



Article Info/Makale Bilgisi

✓Received/Geliş:22.06.2021 ✓Accepted/Kabul:03.09.2021

DOI: 10.30794/pausbed.956018

Araştırma Makalesi/ Research Article

Akyol, M. ve Mete, E. (2022). "Çevresel İnovasyon, Ekonomik Büyüme ve Doğrudan Yabancı Yatırımların Yenilenebilir Enerji Tüketimi Üzerine Etkisi", *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 48, Denizli, ss.393-406.

ÇEVRESEL İNOVASYON, EKONOMİK BÜYÜME VE DOĞRUDAN YABANCI YATIRIMLARIN YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Mehmet AKYOL*, Emrullah METE**

Öz

Enerji sanayi devriminden bu yana ülkelerin ekonomik büyümeyi sağlayabilmeleri adına en önemli girdilerden birisi olmuştur. Ancak enerjinin tükenbilir olması ve çevreye zarar veren kaynaklardan üretilmesi yenilenebilir enerji kaynaklarını ve bu kaynakların tüketimini ön plana çıkarmıştır. Bu çalışmanın amacı çevresel inovasyon, ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde etkilerini araştırmaktır. Yükselen piyasa ekonomilerinden 10 ülkenin 2000-2018 dönemine ait verilerinin kullanıldığı çalışmada Gengenbach Urbain ve Westerlund (2008) panel eşbütünleşme analizi ve Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) panel nedensellik analizinden yararlanılmıştır. Eşbütünleşme analizi sonuçlarına göre çevresel inovasyon ve ekonomik büyüme yenilenebilir enerji tüketimini negatif yönlü, doğrudan yabancı yatırımlar ise pozitif yönlü etkilemektedir. Nedensellik analizi sonuçlarına göre yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümenin nedeni olduğu, doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji tüketiminin nedeni olduğu ve çevresel inovasyonun yenilenebilir enerji tüketiminin nedeni olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çevresel inovasyon, Ekonomik büyüme, Yenilenebilir enerji tüketimi, Doğrudan yabancı yatırımlar, Panel nedensellik.

THE EFFECT OF ENVIRONMENTAL INNOVATION, ECONOMIC GROWTH AND FOREIGN DIRECT INVESTMENTS ON RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION

Abstract

Energy has been the most important input for countries to ensure economic growth since the industrial revolution. However, the fact that the energy is exhaustible and produced from sources that harm the environment has brought renewable energy sources and consumption to the fore. The aim of this study is to investigate the effects of environmental innovation, economic growth and foreign direct investments on renewable energy consumption. Gengenbach Urbain and Westerlund (2008) panel cointegration analysis and Emirmahmutoğlu and Köse (2011) panel causality analysis were used in the study, in which data from 10 emerging market economies for the period 2000-2018 were used. According to the results of the cointegration analysis, environmental innovation and economic growth affect renewable energy consumption negatively, while foreign direct investments affect renewable energy positively. According to the results of causality analysis, it has been determined that renewable energy consumption is the cause of economic growth, foreign direct investments are the cause of renewable energy consumption, and environmental innovation is the cause of renewable energy consumption.

Keywords: Environmental innovation, Economic growth, Renewable energy consumption, Foreign direct investments, Panel causality.

*Dr. Öğr. Üyesi, Gümüşhane Üniversitesi İİBF İktisat Bölümü, GÜMÜŞHANE.
e-posta: mehmet_akyol81@hotmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-1173-200X>)

** Dr. Öğr. Üyesi, Giresun Üniversitesi Görele Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu Lojistik Yönetimi Bölümü, GİRESUN.
e-posta: mtemrullah@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0003-2240-9248>)

1. GİRİŞ

Sanayi devrimiyle birlikte üretim faaliyetlerinin serileşmesi doğal kaynakların hızlı tüketimini ve nüfus patlamasını da beraberinde getirmiştir. Nüfustaki artış, ihtiyaçların karşılanması için ekonomik faaliyetlerin artırılmasına neden olmakta, bu durum ise üretim sürecinde kritik bir faktör olan enerji talebini ve tüketimini artırmaktadır. Ekonomik büyüme ve kalkınmanın temel girdilerinden biri ve itici gücü olarak kabul gören enerji, temin edilmesi ve tüketimi açısından özellikle sanayi devriminden sonra günümüze kadar çoğu ülke için sorun teşkil etmektedir.

Ekonomik faaliyetlerdeki bu önemli rolü nedeniyle çoğu ülke enerji üretimi ve dolayısıyla tüketimi için kömür ve petrol gibi fosil yakıt kullanımına yönelmiştir. Ancak bu enerji türü yenilenemez olması, hızlı tükenebilir olması ve özellikle çevre dostu olmaması nedeniyle sürdürülebilir değildir. Dünya nüfustaki artışın ve dolayısıyla enerji talebinin tükenbilir kaynaklardan üretilen enerjiden yani enerji arzından daha fazla olması hem enerji fiyatlarının yükselmesine hem de çevre tahribatına neden olarak sürdürülebilir kalkınmayı tehdit etmektedir. Üstelik Fosil yakıt kaynaklı enerji talebi ve kullanımındaki artış sera gazı emisyonlarının sürekli olarak atmosfere salınması nedeniyle küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin artmasına neden olmaktadır. Bu durum enerjinin sürdürülebilirliği ve güvenliğini küresel çapta tehdit etmektedir (Akintande vd., 2020, s.1).

Yenilenemeyen enerjinin sürekli kullanımı ve doğal kaynakların tükenmesi, uluslararası örgütler ve ülke gruplarının küresel ısınma konusundaki farkındalığını artırarak birçok ülkenin odağını yenilenebilir enerjiye kaydırmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtlara ve yenilenemeyen kaynaklara kıyasla atmosfer ve çevre kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerinin çok daha az olması nedeniyle günümüzde yenilenebilir enerji kaynakları son derece önemli hale gelmiştir. Ayrıca küresel boyuttaki sağlık sorunları, ekonomik kayıplar, iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik sorunları yenilenebilir enerji kullanımını özendirilmeye katkıda bulunan faktörlerdir (Wang ve Wang, 2020, s.1). Karbon emisyonunu etkileyen faktörlere odaklanan literatür, genellikle ekonomik büyüme ile karbon emisyonu arasında ters U şeklinde bir ilişki önermekle birlikte, söz konusu ilişki Grossman ve Krueger (1991) tarafından geliştirilen Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi kapsamında test edilmektedir. ÇKE hipotezi üzerine yapılan ilgili çalışmalarda, belirli bir gelir seviyesine yani çevre kirliliğini azaltmaya yönelik ar-ge harcamalarına bütçe ayırabilecek seviyeye kadar ekonomik büyümenin çevre üzerinde baskı oluşturduğu, belirli gelir seviyesinden sonra ise teknolojinin çevre kalitesi üzerindeki olumlu etkisini gösterdiği sıklıkla desteklenmektedir.

Diğer taraftan yenilenemeyen enerjiden yenilenebilir enerjiye geçiş alt yapı yatırımları ve ar-ge harcamaları için gerekli bütçeler açısından maliyet gerektirmektedir. Dolayısıyla bu geçiş süreci için ilgili riskleri desteklemek, finanse etmek ve yönetmek için istikrarlı bir finansal sistemin varlığına ihtiyaç duyulmakla birlikte, uluslararası sermaye hareketliliğinin önünü açmak için ise sağlam bir mali piyasa yapısı gereklidir. Nitekim birçok ülke, finansal yetersizlik ve piyasa düzenlemeleri konusundaki eksiklikleri nedeniyle yenilenemez enerjiden yenilenebilir enerjiye geçiş yapamamıştır (Khan vd., 2021, s.480).

Geleneksel enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki ekonomi literatürünün önemli konularından biri olduğu gibi yenilenebilir enerji tüketimi de dinamikleri ve belirleyicileri açısından söz konusu literatürün ilgi çekici konularından biri olmuştur. Literatürde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi teşvik etmesi ya da yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi engellemesi şeklinde bir çelişki söz konusudur (Bhattacharya vd., 2017: 159). Literatürdeki bu çelişki çalışmanın amacını yani literatüre yapacağı katkısı oluşturmaktadır. Bir diğer ifadeyle çalışmanın amacı ekonomik faaliyetlerin yenilenebilir enerji tüketimi ile nasıl ilişkili olduğuna dair yeni ampirik kanıtlar sağlayarak çevre ve enerji literatürüne katkıda bulunmaktadır. Ekonomik büyüme yanında yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde çevresel inovasyonların da etkisi değerlendirilmiştir. Ekonomik büyümenin sürdürülebilirliği açısından inovasyon, yeni fikirlerin geliştirilmesini, yeni üretim teknolojilerini, yeni patentlerin ve teknolojilerin geliştirilmesini ve uygulanmasını içermektedir. Ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkisi açısından ise inovasyon, düşük karbonlu üretim sistemlerini kapsamaktadır ve çevresel inovasyon olarak adlandırılmaktadır. Bu çerçevede çevresel inovasyonlar günümüzde çevre sorunları ve sürdürülebilir büyüme için anahtar bir çözüm olarak algılanmaktadır (Cheng, 2021, s.2). Sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak, enerji verimliliğini artırmak, kaynak kullanımının olumsuz sonuçlarını azaltmak, diğer çevresel riskler ve kirliliği azaltmak için etkili bir araç olarak çevresel inovasyonun önemi konusunda dikkate değer bir fikir birliği vardır (Mongo vd, 2021, s.1).

Bu çalışmada çevresel inovasyonlar, gayri safi yurtiçi hasıla ve doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Çalışmanın zaman kısıtını 2000-2018 yılları arası dönem oluşturmaktadır. Çalışmanın ülke grubunu yükselen piyasa ekonomileri olarak adlandırılan ve verisine ulaşılabilen

Şili, Macaristan, Meksika, Polonya, Türkiye, Brezilya, Çin, Hindistan, G. Afrika ve Tayland'dan oluşan 10 ülke oluşturmaktadır. Bu ülke grubu diğer gelişmekte olan ülkelere nazaran ekonomik büyüme açısından yüksek performans gösteren ülkelere oluşturmaktadır. Bu ülkelerdeki yüksek performanslı ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimini etkileme düzeyi çalışmanın amaçlarından birini oluşturmaktadır. Bu çerçevede çalışmanın giriş kısmından sonraki ikinci bölümünde literatür taraması, ikinci ve üçüncü bölümlerinde sırasıyla veri-yöntem ve analiz sonuçları, dördüncü ve son bölümünde ise genel değerlendirme ve sonuç kısmı yer almaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Ekonomik büyümenin önemi ve çevre kirliliğinin olumsuz etkilerinin bertaraf edilmesi noktasında kilit faktörlerden biri olan yenilenebilir enerji tüketimi gerek ekonomi literatürünün gerekse politika yapıcılarının gündemini oldukça meşgul etmektedir.

Türkmen (2021) yenilenebilir enerjinin belirleyicilerini gelişmekte olan 13 ülke bazında değerlendirmiştir. 1990-2014 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada panel eş bütünleşme analizinden yararlanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre yükselen piyasa ekonomilerinde olan Arjantin, Brezilya, Çin, Türkiye, Şili ve Filipinler'de ekonomik büyümedeki artışın yenilenebilir enerji üretimini azalttığı tespit edilmiştir.

Wang vd. (2021) finansal gelişme ve ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çin'in bölgesel bazda değerlendirildiği çalışmada 1997-2017 dönemine ait veriler kullanılarak panel ARDL yaklaşımından yararlanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre ekonomik büyüme uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketimini pozitif, kısa dönemde ise negatif etkilerken; finansal gelişme ise uzun dönemde negatif, kısa dönemde pozitif etkilemektedir.

Khan vd. (2021) teknolojik inovasyon, finansal gelişme, ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Kuşak üzerindeki (Belt-Road) 69 ülkenin 2000-2014 dönemindeki verilerinin kullanıldığı çalışmada Genelleştirilmiş Momentler Metodu (GMM) dirençli tahminci yönteminden yararlanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre teknolojik inovasyon, ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırımlar yenilenebilir enerji üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir etkiye sahiptir. Buna karşılık, finansal gelişmenin ise yenilenebilir enerji tüketimini istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü etkilediği tespit edilmiştir.

Assi vd. (2021) yenilenebilir enerji tüketimi, finansal gelişme, çevresel kirlilik ve inovasyonlar arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. ASEAN ülkelerinin 1998-2018 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada panel ARDL yaklaşımı ve nedensellik analizinden yararlanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamsız olduğu, çevre kirliliği ve ekonomik özgürlük ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bir ilişki olduğu, son olarak inovasyon ve ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, çevre kirliliği, ekonomik özgürlük, inovasyon ve ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik söz konusudur.

Erdinç ve Aydınbaş (2020) yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicilerini enerji sektöründe öne çıkan 16 ülke için araştırmışlardır. 2000-2018 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada GMM ve panel regresyon analizinden yararlanılmıştır. GMM ve sabit etkiler modeli sonuçları ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Doğrudan yabancı yatırımlar ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir.

Li vd. (2020) ekonomik büyüme, beşerî sermaye, enerji verimliliği, enerji fiyatları ve çevresel inovasyonun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini araştırmıştır. OECD ülkelerine ait 1990-2017 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada panel eş bütünleşme ve yatay kesit CS-ARDL yaklaşımından yararlanılmıştır. Analiz sonuçları ekonomik büyüme, beşerî sermaye, enerji verimliliği, enerji fiyatları ve çevresel inovasyonun yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Wang ve Wang (2020) yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi OECD üyesi 34 ülke için araştırmışlardır. 2005-2016 dönemine ait verilerin kullanıldığı çalışmada panel eşik regresyon modelinden yararlanılmıştır. Analiz sonuçları yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin pozitif olduğunu ve artan yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye katkı sağladığını göstermektedir.

Khan vd. (2020) çevresel inovasyon ve beşerî sermayenin yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi üzerindeki etkisini araştırmıştır. G7 ülkelerine ait 1995-2017 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada panel eş

bütünleşme analizinden yararlanılmıştır. Analiz sonuçları beşerî sermaye, çevresel inovasyon, enerji fiyatı ve ar-ge harcamaları ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında pozitif, finansal gelişme ile ise negatif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışma sonuçlarına göre beşerî sermaye, çevresel inovasyon, enerji fiyatı ve ar-ge harcamaları ile yenilenemez enerji tüketimi arasında negatif, finansal gelişme ile yenilenemez enerji tüketimi arasında pozitif bir ilişki söz konusudur.

Akintande vd. (2020) yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicilerini en kalabalık beş Afrika ülkesi için araştırmıştır. 1996-2016 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada Bayesci model ortalaması yönteminden yararlanılmıştır. Analiz sonuçları, seçilen ülkelerde yenilenebilir enerji tüketiminin temel belirleyicilerinin nüfus artışı, kentsel nüfus, enerji kullanımı, elektrik enerjisi tüketimi, beşerî sermaye olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu belirleyicilerden herhangi birinin artması yenilenebilir enerji tüketiminde artışa neden olmaktadır.

Gültekin ve Uğur (2019) yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicilerini rüzgâr enerjisi tüketimi kapsamında incelemişlerdir. OECD ülkelerinin 2000-2015 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada panel eş bütünleşme ve nedensellik analizlerinden yararlanılmıştır. Eş bütünleşme analizi uzun dönem tahmin sonuçları ekonomik büyümenin rüzgâr enerjisi kullanımını azalttığını göstermektedir. Nedensellik analizi sonuçları ise Avusturya, Türkiye, Hollanda ve Birleşik Krallık ülkeleri için ekonomik büyümeden rüzgâr enerjisine doğru nedenselliğin olduğunu ifade etmektedir.

Koç ve Saidmurodov (2018) ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji kapsamında elektrik enerjisi tüketimi ile ilişkisini araştırmışlardır. Orta Asya ülkelerine ait 1992-2014 verilerinin kullanıldığı çalışmada panel nedensellik analizinden yararlanılmıştır. Analiz sonuçları doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji tüketiminin nedeni olduğunu ifade etmektedir.

Bakırtaş ve Çetin (2016) ekonomik büyümedeki değişimin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini araştırmıştır. G20 ülkelerine ait 1992-2010 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada panel eş bütünleşme analizinden yararlanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre ekonomik büyümedeki artışın yenilenebilir enerji tüketimini artırdığı tespit edilmiştir.

Cadoret ve Padovano (2016) yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Avrupa Birliği üyesi 26 ülkenin 2004-2011 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada panel regresyon analizinden yararlanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı ve negatif olduğu tespit edilmiştir.

Tuğcu vd. (2012) yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. G7 ülkelerine ait 1980-2009 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada panel nedensellik analizinden yararlanılmıştır. Analiz sonuçları sadece Japonya, Almanya ve İngiltere için nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir.

Marques ve Fuinhas (2011) yenilenebilir enerji tüketimini etkileyen faktörleri araştırmışlardır. 24 Avrupa ülkesine ait 1990-2006 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada panel regresyon analizinden yararlanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamsız olduğu tespit edilmiştir.

Literatürde yer alan çalışmalar doğrultusunda bu çalışmada ülke grubu, dönem, analiz yöntemi ve özellikle çevresel inovasyon değişkenini ön planda tutarak yenilenebilir enerji tüketimindeki gelişmeler araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarının ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişki açısından literatürde oluşan ikiliğe ve çevresel inovasyonun etkisinin değerlendirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. VERİ SETİ ve YÖNTEM

Bu çalışmada çevresel inovasyonlar, Gayri safi yurtiçi hasıla ve doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Verilerin elde edilebilmesi çerçevesinde çalışmanın zaman kısıtını 2000-2018 yılları arası dönem oluşturmaktadır. Çalışmanın ülke grubunu yükselen ekonomiler olarak adlandırılan ve verisine ulaşılabilen Şili, Macaristan, Meksika, Polonya, Türkiye, Brezilya, Çin, Hindistan, G. Afrika ve Tayland'dan oluşan 10 ülke oluşturmaktadır. Analizde kullanılan değişkenlere ilişkin bilgiler Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1: Veri Seti

Değişken kodu	Değişken adı	Açıklama	Kaynak
LRNW	Yenilenebilir Enerji tüketimi	Toplam nihai tüketim (ktoe)	IEA
INO	Çevresel inovasyon	Çevreyi korumaya yönelik patent sayıları	OECD
FDI	Doğrudan Yabancı Yatırımlar	Net girişler (% GSYH)	WDI
GDP	Kişi başına GSYH	Yıllık % büyüme	WDI

Tablo 1’de yer alan değişkenler çerçevesinde çalışmada aşağıdaki ekonometrik modelden yararlanılmaktadır.

$$LRNW_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 INO_{it} + \beta_2 GDP_{it} + \beta_3 FDI_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Denklem 1’de α sabit değeri, β eğim parametresini, i panelin birim boyutunu, t panelin zaman boyutunu ve u ise hata terimini ifade etmektedir. Ayrıca denklemde bağımlı değişkeni yenilenebilir enerji tüketimi (LRNW) oluştururken bağımsız değişkenler sırasıyla çevresel inovasyonlar (INO), kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla büyüme oranı (GDP) ve doğrudan yabancı yatırımlar (FDI)’dir. Modelde yenilenebilir enerji tüketimi değişkeninin (LRNW) doğal logaritması alınmıştır.

Ekonometrik analizlerde dikkat edilmesi gereken faktörlerden biri serilerin durağan olmasıdır. Durağan olmayan serilerle yapılan ekonometrik analizlerden elde edilen sonuçların güvenilirliği tartışmalıdır. Bu açıdan serilerin durağan olması güvenilir sonuçlar elde edilme olasılığını arttırmaktadır. Analize dahil edilen serilerin durağanlığının tespitinde birim kök testlerinden yararlanılmaktadır. Birim kök testleri ise kendi arasında iki gruba ayrılabilir. Birinci kuşak birim kök testleri olarak adlandırılan birinci gruptaki testler genellikle birimler arası korelasyonu göz ardı etmekte ikinci kuşak birim kök testleri ise birimler arası korelasyonu dikkate almaktadır. Hangi grup birim kök testinin kullanılacağına belirlenmesi aşamasında birimler arası korelasyonun varlığının test edilmesi gerekmektedir. Literatürde çeşitli birimler arası korelasyon testleri yer almaktadır. Örneğin bu testlerden Breusch Pagan (1980) testi zaman boyutu (T)’nin birim boyutu (N)’den büyük olduğu durumlarda kullanılırken Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD testinin ise zaman boyutu (T)’nin birim boyutu (N)’den küçük olduğu durumlarda daha güvenilir sonuçlar verdiği bilinmektedir. Bu çalışmada zaman boyutu birim boyutundan büyük olduğundan, diğer bir ifade ile $T > N$ durumu söz konusu olduğundan Breusch Pagan LM testinden yararlanılmıştır.

Pagan birimler arası korelasyon testinin temel hipotezi $H_0 : cov(u_{it}, u_{jt}) = \rho_{ij} = 0$ olmak üzere tüm t değerleri için $i \neq j$ eşitsizliği geçerlidir ve test istatistiği;

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \quad (2)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Eşitliğin sağ tarafında yer alan $\hat{\rho}_{ij}^2$; i ve j artıkların korelasyon katsayısıdır.

$$\hat{\rho}_{ij} = \hat{\rho}_{ji} = \frac{\sum_{t=1}^T e_{it}e_{jt}}{(\sum_{t=1}^T e_{it}^2)^{1/2} (\sum_{t=1}^T e_{jt}^2)^{1/2}} \quad (3)$$

Denklem 3’te yer alan ve kalıntıları ifade eden $e_{it} = y_{it} - \hat{\alpha}_i - \hat{\beta}'_i x_{it}$ şeklinde formüle edilmektedir. Diğer yandan e_{it} , hata terimi olarak adlandırılan u_{it} ’nin en küçük kareler (EKK) tahminini de temsil etmektedir (Pesaran, 2004). Birim boyutu N sabit iken $T \rightarrow \infty$ ise LM testi $N(N-1)/2$ serbestlik derecesinde asimptotik χ^2 dağılmaktadır. Ayrıca $N \rightarrow \infty$ olduğu durumda LM testinin kullanımı uygun değildir (Baltagi vd, 2012:165).

Birimlerarası korelasyon testi sonrasında birim kökün varlığının sınanması gerekmektedir. Bu anlamda Pesaran (2007) tarafından geliştirilen ve yatay kesit bağımlılığının varlığı durumunda serilerin durağanlığının sınanmasında ikinci kuşak birim kök testi olarak adlandırılan yatay kesit genişletilmiş Dickey Fuller (CADF) birim kök testi kullanılmıştır. Birim kök testine konu olan değişkenleri oluşturan birimlere verilen dışsal şoklar sonucunda birimlerin birbirinden etkilenmeleri olasılığı yüksektir. CADF birim kök testi, analizden elde edilen sonuçların güvenilirliğinin artırılması adına paneli oluşturan her bir yatay kesitin veya diğer bir ifade ile birimlerin birim kök testlerinin yapılmasına imkan sağlamaktadır. CADF testi bu haliyle bir yandan birimlere özgü birim kök

testi sonuçlarını verirken aynı zamanda panelin geneli için de birim kök test sonuçlarını sunmaktadır (Şaşmaz ve Yayla, 2018:90). CADF regresyonuna ait denklem aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$y_{it} = (1 - \phi_i)\mu_i + \phi_i y_{i,t-1} + u_{i,t} \quad (4)$$

$i=1, \dots, N, t=1, \dots, T$

Denklem 4'te hata terimini ifade eden $u_{i,t}$ tek faktör yapısına sahiptir ve $u_{it} = \gamma_i f_t + \varepsilon_{it}$ şeklinde ifade edilir. Burada f_t gözlenemeyen ortak faktör ve ε_{it} ise birimlere özgü hatadır (Pesaran, 2007: 268). CADF testinde sıfır hipotezi $H_0: \beta_i = 0$ tüm i 'ler için geçerlidir. Alternatif hipotez ise $H_1: \beta_i < 0$ olmak üzere $i=1, 2, \dots, N_i$ ve $\beta_i = 0$, $i= N_1+2, \dots, N$ olarak ifade edilir. CADF testi sonucunda elde edilen değer CIPS istatistiği olarak adlandırılmakta ve CADF testi ile hesaplanan her bir birime ait t değerlerinin ortalaması alınarak elde edilmektedir. CIPS test istatistiği;

$$CIPS = N^{-1} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (5)$$

şeklinde yazılmakta ve asimptotik açıdan standart dağılıma sahip olmamaktadır. CIPS test istatistiği farklı N ve T değerleri için %1, %5 ve %10 anlamlılık esasına göre hesaplanmış ve Pesaran (2007)'da tablo halinde sunulmuştur. CIPS test istatistiğinin mutlak değer olarak kritik değerlerden büyük olması serilerin durağan olduğu anlamına gelmektedir. Diğer yandan söz konusu istatistik $N > T$ veya $T > N$ durumunda da güvenilir sonuçlar vermektedir.

Birim kök testi sonrasında sabit ve eğim parametrelerinin homojenliği test edilmektedir. Literatürde çeşitli homojenlik testi uygulamaları mevcuttur. Bu çalışmada Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen ve Delta testi olarak adlandırılan testten yararlanılmıştır. Delta testi kendi içerisinde iki gruba ayrılmaktadır. Bunlardan Delta testi (Delta Tilde) testi örneklem grubunun büyük olduğu durumlarda kullanılırken düzeltilmiş Delta testi ise (Delta Tilde adj) ise küçük örneklem gruplarında daha iyi sonuçlar vermektedir (Kar vd., 2019: 42). Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen ve büyük ve küçük örneklem gruplarını simgeleyen test istatistikleri denklem 6 ve 7'de yer almaktadır.

$$\hat{\Delta} = \sqrt{N} \left\{ \frac{N^{-1}S - k}{\sqrt{2k}} \right\} \sim x_k^2 \quad (6)$$

$$\hat{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left\{ \frac{N^{-1}S - E(\hat{z}_{iT})}{\sqrt{Var(\hat{z}_{iT})}} \right\} \sim N(0,1) \quad (7)$$

Eşitlikte; $E(\hat{z}_{iT}) = k$ ve $\sqrt{Var(\hat{z}_{iT})} = 2k(T-k-1)/(T+1)$ söz konusudur. Test istatistiklerini veren yukarıdaki denklemlerde N birim sayısını, S Swamy test istatistiğini, $E(\hat{z}_{iT})$ sonlu ortalama ve varyanslarla tüm i 'ler boyunca bağımsız dağıtılmış rassal değişkenleri ifade etmektedir. Delta testlerinin hipotezlerinden boş hipotez $H_0: \beta_1 = \beta$ eğim katsayılarının homojen olduğunu belirtmekte, alternatif hipotez ise $H_1: \beta_i \neq \beta$ ise eğim katsayılarının heterojen olduğunu ileri sürmektedir (Pesaran ve Yamagata, 2008: 57).

Homojenlik testi sonrasında seriler arasındaki eşbütünlüşme ilişkisinin varlığı sınanmaktadır. Panel eşbütünlüşme testleri de kendi arasında ikiye ayrılmaktadır. Bu bağlamda eğer birimlerarası korelasyon söz konusu ise birinci kuşak panel eşbütünlüşme testleri, birimler arası korelasyon yok ise ikinci kuşak panel eşbütünlüşme testlerinin kullanılması uygundur. Analizde ikinci kuşak panel eşbütünlüşme testlerinden Gengenbach Urbain ve Westerlund (2008) tarafından geliştirilen panel eşbütünlüşme testinden yararlanılmıştır. Söz konusu test ortak faktör yapısının kullanıldığı hata düzeltme temelli bir testtir. Testte aşağıdaki hata düzeltme modelinden hareket edilmiştir.

$$\Delta y_{i,t} = \alpha_{1i} y_{i,t-1} + \gamma_{1i} X_{i,t-1} + \gamma_{2i} F_{t-1} + B_{11i}(L)\Delta Y_{i,t-1} + B_{12i}(L)\Delta X_{i,t} + B_{13i}(L)\Delta F_t + \varepsilon_{1.2i,t} \quad (8)$$

Gengenbach, Urbain ve Westerlund eşbütünlüşme testinin sıfır hipotezi $H_0: \alpha_{y_i} = \dots = \alpha_{y_N} = 0$ şeklinde kurulmaktadır. Alternatif hipotez ise ez az bir i değeri için $H_1: \alpha_{y_i} < 0$ şeklinde ifade edilmektedir (Gengenbach vd., 2009: 130). Söz konusu eşbütünlüşme testinde ilk olarak her bir birim için en küçük kareler (EKK) tahmini elde edilmekte sonrasında ise $H_0: \alpha_{y_i} = 0$ hipotezi t testi yardımı ile hesap edilmektedir (Tatoğlu Yerdelen, 2017:206). Eşitlik 6'da α_{y_i} 'nin EKK tahmincisi;

$$\hat{\alpha}_{yi} = \left[\sum_{t=2}^T (QsY_{i,t-1})^2 \right]^{-1} \sum_{t=2}^T QsY_{i,t-1} \Delta(QsY_{i,t}) \quad (9)$$

Varyansı ise;

$$var(\hat{\alpha}_{yi}) = \left[\sum_{t=2}^T (QsY_{i,t-1})^2 \right]^{-1} \quad (10)$$

ifade edilir. H_0 hipotezinin test edilmesi için kullanılan t istatistiği;

$$T_{\hat{\alpha}_{1i}} = \frac{\hat{\alpha}_{1i}}{\sqrt{var(\hat{\alpha}_{1i})}} \quad (11)$$

olarak tanımlanır. $H_0: \alpha_{y_i} = \dots = \alpha_{y_N} = 0$ şeklinde kurulan sıfır hipotezi eşbütünlük ilişkisinin olmadığını gösterirken alternatif hipotez $H_1: \alpha_{y_i} < 0$ ise en az bir i için eşbütünlük ilişkisinin varlığını doğrulamaktadır.

Değişkenler arasında panel eşbütünlüğün varlığı durumunda uzun dönemli ilişkinin tespit edilmesi aşamasına geçilmektedir. Bu noktada Pedroni (2001) tarafından geliştirilen ortalama grup dinamik en küçük kareler (DOLSMG) tahmincisinden yararlanılmaktadır. Bu model eşbütünlük modelinde analize dahil edilen birimlerin heterojen olduğunu ifade etmektedir. DOLSMG tahmincisine ilave edilen X'lerin öncül değerleri ve gecikmeleri içselliğin yok edilmesine katkı sağlamaktadır. (Tatoğlu Yerdelen, 2017:223).

$$y_{it} = \mu_i + \beta_i x_{it} + u_{it} \quad (12)$$

$i=1,2, \dots, N$ ve $t=1, 2, \dots, T$

Yukarıdaki modelden hareketle öncül değerler ve gecikmeler ilave edilerek dinamik en küçük kareler tahmin edilir. Sonrasında elde edilen sonuçlarla Pesaran ve Smith tarafından geliştirilen MG yaklaşımı tüm panel için birleştirilmektedir. DOLSMG tahmincisi tüm panele yönelik tahmin yöntemi olduğundan her bir i birim için elde edilen DOLS tahmincisinin sonuçlarının ortalaması alınarak hesap edilmektedir (Tatoğlu Yerdelen, 2017:224). DOLSMG tahmincisi aşağıdaki şekilde formüle edilmektedir (Pedroni, 2001:729).

$$\hat{\beta}_{GD} = \left[N^{-1} \sum_{i=1}^N \left(\sum_{t=1}^T Z_{it} Z'_{it} \right)^{-1} \left(\sum_{t=1}^T Z_{it} \tilde{S}_{it} \right) \right] \quad (13)$$

Eşitlikte Z_t açıklayıcı değişkenler vektörünü oluşturmaktadır. Son olarak değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin tespiti sonrasında nedensellik ilişkisi Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) tarafından geliştirilen nedensellik testi ile test edilmiştir. Bahsi geçen nedensellik testi hem panelin geneli için hem de birimler bazında nedensellik ilişkisini sınamaktadır. Yine test, nedensellik ilişkisini Toda ve Yamamoto (1995) yaklaşımı üzerine kurgulamakta, değişkenlerin durağan olup olmaması veya eşbütünlük ilişkisinin durumu hakkında ön teste ihtiyaç duymaması açısından diğer nedensellik testlerinden farklılık sergilemektedir (Kar vd, 2019:44). Emirmahmutoğlu ve Köse nedensellik testi heterojen panellerde uygulanabilen Granger nedensellik testi örneğidir Altınar, 2019:374). Vektör otoregresif süreç (VAR) VAR sisteminde değişkenler durağansa, Wald istatistiği, sıfır hipotezi altındaki kısıtlamaları temsil eden q serbestlik derecesi ile asimptotik bir ki-kare dağılımına sahiptir. Değişkenlerin bütünlük olduğu ve eşbütünlük ilişkisinin olduğu durumda standart asimptotik teori VAR modelindeki hipotezin test edilmesinde uygun olmamaktadır. Bu durumda, değişkenlerin durağan olmadığı, ancak hepsinin birinci dereceden bütünlük ve birbirleriyle eşbütünlük ilişkisi içerisinde olduğu biliniyorsa, standart asimptotik teoremin geçerli olabilmesi için değişkenlerin birinci dereceden farklarına yönelik bir VAR modeli tahmin edilebilir.

Değişkenlerin eşbütünlük olduğu durumda Granger nedensellik, vektör hata düzeltme modeli (VECM) ile test edilebilir. Fakat birçok uygulamada değişkenlerin bütünlük süreçleri, eşbütünlük veya durağan olup olmadığı önceden bilinmemektedir ve bu durumun tespiti için ön testler gereklidir. Toda ve Yamamoto (1995) alternatif bir yaklaşım geliştirmiş ve standart asimptotik ki-kare dağılımı ile Wald testine imkan sağlamıştır. Değiştirilmiş Wald testi (MWALD) olarak adlandırılan ve kullanımı önerilen test, gecikmeli genişletilmiş Var (LA-WAR) testidir ve geleneksel olarak asimptotik ki kare dağılımına sahip VAR (p+dmax) şeklinde tahmin edilmektedir. Burada p gecikme uzunluğu dmax ise bütünlük derecesidir. Diğer yandan birim kök ve eşbütünlük derecesi için ön teste ihtiyaç duyulmamaktadır (Emirmahmutoğlu ve Köse, 2011:870). Heterojen panel VAR (k) model p değişkenleri ile aşağıdaki şekilde oluşturulmaktadır;

$$z_{i,t} = \mu_i + A_{i1}z_{i,t-1} + \dots + A_{ik_i}z_{i,t-k_i} + u_{i,t} \quad (14)$$

$i=1,2, \dots, N$ ve $t=1, 2, \dots, T$

Eşitlikte i ; yatay kesit birimleri, t ; zaman periyodunu, μ_i ; sabit boyutlu vektörü temsil etmektedir. Nedensel ilişkinin olmadığını belirten sıfır hipotezi tüm i 'ler için $H_0: R_i\alpha_i=0$ şeklinde kurulmaktadır. Alternatif hipotez ise $H_1: R_i\alpha_i \neq 0$ ve $i=1, \dots, N_1$ olmak üzere $R_i\alpha_i: 0 \leq i=N_1+1, \dots, N$

Denklem 14'ten hareketle heterojen panellerde nedensellik aşağıda ifade edildiği şekilde tahmin edilmektedir.

$$z_{i,t} = \mu_i + A_{i1}z_{i,t-1} + \dots + A_{ik_i}z_{i,t-k_i} + \sum_{j=1}^{k_i+dmax_i} A_{ij}z_{i,t-j} + u_{i,t} \quad (15)$$

$i=1,2, \dots, N$ ve $t=1, 2, \dots, T$

Sonrasında Granger nedenselliğin testinde Fisher test istatistiğinden yararlanılmaktadır. Fisher test istatistiği aşağıdaki eşitlikte yer almaktadır.

$$\lambda = -2 \sum_{i=1}^N \ln(p_i) \quad (16)$$

$i=1,2, \dots, N$

Denklemden p_i , yatay kesit birimlere ait olan i 'nin Wald istatistiğini gösteren olasılık değeridir. Fisher test istatistiği $2N$ serbestlik derecesi ile kare dağılıma sahiptir. Fisher testi N sabit ve $T \rightarrow \infty$ olduğu durumlarda geçerlidir. Fisher test istatistiği yatay kesit birimler arasında korelasyon olduğu durumlarda geçerli değildir. Böyle durumlarda bootstrap yöntemi kullanılmaktadır. Heterojen panellerde k_i+dmax_i gecikmeli VAR modeli aşağıdaki şekilde tahmin edilir:

$$x_{i,t} = \mu_i^x + \sum_{j=1}^{k_i+dmax_i} A_{11,ij}x_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{k_i+dmax_i} A_{12,ij}y_{i,t-j} + u_{i,t}^x \quad (17)$$

$$y_{i,t} = \mu_i^y + \sum_{j=1}^{k_i+dmax_i} A_{21,ij}x_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{k_i+dmax_i} A_{22,ij}y_{i,t-j} + u_{i,t}^y \quad (18)$$

Denklem 17 ve 18'de $dmax_i$ her bir yatay kesit birim için maksimum bütünleşme derecesini göstermektedir. 12 nolu denklemde y değişkeninden x değişkenine doğru, 13 nolu denklemde ise x değişkeninden y değişkenine doğru nedensel ilişki sorgulanmaktadır (Emirmahmutoğlu ve Köse, 2011:872).

4. ANALİZ SONUÇLARI

Tablo 2'de Breusch Pagan LM test sonuçları yer almaktadır. LM testinde sıfır hipotezi $H_0: Cov(u_{it}, u_{it})=0$ eşitliğini vermektedir. Diğer bir ifade ile kalıntıların birimler arası korelasyonlu olmadığı belirtilmektedir. LM testi sonuçlarına göre birimler arası korelasyonun olmadığını ifade eden H_0 hipotezi reddedilmektedir. Kalıntıların birimleri arasında korelasyon ilişkisi söz konusudur.

Tablo 2: Breusch Pagan (LM) Testi

Test	İstatistik	Olasılık Değeri
LM	76.74	0.002
LMadj	6.074	0.000

Birimler arası korelasyonun varlığının tespit edilmesi sonrasında serilerin durağanlığı CADF birim kök testi ile test edilmiştir. Sabitli, sabitli ve trendli olmak üzere her iki duruma ait sonuçlar Tablo 3'te sunulmaktadır. Tabloda yer alan sonuçlara göre sabitli, sabitli ve trendli durumda analize dahil edilen değişkenler düzey değerlerinde

durağan değildir. Panelin geneline ait CIPS test istatistikleri %99, %95 ve %90 güven düzeyinde kritik değerlerden mutlak değerce küçüktür. Diğer bir ifade ile değişkenler birim kök içermektedir. Farklı alınan serilere uygulanan birim kök testi sonucunda DGDP değişkeninin %10 düzeyinde durağan olduğu, diğer değişkenlerin ise %1 düzeyinde durağan olduğu gözlenmektedir.

Tablo 3: CADF Birim Kök Testi Sonuçları

	Değişkenler	CADF istatistiği	Kritik Değer (%10)	Kritik Değer (%5)	Kritik Değer (%1)
Sabitli& Trendli	LRNW	2.628	-2.740	-2.880	-3.150
	DLRNW	-3.279*	-2.740	-2.880	-3.150
	INO	2.453	-2.740	-2.880	-3.150
	DINO	3.909*	-2.740	-2.880	-3.150
	FDI	2.341	-2.740	-2.880	-3.150
	DFDI	-3.563*	-2.740	-2.880	-3.150
	GDP	1.875	-2.740	-2.880	-3.150
	DGDP	2.848***	-2.740	-2.880	-3.150
Sabitli	LRNW	1.935	-2.210	-2.340	-2.600
	DLRNW	2.985*	-2.210	-2.340	-2.600
	INO	1.376	-2.210	-2.340	-2.600
	DINO	3.661*	-2.210	-2.340	-2.600
	FDI	2.017	-2.210	-2.340	-2.600
	DFDI	3.400*	-2.210	-2.340	-2.600
	GDP	1.999	-2.210	-2.340	-2.600
	DGDP	2.868*	-2.210	-2.340	-2.600

*, **, *** sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Birim kök testi sonrasında parametrelerin homojenliği testine geçilmektedir. Delta homojenlik test sonuçları Tablo 4'te sunulmaktadır. Tabloda hem delta (Δ) hem de düzeltilmiş delta testi (Δ_{adj}) sonuçları yer almaktadır.

Tablo 4: Delta Testi Sonuçları

Delta Testi	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
Δ	8.428*	0.000
Δ_{adj}	9.818*	0.000

*, %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

Düzeltilmiş delta testi (Δ_{adj}) sonuçları küçük örneklem gruplarında daha iyi sonuçlar vermektedir. Olasılık değerleri çerçevesinde parametrelerin homojen olduğunu ileri süren H_0 hipotezi reddedilmektedir. Diğer bir ifade ile parametreler heterojendir.

Parametrelerin heterojenliğinin tespiti sonrasında, değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi heterojen paneller için uygun olan ikinci kuşak eşbütünleşme testlerinden GengenBuch Urbain ve Westerlund eş

bütünleşme testi ile sınırlanmaktadır. Test sonuçlarına Tablo 5'te yer verilmektedir. Gecikme uzunluğunun heterojen seçildiği ve birimlere göre değiştiği panel eş bütünleşme testinde $\gamma(t-1)$ 'in anlamlılığı incelendiğinde olasılık değeri p 'nin kritik değer olan %1'den küçük olması H_0 hipotezinin reddedilmesini gerektirmektedir. Sonuç olarak değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinin var olduğu gözlenmektedir.

Tablo 5: Eşbütünleşme Testi Sonuçları

d.y	Katsayı	T istatistiği	Olasılık Değeri
$\gamma(t-1)$	-0.903*	-5.048	<0.01

*, %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

Panel eşbütünleşme modelinin tahmini aşamasında değişkenlere ait yatay kesit ortalamalardan fark alınarak model birimler için DOLS tahmincisi ve panelin geneli için ise DOLSMG tahmincisi ile tahmin edilmektedir. Eşbütünleşme modelinin parametrelerinin birimlere göre heterojen olduğu DOLS ve DOLSMG tahmin sonuçları Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6: Uzun Dönemli İlişkinin Tahmin Sonuçları

Panelin Geneli İçin DOLSMG Tahmin Sonuçları			
Değişkenler	Beta	T istatistiği	
INO	-0.0002	-26.13	
FDI	0.0004	3.564	
GDP	-0.0088	-9.157	
Panelin Birimlerine Özgü DOLS Tahmin Sonuçları			
ŞİLİ	INO	FDI	GDP
Beta	-0.0004	-0.0184	0.0479
T istatistiği	-3.799	-4.960	4.384
MACARİSTAN			
Beta	-0.0013	0.0011	-0.0328
T istatistiği	-9.082	1.628	-15.120
MEKSİKA			
Beta	-0.0003	0.0160	-0.0695
T istatistiği	-1.964	8.710	-4.710
POLONYA			
Beta	-0.0002	-0.0354	-0.0220
T istatistiği	-4.201	-4.089	-4.054
TÜRKİYE			
Beta	0.0007	0.0097	0.0067

T istatistiği	3.961	0.029	0.689
BREZİLYA			
Beta	-0.0002	-0.0121	0.0014
T istatistiği	-10.490	-7.306	0.114
ÇİN			
Beta	-0.0002	-0.0051	-0.0495
T istatistiği	-39.470	-0.817	-12.620
HİNDİSTAN			
Beta	-0.0001	0.0122	0.0016
T istatistiği	-12.130	10.010	1.364
G. AFRİKA			
Beta	0.0002	0.0290	0.0558
T istatistiği	5.046	6.716	3.996
TAYLAND			
Beta	-0.0003	0.0073	-0.0272
T istatistiği	-10.480	1.087	-2.999

Bağımlı değişkenin LRNW ve bağımsız değişkenlerin INO, FDI ve GDP olduğu modelde t tablo değerinin istatistiksel olarak %5 için 1.96 değerini aldığı göz önünde bulundurularak her 3 bağımsız değişken için uzun dönem parametrelerinin t istatistiğinin anlamlı olduğu gözlenmektedir.

Bu bağlamda uzun dönemde INO, FDI ve GDP değişkenleri LRNW değişkenini etkilemektedir. Sonuçlara göre çevresel inovasyonda meydana gelen %1 artış LRNW'yi %0,02 oranında azaltmakta, FDI değişkeninde meydana gelen %1 artış LRNW'yi %0,04 oranında arttırmakta ve son olarak GDP değişkeninde meydana gelen %1 artış ise LRNW'yi %0,8 oranında azaltmaktadır. Sonuçlar genel olarak yorumlandığında INO, FDI ve GDP değişkenlerinin LRNW üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı öne sürülebilir.

Ülke bazındaki sonuçlar ise farklılık göstermektedir. Örneğin INO değişkenine ait t istatistiği bütün ülkelerde anlamlı olmakla birlikte LRNW değişkenini G. Afrika ve Türkiye'de pozitif etkilemekte diğer ülkelerde ise negatif etkilemektedir. Yine FDI değişkenine ait t istatistiği Şili, Meksika, Polonya, Brezilya, Hindistan ve G. Afrika'da anlamlı diğer ülkelerde ise anlamsızdır. FDI değişkeni LRNW değişkenini Şili, Polonya ve Brezilya'da negatif yönde etkilemekte, Meksika, Hindistan ve G. Afrika'da ise pozitif yönde etkilemektedir. Son olarak GDP değişkenine ait t istatistiği Türkiye, Brezilya ve Hindistan haricindeki ülkelerde anlamlıdır. GDP değişkeni Şili ve G. Afrika'da LRNW değişkenini pozitif etkilemekte, Macaristan, Meksika, Polonya, Çin ve Tayland'da ise negatif etkilemektedir.

Panel genelinde ve ülkeler bazında çevresel inovasyonların yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki olumsuz etkisi ar-ge yatırımları açısından finansal yetersizliklerle ve çevresel duyarlılık açısından farkındalık eksikliğiyle açıklanabilir. Ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki olumsuz etkisi ise söz konusu ülkelerde fosil yakıt kaynaklı enerji tüketiminin hala devam etmesi hususuyla açıklanabilir.

Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi ise Tablo 7 ve Tablo 8'de sunulmaktadır. Tablo 7'de panelin geneli için nedensellik sonuçları yer almaktadır. Bu bağlamda LRNW değişkeninden GDP değişkenine doğru tek yönlü bir nedensel ilişki söz konusu iken aynı şekilde FDI değişkeninden LRNW değişkenine doğru ve INO değişkeninden LRNW değişkenine doğru tek yönlü nedensel ilişki mevcuttur.

Tablo 7: Panel geneli nedensellik sonuçları

	Fisher İstatistiği	Olasılık Değeri	Nedensellik
LRNW→GDP	28.94535	0.088841	✓
GDP→LRNW	26.08132	0.163143	-
LRNW→FDI	21.82660	0.349993	-
FDI→LRNW	33.81604	0.027396	✓
LRNW→INO	17.70431	0.606879	-
INO→LRNW	31.73688	0.046184	✓

Ülke bazında nedensellik ilişkisini ortaya koyan Tablo 8'deki sonuçlar ise farklılık göstermektedir. Örneğin Hindistan'da LRNW değişkeninden GDP değişkenine doğru tek yönlü nedensel ilişki mevcutken Tayland'da ise GDP değişkeninden LRNW değişkenine doğru tek yönlü nedensel ilişki söz konusudur.

Tablo 8: Ülke Bazında Nedensellik Sonuçları

	Fisher İstatistiği	Olasılık Değeri	Ülke
LRNW→GDP	8.063303	0.044721	Hindistan
	4.647046	0.097928	Tayland
GDP→LRNW	4.650477	0.097760	Tayland
LRNW→FDI	13.19932	0.001361	Şili
FDI→LRNW	15.40079	0.000453	Şili
	3.348281	0.067275	Hindistan
INO→LRNW	8.501814	0.014251	Şili
	11.95996	0.002529	Brezilya

Şili'de LRNW ve FDI değişkenleri arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi söz konusu iken yine Hindistan'da FDI değişkeninden LRNW değişkenine doğru tek yönlü nedensel ilişki vardır. Son olarak Şili ve Brezilya'da INO değişkeninden LRNW değişkenine doğru tek yönlü nedensel ilişki söz konusudur.

5. SONUÇ

Yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde etkili olabilecek faktörlerin araştırıldığı çalışmada çevresel inovasyon, ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırımlar incelenmiştir. Yükselen piyasa ekonomilerinden 10 ülkeye ait 2000-2018 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada panel eş bütünleşme ve nedensellik analizlerinden yararlanılmıştır. Eş bütünleşme analizi sonuçları çevresel inovasyon, ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar ve yenilenebilir enerji tüketiminin eş bütünleşik olduğunu göstermektedir. Katsayı tahmin sonuçları ise çevresel inovasyon ve ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimini negatif yönlü etkilediğini ifade etmektedir.

Çevresel inovasyonların olumsuz etkisiyle ilgili ar-ge yatırımları açısından finansal yetersizliklerin ve çevresel duyarlılık açısından farkındalık eksikliğinin olduğu söylenebilir. Çevresel inovasyonun etkisine ilişkin sonuçların literatürde yer alan Khan vd. (2021) analiz sonuçlarıyla uyumlu olduğu görülmektedir. Ekonomik büyümenin olumsuz etkisi ise söz konusu ülkelerde fosil yakıt kaynaklı enerji tüketiminin hala devam etmesi hususuyla açıklanabilir. Ekonomik büyümenin etkisine ilişkin sonuçların ise literatürde yer alan Türkmen (2021), Khan vd. (2021), Gültekin ve Uğur (2019) ve Cadoret ve Padovano (2016) analiz sonuçları ile uyumlu olduğu görülmektedir. Son olarak doğrudan yabancı yatırımlar ise yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif etkiye sahiptir. Eş

bütünleşme analizinden sonra gerçekleştirilen panel geneli nedensellik analizi sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümenin nedeni, doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji tüketiminin nedeni ve çevresel inovasyonun yenilenebilir enerji tüketiminin nedeni olduğu tespit edilmiştir. Ülke bazında nedensellik analizi sonuçlarına göre Tayland’da yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında, Şili’de ise yenilenebilir enerji tüketimi ile doğrudan yabancı yatırımlar arasında çift yönlü nedenselliğin olduğu tespit edilmiştir. Çevresel inovasyonun yenilenebilir enerji tüketiminin nedeni olduğu ülkeler ise Şili ve Brezilya olarak tespit edilmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıt kaynaklı enerji bağımlılığını azaltmakta ve çevresel negatif dışsallıklara neden olmamaktadır. Bunun dışında, yerel yenilenebilir enerji tüketiminin teşvik edilmesi, ülkeleri dış ekonomik veya finansal krizlere karşı da koruyabilir. Bu durum, ülkeler petrol bağımlılığını azalttıkça ekonominin enerji fiyatlarındaki değişimden kaynaklanan dış krizlere karşı daha dirençli hale gelmekle açıklanabilir. Bu nedenle, yenilenebilir enerjinin güvenilirliği ve küresel enerji geleceğinin sürdürülebilirliği üzerindeki önemi ve faydaları göz önüne alındığında, uygun enerji politikalarının belirlenmesinde kullanılacak yenilenebilir enerji tüketiminin ana belirleyicileri hakkında yeterli bilgiye sahip olunması gerekmektedir. Bunun yanında finansal yetersizlik sebebiyle yenilenebilir enerji kullanımına geçiş yapılamaması noktasında politika yapıcılar açısından önem arz etmektedir. Politika yapıcıların dikkate alması gereken bir başka husus ise finansal ve reel piyasalarda sermaye hareketliliğini artıran düzenlemelerin geliştirilmesi doğrudan yabancı yatırım girişlerini ve dolayısıyla yenilenebilir enerji kullanımını artırmak adına önem arz etmektedir.

Kaynakça

- Akintande, O.J., Olubusoye, O.E., Adenikinju, A.F. ve Olanrewaju, B.T. (2020). “Modeling the determinants of renewable energy consumption: Evidence from the five most populous nations in Africa”, *Energy*, 206, 1-11.
- Altınar, A. (2019). “MINT Ülkelerinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Nedensellik Analizi”, *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 10/2, 369-378.
- Assi, A.F., Isiksal, A.Z. ve Tursoy, T. (2021). “Renewable energy consumption, financial development, environmental pollution, and innovations in the ASEAN+3 group: Evidence from (P-ARDL) model”, *Renewable Energy*, 165, 689-700.
- Bakırtaş, İ. ve M.A. Çetin (2016), “Yenilenebilir Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: G-20 Ülkeleri”, *Sosyoekonomi*, 24/28, 131-145.
- Baltagi, B. H., Feng, Q. ve Kao, C. (2012). “A Lagrange multiplier test for cross-sectional dependence in a fixed effects panel data model”, *Journal of Econometrics*, 170,164- 177.
- Bhattacharya M., Churchill S.A. ve Paramati, S.R. (2017). “The dynamic impact of renewable energy and institutions on economic output and CO₂ emissions across regions”, *Renewable Energy*, 111, 157-167.
- Breusch, T. ve Pagan, A. (1980). “The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics”, *Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253.
- Cadoret, I. ve Padovano, F. (2016). “The political drivers of renewable energies policies”, *Energy Economics*, 56, 261–269.
- Emirmahmutoğlu, F. ve Kose, N. (2011). “Testing For Granger Causality in Heterogeneous Mixed Panels”, *Economic Modelling*, 28/3, 870–876.
- Erdinç, Z. ve Aydınbaş, G. (2020). “Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Belirleyicileri Üzerine Panel Veri Analizi”, *Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 6/24, 346-358.
- Gengenbach, C., Palm, F.C. ve Urbain, J. (2009). “Panel Unit Root Tests in the Presence of Cross-Sectional Dependencies: Comparison and Implications for Modelling”, *Econometric Reviews*, 29/2, 111-145.
- Gengenbach, C., Urbain, J.P., ve Westerlund, J. (2008). Panel error correction testing with global stochastic trends (updated version of research memorandum 2008-051). *Maastricht: METEOR*, Maastricht Research School of Economics of Technology and Organization.
- Grossman, G., Krueger, A. (1991). *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement*. NBER Working paper, 3914. National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- Gültekin, E. ve Uğur, A. (2019). “OECD Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Makro Ekonomik Belirleyicileri: Rüzgâr Enerjisi Modeli”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 53, 325-342.
- Kar, M., Ağır, H. ve Türkmen, S. (2019). “Seçilmiş Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketiminin Ekonomik Büyümeye Etkisinin Panel Ekonometrik Analizi”, *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 5/3, 37-48.
- Khan, A., Chenggang, Y., Hussain, J. ve Kui, Z. (2021). “Impact of technological innovation, financial development and foreign direct investment on renewable energy, non-renewable energy and the environment in Belt & Road Initiative countries”, *Renewable Energy*, 171, 479-491.

- Khan, Z., Malik, M.Y., Latif, K. ve Jiao, Z. (2020). "Heterogeneous effect of eco-innovation and human capital on renewable & non-renewable energy consumption: Disaggregate analysis for G-7 countries", *Energy*, 209, 1-13.
- Koç, S. ve Saidmurodov, S. (2018). "Orta Asya Ülkelerinde Elektrik Enerjisi, Doğrudan Yabancı Yatırımı ve Ekonomik Büyüme İlişkisi", *Ege Akademik Bakış*, 18/2, 321-328.
- Li, J., Zhang, X., Ali, S. ve Khan, Z. (2020). "Eco-innovation and energy productivity: New determinants of renewable energy consumption", *Journal of Environmental Management*, 271, 1-7.
- Marques, A.C. ve Fuinhas, J.A. (2011). "Drivers promoting renewable energy: A dynamic panel approach", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 1601-1608.
- Pedroni, P. (2001). "Purchasing Power Parity Tests in Cointegrated Panels", *The Review of Economics and Statistics*, 83/4, 727-731.
- Pesaran, H.M. (2007). "A Simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence", *Journal of Applied Econometrics*, 22, 265-312.
- Pesaran, M. H. (2004). *General diagnostic tests for cross section dependence in panels*, University of Cambridge & USC, Bonn.
- Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). "Testing slope homogeneity in large panels", *Journal of Econometrics*, 142/1, 50-93.
- Pesaran, M. H., Ullah, A., ve Yamagata, T. (2008). "A Bias-adjusted LM Test of Error Cross-section Independence". *Econometrics Journal*, 11, 105-127.
- Şaşmaz, M.Ü. ve Yayla, Y.E. (2018). "Vergiler ve Ekonomik Büyüme ile İnsani Gelişme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Avrupa Birliği Geçiş Ekonomileri Örneği", *Sayıştay Dergisi*, 111, 79-99.
- Tatoğlu Yerdelen, F. (2017). *Panel Zaman Serileri Analizi: Stata Uygulamalı*, 1. Baskı, Beta, İstanbul.
- Tuğcu, C.T., I. Öztürk ve A. Aslan (2012). "Renewable and Non-renewable Energy Consumption and Economic Growth Relationship Revisited: Evidence from G7 Countries", *Energy Economics*, 34, 1942-1950.
- Türkmen, S. (2021). "Talep Yönlü Yaklaşım Çerçevesinde Yenilenebilir Enerji: Dinamik Panel Veri Analizi", *Journal of Economics and Research*, 2/1, 69-81.
- Wang, J., Zhang, S. ve Zhang, Q. (2021). "The relationship of renewable energy consumption to financial development and economic growth in China", *Renewable Energy*, 170, 897-904.
- Wang, Q. ve Wang, L. (2020). "Renewable energy consumption and economic growth in OECD countries: A nonlinear panel data analysis", *Energy*, 207, 1-11.

Beyan ve Açıklamalar (Disclosure Statements)

1. Bu çalışmanın yazarları, araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyduklarını kabul etmektedirler (The authors of this article confirm that their work complies with the principles of research and publication ethics).
2. Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir (No potential conflict of interest was reported by the authors).
3. Bu çalışma, intihal tarama programı kullanılarak intihal taramasından geçirilmiştir (This article was screened for potential plagiarism using a plagiarism screening program).