

Yeşil Büyüme Sürecinin Enerji Verimliliği Üzerine Etkisinin Araştırılması: G-7 Ülkeleri Üzerine Bir İnceleme

Investigating the Effect of the Green Growth Process on Energy Efficiency: A Study on G-7 Countries

Şeyma BOZKAYA *
Mahmut Sami DURAN **

ÖZ

Bu çalışma yeşil büyüme stratejisi çerçevesinde değerlendirilen değişkenlerin G-7 ülkelerinin enerji verimliliği üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. 1990-2020 dönemleri arası yıllık verilerinden faydalanılmıştır. Enerji verimliliği hem büyüme süreçleri hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından oldukça önemli bir konudur. Bu kapsamda sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında enerji verimliliği üzerinde etkili olabileceği düşünülen değişkenler çalışmada kullanılan modele dâhil edilmiştir. Yeşil büyüme, yeşil teknoloji olarak kabul edilen çevre ile ilgili teknolojiler, yenilenebilir enerji arzı ve kaynak verimliliği değişkenlerinin enerji verimliliği üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkiyi tespit edebilmek için CS-ARDL tahmincisi kullanılmıştır. Ampirik uygulama sonuçları yeşil büyümenin enerji verimliliğini artırdığını gösterirken, kaynak verimliliğinin enerji verimliliğini azalttığını göstermiştir. Öte yandan yeşil teknoloji ve yeşil enerji arzı değişkenleri ile bağımlı değişken arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki gözlemlenmemiştir. G7 ülkelerinde yeşil enerji ve teknolojilerinin bölgesel düzeyde farklılık gösterebilecek olması literatürden beklenen genel etkilerin değişebilmesine yol açabilmektedir. Ayrıca G7 ülkelerinde Rebound (geri tepme) etkisi, politik ve piyasa uyumsuzlukları, enerji kaynaklarının çeşitliliği, bölgesel dağılım sorunları gibi faktörler sonuçların her ülkede farklılaşmasına yol açabilecektir. Bu nedenle bulguların her ülkenin dinamikleri doğrultusunda ele alınması son derece önemli olacaktır. G7 ülkelerinde yeşil büyüme ve enerji verimliliğini artırıcı yönde Rebound etkisinin azaltılması, yeşil teknolojilerin ar-ge yatırımlarının artırılması, enerji depolama, iletim altyapılarının enerji verimliliğini teşvik edecek şekilde tasarlanması vs. politikaların çok önemli olacağı önerilmektedir.

ANAHTAR KELİMELER

Enerji Verimliliği, Yeşil Büyüme, Yeşil Enerji Arzı, Yeşil Teknoloji, Panel Veri

ABSTRACT

This study investigates the effects of variables evaluated within the framework of green growth strategy on energy efficiency of G-7 countries. Annual data between 1990-2020 were used. Energy efficiency is a very important issue in terms of both growth processes and environmental sustainability. In this context, variables that are thought to have an effect on energy efficiency within the scope of sustainable development goals were included in the model used in the study. The effects of green growth, environmental technologies accepted as green technology, renewable energy supply and resource efficiency variables on energy efficiency were evaluated. CS-ARDL estimator was used to determine the relationship between the variables. Empirical application results showed that green growth increases energy efficiency, while resource efficiency decreases energy efficiency. On the other hand, no statistically significant relationship was observed between green technology and green energy supply variables and the dependent variable. The fact that green energy and technologies may differ regionally in G7 countries may lead to changes in the general effects expected from the literature. In addition, factors such as rebound effect, political and market incompatibilities, diversity of energy resources, regional distribution problems in G7 countries may cause the results to differ in each country. Therefore, it will be extremely important to consider the findings in line with the dynamics of each country. It is suggested that policies such as reducing the rebound effect, increasing R&D investments in green technologies, designing energy storage and transmission infrastructures to encourage energy efficiency, etc. will be very important in G7 countries in order to increase green growth and energy efficiency.

KEYWORDS

Energy Efficiency, Green Growth, Green Energy Supply, Green Technology, Panel Data

Makale Geliş Tarihi / Submission Date	Makale Kabul Tarihi / Date of Acceptance
19.07.2024	19.11.2024
Atf	Bozkaya, Ş. ve Duran, M. S. (2024). Yeşil Büyüme Sürecinin Enerji Verimliliği Üzerine Etkisinin Araştırılması: G-7 Ülkeleri Üzerine Bir İnceleme. <i>Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi</i> , 27 (2), 799-810.

* Öğr. Gör. Dr., İstanbul Medipol Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü, seymabozkaya@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-8589-6608

** Doç. Dr., Selçuk Üniversitesi, Yunak Meslek Yüksekokulu, Finans, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Maliye Programı, msduran@selcuk.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3125-2596

GİRİŞ

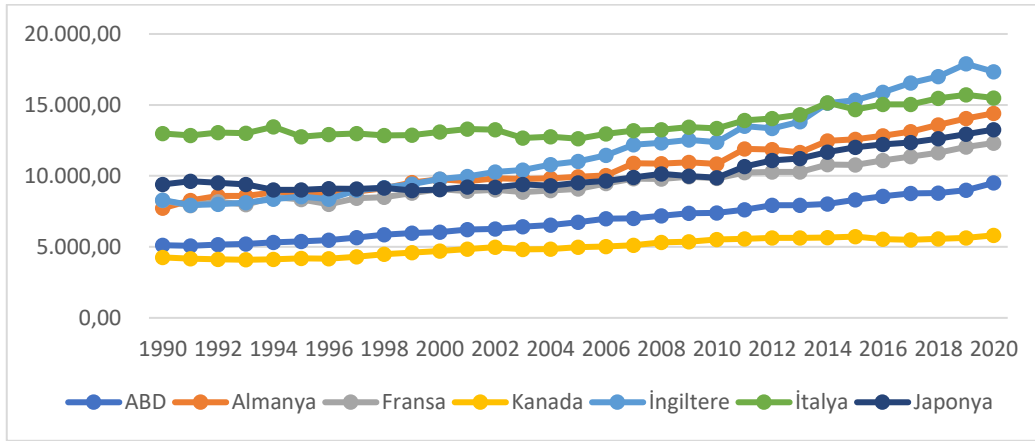
“Yeşil büyüme”, çevrenin korunmasıyla birlikte ekonomik ilerleme vaadini yerine getirmektedir (Bowen ve Hepburn, 2014:408). 2005 yılında gerçekleştirilen 5. Çevre ve Kalkınma Bakanlar Konferansı (MCED)’nde “Yeşil Büyüme” kavramı ortaya atılmış (Allen ve Clouth, 2012:33) ve bu tarihten itibaren dünya ülkeleri bu kavram ile tanışmıştır. Özellikle 2008 ekonomik krizinin ortaya çıkardığı sorunlar yeşil büyümenin önemini artırmış ve daha çok tartışılır hale gelmiştir. Bu krizin ortaya çıkardığı sosyal, ekonomik, ekolojik sorunların yeni yeşil bir düzenle çözülebileceği fikri kabul edilmiştir. Yeni yeşil düzeninin sorunları çözebileceği düşüncesi ekonomistler ve politikacılar tarafından benimsenmesinin yanında, BM Çevre Programı (UNEP)’nde krizin çözümünün bu yeni yöntemle başarılacağını destekleyen görüşler sunulmuştur (Aşıcı ve Şahin, 2012:30). Yeşil ekonominin ortaya koyduğu bu “Yeşil Yeni Düzen” perspektifinin tek amacı sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak değil, bunu sağlamanın yanında ekonomik, toplumsal ve ekolojik krizleri de çözmeye yarayacak bir politika seti oluşturmaktır (Küçük ve Aksel, 2022:5).

UNEP, Yeşil ekonomiyi “sosyal eşitliği ve toplumsal refahı artıran ve aynı zamanda çevresel riskleri ve ekolojik kısıtları azaltan bir yaklaşım olarak tanımlamaktadır (ILO, 2015). Yeşil ekonomi kavramı karbon emisyonlarının düşük seviyede olduğu, kaynakların verimli kullanıldığı ve sosyal olarak kapsayıcı bir ekonomi şeklinde de tanımlanmaktadır (UNEP, 2011: 1). Yeşil ekonomi yenilenebilir enerji, atıkların yönetilmesi, temiz teknolojiler, sürdürülebilir tarım gibi sektörel alanlarda yaptığı yatırımlarla çevresel tahribatın azaltılmasına, ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanmasına ve dünyadaki doğal sermayenin yükseltilmesinde önemli katkılar sunmaktadır (Kasztelan, 2017: 491). Yeşil ekonomi sunduğu katkıları ile ekonomik büyümenin, refahın artırılmasının ve doğal kaynakların daha verimli kullanılmasının en önemli unsurunu oluşturmaktadır (Weng vd., 2018).

Öte yandan 2012 yılında Rio+20 Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı'nda yeşil büyüme ana tema olarak belirlenmiştir. Yeşil büyüme bu tarihten itibaren iklim değişikliği ve ekolojik bozulmaya karşı baskın bir tutum haline almıştır (Dale vd., 2016). Yeşil büyüme ekonomik, çevresel ve sosyal politikaların uygulanmasını güçlendirerek, kapsayıcı ekonomik kalkınmanın sağlanmasını kolaylaştırmaktadır (OECD, 2002). Ayrıca Dünya Bankası (2012) ise yeşil büyüme ile birlikte doğal kaynakların daha verimli kullanıldığı, çevresel kirliliğin ve tahribatın en az olduğu temiz bir büyümenin sağlanacağını vurgulamaktadır (World Bank, 2012).

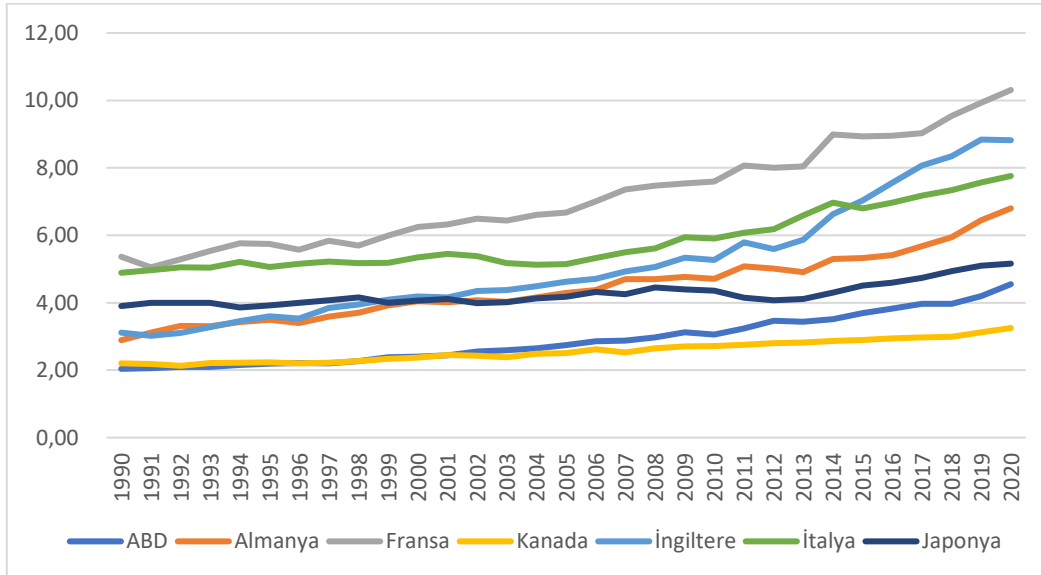
Yeşil büyüme enerjinin verimli kullanıldığı, daha çevre dostu olan enerji türlerinin kullanımının öncelendiği ve çevreyi daha az tahrip edecek teknolojinin geliştirildiği bir sürecin gelişimini arzulamaktadır. Bu açıdan bakıldığında bu ekonomik büyüme dönüşümünün tüm süreçlerde gerçekleştirilmesiyle daha yaşanabilir bir dünya arzusunun yolu açılmış olacaktır. Ancak günümüzde kullanılan enerji türlerinin çoğunlukla fosil yakıtlar oluşu, küreselleşme ve ekonomik gelişmenin doğurduğu yüksek enerji tüketimi düşünüldüğünde tüm dünya devletlerinin bu yeşil dönüşümü gerçekleştirecek daha cesur politikaları hayata geçirmesi son derece elzemdir. En nihayetinde daha düşük karbonlu üretimin gerçekleştirilmesinin ve çevresel tahribatın azaltılmasının yolu, yenilenebilir enerjinin kullanımının yaygınlaştığı, yeşil teknolojinin ve yeniliklerin geliştirildiği, enerjinin daha verimli kullanıldığı yeşil büyüme politikaları ile gerçekleşecektir.

G7 ülkeleri, dünya ekonomileri arasında önemli bir role sahiptir. Bu ülkeler aynı zamanda sürdürülebilir kalkınmanın temel taşlarından birisi olarak kabul edilmektedir. G7 ülkeleri ekonomik büyüme stratejilerini belirlerken çevresel etkileri minimize etmekte ve enerji verimliliğini artırma gibi sürdürülebilir kalkınma hedeflerini göz önünde bulundurmaktadır (Han, 2023: 4). Grafik 1 de G7 ülkelerinde enerji verimliliğinin gelişimi gösterilmektedir. Bu ülkeler arasında enerjiyi verimli kullanan ilk üç ülkenin sırasıyla İngiltere, İtalya ve Almanya olduğu görülmektedir. Bununla birlikte genel olarak bu ülkelerin enerji politikalarında önemli iyileştirmeler sağladığı ve enerji kullanımı açısından en verimli ekonomiler arasında yer aldıkları bilinmektedir.

Grafik 1. Enerji Verimliliğinin G-7 Ülkelerindeki Gelişimi (1990-2020)

Kaynak: OECD Stat.

Gelişmiş ekonomilerin birçoğunda dijitalleşme zirveye ulaşmış olsa da çevresel teknolojilerdeki iyileşmeye dünyanın iklimsel hedefleri açısından halen ihtiyaç duyulmaktadır. G7 ekonomileri, dünya çapındaki zenginliğin neredeyse %60'ını ve GSYİH'nin yaklaşık %50'sini elde etmektedirler. Bu nedenle bu ekonomiler küresel olarak enerjiyle ilgili emisyonlara büyük katkılar sağlamakta ve iklim eylemi hedeflerinin gerçekleştirilmesinde hayati bir role sahip olmaktadır (Zheng vd., 2023:2). Küresel GSYİH'nin yaklaşık %50'sine sahip olan bu ekonomilerin büyüme stratejilerinde yeşil teknolojileri artırarak küresel emisyon miktarını azaltacak yeşil büyüme hedeflerine yönelmesi son derece önemlidir. Bu bağlamda Grafik 2'de G7 ülkelerinde Yeşil Büyüme eğilimleri görülmektedir. Grafiği incelediğimizde Yeşil büyüme oranlarının en çok olduğu ülkelerin sırasıyla Fransa, İngiltere ve İtalya olduğu ve bu ülkelerin enerjiyi de en verimli kullanan ülkeler olduğu görülmektedir.

Grafik 2. G-7 Ülkelerinin Yeşil Büyüme Trendleri (1990-2020)

Kaynak: OECD Stat.

Literatürde yeşil büyüme alanında yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde; yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılmasına dayanan ve yeterli oranda çevre düzenlemeleri gerçekleştiren bir ülkenin enerji verimliliğini artırmadan yeşil ekonomik büyümeyi elde edemeyeceği varsayımı doğrulanmıştır (Dzwigol vd., 2023:2). Bu nedenle enerjinin verimli kullanılması yeşil büyümenin en önemli unsurunu oluşturmaktadır. Bu çalışma yeşil büyüme stratejisi çerçevesinde değerlendirilen değişkenlerin G-7 ülkelerinde enerji verimliliği üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. Bu bağlamda literatürde yeşil büyüme stratejisiyle enerji verimliliği arasındaki ilişkiyi doğrudan inceleyen birkaç çalışmadan birisidir. Çalışmada, enerji verimliliğini etkileyeceği düşünülen değişkenlerin sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında değerlendirilmesi dikkat çekici bir unsurdur. Ayrıca, yeşil büyüme stratejisinin temel unsurları olan yeşil teknoloji, yenilenebilir enerji arzı ve

kaynak verimliliği gibi değişkenlerin kullanılması, çalışmanın kapsayıcı bir yönünü temsil etmektedir. Çalışmanın giriş bölümünde yeşil büyüme ile enerji verimliliği ilişkisi açıklanırken, ikinci bölüm son yıllarda bu alanda yapılan çalışmaları incelemektedir. Çalışmanın üçüncü bölümünde yeşil büyümenin enerji verimliliği üzerindeki etkisini göstermeye çalıştığımız analiz yöntemleri ve elde edilen bulgulara ayrılmıştır. Son bölümde ise elde edilen bulguların sonuçları tartışılarak politika önerilerinde bulunulmuştur.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Çevresel kalite ve sürdürülebilir kalkınma politikalarını ampirik olarak araştıran çalışmalar literatürde oldukça geniş bir yer tutmaktadır. Buna karşın yeşil büyüme çalışmaları nispeten daha yeni bir alanı oluşturmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda ortaya çıkan son dönemin popüler konusu olan yeşil büyüme oldukça önemli bir konudur. Literatürde farklı faktörlerin yeşil büyüme üzerindeki etkisini araştıran çalışmalar yer almaktadır. Enerji verimliliği konusu yeşil büyüme sürecinde öne çıkan değişkenlerin başında gelmektedir. Bu çalışma yeşil büyüme ile yeşil teknolojilerin enerji verimliliği üzerindeki etkisini araştırmaktadır. Literatürdeki çalışmaların çoğunlukla yeşil büyüme değişkenini kullandığı göz önüne alındığında, çalışma bu yönü ile diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir. Ayrıca gerek ulusal gerekse uluslararası literatürde yenilenebilir enerji arzı değişkeninin enerji verimliliği üzerindeki etkisini G7 ülkeleri için araştıran çalışma bulunmamaktadır. Çalışmanın bu yönü ile de literatüre katkı sunacağı beklenmektedir. Öte yandan geçmiş ampirik çalışmalarda genel olarak yenilenebilir enerji tüketimi kullanıldığı gözlemlenmiştir. Bu bağlamda çalışmanın bu bölümünde yeşil büyüme, enerji verimliliği, teknolojik yenilik ile ilgili panel veri literatür özetine yer verilmiştir.

Hussain ve Dogan (2021), BRICS ekonomilerinde 1992-2016 yılları arasında CS-ARDL tekniğini kullanarak yenilenebilir teknolojilerdeki iyileşmenin ekolojik ayak izlerini olumsuz etkilediğini, dolayısıyla çevresel bozulmayı azalttığı sonucunu bulmuşlardır. Yu vd. (2021), Gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomilerde 2008-2018 yılları arasında veri zarflama analizi (DEA) yöntemini kullanarak, doğrudan yabancı yatırım ve imalatta yaygınlaşan teknolojinin enerji verimliliğini artırdığını tespit etmişlerdir.

Yao vd. (2021), Hindistan, Brezilya, ABD, Polonya, Fransa, Türkiye, İsrail ve İtalya' da 2000-2014 yılları arasında Süper-SBM modelini kullanarak, doğrudan yabancı yatırımların ve teknolojinin enerji verimliliğini artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Sohag vd. (2021), 1980-2016 yıllarını kapsayan dönemde OECD ekonomilerinde CS-ARDL tekniğini kullanarak yenilenebilir enerji ve teknolojik yeniliklerin yeşil büyüme üzerinde olumlu ve anlamlı etkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Shah vd. (2021), Çin'in 6 bölgesinde dışarıya yönelik doğrudan yabancı yatırımın enerji verimliliği üzerindeki etkisi tüm örneklerde olumlu olarak bulunmuştur. Yao vd. (2021), BRICS ülkeleri ve Next-11 ekonomilerinde 1995-2014 yılları arası dönemde DEA yöntemini kullanarak doğal kaynak kiralaları ve teknolojik yeniliklerin enerji verimliliği ve çevre kalitesini artırdığı sonucunu tespit etmişlerdir.

Wang ve Wang (2022), Çin'in bölgesel enerji verimliliğini değerlendirmek için DEA modelini kullanarak teknolojik ilerlemenin Çin'deki üç ana bölgede enerji verimliliği üzerinde belirgin olumlu etkileri olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Hussain vd. (2022), 2000-2020 yılları arasında yüksek gayri safi yurt içi hasılaya (GSYH) sahip ülkelerde yeşil teknolojinin yeşil büyümeyi önemli ölçüde artırdığını, enerji tüketiminin ise yeşil büyümeyi azalttığını tespit etmişlerdir. Akram vd. (2022), MINT ülkelerinde 1990-2014 yıllarında enerji verimliliği ve yenilenebilir enerjinin karbon emisyonlarını azalttığını göstermişlerdir. Su ve Gao (2022), yeşil çevre teknolojilerinin, çevresel düzenlemelerin ve finansal yeniliklerin yeşil ekonomik büyümeye olumlu ve önemli ölçüde katkısı olduğunu tespit etmişlerdir.

Mohsin vd. (2022), 1990 ile 2018 yılları arasında Batı Afrika Devletleri Ekonomik Topluluğu'nda (ECOWAS), veri zarflama analizi (DEA) tahmin yöntemi kullanarak yenilenebilir enerji kullanımı ve Ar-Ge'deki artışın yeşil ekonomik büyümeyi artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Luo ve Zhang (2022), yeşil düzenlemelerin yeşil ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir pozitif etkiye sahip olduğunu doğrulamışlardır. Yasmeeen vd. (2023), 1995-2020 yılları arasında OECD ülkelerinde çevre vergisinin ve yeşil teknolojinin enerji verimliliğini ve üretkenliğini artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Lee vd. (2023), Çin'in eyalet bölgelerinde 2010'dan 2018'e kadar olan dönemde yeşil finansın, yeşil teknoloji inovasyonunu ve enerji yapısı optimizasyonunu teşvik ederek enerji verimliliğini artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Qing vd. (2023), BRICS ekonomilerinde 2000-2019 yıllarını kapsayan dönemde parametrik olmayan (moment kantil regresyon yöntemi) regresyon tekniğini kullanarak enerji verimliliğinin karbon emisyonunu azaltarak çevresel sürdürülebilirliği artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Dzwigol vd. (2023), 2000-2020 yılları arasında AB ülkelerinde yenilenebilir enerji kullanımı ve enerji verimliliğindeki artışın yeşil ekonomik büyümeyi ilerlettiğini tespit etmişlerdir.

Zheng vd. (2023), 1990-2020 yılları arasında kapsayan dönemde parametrik olmayan (moment kantil regresyon yöntemi) regresyon tekniğini kullanarak G7 ülkelerinde enerji verimliliği, dijitalleşme ve çevreyle ilgili yeniliklerin sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azalttıklarını ve bu şekilde çevresel sürdürülebilirliği artırdıkları sonucuna ulaşmışlardır. Khan vd. (2023), 1990-2020 yılları arasında OECD ülkelerinde enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve teknolojinin yeşil ekonomik büyümenin pozitif belirleyicileri olduğunu doğrulamışlardır.

Anwar vd. (2024), 1996-2019 yılları arasında seçilmiş kırılma ülkelerde yeşil inovasyonun ve finansal kalkınmanın yeşil ekonomik büyümeye olumlu etkisinin bulunduğunu göstermişlerdir. Chhabra vd. (2024), yenilenebilir enerji kullanımındaki artışın gelişmekte olan ekonomilerde yeşil ekonomik büyümeyi artırdığı sonucunu bulmuşlardır.

2. MODEL VE DEĞİŞKEN TANIMLAMA, METODOLOJİ VE AMPİRİK BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde ilk olarak tahmin edilen model hakkında bilgilere yer verilmiştir. İkinci olarak ise modelde kullanılan değişkenler açıklandıktan sonra metodolojik arka plan ile ilgili açıklamalar yapılmıştır. Bu bölümde son olarak ise, çalışmada kullanılan değişkenler arasındaki ilişkiyi tespit edebilmek için uygulanan ampirik analizden elde edilen bulgular tartışılmıştır.

2.1. Model ve Değişken Tanımlama

Bu çalışma yeşil büyüme stratejisini etkilediği düşünülen değişkenlerin G-7 ülkelerinde enerji verimliliği üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. Çalışmada 1990-2020 dönemleri arası yıllık verilerden faydalanılmıştır. Enerji verimliliği hem büyüme süreçleri hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından oldukça önemli bir konudur. Bu kapsamda sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda enerji verimliliği üzerinde etkili olabileceği düşünülen değişkenler çalışmada kullanılan modele dâhil edilmiştir. Yeşil büyüme, yeşil teknoloji olarak kabul edilen çevre ile ilgili teknolojiler, yenilenebilir enerji arzı ve kaynak verimliliği değişkenlerinin enerji verimliliği üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenlerin enerji verimliliği üzerindeki etkilerinin pozitif yönde olması beklenmektedir. Tablo 1’de modele dâhil edilen değişkenler hakkında detaylı bilgilere yer verilmektedir.

Tablo 1. Değişken Tanımları ve Açıklamaları

Değişkenler	Tanımlamalar ve Ölçüm	Kaynak
Enerji Verimliliği (lnEV)	Enerji Verimliliği, (Birim başına ABD Doları GSYİH, 2015)	OECD Stat
Yeşil Büyüme (lnEB)	Üretim dayalı CO2 üretkenliği (Kişi başı GSYİH enerjisiyle ilgili CO2 emisyonu) (Kilogram başına ABD doları, 2015)	OECD Stat
Yeşil Teknoloji (logYT)	Çevre ile ilgili Patent Sayısı	OECD Stat
Yeşil Enerji Üretimi (logYEA)	Yenilenebilir Enerji Arzı (Toplam Enerji Arzının %)	OECD Stat
Kaynak Verimliliği (logKV)	ABD Doları/kg	Global Material Flows Database

Çalışmanın fonksiyonu ve modeli aşağıdaki şekildedir;

Enerji verimliliği = f (kaynak verimliliği, yeşil enerji arzı, yeşil büyüme, çevresel teknoloji)

$$\log EV_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \log YB_{i,t} + \beta_2 \log KV_{i,t} + \beta_3 \log YT_{i,t} + \beta_4 \log YEA_{i,t} + u_{i,t} \quad (1)$$

Çalışmada kullanılan değişkenlerin tamamının doğal logaritmik dönüşümleri kullanılmıştır.

2.2. Metodoloji

2.2.1. Yatay Kesit Bağımlılığı ve Heterojenlik Testi

Yatay kesit bağımlılığı panel veri analizleri için oldukça önemli ilk adım testi olarak kabul edilmektedir. Küreselleşmenin beraberinde getirdiği artan ekonomik entegrasyon ve ticaret engellerinin azalması neticesinde yatay kesit bağımlılığının etkisi giderek artmaktadır (Tufail vd., 2022). Panel veri analizlerinde yatay kesit bağımlılığının göz ardı edildiği çalışmalardan elde edilen sonuçlar sapmalı, tutarsız ve yanıltıcı olabilmektedir (Westerlund ve Edgerton, 2007). Çalışmada yatay kesit bağımlılığının olup olmadığını belirlemek için

Breusch-Pagan testi kullanılmıştır. Denklem 2'de yatay kesit bağımlılığı testlerinde kullanılan standart denklemin özeti gösterilmektedir;

$$CSD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)N} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{K=i+1}^N \widehat{Corr}_{i,t} \right)} \quad (2)$$

Panel veri analizlerinde yatay kesit bağımlılığı kadar önemli olan bir diğer tanısal test eğim katsayılarının heterojenliğinin belirlenmesidir. Eğim katsayılarının heterojenliğini araştırmak için Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Delta testi kullanılmıştır. Eğim katsayılarının heterojenliğini araştırmada kullanılan denklemler şu şekildedir;

$$\hat{\Delta} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}S\% - k}{\sqrt{2k}} \right) \text{ ve } \hat{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}S\% - 1}{\sqrt{\frac{2k(T-k-1)}{T+1}}} \right) \quad (3)$$

2.2.2. İkinci Nesil Birim Kök Testi

Değişkenlerin durağan hale gelmesi katsayı tahmininin yapılabilmesi için oldukça önemlidir. Bu bağlamda çalışmada kullanılan modelin yatay kesit bağımlılığı içermesinden dolayı ikinci nesil birim kök testi olan CADF testi kullanılmıştır. Bu test Pesaran (2007) tarafından geliştirilmiştir. CADF test istatistiklerini hesaplamak için kullanılan denklem aşağıdaki gibidir;

$$\Delta Y_{it} = \pi_i + \theta_i y_{i,t-1} + \gamma_i \bar{y}_{t-1} + \Psi_i \Delta \bar{y}_t + \mu_{it} \quad (4)$$

Denklem 4'e gecikme terimi eklendiğinde yeni denklem aşağıdaki gibi olmaktadır;

$$\Delta Y_{it} = \pi_i + \theta_i y_{i,t-1} + \gamma_i \bar{y}_{t-1} + \sum_{j=0}^p \Psi_{ij} \Delta \bar{y}_{t-j} + \sum_{j=1}^p \delta_{ij} \Delta y_{i,t-j} + \mu_{it} \quad (5)$$

Denklemde \bar{y}_{t-j} ve $\Delta y_{i,t-j}$ gecikmeli seviye ortalamalarını ve aynı zamanda yatay kesitler için birinci farkı temsil etmektedir.

2.2.3. İkinci Nesil Eş-Bütünleşme Testi

Çalışmada Westerlund (2007) tarafından geliştirilen eşbütünleşme tahmincisi kullanılmıştır. Bu test eğimdeki, belirleme katsayısındaki ve ilgili hatalardaki değişimi açıklamaktadır. Bu tahminci, yatay kesit bağımlılığının var olduğu durumlarda heterojen panel veriler üzerinde tutarlı ve güvenilir sonuçlar vermektedir. Ayrıca bu test, eşbütünleşmenin olup olmadığını test etmek için dört farklı şekilde hata düzeltmeli istatistiklerle hesaplanmaktadır. Westerlund (2007) testinin istatistikleri dört denklemden oluşmaktadır ve aşağıdaki şekildedir;

$$G_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N \frac{\alpha'_i}{SE(\alpha'_i)} \quad (6)$$

$$G_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N \frac{T \alpha'_i}{\alpha'_i(1)} \quad (7)$$

$$P_t = \frac{\alpha'}{SE(\alpha')} \quad (8)$$

$$P_a = T \alpha' \quad (9)$$

Pt ve Pa, panel ortalama istatistiklerini temsil etmektedir (tüm panel tek bir ülke gibi dikkate alınarak havuzlanmış verilerle hesaplama yapmaktadır). Gt ve Ga test istatistikleri ise grup ortalaması (yatay kesitlerin ortalaması) istatistiklerini de temsil etmektedir.

2.2.4. CS-ARDL Tahmincisi

Çalışmada değişkenler arasındaki ilişkiyi tespit edebilmek için hem CD'yi dikkate alan hem de heterojenliği düzelten CS-ARDL tahmincisi kullanılmıştır. CS-ARDL'nin CD'nin varlığı ve heterojen katsayıların varlığında elde edilen sonuçları, ortalama grup (MG), havuzlanmış ortalama grup (PMG) ve artırılmış ortalama grup (AMG) tahmincilerinde gözlemlenen bulgulara göre daha güvenilirdir (Adebayo ve Rjoub, 2021; Wang vd., 2021). CS-ARDL tahmincisinin hesaplamaları dinamik ortak ilişkili etkilere dayanmaktadır. CS-ARDL için kullanılan denklem şu şekildedir;

$$W_{i,t} = \sum_{l=0}^{p_w} I_{i,l} W_{i,t-l} + \sum_{l=0}^{p_z} \beta_{i,l} Z_{i,t-l} + \varepsilon_{i,t} \quad (10)$$

Yatay kesit bağımlılığının var olduğu koşullarda 10 numaralı eşitlik Otoregresif Dağıtılmış Gecikme (ARDL) modelini göstermektedir. Uzun vadeli CS-ARDL katsayısı tahmin edicileri, belirlenmesi gereken kısa vadeli CS-ARDL tahmin edicisine dayanmaktadır. Uzun dönem katsayıları ve ortalama grup tahmincisini hesaplamak için kullanılan denklemler ise şu şekilde gösterilmektedir (Chudik vd., 2016);

$$\bar{\pi}CS - ARDL, i = \frac{\sum_{l=0}^{p_z} \hat{\beta}_{l,i} p^w}{1 - \sum_{l=0}^{p_z} \hat{\gamma}_{l,i}} \hat{\gamma}_{l,i} \quad (11)$$

$$\hat{\pi}M, G = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{\pi} i \quad (12)$$

$$\Delta W_{i,t} = \vartheta_i [W_{i,t} - \pi_i Z_{i,t}] - \sum_{l=0}^{p_w-1} \gamma_{l,i} \Delta_l W_{i,t-1} + \sum_{l=0}^{p_z} \beta_{l,i} \Delta_l Z_{i,t} + \sum_{l=0}^{p_x} \alpha'_{l,i} \bar{X}_t + \varepsilon_{i,t} \quad (13)$$

$$\hat{T}_i = -(1 - \sum_{l=1}^{p_w} \hat{\gamma}_{l,i}) \quad (14)$$

2.3. Ampirik Bulgular

Tablo 2. Özet İstatistikler

Değişkenler	Gözlem	Ortalama	Stn.	Minimum	Maksimum
LogEV	217	3.959328	0.1546396	3.612129	4.252684
LogYB	217	0.6305417	0.170546	0.3096302	1.013259
LogKV	217	5.45811	1.059582	0.30103	6.464911
LogYT	217	3.13607	0.5195406	2.156791	4.023488
LogYEA	217	0.7677234	0.3600807	-0.3187588	1.290925

Not: İlgili bütün istatistikler "Stata 15" paket programından elde edilmiştir.

Tablo 2'de gözlem sayısının 217 olduğu görülmektedir. Bu gözlem sayısının panel veri analizi uygulamak için yeterli olduğuna karar verilmiştir. Minimum değer LogYEA değişkenine aittir. Maksimum değer ise LogKV değişkeninde olduğu tespit edilmiştir. Tablo 3 değişkenler arasındaki korelasyon ilişkisini göstermektedir.

Tablo 3. Korelasyon Matrisi

	LogEV	LogYB	LogKV	LogYT	LogYEA
LogEV	1				
LogYB	0.8497	1			
LogKV	0.3227	0.2716	1		
LogET	0.1246	-0.0128	0.1235	1	
LogYEA	-0.1266	0.0970	-0.3260	-0.1367	1

Değişkenler arasındaki korelasyon ilişkisi incelendiğinde, yeşil büyüme (LogYB) ile enerji verimliliği (LogEV) değişkenleri arasında 0.8497 oranında bir korelasyon ilişkisi tespit edilmiştir. Yeşil büyüme ve enerji verimliliği değişkenleri arasındaki doğru yönlü ilişkinin varlığından dolayı bu korelasyon ilişkisi beklenen bir sonuçtur. Bu değişkenler dışında çalışmada yüksek bir korelasyon ilişkisine rastlanamamıştır.

Tablo 4. Değişkenlere Özgü Yatay Kesit Bağımlılığı Sonuçları

Değişkenler	LM _{BP}		Pesaran LM		LM _{adj}		Pesaran CD	
	İstatistik	p-değ.	İstatistik	p-değ.	İstatistik	p-değ.	İstatistik	p-değ.
logEV	552.964	0.000	82.083	0.000	81.967	0.000	23.453	0.000
logYB	579.218	0.000	86.134	0.000	86.018	0.000	24.032	0.000
logKV	37.921	0.013	2.610	0.009	2.494	0.012	0.770	0.441
logYT	616.880	0.000	91.946	0.000	91.829	0.000	24.835	0.000
logYEA	358.682	0.000	52.105	0.000	51.988	0.000	13.654	0.000

Değişkenlere ait yatay kesit bağımlılığı testi sonuçlarına bakıldığında, T>N dikkate alınarak değişkenlerin tamamında H₀ hipotezi reddedilerek yatay kesit bağımlılığının varlığı kabul edilmiştir. Tablo 5 panelin tamamı için yatay kesit bağımlılığı ve aynı zamanda homojenlik testi sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 5. Panel Yatay Kesit Bağımlılığı Sonuçları

Panel Yatay Kesit Sonuçları		
Tes	İstatistik	p-değeri
LM	60.98	0.000***
LMadj	15.95	0.000***
LM _{CD}	2.783	0.005**
Homojenlik Testi Sonuçları		
	Delta	p-değeri
	15.908	0.000***
adj.	17.714	0.000***

Not: *** %1 önem düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 5'in ilk kısmı panelin yatay kesit bağımlılığı sonuçlarını göstermektedir. Sonuçlara göre panelin tamamı için sıfır hipotezi reddedilmiştir. Böylece yatay kesit bağımlılığının varlığı kabul edilmiştir. Tablo 5'in ikinci kısmında ise eğim katsayılarının homojen olup olmadığını araştıran test sonuçları yer almaktadır. Sonuçlara bakıldığında "Eğim Katsayıları Homojen'dir" şeklindeki boş hipotez reddedilerek eğim katsayılarının heterojen olduğu sonucuna karar verilmiştir.

Tablo 6. İkinci Nesil Birim Kök Test Sonuçları

Değişken	Seviyede		Birinci Fark	
	Sabit	Sabit+Trend	Sabit	Sabit.+Trend
lnYB	[-1.191](0.117)	[-0.584](0.280)	[-6.908](0.000***)	[-5.674](0.000***)
lnEV	[0.402](0.656)	[-1.964](0.025**)	-	-
lnKV	[-1.519](0.064*)	[-2.283](0.011**)	-	-
lnYT	[-3.577](0.000***)	[-1.987](0.023**)	-	-
lnYEA	[-2.510](0.994)	[0.927](0.823)	[-5.146](0.000***)	[-4.881](0.000***)

Not: **, *** sırası ile %5 ve %1 önem düzeyini ifade etmektedir. Gecikme uzunluğu 1 olarak belirlenmiştir.

Tablo 6'da gösterilen ikinci nesil birim kök testi sonuçlarına göre, bağımlı değişken olan yeşil büyüme (lnYB) ve bağımsız değişkenlerden yenilenebilir enerji arzı (lnYEA) değişkenlerinin I(1) düzeyinde durağan hale geldiği gözlemlenmiştir. Buna karşın diğer bağımsız değişkenlerin tamamının I(0) düzeyinde durağan olduğu tespit edilmiştir. Birim kök testinin ardından değişkenler arasındaki eş-bütünleşme ilişkisi araştırılmıştır. Tablo 7 Westerlund eş-bütünleşme test istatistiğinden elde edilen sonuçları göstermektedir.

Tablo 7. Eşbütünleşme Sonuçları

İstatistik	Değer	z-değeri	p-değeri	Robust p-değeri
Gt	-3.025	-1.605	0.054	0.000***
Ga	-12.070	0.306	0.620	0.000***
Pt	-8.365	-2.475	0.007	0.000***
Pa	-11.891	-0.902	0.184	0.000***

Not: *** %1 önem düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir. Uygun gecikme uzunluğu AIC bilgi kriterine göre 1 olarak belirlenmiştir.

Çalışmada tahmin edilen modelde yatay kesit bağımlılığı var olduğundan Westerlund eş-bütünleşme testinin robust seçeneği kullanılmıştır. Bu bağlamda robust p-değeri sonuçlarına göre değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi yoktur şeklindeki boş hipotez reddedilmiştir. Bu doğrultuda değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı kabul edilmiştir. Tablo 8'de uzun dönem katsayı tahmin sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 8. CS-ARDL Sonuçları

Kısa Dönem Sonuçları			
Değişkenler	Katsayı	Stn. Hata	p-değeri
LogEP	-0.224	0.065	0.001**
LogYB	0.0224	0.098	0.022*
LogKV	-0.002	0.0007	0.002**
LogYT	-0.038	0.026	0.142
LogYEA	0.0445	0.038	0.243
ECM(Hata Düzeltme Katsayısı)	-1.224	0.065	0.000***

Uzun Dönem Sonuçları			
LogYB	0.200	0.087	0.022*
LogKV	-0.001	0.0005	0.001**
LogYT	-0.032	0.201	0.106
LogYEA	0.0401	0.033	0.227

Not: **** %1 önem düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 8'de hata düzeltme katsayısının (-1.224) %1 önem düzeyinde anlamlı olduğu gözlemlenmiştir. Hata düzeltme katsayısının negatif ve anlamlı olması beklenir. Hata düzeltme terimi dengede meydana gelen herhangi bir sapma durumunda uzun dönemde ne kadar süre zarfında tekrar dengeye döndüğünü ifade etmektedir. Çalışmada hata düzeltme teriminin 1'den büyük olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuç uzun dönem dengesine tekrar dönerken dalgalı bir patika izlendiği anlamına gelmektedir. Kısa dönem katsayı sonuçları, enerji verimliliği değişkeninin gecikmeli değerinde meydana gelen %1'lik bir artışın kendisini %0.224 oranında azalttığını göstermektedir. Öte yandan Yeşil büyüme (LogYB) değişkeninde oluşan %1 oranındaki artışın enerji verimliliğini (LogEV) %0.0022 oranında artırdığı tespit edilmiştir. Kaynak verimliliğinde (LogKV) meydana gelen %1'lik bir artışın ise enerji verimliliğinde %0.002 oranında bir azalmaya yol açtığı görülmüştür. Yeşil teknoloji ve yenilenebilir enerji arzı değişkenlerinin ise bağımlı değişken ile arasında kısa dönemde istatistiki olarak anlamlı bir ilişkiye rastlanamamıştır.

Uzun dönem katsayı sonuçlarını incelediğimizde, yeşil büyümede meydana gelen %1 oranındaki artışın enerji verimliliğinde %0,2 oranında bir artış meydana getirdiği tespit edilmiştir. Kaynak verimliliğinde meydana gelen %1'lik bir artışın ise enerji verimliliğini %0.001 oranında azalttığı gözlemlenmiştir. Yeşil teknoloji ve yeşil enerji arzı değişkenlerinin bağımlı değişken ile arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

SONUÇ VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Ekonomik büyüme, ülkelerin kalkınma hedefleri ve çevresel sürdürülebilirlik arasında denge kurma çabaları, yeşil büyüme düşüncesinin önemine dikkati çekmektedir. Yeşil büyüme yaklaşımının temelinde ekonomik kalkınmanın yanı sıra doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve çevresel iyileştirmelerin gerçekleştirilmesi yatmaktadır. Bu doğrultuda yeşil teknoloji ve yeşil enerji arzı gibi alanlarda yapılan akademik çalışmalar, ekonomik büyümeye ek olarak çevresel sürdürülebilirliği de dikkate alan bir kalkınma modeli yaklaşımının oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmada yeşil büyüme sürecini etkileyen değişkenlerin enerji verimliliği üzerindeki etkileri G-7 ülkeleri özelinde araştırılmıştır. 1990-2020 arası dönemde yıllık veriler kullanılmıştır. Enerji verimliliği yeşil büyüme düşüncesinin en önemli hedeflerinden birisini oluşturmaktadır. Bu bağlamda sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında enerji verimliliğini etkileyeceği öngörülen yeşil büyüme, yeşil çevre ile ilgili teknolojiler, yenilenebilir enerji arzı ve kaynak verimliliği değişkenleri modele dahil edilmiştir. Ampirik uygulama sonucunda ulaşılan bulgulara göre yeşil büyümenin enerji verimliliği üzerinde pozitif etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Buna karşın kaynak verimliliğinin enerji verimliliğini azalttığı yönde bir sonuca ulaşılmıştır. Yeşil teknoloji ve yeşil enerji arzı değişkenlerinin ise bağımlı değişken ile arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Ampirik bulgulara göre yeşil büyüme enerji verimliliğini artırmaktadır. Bu bulgu beklenen bir sonuçtur. Yeşil büyüme düşüncesinde enerji verimliliği oldukça önemlidir. Dolayısı ile yeşil büyüme sürecinin etkinliği ve hedeflerinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için çevre dostu teknolojilere yatırım yapılması kritik bir öneme sahiptir. Bu nedenle yeşil teknolojilerin araştırma, geliştirme ve yenilik süreçlerini teşvik etmek ülkelerin ilk önceliği olmalıdır. Ayrıca bu teknolojilerin ticarileştirilmesi son derece önemlidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması ülkelerin enerji verimliliğinin ve enerji güvenliğinin sağlanması açısından çok önemlidir. Dolayısı ile yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi için gerekli uygulamalar hayata geçirilmelidir. Bu tarz uygulamaların hayata geçirilebilmesi adına finansal destek, teşvik paketleri ve vergi düzenlemeleri geliştirilmelidir. Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik yatırımlar için vergi indirimleri, uygun faizli krediler ve hibe programları gibi unsurlar teşvik edici uygulamalar olabilecektir.

Kaynak verimliliğinde meydana gelen artışın enerji verimliliğini azalttığı gözlemlenmiştir. Bu sonuç literatür ile uyumlu değildir. Bu sonucun muhtemel nedenleri olabilir. Kaynak verimliliğinde oluşan artış, ekonomik dengelere birçok farklı açıdan etki edebilir. Bu durum ise enerji verimliliği üzerinde beklenmedik ve ters etkilere neden olabilir. Kaynak verimliliğindeki oluşan artış, enerji kullanımının artırılmasına yol açan nispeten daha ucuz üretim yöntemlerinin benimsenmesini teşvik edebilir. Dolayısı ile kaynak verimliliğinin artması enerji verimliliğinde azalışa neden olabilir. Ayrıca bazı sektörlerde veya endüstrilerde kullanılan kaynağın verimliliğinde meydana gelen artış, beraberinde enerji verimliliğinin azalmasına neden olabilecek

yeni teknolojik süreçleri veya ekipmanları içerebilir. Bu bağlamda kaynak verimliliğindeki artışın enerji verimliliğindeki etkisinin pozitif olmasını sağlayacak uygulamalar geliştirilmelidir. Kaynak verimliliğini artırırken aynı zamanda enerji verimliliğini artırabilmek adına yenilikçi teknolojiler için yatırım yapılması önemli bir noktadır. Politika yapımcılar, bu teknolojilerin araştırma ve geliştirme çalışmalarını teşvik ederek bu yöndeki uygulamalara destek vermelidirler. Dolayısıyla kaynak verimliliğindeki artışın enerji verimliliği üzerindeki olumsuz etkilerini azaltacak ve daha sürdürülebilir bir enerji politikasını oluşturacak her türlü yatırımları teşvik etmek yerinde olacaktır.

Çevre ile ilgili teknolojiler, yeşil enerji arzı değişkenlerinin enerji verimliliği ile arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Elde edilen bu bulgu da kaynak verimliliği değişkeni gibi literatürde beklenmeyen bir sonuçtur. Böyle bir durum ile karşılaşılmasının olası nedenleri bulunabilir. Bu sonuç çevresel teknoloji ve yeşil enerji arzı alanlarında yetersiz yatırım ve inovasyon olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca bu alanlardaki gelişmelerin yetersiz olması, enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik alanlarına etkili bir şekilde katkı sağlayamamasından kaynaklanabilir. Katı çevresel düzenlemeler ve yasal engeller bu alandaki yatırımları azaltarak kirlilik sığınağı hipotezini geliştirerek çevresel düzenlemelerin katı olmadığı bölgelere kaymasına neden olarak yeşil teknoloji ve yeşil enerji arzının gelişimini engelleyebilir. Bu bağlamda politika yapımcılar, bu engelleri hafifleterek yeşil teknolojik gelişimi ve yeşil enerji için gerekli olan yatırımları teşvik edebilir ve gerekli düzenlemeleri yapabilirler. Ayrıca maliyet unsuru bu noktada çok önemlidir. Yüksek maliyetler yeşil teknoloji ve yeşil enerji arzı uygulamalarının geliştirilmesini etkileyebilir. Bu doğrultuda politika yapımcılar, bu faktörler üzerinde geniş bir değerlendirme yaparak mali teşvikler veya ekonomik teşvikler sağlamalıdır. Söz konusu bu politika önerileri, yeşil teknoloji ve yeşil enerji arzının gelişimini teşvik etmek ve sürdürülebilir bir enerji geleceği için önemli adımlar atmak için kullanılabilir. Ayrıca sürdürülebilir bir kalkınma için gerekli olan uygulamaların hayata geçirilerek gelecek nesillerin de doğal kaynaklardan faydalanma şansını koruması açısından önemlidir.

Bu çalışma sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda ortaya çıkan yeşil ekonomi düşüncesinden hareket ederek, enerji verimliliğinin belirleyicileri üzerine ampirik bir inceleme yaparak literatüre katkıda bulunmaktadır. Buna ek olarak devam eden akademik çalışmalar için önerilerde bulunulabilir. Yeşil teknoloji, yeşil enerji arzı ve diğer değişkenlerin sektörel düzeyde etkilerini gözlemleyebilmek için sektörel analizler yapılabilir. Örneğin, enerji sektörü, endüstriyel sektör, ulaşım sektörü gibi farklı sektörlerin yeşil teknoloji ve yeşil enerji arzı üzerindeki etkileri incelenerek bu yöndeki gelişmeler ve gelecekteki durum hakkında fikir sahibi olunabilir.

KAYNAKÇA

- Akram, R., Umar, M., Xiaoli, G., & Chen, F. (2022). Dynamic linkages between energy efficiency, renewable energy along with economic growth and carbon emission. A case of MINT countries an asymmetric analysis. *Energy Reports*, 8, 2119-2130.
- Allen, Cameron ve Clouth, Stuart (2012). "Green Growth, and Low-Carbon Development history, definitions and a guide to recent publications". A guidebook to the Green Economy. Issue 1: Green Economy, UN Division for Sustainable Development, UNDESA ((UNDESA).
- Anwar, A., Huong, N. T. T., Sharif, A., Kilinc-Ata, N., Çitil, M., & Demirtaş, F. (2024). Is a green world real or a dream? A look at green growth from green innovation and financial development: Evidence from fragile economies. *Geological Journal*, 59(1), 98-112.
- Aşıcı, Ahmet Atıl ve Şahin, Ümit (2012). *Yeşil Ekonomi*. 1. Basım. İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi.
- Bowen, A., & Hepburn, C. (2014). Green growth: an assessment. *Oxford Review of Economic Policy*, 30(3), 407-422.
- Breusch, T.S. and Pagan, A.R., (1980) The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics. *The Review of Economic Studies*. Vol. 47. No. 1. Econometrics Issue. pp. 239-253.
- Chhabra, M., Agarwal, M., & Giri, A. K. (2024). Does renewable energy promote green economic growth in emerging market economies?. *International Journal of Energy Sector Management*.
- Dale, G., Mathai, M. V., & de Oliveira, J. A. P. (Eds.). (2016). *Green growth: ideology, political economy and the alternatives*. Bloomsbury Publishing.
- Dzwigol, H., Kwilinski, A., Lyulyov, O., & Pimonenko, T. (2023). The role of environmental regulations, renewable energy, and energy efficiency in finding the path to green economic growth. *Energies*, 16(7), 3090.
- Han, A. (2023). G7 Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Asimetrik Panel Nedensellik Analizi ile İncelenmesi: G7 Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *International Journal of Educational and Social Sciences*, 2(2), 1-16.
- Hussain, M., & Dogan, E. (2021). The role of institutional quality and environment-related technologies in environmental degradation for BRICS. *Journal of Cleaner Production*, 304, 127059.
- Hussain, Z., Mehmood, B., Khan, M. K., & Tsimisaraka, R. S. M. (2022). Green growth, green technology, and environmental health: evidence from high-GDP countries. *Frontiers in Public Health*, 9, 816697.
- ILO. (2015). *Yeşil Ekonomide İnsana Yakışır İşler: Türkiye'den İyi Örnekler Vaka Çalışması*. ILO Office for Turkey: Ankara.
- Kasztelan, A. (2017). Green Growth, Green Economy and Sustainable Development: Terminological and Relational Discourse. *Prague Economic Papers*, 26(4), 487-499.
- Küçük, G., Aksel, E. (2020). *Yeşil Ekonomi: Kavram ve Dinamikler*. Duran, M.S (Ed.), *Sürdürülebilir Kalkınma ve Büyüme Sürecinde Yeşil Ekonomi*. 1. Basım., Ekin Basın Yayın Dağıtım. Bursa.
- Lee, C. C., Wang, C. S., He, Z., Xing, W. W., & Wang, K. (2023). How does green finance affect energy efficiency? The role of green technology innovation and energy structure. *Renewable Energy*, 219, 119417.
- Luo, S., & Zhang, S. (2022). How R&D expenditure intermediate as a new determinants for low carbon energy transition in Belt and Road Initiative economies. *Renewable Energy*, 197, 101-109.
- Mohsin, M., Taghizadeh-Hesary, F., Iqbal, N., & Saydaliev, H. B. (2022). The role of technological progress and renewable energy deployment in green economic growth. *Renewable Energy*, 190, 777-787.
- OECD, "The Green Growth Strategy: Implementing our commitment for a sustainable future", 2011.
- OECD. (2002). *Green Growth and Developing Countries: A Summary for Policy Makers*. Erişim Adresi: <https://www.oecd.org/dac/50526354.pdf>, (10.04.2022).
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of crosssection dependence. *J. Appl. Econ. Chichester*. Engl. 22 (2), 265-312. doi:10.1002/JAE.951
- Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of econometrics*, 142(1), 50-93.
- Qing, L., & Abd Alwahed Dagestani, R. S. Dongphil Chun. 2022. " Novel research methods to evaluate renewable energy and energy-related greenhouse gases: evidence from BRICS economies.". *Economic Research-Ekonomiska Istraživanja*, 1-17.
- Rehman Khan, S. A., Yu, Z., Ridwan, I. L., Irshad, R., Ponce, P., & Tanveer, M. (2023). Energy efficiency, carbon neutrality and technological innovation: a strategic move towards green economy. *Economic research-Ekonomiska istraživanja*, 36(2).
- Shah, W. U. H., Hao, G., Yasmeen, R., Kamal, M. A., Khan, A., & Padda, I. U. H. (2022). Unraveling the role of China's OFDI, institutional difference and B&R policy on energy efficiency: a meta-frontier super-SBM approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(37), 56454-56472.
- Sohag, K., Husain, S., Hammoudeh, S., & Omar, N. (2021). Innovation, militarization, and renewable energy and green growth in OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 36004-36017.
- Su, Y., & Gao, X. (2022). Revealing the effectiveness of green technological progress and financial innovation on green economic growth: The role of environmental regulation. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(48), 72991-73000.

- Tufail, M., Song, L., Umut, A., Ismailova, N., Kuldasheva, Z., (2022). Does financial inclusion promote a green economic system? Evaluating the role of energy efficiency. *Econ. Res.-Ekonomika Istrazivanja* 1–21.
- United Nations Environment Programme [UNEP] (2011). *Towards A Green Economy: Pathwaysto Sustainable Development and Poverty Eradication - A Synthesis for Policy Makers*, İnternetAdresi: www.unep.org/greeneconomy
- Wang, Z., & Wang, X. (2022). Research on the impact of green finance on energy efficiency in different regions of China based on the DEA-Tobit model. *Resources Policy*, 77, 102695.
- Weng, Q, Xu, H. ve Ji, Y. (2018). Growing a green economy in China. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, (121), 1-7.
- Westerlund, J., & Edgerton, D. L. (2007). A panel bootstrap cointegration test. *Economics letters*, 97(3), 185-190.
- World Bank, (2012). *Inclusive Green Growth: The Pathway to Sustainable Development*. Washington: DC: World Bank.
- Yao, X., Yasmeen, R., Hussain, J., & Shah, W. U. H. (2021). The repercussions of financial development and corruption on energy efficiency and ecological footprint: evidence from BRICS and next 11 countries. *Energy*, 223, 120063.
- Yao, Xing; Shah, Wasi Ul Hassan; Yasmeen, Rizwana; Zhang, Yongzhong; Kamal, Muhammad Abdul; Khan, Anwar (2020). The impact of trade on energy efficiency in the global value chain: A Simultaneous Equation Approach. *Science of The Total Environment*, (), 142759–. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.142759
- Yasmeen, R., Zhang, X., Tao, R., & Shah, W. U. H. (2023). The impact of green technology, environmental tax and natural resources on energy efficiency and productivity: Perspective of OECD Rule of Law. *Energy Reports*, 9, 1308-1319.
- Yu, M., Zhou, Q., Cheok, M. Y., Kubiczek, J., & Iqbal, N. (2022). Does green finance improve energy efficiency? New evidence from developing and developed economies. *Economic Change and Restructuring*, 1-25.
- Zheng, L., Yuan, L., Khan, Z., Badeeb, R. A., & Zhang, L. (2023). How G-7 countries are paving the way for net-zero emissions through energy efficient ecosystem?. *Energy Economics*, 117, 106428.