



Araştırma Makalesi / Research Article

Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi ve Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi: OECD Ülkeleri Üzerine Bir Panel Veri Analizi

İsmail Hakkı İşcan¹, Tuğba Demirel²

Öz

Sürdürülebilir bir ekonomik büyüme ve kalkınma için enerji önemli bir unsur olduğu kadar ekonomik büyüme ile çevresel kalite arasındaki ilişki de yıllardır tartışılan bir konudur. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezine göre kısa vadede ekonomik büyüme ve çevresel kirlilik arasında doğru yönlü ilişki olmasına karşın uzun vadede bu ilişki ters yönlü bir şekil almaktadır. Bu durum, hem sürdürülebilir ekonomik büyümeyi sağlamak ve hem de çevre kirliliğini önlemek için ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesini önemli kılmaktadır. Bu çalışmadaki temel sorunsal, yenilenebilir enerji kullanımındaki artışların, uzun dönemde ekonomik büyüme üzerine ne gibi bir etkisinin olacağıdır. Bu sorunsal karşısında, çalışmada 2021 yılında toplam enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji tüketimi payının, dünya ortalamasının üzerinde olan ülkelere seçilmiş 28 OECD ülkesinin 1995-2020 dönemi yenilenebilir enerji tüketimleri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin tespiti için panel veri analizi uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik artış, GSYİH'yı %0.19 oranında artırmaktadır. Bu sonuç Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin ortaya koyduğu gelir değişimi ve çevre kalitesi arasındaki ilişkiyi de dolaylı olarak doğrulamaktadır. Ayrıca yine çalışma ile elde edilen sonuçlara göre yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi söz konusudur.

Anahtar Kelimeler: OECD, CO₂ Emisyonları, Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme, EKC.

The Impact of Renewable Energy Consumption on Economic Growth and the Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Panel Data Analysis on OECD Countries

Abstract

Energy is an important factor for sustainable economic growth and development, as well as the relationship between economic growth and environmental quality has been a topic that has been discussed for many years. According to the Kuznets Curve Hypothesis, although there is a positive directional relationship between economic growth and environmental pollution in the short term, there is a negative directional relationship in the long term. This situation makes it important for countries to turn to renewable energy sources both to ensure sustainable economic growth and to prevent environmental pollution. The main problem in this study is what effect increases in the use of renewable energy will have on economic growth in the long term. Panel data analysis has been performed for this problem in this study. In the analyses, data for the period 1995-2020 were used for 28 OECD countries. According to the results of the analysis, the 1% increase in renewable energy consumption leads to a 0.19% increase in GDP. This result also confirms the Environmental Kuznets Curve Hypothesis. In addition, to the results obtained with the study, there is a bidirectional causality relationship between renewable energy consumption and economic growth.

Keywords: OECD, CO₂ Emissions, Renewable Energy Consumption, Economic Growth, EKC.

¹ Sorumlu Yazar (Corresponding Author), Prof.Dr., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, ismailhakkisican@bilecik.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-2786-4928>

² Doktora Öğrencisi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, tgbadmre193@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2168-6497>

Atıf/Cite as: İşcan, İ. H., Demirel, T. (2023). Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerine etkisi ve çevresel kuznets eğrisi hipotezi: OECD ülkeleri üzerine bir panel veri analizi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 41 (3), 470-496.

GİRİŞ

Ekonomik faaliyetlerdeki artış eğilimleri, kendisiyle birlikte çevresel tahribatlara neden olmakta ve büyük bir alternatif maliyet türetmektedir. Zira sorun, fosil yakıtların tüketiminin genel ekonomik büyümede artması ile oluşan karbondioksit (CO₂) emisyonlarıdır. Ekonomideki çeşitli sektörlerle ilgili sera gazı emisyonlarına, özellikle fosil yakıtlardan (petrol, kömür ve doğal gaz) kaynaklanan enerji tüketiminin hâkim olduğunu söylemek mümkündür. Bu emisyonlar küresel ısınmanın ve çevresel tahribatın ana nedeni olarak kabul edilmektedir. Ekonomik gelişme ile birlikte oluşan çevresel sorunlar, bu gelişimin hem ekonomik ve hem de sosyal maliyetini oluşturmaktadır.

Dolayısıyla enerji verimliliğinin artırılması ve yenilenebilir enerji gibi fosil kaynakların yerine ikame edilebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması, ekonomik büyüme ile birlikte gerçekleşen maliyetin karşılanabilmesi açısından çok önemlidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemli özelliği, CO₂ salınımını azaltması ve çevrenin korunmasına yardımcı olmasıdır. British Petroleum (BP, 2021) istatistiklerine göre, yenilenebilir enerjinin toplam dünya elektrik üretimindeki payı 2019 yılında %10,3 iken 2020 yılında %11,7'ye yükselmiştir. Uluslararası Enerji Ajansına (IEA) göre ise son on yıl içerisinde elektrik talebinde %25'lik artış, elektrik üretiminden kaynaklanan küresel CO₂ emisyonlarını sadece %9 oranında artırmıştır. Bu durum yenilenebilir kaynakların kullanımının yaygınlaştığını göstermesi açısından önemlidir. Ajansa göre yenilenebilir enerji teknolojilerinin (özellikle güneş ve rüzgâr) hızla yaygınlaşması, son on yılda elektrik talebindeki artışın %65'inin bu kaynaklardan sağlanması sonucunu doğurmuştur (World Energy Outlook [WEO], 2021, s.124). Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları ekonomileri canlandırmak, kaynak çeşitliliği vasıtasıyla enerji güvenliğini güçlendirmek ve enerji tüketimini çeşitlendirmek için de teşvik edilebilirler.

Bu çalışmaya konu olan 28 Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD) üyesi ülkenin toplam CO₂ salınımları, toplam dünya salınımının 1970 yılında %48 gibi büyük bir bölümünü teşkil etmekte iken, 2008 yılında bu oran %40'ın altına inmeye başlamakta (%39,4), 2018 yılında ise %32'ye kadar gerilemektedir. Ancak bu düzeyle bile OECD ülkelerinin toplam CO₂ salınımlarının dünya salınımı içerisinde büyük bir paya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Diğer taraftan 1970 yılında kişi başına CO₂ emisyonu dünya ortalaması 4,1 metrik ton iken OECD ülkelerinde kişi başına 10,3 metrik tondur. Bu miktar dünya ortalamasının 2,5 katı düzeyindedir. 2018 yılına gelindiğinde ise CO₂ emisyonunda dünya ortalaması 4,5 metrik tona yükselirken OECD ülkelerinde dünya ortalamasının 1,9 katı düzeyinde 8,9 metrik tona gerilemiştir. 1970 yılından 2018 yılına kişi başına CO₂ emisyonu metrik ton düzeyinde, dünya ortalamasında artış yaşanırken OECD ülkelerinde azaldığı anlaşılmaktadır. Diğer taraftan 1970-2018 yılları arasında OECD ülkelerinin ortalama ekonomik büyüme oranı %2,6 iken ekonomik büyümede dünya ortalaması %3,2'dir (World Bank [WB], 2022).

1970-2018 yılları arasında gelişmiş ülkelerde pozitif ve dünya ortalamasına yakın bir büyüme oranı söz konusu iken bu ülkelerde karbon salınımına yönelik bir duyarlılığın oluştuğunu ve salınımın azaldığını söylemek mümkündür. OECD ülkelerinin toplam dünya CO₂ salınımının %38'inden sorumlu olmaları ve kişi başı karbon miktarının hala dünya ortalamasının üzerinde ve önemli sayılabilecek düzeyde gerçekleşmiş olması, bu grup ülkeler için ekonomik büyüme ile CO₂ emisyonu arasındaki ilişkinin varlığını ortaya koymakta ve önemli kılmaktadır. Bu durum aynı zamanda gelişmiş ülkelerde, yüksek enerji yoğun ve karbon yoğun endüstrilerden hizmet ve bilgi yoğun endüstrilere doğru bir paradigma kaymasına ve yapısal bir değişime de atfedilebilir.

Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişki çevre ve enerji politikaları açısından hayati önem taşımaktadır. Literatürde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ampirik ve nedensellik ilişkisi birçok çalışmada araştırılmıştır. Bu çalışmalar farklı ülkelere, dönemlere, değişkenlere odaklanmış ve farklı ekonometrik metodolojiler kullanmıştır (Öcal ve Aslan, 2013).

Bu çalışmada da yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ampirik olarak araştırılması amaçlanmıştır. Fakat literatürden farklı olarak, 2021 yılında toplam enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji tüketimi payının, dünya ortalamasının üzerinde olan ülkelerden seçilmiş 28 OECD ülkesi örneklem olarak belirlenmiştir. Seçilen 28 OECD ülkesinin 1995-2020 dönemi yenilenebilir enerji tüketimleri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin tespiti için panel veri analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz için oluşturulan modelde ekonomik büyümeyi temsilen GSYİH bağımlı değişken olarak kullanılmış ve bağımsız değişkenler olarak sermaye, toplam işgücü ve yenilenebilir enerji tüketimi (exajoule) modele dâhil edilmiştir. Burada sermaye ve toplam işgücü, modelin açıklayıcılığını arttırmak amacıyla kullanılmıştır. Model için ilk olarak yatay kesit bağımlılığı, model ve değişkenler bazında incelenmiş ve yatay kesit bağımlılığı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle ikinci nesil birim kök testi olan ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan “Kesitsel Olarak Genişletilmiş Dickey Fuller (Cross-Sectionally Augmented Dickey Fuller-CADF) Birim Kök Testi” gerçekleştirilmiş ve test sonucunda tüm değişkenlerin birinci dereceden bütünleşik olduğu görülmüştür. Değişkenlerin her birinin birinci dereceden bütünleşik olması ve modelde yatay kesit bağımlılığı olması nedenleriyle “Westerlund (2007) Eşbütünleşme Testi” gerçekleştirilmiş ve eşbütünleşme ilişkisinin olduğu saptanmıştır. Eşbütünleşme ilişkisinin varlığı tespit edildiğinden “Genişletilmiş Ortalama Grup tahmini (Augmented Mean Group Estimation-AMG)” ile uzun dönem esneklikleri hesaplanmıştır. AMG analiziyle hesaplanan uzun dönem esneklik katsayısı ise 0.19 olarak elde edilmiştir. Buna göre yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik bir artış, GSYİH’yı %0.19 oranında artırmaktadır. Çalışmada kullanılan “Panel VECM Nedensellik Analizi”ne göre ise yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Elde edilen tespitler genel olarak literatürle uyumludur ve Çevresel Kuznets Hipotezini de doğrular nitelik göstermektedir.

Bu çalışmayı alanda yapılan diğer çalışmalardan ayıran farklılıklardan birisi, çoğunluğu gelişmiş ülke statüsünde olan 38 üyeli OECD ülkelerinden, dünya yenilenebilir enerji kullanımı ortalamasının üzerinde bir tüketim düzeyine sahip 28 üye ülkenin örnekleme dâhil edilmesidir. Literatür taraması bölümünde de görüleceği gibi alanda yapılan çoğu çalışmada ekonomik büyümenin çevresel etkileri, karbon salınımı (emisyonu) ile ilişkilendirilerek analiz edilirken, bu çalışma farklı olarak karbon salınımı yerine yenilenebilir enerji tüketimini dikkate almıştır.

Ülkelerin yenilenebilir enerji kullanımına yönelmeleri ekonomik gelişmişlikleri ile çok yakından ilgilidir. Zira bu tür yatırımlarda hedef ve kaynak bölgelerin çoğu aşağıda yer alan bölümde ele alındığı gibi gelişmiş ülkelerdir. Buradaki temel iddianın oluşumunda Kuznets’in hipotezi de destek sağlamıştır. Buna göre ülkeler ekonomik gelişme süreçleri devam ettikçe çevresel hassasiyetleri ve dolayısıyla yenilenebilir enerji kullanımları düşük düzeyli gerçekleşmekte, ancak ekonomik gelişmişlik düzeyleri yükseldikçe de çevresel hassasiyetleri ve dolayısıyla yenilenebilir enerji kullanımları artmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmayı alanda yapılan diğer çalışmalardan ayıran bir diğer farklılık çalışmanın çevresel hassasiyeti, karbon salınımindaki azalma olarak değil, yenilenebilir enerji kullanımına yönelik olarak değerlendirmesidir.

Dolayısıyla yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ilişki analizi için gelişmiş ülke örnekleme daha önemli ve doğrulanabilir olması açısından da daha anlamlıdır. Üstelik yenilenebilir enerji kullanımı açısından Çevresel Kuznets Hipotezinin odağında olan ülkeler grubunun gelişmiş ülkeler olduğu düşünüldüğünde, çalışma ile gerçekleştirilen analiz literatüre hem örneklem ülkeler grubu ve hem de bu ülkelerin gelişmiş ülkeler olması yanında ülkelerin karbon salınımları yerine yenilenebilir enerji tüketimlerinin dikkate alınması ile önemli bir katkı sağlarken, literatürdeki diğer çalışmalardan da kendisini farklılaştırmaktadır.

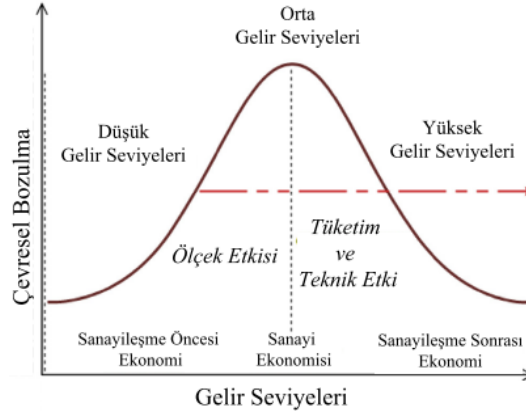
Çalışmada giriş bölümünü izleyen bölümde Çevresel Kuznets Hipotezine yer verilmektedir. Hipotez, literatürde ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevresel etkileri konusunda önemli bir içeriğe sahiptir. İzleyen bölüm, yenilenebilir enerji kullanımı ve yatırımları ile ilgili küresel ölçekteki istatistiksel bilgilere dayalıdır. Dördüncü alt bölümde konu hakkında literatür taraması sonuçları ele alınmaktadır. Sonrasında ampirik analiz ile ilgili yöntem, veri ve bulguların yorumları yer almakta ve sonuç bölümünde elde edilen analiz sonuçları değerlendirilmektedir.

1. BÜYÜME, ENERJİ TÜKETİMİ VE ÇEVRE: ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ HİPOTEZİ

Ekonomik büyüme ve çevresel kalite arasındaki ilişki, uzun yıllardır devam eden bir tartışma konusu olmuştur. 1970 yılından önce, ekonomi büyüdükçe hammadde, enerji ve doğal kaynakların tüketiminin neredeyse aynı oranda arttığına yani, durağan durumda seyrettiğine dair bir inanç vardı. 1990'ların başından itibaren, çeşitli çevresel kirleticilere ilişkin ampirik veriler, Küresel Çevre İzleme Sistemi (Global Environmental Monitoring System - GEMS), OECD'nin çevresel veri özeti ve Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı (Oak Ridge National Laboratory - ORNL) gibi çeşitli kurumlar aracılığı ile alınan CO₂ emisyon tahminleri sayesinde erişilebilir hale gelmiştir. Bu veriler sayesinde başlangıçta sınırlı sayıda araştırmacı, gelir ve çevresel kalite göstergeleri için ters çevrilmiş U eğrisi hipotezinin geçerliliğini test etmeye başlamışlardır (Dinda, 2004).

Ayrıca 1990'lı yıllarla birlikte ekonomik büyüme ile bağlantılı çevresel duyarlılıkların hem toplumsal ve hem de kamusal alanda artması, literatüre önemli katkı sağlamıştır. Bu yöndeki tüm çalışmaların ortak noktası, ekonomik gelişmenin erken evrelerinde çevresel kalitenin bozulduğu, sonraki evrelerde ekonomi geliştikçe çevresel kalitenin düzeldiği iddiasıdır. Başka bir deyişle çevresel baskı, kalkınmanın erken aşamasında gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH)'dan daha hızlı artmakta ve daha yüksek gelir seviyelerinde GSYİH'deki artışa göre yavaşlamaktadır. Gelir değişimi ve çevre kalitesi arasındaki bu sistematik ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi (Environmental Kuznets Curve - EKC) olarak adlandırılmıştır. Ters U ilişkisi, adını gelir eşitsizliği ile ekonomik kalkınma arasında benzer bir ilişki olduğunu öne süren Kuznets'in (1955) çalışmasından almaktadır (Dinda, 2004). EKC hipotezi, çevresel etki ile ekonomik büyüme arasında uzun vadeli bir ilişkiyi temsil etmeyi amaçlamaktadır. Hipotezin belirleyici faktörleri, ekonomik büyüme, enerji tüketim kalıpları ve karbondioksit emisyonlarıdır (Sarkodie ve Strezov, 2018).

Şekil 1: EKC Hipotezi Şeması



Kaynak:Sarkodie, S. A. & Strezov, V., (2018:99), s.99. Empirical study of the Environmental Kuznets Curve and Environmental Sustainability Curve Hypothesis for Australia, China, Ghana and USA. Journal of Cleaner Production, 201, s.99.

Gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde artan karbondioksit emisyon seviyeleri, tarım, ulaşım ve hizmetler sektörü tarafından yönlendirilen ekonomiye bağlanabilir. Bu gelir grubunda yer alan ülkelerdeki çevresel politikalar ve düzenlemeler gelişmiş ülkelere göre daha zayıf olduğundan bu durum, yüksek enerjili ve karbon yoğun endüstriler için bu ülkeleri bir sığınak hâline getirmektedir. Artan gelir ve gelişmişlik düzeyi ile birlikte çevresel sürdürülebilirlik, teknolojik ilerleme, katı çevresel düzenleme ve politikalar konusundaki farkındalık ve duyarlılığın gelişimi, enerji yoğunluğunun ve karbondioksit emisyonlarının azalmasına neden olmaktadır (Sarkodie ve Strezov, 2018).

Şekil 1 ile gösterilen EKC Hipotezine göre ilk aşamada sanayileşme öncesi ekonomilerin kalkınma çabalarındaki artış, tipik olarak düşük gelir düzeyli ülkelerde, çevreye zararlı kirleticilerin oluşumunu tetiklemektedir. Böylece ekonomik kalkınma, evlerde ve endüstrilerde elektrik üretimi için petrol, kömür ve doğal gaz gibi geleneksel enerji kaynaklarının kullanılması şeklinde artan enerji talebini beraberinde getirmektedir. Ekonomilerdeki bu tür bir büyümenin çıktısı, çevresel bozulmayı teşvik etmektedir (Sarkodie ve Strezov, 2018, ss.98-99). Ekonomik büyümenin erken aşamasına tekabül eden bu aşamada, çevre sorunlarının farkındalığı düşük veya ihmal edilebilir düzeydedir ve çevre dostu teknolojiler mevcut değildir. Ekonomik kalkınma, tarımın ve diğer kaynak çıkarmanın yoğunlaştırılmasıyla hızlandığından, bu aşamada kaynak tükenme hızı, kaynak yenilenme oranını aşmaya başlar ve atık üretimi miktar ve toksisite açısından artar (Dinda, 2004). Bu aşamada çevresel bozulma, artan gelirle birlikte, çevre kalitesinin kişi başına daha yüksek gelirle arttığı bir eşik düzeyine kadar artar ki bu ilişki ters U şeklinde bir eğri biçimini alır.

İkinci aşama, diğer rakip ülkelere göre karşılaştırmalı bir üstünlüğe ve zayıf çevre politikalarına ve düzenlemelerine sahip olan ve aynı zamanda doğal kaynaklara odaklanan, tipik olarak orta gelir düzeyindeki ülkeleri yani endüstriyel ekonomileri içerir. Genel olarak hızlı büyüyen ve orta gelirli ekonomilerde ölçek etkisi baskındır. Bu nedenle, kirlilikteki artışlar ve diğer bozulmalar, zaman etkisine baskın gelme eğilimindedir. Gelişmiş ekonomilerde büyüme hızı daha yavaştır ve kirlilik azaltma çabaları ölçek etkisinin üstesinden gelebilir (Lean ve Shabbir, 2012). Bu aşamadaki çevresel sonuçlar, sanayi öncesi ekonomiden endüstriyel ekonomiye

geçişin olup olmadığına bağlıdır. Örneğin, kirleten öder (polluter-pays) ilkesine dayalı katı çevre politikalarına veya karbon vergileri ve emisyon azaltma programları gibi çevresel düzenlemelere sahip uygulamalarla bu aşamada üretim, enerji yoğun veya kirlilik yoğun üretim sektörleri zayıf veya esnek çevre politikalarına sahip diğer ülkelere yönlendirilir (Sarkodie ve Strezov, 2018).

Küreselleşme ile birlikte dışa açılan ve ihracata dayalı büyüme politikalarını benimseyen gelişmekte olan ülkeler bu süreçte, başta üretim artışını sağlayabilmek için gerekli hammadde ithalatı olmak üzere yurt içi üretimin yetersizliği karşısında artan tüketim malları talebinin de ithalat yoluyla karşılamaları dolayısıyla sürekli dış açık verirler. Hecksher–Ohlin modeli, emek verimliliğindeki farklılıkların farklı ekonomilerde farklı malların üretimine yol açtığını varsayar. Ticaret, bol yerli kaynakları verimli bir şekilde kullanarak üretimi yoğun bir şekilde artırmanın yolunu sağlayan ana motordur. Dış ticaret açığı aynı zamanda üretim faktörlerinin ülkeler arasında özgürce harekete geçirilmesi için bir yol sağlar. Bununla birlikte, üretim faktörlerinin hareketi, kirli endüstrileri gelişmiş ülkelere çevre ile ilgili yasa ve yönetmeliklerin sadece bir formalite olduğu gelişmekte olan ekonomilere de taşıyabilir. Sonuçta EKC Hipotezinin bu aşamasındaki süreci yaşayan ve sürekli dış ticaret açığı vererek gelişen ülkelerde ticari açıklığın çevresel kaliteye zarar verdiği de tespit edilmiştir (Shahbaz, 2012).

Hipoteze göre gelir, EKC eğrisinin tepe noktasının ötesine geçtikçe, çevresel kaliteyi iyileştirmeye geçişin başladığı varsayılmaktadır. Yani daha yüksek gelişme seviyelerinde artan çevre bilinci, çevresel düzenlemelerin uygulanması, daha iyi teknoloji ve daha yüksek çevresel harcamalar ile birlikte bilgi yoğun endüstrilere ve hizmetlere yönelik yapısal değişim, çevresel bozulmanın dengelenmesine ve kademeli olarak azalmasına neden olur (Dinda, 2004). Üçüncü aşama olarak değerlendirilen bu süreçte ekonomik kalkınma birim başına kirliliğin giderek azaltıldığı, verimli bir uygulamaya doğru bir rejim değişikliğini kapsamaktadır. Bu, endüstriyel ekonomilerde ve tipik olarak yüksek gelir düzeyine sahip ülkelerde görülür. Bu aşamada geleneksel ve kirlilik yoğun teknolojilerden çevresel kaliteyi iyileştiren ve aynı zamanda ekonomik gelişmeyi destekleyen modern teknolojilere bir paradigma kayması olarak görülmektedir. Sürdürülebilir kalkınma bilinci ve çevresel bozulmanın aciliyetine ilişkin endişeler arttıkça, yüksek gelir düzeyine sahip gelişmiş ülkeler, yüksek yaşam standartlarının ve artan ulusal zenginliklerinin bir ifadesi olarak daha temiz çevreyi benimseme eğilimindedirler. Sonuç olarak, ekonomik gelişme arttıkça, çevresel bozulmada kademeli bir düşüşe yol açan çevre politikaları ve temiz çevre ile ilgili daha katı yasalar ve düzenlemeler uygulanmaktadır (Sarkodie ve Strezov, 2018). Dolayısıyla henüz kirlenmemiş bir dünya ve temiz bir tarım ekonomisinden çevreyi kirleten bir endüstriyel ekonomiye ve son olarak da temiz bir hizmet ekonomisine doğru ekonomik gelişmenin doğal sürecinin bir tasviri tamamlanmış olmaktadır.

EKC eğrisinin tepe noktası aşağıdaki formülasyon ile hesaplanabilmektedir (Plassman ve Khanna, 2003):

$$\hat{\tau} = \left(\frac{\hat{\delta}_1}{-2\hat{\delta}_2} \right)$$

Kuznets Hipotezine göre ülkeler gelir düzeyi itibarıyla EKC eğrisinin tepe noktasının ötesine geçtikçe, çevresel kalitenin iyileştirilmeye başladığı varsayılmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada gelişmiş ülkelerde çevresel kalitenin iyileştirilmesine yönelik bir gösterge olarak yenilenebilir enerji tüketim düzeyi ile bu ülkelerin ekonomik büyüme oranları arasındaki ampirik sonuç Hipotezin doğruluğunu veya yanlışlığını da oraya koyacaktır.

Diğer taraftan enerjinin ekonomik büyümeyle ilgisi göz önüne alındığında, daha geniş bir teorik literatür onu modellemeyi amaçlamıştır. Örneğin neo-klasik büyüme modelleri dışsal teknolojik değişiklikleri varsaymakta ve büyüme sürecini büyümeyi hızlandırabilecek bir faktör olarak enerjiyi dâhil etmeden açıklamaktadır. Ancak modern büyüme modelleri enerjinin ekonomik büyümenin temel itici gücü haline geldiğini ve teknolojik ilerlemenin ek enerji tüketimine izin vererek üretkenliği artırabileceğini göstermektedir. Bu teorik gelişmeler, bu değişkenler arasındaki nedenselliğin doğasını ve yönünü ampirik olarak keşfetme konusunda büyük ilgi uyandırmış ve çevre dostu enerji politikaları için fikir vermiştir (Matei, 2017).

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMI VE YATIRIMLARI

Ekonomik büyümenin çevresel etkileri, son dönem ekonomik araştırmalara konu olan bir husustur. Çevre kalitesinde dünya çapında meydana gelen bozulma, toplumların konu hakkında duyarlılıklarına ve endişe duymalarına neden olmuş, bu durum çevre sorunlarına ilişkin artan kamu endişesi ile birlikte çevresel bozulmanın nedenlerini daha net bir şekilde anlama çabalarını olumlu yönde etkilemiştir.

Ülkelerin yenilenebilir enerji üretim ve kullanımları ile ekonomik gelişmişlikleri arasında yakın bir ilişki söz konusudur. Zira bu tür yatırımların alanı gelişmiş ülkelerdir. Kuznets'in ülkelerin ekonomik büyüme seviyesi yükseldikçe çevresel bozulmanın azaldığı ve dolayısıyla çevreye yönelik hassasiyetin arttığına dair hipotezinin de test edilmesi adına bu çalışma, çevresel hassasiyet göstergesi olarak yenilenebilir enerji kullanımını dikkate almaktadır. Bu doğrultuda bu bölümde yenilenebilir enerji kullanımı ile bu kullanıma imkân sağlayan yenilenebilir enerji yatırımlarına dair küresel göstergeler üzerinde durulacaktır. Bu doğrultuda çalışma, ülkelerin ekonomik büyüme sürecinde çevresel hassasiyetleri ve dolayısıyla yenilenebilir enerji kullanımının ancak gelişmişlik düzeyleri yükseldikçe arttığı tespitinde bulunmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmayı alanda yapılan diğer çalışmalardan ayıran farklılık çalışmada çevresel hassasiyetin, karbon salınımındaki azalma olarak değil yenilenebilir enerji kullanımına yönelik olarak ele alınması olduğu söylenebilir. Buna göre bu bölümde küresel yenilenebilir enerji kullanımının en önemli alanı elektrik üretimindeki yeri ile bu alanda yapılan küresel yatırımlara yer verilmektedir.

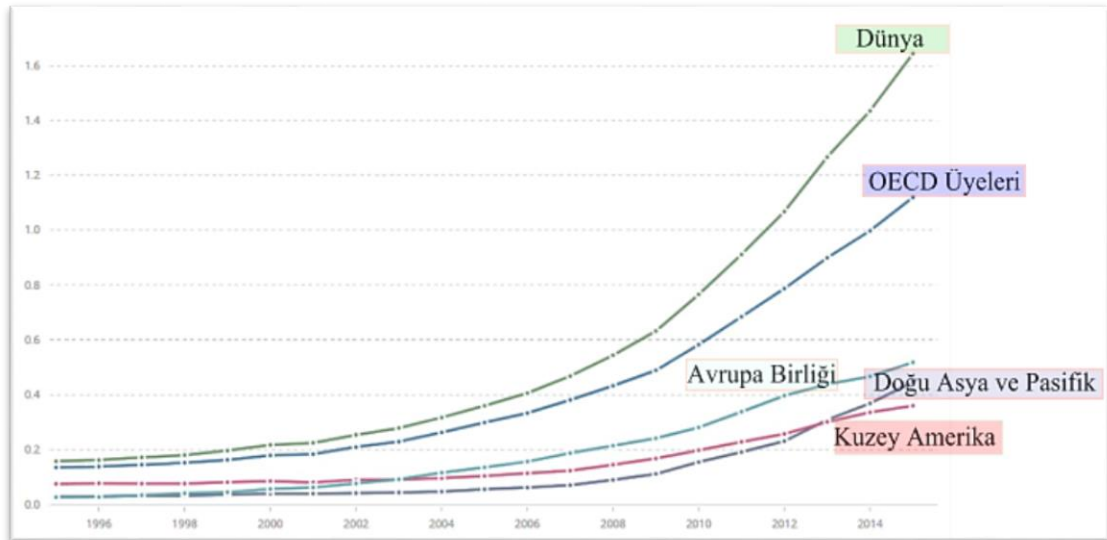
Tablo 1 yenilenebilir enerji üretiminin son üç yılın rakamlarına yöneliktir. Buna göre 2020 yılı toplam yenilenebilir enerji üretimi 7.468 Terawat/saat (TW/s) olarak hesaplanmakta bu toplam dünya enerji arzının %12,6'sına denk gelmektedir (REN21, 2022). 2020 yılı toplam yenilenebilir enerji arzının %79'u gelişmiş ülkelerin yer aldığı Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika bölgelerinde gerçekleştirilmiştir. Son üç yılın ortalama değerlerinde de bu sıralama değişmemektedir. IRENA (2022) istatistiklerine göre yenilenebilir enerjide en düşük arzı gerçekleştiren bölgeler ise Afrika ve Orta Amerika gibi düşük gelir düzeyine sahip ülkeler ile fosil kaynak zengini Ortadoğu ve Avrasya ülkeleri yer almaktadır.

Tablo 1: 2017-2020 Yılı Toplam Yenilenebilir Enerji Üretimi (GWh)

Bölgeler	2017		2018		2019		2020		2016-2020 Ortalama Değerler	
	%	Toplam Miktar	%	Toplam Miktar	%	Toplam Miktar	%	Toplam Miktar	Miktar	%
Asya	39,13%	2.649.759	40,20%	2.882.873	41,45%	3.118.544	41,76%	2.662.518	40,09%	
Avrupa	19,49%	1.297.615	19,69%	1.332.012	19,15%	1.448.016	19,39%	1.296.781	19,61%	
Kuzey Amerika	19,50%	1.233.337	18,71%	1.249.905	17,97%	1.331.788	17,83%	1.228.561	18,60%	
Güney Amerika	12,61%	793.058	12,03%	797.315	11,46%	845.723	11,32%	799.659	12,13%	
Avrasya	4,63%	305.596	4,64%	343.352	4,94%	357.516	4,79%	316.938	4,79%	
Afrika	2,24%	151.967	2,31%	163.034	2,34%	172.335	2,31%	150.782	2,27%	
Okyanusya	1,27%	84.517	1,28%	91.495	1,32%	98.224	1,32%	86.074	1,30%	
Orta Amerika ve Karayipler	0,75%	48.920	0,74%	45.936	0,66%	50.992	0,68%	46.795	0,71%	
Ortadoğu	0,38%	26.175	0,40%	49.945	0,72%	44.920	0,60%	33.882	0,50%	
Dünya	100,00%	6.590.943	100,00%	6.955.866	100,00%	7.468.058	100,00%	6.621.988	100,00%	

Kaynak: IRENA, 2022

Şekil 2: 1995-2015 Dünya ve Gelişmiş Ekonomilerin Yenilenebilir Kaynaklardan Elektrik Üretimi (Hidroelektrik Hariç – Kw/s)

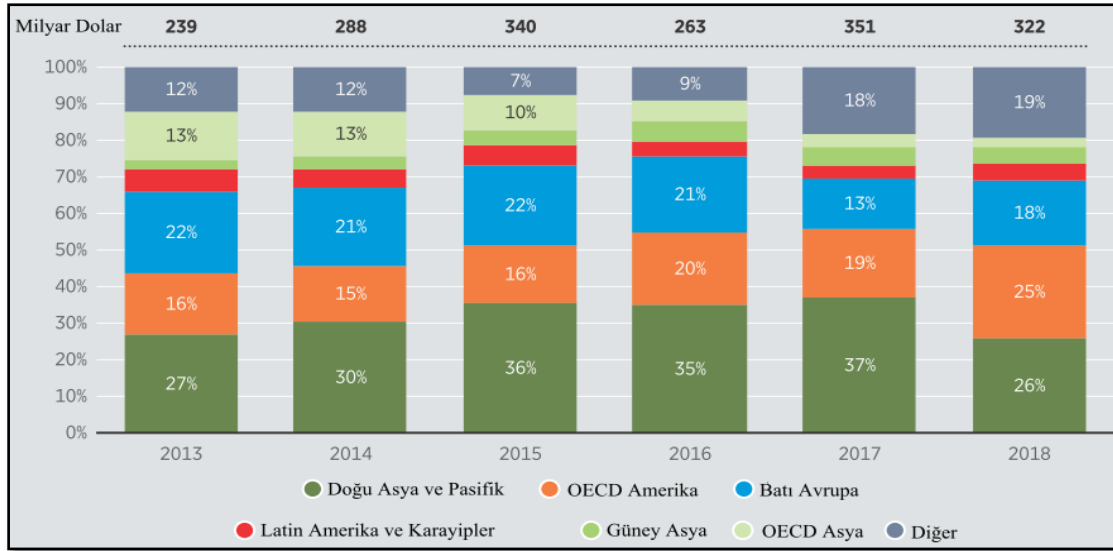


Kaynak: World Bank, 2022

Yenilenebilir enerji hem üretim hem de tüketim açısından ekonomi ve çevre için oldukça önemli ve alternatif bir kaynaktır. Şekil 2’de yenilenebilir kaynaklardan (hidro hariç) üretilen elektrik üretimi ile ilgili istatistikler verilmektedir. Buna göre 1995 yılında dünyada yenilenebilir kaynaklardan 157,54 milyar kilowat/saat (Kw/s) elektrik üretilirken bu miktar 2015 yılında on kattan daha fazla artış ile 1,64 trilyon Kw/s düzeyine yükselmiştir. Çoğu gelişmiş ülkelerden oluşan OECD üye ülkelerinin 1995 ve 2015 yıllarındaki yenilenebilir kaynaklardan elektrik enerji üretimi sırasıyla 135,95 milyar kw/s ve 1,12 trilyon kw/s (8,5 katlık artış) olarak gerçekleşmiştir. Yine aynı dönemde AB, Kuzey Amerika ve Doğu Asya ve Pasifik Bölgelerinde de yenilenebilir kaynak kullanımı ile elektrik üretiminde aynı düzeyde olmasa bile önemli artışlar yaşanmıştır. Dolayısıyla 1995-2015 yılları arasında dünyada yenilenebilir kaynaklara yönelik önemli bir yöneliş söz konusu olmakla birlikte bu yönelimin önemli etkileyicileri gelişmiş ülkeler olduğu anlaşılmaktadır.

Zira yenilenebilir enerji kullanımında, örneğin Latin Amerika bölgesinde olduğu gibi uygun coğrafi şartların getirdiği üstünlükler yanında, bu kaynaklardan yararlanmak için yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımların gerçekleştirilmesi gerekir. Küresel ölçekte yenilenebilir enerji yatırımlarına bakıldığında ise hem hedef ve hem de yatırım finansmanı kaynak coğrafyaların gelişmiş Çin’in dâhil olduğu Asya Pasifik bölgesi, ABD’nin dâhil olduğu OECD Amerika bölgesi ve gelişmiş Avrupa ülkelerinin yer aldığını görmekteyiz.

Şekil 3: Hedef Bölgeye Göre Yenilenebilir Enerji Yatırımı, 2013-2018



Kaynak: IRENA, 2020: s.30.

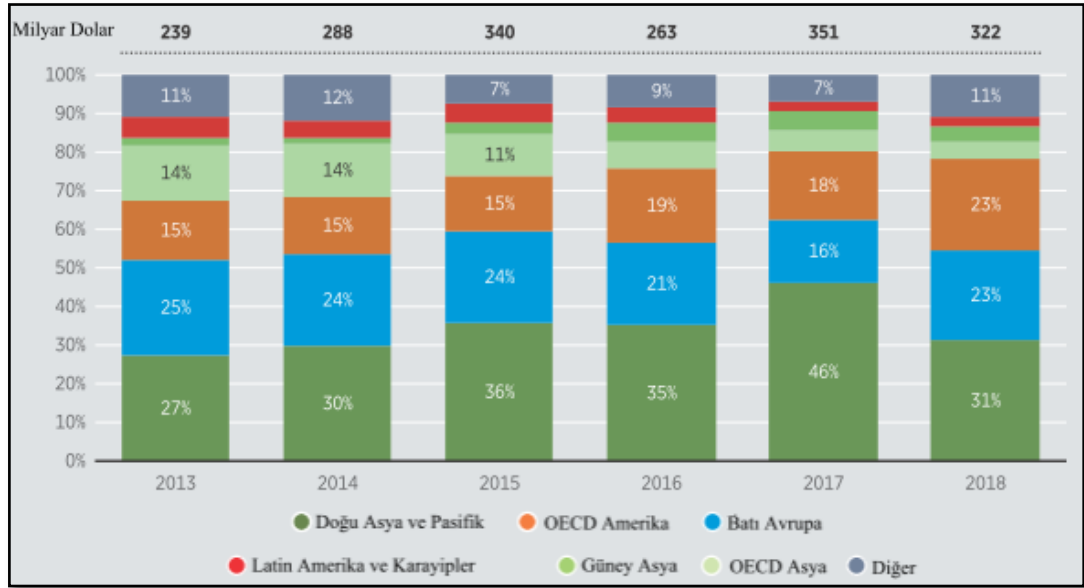
Yenilenebilir enerji tüketim potansiyeli, bu alanda yapılan yatırımlarla çok yakından ilgilidir. 38 üyesi olan OECD’nin büyük bir bölümü Avrupa Birliği (AB) üyesi ülkelerle diğer sanayileşmiş ve gelişmekte olan ülkelerdir ki bu grup ülkelerden 28’i bu çalışmanın örneklemini oluşturmaktadır. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (International Renewable Energy Agency – IRENA), 2020 yılında yayınladığı raporunda, Şekil 3’de gösterildiği gibi yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımların özellikle Çin, Hindistan ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD)’de kapasite ilavelerindeki ani artış nedeniyle 2016 yılı seviyelerine göre %33’lük bir artışla 2017 yılında 351 milyar dolar ile tüm zamanların en yüksek seviyesine ulaştığını, 2018 yılında ise %8 azalarak 322 milyar dolara gerilediğini tespit etmektedir.

Diğer taraftan rapora göre 2013-2018 yılları arasında yenilenebilir enerji yatırım finansmanının %83'ü, Çin'in dâhil olduğu Doğu Asya ve Pasifik, ABD'nin dâhil olduğu OECD Amerika Kıtası ve Batı Avrupa'daki gelişmiş ülkelere kaynaklandığı ve aynı zamanda yapılan küresel yenilenebilir yatırımların %78'inin de yine bu ülkelere yöneldiği belirtilmektedir. Buna karşılık, yaklaşık 120 gelişmekte olan ve yükselen ekonomiyi temsil eden bölgeler (Orta Asya, Doğu Avrupa, Latin Amerika ve Karayipler, Orta Doğu ve Kuzey Afrika, Güney Asya ve Sahra Altı Afrika) toplam yenilenebilir enerji yatırımlarının sadece %15'ini çekmiştir (IRENA, 2020).

Rapora göre Doğu Asya ve Pasifik bölgesi, 2013-2018 döneminde yenilenebilir enerji yatırımının çoğunu çekmiş ve bu dönem boyunca yatırımın %32'sini gerçekleştirmiştir. Bölgedeki yatırım 2016 yılında 93 milyar dolardan 2017 yılında 130 milyar dolara yükselirken 2018 yılında 84 milyar dolara gerilemiştir. Doğu Asya ve Pasifik'teki yatırımlar, bölgedeki toplam yatırımların ortalama olarak %93'ünü sürekli olarak çeken bir ülke olan Çin'deki enerji geçiş yatırımlarına bağlı olarak yönlendirilmektedir. Çin'deki yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımların 2017 yılındaki toplam tutarı 125 milyar dolar ile belirtilen dönemde zirve yapmıştır (IRENA, 2020).

2013-2018 döneminde küresel yenilenebilir enerji yatırımlarının ortalama %18,5'i Kanada, Şili, Meksika ve Amerika Birleşik Devletleri'ni içeren OECD Amerika grubu gerçekleştirmiştir. 2017-2018'de ABD'deki yerel yatırım, bölgeye giden yenilenebilir enerji yatırımlarının %84'ünü temsil etmektedir. Yenilenebilir enerjiye yatırım için bir diğer önemli hedef Batı Avrupa Bölgesidir. 2013-2018 yılı döneminde küresel yenilenebilir enerji yatırımlarının ortalama %19,5'i bu bölgede gerçekleşirken bölge 2017-2018 döneminde küresel toplam yenilenebilir yatırımların %15'ini (51 milyar dolar) çekmiştir (IRENA, 2020).

Şekil 4: Kaynak Bölgeye Göre Yenilenebilir Enerji Yatırımı, 2013-2018



Kaynak: IRENA, 2020: s.33.

2013-2018 döneminde, yenilenebilir enerji yatırımlarının kaynak bölgelere göre dağılımı, hedef bölgelerine göre dağılımı ile uyumlu gerçekleşmiştir. Şekil 4'de gösterildiği gibi Doğu Asya ve Pasifik bölgesi en yoğun yatırımı yaparak 2017 yılında 130 milyar dolar ile zirveye ulaşmıştır. Bölge 2018 yılında 84 milyar dolarlık yatırıma kaynaklık ederek 2017-2018 yılı toplam küresel

yatırımın ortalama %39'unu kaynaklık etmiştir. Bir diğer önemli bölgesel finans kaynağı, 2017-2018 yıllarında bölgenin toplam yatırım içindeki ortalama payını %21'e çıkararak ABD'nin yatırımlarıyla OECD Amerika kıtasıdır. Batı Avrupa ise aynı dönemde ortalama %20 ile bu bölgeyi yakından takip etmiştir. Dolayısıyla Çin ve ABD gibi gelişmiş ülkeler, yenilenebilir enerjiye dünyanın geri kalanından önemli ölçüde daha fazla yatırım yapmaktadır. 2017-2018 yılları yenilenebilir enerjiye yapılan küresel yatırımın ortalama %29'u Çin tarafından finanse edilirken %19'u ABD tarafından karşılanmıştır (IRENA, 2020).

Sonuç olarak küresel yenilenebilir enerji üretim ve dolaylı kullanım alanı olarak da elektrik üretiminde ve aynı zamanda yenilenebilir enerji alanında yapılan küresel yatırımlarda gelişmiş bölge ve ülkelerin üstünlüğü çok dikkat çekicidir. Bu noktada çalışmada ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında yapılacak analizde çevresel endişelerin büyüme ile birlikte geliştiği hipotezine dayalı Kuznets Hipotezi, çevresel duyarlılığın bir göstergesi olarak yenilenebilir enerji kullanımının ele alınması durumunda daha anlamlı hâle gelmektedir.

3. LİTERATÜR TARAMASI

Enerji tüketimi, sanayileşme dönemiyle birlikte literatürde önemli bir konu olarak yer almıştır. Bu konuya ilişkin araştırmaların geneli enerji tüketimindeki artışların ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediğini ifade etmektedir. Fakat sanayileşme sonrası dönemde gerçekleşen yenilenemeyen enerji tüketimindeki artışların ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkileyeceği görüşü, günümüzde bu tür enerji kullanımının fırsat maliyetlerinin uzun dönemde yüksek olacağı ileri sürülerek eleştirilmektedir. Çünkü yenilenemeyen enerji tüketimindeki artışların uzun dönemde çevresel tahribata neden olması, sürdürülebilir bir ekonomik büyümeye imkân vermeyecektir. Buna göre bugün dünya ülkeleri çeşitli mutabakatlarla çevresel tahribatı önlemeyi ve buna bağlı olarak sürdürülebilir bir ekonomik büyüme sağlamayı amaçlamaktadırlar. Bu durum yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin araştırılmasını gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda bu ilişkinin araştırılması, literatürde önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Literatürde yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların çoğunluğu yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğunu kabul etmekte (Acaravcı ve Erdoğan, 2018; Akdağ ve İskender, 2018; Apergis vd., 2010; Apergis ve Payne, 2010a; Apergis ve Payne, 2010b; Apergis ve Payne, 2011a; Apergis ve Payne, 2011b; Apergis ve Payne, 2011c; Apergis ve Payne, 2012; Bouyghrissi vd., 2021; Durğun ve Durğun, 2018; Ivanovski vd., 2021; Kasperowicz vd., 2020; Özşahin vd., 2016; Salim vd., 2014; Sebri ve Abid, 2014; Shahbaz vd., 2015; Tugcu vd., 2012) daha azı ise yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında negatif bir ilişkinin varlığını veya herhangi bir ilişki olmadığını ortaya koymaktadır (Eyüpoğlu vd., 2021; Ivanovski, vd., 2021; Marques ve Fuinhas, 2012; Öcal ve Aslan, 2013).

Literatürde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerine etkisi olduğunu kabul edip nedensellik ilişkileri yönüyle araştırma yapan çalışmalar da yer almaktadır. Buna göre bu çalışmaların çoğu yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ifade ederken (Apergis ve Payne, 2010a; Apergis ve Payne, 2010b; Apergis ve Payne, 2011a; Eyüpoğlu vd., 2021; Tugcu vd., 2012; Salim vd., 2014; Sebri ve Abid, 2014; Shahbaz vd., 2015) bir kısmı yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisinin olduğunu (Bouyghrissi vd., 2021; Durğun ve Durğun, 2018) ve bir kısmı

da ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisinin varlığını ileri sürmektedir (Apergis ve Payne, 2011b; Öcal ve Aslan, 2013).

Ayrıca ekonomik büyümenin belirleyicileri bağlamında sermaye ve/veya işgücünü ele alarak enerji/yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerine etkilerini araştıran çalışmalar da literatürde mevcuttur (Bloch vd., 2015; Siddiqui, 2004; Stern, 1993; Vlahinic ve Jakovac, 2014; Yapraklı ve Sağlam, 2010). Bu çalışmalarda enerji/yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasında ilişki olduğu ve ayrıca sermaye ve/veya işgücünün ekonomik büyümenin belirleyicileri olduğu ifade edilmiştir.

Stern (1993), ABD ekonomisi için 1947-1990 dönemi verileriyle ekonomik büyüme, sermaye, emek ve enerji tüketimi ilişkisini araştırmıştır. Araştırmada Granger nedensellik analizine başvurulmuş ve analiz sonucunda ekonomik büyüme, sermaye, emek ve enerji tüketimi arasında nedensellik ilişkilerinin olduğu tespit edilmiştir.

Siddiqui (2004), ekonomik büyüme, sermaye, işgücü, enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Pakistan ekonomisi 1969-2002 dönemi verileriyle yapılan incelemede, ARDL ve VAR analizi kullanılmıştır. Analiz sonuçları doğrultusunda ekonomik büyüme, sermaye ve enerji tüketimi arasında eşbütünlük ilişkisinin olduğu görülmüştür.

Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmaya yönelik çeşitli ülke gruplarıyla bir dizi çalışma ortaya koyan Apergis ve Payne (2010a, 2010b, 2011a, 2011b, 2011c, 2012) yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif yönde bir ilişki olduğunu tüm çalışmalarında ifade etmektedir. Bu çalışmalardan sadece biri ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru bir nedensellik ilişkisi olduğunu tespit ederken (Apergis ve Payne, 2011b); diğer tüm çalışmalar yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca Apergis vd. (2010) tarafından geliştirilen başka bir çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi, nükleer enerji tüketimi, karbon salınımı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler, 19 ülke ekonomisine ait 1984-2007 dönemi verileriyle araştırılmıştır. Bu çalışmada da yine yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu saptanmıştır.

Yapraklı ve Sağlam (2010), ekonomik büyüme, işgücü ve sermaye arasındaki ilişkiyi 1980-2008 verileriyle Türkiye ekonomisi için araştırmışlardır. Araştırmada Johansen eşbütünlük analizi ile Granger nedensellik analizine başvurulmuş ve analiz sonuçları itibarıyla sermaye ile işgücündeki artışların uzun dönemde ekonomik büyüme sağlayacağı tespit edilmiştir.

Tugcu vd. (2012), 1980-2009 dönemi için G7 ülke ekonomilerine ait verileri kullanarak enerji tüketimini ayrıştırıp; yenilenebilir enerji ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerine etkilerini araştırmışlardır. "ARDL Analizi" ve "Hatemi-J Nedensellik Testi" kullanarak yaptıkları araştırmada hem yenilenebilir hem de yenilenemeyen enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerine pozitif etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu ileri sürülmüştür.

Marques ve Fuinhas (2012)'in yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmada, 24 Avrupa ülkesi için 1990-2007 dönemi verileri kullanılmıştır. Bu verilerle gerçekleştirilen panel veri analizi sonucunda yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde negatif etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonucu, yenilenebilir enerji için oluşturulacak teknoloji maliyetlerinin yüksek olması ve yenilenebilir

enerji teknolojisi desteklerinin gelir üzerindeki olumlu etkisinin, bu duruma ait fırsat maliyetlerinin gelir üzerindeki olumsuz etkisinden daha küçük olmasıyla açıklamışlardır.

Öcal ve Aslan (2013), Türkiye ekonomisi için 1990-2010 dönemi verileriyle yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini “ARDL Analizi” ve “Toda-Yamamoto Nedensellik Testi” ile araştırmışlardır. “ARDL Analizi” sonuçlarında yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında ters yönlü bir ilişkinin varlığına ilişkin bulgu elde edilmiştir. Ayrıca ilişkinin yönünü belirlemek için gerçekleştirilen “Toda-Yamamoto Nedensellik Testi”nde ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi saptanmıştır.

Sebri ve Abid (2014), BRICS ülke ekonomilerine ait 1971-2010 dönemi verileriyle “ARDL Analizi” ve “VECM Granger Nedensellik Testi”ni kullanarak yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bu çalışmada bahsi geçen değişkenler arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu görülmüş ve yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Salim vd. (2014), yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini araştırmak için 29 OECD ülkesi için 1980-2011 dönemi verileriyle “Westerlund Eşbütünleşme Analizi” ve “Panel Granger Nedensellik Testi”ne başvurmuşlardır. Bu analizlerin sonuçlarında yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında bir eşbütünleşme ilişkisi olduğu görülmüş ve yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi saptanmıştır.

Vlahinic ve Jakovac (2014), 1952-2011 dönemi Hırvatistan ekonomisi için ekonomik büyüme, sermaye, işgücü ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi ARDL ve Johansen eşbütünleşme analizi ile Vektör Hata Düzeltme modeline dayalı nedensellik analizini kullanarak araştırmışlardır. Araştırma sonucunda enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında kısa dönemde çift yönlü, uzun dönemde ise tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Shahbaz vd. (2015)'nin Pakistan ekonomisi için 1972-2011 dönemi verilerini kullanarak yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki etkileşimi açıklamaya yönelik geliştirdikleri çalışmada, “ARDL Analizi” ve “VECM Granger Nedensellik Testi”ne başvurulmuştur. Bu analiz sonuçlarında yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında bir eşbütünleşme ilişkisinin olduğu tespit edilmiş ve bu ilişkinin çift yönlü olduğu görülmüştür.

Bloch vd. (2015), Çin ekonomisi 1977-2013 verileriyle ekonomik büyüme, işgücü, sermaye ve yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisini araştırmışlardır. Araştırmada ARDL analizi ile Vektör Hata Düzeltme modeline dayalı nedensellik analizi kullanılmıştır. Analiz sonucunda uzun dönemde ekonomik büyüme, sermaye ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Özşahin vd. (2016), BRICS ülkeleri ve Türkiye ekonomisi için 2000-2013 dönemine ait verileri kullanarak yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel veri analiziyle araştırmışlardır. Bu analiz itibarıyla yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Acaravcı ve Erdoğan (2018), yenilenebilir enerji üretiminde dünya sıralamasında ilk beşte yer alan ülke ekonomilerine ait 1992-2013 dönemi verileriyle yenilenebilir enerji, çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırmada dinamik panel veri yöntemlerine başvurulmuş ve bu yöntemler ile gerçekleştirilen analizler sonucunda Çevresel

Kuznets Eğrisi Hipotezini doğrulayan bulgular elde edilmiştir. Bu bağlamda yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkileyeceği sonucuna varılmıştır.

Akdağ ve İskenderoğlu (2018), yenilenebilir enerji, yenilenemeyen enerji ve nükleer enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerine etkisini 2007-2016 dönemi verileriyle Avrupa birliğine üye ve aday ülkelerden seçtiği 14 ülke örneğiyle araştırmışlardır. Bu araştırma için "GMM Analizi" kullanılmıştır. Buna göre yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkili olduğu ve bu etkinin yenilenemeyen enerji tüketimi ile nükleer enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerine etkisinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Durğun ve Durğun (2018), yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Türkiye ekonomisi için 1980-2015 dönemi verileriyle araştırmışlardır. Bu araştırma için "ARDL Analizi" ve "Toda-Yamamoto Nedensellik Testi"ne başvurmuşlardır. Bu analiz sonuçlarında yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu ve bu ilişkinin yönünün yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru olduğu görülmüştür.

Kasperowicz vd. (2020), 29 Avrupa ülkesinde 1995-2019 dönemi için yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmak üzere "Westerlund Analizi (2005)" gerçekleştirmişlerdir. Bu analiz sonucunda yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerine pozitif yönde etkili olduğu tespit edilmiş ve bu durum, bu çalışmada yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme sürecinde önemli bir küresel meta olduğu şeklinde ifade edilmiştir.

Bouyghrissi vd. (2021), Fas ekonomisi için 1990-2014 dönemi verileriyle yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi otomatik gerileyen dağıtılmış gecikme modeli ve "Granger Nedensellik Testi"yle araştırmışlardır. Bu araştırma sonucunda yenilenebilir enerji tüketimindeki artışların ekonomik büyümeyi arttırdığı ileri sürülmektedir. Ayrıca bu araştırmada yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi saptanmıştır.

Ivanovski, vd. (2021), OECD ve OECD dışı ülkeler örneğiyle 1990-2015 dönemi verilerini kullanarak yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu araştırma sonucunda Ivanovski vd., OECD ülkelerinde yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerine bir etkisi olmadığını; OECD dışı ülkelerde ise yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme sağladığını ifade etmişlerdir.

Eyüpoğlu vd. (2021), 22 ülke için 1990-2014 dönemi verilerini kullanarak yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerine etkisini araştırmışlardır. Bunun için "Westerlund (2007) Eşbütünleşme Analizi" ve "Dumitrescu Nedensellik Testi" ile "Hurlin Nedensellik Testi"ni kullanmışlardır. Sonuçta yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında herhangi bir ilişki olmadığı tespit edilmiş fakat gerçekleştirilen nedensellik analizi sonuçları yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulgusunu vermiştir.

Özpolat ve Nakıpoğlu Özsoy (2021), CO₂ emisyonu, yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji tüketimi ve kişi başı GSYİH arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırmada Türkiye ekonomisi için 1990-2015 dönemi verileriyle ARDL analizine başvurulmuştur ve analiz Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezini doğrular sonuçlar vermiştir.

4. VERİ SETİ VE MODEL

Çalışmada, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerine etkisini araştırmak için 1995-2020 dönemini kapsayan yıllık veriler kullanılarak toplam enerji tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji payı, dünya ortalamasından yüksek olan ülkelerden seçilmiş 28 ülke örneğiyle analiz gerçekleştirilmiştir. Bu analiz için Stata-16 paket program kullanılmıştır. Analiz kapsamındaki ülkeler ile verilere ilişkin bilgiler ise Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Ülkeler ve Verilere İlişkin Bilgiler

Ülkeler			
İsveç	Portekiz	Almanya	Birleşik Krallık
Finlandiya	Brezilya	İspanya	Yunanistan
Şili	Yeni Zelanda	İtalya	Belçika
Avusturya	Hollanda	Avustralya	Fransa
Romanya	Türkiye	Fas	Amerika Birleşik Devletleri
Japonya	Polonya	Macaristan	Norveç
Çek Cumhuriyeti	Meksika	Tayland	Çin

Verilere İlişkin Bilgiler		
lnGDP	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (2015 \$)	Dünya Bankası Veri Tabanı*
lnCAP	Brüt Sabit Sermaye (2015 \$)	Dünya Bankası Veri Tabanı*
lnLAB	Toplam İşgücü	Dünya Bankası Veri Tabanı*
lnREN	Yenilenebilir Enerji Tüketimi (exajoules)	BP Enerji İstatistikleri Raporu**

Kaynak: *World Development Indicators; <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>

** BP Statistical Review of World Energy 2021 Workbook.

Çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki fonksiyonel ilişkiler için oluşturulan model şu şekilde formülize edilmiştir:

$$\ln GDP_{it} = a_{it} + \ln CAP_{it} + \ln LAB_{it} + \ln REN_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Modelde $i=1,2, \dots, 28$ ve $t=1,2, \dots, 25$ 'i göstermek üzere lnGDP, ekonomik büyümeyi temsilen GSYİH'ı; lnCAP, sermayeyi; lnLAB, toplam işgücünü ve lnREN, yenilenebilir enerji tüketimini ifade etmektedir. Bu değişkenlerden lnCAP ve lnLAB modelin açıklayıcılığını artırmak amacıyla modele dâhil edilmiştir. Ayrıca değişkenler doğal logaritmaları alınarak analize dâhil edilmiştir.

5. EKONOMİK YÖNTEM

Çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki, aşağıda belirtilen beş aşamadan oluşan panel veri analizi ile araştırılmıştır:

1. Aşama: Model ve değişkenler bazında yatay kesit bağımlılığı testleri
2. Aşama: Birim kök testleri
3. Aşama: Westerlund (2007) eşbütünleşme analizi
4. Aşama: AMG analizi
5. Aşama: Panel VECM nedensellik analizi

Birinci aşamada model ve değişkenler için yatay kesit bağımlılığı testleri gerçekleştirilmiştir. Çünkü yatay kesit bağımlılığı sorunu mevcutken gerçekleştirilecek analizlerin bu sorunu dikkate almayan analizler olarak belirlenmesi, analizin anlamlı sonuçlar vermemesine neden olabilir.

Panel veri analizinde yatay kesit bağımlılığının sınanması için “Peseran CD (2004) Testi”, “Breusch-Pagan CDLM (2004) Testi” ve “Peseran CDLM (2004) Testi” kullanılmaktadır. Bu testlerin seçiminde zaman boyutu ile yatay boyut dikkate alınmaktadır. Buna göre zaman boyutunun yatay kesit boyutundan büyük olması durumunda “Peseran CD (2004) Testi”, “Breusch-Pagan CDLM (2004) Testi”; yatay kesit boyutunun zaman boyutundan büyük olması durumunda ise “Peseran CDLM (2004) Testi” tercih edilmelidir. Bu çalışmada yatay boyutu zaman boyutundan büyük olduğu için “Peseran CDLM (2004) Testi” sonuçları esas itibarıyla dikkate alınmıştır.

İkinci aşamada ise durağanlık sınaması için birim kök testleri gerçekleştirilmiştir. Birim kök testleri, yatay kesit bağımlılığı sorununu dikkate alan birinci nesil birim kök testleri ve yatay kesit bağımlılığı sorununu dikkate almayan ikinci nesil birim kök testleri olarak iki kategoriye sahiptir. Literatürde yaygın olarak kullanılan birinci nesil kök testleri Levin, Lin, Chu (2002); Im, Peseran, Shin (2003) ve Hadri (2000) tarafından geliştirilen panel birim kök testleri iken; ikinci nesil birim kök testleri Philips ve Sul (2003); Bai ve Ng (2004); Moon ve Perron (2004); Peseran (2004) ve Peseran (2007)’in ortaya koymuş olduğu panel birim kök testleridir. Peseran (2007) tarafından ortaya konan “Kesitsel Olarak Genişletilmiş Dickey-Fuller (Cross-Sectional Augmented Dickey Fuller - CADF) Panel Birim Kök Testi”, diğer ikinci nesil birim kök testlerinden farklı olarak zaman ve yatay kesit boyutlarına ilişkin büyüklüklerin durumu fark etmeksizin anlamlı sonuçlar vermektedir. Buna göre çalışmada “CADF Birim Kök Testi” tercih edilmiştir. Bu test şu modele dayanmaktadır:

$$Y_{it} = (1 - \phi_i) Y_{i,t-1} + u_{it} \quad t=1,2,\dots,T; i=1,2,\dots,N \quad (2)$$

Panelin geneline ait olan CIPS istatistiği ise (3) numaralı denklem itibarıyla hesaplanmaktadır:

$$CIPS = \sum_{i=1}^N \frac{CADF}{N} \quad (3)$$

Çalışmanın üçüncü aşamasında ise değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin sınaması gerçekleştirilmiştir. Eşbütünleşme analizleri, birim kök testleri gibi, yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ve almayan testler olarak iki kategoriye sahiptir. Yatay kesit bağımlılığını dikkate almayan ve birinci nesil olarak anılan eşbütünleşme analizleri Johansen (1988), Kao (1999) ve Pedroni (2004) tarafından geliştirilen analizlerdir. Yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ve ikinci nesil eşbütünleşme analizleri olarak anılan analizler ise Westerlund ve Edgerton (2007),

Westerlund (2007) ve Gengenbach, Urbain ve Westerlund (2016) tarafından geliştirilen analizlerdir.

Bu çalışmanın modelinde yatay kesit bağımlılığının var olması ve modeldeki değişkenlerin tümünün birinci dereceden bütünlük olması nedenleriyle “Westerlund (2007) Eşbütünlük Analizi” gerçekleştirilmiştir. Westerlund (2007) test istatistiklerinin hesaplanması için ilk olarak aşağıdaki denklemler dinamik en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilmektedir:

$$\Delta Y_{it} = \delta_i d_t + \lambda_i x_{i,t-1} \sum_{j=1}^{pi} a_{ij} \Delta Y_{i,t-1} + \sum_{j=0}^{pi} \lambda_{ij} \Delta x_{i,t-j} + u_t \quad (4)$$

$$Y_{i,t-1} = \delta_i d_t + \lambda_i x_{i,t-1} \sum_{j=1}^{pi} a_{ij} \Delta Y_{i,t-1} + \sum_{j=0}^{pi} \lambda_{ij} \Delta x_{i,t-j} + u_t \quad (5)$$

Bu denklemler tahmin edildikten sonra panel için hata düzeltme katsayısı ile standart sapma hesaplanmakta ve son olarak ise aşağıda verilen denklemlerden hareketle panel eşbütünlük istatistikleri elde edilmektedir:

$$Y_{it} = \frac{a}{S.E(a)} \sim N(0,1) \quad (6)$$

$$P_a = T_a d_t \sim N(0,1) \quad (7)$$

Hesaplanan test istatistiğine göre eşbütünlük ilişkisi yoktur şeklindeki boş hipotezin kabul veya reddi belirlenir. Bunu belirlerken Westerlund (2007), yatay kesit bağımlılığının dikkate alınması için bootstrap yönteminin kullanılmasını önermektedir.

Çalışmada gerçekleştirilen panel veri analizinin dördüncü aşamasında değişkenlerin uzun dönem esneklikleri tahmin edilmiştir. Bu tahmin için yine test seçimi modelin yatay kesit bağımlılığı içerip içermemesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Buna göre model tahmini için Pesaran ve Smith (1995) ve Pesaran Shin ve Smith (1997) tarafından geliştirilen “Ortalama Grup tahmincisi (Mean Group Estimator - MG)” ve Pesaran vd. (1997) tarafından geliştirilen “Havuzlanmış Ortalama Grup tahmincisi (Pooled Mean Group Estimator - PMG)” gibi yatay kesit bağımlılığını dikkate almayan birinci nesil tahminciler veya Eberhardt ve Bond (2009) ve Eberhardt ve Teal (2010) tarafından geliştirilmiş “Genişletilmiş Ortalama Grup tahmincisi (Augmented Mean Group - AMG)” gibi ikinci nesil tahminciler arasından seçim yapılmalıdır. Buna göre bu çalışmada uzun dönem esnekliklerin hesaplanması için “AMG Analizi” gerçekleştirilmiştir.

Gerçekleştirilen “Westerlund (2007) Eşbütünlük Analizi” ve “AMG Analizi” değişkenler arasındaki ilişkinin yönüne dair bilgi vermemektedir. Bu nedenle çalışmada bu bilgiyi edinmek üzere “Vektör Hata Düzeltme Modeli (Vector Error Correction - VECM) Panel Nedensellik Analizi”ne başvurulmuştur. Bu analize ilişkin oluşturulan formülasyonlar, 8-11 numaralı denklemlerde yer almaktadır.

$$\Delta \ln GDP_{it} = a_0 + \sum_{j=1}^n a_{1i} \Delta \ln GDP_{i,t-j} + \sum_{j=0}^n a_{2i} \Delta \ln CAP_{i,t-j} + \sum_{j=0}^n a_{3i} \Delta \ln LAB_{i,t-j} + \sum_{j=0}^n a_{4i} \Delta \ln REN_{i,t-j} + a_5 ECT_{i,t-j} + u_{1t} \quad (8)$$

$$\Delta \ln CAP_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^n \beta_{1i} \Delta \ln CAP_{i,t-j} + \sum_{j=0}^n \beta_{2i} \Delta \ln GDP_{i,t-j} + \sum_{j=0}^n \beta_{3i} \Delta \ln LAB_{i,t-j} + \sum_{j=0}^n \beta_{4i} \Delta \ln REN_{i,t-j} + \beta_5 ECT_{i,t-j} + u_{1t} \quad (9)$$

$$\Delta \ln LAB_{it} = \delta_0 + \sum_{j=1}^n \delta_{1i} \Delta \ln LAB_{i,t-j} + \sum_{j=0}^n \delta_{2i} \Delta \ln GDP_{i,t-j} + \sum_{j=0}^n \delta_{3i} \Delta \ln CAP_{i,t-j} + \sum_{j=0}^n \delta_{4i} \Delta \ln REN_{i,t-j} + \delta_5 ECT_{i,t-j} + u_{1t} \quad (10)$$

$$\Delta \ln REN_{it} = \gamma_0 + \sum_{j=1}^n \gamma_{1i} \Delta \ln REN_{i,t-j} + \sum_{j=0}^n \gamma_{2i} \Delta \ln GDP_{i,t-j} + \sum_{j=0}^n \gamma_{3i} \Delta \ln CAP_{i,t-j} + \sum_{j=0}^n \gamma_{4i} \Delta \ln LAB_{i,t-j} + \gamma_5 ECT_{i,t-j} + u_{1t} \quad (11)$$

6. ARAŞTIRMA BULGULARI VE YORUMLAR

Modelde yer alan bağımsız değişkenlerin birbirleriyle ilişkili olması durumunda çoklu doğrusal bağlantı sorunu ortaya çıkmaktadır. Çoklu doğrusal bağlantı sorunu, analiz sonuçlarının yanıltıcı olmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda ekonometrik analiz öncesinde ilk olarak bağımsız değişkenler arasındaki ilişki, “Spearman Korelasyon Analizi” ve “Varyans Şişirme Faktör Analizi (Variance Inflation Factor - VIF)” ile araştırılmış ve sonuçlar Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3: Çoklu Doğrusal Bağlantı Sınaması

Spearman Korelasyon Analizi			
	lnCAP	lnLAB	lnREN
LnCAP	1.000	0.729	0.738
LnLAB	0.729	1.000	0.517
LnREN	0.738	0.517	1.000
VIF Analizi			
	Varyans Katsayısı	Merkezi VIF Değeri	
LnCAP	0.009	5.283	
LnLAB	102005.7	1.748	
LnREN	7.27E+21	3.970	

“Spearman Korelasyon Analizi”nde korelasyon katsayılarının 0.90’dan küçük olması, çoklu doğrusal bağlantı sorununun olmadığını ifade etmektedir. “VIF Analizi” sonuçlarında ise VIF değerlerinin 10’dan küçük olarak tespit edilmesi, Spearman korelasyon analizi sonuçlarını doğrulamaktadır.

Panel veri analizinde değişkenlerde yatay kesit bağımlılığının olup olmaması, analiz seçiminde önem arz etmektedir. Bu bağlamda yatay kesit bağımlılığı sınaması için “Breusch-Pagan (1980) LM Testi”, “Peseran (2004) CD Testi” ve “Peseran (2004) CDLM Testi” gerçekleştirilmiştir. Bu testlerin panel için uygulamasına yönelik sonuçlar Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4: Panel Bazında Yatay Kesit Bağımlılığı Sınaması

	İstatistik	Olasılık
CDLM (Breusch,Pagan 1980)	7559.086	0.000
CDLM (Pesaran 2004)	261.173	0.000
CD (Pesaran 2004)	85.621	0.000

Tablo 4’te verilen yatay kesit bağımlılığı test sonuçlarının olasılık değerleri, 0.05’ten küçük olarak tespit edilmiştir. Buna göre panelde yatay kesit bağımlılığı vardır. Bu durum, herhangi bir ülkede yaşanan şokun diğer herhangi bir ülkeyi etkilediğini ifade etmektedir.

Panel bazında yatay kesit bağımlılığının varlığının tespiti nedeniyle yatay kesit bağımlılığının araştırılması değişkenler bazında sürdürülmüştür. Buna yönelik gerçekleştirilen testlere ilişkin sonuçlar Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5: Değişkenler Bazında Yatay Kesit Bağımlılığı Sınaması

CDLM (Breusch,Pagan 1980)		
	İstatistik	Olasılık
lnGDP	7559.086	0.000
lnCAP	5837.264	0.000
lnLAB	6801.119	0.000
lnREN	8469.122	0.000
CDLM (Pesaran 2004)		
	İstatistik	Olasılık
lnGDP	261.173	0.000
lnCAP	198.556	0.000
lnLAB	233.606	0.000
lnREN	294.271	0.000
CD (Pesaran 2004)		
	İstatistik	Olasılık
lnGDP	85.621	0.000
lnCAP	67.663	0.000
lnLAB	63.863	0.000
lnREN	91.843	0.000

Tablo 5’te verilen yatay kesit bağımlılığı testlerinin olasılık değerleri dikkate alındığında yatay kesit bağımlılığının varlığı kabul edilmiştir. Bu durum, değişkenlerin durağanlığının ikinci nesil birim kök testleri analiz edilmesi durumunda daha sapsız sonuçlar vereceğini ifade

etmektedir. Bu bağlamda değişkenlerin durağanlıkları “CADF Birim Kök Testi”yle araştırılmıştır. Tablo 6’da verilen test sonuçlarına göre değişkenlerin tümü birinci dereceden bütünleşiktir.

Tablo 6: Durağanlık Sınaması

CADF Birim Kök Testi	Düzye	Birinci Fark	Kritik Değerler		
	Z[t-bar]	Z[t-bar]	%1	%5	%10
LnGDP	-0.676	-9.150*	-2.81	-2.66	-2.58
LnCAP	-0.980	-2.878*	-2.81	-2.66	-2.58
LnLAB	0.539	-3.727*	-2.81	-2.66	-2.58
LnREN	-1.605	-3.380*	-2.81	-2.66	-2.58

Not: Sabit terim ve trend modele dahil edilmiştir. *, %1 anlamlılık seviyesinde birim kökün yokluğunu göstermektedir.

Değişkenlerin tümünün birinci dereceden bütünleşik olması ve aynı zamanda modelde yatay kesit bağımlılığının söz konusu olması nedeniyle ikinci nesil eşbütünleşme analizlerinden biri olan “Westerlund (2007) Eşbütünleşme Analizi” tercih edilmiştir. Bu analize ilişkin sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7: Eşbütünleşme Analizi

Westerlund (2007) Eşbütünleşme Analizi			
	İstatistik	Asimptotik Olasılık Değeri	Bootstrap Olasılık Değeri
g_tau	-2.335	0.001*	0.028*
g_alpha	-10.027	0.003*	0.032*
p_tau	-11.403	0.000*	0.015*
p_alpha	-10.907	0.000*	0.012*

Not: Sabit terim ve trend modele dahil edilmiştir. Bootstrap olasılık değerleri, 10.000 tekrarlı dağılımdan elde edilmiştir. Asimptotik değerleri, standart normal dağılımdan elde edilmiştir. *, %1 anlamlılık seviyesinde eşbütünleşmenin varlığını göstermektedir.

Modelde yatay kesit bağımlılığı olması nedeniyle esas olarak bootstrap dağılımına göre yapılan test sonuçları dikkate alınsa da hem asimptotik hem de bootstrap dağılımına göre yapılan “Westerlund (2007) Eşbütünleşme Analizi”ndeki dört testin tamamının istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermesi, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığına işaret etmektedir. Başka bir ifadeyle paneli oluşturan 28 ülkeden en az biri için bahsi geçen değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır.

Eşbütünleşme ilişkisinin tespit edilmesinden sonra “AMG Analizi”yle uzun dönem esneklikler hesaplanmış ve sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. Buna göre ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimi esnekliği 0.199’dir. Başka bir ifadeyle yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik bir artış, GSYİH’yı %0.19 arttırmaktadır.

Tablo 8: AMG Analizi

Değişkenler	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık Değeri
LnREN	0.199	3.23	0.011
LnCAP	0.976	4.04	0.000
LnLAB	0.703	3.34	0.001
SABİT	-23.516	-4.34	0.001

Çalışmada son olarak, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek için “Panel VECM Nedensellik Testi” gerçekleştirilmiştir. Tablo 9’da verilen bu test sonuçları, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin varlığına işaret etmektedir. Ayrıca test sonuçları itibarıyla yenilenebilir enerji ile sermaye, yenilenebilir enerji ile toplam işgücü, sermaye ile ekonomik büyüme, toplam işgücü ile ekonomik büyüme ve toplam işgücü ile sermaye arasında da çift yönlü nedensellik ilişkileri tespit edilmiştir.

Tablo 9: Panel VECM Nedensellik Analizi

Sıfır Hipotezi	F-İstatistiği	Olasılık
lnREN ≠> lnGDP	58.577	0.000
lnGDP ≠> lnREN	64.432	0.000
lnREN≠> lnCAP	53.001	0.000
lnCAP ≠> lnREN	106.986	0.000
lnREN≠> lnLAB	167.371	0.000
lnLAB ≠> lnREN	86.753	0.000
lnCAP≠> lnGDP	84.576	0.000
lnGDP ≠> lnCAP	61.744	0.000
lnLAB≠> lnGDP	29.462	0.003
lnGDP ≠> lnLAB	119.189	0.000
lnLAB≠> lnCAP	74.028	0.000
lnCAP ≠> lnLAB	133.807	0.000

7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüz enerji piyasasında fosil yakıt kaynakları büyük bir paya sahip olsa da, sera gazı emisyonlarını azaltmak, doğal çevreyi koruyarak sürdürülebilir bir ekonomik büyümeyi gerçekleştirebilmek ve ülkelerin enerji güvenliğini sağlamak için umut verici yeni teknolojiler ortaya çıkmaktadır. Fosil yakıtların sınırlı olması, çevreyi kirletici özellikleri ve kaynak kıtlığı yaşayan ülkeler için ithalat bağımlılığının getirdiği uluslararası ekonomik ve siyasi riskler, yenilenebilir enerji formlarının ve verimlilik düzeylerini artırmak için yüksek kaliteli teknolojilerin kullanılmasına olan ilginin artmasına neden olmakta, günümüzde ülkeleri sürdürülebilir bir

ekonomik büyüme için yenilenebilir enerji tüketimine yönelmektedir. Bu doğrultuda yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerine etkisinin araştırılması önem arz etmektedir. Bu kapsamda bu çalışmanın amacı, gelişmiş ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ampirik ilişkiyi araştırmaktır.

Çalışmanın amacına yönelik olarak, toplam yurt içi enerji tüketimi içerisinde yenilenebilir enerji tüketiminin payı, dünya ortalaması üzerinde olan ülkelerden (2021) seçilmiş 28 OECD ülkesinin 1995-2020 dönemi verileriyle, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme oranları arasındaki ekonometrik ilişki araştırılmıştır. Ekonometrik analiz için gerçekleştirilen “*Westerlund (2007) Eşbütünleşme Analizi*”, bu ülkelerde belirlenen dönemde yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığına işaret etmektedir. “*AMG Analizi*”yle hesaplanan uzun dönem esneklik katsayısı ise 0.19 olarak elde edilmiştir. Buna göre yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik bir artış, GSYİH’yı %0.19 oranında artırmaktadır. Çalışmada kullanılan “*Panel VECM Nedensellik Analizi*”ne göre ise yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezine göre ülkeler gelir düzeyi itibarıyla EKC eğrisinin tepe noktasının ötesine geçtikçe, çevresel kalitenin iyileştirilmeye başladığı varsayılmaktadır. Bu çalışmada elde edilen bulgular, gelişmiş 28 OECD ülkesinde çevresel kalitenin iyileştirilmesine yönelik bir gösterge olarak ele alınan yenilenebilir enerji tüketim düzeyi ile bu ülkelerin ekonomik büyüme oranları arasında doğrusal ve anlamlı bir ilişki ortaya koymaktadır. Dolayısıyla elde edilen bu ampirik sonuçlar, Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezini dolaylı olarak doğrulamaktadır.

Çalışmada elde edilen bulgular, literatürde çoğunluğu oluşturan görüşle aynı yönlüdür. Buna göre bu çalışmanın bulguları, çalışmanın literatür taraması kısmında yer alan Apergis vd. (2010), Apergis ve Payne (2010a), Apergis ve Payne (2010b), Apergis ve Payne (2011), Apergis ve Payne (2011b), Apergis ve Payne (2011c), Apergis ve Payne (2012), Tugcu vd. (2012), Sebri ve Abid (2014), Salim vd. (2014), Shahbaz vd. (2015), Özşahin vd. (2016), Akdağ ve İskender (2018), Durğun ve Durğun (2018), Acaravcı ve Erdoğan (2018), Kasperowicz vd. (2020), Bouyghrissi vd. (2021), Ivanovski vd. (2021) çalışmalarla aynı yönlü tespitler içermektedir.

Çalışma ile elde edilen sonuçlara bağlı olarak sürdürülebilir ekonomik büyüme için ülkelerin yenilenebilir enerji üretim ve tüketimine yönelimi önerilebilir. Bu bağlamda ülkeler teknolojilerini, yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi ve tüketimine uygun hale getirmeli, fosil yakıt tüketimine yönelik ekonomik alışkanlıkların yenilenebilir kaynaklarla ilgili gerçekleştirilecek teknolojik gelişmelerle ikame edilmeleri, temiz ve sürdürülebilir bir ekonomik büyüme için önem arz etmektedir. Zira modern dünyanın artan enerji ihtiyaçları ile doğal çevreyi korumak için aynı anda sera gazı emisyonlarını azaltma ihtiyacını uzlaştırmanın en önemli yollarından biri, yenilenemeyen enerji kaynaklarını yenilenebilir olanlarla ikame edilmesidir.

YAZAR BEYANI

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Yazar Katkıları

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkıda bulunmuştur.

Çıkar Çatışması

Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Akdağ, S., & İskenderoğlu, Ö. (2018). Avrupa Birliğine üye ve aday ülkelerde yenilenemeyen enerji, yenilenebilir enerji ve nükleer enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi. *Turkish Studies Economics, Finance and Politics*, 13(30), 1-14, <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.14423>
- Apergis N., Payne J. E., Menyah K. & Wolde-Rufael Y. (2010). On the causal dynamics between emissions, nuclear energy, renewable energy and economic growth. *Ecological Economics*, 69(11), 2255-2260, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.06.014>
- Apergis N., & Payne J. E. (2010a). 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. (2010b). Renewable energy consumption and growth in Eurasia. *Energy Economics*, 32(6), 1392-1397, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.06.001>
- Apergis N., & Payne J. E. (2011a). 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>
- Apergis N., & Payne J. E. (2011b). On the causal dynamics between renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in developed and developing countries. *Energy System*, 2, 299-312, <http://dx.doi.org/10.1007/s12667-011-0037-6>
- Apergis N., & Payne J. E. (2011c). Renewable and non-renewable electricity consumption-growth nexus: Evidence from emerging market economies. *Applied Energy*, 88(12), 5226-5230, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.06.041>
- Apergis N. & Payne J. E. (2012). Renewable and non-renewable energy consumption-growth nexus: Evidence from a panel error correction model. *Energy Economics*, 34(2), 733-738, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.04.007>
- Bai, J. & Ng, S. (2004). A panic attack on unit roots and cointegration. *Econometrica*, 72(4), 1127-1177, <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2004.00528.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>
- Bouyghrissi, S., Berjaoui, A. & Khanniba, M. (2021). The nexus between renewable energy consumption and economic growth in Morocco. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 5693–5703, <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10773-5>
- Breush, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253, <https://doi.org/10.2307/2297111>
- British Petroleum, (July, 2021). BP Statistical Review of World Energy. 2 Mart 2022 tarihinde <http://www.bp.com/statisticalreview> adresinden erişilmiştir.
- Dinda, S., (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A survey. *Ecological Economics*, 49, 431–455, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011>
- 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>
- Eberhart, M., & Bond, S. R. (2009). Cross-sectional dependence in non-stationary panel models: A novel estimator. MPRA Paper, University Library of Munich, Germany. 19 Aralık 2022 tarihinde <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/17692/> adresinden erişilmiştir.
- Eberhart, M., & Teal F. (2010). Productivity analysis in the global manufacturing production. Department of Economics, University of Oxford. 19 Aralık 2022 tarihinde https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:ea831625-9014-40ec-abc5-516ecfbd2118/download_file?file_format=application%2Fpdf&safe_filename=paper515.pdf&type_of_work=Working+paper adresinden erişilmiştir.
- Eyüpoğlu, K., Akdağ, S. & Özçelik, M. (2021). Gelişmekte olan ülkelerde enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme etkileşiminin test edilmesi. *Tarsus Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1), 29-36. 29 Aralık 2022 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/taubf/issue/68464/1070035> adresinden erişilmiştir.
- Gengenbach, C., Urbain, J. P. & Westerlund, J. (2016). Error correction testing in panels with common stochastic trends. *Journal of Applied Econometrics*, 31(6), 982-1004, <https://doi.org/10.1002/jae.2475>
- IEA, International Energy Agency (2021), World Energy Outlook, 12 Şubat 2023 tarihinde ea.blob.core.windows.net/assets/4ed140c1-c3f3-4fd9-acae-789a4e14a23c/WorldEnergyOutlook2021.pdf adresinden erişilmiştir.
- Hadri, K. (2000). Testing for stationarity in heterogeneous panel data. *Econometrics Journal*, 3, 148-161, <https://doi.org/10.1111/1368-423X.00043>
- Im, K.S., Pesaran, M. H. & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115, 53-74, [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7)

- IRENA, International Renewable Energy Agency, (2020), Global Landscape Of Renewable Energy Finance 2020, 12 Ağustos 2021 tarihinde https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Nov/IRENA_CPI_Global_finance_2020.pdf adresinden erişilmiştir.
- IRENA, International Renewable Energy Agency, (2022), Renewable Energy Statistics 2022, Abu Dhabi, 10 Eylül 2022 tarihinde https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Jul/IRENA_Renewable_energy_statistics_2022.pdf?rev=8e3c22a36f964fa2ad8a50e0b4437870 adresinden erişilmiştir.
- Ivanovski, K., Hailemariam, A. & Smyth, R. (2021), The Effect of Renewable and Non-renewable Energy Consumption on Economic Growth: Non-parametric Evidence. *Journal of Cleaner Production*, 286, 124956. 12 Şubat 2022 tarihinde https://www.researchgate.net/publication/345212858_The_effect_of_renewable_and_non-renewable_energy_consumption_on_economic_growth_Non-arametric_evidence adresinden erişilmiştir.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 231-254, [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3)
- Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of Econometrics*, 90, 1-44, [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00023-2)
- Kasperowicz, R., Bilani Y. & Streimikiene D. (2020). The renewable energy and economic growth nexus in European Countries. *Sustainable Development*, 28(5), 1086-1093, <https://doi.org/10.1002/sd.2060>
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *American Economic Review*, 45, 1–28, 28 Şubat 2022 tarihinde <https://assets.aeaweb.org/asset-server/files/9438.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Levin, A., Lin, C. & Chu, C. (2002). Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108, 1-24, [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7)
- Marques, A. C., & Fuinhas, J. A. (2012). Is renewable energy effective in promoting growth?. *Energy Policy*, 46, 434-442, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.006>
- Matei, I. (2017). Is there a Link between renewable energy consumption and economic growth? A dynamic panel investigation for the OECD Countries. *Revue d'économie politique, Dalloz*, 127(6), 985-1012. 19 Aralık 2022 tarihinde https://www.cairn.info/revue-d-economie-politique-2017-6-page-985.htm?try_download=1 adresinden erişilmiştir.
- Moon, H.R., & Perron, B. (2004). Testing for a unit root in panels with dynamic factors. *Journal of Econometrics*, 122(1), 81-126, <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2003.10.020>
- Öcal, O., & Aslan, A. (2013). Renewable energy consumption-economic growth nexus in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 494- 499, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.036>

- Özşahin, Ş., Mucuk, M. & Gerçekler, M. (2016). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: BRICS-T ülkeleri üzerine panel ARLD analizi. *Siyaset Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4(4), 111-130. 20 Aralık 2022 tarihinde <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sevad/issue/53375/709628> adresinden erişilmiştir.
- Özpolat, A., & Nakipoğlu Özsoy F. (2021). Yenilenebilir enerji kaynakları çevresel bozulmayı azaltıyor mu? Türkiye Örneği. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 13(24), 49-60. <https://doi.org/10.20990/kilisiibfakademik.794600>
- 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, 597–625. <https://doi.org/10.1017/S0266466604203073>
- Pesaran, M. H., & Smith, R. P. (1995). Estimating long-run relationships from dynamic heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 68(1), 79–113. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01644-F](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01644-F)
- Pesaran, M. H., Shin, Y. & Smith, R. P. (1997). Pooled estimation of long-run relationships in dynamic heterogeneous panels. University of Cambridge, Department of Applied Economics. 23 Aralık 2022 tarihinde 10.4236/jbbs.2012.21013 adresinden erişilmiştir.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *CESifo Working Paper*, No. 1229. 23 Aralık 2022 tarihinde https://ideas.repec.org/p/ces/ceswps/_1229.html adresinden erişilmiştir.
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265–312, <https://doi.org/10.1002/jae.951>
- Pesaran, M.H., Ullah, A. & Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *The Econometrics Journal*, 11(1), 105-127, <https://doi.org/10.1111/j.1368-423X.2007.00227.x>
- Phillips, P. C. B. & Sul, D. (2003). Dynamic panel estimation and homogeneity testing under cross section dependence. *The Econometrics Journal*, 6(1), 217-259, <https://doi.org/10.1111/1368-423X.00108>
- Plassman, F. & Khanna, N. (2003). Assessing the Precision of Turning Point Estimates in Polynomial Regression Functions, *Economic Reviews*, 21 Kasım 2022 tarihinde (17) (PDF) Assessing the Precision of Turning Point Estimates in Polynomial Regression Functions (researchgate.net) adresinden erişilmiştir.
- REN21, (2022), Renewables 2022 Global Status Report, Paris, 10 Ekim 2022 tarihinde <https://www.ren21.net/gsr-2022/> adresinden erişilmiştir.
- Salim, R. A., Hassan, K. & Shafiei, S. (2014). Renewable and non-renewable energy consumption and economic activities: Further evidence from OECD Countries. *Energy Economics*, 44, 350-360, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.05.001>
- Sarkodie, S. A. & Strezov. V., (2018). Empirical study of the Environmental Kuznets Curve and Environmental Sustainability Curve Hypothesis for Australia, China, Ghana and USA. *Journal of Cleaner Production*, 201, 98-110, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.039>

- 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 (C), 14-23, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.033>
- Shahbaz, M., Lean, H. H. & Shabbir, M.S., (2012), Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Pakistan: Cointegration and granger causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (5), 2947-2953, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.015>
- Shahbaz, M., Loganathan, N. Zeshan, M. & Zaman, K. (2015). Does renewable energy consumption add in economic growth? An application of AutoRegressive Distributed Lag Model in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 576-585, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.017>
- Siddiqui R. (2004). Energy and economic growth in Pakistan. *The Pakistan Development Review*, 43(2), 175–200, <http://dx.doi.org/10.30541/v43i2pp.175-200>
- Stern D.I. (1993). Energy and economic growth in the USA., *Energy Economics*, 15, 137-150, [https://doi.org/10.1016/0140-9883\(93\)90033-N](https://doi.org/10.1016/0140-9883(93)90033-N)
- Tugcu, C. T., Ozturk I. & Aslan A. (2012). Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth relationship revisited: Evidence from G7 Countries. *Energy Economics*, 34, 1942-1950, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.021>
- Vlahinic N. & Jakovac P. (2014). Revisiting the energy consumption-growth nexus for Croatia: New evidence from a multivariate framework analysis. *Contemporary Economics*, 8(4), 435-452, <http://dx.doi.org/10.5709/ce.1897-9254.155>
- Yapraklı, S. & Sağlam, T. (2010). Information and communications technology and economic growth in Turkey: An econometric analysis (1980-2008). *Ege Academic Review*, 10(2), 575-596. 23 Aralık 2022 tarihinde <https://dergipark.org.tr/en/pub/eab/issue/39877/473215> adresinden erişilmiştir.
- World Bank, (2022). World Bank Indicator, 10 Şubat 2022 tarihinde <https://data.worldbank.org/> adresinden erişilmiştir.
- World Energy Outlook, (2021). International Energy Agency, 8 Şubat 2022 tarihinde <https://iea.blob.core.windows.net/assets/4ed140c1-c3f3-4fd9-acae-789a4e14a23c/WorldEnergyOutlook2021.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69(6), 709-748, <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2007.00477.x>
- Westerlund, J., & Edgerton D. L. (2007). A panel bootstrap cointegration test. *Economics Letters*, 97(3), 185-190, <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2007.03.003>