



## Enerji Güvenliği ve Jeopolitik Riskin Türkiye'nin Çevre Kalitesi Üzerindeki Rolü: Yeni Nesil Fourier Terimli Genişletilmiş ARDL Modelinden Kanıtlar

The Role of Energy Security and Geopolitical Risk on Türkiye's Environmental Quality: Evidence from the New Generation Augmented ARDL Model with Fourier Terms

Muhammet Daştan<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Samsun/Türkiye, mdastan2525@gmail.com  
ORCID: 0000-0001-6067-8946 (Sorumlu Yazar/Corresponding Author)

### MAKALE BİLGİSİ

### ÖZ

#### Makale Türü

Araştırma Makalesi

#### Anahtar Kelimeler

Enerji Güvenliği  
Jeopolitik Risk  
Yük Kapasite Faktörü  
Fourier Terimli Genişletilmiş ARDL Modeli

**Geliş Tarihi:** 21 Nisan 2024

**Kabul Tarihi:** 04 Ekim 2024

Küresel ısınmaya bağlı olarak; yoğun yağışlar, fırtınalar ve aşırı kuraklıklar da dahil olmak üzere birçok çevresel felaketin yaşandığı günümüz dünyası, Rusya-Ukrayna Savaşı ve İsrail'in Filistin'i işgali gibi beklenmedik jeopolitik gelişmelere tanıklık etmektedir. Tüm bu gelişmeler, ülkelerin ekonomik aktivitelerini, enerji stratejilerini ve nihayetinde çevresel kalitelerini etkilemede önemli bir potansiyele sahiptir. Dolayısıyla bu çalışma, jeopolitik risk, enerji güvenliği ve çevre kalitesi arasındaki ilişkileri Türkiye özelinde 1973-2018 dönemi için analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla çalışmada, çevresel kalitenin bir göstergesi olarak yük kapasite faktörü kullanılmakta, enerji güvenliği ve jeopolitik riskin yanı sıra ekonomik büyüme, beşeri sermaye ve doğal kaynak rantının çevresel etkileri de dikkate alınmakta ve Fourier terimli genişletilmiş ARDL yaklaşımı uygulanmaktadır. Ampirik bulgular, jeopolitik risk ile enerji güvenliğinin çevre kalitesini olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Sonuçlar ayrıca ekonomik büyüme ve doğal kaynak rantının çevre kalitesini düşürdüğünü, beşeri sermayenin ise çevre dostu bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır.

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Article Type

Research Article

#### Keywords

Energy Security  
Geopolitical Risk  
Load Capacity Factor  
Augmented ARDL Model with  
Fourier Terms

**Received:** Apr, 21, 2024

**Accepted:** Oct, 04, 2024

The modern era has witnessed many environmental catastrophes, including heavy rains, storms, and extreme droughts due to global warming, as well as unexpected geopolitical developments such as the Russian-Ukrainian War and Israel's occupation of Palestine. All these developments have a significant potential to affect nations' economic activities, energy strategies, and, ultimately, their environmental quality. Therefore, this study aims to analyze the interactions between energy security, geopolitical risk, and environmental quality in Türkiye from 1973 to 2018. To this end, the study employs the load capacity factor as an indicator of environmental quality, considers the environmental impacts of economic growth, human capital, and natural resource rent in addition to energy security and geopolitical risk, and applies the augmented autoregressive distributed lag (ARDL) model with Fourier terms. Empirical findings demonstrate that geopolitical risk and energy security negatively affect environmental well-being. The results also reveal that economic growth and natural resource rent reduce environmental quality, while human capital is an environmentally friendly factor.

### Extended Abstract

**Aim:** The world is witnessing several catastrophic and geopolitical events owing to rising global warming and boundary disputes, which influence nations' energy strategies, economic activity, and environmental well-being. However, no research has yet been conducted to establish the association between geopolitical risk (GPR), energy security (ENS), and the environment. Hence,

**Atf/Cite as:** Daştan, M. (2024). Enerji Güvenliği ve Jeopolitik Riskin Türkiye'nin Çevre Kalitesi Üzerindeki Rolü: Yeni Nesil Fourier Terimli Genişletilmiş ARDL Modelinden Kanıtlar. *Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi*, 8(2), 262-284.



Bu makale, [Creative Commons Atf \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) lisansının hüküm ve koşulları altında dağıtılan açık erişimli bir makedir. / This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

this study aims to analyze the implications of GPR and ENS on environmental quality in Türkiye, while controlling for the impacts of economic growth (GDP), human capital (HC) and natural resource rents (NRR).

**Methods:** The present research utilizes time series data spanning the period between 1973 and 2018. It is worth mentioning that the study prefers the load capacity factor (LCF) as a dependent variable rather than relying on other environmental indicators, including ecological footprint and carbon emissions, as it takes both supply and demand aspects of nature into account. This research primarily focuses on the role of GPR and ENS in environmental quality. It also considers the environmental implications of GDP, NRR, and HC to provide a holistic assessment of environmental quality and to avoid omitted variable bias. The empirical process of this paper begins with exploring the unit root characteristics of the variables. In this context, the study makes use of Fourier ADF (F-ADF) unit root test introduced by Enders and Lee (2012a). When the nature of the structural break is unobservable or uncertain, the F-ADF test enables precise modelling of structural breaks through removing the issue of establishing the number and date of the breaks (Pata et al., 2023). In the next step, the study seeks to explore the long-term cointegration association among the variables in question. In order to identify whether precise cointegration exists between the variables, the study follows McNown et al. (2018) and Sam et al. (2019) and performs the following three tests: Traditional bounds test or F-test for all variables, the t-test for the lagged dependent variable, and the new F-test for the lagged independent variables. The study also performs several diagnostic tests including serial correlation, heteroscedasticity, normality, functional misspecification, and model stability to obtain reliable results. In the last step, the study estimates the short and long-term elasticities by performing the augmented ARDL approach with Fourier terms.

**Findings:** Although the augmented ARDL technique relaxes the requirement that the dependent variable needs to be stationary at its first difference, the variables should still not be  $I(2)$ . In this context, this study performs F-ADF test to detect the stationary features of the variables. The results indicate that GPR, HC, and ENS are stationary at the level, whereas LCF, GDP, and NRR become stationary at the first difference. After determining the order of the variables' integration, this study estimates the augmented ARDL (2, 2, 1, 1, 1, 1) model with the appropriate Fourier number ( $k=1$ ) to identify whether there is a long-run association among the dependent and explanatory variables exist. The findings suggest that the null hypothesis of “no cointegration” can be rejected, verifying the existence of precise long-term association between the variables in question. The study also runs diagnostic tests to look for concerns with heteroscedasticity, serial correlation, normality, functional misspecification, and model stability. Based on the outcomes, the study is incapable of rejecting the null hypothesis of no heteroscedasticity of the White test, no autocorrelation of the LM test, no normality of the Jarque-Bera test, and properly identified model of the Ramsey Reset test. Furthermore, the cusum and cusum-square tests verify the long-run stability of the model over the sample period. These outcomes demonstrate that the suggested model meets the key presumptions of the augmented ARDL approach and is not subject to econometric issues. After confirming that the examined variables have an accurate cointegration connection and that the model satisfies the presumptions, the study estimates the short and long-run elasticities utilizing the augmented ARDL model with smooth shifts. The findings indicate that the coefficients of all explanatory variables are of statistical significance in the long-term. However, the coefficients of GPR and NRR are not significant in the short term. It is also worth noting that, except for HC, all the variables have a negative effect on the LCF in the long-term.

**Conclusion:** This study attempts to assess the implications of geopolitical risks and energy security on environmental quality in Türkiye while controlling the impacts of economic growth, human capital and natural resources. The study uses load capacity factor as an indicator of environmental quality and applies recently introduced augmented ARDL model with Fourier terms. Several crucial insights are uncovered by the analysis. First, Türkiye's growing economy has brought about serious problems for the country's ecosystem. Increased pollution, habitat

destruction, and resource depletion are all consequences of the fast growth of industry, urbanization, and consumerism. These unfavorable results emphasize the critical need for implementing environmental protections and sustainable practices to lessen the harmful environmental effects of economic development. Secondly, geopolitical risks, including the terrorist acts, regional tensions, conflicts, and wars, significantly affect Türkiye's environmental quality. These impacts harm environmental and public health, as well as the availability of natural resources and the sustainability of the national economy. Therefore, it is critical to formulate and implement environmental planning strategies that consider the environmental impacts of potential geopolitical hazards. Third, human capital significantly improves the LCF. This suggests that policies to improve education and labor force capabilities can improve public knowledge, understanding and innovative responses to environmental problems. Therefore, Turkish policy makers should invest in education and training programs to increase people's environmental awareness. Fourth, even if the energy security enhances energy independence by promoting efficiency and sustainability in the energy mix, it increases environmental deterioration in Türkiye. The main reason behind this fact is that Türkiye's energy supply mainly depends on fossil fuels. Given the country's reliance on these fossil-based energy imports, efforts to increase energy security should prioritize renewable energy generation over non-renewable energy supply to accomplish long-term sustainable development goals. Lastly, natural resource rent has a negative effect on environmental quality in Türkiye. Overreliance on resource rent may lead to environmental deterioration and resource depletion. In this regard, natural resource rent needs to be effectively managed and allocated to ensure that it provides environmental gains.

## 1. Giriş

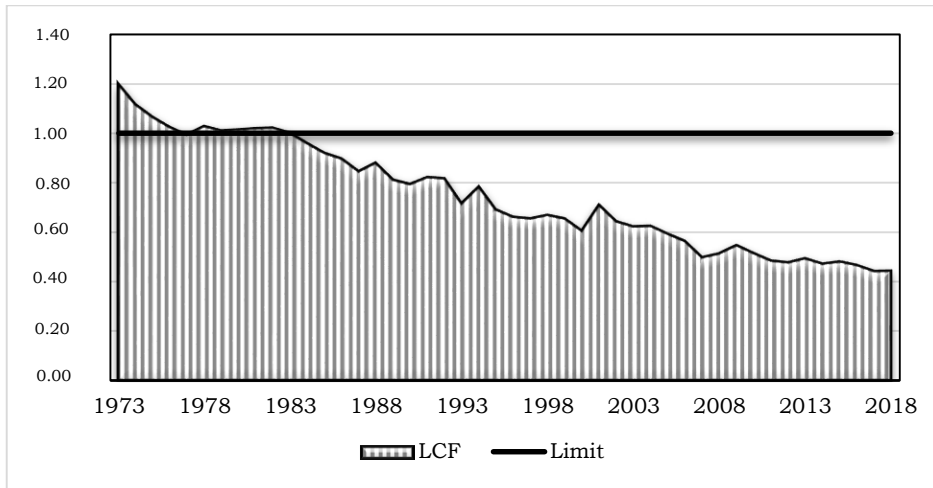
18. yüzyılın sonlarından itibaren ekonomik büyümenin temel dinamiklerinden birisi olan fosil enerji tüketiminin beraberinde getirdiği çevresel sorunlar, modern dünyanın başa çıkması gereken en önemli zorlukların başında gelmektedir. Zira endüstriyel üretim için birincil girdiyi sağlayan fosil yakıtlar, küresel sera gazı emisyonlarını artırarak gıda güvenliğini tehdit eden, ekosistemleri tahrip eden, salgın hastalıkları tetikleyen ve ekonomik aktiviteyi daraltan yoğun sel, aşırı kuraklık, şiddetli kasırgalar ve buzulların erimesi gibi çeşitli iklim krizlerine neden olmaktadır (Environmental Protection Agency, 2023). Çevre kalitesindeki bozulmaların sosyal ve iktisadi refah kayıplarıyla önemli ölçüde bağlantılı olduğunu gösteren bu tür insan kaynaklı iklim sorunları, ülkelerin uzun dönemli kalkınma hedeflerinin önündeki en önemli engellerden birini teşkil etmektedir. Bu nedenle, ekosistem sürdürülebilirliği konusunda küresel çaplı acil eylem çağruları, ülkeleri karbon emisyonlarını sınırlandırarak iklim krizinin olumsuz etkilerini hafifletmek için aktif görevler üstlenmeye davet etmektedir (Çağlar, 2022a). Bu bağlamda Avrupa Birliği (AB) hükümetlerinin, 2019 yılında açıklanan “Avrupa Yeşil Mutabakatı” (AYM) ile 2050 yılında iklim-nötr ilk kıta olma hedefini ortaya koydukları ve bu hedefe ulaşmak için 2030 yılına kadar emisyonları 1990 seviyelerine kıyasla en az %55 oranında azaltmayı taahhüt ettikleri bilinmektedir (European Commission, 2023). Ayrıca AB ülkeleri, birliğe komşu olan ülkelerin de AYM kapsamında iklim değişikliğini önleme çabalarına ortak olmalarını beklemektedir (European Training Foundation, 2021).

Gerek stratejik konumu gerek se Avrupa için bölgesel bir enerji merkezi olmaya odaklanması nedeniyle Türkiye, bu ülkeler içerisinde büyük bir öneme sahiptir (Austvik ve Rzayeva, 2017). Nitekim gelişen uluslararası ticaret sisteminde aktif bir rol oynayan, net sıfır karbon emisyonunu hedefleyen ve son yıllarda enerji kaynaklarını önemli ölçüde çeşitlendiren Türkiye, küresel iklim değişikliği ile mücadeleye önemli katkılar sağlayabilecek bir potansiyele sahiptir (Calikoglu ve Koksall, 2023). Ancak, yeşil enerji teknolojilerindeki önemli gelişmelere rağmen, Türkiye ekonomisinin çevre kirliliğinin başlıca kaynakları olan petrol ve doğal gaz ithalatına (sırasıyla %93

ve %99) bağımlılığı devam etmektedir (International Energy Agency-IEA, 2021). Buna paralel olarak Türkiye, 26.3 çevresel performans puanıyla 180 ülke arasında 172. sırada yer almaktadır (Wolf vd., 2022). Dolayısıyla, fosil yakıt ithalatına bağımlı ekonomik yapısı nedeniyle sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma kabiliyetinin sınırlandığı Türkiye’de çevre kalitesini etkileyen unsurların tespit edilerek genel geçer politika önerilerinin sunulması önem arz etmektedir.

Türkiye’de çevre kalitesinin belirleyicilerini konu edinen geniş bir literatür bulunmakla birlikte, çevre kalitesi genellikle hava kirliliğini yansıtan karbon emisyonları ve üretim/tüketim faaliyetlerinin doğa üzerindeki yükünü ölçen ekolojik ayak iziyle temsil edilmektedir (Bkz. Sharif vd., 2020; Destek, 2021; Udemba vd., 2022; Acaroğlu vd., 2023; Çamkaya vd., 2023; Daştan ve Eygü, 2023). Ancak çevresel sorunların hava kirliliğinden çok daha fazlasını içerdiği bilinmektedir. Bu durum, karbon emisyonlarının kapsamlı bir çevre göstergesi olmasının önüne geçmektedir. Bununla birlikte, ekolojik ayak izi yalnızca insanların doğal kaynaklara olan talebi nedeniyle çevrenin nasıl bozulduğunu ortaya koyması açısından doğanın arz yanını, bir başka ifadeyle doğanın insan talebini karşılama kapasitesini (biyokapasiteyi) göz ardı etmektedir. Dolayısıyla hem doğal kaynak talebini hem de bu talebi karşılayabilecek erişilebilir doğal kaynakların arzını gösteren daha kapsamlı bir çevresel göstergeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada Siche vd. (2010), biyokapasitenin ekolojik ayak izine oranını (biyokapasite/ekolojik ayak izi) yansıtan yük kapasite faktörünü (YKF) önermiştir. YKF değerinin 1’e eşit veya 1’den daha büyük olması, çevresel sürdürülebilirliğin korunduğuna, değer 1’den küçük olması ise ekosistemin insan talebini karşılama konusunda yetersiz kaldığına işaret etmektedir. Bu bağlamda YKF, gerek doğanın arz ve talep bileşenlerini eşanlı olarak içermesi, gerek se çevresel sürdürülebilirliğin daha gerçekçi bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlaması nedeniyle çevre kalitesini ölçmek için karbon emisyonu ve ekolojik ayak izine nispeten daha kullanışlı bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Pata ve Balsalobre-Lorente, 2022; Caglar vd., 2024a). Bu bilgiler ışığında, Türkiye’nin çevresel sürdürülebilirlik durumu YKF açısından Grafik 1 yardımıyla değerlendirilebilir. Grafikten izlendiği üzere, ihracata dayalı ekonomik stratejinin benimsendiği 1980’li yılların başlarından itibaren Türkiye’de YKF değerlerinin sürdürülebilirlik için kritik eşik olan 1’in altında değerler aldığı ve bu ekolojik açığın ülkenin yüksek büyüme trendine bağlı olarak zamanla derinleştiği görülmektedir.

**Grafik 1: Türkiye’nin Çevresel Sürdürülebilirlik Seyri**



**Kaynak:** Global Footprint Network (GFN, 2023).

Diğer taraftan, YKF’nin çevre ve enerji ekonomisi literatüründeki uygulama alanının giderek genişlemesine rağmen, Türkiye’yi konu eden az sayıda çalışma bulunmaktadır (Pata ve Balsalobre-Lorente, 2022; Akhayere vd., 2023). Sınırlı sayıdaki bu çalışmalarda; enerji tüketimi, turizm, dışa açıklık ve finansal gelişme gibi iktisadi faktörler ile YKF arasındaki ilişkilere odaklanılmakta ancak jeopolitik risk ve enerji güvenliği gibi çevre kalitesini etkileme potansiyeli yüksek olan değişkenler

göz ardı edilmektedir. Bu durum, Türkiye'nin çevresel kalitesinin değerlendirilmesinde önemli bir araştırma boşluğuna işaret etmektedir. Nitekim Türkiye uzun yıllardır ekonomik faaliyetlerle ve dolayısıyla çevre kalitesiyle güçlü bağlantıları olan çok sayıda terör eylemlerine ve sınır anlaşmazlıklarına tanıklık etmektedir (Aktürk vd., 2023). Uluslararası ilişkilerin seyrini etkileyen bu tür jeopolitik riskler, ekonomik büyüme hızlarını yavaşlatabilecek olumsuz arz ve talep şoklarını beraberinde getirmektedir (Caldara ve Iacoviello, 2022). Ekonominin arz cephesinden bakıldığında, jeopolitik riskler; beşerî ve fiziksel sermayenin erozyonuna, kaynakların etkinsiz kullanımına, uluslararası ticaretin daralmasına ve sermaye akışlarının durağanlaşmasına neden olmaktadır. Talep açısından değerlendirildiğinde ise savaşlar, terör eylemleri ve ülkeler arasındaki gerilimler, ekonomik aktörlerin tüketim, yatırım ve istihdam kararlarını ertelemelerine ve finansal koşulların sıkılaşmasına yol açarak makroekonomik faaliyetler üzerinde baskı oluşturmaktadır (Caldara vd., 2022). Literatürde jeopolitik risklerin ekonomik aktivite üzerindeki bu olumsuz etkilerinin çevresel kaliteyi artırabileceği varsayılmakta ve çevre kalitesi ile jeopolitik riskler arasındaki olumlu bağlantı "*hafifletici etki*" olarak nitelendirilmektedir (Anser vd., 2021a). Ayrıca, Rusya-Ukrayna Savaşı'nda olduğu gibi jeopolitik risklerin arttığı dönemlerde fosil yakıt bazlı enerji fiyatları daha fazla dalgalanma eğilimi gösterdiğinden, yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtların yerini almasını daha makul kılmaktadır (Zhao vd., 2023). Dolayısıyla, jeopolitik risklerin Türkiye gibi petrol ve doğal gaz ithalatına bağımlı ülkelerde çevresel kaliteyi olumlu yönde etkileyebileceği düşünülmektedir. Öte yandan, jeopolitik risklerin AR-GE yatırımları ile yenilenebilir teknoloji inovasyonlarını azaltarak çevresel kaliteyi azaltma ihtimali de bulunmaktadır. Literatürde, çevre kalitesi ile jeopolitik riskler arasındaki bu potansiyel negatif ilişki ise "*arttırıcı etki*" olarak ifade edilmektedir (Anser vd., 2021a).

Tüm bunların yanı sıra Jeopolitik riskler, enerji sektöründeki stratejileri, yatırımları ve politikaları şekillendirerek daha güvenli, esnek ve temiz enerji sistemlerine olan ihtiyacı artırmaktadır (Ramirez vd., 2022). Tedarik kaynaklarının çeşitlendirilmesine ve değişken siyasi sistemlere bağımlılığın azaltılmasına dayanan güvenli bir enerji sistemi, ekonomik kalkınma ve insanların sürdürülebilir refahı için gerekli görülmektedir (Binh vd., 2023). Ancak, petrol ve doğal gaz ithalatına yüksek derecede bağlı olan Türkiye ekonomisinde enerji güvenliği ve çevresel sürdürülebilirlik arasında bir dengenin kurulması oldukça güçtür. Zira Türkiye'de enerji güvenliğinin sağlanmasında izlenen strateji, petrol ve gaz arama faaliyetlerinin geliştirilmesini, yerli enerji üretiminin artırılmasını ve enerji arz kaynaklarının çeşitlendirilmesini gerektirmektedir. Bu bağlamda Türkiye, yeni gaz keşifleri, boru hatları, sıvılaştırılmış doğal gaz terminalleri ve gelişmiş depolama kapasitesi dahil olmak üzere gaz tedarik alternatiflerini genişletme konusunda önemli adımlar atmaktadır (IEA, 2021). Ancak enerji, ülke ekonomisinin gelişmesinde, toplumsal refahın artmasında ve yoksulluğun azalmasında hayati bir rol oynasa da (Shah vd., 2019) fosil yakıtlara dayalı enerji güvenliğinin sürdürülmesi çevresel bozulma riskini beraberinde getirmektedir.

Yukarıdaki hususlara ve literatürdeki boşluğa dayalı olarak bu çalışma, Türkiye'de jeopolitik risklerin ve enerji güvenliğinin çevre kalitesi üzerindeki etkilerini 1973-2018 dönemi için incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın ilgili literatüre beş ayrı katkısı bulunmaktadır. Bunlardan ilki, çalışmada jeopolitik risk ve enerji güvenliği gibi iki önemli değişken çevre kalitesi analizine dahil edilmektedir. İkincisi, bu çalışma terör saldırılarının ve sınır anlaşmazlıklarının yoğun olduğu bir bölgede konumlanan, önemli bir enerji transit ülkesi olan ve özellikle yeni fosil yakıt keşifleri yoluyla ithalat bağımlılığını azaltmaya ve bölgesel enerji güvenliğini artırmaya çalışan Türkiye'ye odaklanmaktadır. Üçüncüsü, çalışmada doğanın hem arz hem de talep bileşenlerini kapsadığı için karbon emisyonları ve ekolojik ayak izine göre daha kapsamlı bir çevre kalitesi göstergesi (YKF) kullanılmaktadır. Dördüncüsü, çalışmada güvenilir sonuçlara ulaşılması amacıyla literatüre henüz yeni kazandırılmış olan Fourier terimli genişletilmiş ARDL modelinden faydalanılmaktadır. Söz konusu model, geleneksel ARDL modelindeki bağımlı değişkenin düzey değerinde durağan olma zorunluluğunu ortadan kaldırmakta, modelde yer alan değişkenler için üç farklı test bileşeniyle

daha tutarlı bir eş-bütünleşme yaklaşımı sunmakta ve sayısı ve zamanı önceden bilinmeyen yumuşak geçişli yapısal kırılmaları yakalayabilmektedir. Son olarak çalışmada, ekonomik büyüme, doğal kaynaklar ve beşeri sermayenin çevresel etkileri de dikkate alınmaktadır.

Çalışmanın girişi izleyen ikinci bölümünde konuyla ilgili literatür özetlenmekte, üçüncü bölümünde çalışmanın analizlerinde kullanılan veriler, kurulan model ve izlenen ekonometrik yöntem açıklanarak elde edilen bulgular tartışılmakta ve son bölümünde ise sonuçlar özetlenerek politika önerileri sunulmaktadır.

## 2. Literatür Özeti

Ülke içlerinde ve ülkeler arasında yaşanan gerilimlerin neden olduğu jeopolitik risklerin hem küresel hem de münferit ülkeler açısından çevre üzerinde kaçınılmaz zincirleme etkileri bulunmaktadır. Dolayısıyla jeopolitik risklerin yalnızca ekonomi ve güvenlik politikaları için değil aynı zamanda çevre politikaları için de kilit bir rol oynadığı kabul edilmekte ve buna bağlı olarak ilgili risklerin çevresel etkilerini araştıran çalışmaların sayısı hızla artmaktadır. Bu çalışmalardan birinde Anser vd. (2021b), BRICS ülkeleri örneğinde jeopolitik risklerin çevre kirliliği üzerindeki etkisini 1985–2015 dönemi için genişletilmiş ortalama grup (AMG) tahmincisiyle araştırmış ve sonuçta jeopolitik riskler ile karbon emisyonları arasında pozitif yönlü bir ilişki tespit etmiştir. Zhao vd. (2021) jeopolitik riskin karbondioksit emisyonları üzerindeki asimetric etkisini, BRICS ekonomileri ve 1985-2019 dönemi için doğrusal olmayan gecikmesi dağıtılmış otoregresif (NARDL) model yaklaşımını kullanarak incelemiştir. Çalışma sonucunda yazarlar, jeopolitik riskteki pozitif şokların Rusya ve Güney Afrika'da karbon emisyonlarını azalttığı bulgusuna ulaşmıştır. Yazarlar ayrıca, jeopolitik riskteki azalmaların Hindistan, Çin ve Güney Afrika'da karbon emisyonlarını azalttığını, Rusya'da ise çevre kirliliğini artırdığını tespit etmiştir. Çalışmalarını 7 yükselen ekonomi olan Brezilya, Çin, Endonezya, Hindistan, Meksika, Türkiye ve Rusya özelinde 1990-2015 dönemi için yürüten Husnain vd. (2022), AMG tahmincisini kullanarak jeopolitik risklerin karbon emisyonları ile ekolojik ayak izini azaltma eğiliminde olduğunu saptamıştır. Ekonomik politika belirsizlikleri ile jeopolitik risklerin seçili gelişmekte olan ülkelerdeki karbon ayak izi üzerindeki etkilerini 1995-2015 dönemi için inceleyen Anser vd. (2021a), çalışmalarında uyguladıkları çeşitli panel veri analiz teknikleri sonucunda ekonomik politika belirsizliklerinin ekolojik ayak izini artırdığını, jeopolitik risklerin ise azalttığını ortaya koymuştur. Li (2023) Çin'i ve 1995-2020 dönemini kapsayan çalışmasında uygulamış olduğu Bootstrapped ARDL modeline dayalı olarak jeopolitik risklerin karbon emisyonlarını hem kısa hem de uzun dönemde artırdığını göstermiştir. Ulussever vd. (2023), yüksek fosil yakıt tüketimine sahip beş Körfez İşbirliği Konseyi ülkesini ve 2000-2021 dönemini kapsayan çalışmalarında, aylık verilere ve yeni nesil kantil tabanlı yöntemlere dayalı olarak siyasi istikrar ve jeopolitik riski, çevre kalitesini yönlendirebilen ekonomi ve enerji dışı iki önemli faktör olarak belirlemiştir. Jeopolitik riskin çevresel etkilerini BRICS ülkeleri ve 1993-2020 dönemi için analiz eden Hassan vd. (2024), çalışmalarında uyguladıkları CUP-FM, CUP-BC ve Panel Kantil Regresyon modelleri sonucunda, jeopolitik riskin sera gazı emisyon oranını arttırdığını saptamıştır. Çalışmalarında BRICS ülkelerinin çevre kalitesini 1995-2021 dönemi için inceleyen Bashir vd. (2023), uyguladıkları CS-ARDL yaklaşımıyla doğal kaynak tüketiminin, jeopolitik risklerin ve ekonomik büyümenin çevresel bozulmaya neden olduğunu, enerji dönüşümü ile bankacılık alanındaki gelişmelerin ise çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağladığını tespit etmiştir. Sweidan (2022), seçili 18 ülke ve 1992-2018 dönemini kapsayan çalışmalarında, iki yönlü sabit Prais-Winsten regresyon yaklaşımını kullanarak jeopolitik riskin çevresel stresi azaltma veya çevresel sürdürülebilirliği destekleme yönünde eğilimli olduğunu göstermiştir. Çalışmalarını BRICS ülkeleri ve 2000-2021 dönemi özelinde yürüten Khan vd. (2023), çalışmalarında uyguladıkları CUP-FM ve CUP-BC modellerine dayalı olarak Jeopolitik risklerdeki artışın karbon ve sera gazı emisyonlarını yükselttiğini ve enerji tüketimini artırdığını ortaya koymuştur.

Diğer taraftan, ilgili literatürde enerji güvenliği ve çevre arasındaki bağlantıyı doğrudan veya dolaylı olarak araştıran sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan birinde Nawaz ve

Alvi (2018), 1984-2015 dönemini ve Pakistan ekonomisini kapsayan çalışmalarında, enerji güvensizliğinin sosyoekonomik koşulları ve çevre kalitesini olumsuz yönde etkilediğini saptamış ve enerji güvenliğinin sosyoekonomik kalkınmayı ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamada önemli bir rol oynadığını belirtmiştir. Dong vd. (2022), 2004-2019 dönemi için 30 farklı ülkede doğal gaz ithalat güvenliğinin çevre kirliliği üzerindeki etkisini dinamik panel veri modeli kapsamında incelemiş ve sonuçta enerji güvenliğindeki iyileşmelerin karbon emisyonlarını negatif yönde etkilediğini tespit etmiştir. Yazarlar ayrıca, doğal gaz ithalat güvenliğinin enerji tüketim yapısını değiştirerek de karbon emisyonlarını azaltabileceğini ortaya koymuştur. Wang vd. (2023a) Ocak 2005'ten Aralık 2021'e kadar aylık verileri kullandıkları çalışmalarında, Kantil ARDL modeline dayalı olarak Çin'de Enerji güvenliğinin uzun dönemde karbon emisyonlarını olumsuz yönde etkilediğini saptamıştır. Bu çalışmalardan farklı olarak Boroza (2024), 1990-2021 dönemi için Avrupa Birliği ülkelerindeki enerji güvenliği riski ile jeopolitik risklerin karbondioksit emisyonları üzerindeki etkilerini genişletilmiş ortalama grup ve dinamik ortak korelasyonlu etkiler ortalama grup tahmincilerini kullanarak incelemiştir. Çalışma sonucunda yazar, karbondioksit emisyonlarındaki uzun dönemli artışın ardındaki temel faktörlerin sırasıyla nihai enerji tüketimi ile enerji güvenliği riski olduğunu ortaya koymuş ve jeopolitik riskin karbon emisyonları üzerinde kısa dönemli zayıf bir azaltıcı etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir.

Karbon emisyonları ve ekolojik ayak izine göre daha etkin bir çevresel gösterge olan YKF'nin literatüre kazandırılmasıyla birlikte, çok sayıda çalışma söz konusu göstergeyi temel alarak çevre kalitesinin yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, beşeri sermaye, doğal kaynak kullanımı, doğrudan yabancı yatırımlar, sanayileşme, AR-GE ve kentleşme gibi çeşitli belirleyicilerini araştırmıştır (Pata ve Isik, 2021; Awosusi vd., 2022; Jin vd., 2023; Guloglu vd., 2023; Çağlar vd., 2023; Pata vd., 2023; Adebayo, 2024; Çağlar vd., 2024b; Çamkaya ve Karaaslan, 2024). Ancak ilgili literatür incelendiğinde, enerji güvenliği ile YKF arasındaki etkileşimlerin göz ardı edildiği görülmektedir. Bununla birlikte, literatürde jeopolitik risklerin YKF üzerindeki etkilerini inceleyen yalnızca iki çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan ilkinde Pata ve Ertuğrul (2023), Hindistan'da 1988-2018 dönemi için jeopolitik riskin YKF üzerindeki etkilerini genişletilmiş ARDL modeliyle araştırmış ve değişkenler arasında istatistiksel açıdan anlamsız ilişkiler tespit etmiştir. İkincisinde ise çalışmalarını yine Hindistan üzerine yürüten Villanthenkodath ve Pal (2024), ARDL modelinden faydalanarak 1990-2019 döneminde jeopolitik riskin ekolojik ayak izini ve karbon emisyonlarını artırdığını, YKF'yi ise azalttığını ortaya koymuştur.

Yukarıda sunulan ampirik literatür genel olarak değerlendirildiğinde üç önemli sonuca ulaşılmaktadır.

- Çalışmalardan elde edilen sonuçlar birbirleriyle çelişmektedir. Bu durum temelde; dönem, örneklem ve ekonometrik yöntem farklılıklarından kaynaklanmaktadır.

- Literatürde henüz jeopolitik risk ile enerji güvenliğinin çevresel sonuçlarını birlikte değerlendiren ve söz konusu değişkenleri Türkiye'nin çevre kalitesiyle ilişkilendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır.

- Jeopolitik risklerin çevresel etkilerini araştıran çalışmaların neredeyse tamamına yakını çevre kalitesini temsilen karbon emisyonları veya ekolojik ayak izini kullanmakta ve bu iki göstergeye nispeten daha kapsamlı bir çevre değişkeni olan YKF'yi göz ardı etmektedir.

Dolayısıyla bu çalışmanın Türkiye ekonomisini konu edinmesi ve jeopolitik risk ve enerji güvenliğinin YKF üzerindeki etkilerine odaklanması bakımından literatürdeki boşluğu dolduracağına inanılmaktadır. Ayrıca, çalışmanın analizlerinde literatüre henüz yeni kazandırılan Fourier terimli genişletilmiş ARDL yönteminin uygulanmasının ilgili literatüre ekonometrik açıdan ek katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir.

### 3. Ekonometrik Analiz

#### 3.1. Model ve Veri seti

Bu araştırmada 1973 ile 2018 yılları<sup>1</sup> arasındaki dönemi kapsayan yıllık zaman serisi verileri kullanılarak; jeopolitik risk, enerji güvenliği, ekonomik büyüme, beşeri sermaye ve doğal kaynak rantı ile çevre kalitesi arasındaki etkileşimler incelenmektedir. Çalışmada ekolojik ayak izi ve karbon emisyonları gibi kısıtlı çevre göstergelerine nispeten doğanın hem arz hem de talep yönlerini dikkate aldığı için daha kapsamlı bir çevresel gösterge niteliği taşıyan YKF'nin tercih edilmesi, bu çalışmayı Türkiye'yi konu edinen literatürdeki diğer çalışmalardan farklılaştıran önemli bir özelliktir. Burada belirtilmesi gereken bir diğer önemli husus, çalışmada özellikle jeopolitik risk ve enerji güvenliğinin çevre kalitesindeki rolüne odaklanılmakla birlikte çevresel kalitenin bütüncül bir değerlendirmesini yapabilmek ve ihmal edilen değişken yanlılığından kaçınmak amacıyla ekonomik büyüme, doğal kaynaklar ve beşeri sermaye gibi kontrol değişkenlerin çevresel etkileri de dikkate alınmaktadır.

Teorik olarak jeopolitik risk ile çevre arasındaki etkileşimler, hafifletici ve artırıcı olmak üzere iki farklı kanal üzerinden açıklanmaktadır. "*Hafifletici etki*" jeopolitik risklerin çevre kirliliğinin birincil kaynağı olarak gösterilen ekonomik faaliyetleri yavaşlatarak çevre kirliliğini azaltabileceğini savunurken, "*artırıcı etki*" söz konusu risklerin özellikle yenilenebilir enerji teknolojilerine ilişkin AR-GE yatırımlarının daralmasına yol açarak çevre kirliliğini artırabileceğine işaret etmektedir (Anser vd., 2021a,b).

Enerji güvenliği ile çevre kalitesi arasındaki ilişki ise ülkelerin enerji güvenliğini (arzını) sağlamada izledikleri stratejilere bağlı olarak belirlenmektedir. Nitekim, ülkelerin ekonomik faaliyetlerini yürütürken ihtiyaç duydukları enerjinin yerli ve ithal enerji arzlarının birleşimiyle kesintisiz bir şekilde karşılanabildiği bir ortamı yansıtan enerji güvenliği (Cabalu, 2010), ülkelerin mevcut enerji kaynaklarını çeşitlendirerek sınırlı sayıda enerji kaynağına olan bağımlılıklarını azaltmalarını gerektirmektedir (Chester, 2010). Ancak enerji arzının, güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından ziyade geleneksel enerji kaynaklarına dayalı olarak sürdürülmesi çevresel bozulmalara neden olabilir. Zira dünyadaki emisyonların dörtte üçünden fazlası petrol, gaz ve kömür gibi fosil yakıtlardan kaynaklanmaktadır (Gani, 2021). Dolayısıyla bu tür yenilenemez enerji kaynaklarının ülkelere sunduğu sosyo-ekonomik faydalar, çevre kirliliği ve küresel ısınma pahasına gerçekleşmektedir (Armaroli ve Balzani, 2007; Çağlar vd., 2024c).

Diğer taraftan, ekonomik büyüme ve çevresel kalite arasındaki ilişki; ölçek etkisi, kompozisyon etkisi ve teknik etki olmak üzere üç farklı kanal üzerinden açıklanabilmektedir (Grossman ve Krueger, 1991). "*Ölçek etkisi*" büyüme döngüsünün ilk aşamalarında ortaya çıkmaktadır. Bu aşamada yüksek düzeyde endüstriyel üretim ve doğal kaynakların yoğun kullanımı nedeniyle oldukça fazla miktarda kirletici üretilerek doğaya salınmaktadır. Bu nedenle, "ölçek etkisi" gelir ve YKF arasındaki negatif yönlü ilişkiyi temsil etmektedir. Ancak ülkelerde belirli bir gelir düzeyine ulaşıldığında, ekonominin yapısının ağır sanayiden hafif sanayiye doğru kaymaya başladığı bilinmektedir. "*Kompozisyon etkisi*" olarak adlandırılan bu yapısal değişiklik, çevresel bozulmanın önüne geçebilmektedir. Son olarak, "*teknik etki*" artan refahın ekonomileri eski teknolojileri çevre dostu olanlarla değiştirmeye ittiğini ve dolayısıyla YKF'yi iyileştirdiğini ifade etmektedir (Pata vd., 2023). Dolayısıyla ekonomik büyüme zamanla çevre dostu bir faktör haline gelebilmektedir.

Ekonomik refah ile çevre kalitesi arasında yukarıda özetlenen ilişkiyi besleyen en önemli faktörlerden birisi, şüphesiz ki çevre kalitesi üzerinde pozitif yayılım etkileri bulunan beşeri sermayedir (Langnel vd., 2021; Pata ve Ertugrul, 2023). Zira beşeri sermaye, ekonomilerde verimliliği artırarak ve enerji israfını azaltarak, iktisadi aktivitenin kirlilikten arındırılmış teknolojiye

<sup>1</sup> Çalışmanın 1973-2018 dönemini kapsamasında analize konu olan değişkenlere ait verilerin ilgili veri tabanlarından bu dönem için kesintisiz bir şekilde elde edilebilmeleri etkili olmuştur.



daha uygun hale gelmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Zafar vd., 2019). Bununla birlikte, iktisadi açıdan gelişmiş ve eğitilmiş bireylerin yaşadığı bölgelerde, yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanılması, çevre dostu ürünlerin satın alınması ve karbon vergilerinin ödenmesi gibi yeşil uygulamaların benimsenme olasılığı daha yüksektir (Chankrajang ve Muttarak, 2017; Dai vd., 2024).

YKF üzerinde etkisi olan bir diğer önemli faktör doğal kaynaklardır. Ancak, ülkelerin kaynak kullanımında izledikleri yöntemlere bağlı olarak, doğal kaynakların çevresel etkileri farklılık gösterebilmektedir (Cağlar vd., 2022). Örneğin, petrol ve kömür rezervlerinin kullanılması ve bu tür rezervlerden elde edilen rantın sermaye ve altyapı harcamaları yerine hane halkı tüketimine yönlendirilmesi çevrenin tahribatını hızlandırabilmektedir (Cağlar vd., 2024a). Öte yandan, bireylerin doğal kaynakların daha etkin kullanılması yönünde teşvik edildiği ekonomilerde çevre kalitesi artabilmektedir (Yao vd., 2021). Dolayısıyla, doğal kaynak bolluğunun ülkeler için bir avantaj veya dezavantaj olup olmadığı, ülkelerin genel çevresel performansının yanı sıra yukarıda ifade edildiği gibi birçok faktör tarafından belirlenmektedir (Shittu vd., 2021).

Bu gerekçeler ışığında çalışmanın ampirik analizleri, aşağıdaki model üzerinden yürütülmektedir.

$$YKF_t = \alpha_0 + \vartheta_1 GDP_t + \vartheta_2 JPR_t + \vartheta_3 BES_t + \vartheta_4 DKR_t + \vartheta_5 ENG_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Eşitlik 1’de yer alan  $t$ ,  $a$  ve  $\varepsilon$  sırasıyla zaman periyodunu, sabit parametreyi ve hata terimini göstermektedir. Ayrıca YKF yük kapasite faktörünü; GDP, JPR, BES, DKR ve ENG ise sırasıyla ekonomik büyüme, jeopolitik risk, beşeri sermaye, doğal kaynak rantı ve enerji güvenliğini ifade etmektedir. Çevre kalitesi göstergesi olarak YKB’nin tercih edildiği güncel literatür (Pata ve Isik, 2021; Cağlar vd., 2023; Dai vd., 2024; Villanthenkodath ve Pal, 2024; Wang vd., 2024) dikkate alınarak modele dahil edilen bu değişkenlere ilişkin veriler; Global Footprint Network (GFN, 2023), Penn World Table (PWT, 2023), Dünya Bankası-Dünya Kalkınma Göstergeleri (WDI, 2023), Economic Policy Uncertainty (EPU, 2023) web sitesi ve Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD, 2023) olmak üzere beş ayrı veri tabanından alınmıştır. İlgili değişkenlere ait tanım, kısaltma, ölçüm yöntemi ve veri kaynağı Tablo 1’de özetlenmektedir.

**Tablo 1: Değişken Tanımları**

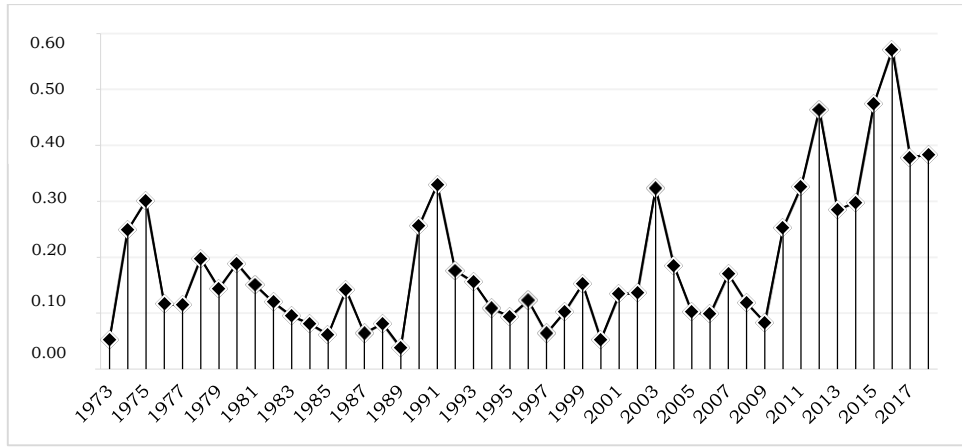
Değişken	Sembol	Ölçüm	Veri Kaynağı
Yük kapasite faktörü	YKF	Biokapasite/ Ekolojik ayak izi (Kişi Başına Küresel Hektar)	GFN
Ekonomik büyüme	GDP	Kişi başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (2015, ABD\$)	WDI
Doğal Kaynak Rantı	DKR	%(GDP)	
Jeopolitik Risk	JPR	İndeks	Policyuncertainty.com
Beşeri sermaye	BES	İndeks	PWT 10.0
Enerji Güvenliği (Birincil Enerji Arzı)	ENG	Ton petrol eşdeğeri/1000 ABD\$	OECD

Biyokapasitenin ekolojik ayak izine oranı olarak ölçülen YKF değişkenine ait veriler GFN’den; okullaşma yılı ve eğitimin getirisine dayalı olarak indeks biçiminde ölçülen BES değişkenine ait veriler, Feenstra vd. (2015) tarafından tasarlanan PWT 10.0’dan; 2015 yılı fiyatlarıyla ABD doları cinsinden kişi başına GDP ile temsil edilen ekonomik büyüme ile GDP’nin yüzdesi olarak ölçülen DKR değişkenlerine ait veriler ise WDI’den elde edilmiştir. Bunların yanı sıra, literatürde enerji güvenliği genellikle yeterli ve kesintisiz enerji arzıyla ilişkilendirildiğinden (Cabalu, 2010; Chester, 2010; Wang ve Zhou, 2017) bu çalışmada enerji güvenliği toplam birincil enerji arzıyla temsil edilmektedir. İlgili değişkene ait veriler, OECD (2023) veri tabanından ton petrol eşdeğeri/1000 ABD doları olarak elde edilmiştir. Yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarından oluşan birincil

enerji arzı, “enerji üretimi artı enerji ithalatı, eksi enerji ihracatı, eksi uluslararası bunkerler ve artı veya eksi stok değişkenlikleri” olarak tanımlanmaktadır (OECD, 2023).

Ayrıca, jeopolitik gerilim ve tehditleri rapor eden gazetelerdeki makalelerin sayısına dayalı olarak Caldara ve Iacoviello (2022) tarafından hazırlanan ve jeopolitik olayların ve bunlara bağlı risklerin bir ölçüsü olarak literatürde sıklıkla kullanılan JPR indeksinin aylık verileri EPU web sitesinden elde edilmiştir. JPR indeksi, risklerin boyutunu ölçebildiği ve 11 Eylül olayları, 2003 Irak işgali, 2015 Paris terör saldırıları ve 2022 Rusya-Ukrayna Savaşı gibi önemli olumsuz siyasi olayları yakalayabildiği için jeopolitik riskler için önemli bir vekil değişken olarak kabul edilmektedir (Bkz. Anser vd., 2021a,b; Zhao vd., 2021). İlgili veri seti ayrıca gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomiler için tasarlanmış ülke bazlı JPR indekslerini de kapsamaktadır. Türkiye'ye özgü jeopolitik olaylara bakıldığında, JPR indeksinin Kıbrıs Barış Harekâtı ve ABD'nin Türkiye'ye uyguladığı silah ambargosunun (1974-1975), Hakkâri, Elazığ, Van ve İstanbul illerindeki terör saldırılarının (1990-1991), ABD'nin Kuzey Irak Süleymaniye'deki Türk Özel Kuvvetleri Bürosu'na baskınının (2023), Suriye ile askeri ve siyasi gerilimlerin (2012), Gezi Parkı protestolarının (2013), Rus savaş uçağının düşmesi (2015) ve başarısız darbe girişiminin (2016) yaşandığı dönemlerde yükseldiği görülmektedir (Bkz. Grafik 2).

**Grafik 2: Türkiye'nin JPR İndeksi (1973-2018)**



Öte yandan YKF, GDP, BES ve DKR verileri yıllık frekansa sahip olduğundan, aylık bazda hesaplanan JPR indeks değerleri, (Dogan vd., 2021; Wang vd., 2023b; Ding vd., 2023; Luo ve Sun, 2024) çalışmalarında olduğu gibi ortalamaları alınarak yıllık verilere dönüştürülmüş ve çalışmada tutarlı tahminlere ulaşmak ve tahmin sonuçlarını esneklik olarak yorumlayabilmek için tüm verilerin doğal logaritmaları alınmıştır. İlgili değişkenlerin düzey değerlerine ilişkin istatistiksel özellikler Tablo 2’de sunulmaktadır.

**Tablo 2: Değişkenlerin İstatistiksel Özellikleri**

Değişken	Ortalama	Medyan	Maks.	Min.	Std. Hata	J-B	Olasılık
YKF	0.718	0.681	1.176	0.380	0.229	3.146	0.207
GDP	6444.787	5993.848	11938.783	3583.370	2362.890	2.909	0.234
JPR	0.187	0.144	0.570	0.038	0.125	0.991	0.609
BES	1.889	1.882	2.479	1.340	0.329	2.411	0.300
DKR	0.616	0.570	1.400	0.144	0.344	1.965	0.374
ENG	0.072	0.072	0.080	0.062	0.005	3.382	0.184

Jarque-Bera istatistiklerine göre, tüm değişkenler normal dağılım göstermektedir. Ayrıca en volatil değişkenin GDP olduğu, bunu DKR ve BES'in izlediği görülmektedir. Bu sonuç, kişi başına gelirin diğer değişkenlere kıyasla içsel veya dışsal şoklara karşı daha hassas veya kırılğan olduğunu ortaya koymaktadır.

### 3.2. Yöntem

Bu çalışmada izlenen ampirik süreç üç aşamadan oluşmaktadır. Değişkenlerin durağanlık özelliklerinin araştırıldığı birinci aşamada, Enders ve Lee (2012a) tarafından literatüre kazandırılan Fourier ADF (F-ADF) birim kök testi kullanılmaktadır. Veri üretme sürecinde yapısal kırılmalar meydana geldiğinde, bunların göz ardı edilmesi birim kökün reddedilememesi sorununa yol açmaktadır (Perron, 1989). Dolayısıyla, ampirik literatürde yapısal değişiklikleri hesaba katan farklı birim kök testleri önerilmiştir. Ancak, bu testlerin büyük çoğunluğu yapısal değişiklikleri kukla değişkenler aracılığıyla hesaba katmaktadır; bir başka ifadeyle bu testler yalnızca keskin değişimlerin dinamiklerini dikkate almaktadır (Bozoklu vd., 2020). Buna karşılık F-ADF testi, niteliği gözlemlenemeyen yapısal kırılmaların sayısını ve tarihini belirleme sorununu ortadan kaldırarak söz konusu kırılmaların hassas bir şekilde modellenmesine izin vermektedir (Pata vd., 2023).

İkinci aşamada, değişkenler arasındaki uzun dönemli eş-bütünleşme ilişkisini incelemeye odaklanılmaktadır. Bu bağlamda çalışmada, Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi uygulanmaktadır. Değişkenlerin durağan olmaması ve aynı dereceden bütünleşik olması gerektiği şeklindeki geleneksel testlerin tipik sınırlamalarından bağımsız olan ARDL sınır testi, küçük örneklem boyutunda dahi sağlam sonuçlar üretebilmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi, bu çalışmada potansiyel yapısal kırılmalar da dikkate alınmaktadır. Ancak serilerdeki yapısal kırılmalar kademeli olarak meydana gelebileceği gibi söz konusu kırılmaların etkileri uzun yıllar devam edebilmektedir (Enders ve Lee, 2012b). Dolayısıyla modele dahil edilen yapısal kırılmaların yumuşak ve kademeli olmalarına izin verilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada, Solarin (2019) ve Pata vd. (2023) takip edilerek ARDL modeline Fourier terimleri eklenmektedir.

Yukarıdaki bilgilere ve sınır testi prosedürüne dayanarak, değişkenler arasındaki olası eş-bütünleşme ilişkileri aşağıdaki denklem üzerinden araştırılmaktadır.

$$\begin{aligned} \Delta YKF_t = & \varphi_0 + \varphi_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \varphi_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \varphi_3 YKF_{t-1} + \varphi_4 GDP_{t-1} + \varphi_5 JPR_{t-1} + \varphi_6 BES_{t-1} + \varphi_7 DKR_{t-1} \\ & + \varphi_8 ENG_{t-1} + \varphi_9 \sum_{i=1}^e \Delta YKF_{t-i} + \varphi_{10} \sum_{i=0}^l \Delta GDP_{t-i} + \varphi_{11} \sum_{i=0}^f \Delta JPR_{t-i} + \varphi_{12} \sum_{i=0}^n \Delta BES_{t-i} \\ & + \varphi_{13} \sum_{i=0}^a \Delta DKR_{t-i} + \varphi_{14} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (2)$$

Eşitlikteki  $\varphi_0$ ,  $\Delta$  ve  $\varepsilon_t$  sırasıyla sabit terimi, fark operatörünü ve artık terimi temsil etmektedir.  $\varphi_1$  ve  $\varphi_2$  dalga bileşeninin büyüklüğünü ve hızını göstermektedir.  $\varphi_3$ 'ten  $\varphi_8$ 'e kadar olan katsayılar uzun dönemli dinamikleri,  $\varphi_9$ 'dan  $\varphi_{14}$ 'e kadar olan katsayılar ise kısa dönemli ilişkileri yansıtmaktadır. Ayrıca  $e$ ,  $l$ ,  $f$ ,  $n$ ,  $a$  ve  $z$  terimleri optimum gecikme uzunluklarını;  $T$ ,  $k$  ve  $t$  ise sırasıyla zaman aralığını, Fourier frekansını ve trendi temsil etmektedir.

Eş-bütünleşme için ARDL yaklaşımı uygulanırken birtakım varsayımların sağlanması gerekmektedir. Bunlardan ilki, bağımlı değişkenin birinci farkında durağan (I(1)) olması, ikincisi açıklayıcı değişken veya değişkenlerin dışsal olması ve son olarak dejenere<sup>2</sup> durumların söz konusu olmamasıdır. Pesaran vd. (2001) değişkenler arasındaki eş-bütünleşme ilişkilerini analiz etmek için F ve t testlerini önermektedir. İlk test, modeldeki tüm gecikmeli değişkenlerin anlamlılığını tespit ederken, ikinci test bağımlı değişkenin gecikmeli değerine odaklanmaktadır. Ancak McNown vd.

<sup>2</sup> ARDL yaklaşımında iki tür dejenere (bozulma) durumu söz konusudur: 1. Dejenere durum, bağımlı değişkenin gecikmeli değerleri istatistiki açıdan anlamlı ve/fakat bağımsız değişkenlerin gecikmeli değerleri anlamsızken ortaya çıkmaktadır. 2. Dejenere durum ise gecikmeli bağımsız değişkenler anlamlı ve/fakat gecikmeli bağımlı değişken anlamsızken ortaya çıkmaktadır. Bu bakımdan, bağımlı değişkenin seviye değerinde durağan bir süreç izlediği durumda ARDL modeli kullanılamamaktadır. Ancak McNown vd. (2018) ve Sam vd. (2019) bu sorunu ortadan kaldırmak amacıyla bağımsız değişkenlerin gecikmeli değerleri için yeni bir F-testi önermiş ve böylece bağımlı değişkenin durağan olduğu durumlarda da tutarlı sonuçlar üretebilen genişletilmiş ARDL modelini geliştirmiştir (Yilanci vd., 2020; Çağlar, 2022b).

(2018), birçok çalışmada eş-bütünleşme için ARDL yaklaşımı uygulanırken temel varsayımların göz ardı edildiğini ve potansiyel olarak yanıltıcı sonuçlar üretildiğini iddia etmektedir. Bu bağlamda McNown vd. (2018) ve Sam vd. (2019) bağımlı değişkenin I(1) olması gerektiğini varsaymak yerine, açıklayıcı değişkenlerin gecikmeli değerleri için yeni bir F-testi önermiştir. Böylece yazarlar, değişkenler arasında mutlak bir eş-bütünleşme ilişkisinin varlığını belirlemek için üç ayrı testin yapılmasını içeren genişletilmiş ARDL yaklaşımını literatüre kazandırmıştır. Bu testler tüm değişkenler için geleneksel sınır testini veya F-testini, gecikmeli bağımlı değişken için t-testini ve gecikmeli bağımsız değişkenler için yeni F-testini içermektedir. Söz konusu test istatistiklerinin her biri eşitlik 3, 4 ve 5 üzerinden aşağıdaki gibi gösterilebilmektedir:

$$F_{SINIR} \text{ test, } H_0: \varphi_3 = \varphi_4 = \varphi_5 = \varphi_6 = \varphi_7 = \varphi_8 = 0 \quad (3)$$

$$t_{BAĞIMLI} \text{ test, } H_0: \varphi_3 = 0 \quad (4)$$

$$F_{BAĞIMSIZ} \text{ test, } H_0: \varphi_4 = \varphi_5 = \varphi_6 = \varphi_7 = \varphi_8 = 0 \quad (5)$$

Yukarıdaki  $F_{SINIR}$ ,  $t_{BAĞIMLI}$  ve  $F_{BAĞIMSIZ}$  test istatistikleri sırasıyla Pesaran vd. (2001), Narayan (2005) ve Sam vd. (2019) çalışmalarında sunulan kritik değerleri aştığında, değişkenler arasında kesin bir eş-bütünleşmenin var olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Ayrıca, bu çalışmada güvenilir sonuçlar elde etmek için otokorelasyon, değişen varyans, normallik ve yanlış belirleme gibi tanınal testler gerçekleştirilmektedir. Analizin son aşamasında ise Fourier terimli genişletilmiş ARDL yaklaşımıyla kısa ve uzun dönemli esneklikler tahmin edilmektedir.

### 3.3. Ampirik Bulgular

#### 3.3.1. Birim Kök Test Sonuçları

Genişletilmiş ARDL tekniği, bağımlı değişkenin birinci farkında durağan olması yönündeki gerekliliği esnetse de doğru sonuçlara ulaşılabilmesi açısından değişkenlerin en fazla birinci dereceden eş-bütünleşik olması gerekmektedir. Bu bağlamda, değişkenlerin durağanlık özelliklerini incelemek amacıyla çalışmada F-ADF testi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 3'te raporlanmıştır. Tablodaki sonuçlar, JPR, BES ve ENG'nin düzeyde durağan olduğunu, YKF, GDP ve DKR'nin ise birinci farkta durağan hale geldiğini ortaya koymakta ve dolayısıyla analize konu olan tüm değişkenlerin en fazla I(1) olduğunu göstermektedir.

**Tablo 3: Birim Kök Test Sonuçları**

Değişkenler	Fourier-ADF			
	Seviye		Birinci Fark	
	Test İstatistiği	k	Test İstatistiği	k
YKF	-0.804	1	-10.139***	3
GDP	-0.342	1	-6.458***	1
JPR	-5.157***	1	-	-
BES	-3.977***	3	-	-
DKR	-2.899	1	-7.600***	2
ENG	-3.570*	1	-	-

**Not:** \* ve \*\*\* sırasıyla %10 ve %1 önem seviyelerinde istatistiksel açıdan anlamlılığı ifade etmektedir.

#### 3.3.2. Eş-bütünleşme Test Sonuçları

Çalışmada analize konu olan değişkenlerin durağanlık özelliklerinin belirlenmesinin ardından, bağımlı ve açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığı, en küçük artık kareler toplamını üreten Fourier sayısının (k=1) olduğu Fourier terimli genişletilmiş ARDL (2,2,1,1,1,1) modeli tahmin edilerek belirlenmiştir. Tahmin sonuçlarının sunulduğu Tablo 4 incelendiğinde, her üç test istatistiğinin de (tüm değişkenlerin gecikmeli düzeyleri için  $F_{SINIR}$  test istatistiği, bağımlı değişkenin gecikmeli düzeyi için  $t_{BAĞIMLI}$  test istatistiği ve açıklayıcı değişkenlerin

gecikmeli düzeyleri için  $F_{BAĞIMSIZ}$  test istatistiği) %1 anlamlılık düzeyinde üst kritik değerleri aştığı görülmektedir. Birbirleriyle tutarlı olan bu bulgular, "eş-bütünleşme yoktur" boş hipotezinin reddedilebileceğini göstermekte ve söz konusu değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını doğrulamaktadır.

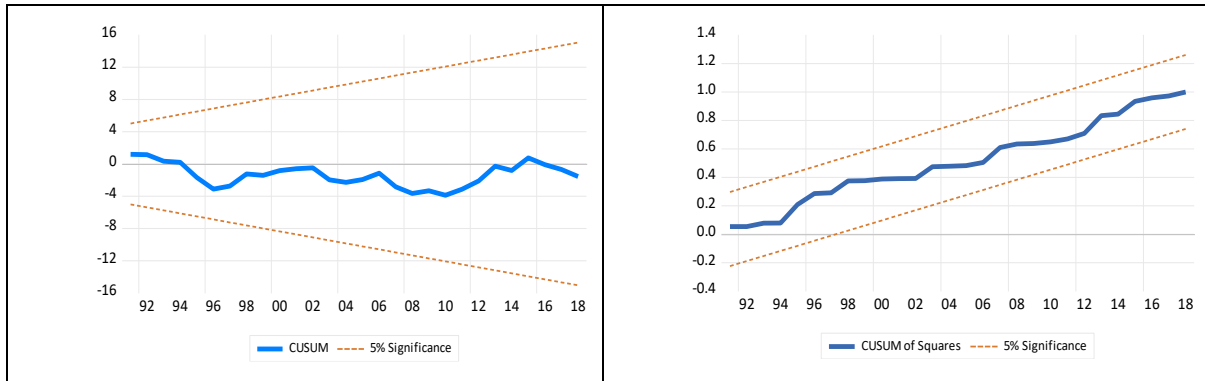
Çalışmada ayrıca değişen varyans, otokorelasyon, normallik, fonksiyonel yanlış tanımlama ve model istikrarı ile ilgili sorunları araştırmak amacıyla çeşitli tanısal testler uygulanmıştır. Tablo 3'teki sonuçlara göre, White testi ile değişen varyans, LM testi ile otokorelasyon, Jarque-Bera testi ile normal dışılık ve Ramsey Reset testi ile de yanlış belirleme sorunlarının söz konusu olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Cusum ve Cusum-kare testleri modelin örneklem dönemi boyunca istikrarını koruduğunu doğrulamaktadır (Bkz. Grafik 3). Tüm bu sonuçlar, önerilen modelin ARDL yaklaşımının temel varsayımlarını karşıladığını ve ekonometrik sorunlara konu olmadığını göstermektedir.

**Tablo 4: Fourier Terimli Genişletilmiş ARDL Eş-Bütünleşme Test Sonuçları**

Model	k	Testler	Test-istatistiği	Kritik değerler			Karar
				%10	%5	%1	
(2,2,1,1,1,1)	1	$F_{SINIR}$	6.120***	3.600	4.218	5.583	Eş-bütünleşik
		$t_{BAĞIMLI}$	-5.815***	-3.861	-4.192	-4.790	
		$F_{BAĞIMSIZ}$	7.240***	3.574	4.251	5.812	
Tanısal Testler				Test-ist.	Olasılık		
Değişen varyans				1.005	0.478		
Otokorelasyon				1.892	0.170		
Normallik				1.135	0.566		
Yanlış belirleme				0.251	0.803		
Cusum				Stabil			
Cusum-kare				Stabil			

**Not:** \*\*\* %1 önem seviyesinde istatistiksel açıdan anlamlılığı göstermektedir.

**Grafik 3: Cusum ve Cusum-Kare Testleri**



### 3.3.3. Tahmin Sonuçları ve Tartışma

Çalışmada incelenen değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı ve kurulan modelin gerekli varsayımları karşıladığı teyit edildikten sonra, Fourier terimli veya yumuşak geçişli genişletilmiş ARDL modeline dayalı olarak kısa ve uzun dönemli esneklikler tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçlarının özetlendiği Tablo 5'in A panelinde değişkenler arasındaki uzun dönemli etkileşimlere, B panelinde ise kısa dönemli etkileşimlere yer verilmiştir. Ayrıca, YKF'yi etkileyen tüm bağımsız değişkenlerin görsel bir temsili Şekil 1'de sunulmuştur.

Tablo 5: Kısa ve Uzun Dönem Tahmin Sonuçları

Panel A. Uzun Dönem Tahminleri				
Değişkenler	Katsayı	Std.Hata	t-istatistikleri	Olasılık
GDP	-1.130***	0.070	-16.163	0.000
JPR	-0.018*	0.010	-1.737	0.093
BES	0.399***	0.124	3.214	0.003
DKR	-0.057***	0.008	-6.900	0.000
ENG	-0.272**	0.122	-2.237	0.034
Panel B. Kısa Dönem Tahminleri				
$\Delta GDP$	-1.000***	0.134	-7.419	0.000
$\Delta JPR$	-0.007	0.011	-0.589	0.561
$\Delta BES$	-0.595***	0.165	-3.603	0.001
$\Delta DKR$	-1.523	1.040	-1.464	0.154
$\Delta ENG$	-0.038**	0.018	-2.139	0.041
$\Delta Sin$	0.081***	0.018	4.403	0.000
$\Delta Cos$	0.080***	0.023	3.464	0.002
C	11.244***	1.899	5.920	0.000
ECT	-0.333***	0.202	-6.578	0.000

Not: \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 önem seviyelerinde istatistiksel açıdan anlamlılığı göstermektedir.

Tablodaki kısa dönemli sonuçlar incelendiğinde, JPR ve DKR katsayılarının istatistiksel açıdan anlamsız olduğu, diğer bağımsız değişkenlerin ise YKF üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Buna karşın uzun dönemli sonuçlar, tüm açıklayıcı değişkenlere ait katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ve BES hariç tüm değişkenlerin çevre kalitesini olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Örneğin, ekonomik büyümedeki %1'lik bir artış, kısa ve uzun dönemde YKF'yi sırasıyla yaklaşık %1.00 ve %1.13 oranında azaltmaktadır. Grossman ve Krueger'in (1991) teorisine dayalı olarak uzun dönemde ekonomik büyüme ile YKF arasında pozitif yönlü bir bağlantı olması beklenmektedir. Ancak bu çalışmada ulaşılan sonuçlar, gelir artışlarının çevresel baskısının zamanla derinleştiğini ve böylece teknik etkinin Türkiye'de henüz geçerli olmadığını göstermektedir. Akbostancı vd. (2009), Katircioğlu ve Katircioğlu (2018) ve Ojaghlou vd.'nin (2023) çalışmalarından elde edilen sonuçları destekleyen bu bulgu, Türkiye ekonomisinde iktisadi faaliyetin çevre üzerindeki olumsuz etkisinin azalmaya başladığı kişi başına gelir düzeyine henüz ulaşmadığına veya daha açık bir ifadeyle Türkiye ekonomisinde ölçek etkisinin geçerliliğini koruduğuna işaret etmektedir.

Benzer şekilde, artan jeopolitik risklerin çevresel kalite üzerinde uzun dönemli olumsuz bir yansıması bulunmaktadır. Zira JPR'deki %1'lik bir artış, YKF'de yaklaşık %0.02'lik bir düşüşe yol açmaktadır. Bu tespit, JPR'nin AR-GE faaliyetlerini ve yeşil inovasyonu engelleyerek çevresel kaliteyi düşürdüğünü ifade eden "arttırıcı etki" varsayımını desteklemekte ve JPR ile karbon emisyonları arasında pozitif bir ilişkinin varlığını ortaya koyan Anser vd.'nin (2021b) araştırma sonuçlarıyla örtüşmektedir. Ancak söz konusu tespit, Anser vd. (2021a), Husnain vd. (2022) ile Du ve Wang'ın (2023) "hafifletici etkinin" geçerli olduğuna dair kanıt sunan araştırmalarıyla çelişmektedir. Hafifletici etki, jeopolitik risklerin ekonomik faaliyeti ve enerji talebini potansiyel olarak geriletebilecek olumsuz talep ve arz şoklarına neden olduğunu ve bunun da çevresel refahı artırdığını ifade etmektedir. Ancak, ani jeopolitik gelişmelere bağlı olarak artan belirsizlik, ekonomik aktörlerin nispeten yüksek maliyetli yeşil enerji ürünlerine yönelik taleplerinin daralmasına yol açabilmektedir. Zira yüksek belirsizlik ortamında bireyler, artan yaşam maliyetleri nedeniyle diğer temel ihtiyaçlara daha fazla harcama yapma eğilimindedir (Ivanovski ve Marinucci, 2021). Buna ek olarak, belirsizliğin arttığı dönemlerde ekonomiler, yeşil enerji inovasyonlarını uygulamaya yönelik gayret göstermek yerine uygun fiyatlı ve kolay erişilebilir enerji kaynaklarını kullanmayı tercih edebilmektedir (Zhao vd., 2023). Nitekim Abbas vd. (2023), jeopolitik riskin yenilenebilir enerji yatırımları üzerinde önemli ölçüde olumsuz bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, temiz enerjiye yapılan uzun dönemli yatırımlar güvenli bir jeopolitik

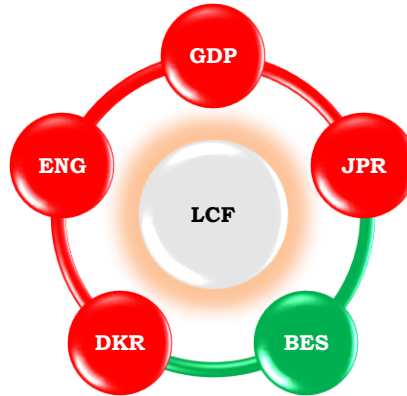
ortam gerektirdiğinden, Türk politika yapıcılarının ülkenin süregelen jeopolitik zorluklarını ele alırken yenilenebilir enerji tesislerinin geliştirilmesine odaklanmaları önem arz etmektedir.

Sonuçlar ENG açısından değerlendirildiğinde, ENG'nin Türkiye'deki çevre kalitesini açıklamada önemli bir faktör olduğu görülmektedir. Zira ENG'deki %1'lik bir artış, kısa ve uzun dönemde YKF'de yaklaşık %0.04 ve %0.27'lik bir düşüşe yol açmaktadır. Enerji güvenliği, enerji karmasında verimliliği ve sürdürülebilirliği teşvik ederek enerji bağımsızlığını artırsa dahi, Türkiye'nin enerji arzı temelde petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtlara bağlıdır. Bu bakımdan ülkenin geleneksel enerji ithalatına olan bağımlılığı göz önüne alındığında, enerji güvenliği artırılırken aynı zamanda uzun dönemli sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için yenilenemeyen enerji arzına kıyasla yenilenebilir enerji üretimine daha fazla öncelik tanınmalıdır.

Çalışmada ayrıca BES'deki %1'lik bir artışın YKF'yi uzun dönemde yaklaşık %0.40, kısa dönemde ise yaklaşık %0.60 oranında artırdığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, BES'in YKF'yi artırmada önemli bir faktör olduğunu saptayan Samour vd. (2023), Dai vd. (2024), Pata ve Ertugrul (2023) ve Guloglu vd.'nin (2023) çalışmalarıyla örtüşmektedir. Dai vd.'ye (2024) göre, toplumda eğitim seviyesinin ve buna bağlı olarak çevre bilincinin artması, iklim değişikliği sorunlarıyla başa çıkmak amacıyla atılan adımları daha da etkin kılmaktadır. Bunun önemli bir nedeni, iyi eğitilmiş bireylerin daha çevre dostu üretim ve tüketim faaliyetlerini benimseyebilmeleri ve çevresel bozulmaları önlemeye yönelik politikaların uygulanması için hükümetlere baskı yapabilmeleridir. İkinci bir nedeni ise BES'in yeşil enerji teknolojilerindeki araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde aktif bir rol üstlenmesidir. Bu bağlamda Türkiye'de, BES'in olumlu çevresel etkileri dikkate alınarak işgücünün eğitim kalitesini artırmaya yönelik tasarlanan politikaların hızlı ve etkin bir şekilde hayata geçirilmesi önerilmektedir.

Öte yandan sonuçlar, Pata ve Isik (2021) ve Adebayo vd. (2024) tarafından yürütülen çalışmalarla tutarlı olarak, DKR'nin uzun ve kısa dönemde YKF'yi %0.06 ve %1.52 oranlarında azalttığını ortaya koymaktadır. Türkiye'nin kaynak zengini bir ülke olmadığı ve dolayısıyla ekonomik kalkınmasını sürdürmek için öncelikle fosil yakıtlardan elde edilen dış enerjiye ihtiyaç duyduğu göz önüne alındığında, bu sonuç ülkenin sınırlı doğal kaynaklarını çevre dostu bir şekilde kullanmadığını ve ülkenin geleneksel enerji kaynaklarına bağımlılığını azaltabilecek uygulanabilir enerji çözümlerine ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Şekil 1: Bağımsız Değişkenlerin Çevresel Etkileri



**Not:** Kırmızı renk değişkenlerin kirlilik etkisini, yeşil renk ise çevresel kalite etkisini yansıtmaktadır.

Tüm bunların yanı sıra, hata düzeltme katsayısının (ECT) negatif ve istatistiki açıdan anlamlı olduğu görülmektedir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli bir ilişkinin varlığını doğrulayan bu sonuç, uzun dönemli dengeden sapmaların, YKF'deki kısa dönemli şokları takip eden ilk yılda %33'lük bir uyum hızıyla düzeltildiğini göstermektedir. Son olarak çalışmada Fourier terimlerinin (Sin ve Cos) kısa dönemde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif oldukları tespit edilmiştir.

#### 4. Sonuç ve Politika Önerileri

Bu çalışma, jeopolitik risk ve enerji güvenliğinin Türkiye'nin çevre kalitesi üzerindeki etkilerini, ekonomik büyüme, beşeri sermaye ve doğal kaynakların çevresel etkilerini dikkate alarak 1973-2018 dönemi için değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla çalışmada, çevresel kalitenin bir göstergesi olarak yük kapasite faktörü kullanılmakta ve literatüre yakın zamanda kazandırılan Fourier terimli genişletilmiş ARDL modeli uygulanmaktadır. İlgili model tahmininden elde edilen sonuçlar bazı önemli hususları ortaya koymaktadır.

İlk olarak, Türkiye'nin büyüyen ekonomisi, ülkenin ekosistemi için ciddi sorunları beraberinde getirmektedir. Artan kirlilik, habitat tahribatı ve kaynakların tükenmesi; sanayinin, kentleşmenin ve tüketimin hızlı büyümesinin sonuçlarıdır. Bu olumsuz sonuçlar, ekonomik kalkınmanın zararlı çevresel etkilerini azaltmak için çevresel önlemlerin ve sürdürülebilir yöntemlerin uygulanmasına duyulan kritik ihtiyacı ortaya koymaktadır. Ülkenin ekonomik faaliyetlerinin büyük ölçüde fosil yakıtlara bağlı olduğu göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye'de enerji tasarrufu önlemlerinin ve alternatif kaynakların kullanımının artırılması önem arz etmektedir. Bu bağlamda, ülkenin fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltmak için politika yapımcıların güneş, rüzgar ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla öncelik vermeleri gerekmektedir. Ayrıca, enerji tüketiminin optimizasyonu ve çevresel sorunların azaltılması, sektörler arasında enerji verimliliği tekniklerinin kullanılmasıyla da mümkündür. Dolayısıyla yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği yatırımlarını destekleyen teşvikler, sübvansiyonlar ve düzenleyici önlemler bu hedef için son derece önemlidir.

İkinci olarak, terör eylemlerini, bölgesel gerilimleri, anlaşmazlıkları ve savaşları içeren jeopolitik riskler Türkiye'nin çevre kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu etkiler çevre ve halk sağlığının yanı sıra doğal kaynakların mevcudiyetine ve ülke ekonomisinin sürdürülebilirliğine zarar vermektedir. Bu nedenle, olası jeopolitik tehlikelerin çevresel etkilerini dikkate alan çevresel planlama stratejilerinin oluşturulması ve uygulanması kritik önem taşımaktadır. Arazi kullanım planlaması, kaynakların korunması, kirliliğin önlenmesi ve iklim değişikliğine uyum bu planlara dahil edilmelidir. Buna ek olarak, çevre sorunlarının ulusal sınırları aştığı hususu dikkate alınarak küresel bir çözüm için bilgi paylaşımı ve teknoloji transferi yoluyla diğer ülkelerle iş birliğinin veya birlikte çalışma stratejilerinin geliştirilmesi önemlidir. Bunun için Türkiye, bölgesel barışı ve çevresel iş birliğini teşvik etmek amacıyla bölgesel ortaklıklar kurma yolunda adımlar atabilir. Nitekim diplomatik bağlantıların güçlendirilmesi ve açık iletişimin teşvik edilmesi küresel gerilimleri azaltabilmekte ve çevresel sürdürülebilirliğe yönelik işbirlikçi çabaların önünü açabilmektedir.

Üçüncü olarak, çalışmada beşeri sermayenin Türkiye'de çevre kalitesini artıran önemli bir faktör olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, eğitim ve iş gücü yeteneklerini geliştirmeye yönelik politikaların halkın bilgi, kavrayış ve çevre sorunlarına yenilikçi cevaplar üretebileceğini göstermektedir. Dolayısıyla Türkiye'de, bireylerin çevre duyarlılığını artırmak için eğitim ve öğretim programlarına ek kaynak yatırımlarının yapılması ve çevresel sürdürülebilirliğin önemine ilişkin farkındalık kampanyalarına destek olunması önem arz etmektedir.

Dördüncü olarak, çalışmadan elde edilen bulgular enerji güvenliğinin (birincil enerji arzındaki genişlemenin) Türkiye'de çevresel bozulmayı artırdığını ortaya koymuştur. Bu durumun ortaya çıkmasındaki temel etken, ülkenin enerji arzının büyük ölçüde fosil yakıtlara bağlı olmasıyla açıklanabilir. Bu nedenle, ülkenin enerji güvenliğinin geliştirilmesinde daha çok çevre dostu enerji üretimine odaklanılması önerilmektedir. Nitekim yenilenebilir enerji kaynakları bir taraftan Türkiye'nin çevresel performansını iyileştirmesine katkı sağlarken aynı zamanda fosil yakıtların çıkarılması, taşınması ve yakılması sonucunda ortaya çıkan çevresel maliyetlerin azaltılmasına yardımcı olabilir.

Beşinci olarak, doğal kaynak rantı Türkiye'de çevre kalitesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Doğal kaynaklara olan aşırı bağımlılık çevresel bozulmaya ve kaynakların tükenmesine yol



açmaktadır. Bu bakımdan doğal kaynak rantının çevreye fayda sağlamasını garanti altına almak için etkin bir şekilde yönetilmesi ve tahsis edilmesi gerekmektedir. Zira kaynaklara bağımlı işletmelerin sürdürülebilirliği, doğal kaynak rantının bir kısmının çevrenin korunmasına ve restorasyonuna tahsis edilmesine bağlıdır. Ayrıca, doğal ekosistemlerin ve biyolojik çeşitliliğin korunması için bilinçli kaynak kullanımının teşvik edilmesi, kaynak kullanımına ilişkin güçlü düzenleyici yasaların konulması ve izleme sistemlerinin oluşturulması önem arz etmektedir. Genel olarak, ekonomik büyüme, jeopolitik risk, beşeri sermaye, doğal kaynak rantı ve enerji güvenliği ile çevre kalitesi arasındaki karmaşık ilişkiler ışığında yukarıda tartışılan politika çıkarımlarının benimsenmesiyle birlikte, Türkiye'de daha yeşil ve daha sürdürülebilir bir geleceğin mümkün olabileceği düşünülmektedir.

Son olarak, bu araştırmanın üç önemli kısıtı bulunmaktadır. Birincisi, çalışmada yalnızca Türkiye'ye odaklanılmıştır. Bu bakımdan, jeopolitik risk ve enerji güvenliğinin gelişmiş ülkeler veya ülke gruplarına özgü YKF üzerindeki etkilerini analiz eden gelecekteki çalışmaların literatüre ek katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. İkincisi, çalışmada gelir artışı ile çevresel kalite arasında doğrusal ve istikrarlı bir ilişki olduğu varsayılmıştır. Dolayısıyla çalışmada ulaşılan bulguların kuadratik modeller yardımıyla ulaşılabilecek yeni sonuçlarla karşılaştırılması önem arz etmektedir. Üçüncüsü ise bu çalışmada referans JPR indeksi kullanılmıştır. Jeopolitik tehditler ve jeopolitik eylemler de dahil olmak üzere jeopolitik riskin alt bileşenleri kullanılarak daha kapsamlı sonuçlar elde etmek mümkün olabilir.

**Destek ve Teşekkür Beyanı:** Bu araştırmanın hazırlanmasında herhangi bir dış destek alınmamıştır.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı:** Bu çalışma tek yazarlı olup yazarın katkı oranı %100'dür.

**Çatışma Beyanı:** Araştırmanın yazarları olarak herhangi bir çıkar çatışma beyanımız bulunmamaktadır.

**Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı:** Bu araştırmanın her aşamasında "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi"nde belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Bu çalışmanın yazım sürecinde etik kurallarına uygun alıntı yapılmış ve kaynakça oluşturulmuştur. Çalışma intihal denetimine tabi tutulmuştur.

## Kaynakça

- Abbas, J., Wang, L., Belgacem, S. B., Pawar, P. S., Najam, H. ve Abbas, J. (2023). Investment in Renewable Energy and Electricity Output: Role of Green Finance, Environmental Tax, And Geopolitical Risk: Empirical Evidence from China. *Energy*, 269, 126683. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.126683>
- Acaroğlu, H., Kartal, H. M. ve García Márquez, F. P. (2023). Testing The Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Terms of Ecological Footprint and CO2 Emissions Through Energy Diversification for Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(22), 63289-63304. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26278-w>
- Adebayo, T. S., Pata, U. K. ve Akadiri, S. S. (2024). A Comparison of CO2 Emissions, Load Capacity Factor, And Ecological Footprint for Thailand's Environmental Sustainability. *Environment, Development and Sustainability*, 26(1), 2203-2223. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02810-9>
- Akbostancı, E., Türüt-Aşık, S. ve Tunç, G. İ. (2009). The Relationship Between Income And Environment In Türkiye: Is There An Environmental Kuznets Curve?. *Energy Policy*, 37(3), 861-867. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.088>
- Akhayere, E., Kartal, M. T., Adebayo, T. S. ve Kavaz, D. (2023). Role of Energy Consumption and Trade Openness Towards Environmental Sustainability in Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(8), 21156-21168. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23639-9>

- Aktürk, E., Daştan, M. ve Yalçinkaya, Ö. (2023). Terörizmin Zamanla Değişen Ekonomik Sonuçları: Türkiye Örneği. *Sosyoekonomi*, 31(55), 459-485. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.2023.01.23>
- Anser, M. K., Syed, Q. R. ve Apergis, N. (2021b). Does Geopolitical Risk Escalate CO2 Emissions? Evidence from the BRICS Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(35), 48011-48021. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14032-z>
- Anser, M. K., Syed, Q. R., Lean, H. H., Alola, A. A. ve Ahmad, M. (2021a). Do Economic Policy Uncertainty and Geopolitical Risk Lead to Environmental Degradation? Evidence from Emerging Economies. *Sustainability*, 13(11), 5866. <https://doi.org/10.3390/su13115866>
- Armaroli, N. ve Balzani, V. (2007). The Future of Energy Supply: Challenges and Opportunities. *Angewandte Chemie International Edition*, 46(1-2), 52-66. <https://doi.org/10.1002/anie.200602373>
- Austvik, O. G. ve Rzayeva, G. (2017). Turkey in The Geopolitics of Energy. *Energy Policy*, 107, 539-547. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.05.008>
- Awosusi, A. A., Kutlay, K., Altuntaş, M., Khodjiev, B., Agyekum, E. B., Shouran, M., Elgbaily, M. ve Kamel, S. (2022). A Roadmap Toward Achieving Sustainable Environment: Evaluating The Impact of Technological Innovation and Globalization On Load Capacity Factor. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6), 3288. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063288>
- Bashir, M. F., Shahbaz, M., Malik, M. N., Ma, B. ve Wang, J. (2023). Energy Transition, Natural Resource Consumption and Environmental Degradation: The Role of Geopolitical Risk in Sustainable Development. *Resources Policy*, 85, 103985. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103985>
- Borozan, D. (2024). Do Geopolitical and Energy Security Risks Influence Carbon Dioxide Emissions? Empirical Evidence from European Union Countries. *Journal of Cleaner Production*, 439, 140834. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140834>
- Bozoklu, S., Yilanci, V. ve Gorus, M. S. (2020). Persistence in Per Capita Energy Consumption: A Fractional Integration Approach with A Fourier Function. *Energy Economics*, 91, 104926. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104926>
- Cabalu, H. (2010). Indicators of Security of Natural Gas Supply in Asia. *Energy Policy*, 38(1), 218-225. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.008>
- Caglar, A. E., Avci, S. B., Daştan, M. ve Destek, M. A. (2023). Investigation of The Effect of Natural Resource Dependence On Environmental Sustainability Under the Novel Load Capacity Curve Hypothesis. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/13504509.2023.2296495>
- Caglar, A. E., Daştan, M. ve Avci, S. B. (2024c). Persistence of Disaggregate Energy RD&D Expenditures in Top-Five Economies: Evidence from Artificial Neural Network Approach. *Applied Energy*, 365, 123216. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.123216>
- Caglar, A. E., Daştan, M. ve Rej, S. (2024a). A New Look At China's Environmental Quality: How Does Environmental Sustainability Respond To The Asymmetrical Behavior Of The Competitive Industrial Sector?. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 31(1), 16-28. <https://doi.org/10.1080/13504509.2023.2248584>
- Caglar, A. E., Daştan, M., Avci, S. B., Ahmed, Z. ve Gönenç, S. (2024b). Modelling The Influence of Mineral Rents and Low-Carbon Energy On Environmental Quality: New Insights from A Sustainability Perspective. *Natural Resources Forum*, 1-21. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12472>
- Caglar, A. E., Yavuz, E., Mert, M. ve Kilic, E. (2022). The Ecological Footprint Facing Asymmetric Natural Resources Challenges: Evidence from The USA. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 10521-10534. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16406-9>
- Caldara, D. ve Iacoviello, M. (2022). Measuring Geopolitical Risk. *American Economic Review*, 112(4), 1194-1225. <https://doi.org/10.1257/aer.20191823>

- Caldara, D., Conlisk, S., Iacoviello, M. ve Penn, M. (2022). Do Geopolitical Risks Raise or Lower Inflation. Federal Reserve Board of Governors.
- Calikoglu, U. ve Koksall, M. A. (2023). A Pathway to Achieve the Net Zero Emissions Target for The Public Electricity and Heat Production Sector: A Case Study for Türkiye. *Energy Policy*, 179, 113653. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113653>
- Chankrajang, T. ve Muttarak, R. (2017). Green Returns to Education: Does Schooling Contribute to Pro-Environmental Behaviours? Evidence from Thailand. *Ecological Economics*, 131, 434-448. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.09.015>
- Chester, L. (2010). Conceptualising Energy Security and Making Explicit Its Polysemic Nature. *Energy Policy*, 38(2), 887-895. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.039>
- Çağlar, A. E. (2022a). Türkiye’de Kömür Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Tekrarlamalı Gelişen Pencere Nedenlilik Yaklaşımı. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi (İKTİSAD)*, 7(17), 351-365. <https://doi.org/10.25204/iktisad.1088192>
- Çağlar, A. E. (2022b). Türkiye’de çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Araştırılmasında Çevresel Patentlerin Rolü: Genişletilmiş ARDL ile Kanıtlar. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(4), 913-929. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.1100797>
- Çamkaya, S. ve Karaaslan, A. (2024). Do Renewable Energy and Human Capital Facilitate the Improvement of Environmental Quality in The United States? A New Perspective On Environmental Issues with The Load Capacity Factor. *Environmental Science and Pollution Research*, 31, 17140–17155. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32331-z>
- Çamkaya, S., Karaaslan, A. ve Uçan, F. (2023). Investigation of The Effect of Human Capital On Environmental Pollution: Empirical Evidence from Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(9), 23925-23937. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23923-8>
- Dai, J., Ahmed, Z., Alvarado, R. ve Ahmad, M. (2024). Assessing The Nexus Between Human Capital, Green Energy, And Load Capacity Factor: Policymaking for Achieving Sustainable Development Goals. *Gondwana Research*, 129, 452-464. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.04.009>
- Daştan, M. ve Eygü, H. (2023). An Empirical Investigation of the Link Between Economic Growth, Unemployment, And Ecological Footprint in Turkey: Bridging the EKC and EPC Hypotheses. *Environment, Development and Sustainability*, 1-32. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04106-y>
- Destek, M. A. (2021). Deindustrialization, Reindustrialization and Environmental Degradation: Evidence from Ecological Footprint of Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 296, 126612. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126612>
- Ding, T., Li, H., Tan, R. ve Zhao, X. (2023). How Does Geopolitical Risk Affect Carbon Emissions?: An Empirical Study From The Perspective Of Mineral Resources Extraction in OECD countries. *Resources Policy*, 85, 103983. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103983>
- Dogan, E., Majeed, M. T. ve Luni, T. (2021). Analyzing The Impacts of Geopolitical Risk and Economic Uncertainty On Natural Resources Rents. *Resources Policy*, 72, 102056. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102056>
- Dong, K., Han, Y., Dou, Y. ve Shahbaz, M. (2022). Moving Toward Carbon Neutrality: Assessing Natural Gas Import Security and Its Impact On CO2 Emissions. *Sustainable Development*, 30(4), 751-770. <https://doi.org/10.1002/sd.2270>
- Du, Y. ve Wang, W. (2023). The Role of Green Financing, Agriculture Development, Geopolitical Risk, And Natural Resource On Environmental Pollution in China. *Resources Policy*, 82, 103440. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103440>
- Economic Policy Uncertainty (2023). Geopolitical Risk Index. Access Address: <https://www.policyuncertainty.com/gpr.html>

- Enders, W. ve Lee, J. (2012a). The Flexible Fourier Form And Dickey–Fuller Type Unit Root Tests. *Economics Letters*, 117(1), 196-199. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2012.04.081>
- Enders, W. ve Lee, J. (2012b). A Unit Root Test Using a Fourier Series to Approximate Smooth Breaks. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 74(4), 574-599. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2011.00662.x>
- Environmental Protection Agency (2023). Impacts of Climate Change. Access Address: <https://www.epa.gov/climatechange-science/impacts-climate-change>
- European Commission (2023). 2030 Climate Target Plan. Access Address: [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-green-deal/2030-climate-target-plan\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-green-deal/2030-climate-target-plan_en)
- European Training Foundation (2021). EU Neighbourhood: The Green Deal And Skills Development. Access Address: <https://www.etf.europa.eu/en/news-and-events/news/eu-neighbourhood-green-deal-and-skills-development>
- Feenstra, R. C., Inklaar, R. ve Timmer, M. P. (2015). The Next Generation of the Penn World Table. *American Economic Review*, 105(10), 3150-3182.
- Gani, A. (2021). Fossil Fuel Energy and Environmental Performance in an Extended STIRPAT model. *Journal of Cleaner Production*, 297, 126526. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126526>
- Global Footprint Network (2023). Country Trends. Access Address: [https://data.footprintnetwork.org/?\\_ga=2.161211581.1023055940.1690489142-1415950902.1663743544#/countryTrends?type=BCtot,EFCtot&cn=223](https://data.footprintnetwork.org/?_ga=2.161211581.1023055940.1690489142-1415950902.1663743544#/countryTrends?type=BCtot,EFCtot&cn=223)
- Grossman, G. M. ve Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. *Bureau of Economic Research Working Paper*, 3914. NBER, Cambridge, MA.
- Guloglu, B., Caglar, A. E. ve Pata, U. K. (2023). Analyzing The Determinants of the Load Capacity Factor in OECD Countries: Evidence from Advanced Quantile Panel Data Methods. *Gondwana Research*, 118, 92-104. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.02.013>
- Hassan, S. T., Baloch, M. A., Bui, Q. ve Khan, N. H. (2024). The Heterogeneous Impact of Geopolitical Risk and Environment-Related Innovations On Greenhouse Gas Emissions: The Role of Nuclear and Renewable Energy in The Circular Economy. *Gondwana Research*, 127, 144-155. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.08.016>
- Husnain, M. I. U., Syed, Q. R., Bashir, A. ve Khan, M. A. (2022). Do Geopolitical Risk and Energy Consumption Contribute to Environmental Degradation? Evidence from E7 Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(27), 41640-41652. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17606-z>
- International Energy Agency (2021). Turkey 2021, IEA, Paris. Access Address: <https://www.iea.org/reports/Turkey-2021>
- Ivanovski, K. ve Marinucci, N. (2021). Policy Uncertainty and Renewable Energy: Exploring The Implications for Global Energy Transitions, Energy Security, And Environmental Risk Management. *Energy Research & Social Science*, 82, 102415. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.126683>
- Jin, X., Ahmed, Z., Pata, U. K., Kartal, M. T. ve Erdogan, S. (2023). Do Investments in Green Energy, Energy Efficiency, And Nuclear Energy R&D Improve the Load Capacity Factor? An Augmented ARDL Approach. *Geoscience Frontiers*, 101646. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101646>
- Katircioğlu, S. ve Katircioğlu, S. (2018). Testing The Role of Urban Development in The Conventional Environmental Kuznets Curve: Evidence from Turkey. *Applied Economics Letters*, 25(11), 741-746. <https://doi.org/10.1080/13504851.2017.1361004>
- Khan, A., Sun, C., Xu, Z. ve Liu, Y. (2023). Geopolitical Risk, Economic Uncertainty, And Militarization: Significant Agents of Energy Consumption and Environmental Quality.

- Environmental Impact Assessment Review*, 102, 107166.  
<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107166>
- Langnel, Z., Amegavi, G. B., Donkor, P. ve Mensah, J. K. (2021). Income Inequality, Human Capital, Natural Resource Abundance, And Ecological Footprint in ECOWAS Member Countries. *Resources Policy*, 74, 102255. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102255>
- Li, Z. (2023). Do Geopolitical Risk, Green Finance, And The Rule of Law Affect the Sustainable Environment in China? Findings from the BARDL Approach. *Resources Policy*, 81, 103403. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103403>
- Luo, H. ve Sun, Y. (2024). Effects of Geopolitical Risk On Environmental Sustainability and The Moderating Role of Environmental Policy Stringency. *Scientific Reports*, 14(1), 10747. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-60773-5>
- McNown, R., Sam, C. Y. ve Goh, S. K. (2018). Bootstrapping The Autoregressive Distributed Lag Test for Cointegration. *Applied Economics*, 50(13), 1509-1521. <https://doi.org/10.1080/00036846.2017.1366643>
- Narayan, P. K. (2005). The Saving and Investment Nexus for China: Evidence from Cointegration Tests. *Applied Economics*, 37(17), 1979-1990. <https://doi.org/10.1080/00036840500278103>
- Nawaz, S. M. N. ve Alvi, S. (2018). Energy Security for Socio-Economic and Environmental Sustainability in Pakistan. *Heliyon*, 4(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00854>
- OECD (2023). Primary Energy Supply. Access Address: <https://doi.org/10.1787/1b33c15a-en>
- Ojaghlou, M., Ugurlu, E., Kadhubek, M. ve Thalassinou, E. (2023). Economic Activities and Management Issues for The Environment: An Environmental Kuznets Curve (EKC) and STIRPAT analysis in Turkey. *Resources*, 12(5), 57. <https://doi.org/10.3390/resources12050057>
- Pata, U. K. ve Balsalobre-Lorente, D. (2022). Exploring The Impact of Tourism and Energy Consumption On the Load Capacity Factor in Turkey: A Novel Dynamic ARDL Approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(9), 13491-13503. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16675-4>
- Pata, U. K. ve Ertugrul, H. M. (2023). Do The Kyoto Protocol, Geopolitical Risks, Human Capital and Natural Resources Affect the Sustainability Limit? A New Environmental Approach Based on the LCC hypothesis. *Resources Policy*, 81, 103352. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103352>
- Pata, U. K. ve Isik, C. (2021). Determinants of The Load Capacity Factor in China: A Novel Dynamic ARDL Approach for Ecological Footprint Accounting. *Resources Policy*, 74, 102313. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102313>
- Pata, U. K., Caglar, A. E., Kartal, M. T. ve Depren, S. K. (2023). Evaluation of The Role of Clean Energy Technologies, Human Capital, Urbanization, And Income On the Environmental Quality in the United States. *Journal of Cleaner Production*, 402, 136802. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136802>
- Perron, P. (1989). The Great Crash, The Oil Price Shock, And The Unit Root Hypothesis. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1361-1401. <https://doi.org/10.2307/1913712>
- Pesaran, M. H., Shin, Y. ve Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to The Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Ramirez, J., Velázquez, D. A. ve Vélez-Zapata, C. (2022). The Potential Role of Peace, Justice, And Strong Institutions in Colombia's Areas of Limited Statehood for Energy Diversification Towards Governance In Energy Democracy. *Energy Policy*, 168, 113135. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113135>

- Sam, C. Y., McNown, R. ve Goh, S. K. (2019). An Augmented Autoregressive Distributed Lag Bounds Test for Cointegration. *Economic Modelling*, 80, 130-141. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.11.001>
- Samour, A., Adebayo, T. S., Agyekum, E. B., Khan, B. ve Kamel, S. (2023). Insights from BRICS-T Economies On the Impact of Human Capital and Renewable Electricity Consumption On Environmental Quality. *Scientific Reports*, 13(1), 5245. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32134-1>
- Shah, S. A. A., Zhou, P., Walasai, G. D. ve Mohsin, M. (2019). Energy Security and Environmental Sustainability Index of South Asian Countries: A Composite Index Approach. *Ecological Indicators*, 106, 105507. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105507>
- Sharif, A., Baris-Tuzemen, O., Uzuner, G., Ozturk, I. ve Sinha, A. (2020). Revisiting The Role of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption On Turkey's Ecological Footprint: Evidence from Quantile ARDL approach. *Sustainable Cities and Society*, 57, 102138. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102138>
- Shittu, W., Adedoyin, F. F., Shah, M. I. ve Musibau, H. O. (2021). An Investigation of the Nexus Between Natural Resources, Environmental Performance, Energy Security and Environmental Degradation: Evidence from Asia. *Resources Policy*, 73, 102227. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102227>
- Siche, R., Pereira, L., Agostinho, F. ve Ortega, E. (2010). Convergence of Ecological Footprint and Energy Analysis as A Sustainability Indicator of Countries: Peru as Case Study. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 15(10), 3182-3192. <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2009.10.027>
- Solarin, S. A. (2019). Modelling The Relationship Between Financing by Islamic Banking System and Environmental Quality: Evidence from Bootstrap Autoregressive Distributive Lag with Fourier Terms. *Quality & Quantity*, 53(6), 2867-2884. <https://doi.org/10.1007/s11135-019-00904-7>
- Sweidan, O. D. (2023). The Effect of Geopolitical Risk On Environmental Stress: Evidence from A Panel Analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(10), 25712-25727. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23909-6>
- Udemba, E. N., Emir, F. ve Philip, L. D. (2022). Mitigating Poor Environmental Quality with Technology, Renewable and Entrepreneur Policies: A Symmetric and Asymmetric Approaches. *Renewable Energy*, 189, 997-1006. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.03.060>
- Ulussever, T., Kartal, M. T. ve Kılıç Depren, S. (2023). Effect of Income, Energy Consumption, Energy Prices, Political Stability, And Geopolitical Risk On the Environment: Evidence from GCC Countries by Novel Quantile-Based Methods. *Energy & Environment*, 0958305X231190351. <https://doi.org/10.1177/0958305X231190351>
- Villanthenkodath, M. A. ve Pal, S. (2024). Environmental degradation in geopolitical risk and uncertainty contexts for India: A comparison of ecological footprint, CO2 emissions, and load capacity factor. *Energy and Climate Change*, 5, 100122. <https://doi.org/10.1016/j.egycc.2023.100122>
- Wang, K. H., Zhao, Y. X., Su, Y. H. ve Lobont, O. R. (2023a). Energy Security and CO2 Emissions: New Evidence from Time-Varying and Quantile-Varying Aspects. *Energy*, 273, 127164. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127164>
- Wang, Q. ve Zhou, K. (2017). A Framework For Evaluating Global National Energy Security. *Applied Energy*, 188, 19-31. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.11.116>
- Wang, S., Wang, J. ve Wang, W. (2023b). Do Geopolitical Risks Facilitate the Global Energy Transition? Evidence from 39 Countries in The World. *Resources Policy*, 85, 103952. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103952>
- Wang, W., Balsalobre-Lorente, D., Anwar, A., Adebayo, T. S., Cong, P. T., Quynh, N. N. ve Nguyen, M. Q. (2024). Shaping A Greener Future: The Role of Geopolitical Risk, Renewable Energy

- and Financial Development On Environmental Sustainability Using The LCC Hypothesis. *Journal of Environmental Management*, 357, 120708. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120708>
- Wolf, M. J., Emerson, J. W., Esty, D. C., de Sherbinin, A., & Wendling, Z. A. (2022). Environmental Performance Index (EPI). Yale Center for Environmental Law & Policy. Access Address: <https://epi.yale.edu/>
- World Bank (2023). World Development Indicators. Access Address: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Yao, X., Yasmeen, R., Hussain, J. ve Shah, W. U. H. (2021). The Repercussions of Financial Development And Corruption On Energy Efficiency And Ecological Footprint: Evidence From BRICS and Next 11 Countries. *Energy*, 223, 120063. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120063>
- Yilanci, V., Bozoklu, S. ve Gorus, M. S. (2020). Are BRICS Countries Pollution Havens? Evidence From A Bootstrap ARDL Bounds Testing Approach With A Fourier Function. *Sustainable Cities and Society*, 55, 102035. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102035>
- Zafar, M. W., Zaidi, S. A. H., Khan, N. R., Mirza, F. M., Hou, F. ve Kirmani, S. A. A. (2019). The Impact of Natural Resources, Human Capital, And Foreign Direct Investment On the Ecological Footprint: The Case of the United States. *Resources Policy*, 63, 101428. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101428>
- Zhao, W., Zhong, R., Sohail, S., Majeed, M. T. ve Ullah, S. (2021). Geopolitical Risks, Energy Consumption, and CO 2 Emissions in BRICS: An Asymmetric Analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 39668-39679. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13505-5>
- Zhao, Z., Gozgor, G., Lau, M. C. K., Mahalik, M. K., Patel, G. ve Khalfaoui, R. (2023). The Impact of Geopolitical Risks On Renewable Energy Demand in OECD Countries. *Energy Economics*, 122, 106700. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106700>