

TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR VE YENİLEMİYEN ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ*

Geliş Tarihi: 11.12.2024

Kabul Tarihi: 13.06.2025

Makale Türü: Araştırma Makalesi

Şilan ARSLAN İLİKLERDEN¹

Nigar ALEV²

Özet

Bu çalışmada, Türkiye’deki yenilenebilir enerji tüketimi ile yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, ARDL sınır testi yöntemiyle analiz edilmiştir. 1990-2021 dönemi için Türkiye’ye ait zaman serisi verileri kullanılmıştır. Değişkenler ADF (Genişletilmiş Dickey-Fuller) ve PP (Phillips-Perron) birim kök testlerine tabi tutulmuş ve elde edilen bulgulara göre tüm değişkenlerin birinci farkta durağan olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, uzun dönem analizinde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmuştur. Kısa vadede, yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik bir artış, ekonomik büyümeyi %0.304 oranında yükseltirken, yenilenemeyen enerji tüketimindeki %1’lik bir artış ise ekonomik büyümeyi %0.954 oranında artırmaktadır. Uzun dönemde ise, yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenemeyen enerji tüketimindeki %1’lik bir artış sırasıyla ekonomik büyümeyi %0.280 ve %3.654 oranında artırmaktadır. Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Yenilenemeyen Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme, ARDL

Jel Kodları: A1, S43, O40.

THE IMPACT OF RENEWABLE AND NON-RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION ON ECONOMIC GROWTH IN TÜRKİYE

Abstract

In this study, the effects of renewable and non-renewable energy consumption on economic growth in Türkiye are analyzed using the ARDL bounds testing approach. Time series data for Türkiye from 1990 to 2021 were used. The variables were subjected to Augmented Dickey-Fuller (ADF) and Phillips-Perron (PP) unit root tests, and the findings indicated that all variables were stationary at the first difference. Additionally, long-term cointegration relationships were found between the variables. In the short term, a 1% increase in renewable energy consumption raises economic growth by 0.304%, while a 1% increase in non-renewable energy consumption raises economic growth by 0.954%. In the long term, a 1% increase in renewable energy consumption raises economic growth by 0.280%, and a 1% increase in non-renewable energy consumption raises economic growth by 3.654%. According to the results of the Granger causality test, a unidirectional causality relationship was observed between renewable energy consumption, non-renewable energy consumption, and economic growth.

Keywords: Energy Consumption, Non-Renewable Energy Consumption, Economic Growth, ARDL

Jel Codes: A1, S43, O40.

* Bu çalışma, Nigar ALEV danışmanlığında “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji ve Yenilenemeyen Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi” başlıklı yüksek lisans tezi esas alınarak hazırlanmıştır.

¹ Bağımsız Araştırmacı, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, azerovem@gmail.com, ORCID: 0009-0002-1881-235X

² Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, nigaralev02@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0154-6211

1. GİRİŞ

Enerji, tarihsel olarak insanlığın ilk uygarlıklardan itibaren, ısınma, aydınlatma ve barınma gibi temel yaşamsal ihtiyaçları karşılamak amacıyla bilinçli ya da bilinçsiz olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, modern teknolojilerin işleyişi için de hayati bir kaynak teşkil etmektedir. Uygarlıkların tarihsel gelişimi incelendiğinde, enerjinin insanlığın temel gereksinimlerini karşılamada önemli bir rol oynadığı ve bu gereksinimlerin artışıyla paralel olarak enerjinin kullanımı ve önemin de zaman içinde yükseldiği gözlemlenmektedir. Modern uygarlıkların ortaya çıkışı, evrimi ve sürdürülebilirliği büyük ölçüde enerjiye bağlıdır. İnsanlık, enerji ile sürekli bir etkileşim içinde olmuştur.

Enerji, İlkçağlardan günümüze kadar süreklilik arz eden bir kullanım alanına sahip olmuştur. Diğer yandan, enerji kaynaklarının ucuzluğu ve erişilebilirliğinin kolay olması hem bireyler hem de sektörler için temel unsurlar arasında yer almıştır. İngiltere’de başlayan Sanayi Devrimi ile enerjinin önemi belirgin hale gelmiştir. Üretim sürecinin enerjiye bağlı olduğu farkındalığı, zaman içinde giderek artmıştır. Sanayi Devrimi’nin bir sonucu olarak, buharlı makinelerin icadı, ülkelerin kitle üretim süreçlerine geçmesini sağlamış ve bu da ekonomik büyüme performansını etkilemiştir. Bu dönemde fosil yakıtların kullanımı yaygınlaşmış, ilk olarak kömür enerji kaynağı olarak devreye girmiştir. Fosil enerji kullanımının başlangıcı bu şekilde gerçekleşmiştir. Birinci Dünya Savaşı’nın yarattığı yıkım, enerji talebinin artmasına yol açmıştır. Ardından, İkinci Dünya Savaşı ve küreselleşmenin etkisiyle, ülkelerin enerji arz güvenliği ve tedarikine ilişkin kaygılar daha da ön plana çıkmıştır. Enerjinin kullanılmaya başlanması ile sanayileşme, nüfus artışı, kentleşme ve teknolojiye dayalı üretim sürekli bir ivme kazanmıştır. Ayrıca, insanların şehir merkezlerine göç etmesiyle birlikte enerji talebinde sürekli bir artış gözlemlenmiştir (Uçar ve Çoban, 2023).

Enerji talebinin ve kullanımının artışı, beraberinde savaşlar, çevre kirliliği ve insan sağlığına olumsuz etkiler gibi çeşitli sorunları gündeme getirmiştir. Dünya üzerindeki ülkelerin jeolojik ve coğrafi yapıları, genel olarak birbirinden farklılık gösterdiği için doğal kaynaklar ve enerji kaynakları eşit bir şekilde dağılmamıştır. Bazı ülkelerde doğal kaynaklar bol iken, diğerlerinde bu kaynaklar sınırlı bir şekilde bulunmaktadır. Bununla birlikte, enerji kaynakları nedeniyle bazı ülkelerin tarih sahnesinden silinmesi durumu da yaşanmıştır. Enerji, birçok sorunu beraberinde getirdiği gibi, aynı zamanda ülkeler arasında ticari ilişkiler, kültürel bağlar ve ekonomik iş birlikleri gibi olumlu etkileşimleri de teşvik etmiştir. Bunun yanı sıra, enerji ülkeler arasında bir köprü işlevi görmek ve uluslararası ilişkilerde önemli bir rol oynamaktadır (Kapçak, 2022: s.1).

Enerjinin küreselleşme sürecine girmesi, her dönemde çeşitli sorunları beraberinde getirmiştir. Özellikle, Birinci ve İkinci Dünya Savaşları, ülkelerin enerji politikalarında önemli dönüşümlere neden olmuştur. İkinci Dünya Savaşı’nın ardından, ülkeler hızlı bir ekonomik büyüme sürecine girmiş ve savaşların etkisiyle enerjiye yönelik ilgi ve önemin artması sağlanmıştır. 1970’li yıllardan sonra enerji, önemli ampirik çalışmalara konu olmuş ve bu alanda yapılan araştırmalar, enerjinin diğer ekonomik değişkenlerle olan ilişkisini incelemiştir. Böylece enerji, büyümenin temel girdilerinden biri olarak kabul edilmeye başlanmış ve üretim fonksiyonlarındaki rolü giderek daha fazla vurgulanmıştır. 1973 ve 1979 yıllarında meydana gelen petrol krizleri, üretim azalması ve petrol fiyatlarındaki hızlı artışlarla birlikte petrol şirketleri, tüketiciler ve ülkeler üzerinde ciddi maliyetler yaratmıştır. Bu gelişmeler, petrol krizlerinin ardından, ülkelerin enerji politikalarında daha etkin ve dikkatli bir yaklaşım benimsemelerine neden olmuştur (Schramm, 2024).

Sanayi Devrimi ile enerji faktörünün önemi artmış ve bu artan önem, 1973-1979 yıllarındaki petrol krizleriyle pekiştirilmiştir. Şehirleşme, nüfus artışı, ülkelerin ekonomik büyüme

yarışına girmesi, üretim artışı, çevresel sorunlar ve siyasi problemler gibi bir dizi zorlukla birlikte, enerji, ekonomik büyüme ve ekonomik teorilerin temel unsurlarından biri haline gelmiştir. Geleneksel büyüme teorilerinde enerji faktörüne yeterince yer verilmemesi, yeni büyüme modellerinin gelişmesine olanak sağlamıştır. Enerji iktisadının ortaya çıkışı, Solow'un (Neoklasik) büyüme modeliyle başlamış olup, bu modelin enerjiye atıfta bulunmaması ve büyümenin girdisi olarak kabul etmemesi, birçok ekonomist tarafından eleştirilmiştir. 1980'li yıllardan sonra çevreci ve enerji iktisatçıları, ekonomik büyümenin birincil girdisi olarak enerjiyi kabul etmişlerdir (Murray ve Nan, 1992).

Türkiye, enerji konusunda dışa bağımlı bir ülke olup, fosil yakıtlar gibi enerji kaynakları, petrol, kömür ve doğal gaz gibi, iç piyasayı karşılayacak yeterlilikte bulunmamaktadır. Bu durum, dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de enerji politikalarında önemli değişikliklere yol açmaktadır. Sürdürülebilir büyüme ve kalkınma için enerji arzının sürekliliği büyük önem taşımaktadır. Fosil yakıtların tükenebilirliği, çevresel zararlara yol açması ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratması, alternatif enerji kaynaklarına yönelimi artırmıştır. Bu alternatif enerji kaynakları arasında güneş, rüzgâr, hidrolik, biyokütle ve jeotermal enerji öne çıkmaktadır. Türkiye'nin jeolojik ve coğrafi yapısı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına uygunluk göstermektedir. Bu nedenle, her geçen gün yenilenebilir enerji alanına yapılan yatırımlar ve gösterilen ilgi artmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'de yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, 1990-2021 yıllarına ait verilerle ARDL sınır testi yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Çalışma dört ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm giriştir, ikinci bölümde konuyla ilgili ulusal ve uluslararası literatür taranmıştır. Üçüncü bölümde, ekonometrik analizler yer alırken son bölümde sonuç ve değerlendirme sunulmuştur.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Bu bölümde, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini inceleyen önceki literatüre dair kısa bir özet sunulmaktadır.

Stern (2004), yenilenemeyen enerji kaynaklarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini ele alırken, enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile güçlü bir ilişkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Fosil yakıtların (özellikle petrol ve doğalgaz) ekonomik büyümeye olan katkısının büyük olduğunu savunmuştur. Ancak, enerji tüketiminin çevresel etkileri de göz önünde bulundurulduğunda, sürdürülebilir büyümenin sağlanabilmesi için fosil yakıtlardan yenilenebilir enerjiye geçişin önemine dikkat çekmiştir.

Sadorsky (2009), gelişen ekonomilerde artan ekonomik büyüme ve enerji talebi, bu ülkeler için yenilenebilir enerji kullanımını artırma fırsatı yaratmaktadır. Bu makale, gelişen ekonomiler için yenilenebilir enerji tüketimi ve gelirle ilgili iki ampirik model sunmakta ve tahmin etmektedir. Panel birleştirme tahminleri, reel kişi başına gelirdeki artışların, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde olumlu ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Uzun vadede, reel kişi başına gelirdeki %1'lik bir artış, gelişen ekonomilerde kişi başına yenilenebilir enerji tüketimini yaklaşık %3,5 oranında artırmaktadır. Uzun vadeli yenilenebilir enerji kişi başına tüketimi fiyat esnekliği tahminleri yaklaşık olarak -0,70'e eşittir.

Apergis ve Payne (2010), 1992-2007 dönemi arasında, Avrasya'daki 13 ülke için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi çok değişkenli panel veri çerçevesinde incelemektedir. Heterojen panel birleştirme testi, reel GSYH, yenilenebilir enerji tüketimi, reel sabit sermaye oluşumu ve iş gücü arasında uzun vadeli bir

denge ilişkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Hata düzeltme modellerinden elde edilen sonuçlar, kısa vadede ve uzun vadede yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, ampirik bulgular, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki karşılıklı bağımlı ilişkiye dair geribildirim hipotezini desteklemektedir.

Apergis ve Payne (2010), 1985-2005 döneminde yirmi OECD ülkesi için yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi çok değişkenli bir çerçevede incelemektedir. Zaman serisi verilerinin nispeten kısa bir dönemi kapsaması nedeniyle, nedensel ilişkiyi çıkarsamak için panel birleştirme ve hata düzeltme modeli kullanılmaktadır. Heterojen panel birleştirme testi, reel GSYH, yenilenebilir enerji tüketimi, reel sabit sermaye oluşumu ve iş gücü arasında uzun vadeli bir denge ilişkisi olduğunu ortaya koymakta ve ilgili katsayılar pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Granger nedensellik sonuçları, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında hem kısa vadede hem de uzun vadede karşılıklı nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir.

Apergis ve Payne (2012), 1990-2007 dönemi arasında 80 ülke için yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi çok değişkenli bir panel çerçevesinde incelemektedir. Pedroni (1999, 2004) heterojen panel birleştirme testi, reel GSYH, yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemez enerji tüketimi, reel sabit sermaye oluşumu ve iş gücü arasında uzun vadeli bir denge ilişkisi olduğunu göstermekte ve ilgili katsayı tahminleri pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi ile ilgili esneklik tahminleri arasında çok az bir fark bulunmaktadır. Panel hata düzeltme modelinden elde edilen sonuçlar hem kısa vadede hem de uzun vadede yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi arasında kısa vadede karşılıklı bir nedensellik ilişkisi bulunmakta olup, bu da her iki enerji kaynağı arasında bir ikame ilişkisini göstermektedir.

İnançlı ve İnan (2012) Türkiye örneği üzerinden yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki 1960-2014 dönemi için saklı eşbütünleşme yaklaşımı ile incelenmiştir. Çalışmanın analiz bulguları, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki pozitif ve negatif bileşenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Bu sonuçlar, iki değişken arasındaki etkileşimin hem olumlu hem de olumsuz yönlerinin uzun dönemde belirgin olduğunu ortaya koymaktadır.

Narayan ve Popp (2012), 93 ülke için enerji tüketimi ile reel GSYH arasındaki uzun vadeli ilişkiyi analiz etmektedir. Yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelerken, özellikle kömür ve petrol tüketiminin ekonomik büyümeye önemli katkılar sağladığını bulmuşlardır. Ancak, bu tür enerji kaynaklarının çevresel maliyetleri de hesaba katıldığında, uzun vadede bu büyümenin sürdürülebilir olmadığına dikkat çekmişlerdir. Fosil yakıtların kullanımı kısa vadede büyümeyi desteklese de uzun vadede çevresel zararlar nedeniyle bu büyümenin sınırlı olduğunu belirtmişlerdir.

Odhiambo (2014), dört gelişmekte olan ülkede enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi yeniden incelenmektedir. Söz konusu dört ülke, iki alt orta gelirli ekonomi olan Gana ve Fildişi Sahili ile iki üst orta gelirli ekonomi olan Brezilya ve Uruguay'dan oluşmaktadır. Çalışma, şu kritik soruya cevap aramaktadır: Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişki, bir ülkenin gelir seviyesine duyarlı mıdır? Değişken eksikliği kaynaklı yanlışlıkları önlemek amacıyla, bu çalışma enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasına aralıklı bir değişken olarak ihracatları dahil etmekte ve böylece basit birçok değişkenli model oluşturmaktadır. ARDL Sınır Testi yaklaşımını kullanılarak elde

edilen sonuçlar, enerji tüketiminin üst orta gelirli ülkelerde ekonomik büyümeyi Granger nedeni kıldığını, alt orta gelirli ülkelerde ise ekonomik büyümenin enerji tüketimini tetiklediğini ortaya koymaktadır.

Aslan ve Ocal (2016), 1990-2009 dönemi için AB üyesi ülkelerde ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi, sermaye ve iş gücü arasındaki nedenselliği, asimetrik nedensellik testi yaklaşımı ve ARDL yaklaşımını kullanarak incelemektedir. Ampirik sonuçlar, yenilenebilir enerji tüketiminin incelenen tüm ülkelerde ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkiler yarattığını desteklemektedir. Ancak yalnızca Bulgaristan, Estonya, Polonya ve Slovenya için ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki bulunmuştur. Ayrıca, Kıbrıs, Estonya, Macaristan, Polonya ve Slovenya için nötralite hipotezini desteklerken, Çek Cumhuriyeti için koruma hipotezinin geçerli olduğu bulunmuştur. Ekonomik büyümeyle yenilenebilir enerji tüketimi arasında bir nedensel ilişki olduğu ve Bulgaristan için büyüme hipotezinin desteklendiği, yani enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Hindistan ekonomisini ele alan Shahbas vd. (2017), ekonomik büyüme ile enerji tüketimi arasındaki asimetrik ilişkiyi incelemişlerdir. Bu çalışmada, değişkenler arasındaki ilişkiyi NARDL yaklaşımı ile analiz etmişlerdir. Elde edilen bulgular, uzun dönemde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu ortaya koymuş, ayrıca enerji tüketiminin negatif bileşenlerinin ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkisi olduğunu gösteren kanıtlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar, enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki asimetrik etkilerine dair önemli bulgular sunmaktadır.

Apaydın vd. (2019), Türkiye'nin 1965-2017 dönemine ait verilerini kullanarak doğrusal olmayan gecikmeli dağıtılmış otoregresif (NARDL) modeli ile analiz yapmıştır. Çalışmada, durağanlık testleri için ADF, PP, Ng-P, KPSS gibi geleneksel birim kök testlerinin yanı sıra, Zivot ve Andrews tarafından önerilen yapısal kırılmalı birim kök testi de uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, değişkenlerin birinci dereceden durağan olduğunu ve uzun dönemde asimetrik bir ilişkinin mevcut olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında doğrudan bir ilişki bulunmuş; ancak yenilenebilir enerji tüketimindeki pozitif ve negatif şokların ekonomik büyüme üzerinde asimetrik etkiler yarattığı tespit edilmiştir. Çalışma bulguları, yenilenebilir enerji tüketimindeki yüzde birlik artışın ekonomik büyümeyi yaklaşık yüzde 0,4 oranında artırırken, yüzde birlik düşüşün ise büyümeyi yüzde 0,7 oranında azalttığını göstermiştir.

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Pakistan örneği üzerinden inceleyen Baz vd. (2019), 1971-2014 yılları arasındaki verileri kullanarak NARDL yaklaşımını uygulamışlardır. Elde edilen bulgular, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, enerji tüketiminin pozitif bileşenlerinin ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilediği bulunmuş, bunun yanı sıra pozitif enerji tüketimi bileşenlerinde ekonomik büyümeye doğru asimetrik bir nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Bu çalışmalar, enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini ve bu ilişkiye dair nedensellik yönlerini daha derinlemesine incelemektedir.

Özcan ve Öztürk (2019) ise 17 gelişmekte olan ülke için 1990-2017 dönemi verilerini kullanarak yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Panel nedensellik testi kullanılarak yapılan analizde, Polonya hariç diğer ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Polonya'da ise yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Rahman ve Velayuthan (2020), yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi Güney Asya ülkeleri için incelenmiştir. Bu çalışmada Pedroni (1999, 2004) ve Kao (1999) testleri uygulanmış, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini belirlemek için Dumitrescu-Hurlin (2012) panel nedensellik testi kullanılmıştır. Bulgular hem yenilenebilir hem de yenilenemez enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediğini göstermektedir. Nedensellik testine göre ise, yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek taraflı bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Wang ve Wang (2020), OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 2005-2016 dönemi için incelemişlerdir. Araştırmalarında, ilişkilerin doğrusal olmayan yapısını analiz etmek amacıyla panel eşik regresyon modeli kullanmışlardır. Elde edilen bulgular, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını ve belirli eşik değerlerinin bu ilişkiyi şekillendirdiğini ortaya koymuştur.

Mohsin vd. (2021), 25 Asya ülkesini kapsayan 2000-2006 dönemine ait yıllık verilerle gerçekleştirdikleri panel veri analizinde, yenilenebilir enerji, yenilenemez enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenlerini modellemişlerdir. Araştırmalarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında hem kısa hem de uzun dönemde bir ilişki bulunmuş ve bu ilişkinin geri besleme hipotezini doğruladığı sonucuna varılmıştır.

Adebayo vd. (2022) çalışmalarında, Türkiye örneği üzerinden tarım, finansal gelişme, ekonomik büyüme, kentleşme, yenilenebilir enerji ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada, 1985-2019 dönemine ait zaman serisi verileri kullanılmış ve paramedik olmayan Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, yenilenebilir enerji tüketiminin çevresel kaliteyi artırdığı ve ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etki yarattığı sonucuna varılmıştır.

Abbasi vd. (2022), 1970-2018 yılları arasında yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketiminin sanayi sektörü üzerindeki etkilerini asimetrik Bayes ve NARDL yöntemleriyle analiz etmişlerdir. Çalışma, yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik artışın sanayi sektörüne %0,46 oranında katkı sağladığını, buna karşın negatif şokların sanayi sektörünü %1,04 oranında daralttığını ortaya koymuştur. Ayrıca, yenilenemeyen enerji kaynaklarının %1'lik pozitif şokunun sanayi sektörünün büyümesini %0,47 oranında azalttığı, negatif şokların ise büyümeyi %4,13 oranında düşürdüğünü belirlenmiştir.

Chang ve Fang (2022) tarafından yapılan çalışmada, BRICS ve N-11 ülkeleri örnek olarak ele alınmıştır. 1995-2019 dönemine ait verilerle yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, model tahmini için ortalama grup tahmincisi ve momentlerin nicelik yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, BRICS ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye uzun dönemde pozitif yönde etki yaptığı; N-11 ülkelerinde ise ekonomik büyümekten yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunduğu tespit edilmiştir.

Djellouli vd. (2022), yenilenebilir enerji, yenilenemez enerji tüketimi ve doğrudan yabancı yatırımların çevresel bozulma üzerindeki etkilerini ele almıştır. Çalışma, 2000-2015 yılları arasında 20 Afrika ülkesini kapsayarak, Çevresel Kuznets Eğrisi (CKE) ve PHH hipotezlerini test etmiştir. ARDL analizine göre, yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonlarını olumsuz yönde etkilediği, buna karşın yenilenemez enerji tüketiminin karbon emisyonlarını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Çalışmanın diğer bir bulgusu ise, incelenen ülkelerde Çevresel Kuznets Eğrisinin geçerli olmadığıdır.

Gyimah vd. (2022), 1990-2015 dönemi için Gana ekonomisi incelenmiş ve yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Granger nedensellik testi ve aracılık

modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde doğrudan pozitif bir etkisi bulunduğunu göstermektedir.

Li vd. (2022), yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi, Güney Akdeniz ülkeleri için 1980-2020 dönemi verileri kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışmada, model tahmini için ARDL sınır testi ve değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek için Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Ampirik bulgular, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını göstermiştir. Çalışma sonuçlarına göre, İsrail, Lübnan ve Türkiye’de yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasında belirgin bir ilişki olduğu saptanmış; İsrail ve Lübnan için yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi etkilediği, Türkiye için ise etkilerin çift yönlü olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yenilenebilir enerji tüketiminin finansal gelişme ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ve nedenselliği Çin için hem ulusal hem de bölgesel düzeyde inceleyen Wang vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada, 1997-2017 yılları arasındaki veriler kullanılarak panel veri yöntemi uygulanmıştır. Araştırma bulguları hem ulusal düzeyde hem de bölgesel düzeyde yenilenebilir enerji tüketimi, finansal katma değer ve Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Panel PMG-ARDL analizine göre, finansal gelişme ve ekonomik büyümenin, Çin genelinde uzun vadede yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Kapçak (2023), yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki asimetrik ilişkiler, Çin, Peru, Endonezya, Tayland, Kolombiya, Ekvador, Brezilya ve Meksika gibi orta-yüksek gelirli ülkeler için 1965-2018 dönemine ait verilerle saklı eşbütünleşme yöntemiyle incelenmiştir. Elde edilen bulgular hem yenilenebilir hem de yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde anlamlı etkiler yarattığını ortaya koymuştur.

Alev ve Ersezer (2024), Meksika, Endonezya, Nijerya ve Türkiye’deki MINT ülkelerinde 2002-2020 dönemi boyunca gelir eşitsizliği, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Panel VAR ve Panel Granger nedensellik testi gibi yöntemler kullanılmıştır. Panel VAR analizi, gelir eşitsizliğinin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif ve anlamlı, ekonomik büyümenin ise pozitif ancak anlamlı olmayan bir etki yarattığını göstermiştir. Etki-tepki analizi, gelir eşitsizliğindeki artışın yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyümeyi artırıcı bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Varyans ayrıştırma analizi, gelir eşitsizliğinin her iki faktör üzerinde de önemli şoklar yarattığını göstermiştir. Ayrıca, Panel Granger nedensellik testi, yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu belirlemiştir.

Enerji ile ilgili niteliksel ve niceliksel çalışmalar, 1970’lerden itibaren hız kazanmış ve bu alandaki literatürün zenginleşmesine önemli katkılar sunmuştur. Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ele alan çalışmalar, günümüzde önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Mevcut çalışmanın bulguları, önceki araştırmaların sonuçlarıyla genellikle benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte, bu çalışmalarda gözlemlenen farklılıklar da bulunmaktadır. Söz konusu farklılıklar, kullanılan yöntemler, incelenen bölgeler, ülkelerin yapısal farklılıkları, beşerî sermaye kalitesi ve teknolojik farklılıklar gibi çeşitli etmenlerden kaynaklanabilmektedir.

3. METODOLOJİ

3.1. Çalışmanın Yöntemi

Pesaran ve Shin (1995) ile Pesaran vd. (1996) tarafından literatüre kazandırılan ve daha güçlü tahminler yapabilen otoregresif dağıtılmış gecikme (ARDL) sınır testi, değişkenler arasındaki uzun dönem ve kısa dönem ilişkileri ortaya koymaktadır (Nkoro ve Uko, 2016, s. 77). Zaman serilerinin uzun dönemli analizlerinde bilgi kaybını önlemek ve serilerin bozulmadan modellenmesini sağlamak amacıyla eşbütünleşme teknikleri kullanılmaktadır. Bu kapsamda, literatürde Engle & Granger (1987) ve Johansen (1988, 1995) gibi geleneksel eşbütünleşme yöntemleri öne çıkmaktadır. Ancak bu yöntemler, yalnızca değişkenlerin birinci farklarının durağan olduğu durumlarda geçerli olup, değişkenler farklı düzeylerde birim kök içeriyorsa bu yaklaşımlar uygulanamamaktadır. Pesaran vd. (1996) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi, bu sınırlamaları ortadan kaldırarak daha esnek bir analiz imkânı sunmaktadır (Polat ve Gemici, 2017, s. 397). Ayrıca, geleneksel eşbütünleşme yaklaşımlarından farklı olarak, ARDL testi alternatif avantajlar sağlamaktadır (Odhiambo, 2009). Bunlar:

- Değişkenler, I(1) veya I(0) düzeyinde durağanlık gösterebileceğinden, seriler arasındaki uzun dönem ilişkisini tespit etmek mümkündür.
- Bu modelin bir diğer avantajı, kısıtsız hata düzeltme modelini kullanarak klasik eşbütünleşme testlerine kıyasla daha güvenilir sonuçlar sağlamasıdır.
- Model, değişkenler arasındaki hem uzun vadeli hem de kısa vadeli ilişkiler hakkında bilgi sağlamaktadır.
- Özellikle gözlem sayısının sınırlı olduğu durumlarda bile, model daha güvenilir ve sağlam sonuçlar üretmektedir.

ARDL analiz denklemi eşitlik 1’de gösterilmiştir.

$$LNGDP_{2t} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_{1i} LNGDP_{2t-i} + \sum_{i=0}^q \alpha_{2i} LNOIL_{t-i} + \sum_{i=0}^q \alpha_{3i} LNREN_{t-i} + \beta_4 LNGDP_{2t-1} + \beta_5 LNOIL_{t-1} + \beta_6 LNREN_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Analiz için değişkenler arasında eşbütünleşmenin varlığı öncelikle doğrulanmalıdır. Bu amaçla, $H_0 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = 0$ (eşbütünleşme yoktur) hipotezi ile $H_1 \neq \beta_4 \neq \beta_5 \neq \beta_6 \neq \beta_7 \neq 0$ (eşbütünleşme vardır) hipotezi karşılaştırılmaktadır. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin doğrulanması, F ve Walt testleri ile sınanmaktadır. F istatistik değeri, üst kritik değerden büyükse, H_0 hipotezi reddedilerek eşbütünleşmenin varlığı kabul edilmektedir. Öte yandan, F istatistik değeri alt kritik değerden düşükse, H_1 hipotezi reddedilerek değişkenler arasında eşbütünleşme bulunmadığı sonucuna varılmaktadır. Fakat, F istatistik değeri alt ve üst sınır arasında yer alıyorsa, bu durum belirsizlik olduğunu ifade etmektedir (Pesaran vd., 2001).

3.2. Çalışmanın Veri Seti ve Modeli

Bu bölümde, çalışmada kullanılan yenilenebilir enerji tüketimi (REN), yenilenemeyen enerji tüketimi (OIL) ve ekonomik büyüme (GDP) gibi değişkenlerin hangi veri tabanlarından elde edildiği açıklanmaktadır. Türkiye, enerji tedarikinde dışa bağımlı bir ülke konumundadır. Bu bağlamda, Türkiye’ye odaklanan bu çalışmada, 1990-2021 dönemi arasındaki veri seti incelenmiştir. Modelde, yenilenebilir enerji tüketimi (REN), yenilenemeyen enerji tüketimi (OIL) ve ekonomik büyüme (GDP) değişkenleri kullanılmıştır. Değişkenler doğal logaritmaları alınarak modele dahil edilmiştir. Modelde logaritması alınan değişkenler LNREN, LNOIL ve LNGDP olarak gösterilmiştir. Değişkenlerle ilgili detaylı bilgiler, aşağıdaki Tablo da sunulmaktadır.

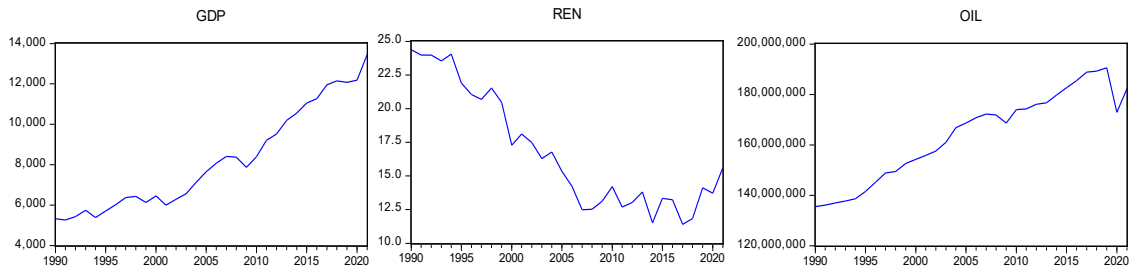
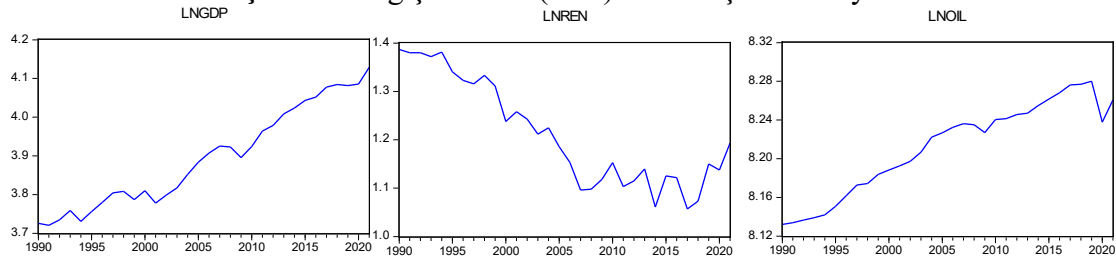
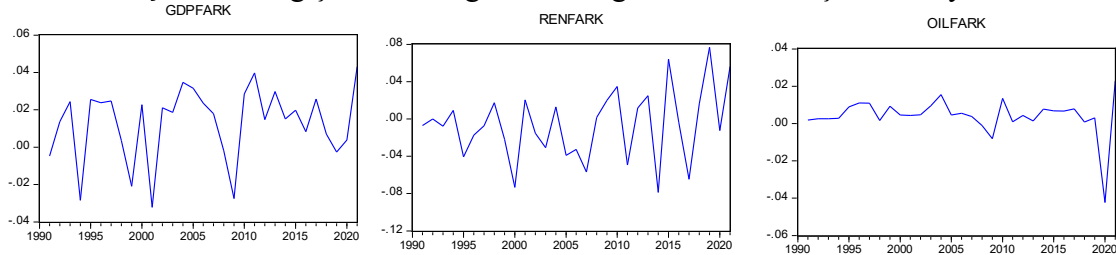
Tablo 1. Değişkenlerin tanıtlaması

Değişkenler	Kısaltmalar	Bağımlı/Bağımsız	Kaynak
		Değişken	
Ekonomik büyüme	GDP	Bağımlı Değişken	Dünya Bankası
Yenilenebilir enerji tüketimi	REN	Bağımsız Değişken	Dünya Bankası
Yenilenemeyen enerji tüketimi	OIL	Bağımsız Değişken	Uluslararası Enerji Şirketi (IEA)

Modele dahil edilen değişkenler üzerine yapılan ekonometrik analiz, bir tahmin denklemi çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ile yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkileri, ekonometrik yöntemlerin aşamaları kullanılarak incelenecektir. Model, Denklem 2'deki gibi olup, Jebli ve Youssef (2017), Qiao vd. (2019) ve Kapçak (2023) gibi yazarların daha önceki çalışmalarına referansla hazırlanmıştır.

$$LNGDP = \beta_0 + \beta_1 LNREN + \beta_2 LNOIL + u_t \quad (2)$$

Denklem 2'de yer alan β_0 sabit terimi, β_1 ve β_2 ise değişkenlerin katsayılarını temsil etmektedir. u_t hata terimi olarak belirlenmiştir. Ayrıca, değişkenlerin zaman içindeki seyri, ham değerler, logaritmik değerler ve birinci farkları sırasıyla Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'te gösterilmiştir.

**Şekil 1. Değişkenlerin (ham) zaman içindeki seyri****Şekil 2. Değişkenlerin logaritmik değerlerin zaman içindeki seyri****Şekil 3. Değişkenlerin zaman içindeki seyri (birinci farkı)**

Serilerin zaman içindeki seyri incelendiğinde, değişkenlerin logaritmalarının alınmasıyla zaman içindeki eğilimlerinin değişmediği gözlemlenmiştir. Bu durum,

ekonometrik modellerin tahmini için herhangi bir olumsuz etki yaratmamaktadır. Genel olarak, serilerin pozitif bir trend izlediği anlaşılmaktadır. Ancak, serilerin dalgalanmalardan arınmış olup olmadığı ve durağanlık durumu hakkında kesin bir bilgi vermemektedir. Bu nedenle, serilerin durağanlık durumları analitik testler aracılığıyla belirlenebilmektedir. Bu kapsamda, durağanlık analizleri ADF ve PP birim kök testi ile yapılmıştır. Modelin ekonometrik analizi gerçekleştirilmeden önce, serilere ait tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon katsayıları sırasıyla Tablo 2 ve Tablo 3'te sunulmuştur.

Türkiye özelinde, değişkenlerin ortalama değerlerinin maksimum ve minimum değerlerden belirgin bir şekilde uzak olmadığı gözlemlenmiştir. Serilerin denge noktasından sapmalarını ifade eden standart sapma, LNGDP, LNREN ve LNOIL değişkenleri için sırasıyla 0.128, 0.109 ve 0.047 olarak belirlenmiştir. Değişkenlerle ilgili bir diğer tanımlayıcı istatistik çarpıklık katsayısıdır. Çarpıklık katsayısı, değişkenlerin dağılımlarının pozitif ya da negatif işaretleriyle ilgili bilgi vermektedir. LNGDP ve LNREN katsayıları pozitif olduğundan sağa doğru, LNOIL ise negatif işaretiyle sola doğru çarpıktır. Son olarak, basıklık katsayısı, değer 3'ten büyük, küçük ya da eşit olmasına göre değerlendirilir. Değişkenlerin basıklık katsayılarının 3'ten küçük olması nedeniyle, serilerin normal dağılıma göre daha basık olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 2. Tanımlayıcı istatistikler (1990-2021)

	LNGDP	LNREN	LNOIL
Ortalama	3.895229	1.211827	8.211924
Medyan	3.889573	1.189614	8.226897
Maksimum	4.128720	1.386856	8.280016
Minimum	3.720732	1.056905	8.132078
Std. Sapma	0.128791	0.109274	0.047239
Çarpıklık	0.285621	0.317386	-0.347696
Basıklık	1.714928	1.683935	1.840733
Normallik d.	2.636969	2.846619	2.436627
Gözlem	32	32	32

Tablo 3'te serilerin korelasyon katsayıları sunulmaktadır. Değişkenlerin anlamlı bir şekilde yorumlanabilmesi için katsayıların -1 ile 1 arasında bir değere sahip olması gerekmektedir; bu, sağlıklı ve geçerli yorumların yapılmasına olanak tanımaktadır. LNGDP ile LNREN ve LNOIL arasında pozitif bir korelasyon gözlemlenmişken, LNREN ve LNOIL arasında negatif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3. Korelasyon matrisi

	LNGDP	LNREN	LNOIL
LNGDP	1.000	0.852	0.935
LNREN	0.852	1.000	-0.943
LNOIL	0.935	-0.943	1.000

3.3. Ampirik Bulgular

Serilerin tanımlayıcı istatistiklerinin (ortalama, medyan, minimum ve maksimum değerler, çarpıklık, basıklık, standart sapma, Jacque-Bera normallik testi ve ikili korelasyon)

sunulmasının ardından, ARDL analizinin ilk aşaması birim kök testleridir. Bu testler, her bir değişkenin bütünleşme derecesi hakkında bilgi sağlamaktadır. ARDL modellerinin sınır testi varsayımının geçerli olabilmesi için, her değişkenin $I(0)$ veya $I(1)$ seviyesinde olması gerekmektedir; ancak, hiçbir koşul altında $I(2)$ durumu söz konusu olmamalıdır. De Vita vd. (2006), bağımlı değişkenin $I(1)$ olması gerektiğini belirtmişken, bu durum mevcut literatürde yaygın olarak savunulmamaktadır.

Literatürde sıklıkla kullanılan birim kök testleri arasında Augmented Dickey-Fuller (ADF), Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS), Phillips-Perron (PP), Ng-Perron testi ve yatay kesit IPS-CIPS (Pesaran, 2007), LS (Lee ve Strazicich, 2003) gibi birçok farklı test bulunmaktadır (Menegaki, 2019, s.16). Her bir test, farklı veri özelliklerine göre tanımlanmakta olup, değişkenlerin $I(2)$ seviyesinde durağan olup olmadığını test etmek amacıyla bu birim kök testleri uygulanmıştır.

ADF birim kök testi Y_t serisinin durağan olup olmadığını üç farklı model içermektedir.

Sabit terimsiz ve trendsiz model

$$\Delta Y_t = \alpha_1 t + \gamma Y_{t-1} + \beta \sum_{i=1}^n \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Sabit terimli model

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 t + \gamma Y_{t-1} + \beta \sum_{i=1}^n \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Sabit ve trendli model

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 t + \gamma Y_{t-1} + \alpha_2 Trend + \beta \sum_{i=1}^n \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Artırılmış Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi, en küçük kareler yöntemi ile tahmin yapmayı gerektirmektedir. Serilerin durağanlığına ilişkin olarak, α_1 katsayısının istatistiksel olarak anlamlı ve negatif olması gerektiği kabul edilmektedir.

Phillips ve Perron tarafından 1988 yılında literatüre kazandırılan bu birim kök testi, ADF (Augmented Dickey-Fuller) birim kök testine kıyasla daha güçlü sonuçlar verebilmektedir. Özellikle, parametrik olmayan düzeltmeler içermesi, bu testin önemli bir avantajını oluşturmaktadır. PP (Phillips-Perron) birim kök testi, ADF (Augmented Dickey-Fuller) testinde yer alan hipotezleri içerir ve asimptotik bir dağılıma sahiptir. Bu özellik, PP testinin ADF testine benzer şekilde çalışmasını sağlar. Ayrıca, genişletilmiş bir regresyon denklemi kullanılmakta olup, bu denklem ilgili eşitlik 6'da gösterilmektedir.

$$\Delta X_t = \alpha_1 + \alpha_2 X_{t-1} + \alpha_3 t + \beta \sum_{i=1}^n \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Kurulan hipotezler, değişkenlerde birim kök olup olmadığını test etmektedir. Modele dahil edilen değişkenlerin birim kök test sonuçları Tablo 4'te sunulmaktadır.

Tablo 4. ADF ve PP birim kök test sonuçları

	Değişkenler	ADF Test Değeri	Kritik Değer		
			%1	%5	%10
Sabit	LNGDP	0.554890	-3.661661	-2.960411	-2.619160
	Δ LNGDP	-5.465859***	-4.296729	-3.568379	-3.218382
	LNREN	-1.661288	-3.661661	-2.960411	-2.619160
	Δ LNREN	-6.342458***	-3.670170	-2.963972	-2.621007
	LNOIL	-1.740071	-3.670170	-2.963972	-2.621007
	Δ LNOIL	-6.569306***	-3.670170	-2.963972	-2.621007
Sabit -Trendli	LNGDP	-2.467348	-4.284580	-3.562882	-3.215267
	Δ LNGDP	-5.465859***	-4.296729	-3.568379	-3.218382
	LNREN	-1.048447	-4.284580	-3.562882	-3.215267
	Δ LNREN	-5.523904***	-4.309824	-3.574244	-3.221728
	LNOIL	-1.787572	-4.284580	-3.562882	-3.215267
	Δ LNOIL	-6.961984***	-4.296729	-3.568379	-3.218382
	Değişkenler	PP Test Değeri	Kritik Değer		
			%1	%5	%10
Sabit	LNGDP	1.795291	-3.661661	-2.960411	-2.619160
	Δ LNGDP	-5.975564***	-3.670170	-2.963972	-2.621007
	LNREN	-1.658272	-3.661661	-2.960411	-2.619160
	Δ LNREN	-6.433944***	-3.670170	-2.963972	-2.621007
	LNOIL	-1.643290	-3.661661	-2.960411	-2.619160
	Δ LNOIL	-6.560418***	-3.670170	-2.963972	-2.621007
Sabit -Trendli	LNGDP	-2.373423	-4.284580	-3.562882	-3.215267
	Δ LNGDP	-7.204369***	-4.296729	-3.568379	-3.218382
	LNREN	-0.696573	-4.284580	-3.562882	-3.215267
	Δ LNREN	-6.703954***	-4.296729	-3.568379	-3.218382
	LNOIL	-1.694409	-4.284580	-3.562882	-3.215267
	Δ LNOIL	-6.998837***	-4.296729	-3.568379	-3.218382

Not: ***, simgeleri %1 düzeyinde durağan oldukları göstermektedir.

Tablo 4'te hesaplanan ADF ve PP birim kök test sonuçları, sabit ve sabitli-trendli model için %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde raporlanmıştır. Başlangıçta, değişkenlerin düzey değerleri incelendiğinde birim kök içerdiği gözlemlenmiştir, bu nedenle H_0 hipotezi reddedilmemiştir. Ancak, değişkenlerin birinci farkları alındığında durağan hale geldikleri ve H_0 hipotezinin reddedildiği tespit edilmiştir. Böylece sonraki ekonometrik aşamalar için seriler hazır hale gelmiştir.

Sınır testi için kullanılacak maksimum gecikme uzunlukları, VAR (Vektör Otoregresyon) modeli aracılığıyla belirlenmiştir. Akaike Bilgi Kriteri (AIC) doğrultusunda, modelin uygun gecikme uzunluğu, Tablo 5'te gösterildiği üzere 1 olarak saptanmıştır.

Tablo 5. VAR modeli gecikme uzunluğu

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	151.4111	NA	5.00e-09	-10.60079	-10.45806	-10.55716
1	226.7899	129.2208*	4.39e-11*	-15.34214*	-14.77119*	-15.16759*
2	228.7714	2.972255	7.44e-11	-14.84081	-13.84166	-14.53536
3	238.3977	12.37667	7.60e-11	-14.88555	-13.45819	-14.44919
4	245.3903	7.492112	1.00e-10	-14.74217	-12.88660	-14.17490

VAR modeli kullanılarak değişkenlerin gecikme uzunlukları belirlendikten sonra, ARDL sınır testine geçilmektedir. İlk olarak, modelin gecikme uzunluğu belirlenmektedir ve bu gecikme uzunluğu Akaike Bilgi Kriteri (AIC) doğrultusunda tespit edilmiştir. ARDL modeline ait gecikme uzunlukları, Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. ARDL modeli (1,3,0) sonuçları

Bağımlı Değişken: Ekonomik Büyüme (LNGDP)

Değişkenler	Katsayı	St. hata	t-istatistiği	Olasılık
LNGDP(-1)	0.761681	0.084555	9.008122	0.0000
LNREN	0.006693	0.103016	0.064969	0.9488
LNREN(-1)	0.289477	0.124030	2.333936	0.0301
LNREN(-2)	0.085200	0.109018	0.781522	0.4436
LNREN(-3)	-0.106765	0.123101	-0.867299	0.3961
LNOIL	0.870942	0.339662	2.564139	0.0185
C	-6.290824	2.788758	-2.255780	0.0354
Test İstatistikleri				
R^2	0.985917	Düzeltilmiş R^2	0.980988	

ARDL modelinin (1,3,0) gecikme yapısı belirlendikten sonra, değişkenlerin uzun dönemde eşbütünleşik olup olmadığını tespit etmek için kullanılan test F testidir. F istatistik değeri, %1, %5 ve %10 kritik seviyelerde, alt sınır I(0) ve üst sınır I(1) değerleriyle karşılaştırılarak hesaplanmaktadır. F testi istatistik değerleri, Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. F sınır test istatistik değerleri

	Değer	k
F- İstatistik	5,014	2
Sınır Testi Değerleri		
Kritik Değerler	Alt Sınır I(0)	Üst Sınır I(1)
%10	2,63	3,35
%5	3.01	3,81
%1	4,14	4,85

Tablo 7’de görüldüğü üzere, F test istatistiği 5,014 olarak tespit edilmiştir. Bu değer, %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde, üst sınır I(1) değerleri olan 4,85, 3,81 ve 3,35’ten büyük olduğundan, yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji tüketimi ve ekonomik büyüme değişkenlerinin uzun dönemde eşbütünleşik olduğu, yani birlikte hareket ettiği sonucuna varılmıştır.

Tablo 8’de ise değişkenlerin kısa ve uzun dönem değerleri sunulmaktadır. Değişkenlere ait katsayılar, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde nasıl bir etki yarattığını anlamak amacıyla belirlenmiştir. Kısa dönem sonuçları incelendiğinde, yenilenebilir enerji tüketiminin 1. ve 2. gecikmede ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği gözlemlenmektedir. 1. ve 2. gecikmelerde yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik artış sırasıyla ekonomik büyümeyi %0,232 ve %0,304 oranında artırmaktadır. Ayrıca, yenilenemeyen enerji tüketimi olarak petrol de modele dahil edilmiştir. Petrol tüketiminde gerçekleşen %1’lik bir artış, ekonomik büyümeyi %0,954 oranında artırmaktadır.

Tablo 8. ARDL (1,3,0) sınır testi sonuçları (bağımlı değişken: LNGDP)

Kısa Dönem Sonuçları				
Değişken	Katsayı	St.hata	t. ist	Olasılık
D(LNREN)	0.003100	0.086498	0.035833	0.9718
D(LNREN(-1))	0.232056	0.095821	2.421773	0.0251
D(LNREN(-2))	0.304426	0.096186	3.164966	0.0049
D(LNOIL)	0.955432	0.289558	3.299618	0.0036
ECT(-1)	-0.228099	0.050084	-4.554349	0.0002
Uzun Dönem Katsayılar				
Değişken	Katsayı	St.hata	t. ist	Olasılık
LNREN	0.280938	0.551586	0.509327	0.0161
LNOIL	3.654517	1.448545	2.522889	0.0202
C	-26.396622	12.539138	-2.105138	0.0481

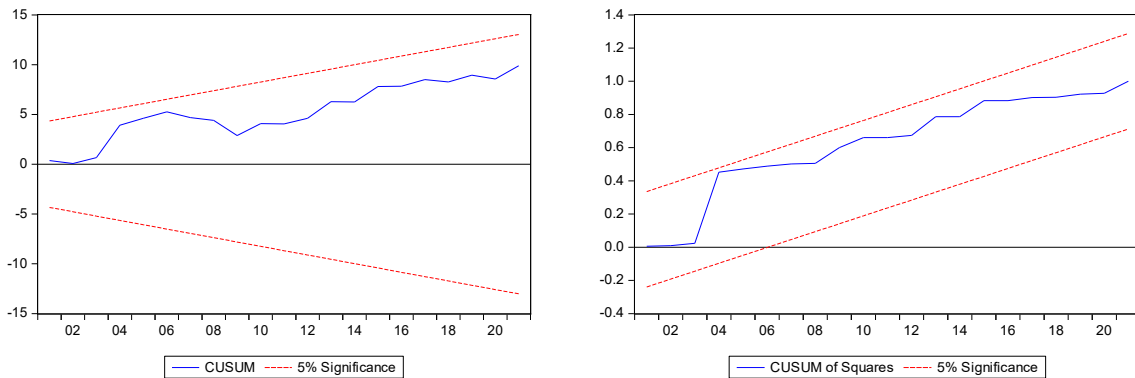
Tablo 8’de yer alan uzun dönem katsayıları değerlendirildiğinde, yenilenebilir enerji tüketimi ve petrol tüketiminin, bağımlı değişken olan ekonomik büyümeyi %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde açıkladığı tespit edilmiştir. LNREN değeri 0,280, LNOIL ise 3,654 olarak hesaplanmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi ve petrol kullanımındaki %1’lik artış, ekonomik büyümeyi sırasıyla 0,280 ve 3,654 oranlarında artırmaktadır. Kısa ve uzun dönem karşılaştırıldığında, Türkiye’nin enerji tüketimine bağımlı bir ülke olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum, Türkiye’nin enerji ihtiyacının büyük bir kısmını ithalat yoluyla karşılamasına neden olmaktadır. Hem kısa dönemde hem de uzun dönemde enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemesi, Türkiye’nin tüm sektörlerde enerjiye bağımlı olmasından kaynaklanıyor olabilir. Bu nedenle, sürdürülebilir büyüme ve kalkınma için enerji, birincil girdi olarak kabul edilebilir.

ARDL modelinin tahmininde kullanılan yöntemin güvenilir sonuçlar verebilmesi için, yönteme bağlı tanısal varsayımların hesaplanması gerekmektedir. Bu tanısal testler, ARDL modelinin uyum iyiliği açısından önemli bir yer tutmaktadır. Tablo 9’da bu tanısal testlerin sonuçları sunulmaktadır. Bu testler, ters hipotez içermekte olup, test değerlerinin olasılık değerlerinden büyük olması gerektiği vurgulanmaktadır.

Tablo 9. Tanısal testler

Test	Değerler	Olasılık	Açıklama
Breusch-Godfrey LM Testi	1.109749	0.8996	Otokorelasyonun varlığını tespit etmek için test edilir. Sonuç: Otokorelasyon sorunu bulunmamaktadır.
Heteroskedasticity Testi	1.465193	0.2356	Değişen varyans sorununu bulmak için test edilir. Sonuç:Değişen varyans sorunu bulunmamaktadır.
Jarque-Berra (normallik) Testi	3.218365	0.2000	Hata terimlerinin normal dağılıp dağılmadığını tespit etmek için uygulanan bir testtir. Sonuç: Normallik sorunu bulunmamaktadır.
Ramsey Reset Testi	1.029976	0.3089	Spesifikasyon hatasını tespit etmek için ve modelin doğru kurulup kurulmadığını ve güvenilirliğini ölçen bir testtir. Sonuç: Model güvenilir kurulmuştur.

Bu çalışmanın son aşamasında, ARDL modelinin kararlılık ve güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla, Brown vd. (1975) tarafından literatüre kazandırılan CUSUM ve CUSUMQ testlerinden faydalanılmıştır. Modelde katsayılarda meydana gelebilecek herhangi bir kırılma, modelin güvenilirliğini olumsuz yönde etkileyecektir. Test sonuçları, modelin %5 anlamlılık düzeyinde kararlı olduğunu ortaya koymaktadır. Çizilen grafiklerde, mavi çizginin kırmızı çizgiler arasında yer alması, modelin kararlı olduğunu göstermektedir. Şekil 4'te CUSUM ve CUSUMQ testlerine ait grafikler sunulmaktadır.

**Şekil 4.** CUSUM ve CUSUMQ Grafikleri

Bu çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla uygulanan CUSUM ve CUSUMQ testlerinden elde edilen sonuçlar, %5 anlamlılık düzeyinde, uzun dönemde değişkenlerin birlikte hareket ettiğini ve kritik sınırlar arasında yer aldığını göstermektedir.

Değişkenler arasındaki korelasyon analizi sebep sonuç ilişkisi hakkında bilgi vermemektedir. X ve Y serilerin yani iki farklı serinin birbirlerini nasıl etkilediği ve aynı zamanda değişkenlerin yönünü tespit etmek için Granger (1969) tarafından ekonomi literatürüne kazandırılan Granger nedensellik testi ile sınanmaktadır. Nedensellik analizi yapılırken dikkatli kullanılması gerekmektedir. Çünkü Granger nedensellik testi gecikme uzunluklarına çok hassasiyet göstermektedir. Değişkenlerin yönünü ve aralarındaki ilişkiyi tespit eden birçok nedensellik yaklaşımları bulunmaktadır. Değişkenlerin uzun dönemde

eşbütünleşik olması aralarında nedensellik ilişkisinin olması anlamını taşımamaktadır. Ancak bu çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji tüketimi (petrol) ve ekonomik büyüme arasındaki yönü tespit etmek için Granger (1969) nedensellik yaklaşımı başvurulmuştur. Granger (1969) nedensellik için tahmin edilen denklem model 7 ve model 8'de belirtilmiştir.

$$Y_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i Y_{t-i} \sum_{i=1}^n \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (7)$$

$$X_t = \sum_{i=1}^n \delta_i X_{t-i} \sum_{i=1}^n \theta_i Y_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (8)$$

Model 7 ve Model 8'de n gecikme uzunluğunu, α_i ve β_i , δ_i ve θ_i değişken tahmin katsayılarını, ε_{1t} ve ε_{2t} ise hata terimleri yer almaktadır. Granger nedenselliğinin X serisinden Y serisine doğru gidip gitmediğini test edebilmek için boş hipotez (H_0) sınanmalıdır (Chiou-Wei vd., 2008).

Tablo 10. Granger nedensellik testi sonuçları

H ₀ Hipotezi	F Testi	Olasılık	Sonuç	Değerlendirme
LNREN ≠ LNGDP	4.0335	0.0456		Tek yönlü nedensellik vardır.
LNGDP ≠ LNREN	0.0054	0.9439	LNREN → LNGDP	
LNOIL ≠ LNGDP	3.4456	0.096		Tek yönlü nedensellik vardır.
LNGDP ≠ LNOIL	0.1120	0.7403	LNOIL → LNGDP	
LNOIL ≠ LNREN	6.81876	0.0143	LNOIL → LNGDP	Çift yönlü nedensellik vardır.
LNREN ≠ LNOIL	4.97504	0.0339	LNREN → LNOIL	

Tablo 10 incelendiğinde, değişkenlerin yönü hakkında bilgi, istatistiksel değerlerle yorumlanabilmektedir. Genel olarak, bağımsız değişkenin bağımlı değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisi gözlemlenmektedir. F ve olasılık değerleri %5 kritik değeriyle değerlendirilmiştir. Bulgulara göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile petrol tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu sonuç, yenilenebilir enerji tüketimindeki ve petrol tüketimindeki herhangi bir değişikliğin ekonomik büyüme üzerinde etkiler yaratabileceğini göstermektedir. Diğer bir bulguya göre ise, yenilenebilir enerji tüketimi ile petrol tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunduğu görülmüştür. Yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen bir değişim, petrol tüketimi üzerinde bir değişikliğe yol açarken; petrol tüketimindeki bir değişim de yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde etkiler yaratmaktadır.

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Enerji, geçmişten günümüze kadar hem bireyler hem de toplumlar açısından önemli bir ekonomik kaynak olarak etkisini sürdürmüştür ve üretimden tüketime kadar etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Enerji kullanımı, ilk çağlardan itibaren varlık göstermiştir; ancak enerjiye olan farkındalık ve önemi, sanayi devrimiyle birlikte artmıştır. Sanayi devrimiyle başlayan bu süreç, 1973 ve 1979 yıllarındaki petrol krizleriyle birlikte, enerjinin ekonomik ve siyasi bir faktör olarak araştırılmasına yol açmıştır. Ülkeler ve politika yapıcılar, enerjinin etkinliğini fark ederek, sürdürülebilir büyüme için enerji politikaları geliştirmiştir. Petrol krizleri, üretim ve büyüme performansında daralmalar yaratmış ve özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan, dışa bağımlı ülkeler için olumsuz etkiler doğurmuştur. Bu durum, ülke ekonomilerinde durgunluğa yol açmıştır. Bu dönemin ardından, enerji sürdürülebilirliğini sağlamak ve mevcut enerji kaynaklarını korumak amacıyla, fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme eğilimi artmıştır. Ayrıca, enerji verimliliğini artırıcı, kalıcı ve etkili politikalar geliştirilmiştir.

Enerji, ekonomik büyümenin itici gücü olarak kabul edilmesine rağmen, geleneksel ekonomi teorilerinde (özellikle Solow modellerinde) yer almamaktadır. Bu modellerde enerji yerine, üretim fonksiyonunda toprak ve doğal kaynaklar kullanılmış, büyümenin temel unsurları olan emek ve fiziksel sermaye üzerinde durulmuştur. Geleneksel büyüme modelleri, enerjiyi üretim sürecinde ara unsur olarak değerlendirmiştir. Ancak daha sonraları içsel büyüme modeli iktisatçıları, içsel olarak kullanılan teknolojik gelişmelerin uygulanabilmesi için enerji faktörünü ara mal olarak ele almışlardır.

Türkiye örneğinde enerji tüketimi, özellikle sanayi ve ulaşım sektörlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye'nin enerjiye olan bağımlılığı ve enerji tüketimi her geçen yıl artış göstermektedir. Bu çalışmada, Türkiye'deki yenilenebilir enerji ile yenilenemeyen enerji tüketiminin iktisadi büyüme üzerindeki etkisi, ARDL yaklaşımıyla incelenmiştir. İlk olarak, değişkenler ADF ve PP birim kök testlerine tabi tutulmuş ve modelin kabulü doğrultusunda, değişkenlerin birinci farkında durağan oldukları, yani birim kök içermedikleri bulunmuştur. ARDL eşbütünleşme testi ile hem uzun dönem ilişkileri hem de kısa ve uzun dönemdeki ilişkiler ortaya konulmuştur. Elde edilen bulgular, değişkenlerin uzun dönemde eşbütünleşik olduklarını göstermektedir. Kısa dönemde, yenilenebilir enerji tüketiminde meydana gelen %1'lik bir artış, ekonomik büyümeyi %0.304 oranında artırırken, yenilenemeyen enerji tüketimindeki %1'lik artış, ekonomik büyümeyi %0.954 oranında artırmaktadır. Uzun dönemde ise, yenilenebilir enerji tüketimi ve yenilenemeyen enerji tüketiminde meydana gelen %1'lik artış, ekonomik büyümeyi sırasıyla %0.280 ve %3.654 oranında artırmaktadır. Son olarak, değişkenlerin yönünü belirlemek amacıyla Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimi ile yenilenemeyen enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgular incelendiğinde, Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi ve fosil yakıtlar hem kısa vadeli hem de uzun vadeli ekonomik büyüme performansını etkilemektedir. Bu kapsamda, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla yatırım yapması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Fosil yakıtların etkinliğinin azaltılması, ülke ekonomisine olumlu katkılar sağlayabilir, zira Türkiye, fosil enerji kaynaklarına büyük ölçüde dışa bağımlıdır. Bu bağımlılığın azaltılması ve enerjinin sürekliliğinin sağlanması, sürdürülebilir bir ekonomik büyüme için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, fosil yakıtların çevreye ve insan sağlığına verdiği olumsuz etkiler dikkate alındığında, çevre dostu ve temiz enerji kaynaklarına yönelik etkin ve kalıcı enerji politikalarının geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

- Abbasi, K. R., Hussain, K., Radulescu, M. & Ozturk, I. (2022). Asymmetric Impact of Renewable and Non-Renewable Energy on the Industrial Sector in Pakistan: Fresh Evidence from Bayesian and Non-Linear ARDL. *Renewable Energy*, 187, 944-957.
- Adebayo, T. S., Agyekum, E. B., Kamel, S., Zawbaa, H. M., & Altuntaş, M. (2022). Drivers of Environmental Degradation in Turkey: Designing an SDG framework Through Advanced Quantile Approaches. *Energy Reports*, 8, 2008-2021.
- Alev, N. & Ersezer, Ö. (2024). Gelir Eşitsizliği, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Var Yaklaşımından Kanıtlar. *Mecmua*, (17), 92-107.
- Apaydın, Ş., Güngör, A. & Taşdoğan, C. (2019). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Asimetrik Etkileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6 (1), 117-134.
- Apergis, N. & Payne, J. E. (2010). Renewable Energy Consumption and Growth in Eurasia. *Energy Economics*, 32 (6), 1392-1397.
- Apergis, N. & Payne, J. E. (2010). Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from A Panel of OECD Countries, *Energy Policy*, Elsevier, 38 (1), 656-660.
- Apergis, N. & Payne, J. E. (2012). Renewable and Non-Renewable Energy Consumption-Growth Nexus: Evidence from A Panel Error Correction Model. *Energy Economics*, 34, 733-738.
- Aslan, A. & Ocal, O. (2016). The Role of Renewable Energy Consumption in Economic Growth: Evidence from Asymmetric Causality, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 60, 953-959,
- Baz, K., Xu, D., Ampofo, G. M. K., Ali, I., Khan, I., Cheng, J. & Ali, H. (2019). Energy Consumption and Economic Growth Nexus: New Evidence from Pakistan Using Asymmetric Analysis. *Energy*, 189, 116254.
- Brown, R. L., Durbin, J. & Evans, J. M. (1975). Techniques for Testing the Constancy of Regression Relationships over Time. *Journal of the Royal Statistical Society*, 37 (2), 149-192.
- Chang, C.-L. & Fang, M. (2022). Renewable Energy-Led Growth Hypothesis: New Insights from BRICS and N-11 Economies. *Renewable Energy*, 188, 788-800.
- Chiou-Wei, S. Z., Chen, C. & Zhu, Z. (2008). Economic Growth And Consumption Revisited- Evidence From Linear And Nonlinear Granger Causality. *Energy Economics*, 30, 3063-3076.
- De Vita, G., Klaus, E. & Lester C. H. (2006). An Empirical Analysis of Energy Demand in Namibia. *Energy Policy*, 34, 3447-63.
- Djellouli, N., Abdelli, L., Elheddad, M., Ahmed, R. & Mahmood, H. (2022). The Effects of Non-Renewable Energy, Renewable Energy, Economic Growth, and Foreign Direct Investment on The Sustainability of African Countries. *Renewable Energy*, 183, 676-686.
- Dumitrescu, E. I. & Hurlin, C. (2012). Testing for Granger Non-Causality in Heterogeneous Panels. *Economic Modelling*, 29 (4), 1450-1460.

- Engel, R. F. & Granger, C. W. J. (1987). Cointegration and Error Correction Representation, Estimation and Testing. *Econometrica*, 55, 251-276.
- Granger, C. W. (1969). Investigating Causal Relations By Econometric Models and Cross-Spectral Methods. *Journal of The Econometric Society*, 424-438.
- Gyimah, J., Yao, X., Tachega, M. A., Sam Hayford, I. & Opoku-Mensah, E. (2022). Renewable Energy Consumption and Economic Growth: New Evidence from Ghana. *Energy*, 248, 123559.
- Johansen, S. (1995). *Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models*. Oxford: Oxford University Press.
- Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegrating Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231-254.
- Johansen, S. & Juselius, K. (1990). Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Applications to The Demand For Money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52, 169-210.
- İnançlı, S. & İnal, V. (2012). Türkiye’de Alternatif Enerji Üretimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Saklı Eşbütünleşme Testi ile Analizi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20 (4), 102-106.
- Jebli, M. B. & Youssefi S. B. (2017). Renewable Energy Consumption and Agriculture: Evidence For Cointegration and Granger Causality For Tunisian Economy. *International Journal of Development World Ecology*, 24, 149-158.
- Kao, C. (1999). Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration in Panel Data. *Journal of Econometrics*, 90, 1-44.
- Kapçak, S. (2022). *Seçilmiş Yüksek-Orta Gelirli Ülkelerde Yenilenebilir Enerji ve Yenilenemeyen Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Bir Saklı Eşbütünleşme Yaklaşımı*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kapçak, S. (2023). Gelişmekte Olan Ülkelerde Yenilenebilir-Yenilenemeyen Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyümeye Etkisi: Saklı Eşbütünleşme Yaklaşımı. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32 (2), 409-423.
- Lee, J. & Strazicich, M. C. (2003). Minimum LM Unit Root Test with Two Structural Breaks. *Review of Economics and Statistics*, 85, 1082-1089.
- Li, R., Wang, X. & Wang, Q. (2022). Does Renewable Energy Reduce Ecological Footprint at The Expense of Economic Growth? An Empirical Analysis of 120 Countries. *Journal of Cleaner Production*, 346, 131207.
- Menegaki, A. N. (2019). The ARDL Method in the Energy-Growth Nexus Field; Best Implementation Strategies. *Economies*, 7 (4), 105.
- Mohsin, M., Kamran, H. W., Atif Nawaz, M., Sajjad Hussain, M., & Dahri, A. S. (2021). Assessing The Impact of Transition from Nonrenewable to Renewable Energy Consumption on Economic Growth-Environmental Nexus from Developing Asian Economies. *Journal of Environmental Management*, 284, 111999.
- Murray, D. A. & Nan, G. D. (1992). The Energy Consumption and Employment Relationship: A Clarification. *Journal of Energy and Development*, 16, 121-231.

- Narayan, P. & Popp, S. (2012). The Energy Consumption-Real GDP Nexus Revisited: Empirical Evidence from 93 Countries. *Economic Modelling*, 29 (2), 303-308.
- Nkoro, E. & Uko, A. K. (2016). Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Cointegration Technique: Application and Interpretation. *Journal of Statistical and Econometric Methods*, 5 (4), 63-91.
- Odhiambo, N. M. (2009). Energy Consumption and Economic Growth Nexus in Tanzania: An ARDL Bounds Testing Approach. *Energy Policy*, 37, 617-622.
- Qiao, H., Zheng, F., Jiang, H. & Dong, K. (2019). The Greenhouse Effect of The Agriculture-Economic Growth-Renewable Energy Nexus: Evidence From G20 Countries. *Science of Total Environment*, 671, 722-731.
- Özcan, G. & Öztürk, Ş. (2017). Sosyal Sermayenin Ekonomik Gelişme Açısından Önemi: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler Üzerine Bir Değerlendirme. *Bulletin of Economic Theory and Analysis*, 2 (1), 63-78.
- Pedroni, P. (1999). Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61, 653-670.
- Pedroni, P. (2004). Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests with An Application to the PPP Hypothesis. *Econometric Theory*, 20 (3), 597-625.
- Pesaran, M. H. & Shin, Y. (1995). An Autoregressive Distributed Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis, Cambridge Working Papers in Economics 9514, Faculty of Economics, University of Cambridge.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. & Smith, R. J. (1996). *Testing for Existence of A Long-Run Relationship*, DAE Working Paper, No. 9622, Department of Applied Economics, University of Economics.
- Pesaran, M. H. (2007). A Simple Panel Unit Root Test in the Presence Of Cross-Section Dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22, 265-312.
- Phillips, P. C. B. & Peron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Biomètrika*, 75 (2), 336-346.
- Polat, M. & Gemici, E. (2017). Analysis of the Relationship Between BIST and BRICS Stock Markets in Terms of Portfolio Diversification: Cointegration Analysis with ARDL Boundary Test. *Journal of Economics Finance and Accounting*, 4 (4), 393-403.
- Rahman, M. M. & Velayutham, E. (2020). Renewable and Non-Renewable Energy Consumption-Economic Growth Nexus: New Evidence From South Asia. *Renewable Energy*, 147, 399-408.
- Sadorsky, P. (2009). Renewable Energy Consumption and Income in Emerging Economies, *Energy Policy*, 37 (10), 4021-4028.
- Schramm, L. (2024). Some Differences, Many Similarities: Comparing Europe's Responses to The 1973 Oil Crisis and The 2022 Gas Crisis. *European Political Science Review*, 16 (1), 56-71.
- Shahbas, M., Van-Hong, T., Mahalik, M.K. & Roubaud, D. (2017). Energy Consumption, Financial Development and Economic Growth in India: New Evidence from a Nonlinear and Asymmetric Analysis. *Energy Economics*, 63, 199-212.

- Stern, D. I. (2004). Economic Growth and Energy. *Encyclopedia of Energy*, 2, 35-51.
- Uçar, M. & Çoban, S. (2023). Ulaştırma Sektöründeki Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Çevresel Kalite İlişkisi. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 13 (1), 485-506.
- Wang, Q. & Wang, L. (2020). Renewable Energy Consumption and Economic Growth in OECD Countries: A Nonlinear Panel Data Analysis. *Energy*, 207, 118200.