

Enerji Yoğunluğu ve Finansal Özgürlüklerin Yenilenebilir Enerji Tüketimi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi: Bir Panel Veri Analizi

Examining The Impact of Energy Intensity and Financial Freedom on Renewable Energy Consumption: A Panel Data Analysis

Serkan ŞAHİN^{ID} ^a

^aTarsus Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, Mersin, Türkiye. serkansahin@tarsus.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ	ÖZET
Anahtar Kelimeler: Enerji yoğunluğu Finansal özgürlük Yenilenebilir enerji Doğrudan yabancı yatırımlar İnsani gelişme Gönderilme Tarihi 15 Şubat 2025 Revizyon Tarihi 13 Haziran 2025 Kabul Tarihi 20 Haziran 2025 Makale Kategorisi: Araştırma Makalesi	Amaç – Yenilenebilir enerji kullanımının artırılması, çevre sağlığını koruyan sürdürülebilir bir ekonomik büyümenin sağlanması açısından önemli görülmektedir. Ancak yenilenebilir enerji yatırımlarının yüksek hacimli fonlama gerektirmesi, finansman maliyetlerinin yüksekliği ve geri ödeme sürelerinin uzunluğu yenilenebilir enerjilerin üretimini dolayısıyla kullanımını önemli ölçüde kısıtlayabilmektedir. Finansal özgürlükler, bankaların verimliliklerini artırarak fonlama maliyetlerinin daha düşük olmasını sağlayabilmektedir. Yüksek hacimli yatırım gerektiren yenilenebilir enerji projelerinin finansmanında işletmelerin düşük maliyetli fonlara erişiminin sağlanması yenilenebilir enerji yatırımlarını dolayısıyla kullanımını artırabilmektedir. Enerji yoğunluğunun yüksek olması enerji talebinin konvansiyonel enerji kaynaklarından karşılanmasına dolayısıyla yenilenebilir enerjiye olan talebin azalmasına yol açabilmektedir. Bu çalışmanın amacı enerji yoğunluğunun ve finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisinin incelenmesi olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda küresel ölçekte yenilenebilir enerji tüketimiyle öne çıkan 13 ülkede enerji yoğunluğu ve finansal özgürlüklerin etkileri incelenmiştir. Yöntem – Söz konusu ilişkinin incelenmesinde yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde etkili olabileceği düşünülen doğrudan yabancı yatırımlar ve insani gelişme kontrol değişkenleri olarak araştırma modeline dâhil edilmiştir. Çalışma kapsamında serilerin farklı düzeylerde entegre olmaları sebebiyle enerji yoğunluğunun ve finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji kullanımı üzerindeki etkisi PMG-ARDL analizi yardımıyla incelenmiştir. Bulgular – Yürütülen analizler neticesinde ulaşılan bulgular, finansal özgürlüklerin ve insani gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisinin pozitif, doğrudan yabancı yatırımların etkisinin ise negatif olduğunu göstermiştir. Enerji yoğunluğunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde etkili olduğuna yönelik herhangi bir bulguya ulaşılamamıştır. Tartışma – Ulaşılan bulgular, finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji kullanımının artırılmasında bir politika aracı olarak değerlendirilebileceğine işaret etmektedir.
ARTICLE INFO	ABSTRACT
Keywords: Energy intensity Financial freedom Renewable energy Foreign direct investment Human development Received 15 February 2025 Revised 13 June 2025 Accepted 20 June 2025 Article Classification: Research Article	Purpose – Increasing the use of renewable energy is considered important for ensuring sustainable economic growth that protects environmental health. However, the fact that renewable energy investments require a high volume of funding, high financing costs and long repayment periods can significantly restrict the production and thus the use of renewable energies. Financial freedoms can increase banks' efficiency and lower funding costs. Providing enterprises with access to low-cost funds for financing renewable energy projects that require high-volume investments can increase the use of renewable energy investments. High energy intensity can lead to energy demand being met from conventional energy sources, thus reducing the demand for renewable energy. The aim of this study is to examine the impact of energy intensity and financial freedom on renewable energy consumption. In this context, the effects of energy intensity and financial freedom are analyzed in 13 countries that stand out with their renewable energy consumption on a global scale. Design/methodology/approach – Foreign direct investments and human development, which are considered to be effective on renewable energy consumption, are included in the research model as control variables. Within the scope of the study, since the series are integrated at different levels, the impact of energy intensity and financial freedom on renewable energy use is analyzed with the help of PMG-ARDL analysis.

Önerilen Atf/Suggested Citation

Şahin, S. (2025). Enerji Yoğunluğu ve Finansal Özgürlüklerin Yenilenebilir Enerji Tüketimi Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi: Bir Panel Veri Analizi, İşletme Araştırmaları Dergisi, 17 (2), 1468-1482.

Findings – The findings of the analysis show that financial freedoms and human development have a positive effect on renewable energy consumption, while FDI has a negative effect. There is no evidence that energy intensity has an impact on renewable energy consumption.

Discussion – The findings suggest that financial freedoms can be used as a policy instrument to increase the use of renewable energy.

1. Giriş

Enerji yoğunluğunun azaltılması bir başka ifadeyle enerji verimliliğinin artırılması bir ekonomide çıktı miktarını azaltmayan enerji kullanımı olarak tanımlanmaktadır (Naimoğlu ve Özel, 2022: 1). Enerji yoğunluğundaki artış enerji talebini artırırken, enerji yoğunluğundaki düşüş enerji talebi üzerinde azaltıcı bir etkiye sahiptir (BP, 2012: 49). Enerji yoğunluğu enerji kaynaklarının hızla tükenmesine yol açabilmektedir (Khan vd., 2022: 622). Enerji yoğunluğunun artmasında fosil yakıt kullanımının önemli bir payı bulunmaktadır (Özbek, 2023: 123) Dolayısıyla enerji yoğunluğunun ortaya çıkardığı enerji talebinin daha çok konvansiyonel enerji kaynaklarından karşılandığı söylenebilmektedir. Enerji yoğunluğunun yüksek olduğu ekonomilerde artan enerji talebinin hızla ve düşük maliyetle karşılanma gereksinimi enerji kaynağının tercihi üzerinde etkili olabilmektedir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının uzun süre alması ve yüksek maliyetli oluşu enerji yoğunluğunun yüksek olduğu ekonomilerde enerji talebinin konvansiyonel enerji kaynaklarından karşılanmasına dolayısıyla yenilenebilir enerjiye olan talebin azalmasına yol açabilmektedir. Ancak, enerji yoğunluğunun düşük olduğu ekonomilerde düşük seyreden enerji talebi yenilenebilir enerji yatırımlarının konvansiyonel enerji kaynakları ile olan rekabet gücünü artırabilmektedir. Yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde etkili olabilecek bir diğer faktör finansal özgürlüktür.

Finansal sistemin verimliliğin bir göstergesi olan finansal özgürlük finansal piyasaların dışa açıklığı, rekabet gücü ve politika geliştiricilerin bu alandaki düzenlemelerinin kapsamı ile ilgilidir. Bankaların kredilendirme sürecinde, mevduat kabulünde ve yabancı para cinsinden finansal işlem konusundaki serbestlikleri finansal özgürlük olarak tanımlanmaktadır. Finansal özgürlüğün yüksek olması bir yandan bankaların verimliliğini ve rekabet gücünü artırmakta diğer taraftan bireylerin finansman olanaklarına hızlı ve kolay ulaşabilmesine imkân tanımaktadır (Heritage Foundation, 2023). Bankaların sermaye yapılarına yönelik bazı düzenlemeler, bankalarda risk iştahını azaltarak kredi verme konusunda çekimser davranmalarına neden olabilmektedir (Lin vd., 2013: 101). Aksine, finansal özgürlükler bankaların daha düşük maliyetle fon sağlamalarına olanak tanıyarak verimliliklerini artırabilmektedir (Chortareas vd., 2013: 1223-1224). Bu da bankaların, bireylere ve işletmelere daha düşük maliyetli finansman imkânı sağlamasına olanak tanımaktadır. Brüggem vd. (2017: 230) bireylerin finansal refahlarının iyileştirilmesinde finansal özgürlüklerin rolüne dikkat çekmiştir. Dolayısıyla, finansal özgürlüklerin özellikle bankacılık sektöründe verimlilik artışına yol açarak finansal sistemde fon tahsisini iyileştirebilmesi mümkündür.

Fon tahsisindeki iyileştirmeler, ülkelerin karşılaştıkları ortak sorunların çözümünde etkin bir role sahip olabilmektedir. Dünya Ekonomik Forumu, temiz enerji kaynaklarına geçiş sürecinde finansman kaynaklarının kıtlığına dikkat çekmiştir. Buna göre, ekonomik ve sosyal sorunlar finansal kaynaklara erişimi zorlaştırarak temiz enerji projelerinin finansman maliyetini önemli ölçüde artırmaktadır. Mevcut durumda gelişmiş ülkelerin gerçekleştirmeyi taahhüt ettiği temiz enerji yatırımlarının sadece %20'si gerçekleşmiştir (World Economic Forum, 2023). Yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine yönelik projeler büyük ölçekli bir sermayeyi gerektirmekte olup kamu kaynakları finansman açısından genellikle yetersiz kalmaktadır. Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının %70'inden fazlası özel kesim tarafından finanse edilmektedir. Bu nedenle, özel kesim yatırımların artırılmasına yönelik, önlemlerin alınması gereklidir. Bu amacın gerçekleştirilmesinde kritik öneme sahip hususun sermaye maliyeti olduğu ifade edilmektedir. Özel kesimin sermayeye erişim maliyetinin azaltılması yenilenebilir enerji projelerinin finansmanı kolaylaştırarak temiz enerji üretimini artırabilmektedir (IEA, 2021). Dolayısıyla, finansman maliyetini düşürücü etkiye sahip olan finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılmasında bir politika aracı olarak kullanılması mümkündür. Finansal özgürlükler bankaların düşük maliyetli hizmet sunmalarına, yüksek hacimli mevduat toplayabilmelerine bunun yanı sıra sermaye maliyetini düşürerek temiz enerji kaynaklarının finansmanı için gerekli fonları sağlayabilmelerine olanak tanıyabilmektedir. Temiz enerji kaynaklarının kullanımının artması da başta çevre sağlığının korunması olmak üzere sürdürülebilir büyümenin sağlanması açısından önemli görülmektedir.

Finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı üzerindeki potansiyel etkilerine rağmen, finansal özgürlüklerin temiz bir enerji kaynağı olan yenilenebilir enerji kaynakları üzerindeki etkisinin incelemeye konu olmadığı görülmektedir. Geçmiş çalışmalarda finansal özgürlüklerin finansal piyasaların etkinliği (Santoso vd., 2021), finansal küreselleşme (Li ve Liu, 2018), bankaların karlılığı (Goddard vd., 2011), bankacılık sektöründeki verimlilik (Chortareas vd., 2013) ve sahiplik yapısı (Lin vd., 2016) üzerindeki etkilerine dikkat çekildiği görülmektedir. Yenilenebilir enerjinin finans alanında finansal gelişme (Shahbaz vd., 2021; Anton ve Nucu, 2020; Hassine ve Harrathi, 2017; Samour vd., 2022), finansal derinleşme (Lei vd., 2022), yeşil finans (Lee vd., 2023; Alharbi vd., 2023), dijital finans (Yu vd., 2022a), karbon finansmanı (Lewis, 2010), finansal entegrasyon (Chao vd., 2023), finansal kapsayıcılık (Li vd., 2022), yatırım (Mazzucato ve Semieniuk, 2018) ve finansal etkinlik (Köksal vd., 2021) ile ilişkilendirildiği görülmektedir. Finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji üzerindeki etkilerinin ise dikkate alınmadığı görülmektedir.

Yenilenebilir enerji ve enerji yoğunluğu arasındaki ilişkileri inceleyen araştırmalarda ise yenilenebilir enerjilerin enerji yoğunluğu üzerindeki etkisine odaklanıldığı (Yu vd., 2022b; Liu vd., 2022) enerji yoğunluğunun yenilenebilir enerji üzerindeki etkilerinin dikkate alınmadığı görülmektedir. Bu çalışma geçmiş çalışmalarda dikkate alınmayan enerji yoğunluğunun ve finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda bu çalışma literatüre ve politika geliştiricilere yönelik dört farklı katkı sunmaktadır. (i) İlk olarak, bu araştırma yenilenebilir enerji ve finans etkileşiminde yeni bir boyutun ortaya çıkarılmasına katkı sunmaktadır. (ii) İkinci olarak bu araştırma, finansal özgürlük kapsamındaki finans ve hukuki düzenleme etkileşimine vurgu yaparak yenilenebilir enerji kullanımının artırılmasına yönelik yeni bir bakış açısı sunmaktadır. (iii) Bu çalışma, finansal özgürlüklerin etkisini inceleyerek temiz enerji üretimini artırma potansiyeli olan yeni bir destek mekanizmasının gelişimine katkıda bulunmaktadır. iv) Son olarak bu araştırma, enerji yoğunluğunun yenilenebilir enerji üretiminin gerçekleştirilmesinde fırsat alanı ortaya çıkarma potansiyelini inceleyerek politika geliştiriciler için yeni bir politika aracının geçerliliğini sorgulamaktadır.

Finansal özgürlüklerin yukarıda bahsedilen potansiyel etki mekanizmaları, yenilenebilir enerji talebi dolayısıyla tüketimi üzerindeki etkilerinin araştırılmasının önemli olduğunu düşündürmektedir. Bu kapsamda, çalışmanın bundan sonra gelen ikinci bölümünde konu üzerine yürütülen geçmiş araştırmalara yer verilmiş, üçüncü bölümde enerji yoğunluğu ve finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla kullanılan veriler ve yürütülen analizler açıklanmış, dördüncü bölümde ulaşılan bulgular aktarılmış ve son olarak beşinci bölümde sonuçlar yorumlanarak tartışma sunulmuştur.

2. Literatür Taraması

Geçmiş çalışmalar detaylı olarak irdelendiğinde, enerji yoğunluğunun veya finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji üzerindeki etkisini inceleyen herhangi bir araştırmaya ulaşılamamıştır. Bu nedenle literatür incelemesi kapsamında öncelikle, finansal özgürlükler ile ilişkilendirilen geçmiş araştırmalara yer verilmiş sonrasında ise yenilenebilir enerji ile finans arasındaki etkileşimi açıklayan çalışmalar açıklanmıştır. Son olarak, yenilenebilir enerjinin enerji yoğunluğu üzerindeki etkisini inceleyen sınırlı sayıdaki araştırma hakkında bilgi aktarılmıştır.

Finansal özgürlük ile ilgili yürütülen araştırmaların sayısının oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Brügger vd. (2017: 230) finansal özgürlüklerin bireylerin finansal refahlarını artırdığını ifade etmişlerdir. Santoso vd. (2021: 1-7) Çin, Hong Kong, Japonya, Endonezya, Güney Kore, Filipinler, Malezya, Singapur, Tayvan, Tayland ve Vietnam'da faaliyet gösteren 265 bankanın 2000-2016 dönemindeki finansal verilerini kullanarak analizler gerçekleştirmişlerdir. Ulaşılan bulgular, rekabet gücü yüksek olmakla birlikte düşük finansal özgürlük seviyesindeki ülkelerde faaliyet gösteren bankaların risklerinin daha düşük, kredi büyüme oranlarının, faiz dışı gelirlerinin ve faiz marjlarının ise daha yüksek dolayısıyla finansal performanslarının daha güçlü olduğunu göstermiştir.

Chortareas vd. (2013: 1223) 27 AB üyesi ülkesinde finansal özgürlüklerin bankaların verimlilikleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar veri zarflama analizleri kullanarak gerçekleştirdikleri analizler neticesinde finansal özgürlük düzeyi yüksek olan ekonomilerde faaliyet gösteren bankaların daha düşük maliyetle ve daha yüksek verimlilik ile faaliyet gösterdikleri sonucuna ulaşmışlardır. Li ve Liu (2018: 151-157) 21 sanayileşmiş ve 48 gelişmekte olan ülkede 1950-2014 dönemi için finansal özgürlüklerin, risklerin tabana yayılması ve azaltılması üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Yazarlar, finansal özgürlüklerin yüksek olduğu

ekonomilerde hane halklarının sermaye piyasasına erişimlerinin daha yüksek olduğunu ve bu nedenle de söz konusu ekonomilerde çeşitlendirilebilir risklerin tabana yayılımının da sağlanabildiğini ifade etmişlerdir. Lin vd. (2016: 22-29) 12 Asya ülkesinde 2003-2012 döneminde faaliyet gösteren varlık toplamı en büyük 50 banka üzerine yürüttüğü analizler sonucunda, finansal özgürlüklerin gelişmiş olduğu ekonomilerde bankaların verimliliklerinin daha yüksek olduğunu ve bankalarda ortaklık yapısının finansal özgürlük düzeyine göre değişmediğini belirlemişlerdir. Bunun yanı sıra araştırmacılar, finansal özgürlüklerin düşük olduğu ekonomilerde faaliyet gösteren yabancı sermayeli bankaların verimliliğinin düşük olduğunu ortaya koymuşlardır. Akıncı vd. (2015: 1) AB üye ülkelerinde merkez bankası bağımsızlığı, finansal özgürlük ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1995-2011 dönemi için incelemişlerdir. ARDL yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirilen analizler neticesinde, finansal özgürlüklerin ekonomik büyümeye pozitif yönde bir katkı sunduğu tespit edilmiştir. Lin vd. (2013: 115-121) ABD ve ABD dışında faaliyet gösteren firmaların finansal özgürlük düzeyini incelemişlerdir. Analizler neticesinde ABD’de faaliyet gösteren firmaların finansal özgürlük düzeylerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yazarlar, finansal sıkıntı dönemlerinde yasal düzenlemelerdeki artışların risklerin azaltılmasında etkili bir politika olduğunu ifade etmişlerdir.

Yenilenebilir enerji ile finans arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalardan birinde Lee vd. (2023: 1), Çin’de yeşil finansın yenilenebilir enerji üzerindeki etkisini 2001-2019 dönemi için incelemişlerdir. Ulaşılan bulgular, yeşil finansın yenilenebilir enerji üzerinde doğrudan ve dolaylı etkilerinin bulunduğunu göstermiştir. Analizler yeşil finansın Ar-Ge yatırımlarını artırarak ve piyasanın rekabete açıklığını iyileştirerek yenilenebilir enerji yatırımlarını dolaylı olarak artırdığını göstermiştir. Benzer şekilde Alharbi vd. (2023: 1), 44 ülke üzerinde 2007-2020 dönemi için gerçekleştirdiği analizler neticesinde yeşil finansmanın yenilenebilir enerji yatırımlarını artırdığı yönünde bulgulara ulaşmışlardır. Lewis (2010: 2875) karbon piyasasının varlığının yenilenebilir enerji yatırımlarını desteklediğini ifade etmiştir.

Köksal vd. (2021: 1) 36 OECD ülkesi üzerinde finansal gelişmenin ve finansal verimliliğin, yenilenebilir enerji talebi/tüketimi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Ulaşılan bulgular finansal gelişmenin, OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji talebini artırırken finansal verimliliğin herhangi bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Samour vd. (2022: 1) finansal gelişme, doğrudan yabancı yatırımlar ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki etkileşimi BAE ülkeleri için araştırmışlardır. Gerçekleştirilen bootstrap eşbütünleşme ve Granger nedensellik analizleri sonucunda doğrudan yabancı yatırımların ve finansal gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimini artırdığı belirlenmiştir. Shahbaz vd. (2021: 1370), finansallaşmanın yenilenebilir enerji talebi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Orta-üst gelir grubundaki 34 ülke üzerine yürütülen FMOLS analizleri, finansallaşma ile yenilenebilir enerji talebinin uzun dönemde birlikte hareket ettiğini ve finansallaşmanın yenilenebilir enerji talebi üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde, Anton ve Nucu (2020: 330) AB üyesi 28 ülkede finansal gelişmenin üç farklı boyutu olan finansal derinleşme, sermaye piyasasının gelişimi ve finansal kurumların gelişiminin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkilerini 1990-2015 dönemi için araştırmışlardır. Ulaşılan bulgular, finansal gelişmenin tüm boyutlarının yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde pozitif etkisi olduğunu göstermiştir.

Li vd. (2022: 760) Çin’in farklı eyaletlerinde finansal kapsayıcılığın yenilenebilir enerji talebi üzerindeki etkisini GMM analizi yardımıyla incelemişlerdir. Gerçekleştirilen analizler neticesinde finansal kapsayıcılığın yenilenebilir enerji talebini artırdığı ancak söz konusu ilişkinin asimetrik ve Çin’in eyaletleri arasında heterojen yapıda olduğu tespit edilmiştir. Chao vd. (2023: 12944) Çin’de finansal entegrasyonun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini kantil ARDL yaklaşımını kullanarak araştırmışlardır. Ulaşılan bulgular Çin’de finansal entegrasyonun yenilenebilir enerji talebini artırdığını göstermiştir. Yu vd. (2022a: 1) dijital finansın yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini Çin özelinde 2011-2018 dönemi için incelemiştir. Yürütülen analizler dijital finansın, hem kapsayıcılık hem de kullanım oranı açısından Çin’de yenilenebilir enerji tüketimini artırdığını göstermiştir. Ayrıca, yenilenebilir enerji talebini artırmada en etkili dijitalleşme boyutunun kredilendirme sürecindeki dijitalleşme olduğu tespit edilmiştir.

Geçmiş çalışmalar incelendiğinde enerji yoğunluğu-yenilenebilir enerji etkileşiminde sadece yenilenebilir enerjinin, enerji yoğunluğu üzerindeki tek yönlü etkisinin incelendiği, enerji yoğunluğunun yenilenebilir enerji üzerindeki potansiyel etkilerine rağmen araştırmalara konu olmadığı görülmektedir. Bu kapsamda, Özbek ve Naimoğlu (2021: 314) yenilenebilir enerji yatırımlarının enerji verimliliğinin belirleyicisi olduğunu ortaya koymuştur. Liu vd. (2022: 1) Çin’in 30 eyaletinde yenilenebilir enerji üretiminin enerji yoğunluğunu azalttığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde Yu vd. (2022b: 1) 82 ülke üzerinde yürüttüğü panel veri analizi

neticesinde yenilenebilir enerjinin, enerji yoğunluğu üzerinde bir eşik etkisine sahip olduğu ve enerji yoğunluğunu azaltabildiği yönünde bulgulara ulaşılmıştır. Ge vd. (2023a: 1) Çin'in yerel ve komşu eyaletlerindeki enerji yoğunluğu hedeflerinin yenilenebilir enerji tüketimini artırdığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Ge vd. (2023b: 1), enerji yoğunluğu hedeflerinin yenilenebilir enerji tüketimini artırdığını ortaya koymuştur.

Özetle enerji yoğunluğu-yenilenebilir enerji arasındaki etkileşimi inceleyen araştırmalarda yenilenebilir enerji yatırımlarından enerji yoğunluğuna doğru tek yönlü etkilerin dikkate alındığı, enerji yoğunluğunun yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki potansiyel etkilerinin dikkate alınmadığı görülmektedir. Ayrıca geçmiş araştırmalarda, finans ve yenilenebilir enerji arasındaki etkileşimde farklı boyutların ele alındığı ancak finansal özgürlüklerin rolünün göz ardı edildiği görülmektedir.

3. Yöntem

3.1. Veri Seti

Çalışmada finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini araştırmak adına, yenilenebilir enerji üretiminde ve tüketiminde öne çıkan ülkeler incelenmiştir. Bu kapsamda Energy Institute (2024) verilerine göre 2023 yılında küresel ölçekte yenilenebilir enerji tüketiminde öne çıkan dolayısıyla %1.5'in üzerinde bir paya sahip olan ülkeler analiz kapsamına dâhil edilmiştir. Diğer ülkelerin küresel yenilenebilir enerji tüketimindeki paylarının oldukça düşük olması sebebiyle analizler bu ülkeler ile sınırlandırılmıştır. Bu kriterleri sağlayan Türkiye'nin de dâhil olduğu küresel ölçekte öne çıkan 13 ülke tespit edilmiştir. Söz konusu 13 ülkeye ve bu ülkelerin küresel ölçekte yenilenebilir enerji tüketiminden aldığı paya ilişkin bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Yenilenebilir Enerji Tüketimindeki Paylarına Göre Seçili Ülkeler

Ülke	Küresel Yenilenebilir Enerji Tüketimindeki Payı (%)
Çin	30.6
ABD	12.2
Brezilya	7.7
Kanada	4.5
Hindistan	4.2
Almanya	3.1
Japonya	2.4
Rusya	2.2
Fransa	1.6
Norveç	1.6
İspanya	1.6
Birleşik Krallık	1.6
Türkiye	1.5
Toplam	74.8

Kaynak: Energy Institute (2024).

Tablo 1'de görüldüğü üzere analiz kapsamına alınan ülkelerdeki yenilenebilir enerji tüketimi, küresel ölçekteki tüketimin yaklaşık %75'ini oluşturmaktadır. Dolayısıyla, enerji yoğunluğunun ve finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisinin incelenmesinde seçilmiş olan ülkelerin kapsayıcılık açısından yeterli temsil gücüne sahip olduğu değerlendirilmiştir. Söz konusu ilişkilerin incelenmesinde yenilenebilir enerji üzerinde etkili olabilecek diğer faktörler kontrol değişkeni olarak modele eklenmiştir. Bu kapsamda doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji yatırımlarını artırabildiği (Samour vd., 2022) ya da azaltabildiği (Zeng ve Yue, 2022) yönündeki bulguları dikkate alarak doğrudan yabancı yatırımlar kontrol değişkeni olarak modele eklenmiştir. Li vd. (2023)'nin çalışmasında ulaşılan insani gelişmenin yenilenebilir enerji üretimini artırdığı yönündeki bulgusunu gözeterek insani gelişme kontrol değişkeni olarak araştırma modeline eklenmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler, kısaltmalar, tanımlamalar ve verilerin alındıkları kaynaklar ile ilgili bilgiler Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Değişkenler, Açıklamaları ve Kaynakları

Değişken	Kısaltma	Açıklama	Kaynak
Yenilenebilir Enerji Tüketimi	YET	Yenilenebilir elektrik ve biyoyakıt enerjilerinin girdi tüketimi (Eksajul)	Energy Institute (2024)
Finansal Özgürlük	FOZ	Finansal özgürlük endeksi	Heritage Foundation (2024)
Doğrudan Yabancı Yatırım	DYY	Gelen doğrudan yabancı yatırımların GSYH'a oranı	World Bank Data Bank (2024)
İnsani Gelişme	IGE	İnsani gelişme endeksi	Our World in Data (2024)
Enerji Yoğunluğu	EY	Birincil enerji tüketiminin GSYH'a oranı (kWh/\$)	Our World in Data (2024)

Tablo 2’de yer alan finansal özgürlük ve insani gelişme açıklayıcı değişkenleri endeks olduklarından logaritması alınmadan modelde kullanılmıştır. Doğrudan yabancı yatırımlar ise GSHY’nın yüzdesi olarak ifade edildiğinden, benzer şekilde enerji yoğunluğu da GSHY’a oranı olarak hesaplandığından logaritması alınmadan analizlerde kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji değişkeninin ölçü birimi Eksajul (10^{18} Jul) cinsinden olduğundan verilerin sayısal değerleri oldukça küçüktür. Bu nedenle yenilenebilir enerji değişkeninin de logaritması alınmadan analizlere dâhil edilmiştir. Analiz dönemi olarak, çalışmada yer alan değişkenlerin verilerinin ilk olarak ulaşılabilir olduğu 1995 yılı alınmış olup analiz dönemi 2023 yılında sonlandırılmıştır. Dolayısıyla, analiz dönemi yıllık verilerden oluşan 1995-2023 dönemini kapsamaktadır. İnsani gelişme endeksinin ve enerji yoğunluğunun göstergelerinin 2023 yılına ait eksik olan verileri ise ortalama tamamlama yöntemiyle elde edilmiştir. Henüz yeni geliştirilmiş olan finansal özgürlük endeksinin kısa bir açıklamasına yer verilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

Finansal özgürlük endeksi 0 ile 100 arasında değerler alabilmektedir. İlgili endeks değerinin “0” olması bankacılık sektörünün tamamıyla kamu kontrolünde olduğuna, “100” olması hiç kamu kontrolü bulunmadığına işaret etmektedir. İlgili endeks değerinin 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 ve 90 olması sırasıyla yüksek, kapsamlı, güçlü, kayda değer, orta düzey, sınırlı, nominal ve asgari kamu kontrolü bulunduğunu göstermektedir (Heritage Foundation, 2023). Çalışmada yer alan değişkenler hakkında bilgi aktarılmasının ardından kurgulanan araştırma modeline Denklem (1)’de yer verilmiştir.

$$YET_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 FOZ_{it} + \gamma_2 DYY_{it} + \gamma_3 IGE_{it} + \gamma_4 EY_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Denklem (1)’de γ_0 sabit terimi, $\gamma_1 - \gamma_4$ elastikiyet katsayılarına ilişkin tahminleri göstermektedir. Son olarak, ε_{it} hata terimini ifade etmektedir. Denklem (1)’de yer alan t ve i sırasıyla panel verinin zaman boyutunu ve yatay kesitleri oluşturan ülkeleri temsil etmektedir.

3.2. Araştırma Modeli

Çalışmada panel veri analizinin zaman boyunu oluşturan 1995-2023 dönemi, 29 yıllık gözlemin erişilebilir olmasını sağlamıştır. Yatay kesit boyutunda ise 13 ülke analizlere dâhil edilmiştir. Panel verinin zaman ve yatay kesit boyutunun oluşturulmasının ardından analiz kapsamında öncelikle değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler değerlendirilmiş, sonrasında değişkenlerin çoklu doğrusal bağlantı, yatay kesit bağımlılığı (YKB) ve heterojenlik sorunları incelenmiş ardından durağanlık özellikleri sınanarak uygun panel veri tahmin modellerinin seçimi gerçekleştirilmiştir. Birim kök incelemesi sonucunda bağımlı değişkenin birincil farkta durağan, bağımsız değişkenlerin bir kısmının birincil farkları alındığında durağan bir kısmının ise düzey değerlerinde durağan özellik gösterdikleri belirlendiğinden PMG-ARDL yaklaşımı kullanılarak araştırma modeli tahmin edilmiştir. Tahmin edilen ARDL modeline ilişkin bilgiye Denklem (2)’de yer verilmiştir.

$$\Delta YET_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 YET_{i,t-1} + \gamma_2 FOZ_{i,t-1} + \gamma_3 DYY_{i,t-1} + \gamma_4 IGE_{i,t-1} + \gamma_5 EY_{i,t-1} + \sum_{j=1}^k \vartheta_{1j} \Delta YET_{i,t-j} + \sum_{j=0}^k \vartheta_{2j} \Delta FOZ_{i,t-j} + \sum_{j=0}^k \vartheta_{3j} \Delta DYY_{i,t-j} + \sum_{j=0}^k \vartheta_{4j} \Delta IGE_{i,t-j} + \sum_{j=0}^k \vartheta_{5j} \Delta EY_{i,t-j} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Denklem (2)’de uzun dönem katsayılar $\gamma_1 - \gamma_5$ ile ifade edilirken, kısa dönem ilişkiler $\vartheta_1 - \vartheta_5$ katsayıları ile gösterilmiştir.

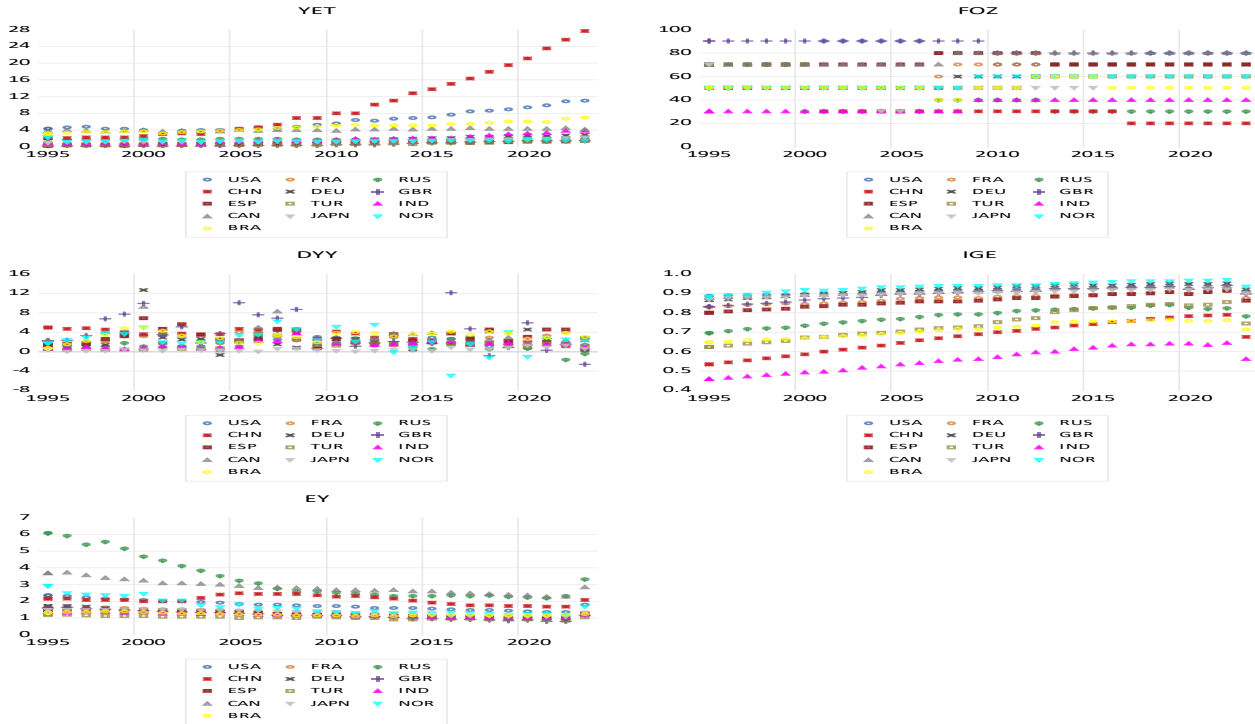
3.3. Verilerin Analizi

Araştırma modelinin belirlenmesinin ardından değişkenlere ilişkin özet istatistikler Tablo 3'te sunulurken değişkenler tanıtılmıştır.

Tablo 3. Değişkenlere İlişkin Özet İstatistikler

Özet İst./Değişken	YET	FOZ	DYY	IGE	EY
Ort.	2.673	57.798	2.255	0.821	1.633
Ortan.	1.424	60.000	1.922	0.874	1.353
Maks.	27.599	90.000	12.609	0.966	6.045
Min.	0.062	20.000	-5.033	0.458	0.772
Std. Sap.	3.502	17.855	1.883	0.120	0.805
Çarp.	3.787	-0.138	1.498	-1.106	2.385
Basık.	21.445	2.174	9.020	3.284	10.612
J.-B.	6245.633	11.908	710.332	78.148	1267.641
Olas.	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
Gözl.	377	377	377	377	377

Tablo 3'te yer alan değişkenlere ilişkin özet istatistikler değerlendirildiğinde, analiz edilen 13 ülkedeki ortalama yenilenebilir enerji kullanımının 2.673 Eksajul olduğu görülmektedir. Endeks olarak 0 ile 100 arasında değerler alan finansal özgürlük değişkeninin ortalamasının ise 57.798 olduğu görülmektedir. Dolayısıyla analiz kapsamına dâhil edilen 13 ülkede finansal özgürlükler açısından orta düzeyde kamu kontrolü bulunduğu görülmektedir.



Şekil 1. Değişkenlerin Ülke Bazlı Değişim Eğilimleri

Değişkenlerin zaman içinde göstermiş oldukları eğilimlerin ülke bazlı değerleri incelendiğinde, yenilenebilir enerji tüketiminin 1995 yılından 2023 yılına kadar bir artış eğilimi içinde olduğu görülmektedir. Benzer durumun insani gelişme endeksi içinde geçerli olduğu görülmektedir. Doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının ve finansal özgürlük endeksinin ise yıllar içinde artan ve azalan dalgalı bir seyir izledikleri tespit edilmiştir. Enerji yoğunluğuna ilişkin ülke verilerinin ise bir düşüş trendi içinde olduğu tespit edilmiştir. Tablo 3'te sunulan verilerin normal dağılımlarına ilişkin istatistikler incelendiğinde hiçbir verinin normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Serilerin normal dağılıma uyum göstermediğinin belirlenmesinin ardından olası çoklu doğrusal bağlantı sorunu spearman korelasyon analizi aracılığıyla analiz edilmiş olup ulaşılan bulgular Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Çoklu Doğrusal Bağlantının İncelenmesi

Değişken	FOZ	DYY	IGE	EY
FOZ	1 -----			
DYY	0.160 (0.002)	1 -----		
IGE	0.600 (0.000)	0.021 0.679	1 -----	
EY	-0.122 (0.018)	0.035 (0.498)	-0.042 (0.417)	1 -----

Not: Tablo değerleri korelasyon katsayılarını, parantez içi değerler ise P-değerini göstermektedir.

Tablo 4'te sunulan çoklu doğrusal bağlantı sorununa ilişkin sonuçlar FOZ ve DYY arasındaki korelasyonun 0.16, FOZ ve IGE arasındaki korelasyonun ise 0.60 olduğunu göstermiştir. Bunun yanı sıra, FOZ ve EY arasındaki korelasyonun negatif (-0.122) olduğu belirlenmiştir. Diğer korelasyon katsayılarının ise istatistiksel anlamlılığının bulunmadığı tespit edilmiştir. Hair vd. (2006: 227) değişkenler arasında 0.90 ve daha yüksek bir korelasyon bulunmasının çoklu doğrusal bağlantı sorununa işaret ettiğini ifade etmiştir. Çalışma kapsamında tespit edilen en yüksek korelasyon katsayısı 0.60 olduğundan, değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı problemi bulunmadığı sonucuna varılmıştır. Bu aşamanın ardından model ve değişken bazında YKB sorununun tespitine yönelik analizler yürütülmüş olup sonuçlarına Tablo 5-6'da yer verilmiştir.

Tablo 5. Yatay Kesit Bağımlılığının Sınanması (Model Temelli)

YKB Testi	İst.	P-Değeri
Breusch-Pagan LM	1059.649	0.000
Pesaran Scaled LM	78.595	0.000
Pesaran CD	28.794	0.000

Tablo 5'te yer alan Breusch ve Pagan (1980) LM, Pesaran (2004) Scaled LM ve Pesaran CD test sonuçları, model bazında yatay kesit bağımlılığının varlığına işaret etmektedir. Bir başka ifadeyle, araştırma modelinde yatay kesitlerin hata terimlerinin birbirine bağımlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Değişken bazında YKB'nin incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Yatay Kesit Bağımlılığının Sınanması (Değişken Temelli)

YKB Testi/Değişken	YET	FOZ	DYY	IGE	EY
Breusch-Pagan LM	1441.250 (0.000)	605.001 (0.000)	228.222 (0.000)	2185.363 (0.000)	1715.135 (0.000)
Pesaran Scaled LM	109.147 (0.000)	42.194 (0.000)	12.027 (0.000)	168.724 (0.000)	131.076 (0.000)
Pesaran CD	35.229 (0.000)	1.279 (0.201)	8.441 (0.000)	46.746 (0.000)	40.251 (0.000)

Not: Tablo değerleri istatistikleri, parantez içi değerler ise P-değerini göstermektedir.

Tablo 6'da yer alan sonuçlar değişken özelinde yatay kesit bağımlılığına işaret etmektedir. Dolayısıyla hem model bazında hem de değişken bazında YKB sorunu bulunduğu tespit edilmiştir. Panel veri analizinin bir diğer önemli varsayımı olan eğim homojenliğinin sınanması amacıyla Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından önerilen $\tilde{A}$ ve $\tilde{A}_{adj}$ testleri uygulanmış olup sonuçları Tablo 7'de paylaşılmıştır.

Tablo 7. Homojenite Varsayımının Sınanması

Test	İst.	P-Değeri
$\tilde{A}$	8.542	0.000
$\tilde{A}_{adj}$	9.390	0.000

Tablo 7’de yer alan $\tilde{A}$ ve $\tilde{A}_{adj}$ istatistikleri panel veri analizinin varsayımlarından birisi olan homojenite varsayımının ihlal edildiğini göstermiştir. Ulaşılan bu bulgu, yatay kesiti oluşturan ülkelerin ortak bir etki ile incelenmeyeceğini göstermektedir. Özetle, panel verilerin analizinde çoklu doğrusal bağlantı sorununun bulunmadığı ancak YKB sorununun var olduğu ayrıca homojenite varsayımının ihlal edildiği belirlenmiştir. Bu aşamanın ardından, çalışmada yer alan değişkenlerin durağanlık durumlarını incelenmiştir. Panel veride YKB sorununun bulunması nedeniyle ikinci nesil birim kök testleri arasında sayılan Pesaran (2007) CIPS testi kullanılmıştır.

Tablo 8. Durağanlık Varsayımının Sınanması

Model/Değişken		YET	FOZ	DYY	IGE	EY
Düze	Sabit	-2.100 (≥ 0.10)	-2.878 (< 0.01)	-3.049 (< 0.01)	-2.198 (≥ 0.10)	-1.873 (≥ 0.10)
	Sabit ve Trendli	-1.748 (≥ 0.10)	-3.014 (< 0.01)	-3.393 (< 0.01)	-2.206 (≥ 0.10)	-2.734 (≥ 0.10)
Birinci Fark	Sabit	-3.382 (< 0.01)	-4.483 (< 0.01)	-6.901 (< 0.01)	-4.359 (< 0.01)	-3.964 (< 0.01)
	Sabit ve Trendli	-3.186 (< 0.01)	-4.527 (< 0.01)	-6.898 (< 0.01)	-4.371 (< 0.01)	-4.413 (< 0.01)

Not: Tablo değerleri t istatistiklerini, parantez içi değerler ise P-değerini göstermektedir.

Tablo 8 incelendiğinde, bağımlı değişken olan YET sersisinin düzeyde durağan olmadığı ancak birinci farkı alındıktan sonra durağan özellik sergilediği belirlenmiştir. Benzer şekilde, bağımsız değişkenler olan IGE ve EY serilerinin I(1) özellik taşıdığı tespit edilmiştir. Ancak, diğer bağımsız değişkenler olan FOZ ve DYY serilerinin ise düzey değerlerinde durağan oldukları belirlenmiştir. Özetle, bağımlı değişkenin I(1) özellik gösterdiği bağımsız değişkenlerden bazılarının I(1) bazılarının ise I(0) özellik sergilediği görülmektedir. Bağımlı değişkenin birinci farkı alındığında durağan olması, bağımsız değişkenlerin ise farklı düzeylerde durağanlık (I(0) ve I(1)) içermesi sebebiyle çalışmada Pesaran vd. (1999) tarafından geliştirilen PMG-ARDL analizi ile söz konusu değişkenler arasındaki ilişkiler tahmin edilmiştir. PMG-ARDL analizine geçilmeden önce seriler arasındaki uzun dönemli ilişki eşbütünleşme analizleri yardımıyla değerlendirilmiştir.

4. Bulgular

Çalışmada yer alan değişkenlere ilişkin olarak gerçekleştirilen ön testler neticesinde, seriler arasında çoklu doğrusal bağlantı problemi bulunmadığı ancak yatay kesit bağımlılığı sorunu bulunduğu bunun yanı sıra bağımlı değişkenin birinci farkında durağan, bağımsız değişkenlerden bazılarının düzeyde bazılarının ise birinci farkında durağan olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, serilerin heterojen yapıda oldukları gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar dikkate alınarak Westerlund (2008) tarafından önerilen eşbütünleşme testi gerçekleştirilmiş olup analiz sonuçları Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9. Panel Eşbütünleşme Analizlerine İlişkin Bulgular

Test	İst.	P-Değeri
Dh_p (Eğim Homojen)	-1.783	0.037
Dh_g (Eğim Heterojen)	-1.940	0.026

Tablo 9’da yer alan Dh_g istatistiği dikkate alınarak seriler arasında eşbütünleşme bulunmadığı yönündeki boş hipotez ret edilerek serilerin uzun dönemdeki hareketlerinin bütünleşme gösterdiği tespit edilmiştir. Eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğu tespitinin ardından kısa ve uzun dönem katsayılarının tahmini PMG-ARDL analizi ile gerçekleştirilmiştir.

Tablo 10. PMG ve MG Tahmin Bulguları

N=13; T=29; Gözl: 325; Model: ARDL (2,4,4,4); Log-Likelihood: 518,2647			
PMG Tahmin Bulguları (Uzun Dönem)			
	Katsayı	t-İst.	P-Değeri
FOZ	0.0076	12.5905	0.0000
DYY	-0.0489	-8.3576	0.0000

IGE	1.6329	5.3150	0.0000
EY	0.0232	1.1713	0.2424
@Trend	0.0216	7.7632	0.0000
MG Tahmin Bulguları (Kısa Dönem)			
ECM	-0.4839	-2.0944	0.0370
$\Delta(YET(-1))$	-0.0173	-0.1154	0.9082
$\Delta(FOZ)$	-0.0152	-1.8949	0.0590
$\Delta(FOZ(-1))$	-0.0079	-1.4523	0.1475
$\Delta(FOZ(-2))$	-0.0042	-0.8023	0.4230
$\Delta(FOZ(-3))$	0.0022	0.3669	0.7139
$\Delta(DYY)$	0.0344	0.7784	0.4369
$\Delta(DYY(-1))$	0.0274	0.9693	0.3331
$\Delta(DYY(-2))$	0.0616	2.2490	0.0252
$\Delta(DYY(-3))$	0.1119	1.8808	0.0609
$\Delta(IGE)$	3.3733	0.6378	0.5241
$\Delta(IGE(-1))$	-5.3241	-0.9741	0.3308
$\Delta(IGE(-2))$	-26.0990	-1.5889	0.1131
$\Delta(IGE(-3))$	-14.5300	-0.8917	0.3733
$\Delta(EY)$	0.1764	0.2171	0.8282
$\Delta(EY(-1))$	0.6088	0.6350	0.5259
$\Delta(EY(-2))$	-0.9134	-0.7510	0.4533
$\Delta(EY(-3))$	0.8114	0.9304	0.3529
C	0.0132	0.0343	0.9727

Tablo 10'da yer alan uzun dönem bulgular incelendiğinde FOZ değişkeninin katsayısının pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Ulaşılan bu bulgu, finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji kullanımı en yüksek olan analiz kapsamındaki on üç ülkede yenilenebilir enerji yatırımlarını artırdığına işaret etmektedir. Ulaşılan bir diğer bulgu DYY'nin yenilenebilir enerji yatırımlarını negatif yönde etkilediği yönündedir. Buna göre, ülkelere gelen doğrudan yabancı yatırımların bu ülkelerde konvansiyonel enerji kaynaklarına olan talebi artırdığı ya da yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimine katkı sunmadığı söylenebilmektedir. Ulaşılan bu bulgu doğrudan yabancı yatırımların teknik etkiden ziyade ölçek etkisiyle geleneksel enerji kaynaklarına olan talebi artırdığı yönündeki argümanı desteklemektedir.

Ulaşılan bir diğer bulgu, insani gelişmedeki bir birimlik artışın yenilenebilir enerji tüketimini %163 oranında artırdığını ortaya koymuştur. Enerji yoğunluğunun yenilenebilir enerji üzerindeki uzun dönem etkisinin ise anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Kısa dönemli etkiler incelendiğinde öncelikle kısa dönem hata düzeltme katsayısının beklendiği üzere negatif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Ulaşılan bu sonuç, kısa dönemdeki dalgalanmaların uzun dönemde dengeye yakınsadığına işaret etmektedir. Kısa dönemde finansal özgürlük değişkeninin birinci farkının ve DYY değişkeninin (2) ve (3) dönem gecikmeli değerlerinin yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde etkili oldukları görülmektedir. Buna göre finansal özgürlüklerin kısa dönemde yenilenebilir enerji yatırımlarını negatif yönde etkilediği, ancak uzun dönemde söz konusu etkinin pozitif yönde döndüğü görülmektedir. Dolayısıyla finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji talebini pozitif yönde etkileyebilmesi için uzun bir döneme gereksinim olduğu söylenebilmektedir. Bunun yanı sıra, DYY'nin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisinin ortaya çıkmasının 2-3 yıl gibi uzun bir süre aldığı görülmektedir. Ayrıca, DYY'nin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki kısa dönem etkisinin teknik etki kapsamında pozitif olduğu ancak, uzun dönemde ölçek etkisinin hâkim olmasıyla negatife dönüştüğü görülmektedir. Ulaşılan bu sonuç, DYY'nin ilk olarak ülkeye geldiğinde teknoloji transferinin etkisiyle yenilenebilir enerji yatırımlarını artırabildiğine ancak sonraki dönemlerde artan üretimin yenilenebilir enerji kaynaklarından ziyade konvansiyonel enerji kaynaklarına yöneldiğine işaret etmektedir.

5. Sonuç ve Tartışma

Temiz enerji kaynağı olarak kabul edilen yenilenebilir enerjinin kullanımı çevrenin korunması açısından oldukça önemli görülmektedir. Yenilenebilir enerji kullanımının çevre üzerindeki olumlu etkileri bunun yanı sıra konvansiyonel enerji kaynaklarının kıt oluşu özellikle doğal kaynak rezervlerine sahip olmayan ülkelerin

temiz enerji kaynaklarını artırmaya yönelik önlemler almalarına sebep olmuştur. Ancak yüksek maliyeti, yatırımların geri ödeme sürelerinin uzunluğu ve tüketiciler nezdinde kullanımına yönelik duyarlılığın henüz gelişme aşamasında olması, yenilenebilir enerji kaynaklarının arz ve talebinde daralmalar ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir. Bu nedenle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde politika yapıcılar yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimini sağlamaya yönelik bir dizi tedbir almışlardır. Bu tedbirlerin başında yenilenebilir enerji yatırımlarının finansman maliyetini düşürmeye yönelik önlemler yer almaktadır. Finansal özgürlükler, finansal kurumların özellikle de bankaların verimliliklerini artırarak sundukları fonların maliyetlerinin daha düşük olmasına imkân tanıyabilmektedir. Bu yolla işletmeler yüksek hacimli yatırım gerektiren yenilenebilir enerji kaynaklarının finansmanı için düşük maliyetli fonlara erişim sağlayabilmektedirler. Bunun yanı sıra, enerji yoğunluğunun yüksek olması enerji talebinin konvansiyonel enerji kaynaklarından karşılanmasına dolayısıyla yenilenebilir enerjiye olan talebin azalmasına yol açabilmektedir. Geçmiş çalışmalar incelendiğinde enerji yoğunluğunun ve finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisini inceleyen herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma literatürde yer alan bu araştırma boşluğunun doldurulmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı en fazla yenilenebilir enerji tüketimi gerçekleştiren ve toplam tüketimi küresel ölçekte %75'e ulaşan 13 ülkede enerji yoğunluğunun ve finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini incelemek olarak belirlenmiştir. Bu yolla ülkeler arasındaki farklılıklardan ziyade finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki genel geçerli etkisinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Analiz kapsamında yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde etkili olabileceği geçmiş çalışmalar tarafından ifade edilen doğrudan yabancı yatırımlar ve insani gelişme kontrol değişkenleri olarak araştırma modeline dâhil edilmiştir. Çalışmada yer alan bağımlı değişkenin birinci farkı alındığında durağan özellik göstermesi, açıklayıcı değişkenlerin bazılarının düzey değerlerinde bazılarının ise birinci farkları alındıklarında durağanlaşması sebebiyle farklı düzeyde entegre olan bağımsız değişkenlerin modelde yer almasına izin veren PMG-ARDL analizi yardımıyla söz konusu ilişkiler incelenmiştir. Analiz sonucunda finansal özgürlüklerin uzun dönemde yenilenebilir enerji yatırımlarını pozitif yönde etkilemekte olduğu tespit edilmiştir. Finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini inceleyen literatürde bir başka araştırma bulunmadığından elde edilen bu bulgunun karşılaştırılması mümkün olmamıştır. Ancak, ulaşılan bu bulgu, Kim ve Park (2016) ve Schmidt (2014)'in düşük maliyetli finansmana erişim olanaklarının yenilenebilir enerji yatırımlarını artırdığı yönündeki argümanlarını destekler niteliktedir.

Bunun yanı sıra, DYY'nin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde negatif etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Ulaşılan bu sonuç, Zeng ve Yue (2022)'nin BRICS ülkelerinde DYY'nin yenilenebilir enerji tüketimini azalttığı yönündeki bulgusuyla birebir uyumludur. Ayrıca, ulaşılan bu bulgular Hagert ve Marton (2017)'ın bulgularını desteklemekte olup Tan ve Uprasen (2022)'nin doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji yatırımlarını belirli bir noktaya kadar azaltabildiği yönündeki bulgusuyla uyum göstermektedir. Ancak, elde edilen bu bulgu Doytch ve Narayan (2016) ve Samour vd. (2022)'nin DYY'nin yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki etkisinin pozitif olduğu yönündeki bulgularıyla çelişmektedir.

Ulaşılan bir diğer bulgu, insani gelişmedeki artışların yenilenebilir enerji tüketimini daha yüksek bir oranda artırdığını göstermektedir. Bu sonuç, Li vd. (2023)'nin insani gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimini artırdığı ve Şaşmaz vd. (2020)'nin insani gelişmenin yenilenebilir enerji üretiminin nedeni olduğu yönündeki bulgularını desteklemektedir. Enerji yoğunluğunun ise yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde etkisi bulunduğu yönelik herhangi bir kanıt ulaşılamamıştır. Ulaşılan bulgular, doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki kısa dönem etkisinin teknik etki kapsamında pozitif olduğunu ancak, uzun dönemde ölçek etkisi nedeniyle negatife dönüştüğünü göstermektedir.

Elde edilen bulguların önemli politika çıkarımları bulunmaktadır. İlk olarak finansal özgürlüklerin desteklenmesi bankaların verimliliklerini artırarak dolayısıyla işletmelerin finansman maliyetlerini düşürerek yenilenebilir enerji yatırımlarının geliştirilmesine katkı sunabilmesi mümkündür. Bu nedenle politika geliştiricilerin finansal özgürlükleri desteklemeye yönelik politikalarını sürdürmelerinin önemli olduğu düşünülmektedir. Bu kapsamda, özellikle bankacılık sektörüne yönelik uzun dönemli yasal düzenlemelerin kapsamının ve niteliğinin geliştirilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Bankacılık sektörüne yönelik düzenlemelerin kapsam ve niteliğinin geliştirilmesinde bankacılık sektöründen düzenleyici otoriteler ile enerji politikaları geliştirenlerin ortak çalışmalar yürütmelerinin faydalı olabileceği değerlendirilmektedir.

İkinci olarak doğrudan yabancı yatırımların, yenilenebilir enerji üzerindeki uzun dönemdeki negatif etkisinin yabancı yatırımların çekilmesine yönelik teşviklerin azaltılması anlamına gelmediği düşünülmektedir. Kısa dönemli sonuçlar doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji üzerindeki etkilerinin pozitif olduğunu göstermektedir. Bu durum doğrudan yabancı yatırımların kısa dönemde teknoloji transferi yoluyla yenilenebilir enerji yatırımlarını dolayısıyla tüketimini artırdığına işaret etmektedir. Uzun dönemde ulaşılan tüketim üzerindeki negatif etki, doğrudan yabancı yatırımların getirdiği üretim artışının gerektirdiği enerjinin karşılanmasında yenilenebilir enerji yatırımlarının yetersiz kaldığını düşündürmektedir. Bu nedenle politika geliştiricilerin kısa dönemde doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji yatırımları üzerindeki pozitif etkisinin uzun dönemde sürdürülmesini sağlamak adına söz konusu yatırımlara yönelik teşvik ve vergi istisnaları geliştirmelerinin önemli olduğu düşünülmektedir.

Son olarak insani gelişmenin yenilenebilir enerji tüketimini artırdığı yönündeki bulgu, yenilenebilir enerji yatırımlarında beşeri sermayenin ve nitelikli insan gücünün rolüne dikkat çekmektedir. Ulaşılan bu bulgu, insani gelişmenin toplumda çevreye duyarlı enerjilerin kullanımına yönelik bir duyarlılık oluşturduğu görüşünü destekler niteliktedir. Dolayısıyla, politika geliştiricilerin beşeri sermayeye olan yatırımlarını sürdürmelerinin yenilenebilir enerji yatırımlarının gerektirdiği nitelikli iş gücünün gelişiminin sağlanması ve yenilenebilir enerjiye olan talebi artırarak çevrenin korunmasına katkı sunması açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmanın farklı açılardan bazı kısıtlar içerdiği söylenebilmektedir. İlk olarak, bu çalışma finansal faktör olarak finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisini dikkate aldığından diğer finansal faktörlerin etkisi kapsam dışında bırakılmıştır. İkinci olarak, bu çalışmada finansal özgürlüklerin yenilenebilir enerji üzerindeki etkisi incelenmiş ancak diğer enerji kaynakları üzerindeki olası etkiler dikkate alınmamıştır. Son olarak, bu çalışma yenilenebilir enerji tüketiminde öne çıkan ülkeler üzerine odaklanmış olup herhangi bir ülke grubu özelinde çıkarımlar içermemektedir. Bu nedenle gelecekte yürütülecek olan araştırmalarda finansal özgürlük dışındaki finansal faktörlerin incelenmesi, finansal özgürlüklerin diğer enerji kaynakları üzerindeki etkilerinin araştırılması ve farklı ülke gruplarına odaklanan araştırmaların yürütülmesi önerilmektedir.

Kaynaklar

- Akinci, M., Akinci, G. Y. ve Yılmaz, Ö. (2015). The relationship between central bank independence, financial freedom, and economic growth: a panel ARDL bounds testing approach, *Central Bank Review*, 15 (3), 1.
- Alharbi, S. S., Al Mamun, M., Boubaker, S. ve Rizvi, S. K. A. (2023). Green finance and renewable energy: a worldwide evidence, *Energy Economics*, 118, 106499.
- Anton, S. G. ve Nucu, A. E. A. (2020). The effect of financial development on renewable energy consumption. A panel data approach, *Renewable Energy*, 147, 330-338.
- BP (2012), BP Energy Outlook 2030, <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2012.pdf> (Erişim tarihi: 12 Kasım 2024).
- Breusch, T. S. ve Pagan, A. R. (1980). The lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics, *Review of Economic Studies*, 47 (1), 239-253.
- Brüggen, E. C., Hogreve, J., Holmlund, M., Kabadayi, S. ve Löfgren, M. (2017). Financial well-being: a conceptualization and research agenda, *Journal of Business Research*, 79, 228-237.
- Chao, T., Yunbao, X., Chengbo, D., Bo, L. ve Ullah, S. (2023). Financial integration and renewable energy consumption in China: do education and digital economy development matter?, *Environmental Science and Pollution Research*, 30 (5), 12944-12952.
- Chortareas, G. E., Girardone, C. ve Ventouri, A. (2013). Financial freedom and bank efficiency: evidence from the European Union, *Journal of Banking & Finance*, 37 (4), 1223-1231.
- Doytch, N. ve Narayan, S. (2016). Does FDI influence renewable energy consumption? An analysis of sectoral FDI impact on renewable and non-renewable industrial energy consumption, *Energy Economics*, 54, 291-301.

- Energy Institute (2024), Statistical review of world energy, <https://www.energyinst.org/statistical-review> (Erişim tarihi: 08 Şubat 2025).
- Ge, T., Ding, Z., Lu, X. ve Yang, K. (2023a). Spillover effect of energy intensity targets on renewable energy consumption in China: a spatial econometric approach, *Renewable Energy*, 217, 119174.
- Ge, T., Ge, Y., Lin, S. ve Ji, J. (2023b). Do energy intensity reduction targets promote renewable energy development? Evidence from partially linear functional-coefficient models, *Energy Strategy Reviews*, 49, 101165.
- Goddard, J., Liu, H., Molyneux, P. ve Wilson, J. O. (2011). The persistence of bank profit. *Journal of Banking & Finance*, 35 (11), 2881-2890.
- Hagert, M. ve Marton, C. (2017), The effects of FDI on renewable energy consumption, <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8912090&fileId=8912094> (Erişim tarihi: 12 Kasım 2024).
- Hair, J. F., Black, W., Babin, B. ve Anderson, R. (2006). *Multivariate Data Analysis*, New Jersey, Pearson.
- Hassine, M. B. ve Harrathi, N. (2017). The causal links between economic growth, renewable energy, financial development and foreign trade in gulf cooperation council countries, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7 (2), 76-85.
- Heritage Foundation (2023), The index of economic freedom, <https://www.heritage.org/index/pages/about#indexMethodology> (Erişim tarihi: 12 Kasım 2024).
- Heritage Foundation (2024), Index of economic freedom, <https://www.heritage.org/index/> (Erişim tarihi: 08 Şubat 2025).
- IEA (2021), Financing clean energy transitions in emerging and developing economies, IEA, Paris, <https://www.iea.org/reports/financing-clean-energy-transitions-in-emerging-and-developing-economies> (Erişim tarihi: 12 Kasım 2024).
- Khan, M. K., Babar, S. F., Oryani, B., Dagar, V., Rehman, A., Zakari, A. ve Khan, M. O. (2022). Role of financial development, environmental-related technologies, research and development, energy intensity, natural resource depletion, and temperature in sustainable environment in Canada, *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 622-638.
- Kim, J. ve Park, K. (2016). Financial development and deployment of renewable energy Technologies, *Energy Economics*, 59, 238-250.
- Köksal, C., Katırcıoğlu, S. ve Katırcıoğlu, S. (2021). The role of financial efficiency in renewable energy demand: evidence from OECD countries, *Journal of Environmental Management*, 285, 112122.
- Lee, C. C., Wang, F. ve Chang, Y. F. (2023). Does green finance promote renewable energy? Evidence from China, *Resources Policy*, 82, 103439.
- Lei, W., Öztürk, İ., Muhammad, H. ve Ullah, S. (2022). On the asymmetric effects of financial deepening on renewable and non-renewable energy consumption: insights from China, *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 35 (1), 3961-3978.
- Lewis, J. I. (2010). The evolving role of carbon finance in promoting renewable energy development in China, *Energy Policy*, 38(6), 2875-2886.
- Li, J., Dong, X. ve Dong, K. (2022). How much does financial inclusion contribute to renewable energy growth? Ways to realize green finance in China, *Renewable Energy*, 198, 760-771.
- Li, W., Cao, N. ve Xiang, Z. (2023). Drivers of renewable energy transition: the role of ICT, human development, financialization, and R&D investment in China, *Renewable Energy*, 206, 441-450.
- Li, Z. ve Liu, L. (2018). Financial globalization, domestic financial freedom and risk sharing across countries, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 55, 151-169.

- Lin, K. L., Doan, A. T. ve Doong, S. C. (2016). Changes in ownership structure and bank efficiency in Asian developing countries: the role of financial freedom, *International Review of Economics & Finance*, 43, 19-34.
- Lin, S. L., Hwang, D. Y., Wang, K. L. ve Xie, Z. W. (2013). Banking capital and risk-taking adjustment under capital regulation: the role of financial freedom, concentration and governance control, *International Journal of Management, Economics and Social Sciences*, 2 (2), 99-128.
- Liu, J., Caporin, M., Zheng, Y. ve Yu, S. (2022). The effect of renewable energy development on China's energy intensity: evidence from partially linear functional-coefficient panel data analyses, *Journal of Cleaner Production*, 350, 131505.
- Mazzucato, M. ve Semieniuk, G. (2018). Financing renewable energy: who is financing what and why it matters, *Technological Forecasting and Social Change*, 127, 8-22.
- Naimoğlu, M. ve Özel, B. (2022). Enerji kaynaklarının enerji yoğunluğu üzerindeki etkileri: enerji ithalatçısı yükselen ekonomilerden kanıtlar, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (47), 1-15.
- Our World in Data (2024), Primary energy consumption per GDP, <https://ourworldindata.org/grapher/energy-intensity> (Erişim tarihi: 12 Kasım 2024).
- Özbek, S. (2023). Enerji ithalatçısı geliştirmekte olan ülkelerde enerji yoğunluğunun belirleyicileri, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24 (1), 114-126.
- Özbek, S. ve Naimoğlu, M. (2021). Enerji verimliliğinin dinamikleri: var analizi ile Türkiye üzerine ampirik bir çalışma, *19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi*, 2 (2), 314-326.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *CWPE*, 435, 1-41. <https://docs.iza.org/dp1240.pdf> (Erişim tarihi: 12 Kasım 2024).
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence, *Journal of Applied Econometrics*, 22 (2), 265-312.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. ve Smith, R. P. (1999). Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels, *Journal of the American statistical Association*, 94 (446), 621-634.
- Pesaran, M. H. ve Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels, *Journal of Econometrics*, 142 (1), 50-93.
- Samour, A., Baskaya, M. M. ve Tursoy, T. (2022). The impact of financial development and FDI on renewable energy in the UAE: a path towards sustainable development, *Sustainability*, 14 (3), 1208.
- Santoso, W., Yusgiantoro, I., Soedarmono, W. ve Prasetyantoko, A. (2021). The bright side of market power in Asian banking: implications of bank capitalization and financial freedom, *Research in International Business and Finance*, 56, 101358.
- Schmidt, T. S. (2014). Low-carbon investment risks and de-risking, *Nature Climate Change*, 4 (4), 237-239.
- Shahbaz, M., Topcu, B. A., Sarıgül, S. S. ve Vo, X. V. (2021). The effect of financial development on renewable energy demand: the case of developing countries, *Renewable Energy*, 178, 1370-1380.
- Şaşmaz, M. U., Sakar, E., Yayla, Y. E. ve Akküçük, U. (2020). The relationship between renewable energy and human development in OECD countries: a panel data analysis, *Sustainability*, 12 (18), 7450.
- Tan, Y. ve Uprasen, U. (2022). The effect of foreign direct investment on renewable energy consumption subject to the moderating effect of environmental regulation: evidence from the BRICS countries, *Renewable Energy*, 201, 135-149.
- Westerlund, J. (2008). Panel cointegration tests of the Fisher effect, *Journal of Applied Econometrics*, 23 (2), 193-233.
- World Bank Data Bank (2024), Data, <https://databank.worldbank.org/> (Erişim tarihi: 12 Kasım 2024).
- World Economic Forum (2023), Energy transition. Here are 3 innovative ways to manage the challenge of financing the energy transition in developing economies,

<https://www.weforum.org/stories/2023/08/governments-spending-clean-energy-investments/> (Erişim tarihi: 12 Kasım 2024).

- Yu, M., Tsai, F. S., Jin, H. ve Zhang, H. (2022a). Digital finance and renewable energy consumption: evidence from China, *Financial Innovation*, 8 (1), 58.
- Yu, S., Liu, J., Hu, X. ve Tian, P. (2022b). Does development of renewable energy reduce energy intensity? Evidence from 82 countries, *Technological Forecasting and Social Change*, 174, 121254.
- Zeng, Q. ve Yue, X. (2022). Re-evaluating the asymmetric economic policy uncertainty, conventional energy, and renewable energy consumption nexus for BRICS, *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 20347-20356.