinin BRICS ülkelerinde geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## YÖNTEM

Çalışmanın ilk aşamasında birim kök analizi yapılmış ve ADF ve testleri uygulanmıştır. Birim kök analizi sonucunda eşbütünleşme ilişkisinin araştırılmasına yönelik ön koşul sağlandığından (alışmada kullanılan değişkenler I(1) olduğundan) Bayer ve Hanck (2013) tarafından önerilen eşbütünleşme testi yapılmıştır. Daha sonra ele alınan modele ait uzun dönemli katsayılar Dinamik En Küçük Kareler (DOLS) yöntemi, Tam Değiştirilmiş En Küçük Kareler (FMOLS) yöntemi ve Kanonik Eşbütünleşme Regresyonu (CCR) kullanılarak tahmin edilmiştir. Son aşamada ise hata düzelme modeli oluşturulmuş ve kısa dönem analizi yapılmıştır.

### Bayer-Hanck (2013) Eşbütünleşme Testi

Durağan olmayan değişkenler kullanılarak gerçekleştirilen ekonometrik analizlerde sahte regresyon sorunu ortaya çıkabilmektedir. Sahte regresyon sorunundan kaçınmak iki şekilde mümkün olmaktadır. Bunlardan birincisi serileri durağan hale getirmek, ikincisi ise değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisini araştırmaktır. Eşbütünleşme ilişkisinin araştırılması amacıyla farklı temellere dayanan birçok eşbütünleşme prosedürü önerilmiştir. Örneğin Engle ve Granger (1987) testi kalıntılara dayanmaktadır, Johansen (1988) testi ise sistem temelli yapıya sahip bir testtir. Boswijk (1994) tarafından literatüre kazandırılan eşbütünleşme testinde F testi kullanılmakta ve bu test hata düzelme modeline dayanmaktadır. Banerjee vd. (1998) eşbütünleşme testinde ise t testi kullanılmaktadır. Amprik çalışmalarda kullanılan bu gibi farklı eşbütünleşme testleri bazen birbirleri ile çelişen sonuçlar verebilmektedir. Bayer ve Hanck (2013) bu durumdan hareket ederek daha tutarlı sonuçlar elde edebilmek adına Engle ve Granger (1987), Johansen (1988), Boswijk (1994) ve Banerjee vd. (1998) testlerini beraber ele alan ve bu eşbütünleşme testlerinden daha güçlü olan yeni bir test geliştirmişlerdir. Bayer ve Hanck (2013), ele alınan eşbütünleşme testlerine ait olasılık değerlerinin Fisher (1932) formülleri ile kombine edilmesini önermektedir. Fisher (1932), ele alınan testlerin her birine ait p değerlerini kullanarak test istatistiğinin hesaplandığı bir yöntem önermiştir. Fisher (1932),  $p_i$ 'nin doğal logaritma dönüşümünü uygulayarak, denklem (1) ile verilen test istatistiğini tanımlamıştır:

$$Fisher = -2 \sum \log p_i \quad (1)$$

Bayer ve Hanck (2013) test istatistiği ise Fisher (1932) yaklaşımı dikkate alınarak denklem (2) ile hesaplanmaktadır:

$$Fisher = -2[\ln(PEG) + \ln(PJOH) + \ln(PBO) + \ln(PBDM)] \quad (2)$$

Denklem (2)'de, *PEG* ; Engle-Granger (1987), *PJOH* ; Johansen, *PBO* ; Boswijk ve *PBDM* ; Banerjee vd. eşbütünleşme testlerine ait olasılık değerleridir. Geliştirilen bu eşbütünleşme testi araştırmacıların bir karara varması açısından isteğe bağlı seçimden kurtulmalarını sağlaması açısından oldukça avantajlıdır. Elde edilen test istatistiği, Bayer ve Hanck (2013)'ın çalışmasında hesaplamış olduğu kritik değerlerden büyük ise

eşbütünlüğe olmadığı ifade eden  $H_0$  hipotezi reddedilmekte ve eşbütünlüğün varlığına karar verilmektedir.

## VERİ SETİ

Bu çalışmada, Türkiye’de temiz enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi 1965-2021 dönemi için araştırılmıştır. Bağımlı değişken olarak ekonomik büyüme düzeyinin bir göstergesi olan reel gayri safi yurt içi hâsıla (y, sabit fiyatlarla 2015 US\$) kullanılmıştır. Bağımsız değişken olarak temiz enerji tüketimi değişkeni (te) oluşturulmuştur. Temiz enerji tüketimi değişkeni, Cai, Sam ve Chang (2018) ile Saliminezhad ve Bahramian (2020)’in çalışmaları takip edilerek BP Statistical Review of World Energy (2022)’den ve hidroelektrik, güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi tüketimi verilerinin toplamından elde edilmiştir. Reel gayri safi yurt içi hâsıla verilerine Dünya Bankası web sayfasından ulaşılmıştır. Seriler arasındaki boyutsal farklılıkları düzeltmek için değişkenler logaritma formuna dönüştürülmüştür.

## BULGULAR

Tahmin sonuçlarının geçerliliği ve regresyon tekniğinin seçimi genellikle birim kök testi ve eşbütünlüğe testi bulgularına bağlıdır. Verilerin durağanlığını araştırmak için genellikle birim kök testleri kullanılmaktadır. Çalışmada, değişkenlerin durağanlık özelliklerini araştırmak amacıyla ADF ve DF-GLS birim kök testleri kullanılmıştır. Tablo 1’de birim kök testi sonuçları verilmiştir.

**Tablo 1. ADF ve DF-GLS Birim Kök Analizi Sonuçları**

Değişken	ADF		DF-GLS	
	Düzye	1. Fark	Düzye	1. Fark
y	-3.107 (0)	-5.064 (3)*	-2.723 (0)	-8.394 (0)*
te	-2.459 (0)	-8.289 (0)*	-2.298 (0)	-6.386 (0)*

**Not:** \*, \*\* ve \*\*\* simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir. Parantez içinde verilen uygun gecikme uzunlukları Akaike Bilgi Kriteri kullanılarak belirlenmiştir.

Tablo 1 ile verilen ADF ve DF-GLS testi sonuçları incelendiğinde y ve te değişkenlerinin düzeyde birim köklü olduğu ve serilerin birinci farklarında ise durağan olduğu görülmektedir. Bayer-Hanck eşbütünlüğe testi, ele alınan serilerin I(1) olma koşulunu gerektirdiğinden eşbütünlüğe ilişkisinin araştırılabilmesi için gerekli önkoşul sağlanmaktadır. Bayer ve Hanck (2013) eşbütünlüğe testinden elde edilen bulgular Tablo 2’de yer almaktadır.

**Tablo 2. Eşbütünlüğe Analizi Sonuçları**

	Banerjee vd.	Boswijk	Engle-Granger	Johansen
<b>Test İstatistikleri</b>	-4.473*	22.312*	-2.907	19.889**
<b>p-değeri</b>	0.004	0.002	0.299	0.031
Bayer-Hanck (2013) Eşbütünlüğe Testi				
	Fisher İstatistiği	Kritik Değerler		
		% 1	% 5	% 10
<b>EG – JOH – BO – BDM</b>	31.895**	34.334	22.215	17.187

**Not:** \*, \*\* ve \*\*\* simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 2 ile verilen Bayer-Hanck eşbütünlüğe testi sonuçları incelendiğinde hesaplanan Fisher istatistiği %5 kritik değerlerden büyük olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre  $H_0$  hipotezi reddedilmektedir. Buna göre değişkenler arasında eşbütünlüğe ilişkisi elde edilmiştir. Eşbütünlüğe analizi sonucu uzun dönemde

Türkiye’de temiz enerji tüketimi ile büyüme arasında ilişki olduğunu göstermektedir. Buna göre değişkenlerin düzey değerlerinin kullanılmasıyla yapılacak uzun dönemli tahminlerde sahte regresyon sorunu olmayacaktır. Bu çalışmada, uzun dönemli eşbütünlük katsayılarının tahmin edilmesi amacıyla DOLS (Stock ve Watson, 1993), FMOLS (Phillips ve Hansen, 1990) ve CCR (Park, 1992) yöntemleri kullanılmıştır. Uzun dönem analizi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 3’de sunulmuştur.

**Tablo 3. Uzun Dönem Analizi (Eşbütünlük Katsayıları)**

Yöntem	Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	p-değeri
<b>DOLS</b>	te	0.078**	0.038	2.073	0.044
	Sabit Terim	25.378*	0.043	587.639	0.000
<b>FMOLS</b>	te	0.075**	0.036	2.099	0.041
	Sabit Terim	25.371*	0.037	682.022	0.000
<b>CCR</b>	te	0.075**	0.037	2.018	0.049
	Sabit Terim	25.371*	0.038	666.606	0.000

**Not:** \*, \*\* ve \*\*\* simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3 incelendiğinde DOLS, FMOLS ve CCR tahmin sonuçlarının benzer sonuçlar içerdiği görülmektedir. Uzun dönemde, kullanılan her üç yönteme göre temiz enerji tüketimi değişkenine ait katsayılar pozitif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlı elde edilmiştir. Buna göre Türkiye’de uzun dönemde temiz enerji tüketiminde meydana gelecek %1’lik artış ekonomik büyümeyi yaklaşık olarak %0.07 oranında artırmaktadır.

Ekonometrik analizin son aşamasında kısa dönem parametrelerini tahmin etmek amacıyla hata düzelme modeli kurulmuştur. Hata düzelme modeline ait kısa dönem analizi bulguları Tablo 4’de verilmiştir. Tablo 4’den görülebileceği gibi hata düzeltme terimine ( $ECT_{t-1}$ ) ait katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamlı elde edilmiştir. Buna göre uzun dönemde birlikte hareket eden seriler arasında kısa dönemde ortaya çıkan sapmaların ortadan kalktığı ve hata düzeltme mekanizmasının çalıştığı söylenebilir. Sapmaların 0.367’lik kısmının 1 dönem içinde düzeleceği ve sistemin yaklaşık olarak 2.72 dönem sonra dengeye geleceği görülmektedir.

**Tablo 4: Kısa Dönem Analizi (Hata Düzeltme Modeli)**

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	p-değeri
$\Delta te$	0.117*	0.031	3.725	0.001
$ECT_{t-1}$	-0.367**	0.160	-2.289	0.026

**Not:** \*, \*\* ve \*\*\* simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir. ECT hata düzeltme terimini göstermektedir.

Tablo 4’den görülebileceği üzere temiz enerji tüketiminin kısa dönem katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuca göre kısa dönemde temiz enerji tüketiminde meydana gelecek %1’lik bir artış, ekonomik büyüme üzerinde % 0.11’lik bir artışa neden olmaktadır.

## SONUÇ

Bu çalışmada 1965-2021 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak, Türkiye’de temiz enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki uzun ve kısa dönem etkileri araştırılmıştır. Serilerin durağanlıkları ADF ve DF-GLS testleri ile araştırılmış ve serilerin birinci farklarında durağan hale geldikleri tespit edilmiştir. Ele alınan model çerçevesinde eşbütünlük ilişkisinin olup olmadığı, Bayer-Hanck eşbütünlük testi ile analiz

edilmiştir. Eşbütünleşme analizi bulguları değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğunu göstermektedir. Uzun dönem analizi için DOLS, FMOLS ve CCR yöntemleri kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre uzun dönemde Türkiye’de temiz enerji tüketimindeki artışların ekonomik büyümeyi artırdığı belirlenmiştir. Ekonometrik analizin son aşamasında kısa dönem analizi için hata düzeltme modeli oluşturulmuştur. Hata düzeltme modeli sonuçları, kısa dönemde temiz enerji tüketimindeki artışların ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir.

Türkiye’nin şüphesiz büyüme hedeflerinden vazgeçmesi mümkün değildir. Ekonomik büyüme ile birlikte artan fosil yakıt kullanımı çevreyi doğal olarak kirletecektir. Bu kirliliğin boyutlarının azaltılması ancak temiz enerji kullanımı ile mümkün olacaktır. Elektrikli arabaların geliştirilmesi, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi üretiminin teşvik edilmesi gibi bazı temiz enerji teşvik politikaları hükümet tarafından uygulanmaktadır. Fakat emisyon düzeylerine bakıldığında daha fazla tedbire ihtiyaç olduğu açıktır. Bu durumda temiz enerji teknolojilerini geliştirilerek, enerji kullanımında verimliliğin artırılması gerekmektedir. Bu da ancak gelişmiş ülkelerde olduğu gibi temiz enerji çalışmalarını teşvik etmekle ve bu alana daha fazla kaynak ayırmak ile mümkün olacaktır. Temiz enerji kaynaklarının ekonomik büyüme ile çevre koruma dengesini sağlayacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

- Banerjee, A., Dolado, J. & Mestre, R. (1998). Error-correction mechanism tests for cointegration in a single-equation framework. *Journal of Time Series Analysis*, 19(3), 267-83.
- Bayer, C. & Hanck, C. (2013). Combining non-cointegration tests. *Journal of Time Series Analysis*, 34(1), 83-95.
- Boswijk, P. H. (1994). Testing for an unstable root in conditional and unconditional error correction models. *Journal of Econometrics*, 63, 37-60.
- Cai, Y., & Menegaki, A. N. (2019). Convergence of clean energy consumption—panel unit root test with sharp and smooth breaks. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 18790-18803.
- Cai, Y., & Menegaki, A. N. (2019). Fourier quantile unit root test for the integrational properties of clean energy consumption in emerging economies. *Energy Economics*, 78, 324-334.
- Cai, Y., Sam, C. Y., & Chang, T. (2018). Nexus between clean energy consumption, economic growth and CO2 emissions. *Journal of Cleaner Production*, 182, 1001-1011.
- Engle, R. F. & Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- Fisher, R. A. (1932). Statistical methods for research workers, in: breakthroughs in statistics, New York: Springer.
- Hamit-Haggar, M. (2016). Clean energy-growth nexus in sub-Saharan Africa: Evidence from cross-sectionally dependent heterogeneous panel with structural breaks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 1237-1244.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231-54.
- Maji, I. K. (2015). Does clean energy contribute to economic growth? Evidence from Nigeria. *Energy Reports*, 1, 145-150.
- Mohamed, M. S., Sun, H., & Tariq, G. (2019). Clean energy consumption and economic growth: using Obor countries. *Journal of Economics and Finance*, 10(2), 50-56.
- Pao, H. T., Li, Y. Y., & Fu, H. C. (2014). Clean energy, non-clean energy, and economic growth in the MIST countries. *Energy Policy*, 67, 932-942.

- Park, J. Y. (1992). Canonical cointegrating regressions. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 60(1), 119-143.
- Phillips, P. C., & Hansen, B. E. (1990). Statistical inference in instrumental variables regression with I(1) processes. *The Review of Economic Studies*, 57(1), 99-125.
- Saliminezhad, A. & Bahramian, P. (2020). Clean energy consumption and economic growth nexus: asymmetric time and frequency domain causality testing in China. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 15(1), 1-12.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (1993). A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 61(4) 783-820.
- T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2023). Türkiye Ulusal Enerji Planı 2022 (01/08/2023 tarihinde <https://enerji.gov.tr/duyuru-detay?id=20317> adresinden ulaşılmıştır)
- T.C. Dışışleri Bakanlığı (2023). (01/08/2023 tarihinde <https://www.mfa.gov.tr/> adresinden ulaşılmıştır)
- Ummalla, M., & Goyari, P. (2021). The impact of clean energy consumption on economic growth and CO2 emissions in BRICS countries: Does the environmental Kuznets curve exist?. *Journal of Public Affairs*, 21(1), 1-12.