

Araştırma Makalesi / Research Article

YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ENERJİ GÜVENLİĞİ RİSKİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: TÜRKİYE'DEN KANITLAR

İbrahim Halil POLAT¹ , Serhat ÇAMKAYA² 

ÖZET

Günümüz dünyasında enerji güvenliği hem siyasi hem de ekonomik tartışmalarda ön plana çıkmaktadır. Fakat, bu değişkenin olası, siyasi, ekonomik ve çevresel etkileri oldukça sınırlı sayıda çalışmaya konu olmuştur. Bu doğrultuda, bu çalışmanın temel amacı, Türkiye için 1980-2018 yılları arasındaki zaman serisi verilerini kullanarak yenilenebilir enerji tüketiminin (REN), enerji güvenliği riski (ESR) üzerindeki etkisini incelemektir. Çalışmada kullanılan verilerin ulaşılabilirliğe bağlı olarak incelenen dönem 1980-2018 olarak sınırlandırılmıştır. Ayrıca, ekonomik büyümenin (GDP) ve doğrudan yabancı yatırımların (FDI) da ESR üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Söz konusu etkiler öncelikle ARDL yaklaşımıyla test edilmiş ve bu yaklaşımın sağlamlık sınaması FMOLS, DOLS ve CCR tahmincileriyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın literatüre en önemli katkısı, yenilenebilir enerji ile enerji güvenliği riski arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların sınırlı sayıda olması ve bildiğimiz kadarıyla Türkiye bağlamında bu tür ampirik bir çalışmaya rastlanılmamış olmasıdır. Sonuçlar, Türkiye’de ESR üzerinde REN ve FDI’nin negatif, GDP’nin ise pozitif etkili olduğunu göstermektedir. Bulgulardan hareketle, Türkiye’deki politikacılar yenilenebilir enerjiye daha fazla yatırım yapacak politikaları uygulamaya koymalıdır. Böylece, enerji güvenliği riski sonucunda ortaya çıkacak olumsuzluklar hafifletilmiş olur.

Anahtar Kelimeler: Enerji güvenliği riski, Yenilenebilir enerji, Ekonometrik model, Türkiye

JEL Sınıflandırması: Q56, Q49, C22

THE EFFECT OF RENEWABLE ENERGY ON ENERGY SECURITY RISKS: EVIDENCE FROM TURKEY

ABSTRACT

In today's world, energy security has emerged as a in both political and economic discussions. However, the potential political, economic, and environmental impacts of this variable have been the subject of relatively few studies. Accordingly, the primary aim of this study is to examine the effect of renewable energy consumption (REN) on energy security risk (ESR) for Turkey, using time series data from 1980 to 2018. The period under review is limited to 1980-2018, based on data availability. Additionally, the impact of economic growth (GDP) and foreign direct investment (FDI) on ESR is also investigated. These effects were first tested with the ARDL approach, and robustness checks were conducted using FMOLS, DOLS, and CCR estimators. The study's main contribution to the literature lies in the limited number of international studies examining the relationship between renewable energy and energy security and, to the best our knowledge, the lack of such an empirical investigation in the Turkish context. The

¹ Dr.Öğr.Üyesi, Hakkâri Üniversitesi, İİBF, Hakkâri, Türkiye, ibrahimhalilpolat@hakkari.edu.tr

² Doç.Dr., Kafkas Üniversitesi, İİBF, Kars, Türkiye, serhatcamkaya36@gmail.com

results indicate that REN and FDI have a negative impact on ESR in Turkey, while GDP has a positive impact. Based on these findings, policymakers in Turkey should implement policies that encourage further investment in renewable energy, thereby mitigating the potential adverse outcomes associated with energy security risks.

Keywords: Energy security risk, Renewable energy, Econometric modeling, Turkey

JEL Classification Codes: Q56, Q49, C22

EXTENDED SUMMARY

Research Questions & Purpose

Energy security has become one of the most pressing policy issues for both developed and developing countries, especially in light of increasing geopolitical conflicts, economic crises, and the accelerating global energy transition. While the economic and environmental implications of renewable energy have been widely studied, its impact on energy security risk (ESR) remains relatively underexplored. This research aims to fill this gap by investigating the effect of renewable energy consumption (REN) on ESR in the case of Turkey over the period 1980–2018. In addition to REN, the study also considers the role of economic growth (GDP) and foreign direct investment (FDI) as potential determinants of energy security risk. The main motivation stems from Turkey's high dependency on energy imports, geopolitical vulnerabilities in its neighboring regions, and its critical role as an energy corridor for Europe. Given these dynamics, understanding how renewable energy development can mitigate security risks is of strategic importance. The study contributes to the literature by providing empirical evidence from Turkey, a country often overlooked in energy security research, despite its central geopolitical position.

Literature Review

The literature reveals that energy security is multidimensional, encompassing availability, affordability, and sustainability. Previous studies have mostly focused on the relationship between energy consumption and economic growth (Stern, 2011; Le & Nguyen, 2019), or on renewable energy's environmental benefits (Ibrahiem & Hanafy, 2021). However, empirical research directly linking renewable energy to energy security is scarce.

Some country-level and regional studies suggest that renewable energy reduces dependency on fossil fuels, diversifies supply, and mitigates vulnerability to external shocks (Augutis et al., 2014; Nie & Yang, 2016; Lucas et al., 2016). Recent contributions (Chu, 2023; Tuğcu & Menegaki, 2024) highlight renewable energy as a long-term driver of resilience, though its impact may vary across income levels and regions. Despite these insights, Turkey's case has not been examined thoroughly. This study therefore addresses a significant gap by empirically testing the renewable energy–security nexus for Turkey.

Methodology

The study employs time series data for Turkey from 1980 to 2018, obtained from Our World in Data, the Global Energy Institute, and World Bank indicators. The dependent variable is energy security risk (ESR), while the independent variables are renewable energy consump-

tion (REN), economic growth (GDP, constant 2015 USD per capita), and foreign direct investment (FDI, net inflows as % of GDP).

To estimate the relationships, the study first applies the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) bounds testing approach (Pesaran et al., 2001), which is suitable for variables integrated of different orders, $I(0)$ and $I(1)$. The model allows simultaneous examination of short- and long-run dynamics. Diagnostic tests, CUSUM and CUSUMSQ stability tests, confirm model validity.

For robustness checks, three cointegration estimators are employed: Fully Modified OLS (FMOLS), Dynamic OLS (DOLS), and Canonical Cointegrating Regression (CCR). These methods address potential endogeneity and autocorrelation issues, ensuring reliable long-run estimates.

Results and Conclusion

The findings consistently indicate that renewable energy consumption reduces energy security risk in the long run. Specifically, ARDL results show that a 1% increase in REN lowers ESR by approximately 0.27%. Similarly, robustness tests confirm the negative relationship, with coefficients ranging between -0.09 and -0.22 depending on the estimator. This implies that greater adoption of renewable energy sources enhances Turkey's resilience by reducing dependency on external suppliers, diversifying the energy mix, and mitigating supply disruptions.

Conversely, economic growth exerts upward pressure on ESR, with results showing that a 1% increase in GDP raises ESR by around 0.43–0.60% across models. This suggests that Turkey's rapid economic expansion intensifies energy demand and dependence on imports, thereby aggravating energy security risks unless accompanied by diversification and efficiency measures.

The impact of FDI on ESR is found to be negative and statistically significant, though smaller in magnitude. This indicates that foreign investments—especially when directed toward renewable energy infrastructure—help ease security risks by providing capital, technology transfer, and modernization of energy systems.

From a policy perspective, the results underscore the necessity for Turkey to prioritize renewable energy investments and integrate them into long-term energy strategies. Policymakers should recognize that renewable energy not only supports climate goals but also strengthens energy security. Policies such as fiscal incentives for clean technologies, subsidies for local renewable projects, and measures to attract high-quality foreign investment into the energy sector could prove critical. Additionally, energy efficiency programs should accompany economic growth to prevent worsening security vulnerabilities.

In conclusion, this study provides empirical evidence that renewable energy is a strategic tool for reducing energy security risk in Turkey. While growth-driven energy demand increases vulnerabilities, investment in renewables and targeted FDI can mitigate such risks. These findings are particularly relevant in today's volatile global energy landscape, where countries must balance sustainability, affordability, and security simultaneously. Future research could expand the analysis to include nuclear energy, regional comparisons, or advanced econometric techniques such as wavelet or time-varying causality tests.

1. Giriş

Enerji, modern toplumun temel kaynaklarından biri olmasının yanı sıra, ekonomik büyümenin de önemli bir itici gücüdür. Bu bağlamda, araştırmacılar, enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin doğasını daha iyi anlamak için yoğun çaba göstermektedir. Bu ilişkiyi anlamak, sürdürülebilir kalkınma politikalarının şekillenmesinde açısından kritik öneme sahiptir (Cergibozan, 2022: 617-618). Literatürde, bu ilişkinin varlığı, yönü ve etkisi üzerine farklı ve çelişkili bulgular yer alsa da, enerjinin ülkelerin ekonomik ve sosyal kalkınmasında oynadığı kritik rol konusunda genel bir uzlaşa bulunmaktadır. (Stern, 2011: 26). Nüfus artışı ve teknolojiadaki ilerlemelerin etkisiyle, enerjinin kritik önemi daha da artırılabilir. Bu durum, enerji kaynaklarına erişim, enerji güvenliği ve enerji verimliliği politikalarının sürdürülebilir kalkınma stratejilerinin merkezinde olması gerektiğini göstermektedir (Le & Nguyen, 2019: 436).

Enerji güvenliği riski, ülkeler arasındaki enerji talebini karşılama sürecinde ortaya çıkan tehditleri ifade eder ve bu risk, güvenli ve maliyet açısından uygun bir enerji tedarikinin sağlanması ihtiyacını kapsar (Bilgili vd., 2017: 244; Payne vd., 2023: 2-3). Enerji güvenliği riski, genellikle hava durumu değişkenliği, doğal felaketler, savaşlar ve finansal krizler gibi küresel belirsizliklerden kaynaklanan şoklar nedeniyle enerji tedarikinde meydana gelebilecek kesintilerle ilişkilidir (Lu vd., 2014: 407-408; Payne vd., 2023: 8). Bu tür büyük tehditler, enerji piyasalarında küresel çapta belirsizlik yaratarak, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde enerji güvenliği riskini önemli bir politika konusu haline getirmektedir. BP'nin (2024) yılında yaptığı araştırmaya göre enerji dönüşümü sürecinde karşılaşılan zorluklar, Ukrayna'daki savaşın yol açtığı enerji kesintileri ve kıtlıklar nedeniyle daha da karmaşık hale gelmiştir. Bu kesintiler ve bunların neden olduğu ekonomik ve sosyal maliyetler, enerji dönüşümünün yalnızca sürdürülebilirlik boyutunda değil, aynı zamanda enerji güvenliği ve uygun fiyatlı enerji arzı açısından da ele alınması gerektiğini bir kez daha vurgulamaktadır (BP, 2024). Enerji politikalarının bu çok yönlü zorlukları dengelemesi, hem mevcut hem de gelecekteki enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmek için kritik bir önem taşımaktadır. Ayrıca, dünyanın hızlı ve sürdürülebilir bir enerji dönüşümüne geçişinin gecikmesi, gelecekte maliyetli ve düzensiz bir uyum sürecine yol açma riskini artırabilir. Bu durum, enerji piyasalarının uzun vadeli istikrarını tehdit edebilir ve ekonomik sistemlerde ciddi bozulmalara neden olabilir. Dolayısıyla, enerji geçişinin hızlandırılması, gelecekte karşılaşılabilecek yüksek maliyetlerden ve düzensiz uyum süreçlerinden kaçınmak için hayati öneme sahiptir (BP, 2024). Bu bağlamda, Gan vd. (2007), Valdés Lucas vd. (2016) ve Chu'nun (2023) çalışmalarına göre yenilenebilir enerji, enerji güvenliği tehditlerine karşı stratejik bir çözüm olarak kabul edilmektedir. Enerji güvenliği açısından daha yüksek risklerle karşı karşıya kalan ülkeler, yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirme ve uygulama eğilimindedir. Bu eğilimin altında yatan temel nedenlerden biri, fosil yakıt rezervlerinin sınırlı ve tükenebilir olmasıdır. Bu kaynakların gelecekte azalması beklenmekte ve jeopolitik risklere, örneğin savaşlara veya ekonomik yaptırımlara, karşı savunmasız hale gelmektedir. Bu nedenle, enerjiye erişim riskleri arttığında, ülkeler daha sürdürülebilir ve tedarik kesintilerine karşı daha az duyarlı alternatif enerji kaynakları bulma arayışına girmektedir (Tongsopit vd., 2016: 65 ; Chu, 2023: 56074; Kanberoğlu & Polat, 2017:161-162).

Yenilenebilir enerji, enerji güvenliğine üç temel açıdan katkı sağlayabilir; egemenlik, sağlamlık ve dayanıklılık. Egemenlik perspektifinden değerlendirildiğinde, yenilenebilir enerji kaynakları, enerjinin siyasi bir baskı unsuru olarak kullanılmasına veya dış tehditlere karşı maruz kalınan savunmasızlığı önemli ölçüde azaltma potansiyeline sahiptir. Bu kaynaklar, ge-

nellikle yerel olarak üretildiği için, dışa bağımlılığı azaltır ve enerji tedarikinin güvence altına alınmasını sağlar. Sağlamlık açısından, yenilenebilir enerji, merkezi olmayan yapısı ve değişken doğası nedeniyle teknik arızalara karşı daha az hassastır. Bu durum, enerji tedarik sisteminin çeşitli aksaklıklara karşı daha dirençli olmasını sağlar ve sistemin istikrarını artırır. Son olarak, dayanıklılık perspektifinden bakıldığında ise yenilenebilir enerji, teknolojik yenilikler, iklim değişikliği ve enerji piyasasındaki dalgalanmalara karşı esnek bir çözüm sunar. Bu esneklik, gelecekteki belirsizlikler ve olası krizler karşısında enerji tedarik sisteminin sürdürülebilirliğini destekler (Cherp & Jewell, 2011: 214; Valdés Lucas vd., 2016: 1033; Chu, 2023: 56075). Bunlara ek olarak, yenilenebilir enerji kullanımı, sürdürülebilir bir enerji sistemine geçişteki ana katalizörlerden biri haline gelmiştir. Bundan dolayı, yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi, 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin 7. hedefinin 3 temel amacına dayanarak, çevrenin korunması ve zararlı emisyonların azaltılmasındaki önemli rolüyle birlikte, çoğu ülkede ulusal enerji karışımının bir bileşeni olarak artmıştır (İbrahiem & Hanefy, 2021: 667-668). Dünya genelinde 135 ülke, yenilenebilir enerji düzenleme rejimlerini uygulamaya koymuş, Paris Anlaşması'na uyum hedefleri doğrultusunda yenilenebilir enerji hedeflerini belirlemiştir. Enerji krizi, önümüzdeki beş yıl içinde yenilenebilir enerji kapasitesinin, son yirmi yılda elde edilen artışa eşdeğer şekilde büyümesi için önemli bir ivme yaratmıştır. Küresel yenilenebilir enerji kapasitesinin 2022 ile 2027 arasında 2400 gigaton artması beklenmektedir. Bu artış, küresel ısınmayı 1,5 °C ile sınırlama hedefine ulaşmak için kritik öneme sahiptir (Khan vd., 2023: 2). Bu bağlamda, enerji güvenliği ve sürdürülebilirliği, yenilenebilir enerjinin gelişimine dayalı bir şekilde birleştirilmelidir; çünkü yenilenebilir enerji kaynakları, çok daha düşük yaşam döngüsü emisyonlarına sahiptir (Chu, 2023: 56075). Bu durum, özellikle Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin 13. Hedefi olan iklim eylemiyle doğrudan ilişkili olması nedeniyle kritik bir öneme sahiptir (BM, 2024). Bu açılardan değerlendirildiğinde, yenilenebilir enerji, sadece çevresel sürdürülebilirliği değil, aynı zamanda uzun vadeli enerji güvenliğini de güçlendiren bir stratejik bileşen olarak öne çıkmaktadır.

Yenilenebilir enerjinin ticari üretimindeki son gelişmelerin, insanlığın birçok önemli hedefine ulaşmasına katkı sağlayacağı öngörülmektedir; enerji güvenliği, iklim değişikliğiyle mücadele, çevrenin korunması ve sosyo-ekonomik dönüşüm için enerji talebinin karşılanması ve enerji karışımında yenilenebilir enerjinin payını artırarak enerji bağımsızlığının elde edilmesidir (Hache, 2018: 127-128). Yenilenebilir enerji, bu bağlamda stratejik önemini korumakta ancak gelişim sürecinde önemli engellerle karşılaşmaktadır (Chu, 2023: 56076). Küresel olarak, 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji hedeflerine ulaşmak için yıllık ortalama yaklaşık 800 milyar dolar, enerji verimliliğini artırmak için ise ek 600 milyar dolar yatırım yapılması gerektiği öngörülmektedir (World Bank, 2023). Bununla birlikte, mevcut devlet bütçeleri, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, bu kapsamlı yatırım ve teknoloji gereksinimlerini kendi olanaklarıyla finanse edebilecek durumda değildir (Jiang & Martek, 2021: 1-2). Gelişmekte olan ülkeler, enerji sektörlerini desteklemek için doğrudan yabancı yatırımları (FDI) artırmak zorundadır (Gatzert & Kosub, 2016: 983). Bu nedenle, enerji sektörü, FDI'nin en hızlı büyüyen alanlarından biri haline gelmiştir (Keeley & Ikeda, 2017: 1451-1452; Jiang & Martek, 2021: 2). FDI Intelligence 2023 raporuna göre, 2022 yılında yenilenebilir enerji sektörü, 343,6 milyar dolarlık yatırım ile tarihin en yüksek sermaye girişini sağlamış ve üst üste dördüncü kez diğer sektörleri geride bırakmıştır. Yatırımlar bir önceki yıla göre %158 artarak %30'luk pazar payına ulaştı ve yenilenebilir enerji, 2018'den beri zirvede olan fosil yakıtları geçmiştir. Ayrıca, sektör bir önceki yıla kıyasla 210 milyar dolar daha fazla yatırım çekerek küresel enerji

yatırımlarındaki lider konumdadır. Özetlersek, toplam FDI'nin yaklaşık %11'i yenilenebilir enerjiye yönlendirilmiş ve bu sektör, en fazla yatırım yapılan ilk beş sektör arasına girmiştir (Intelligence FDI, 2023). Bu bağlamda, enerji güvenliğini artırmak için, FDI'nın niteliğine odaklanmak, yenilenebilir enerji ve enerji verimli teknolojilere yatırımları teşvik etmek, stratejik altyapının kontrolünü dikkatlice düzenlemek gereklidir. Bu denge, FDI'nın enerji güvenliği risklerini azaltarak faydalarını maksimize etmeye olanak tanıyabilir.

Yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme, çevresel sürdürülebilirlik ve ithalat bağımlılığı üzerindeki etkileri, literatürde geniş bir şekilde ele alınmış olmasına rağmen, bu enerji kaynaklarının enerji güvenliği üzerindeki etkisi görece ihmal edilmiştir. Ancak, daha kapsamlı bir perspektiften değerlendirildiğinde, yenilenebilir enerji, mevcut enerji sisteminde ülkelerin karşılaştığı enerji güvenliği sorunlarına kapsamlı bir çözüm sunma potansiyeline sahiptir (Frances vd., 2013: 550-551; Johansen, 2013: 599-600; Cergiboza, 2022: 618-619). Bundan dolayı, geçmişte yaşanan enerji krizlerinin tekrarlanmasını önlemek mümkün olabilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitlendirilmiş enerji arzı sağlaması, dışa bağımlılığı azaltması ve uzun vadeli sürdürülebilir enerji politikalarını desteklemesi yoluyla enerji güvenliğini artırma kapasitesi yüksektir. Bu potansiyel, yenilenebilir enerjinin hem ekonomik hem de stratejik açıdan taşıdığı önemi vurgulamaktadır (İbrahiem & Hanefy, 2021: 668-669).

Bu doğrultuda, çalışmanın temel motivasyon kaynakları, Türkiye'nin enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü ithalatla karşılaması ve enerjiyi ithal ettiği bazı komşu ülkelerde süren savaşlar ve coğrafi konumundan dolayı barındırdığı risklerdir (Ukrayna- Rusya, Suriye iç savaşı, İsrail- Filistin vb.). Türkiye'nin enerji güvenliği, aynı zamanda Avrupa'nın enerji güvenliğini de doğrudan etkileyebilecek bir potansiyele sahiptir (Tüzen, 2023: 50; Novikav & Muhasilovic, 2023: 2). Türkiye'nin jeopolitik konumunun Avrupa'nın enerji güvenliğine katkı sağlayabileceği yönündeki tartışmalar, özellikle 2022'de Rusya'nın Ukrayna'yı işgali ve Avrupa Birliği'nin (özellikle Almanya'nın) Rusya'nın enerji kaynaklarına olan bağımlılığını azaltma çabalarıyla ivme kazanmıştır. Bu bağlamda, Türkiye'nin Avrupa'nın enerji güvenliğini sağlamada kritik bir rol oynayabileceği giderek daha fazla vurgulanmaktadır (Novikav & Muhasilovic, 2023: 1-2).

Türkiye'nin enerji güvenliği, büyük ölçüde arz güvenliği odaklıdır. Net bir enerji ithalatçısı olması nedeniyle, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) 2019-2023 Stratejik Raporu'nda enerji güvenliğini arz güvenliği perspektifinden ele almıştır (ETKB, 2023: 12-13; Tüzen 2023: 49-50). Sanayileşme ve şehirleşme sürecinde hızla büyüyen Türkiye, son 20 yılda enerji talebinin en hızlı arttığı İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) ülkelerinden biri haline gelmiştir. Bu dönemde, Türkiye, elektrik ve doğalgaz talebindeki artış oranında dünya genelinde Çin'den sonra ikinci sırada yer almakta ve enerji talebinin karşılanmasında yaklaşık olarak %75 oranında dışa bağımlı olup yıllık 45 milyar dolara yakın ödeme yapılmaktadır. Bu durum Türkiye'nin cari açığı üzerinde önemli bir sorun teşkil etmektedir (DİB, 2022: 35). Dolayısıyla Türkiye, enerji talebini karşılayabilmek için gerekli olan kaynaklara sürekli, güvenilir ve sürdürülebilir şekilde erişmeyi hedeflemektedir. Bu doğrultuda, enerji güvenliğini sağlamada yerel kaynakların keşfi ve işletilmesi, enerji ithalatında kaynak ülke çeşitlendirmesi yapılması ve enerji arzının dışsal tehditlere karşı korunması stratejik öncelikler arasında yer almaktadır (Tüzen, 2023: 50; Saltuk, 2016: 50; Stern, 2011: 25).

Yukarda anlatılanların ışığında, bu çalışmanın temel amacı, Türkiye için 1980-2018 yılları arasındaki zaman serisi verilerini kullanarak yenilenebilir enerji tüketiminin (REN), enerji güvenliği riski (ESR) üzerindeki etkisini incelemektir. Ayrıca, çalışmada ESR üzerinde ekonomik büyüme (GDP) ve doğrudan yabancı yatırımların (FDI) da etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, çeşitli ekonometrik teknikler kullanılarak ilgili bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişkiler analiz edilmiştir. Çalışmanın literatüre en önemli katkısı, mevcut literatürde yenilenebilir enerji ile enerji güvenliği arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların sınırlı sayıda olması ve Türkiye bağlamında bu tür ampirik bir çalışmaya rastlanılmamış olmasıdır. Bu eksiklik, Türkiye'deki enerji güvenlik riski ile yenilenebilir enerji politikalarının anlaşılması ve geliştirilmesi açısından önemli bir boşluğun olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, bu çalışma, Türkiye'nin enerji arz güvenliği riskini azaltmak için hangi faktörlerin kritik öneme sahip olduğunu belirlemeye yardımcı olabilir. Bu bağlamda bu çalışmanın, Avrupa'daki mevcut enerji krizi ve enerji güvenliğine yönelik risklerin arttığı bir dönemde, yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye'deki enerji güvenliğini hangi yönde etkilediğini de inceleyerek literatüre katkı sağlaması beklenmektedir. Özellikle Türkiye'nin yenilenebilir enerjiye yatırım yapma gerekliliği, enerji bağımsızlığı ve sürdürülebilir büyüme hedefleri doğrultusunda bu çalışmanın sonuçları politika yapıcılar için değerli ipuçları sunabilir.

Makalenin geri kalan bölümleri şu şekilde düzenlenmiştir: İkinci bölümde literatür taraması yapılmaktadır. Üçüncü bölümde veri ve metodoloji, dördüncü bölümde bulgular ve tartışma detaylandırılmaktadır. Beşinci bölümde sonuçlar sunulmaktadır.

2. Literatür İncelemesi

Enerji güvenliği riski, ülkelerin enerji altyapılarının gelişimi ve sınırlı sayıda ana enerji tedarikçisine bağımlılıkları nedeniyle önemli farklılıklar göstermektedir. Bu risk genellikle ekonomik olarak erişilebilir enerji kaynaklarına bağlıdır (Le & Nguyen, 2019). Uygun fiyatlarla enerji sağlanması, ülkelerin sürdürülebilir büyüme hedeflerine ulaşması açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışma, enerji güvenliği riski ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemekte ve literatürde bu konunun sınırlı sayıda çalışmada ele alındığını vurgulamaktadır. Mevcut literatür, enerji talebi, ekonomik büyüme, kentleşme ve yenilenebilir enerji arasındaki ilişkileri ele almış olsa da, yenilenebilir enerjinin enerji güvenliği üzerindeki etkisini araştıran çalışmaların sayısı yetersizdir. Bu nedenle, bu konudaki bulgular belirsizliğini korumakta ve daha fazla araştırma gerektirmektedir. İlgili literatür incelendiğinde, enerji güvenliği riski ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkinin önemli bir araştırma konusu olduğu kabul edilmekle birlikte, bu alanda kapsamlı ampirik analizler yapan çalışmalar sınırlıdır. Bu konuyu ele alan başlıca çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

Augutis vd. (2014), yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji güvenlik riski üzerindeki etkisini Litvanya için teorik çerçevede analiz etmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesinin enerji güvenliği üzerinde olumlu bir etki yarattığı ve enerji güvenliğini artırdığı belirtilmiştir. Ancak, bu etkinin belirli bir seviyeye kadar geçerli olduğu vurgulanmıştır. Özellikle, enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı yaklaşık %60-70 seviyesine ulaştığında, bu oranın aşılması durumunda enerji güvenliğinin olumsuz etkilenmeye başladığı ifade edilmiştir. Aynı şekilde, Nie & Yang (2016), çalışmasında yenilenebilir enerji stratejilerinin enerji güvenliği riski üzerindeki etkilerini teorik bir çerçevede ele almıştır. Araştırmada,

yenilenebilir enerji politikalarının geleneksel enerji kullanımını azaltarak enerji güvenliğini güçlendirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, yenilenebilir enerji stratejilerini benimseyen firmaların sayısındaki artışın toplam geleneksel enerji tüketimini azalttığına da dikkat çekilmiştir. Dahası, yenilenebilir enerjinin marjinal maliyetlerinin düşük olduğu senaryolarda, farklı devlet sübvansiyon oranlarının verimlilik açısından benzer sonuçlar verdiğini, ancak sabit maliyetlerin veya marjinal maliyetlerin yüksek olduğu durumlarda, devlet sübvansiyonlarının aşırı kapasiteye yol açabileceğini vurgulamışlardır. Aynı yıl Lucas vd. (2016) çalışmasında enerji güvenliği riski ile yenilenebilir enerji kullanımı arasındaki uzun dönemli ilişkiyi 21 AB ülkesi için uygulanabilir genelleştirilmiş en küçük kareler (FGLS) ve kısmi korele edilmiş standart hatalar (PCSE) yöntemlerini kullanarak incelemiştir. Elde edilen ampirik bulgulara göre, yenilenebilir enerji kullanımının arkasındaki ana itici gücün çevresel kaygılar ve sürdürülebilirlik politikalarından ziyade enerji güvenliği olduğunu vurgulamıştır. Bu durum, Avrupa enerji politikasının hem enerji güvenliği hem de yenilenebilir enerjiler konusundaki yaklaşımının yeniden değerlendirilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Hamed & Bressler (2019), teorik olarak ele aldıkları çalışmalarında, İsrail ve Ürdün'ün mevcut enerji talebini ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile arz güvenliği boyutu arasındaki ilişkiyi analiz etmiştir. Her iki ülke de enerji ihtiyaçlarını karşılamak için ağırlıklı olarak fosil yakıtlara bağımlıdır. İsrail ve Ürdün'deki fosil yakıt kaynaklarının sürdürülemez kullanımı, bölgedeki çevresel güvenliği tehdit ettiği belirtmiştir. Ancak, yenilenebilir enerji kullanımını teşvik eden yaratıcı politika seçenekleriyle, Ürdün ve İsrail daha uygun maliyetli ve barışçıl enerji sağlayabileceğini ifade etmiştir. İbrahiem & Hanafy (2021) ise çalışmasında enerji güvenliği ve çevresel kalitenin yenilenebilir enerji tüketimi olan katkısını, yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme, doğrudan yabancı sermaye ve nüfus değişkenleriyle 1971-2014 dönem aralığını Mısır, Tunus ve Fas için panel ARDL ve Granger nedensellik yöntemleriyle analiz etmiştir. Bulgular, ekonomik büyüme, karbon dioksit emisyonları, ticaret açıklığı ve doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerjiyi teşvik ettiğini göstermekte, bu nedenle politika yapımcıların yenilenebilir enerjiye geçişi hızlandırmaya yönelik politika tasarımlarında bu değişkenleri göz ardı etmemeleri gerektiğini vurgulamaktadır. Öte yandan, enerji güvenliği, enerji kullanımı ve nüfus artışı yenilenebilir enerji kullanımını engelleyici faktörler olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, enerji güvenliği ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu, enerji güvenliği, doğrudan yabancı yatırımlar ve çevresel bozulmanın yenilenebilir enerji kullanımını artıran unsurlar olduğu tespit edilmiştir. Aynı yıl yapılan bir başka çalışmada Cergibozan (2021), enerji güvenliği riskiyle yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi OECD ülkeleri için 1985-2016 periyodunu ikinci nesil panel tekniğiyle (AMG ve Dumitrescu-Hurlin) araştırmıştır. Elde edilen ampirik bulgulara göre, rüzgâr, hidroelektrik ve toplam yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji güvenliği riskini azalttığını, ancak biyokütle ve güneş enerjisinin enerji güvenliği üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını elde edilmiştir. Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi sonuçlarına göre ise, biyokütle ve hidroelektrik enerjisi ile enerji güvenliği riski arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunurken, sanayi üretimi, toplam enerji tüketimi, ekonomik entegrasyon, kentleşme ve rüzgar enerjisi ile enerji güvenliği riski arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Chu (2023) yaptığı çalışmasında enerji güvenliği ile ekonomik karmaşıklığın yenilenebilir enerji gelişimindeki rolünü G7 ülkeleri için 1980-2017 dönem aralığını panel kantil regresyon modeliyle incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, enerji güvensizliğinin, yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişiminde güçlü bir itici faktör olduğu, ancak bu etkinin yenilenebilir enerjinin farklı dağılımları boyunca değişkenlik gösterdiği ortaya konmuştur. Öte yan-

dan, ekonomik karmaşıklığın yenilenebilir enerji gelişimini olumsuz etkilediği ve bu etkinin, yenilenebilir enerji sektörü ilerledikçe azaldığı belirlenmiştir. Chu vd. (2023) ise çalışmalarında 1997-2017 dönem aralığını 23 büyük enerji tüketen ülkeyi inceleyerek, enerji güvenliğinin yenilenebilir enerji gelişimi üzerindeki etkisini, ticaret açıklığı ve ekonomik büyümeyi de göz önünde bulundurarak sabit kantil regresyon tekniği ile analiz etmiştir. Çalışmanın bulguları, enerji güvenliği risklerinin yenilenebilir enerji gelişimi üzerinde olumlu ve anlamlı bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak, orta gelirli ülkelerde enerji güvenliği risklerinin yenilenebilir enerji üzerindeki etkisi istikrarsız olduğu elde edilmiştir. Aynı yıl Khan vd. (2023) çalışmasında enerji güvenlik riski ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi G7 ülkelerine 2004:1 – 2022:11 aylık verilerini QQ yaklaşımı ile analiz etmiştir. Bulgular, enerji güvenliğinin üst ve orta kantillerde yenilenebilir enerji üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ve bu durumun, yenilenebilir enerjinin enerji kullanımına dahil edilmesinin çatışmaları önemli ölçüde etkileyip enerji güvenliğini azalttığını gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, enerji güvenliğinin tüm kantillerde yenilenebilir enerjiye olumlu katkı sağladığı da belirlenmiştir. Diğer yandan, yenilenebilir enerjinin özellikle yüksek ve orta kantillerde enerji güvenliği üzerinde olumlu bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak, yenilenebilir enerjinin genel olarak enerji güvenliğine sürekli bir olumlu katkı sağladığı, ancak orta vadede bu etkinin zayıfladığı görülmektedir. Tuğcu ve Mengaki (2024) ise çalışmasında yenilenebilir enerji üretiminin enerji güvenlik riski üzerindeki etkisini G7 ülkelerinde 1980-2018 dönem aralığı için panel ARDL, Panel QQ regresyon ve Dumitrescu-Hurlin panel Granger nedensellik analizi incelemiştir. Elde edilen bulgulara göre, kısa vadede yenilenebilir enerjiden enerji güvenliğine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu ve yenilenebilir kaynaklardan enerji üretiminin uzun vadede enerji güvenliğini tehdit eden riskleri önemli ölçüde azalttığını göstermektedir. Ayrıca, QQ regresyon tahminleri, yenilenebilir enerji üretiminin %50'nin üzerinde olduğu kantillerde enerji güvenliği risklerinin azaldığını ve G7 ülkelerinde enerjiye güvenli erişimin güçlendiğini ortaya koymaktadır.

Yukardaki literatür taraması göz önüne alındığında, enerji güvenliği ile ilgili çalışmalar-da önemli bir örneklem olan Türkiye'nin ele alınmadığını ve enerji güvenliği riski ile yenilenebilir enerji arasındaki ilişkinin Türkiye için ampirik olarak test edilmediğini görülmektedir. Bu çalışmada, söz konusu literatür boşluğunu doldurmak amacıyla, Türkiye için yenilenebilir enerji, FDI ve GDP'nin enerji güvenliği riski üzerindeki etkileri incelenmiştir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarındaki potansiyeli ve enerji arz güvenliği açısından taşıdığı stratejik önemi göz önünde bulundurarak, enerji güvenlik riskinin itici güçlerini değerlendirmek büyük bir önem taşımaktadır. Bu bağlamda, enerji güvenliği riski ile yenilenebilir enerji arasındaki ilişkinin ampirik olarak ele alınması, Türkiye özelinde önemli bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

3. Veri Seti ve Metodoloji

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye için 1980-2018 yılları arasındaki zaman serisi verilerini kullanarak yenilenebilir enerji tüketiminin (REN), enerji güvenliği riski (ESR) üzerindeki etkisini incelemektir. İlaveyen çalışmada, ekonomik büyüme (GDP) ve doğrudan yabancı yatırımların (FDI) da ESR üzerindeki etkisi kontrol edilmiştir. REN (kişi başına kWh), ESR (indeks), GDP (kişi başına GSYH-sabit 2015 ABD doları) ve FDI (net girişler %GDP) cinsinden elde edilmiştir. REN verisine Our World in Data (OWD) (2024), ESR verisine Global

Energy Institute (GEI) (2024), GDP ve FDI'ye ait verilere ise World Development Indicators (WDI)'den (2024) ulaşılmıştır. ESR verisine 1980-2018 yılında arasında ulaşılabildiği için çalışma yılı 1980-2018 olarak sınırlandırılmıştır.

Cergibozan (2024) ve Tugcu & Menegaki'nin (2024) çalışmalarından hareketle kurgulanan ampirik model aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$ESR_t = f(REN_t, GDP_t, FDI_t) \quad (1)$$

burada ESR, REN, GDP ve FDI sırasıyla, enerji güvenliği riskini, yenilenebilir enerji tüketimini, ekonomik büyümeyi ve doğrudan yabancı yatırımları göstermektedir. Olası değişen varyans sorununun önüne geçmek ve esnekliği elde etmek için denklem 1'de özetlenen modelin doğal logaritması alınmıştır. Yeniden formüle edilen model denklem 2'de ifade edilmiştir:

$$\ln ESR_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln REN_t + \alpha_2 \ln GDP_t + \alpha_3 \ln FDI_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

burada $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$, açıklayıcı değişkenlerin parametrelerini, α_0 modelin sabitini, t zamanı, ln doğal logaritmayı ve ε ise hata terimini göstermektedir.

Çalışmanın ampirik analizi için Pesaran vd. (2001) tarafından literatüre kazandırılan ve gecikmesi dağıtılmış otoregresif model olarak adlandırılan (ARDL) modelinden istifade edilmiştir. Bu modelin birkaç önemli özelliği vardır. Bunlardan ilki, zaman serilerinin I(0) veya I(1) gibi farklı derecelerde entegrasyon sergilediği senaryolarda eşbütünleşme ilişkilerinin analizine olanak sağlamasıdır. İkincisi, eşbütünleşme denkleminde bir hata düzeltme parametresinin eklenmesi, uzun ve kısa vadeli ilişkilerin eşzamanlı olarak belirlenmesini kolaylaştırmaktadır. Sonuncusu ise ARDL modeli, sınırlı örneklem büyüklükleri bağlamında bile doğru tahmin sonuçları üretme kabiliyetiyle tanınmaktadır (Pesaran vd., 2001:297-300). Bu çalışmadaki değişkenler için oluşturulan ARDL denklemi aşağıdaki gibi özetlenebilir:

$$\Delta \ln ESR_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \beta_1 \Delta \ln ESR_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_2 \Delta \ln REN_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_3 \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_4 \Delta \ln FDI_{t-i} + \lambda_1 \ln ESR_{t-1} + \lambda_2 \ln REN_{t-1} + \lambda_3 \ln GDP_{t-1} + \lambda_4 \ln FDI_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Hata düzeltme parametresi eklenerek, yukarıda sunulan denklem kolaylıkla bir hata düzeltme modeline (HDM) dönüştürülebilir:

$$\Delta \ln ESR_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \beta_1 \Delta \ln ESR_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_2 \Delta \ln REN_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_3 \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^q \beta_4 \Delta \ln FDI_{t-i} + \lambda_1 \ln ESR_{t-1} + \lambda_2 \ln REN_{t-1} + \lambda_3 \ln GDP_{t-1} + \lambda_4 \ln FDI_{t-1} + \omega HDT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

burada Δ kısa dönem dinamiklerini gösteren fark operatörünü ve düzey değerleri uzun dönem bilgisini ve t zamanı ve p ve q gecikme uzunluklarını ve HDT hata düzeltme parametresini ve ε hata terimini göstermektedir. Gecikme uzunluklarının belirlenmesi tipik olarak Akaike Bilgi Kriteri (AIC) veya Schwarz Bilgi Kriteri (SIC) kullanılarak gerçekleştirilir. Çalışmada, ARDL yaklaşımından elde edilen uzun dönem esnekliklerinin sağlamlık sınaması FMOLS, DOLS ve CCR tahmincileri vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Phillips ve Hansen (1990) tarafından geliştirilen FMOLS, Park (1992) tarafından geliştirilen CCR ve Stock & Watson (1993)

tarafından literatüre kazandırılan DOLS yaklaşımları otokorelasyon ve içsellik sorunlarından kaçınırken sağlam ve tutarlı tahminler üretilmesini sağlar (Kartal vd., 2023: 5-6).

4. Bulgular ve Tartışma

Ekonometrik bir araştırmanın başlangıcında, değişkenlere ait bütünlüşme mertebelerinin belirlenmesi olası sahte regresyonun önüne geçmek için oldukça önemlidir. Bu bağlamda, çalışmada öncelikle değişkenlerin bütünlüşme mertebesinin belirlenmesi amacıyla Dickey & Fuller (1979) tarafından geliştirilen Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips & Perron (1988) tarafından geliştirilen Phillips-Perron (PP) birim kök testlerinden yararlanılmıştır. Bu testlere ait sonuçlar aşağıdaki Tablo 1’de sunulmuştur. Buna göre lnFDI değişkeni düzeyde durağan ($I(0)$) olduğu, diğer bütün değişkenlerin birinci farkları alındığında durağan hale geldikleri ($I(1)$) görülmektedir. Dolayısıyla, ARDL yaklaşımı ilgili değişkenler arasındaki eşbütünlüşme ilişkisinin araştırılmasında kullanılmasında bir sakınca yoktur.

Tablo 1: Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	ADF		ADF (1.fark)		PP		PP (1.fark)	
	t-ist.	prob.	t-ist.	prob.	Adj-t-ist.	prob.	Adj-t-ist.	prob.
lnESR	-1.384	0.579	-5.741***	0.000	-1.213	0.658	-6.599***	0.000
lnREN	-1.554	0.495	-7.856***	0.000	-1.300	0.619	-9.295***	0.000
lnGDP	-0.379	0.979	-6.502***	0.000	-0.698	0.990	-6.530***	0.000
lnFDI	-2.859	0.059*	-	-	-2.905*	0.054	-	-

Not: *, %10, **, %5 ve ***, %1 anlamlılık düzeylerini göstermektedir

ARDL yaklaşımından elde edilen eşbütünlüşme sonuçları Tablo 2’deki gibidir. Tablo 2’deki sonuçlara bakıldığında, kurulan ARDL modeli için hem F hem de t istatistiklerinin %5 ve %10 önem seviyesindeki üst kritik değerlerden ($I(1)$) büyük olduğu görülmektedir. Bu sonuç, Türkiye’de lnESR, lnREN, lnGDP ve lnFDI arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğunu doğrulamaktadır.

Tablo 2: ARDL Eşbütünlüşme Sonuçları

Model	İstatistikler	Kd. %5		Kd. %10		Karar	
		I(0)	I(1)	I(0)	I(1)		
(2,4,5,5)	F _{istatistiği}	4.789	3.23	4.35	2.72	3.77	✓
	t _{istatistiği}	-3.708	-2.86	-3.78	-2.57	-3.46	✓

Not: Optimum gecikme uzunluğu, AIC’e göre otomatik olarak seçilmiştir. Kd = kritik değer.

Uzun dönemli bir ilişkinin elde edilmesinin ardından, ARDL yaklaşımına ait uzun ve kısa dönemli katsayılar elde edilmiş ve Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3: Uzun ve Kısa Dönem ARDL Tahmin Bulguları

Uzun vadeli sonuçlar	Katsayı	Standart hata	t-istatistiği	Prob.
lnREN	-0.272***	0.067	-4.012	0.001
lnGDP	0.598***	0.099	6.013	0.000
lnFDI	-0.046*	0.022	-2.064	0.058
Kısa vadeli sonuçlar	Katsayı	Standart hata	t-istatistiği	Prob.
C	2.942***	0.613	4.799	0.000
Δ lnESR	0.284	0.164	1.733	0.105
Δ lnREN	-0.005	0.035	-0.144	0.887
Δ lnREN _{t-1}	0.228***	0.061	3.728	0.002
Δ lnREN _{t-2}	0.114*	0.057	1.975	0.068
Δ lnREN _{t-3}	0.101**	0.045	2.208	0.044
Δ lnGDP	0.088	0.172	0.510	0.617
Δ lnGDP _{t-1}	-0.414*	0.207	-2.001	0.065
Δ lnGDP _{t-2}	-0.226	0.180	-1.252	0.230
Δ lnGDP _{t-3}	-0.091	0.177	-0.512	0.616
Δ lnGDP _{t-4}	0.478***	0.158	3.013	0.009
Δ lnFDI	0.003	0.014	0.225	0.824
Δ lnFDI _{t-1}	0.023	0.016	1.473	0.162
Δ lnFDI _{t-2}	0.010	0.016	0.634	0.535
Δ lnFDI _{t-3}	0.001	0.014	0.121	0.904
Δ lnFDI _{t-4}	-0.019*	0.010	-1.791	0.094
HDT _{t-1}	-0.798***	0.165	-4.823	0.000
Tamısal testler				
J-B	0.068 [0.966]			
WHITE	1.885 [0.115]			
LM	1.090 [0.315]			
RESET	0.509 [0.488]			
CUSUM	İstikrarlı			
CUSUMSQ	İstikrarlı			

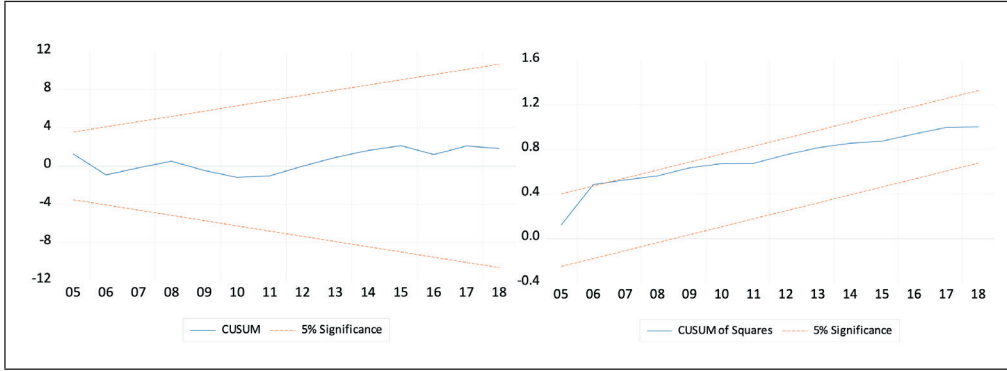
Not: [] olasılık değerleridir. %1 ve %5 anlamlılık düzeyleri sırasıyla (***) ve (**) ile vurgulanmıştır

Tablo 3’de sunulan sonuçlara göre uzun dönemde lnREN’deki %1’lik bir artış, lnESR’yi %0.272 oranında azaltmaktadır. lnGDP’deki %1’lik bir artışın ise lnESR’yi %0.598 oranında arttırmaktadır. Uzun dönemde lnFDI’nın lnESR üzerindeki etkisine bakıldığında ise lnFDI’daki %1’lik bir artışın lnESR’yi %0.046 oranında azalttığı görülmektedir.

Tablo 3'deki kısa dönemli sonuçlara bakıldığında ise HDT'nin beklediği gibi negatif ve istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Daha açık bir ifadeyle, kısa dönemde meydana gelecek bir sapma $1/0.798=1.25$ yıl sonra uzun dönem dengesine yakınsayacaktır. Ayrıca, kısa dönemde ilgili bağımsız değişkenlerin istatistiki olarak lnESR üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

ARDL modelinin tahmin amacıyla kullanılabilmesi için belirli tanısal test koşullarının karşılanması gerekmektedir. Tablo 3'te gösterilen bulgular, modelde otokorelasyon ve değişen varyans sorunlarının olmadığını göstermenin yanı sıra modelin normal dağılıma uyduğunu ve spesifikasyon hatalarından arınmış olduğunu teyit etmektedir. Tahmin edilen ARDL modeliyle ilişkili parametrelerin istikrarını değerlendirmek için CUSUM ve CUSUMSQ testleri yapılmış, sonuçlar Şekil 1'de sunulmuş ve parametrelerin istikrar gerekliliklerini yerine getirdiğini göstermiştir. Sonuç olarak, oluşturulan ARDL modeli tahmin amaçları için uygundur.

Şekil 1. CUSUM ve CUSUMSQ



4.1. Sağlamlık Sınaması

Yukarıdaki ARDL modelinden elde edilen uzun dönemli katsayıların sağlamlık sınaması için FMOLS, DOLS ve CCR yaklaşımlarından yararlanılmış ve sonuçlar aşağıda sırasıyla Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 4: FMOLS Bulguları

FMOLS				
Değişkenler	Katsayılar	Standart hata	t-istatistik	Prob.
lnREN	-0.097*	0.049	-1.967	0.057
lnGDP	0.435***	0.085	5.110	0.000
lnFDI	-0.039**	0.018	-2.150	0.038
c	3.841***	0.556	6.906	0.000

Not: ***, ** ve *: sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeylerinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 4'teki FMOLS analiz sonuçlarına göre, uzun dönemde lnESR üzerinde lnREN, lnGDP ve lnFDI'nın etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. lnREN'deki her %1'lik artış, lnESR'yi %0.097 oranında azaltmaktadır. Öte yandan, lnGDP'deki her %1'lik artış, lnESR'yi %0.435 oranında arttırmaktadır. lnFDI'nın lnESR üzerindeki etkisine bakıldığında ise, lnFDI'daki her %1'lik artışın lnESR'yi %0.039 oranında azalttığı görülmektedir.

Tablo 5: DOLS Bulguları

DOLS				
Değişkenler	Katsayılar	Standart hata	t-istatistik	Prob.
lnREN	-0.225***	0.050	-4.447	0.000
lnGDP	0.597***	0.085	6.967	0.000
lnFDI	-0.046**	0.019	-2.381	0.025
c	3.375***	0.595	5.663	0.000

Not: ***, ** ve *: sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeylerinde anlamlılığı göstermektedir

Tablo 5'deki DOLS uzun dönem tahmin sonuçlarına göre, tüm bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken lnESR üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. Bulgular, lnREN'deki %1'lik artışın lnESR'yi %0.225 oranında azalttığını, buna karşılık lnGDP'deki %1'lik artışın ise lnESR'yi %0.597 oranında arttırdığını göstermektedir. Ayrıca, lnFDI'nın lnESR üzerindeki etkisine bakıldığında, lnFDI'daki %1'lik artışın lnESR'yi %0.046 oranında azalttığı gözlemlenmiştir.

Tablo 6: CCR Bulguları

CCR				
Değişkenler	Katsayılar	Standart hata	t-istatistik	Prob.
lnREN	-0.087*	0.046	-1.873	0.069
lnGDP	0.434***	0.082	5.266	0.000
lnFDI	-0.042**	0.019	-2.198	0.034
c	3.775***	0.582	6.485	0.000

Not: ***, ** ve *: sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeylerinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 6'da yer alan CCR tahmin bulgularına göre tüm bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken olan lnESR üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu gözlemlenmektedir. Tablo 6'daki sonuçlara göre, lnREN'deki %1'lik bir artış, lnESR'yi %0.087 oranında azaltmaktadır. Ayrıca sonuçlar, lnGDP'deki %1'lik artışın lnESR'yi %0.434 oranında arttırdığını ortaya koymaktadır. Son olarak, Tablo 6'daki bulgulara göre lnFDI'daki %1'lik bir artış, lnESR'yi %0.042 oranında azaltmaktadır.

ARDL yaklaşımından elde edilen uzun dönem katsayılarının sağlamlık sınaması için kullanılan FMOLS, DOLS ve CCR yaklaşımları, ARDL bulgularıyla uyumlu sonuçlar vermektedir. Bu durum, yapılan tahminlerin güvenilir olduğunu göstermektedir.

4.2. Tartışma

ARDL yaklaşımı ve bu yaklaşımın sağlamlık sınaması için yapılan FMOLS, DOLS ve CCR tahmincilerinden elde edilen sonuçlar, $\ln REN$, $\ln GDP$ ve $\ln FDI$ 'nin $\ln ESR$ üzerinde istatistiki olarak anlamlı etkilerinin olduğunu göstermektedir. Bulgular, Türkiye'de $\ln REN$ 'deki artışın $\ln ESR$ 'yi negatif etkilediğini yani yenilenebilir enerji tüketiminin uzun vadede enerji arz güvenliği riskini azalttığını ortaya koymaktadır. Yenilenebilir enerji tüketimini, enerji güvenliği riskini çeşitli şekillerde azaltabilir (örneğin, kaynak çeşitlendirmesi, ithalat bağımlılığını azaltma, fiyat istikrarı sağlama ve çevresel riskleri minimize etme gibi). Bu doğrultuda, Türkiye'nin mevcut yenilenebilir enerji altyapısı bahsedilen bu nedenlerden dolayı enerji güvenliği riskini hafifletmiş olabilir. Bu sonuç Nie & Yang (2016), Cergibozan (2021), Khan vd. (2023) ve Tuğcu & Menegaki (2024) çalışmalarının sonuçlarıyla tutarlıdır. Çalışmadan elde edilen diğer bir sonuç ise Türkiye'deki $\ln GDP$ 'nin $\ln ESR$ 'yi artırması, diğer bir ifadeyle uzun dönemde Türkiye'nin ekonomik büyümesindeki artışın, enerji arz güvenliği endişelerini artırması olgusudur. Bu sonuç, Balitskiy vd. (2014) ve Le ve Nguyen'nin (2019) çalışmalarıyla uyumludur. Enerji arz güvenliği ile $\ln GDP$ arasındaki ilişkiyi inceleyen akademik çalışmalara bakıldığında, bu iki değişken arasında güçlü bir bağ olduğu görülmektedir. Enerji arz güvenliği, ekonomik büyümenin sürdürülebilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Çünkü ekonomik büyümede meydana gelen artış, enerji talebini artırır ve bu talep artışı, enerji arz güvenliğini sağlamayı zorunlu kılar. Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ekonomilerde, enerji arzındaki istikrarsızlıklar ekonomik büyümeyi olumsuz etkileyebilir. Son olarak, çalışmadan elde edilen sonuçlara göre Türkiye'ye gelen doğrudan yabancı yatırımlar, Türkiye'nin enerji arz güvenliği riskini yavaşlatmaktadır. Bu durum, Bu vd. (2019), Xin-gang vd. (2019), Petrović & Lobanov (2022) ve Cao vd. (2020) gibi çalışmaların bulgularıyla paralellik göstermektedir. Doğrudan yabancı yatırımlar, enerji arz güvenliği açısından hem fırsatlar hem de riskler barındıran karmaşık bir unsurdur. Yabancı yatırımların sağladığı teknoloji transferi, altyapı gelişimi ve kaynak çeşitlendirmesi gibi avantajlar, enerji arz güvenliği riskini hafifletirken; ekonomik bağımlılık, jeopolitik riskler ve ulusal güvenlik kaygıları gibi faktörler bu güvenliği tehdit edebilir. Bu bağlamda, Türkiye'ye gelen doğrudan yabancı yatırımların enerji güvenliği riskini azaltan alanlara doğru gittiği yorumunu yapmak mümkündür.

5. Sonuç

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye için 1980-2018 yılları arasındaki zaman serisi verilerini kullanarak yenilenebilir enerji tüketiminin, enerji güvenliği riski üzerindeki etkisini incelemektir. Ayrıca çalışmada, ekonomik büyüme ve doğrudan yabancı yatırımların da enerji güvenliği riski üzerindeki etkisi kontrol edilmiştir. Söz konusu etkiler, ARDL yaklaşımıyla test edilmiştir. Bu yaklaşımın sağlamlık sınaması için FMOLS, DOLS ve CCR yöntemleri kullanılmıştır. Araştırmanın ampirik analizi sonucunda şu bulgular elde edilmiştir: i) Yenilenebilir enerji tüketimi, uzun vadede enerji arz güvenliği riskini hafifletmektedir. ii) Uzun vadede, artan ekonomik büyüme enerji güvenliği riskini artırmaktadır. iii) Türkiye'ye gelen uzun vadeli doğrudan yabancı yatırımlar, Türkiye'nin enerji arz güvenliği riskini azaltmaktadır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar, politika yapıcılar için önemli tavsiyeler sunmaktadır. İlk olarak, politika yapıcıların, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişin yalnızca enerji güvenliğini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda iklim değişikliğiyle küresel mücadelede kritik

bir rol oynadığını kabul etmeleri gerekmektedir. Bu doğrultuda, yenilenebilir enerji üretimini teşvik etmek, ekonomik büyümeyi desteklemek ve yenilikçiliği özendirmek, enerji güvenliği risklerini azaltmak ve sürdürülebilir bir enerji geleceğini inşa etmek için etkili stratejiler olarak değerlendirilebilir. Destekleyici politikalar benimseyerek ve yenilenebilir enerji altyapısına yatırım yaparak, hem enerji güvenliği riski azaltılabilir hem de çevresel kirlilik azaltılabilir. Yenilenebilir enerji sektöründe özel sektör yatırımlarını teşvik etmek için, ithal edilen ve yerel eşdeğeri bulunmayan yenilenebilir enerji ekipmanlarına yönelik vergi ve gümrük muafiyetleri uygulanabilir. Ayrıca, yenilenebilir enerji projelerine yönelik Ar-Ge teşvikleri, neredeyse sıfır faizli finansman, devlet arazilerinin ücretsiz düşük maliyetle tahsis edilmesi veya sübvansiyon gibi destekleyici politikalar hayata geçirilebilir. İkinci olarak, ekonomik büyüme genellikle enerji talebinde bir artışa neden olur. Bu yüzden, enerji verimliliğini artırmaya yönelik politikalar ve yatırımlar, artan talebe rağmen enerji arz güvenliğini korumada önemli bir rol oynayabilir. Bina yalıtımı, enerji tasarruflu teknolojiler ve sanayi sektöründe verimlilik artırıcı önlemler teşvik edilmelidir. Ayrıca, enerji güvenliği kısa vadeli çözümlerle değil, uzun vadeli stratejilerle sağlanabilir. Politika yapıcılar, ekonomik büyümeyi sürdürülebilir hale getirmek ve enerji arz güvenliğini sağlamak amacıyla uzun vadeli enerji politikaları geliştirmeli ve hayata geçirmelidir. Enerji fiyatlarındaki artışlar, sektörün teknolojik bağımlılığı ve yüksek sabit maliyetleri nedeniyle, genellikle gecikmelerle ilerleyen yeni büyüme ve kalkınma döngülerini tetiklemektedir. Bu bağlamda, politika yapıcıların önceliklerini yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomilere entegrasyonundan ziyade doğrudan uygulanmasına odaklaması gerekmektedir. Son olarak, politika yapıcılar, doğrudan yabancı yatırımları enerji güvenliğini güçlendirecek sektörlerle yönlendirmelidir. Örneğin, yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve enerji altyapısı gibi stratejik alanlara yönelik yabancı yatırımları teşvik eden düzenlemeler uygulanmalıdır. Bu yaklaşım, enerji arzının daha güvenli hale getirilmesine katkı sağlayabilir. Ev sahibi ülkeler, yalnızca üretim artışına değil, aynı zamanda teknolojik ilerlemeye katkıda bulunan yabancı yatırımları çekmeye odaklanmalıdır. Yabancı yatırımcılarla yerel işletmelerin iş birliği yaparak enerji verimliliğini artıracak yenilikçi teknolojiler geliştirmesi teşvik edilmelidir. Bu, FDI'nın daha kaliteli ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır. Bu stratejiler, enerji verimliliğini ve güvenliğini artırırken, aynı zamanda ekonomik büyümeye ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada, sadece yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji güvenliği riski üzerindeki etkisine odaklanılmış olsa da, gelecek çalışmalarda yenilenebilir enerji kaynaklarının yanı sıra nükleer enerjinin de enerji güvenliği riski üzerindeki etkisi incelenebilir. Ayrıca, bu çalışmada sadece Türkiye'ye odaklanılmıştır. Gelecekteki çalışmalarda enerji güvenliği riski yüksek olan ülke veya ülkeler için benzer bir konu çalışılabilir. Son olarak, gelecekteki çalışmalarda Fourier, wavelet ve zamanla değişen nedensellik testi gibi güncel ekonometrik teknikler kullanılarak yenilenebilir enerji ve enerji arz güvenliği arasındaki bağ incelenebilir.

Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Augutis, J., Martišauskas, L., Krikštolaitis, R., & Augutienė, E. (2014). Impact of the renewable energy sources on the energy security. *Energy Procedia*, 61, 945-948.
- Balitskiy, S., Bilan, Y., & Strielkowski, W. (2014). Energy security and economic growth in the European Union. *Journal of Security & Sustainability Issues*, 4(2).
- Bilgili, F., Koçak, E., Bulut, Ü., & Kuloğlu, A. (2017). The impact of urbanization on energy intensity: Panel data evidence considering cross-sectional dependence and heterogeneity. *Energy*, (133), 242-256.
- BP. (2024). BP energy Outlook edition. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2024.pdf>. Erişim tarihi: 12.12.2024.
- Bu, M., Li, S., & Jiang, L. (2019). Foreign direct investment and energy intensity in China: Firm-level evidence. *Energy Economics*, 80, 366-376.
- Cergibozan, R. (2022). Renewable energy sources as a solution for energy security risk: Empirical evidence from OECD countries. *Renewable Energy*, 183, 617-626.
- Cherp A, Jewell J (2011) The three perspectives on energy security: intellectual history, disciplinary roots and the potential for integration. *Curr Opin Environ Sustain* 3(4):202–212.
- Chu, L. K. (2023). The role of energy security and economic complexity in renewable energy development: evidence from G7 countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(19), 56073-56093.
- Chu, L. K., Ghosh, S., Doğan, B., Nguyen, N. H., & Shahbaz, M. (2023). Energy security as new determinant of renewable energy: the role of economic complexity in top energy users. *Energy*, 263, 125799.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427-431.
- Francés, G. E., Marín-Quemada, J. M., & González, E. S. M. (2013). RES and risk: Renewable energy's contribution to energy security. A portfolio-based approach. *Renewable and sustainable energy reviews*, 26, 549-559.
- Gan, L., Eskeland, G. S., & Kolshus, H. H. (2007). Green electricity market development: Lessons from Europe and the US. *Energy policy*, 35(1), 144-155.
- Gatzert, N., & Kosub, T. (2016). Risks and risk management of renewable energy projects: The case of onshore and offshore wind parks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 982-998.
- GEI. (2024). Global Energy Institute. <https://www.globalenergyinstitute.org/>.
- Hache, E. (2018). Do renewable energies improve energy security in the long run?. *International Economics*, 156, 127-135.
- Hamed, T. A., & Bressler, L. (2019). Energy security in Israel and Jordan: The role of renewable energy sources. *Renewable energy*, 135, 378-389.
- Ibrahiem, D. M., & Hanafy, S. A. (2021). Do energy security and environmental quality contribute to renewable energy? The role of trade openness and energy use in North African countries. *Renewable Energy*, 179, 667-678.
- Intelligence, F. D. I. (2023). The FDI report 2023: Global greenfield investment trends. *London: The Financial Times Ltd.*
- Jiang, W., & Martek, I. (2021). Political risk analysis of foreign direct investment into the energy sector of developing countries. *Journal of Cleaner Production*, 302, 127023.

- Johansson, B. (2013). Security aspects of future renewable energy systems—A short overview. *Energy*, 61, 598-605.
- Kanberoğlu, Z., & Polat, İ. H. (2017). Analysis Of Renewable Energy Resources From Regional Development In Eastern Anatolia Region Example. *International Journal of Contemporary Economics & Administrative Sciences*, 7, 159-177.
- Kartal, M. T., Pata, U. K., Destek, M. A., & Caglar, A. E. (2023). Environmental effect of clean energy research and development investments: Evidence from Japan by using load capacity factor. *Journal of Cleaner Production*, 416, 137972.
- Khan, K., Su, C. W., Khurshid, A., & Qin, M. (2023). Does energy security improve renewable energy? A geopolitical perspective. *Energy*, 282, 128824.
- Keeley, A. R., & Ikeda, Y. (2017). Determinants of foreign direct investment in wind energy in developing countries. *Journal of Cleaner Production*, 161, 1451-1458.
- Le, T. H., & Nguyen, C. P. (2019). Is energy security a driver for economic growth? Evidence from a global sample. *Energy policy*, 129, 436-451.
- Lu, W., Su, M., Zhang, Y., Yang, Z., Chen, B., & Liu, G. (2014). Assessment of energy security in China based on ecological network analysis: A perspective from the security of crude oil supply. *Energy Policy*, 74, 406-413.
- Lucas, J. N. V., Francés, G. E., & González, E. S. M. (2016). Energy security and renewable energy deployment in the EU: Liaisons Dangereuses or Virtuous Circle?. *Renewable and sustainable energy reviews*, 62, 1032-1046.
- Nie, P. Y., & Yang, Y. C. (2016). Renewable energy strategies and energy security. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 8(6), 065903.
- Novikau, Aliaksandr & Muhasilovic, Jahja. (2023), “Turkey’s quest to become a regional energy hub: Challenges and opportunities”, *Heliyon*, Vol. 9, pp. 1-11. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/OWD>. (2024). Our World in Data. <https://ourworldindata.org/explorers>. Erişim tarihi: 12.12.2024.
- Park, J. Y. (1992). Canonical cointegrating regressions. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 119-143.
- Payne, J. E., Truong, H. H. D., Chu, L. K., Doğan, B., & Ghosh, S. (2023). The effect of economic complexity and energy security on measures of energy efficiency: Evidence from panel quantile analysis. *Energy Policy*, 177, 113547.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of applied econometrics*, 16(3), 289-326.
- Petrović, P., & Lobanov, M. M. (2022). Energy intensity and foreign direct investment nexus: Advanced panel data analysis. *Applied Energy*, 311, 118669.
- Phillips, P. C., & Hansen, B. E. (1990). Statistical inference in instrumental variables regression with I (1) processes. *The review of economic studies*, 57(1), 99-125.
- Phillips, P. C., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *biometrika*, 75(2), 335-346.
- Saltık, H. H. (2016). *Enerji arz güvenliği ve yenilenebilir enerji kaynakları* (Yayımlanmamış Doktora Tezi) Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Stern, D. I. (2011). The role of energy in economic growth. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1219(1), 26-51.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (1993). A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 783-820.

- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2023), “2019 – 2023 Stratejik Planı”. https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/SGB/tr/Faaliyet_Raporlari/2023/ETKB2023FR.pdf . Erişim tarihi: 11.11.2024.
- T.C. Dışişleri Bakanlığı. (2022), “Türkiye’nin Uluslararası Enerji Stratejisi”. https://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa. Erişim tarihi:01.05.2025.
- Tongsopit, S., Kittner, N., Chang, Y., Aksornkij, A., & Wangjiraniran, W. (2016). Energy security in ASEAN: A quantitative approach for sustainable energy policy. *Energy policy*, 90, 60-72.
- Tugcu, C. T., & Menegaki, A. N. (2024). The impact of renewable energy generation on energy security: Evidence from the G7 countries. *Gondwana Research*, 125, 253-265.
- Tüzen, Z. (2023, Ekim). Türkiye’nin enerji jeopolitiği ve enerji güvenliği. VIII. Uluslararası Orta Doğu Sempozyumu: Beklentiler ve belirsizlikler sarmalında Orta Doğu (24-26 Ekim 2023): Bildiriler ve özler içinde (s. 49). (İstanbul Gelişim Üniversitesi), (İstanbul).
- WDI. (2024). World Bank Indicators. Erişim tarihi:11.12.2024 <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.
- World Bank, 2023. Private participation in infrastructure database. <https://ppi.worldbank.org/data>. Erişim tarihi: 12.18.2024.
- Xin-gang, Z., Yuan-feng, Z., & Yan-bin, L. (2019). The spillovers of foreign direct investment and the convergence of energy intensity. *Journal of cleaner production*, 206, 611-621.